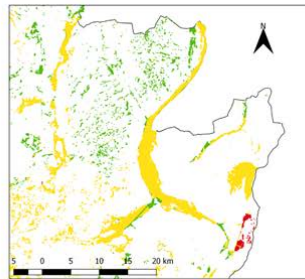


**Felix Närmann, Friedrich Birr, Moritz Kaiser,
Monique Nerger, Vera Luthardt, Jutta Zeitz
und Franziska Tanneberger (Hrsg.)**

Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden



Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden

**Herausgegeben von
Felix Närmann
Friedrich Birr
Moritz Kaiser
Monique Nерger
Vera Luthardt
Jutta Zeitz
Franziska Tanneberger**



Titelbild: Aspekte der nassen Niedermoor-Bewirtschaftung (obere Reihe von links nach rechts: S. Wichmann, F. Birr, T. Dahms; untere Reihe von links nach rechts: J. Schöne-Warnefeld, M. Nerger, F. Närmann)

Adressen der Autorinnen und der Autoren:

Felix Närmann	Universität Greifswald, Partner im Greifswald Moor Centrum
Moritz Kaiser	Institut für Botanik und Landschaftsökologie
Dr. Franziska Tanneberger	Soldmannstraße 15, 17487 Greifswald
John Couwenberg	E-Mail: felix.naermann@greifswaldmoor.de moritz.kaiser@greifswaldmoor.de tanne@uni-greifswald.de couw@gmx.net
Friedrich Birr	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Prof. Dr. Vera Luthardt	Schicklerstraße 5, 16225 Eberswalde
	E-Mail: friedrich.birr@hnee.de vera.luthardt@hnee.de
Monique Nerger	Humboldt-Universität zu Berlin
Prof. Dr. Jutta Zeitz	FG Bodenkunde und Standortlehre
	Albrecht-Thaer Weg 2, 14195 Berlin
	E-Mail: monique.nerger@hu-berlin.de jutta.zeitz@agrار.hu-berlin.de
Dr. Jochen Bellebaum	Email: jochen.bellebaum@t-online.de
Dr. Sonja Pfister	Institut für Agrarökologie und Biodiversität
Dr. Rainer Oppermann	Böcklinstraße 27, 68163 Mannheim
	Email: pfister@ifab-mannheim.de oppermann@ifab-mannheim.de

Fachbetreuung im BfN:

Stefanie Heinze Fachgebiet II 2.3 „Nationales Naturerbe, dynamische Systeme und Klimawandel“

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (FKZ: 3518 81 0500).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturlatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter [http:// www.bfn.de/skripten.html](http://www.bfn.de/skripten.html) heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.



Diese Schriftenreihe wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>).

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-377-5

DOI 10.19217/skr616

Bonn - Bad Godesberg 2021

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	12
1 Einleitung.....	15
1.1 Hintergrund	15
1.2 Projektidee und Aufbau des Berichtes.....	16
1.3 Begriffsklärungen	16
2 Bewirtschaftungsverfahren	20
2.1 Vorgehensweise.....	20
2.2 Prämisse für die Auswahl der Bewirtschaftungsverfahren	20
2.3 Standortfaktoren, die die Bewirtschaftungsverfahren bestimmen	22
2.3.1 Wasserhaushalt und Vernässbarkeit.....	22
2.3.2 Nährstoffverfügbarkeit	22
2.3.3 Torfmächtigkeit.....	25
2.3.4 Derzeitiger Handlungsdruck und Rentabilität.....	25
2.3.5 Infrastruktur und Staubauwerke	26
2.4 Weitere Faktoren.....	27
2.4.1 Anforderungen an die Landtechnik.....	27
2.4.2 Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	29
2.5 Überblick über die Bewirtschaftungsverfahren.....	29
2.6 Torferhaltende Bewirtschaftungsverfahren (Paludikulturen)	30
2.6.1 Schilfröhricht (<i>Phragmites australis</i>) spontan oder im Anbau.....	30
2.6.2 Rohrkolbenröhricht (<i>Typha spec.</i>) spontan oder im Anbau	35
2.6.3 Großseggenried (<i>Carex spec.</i>)	40
2.6.4 Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) als Hoch- und Niederwald	44
2.7 Schwach torfzehrende Bewirtschaftungsverfahren.....	47
2.7.1 Rohrglanzgraswiese (<i>Phalaris arundinacea</i>)	48
2.7.2 Weide mit Wasserbüffeln.....	51
2.7.3 Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden	57
2.7.4 Weide mit Gänsen.....	61
2.7.5 Weide mit Rindern.....	65
2.7.6 Feuchtwiese	71
2.7.7 Weide mit Schafen	75
2.7.8 Weide (<i>Salix spec.</i>) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)	78
2.7.9 Arznei- und Gewürzpflanzen im Anbau	82

2.8	Klimaschädliche Bewirtschaftungsverfahren von Moorböden	84
2.8.1	Ackernutzung	84
2.8.2	Intensiv genutztes Grünland	84
2.8.3	Beerenkulturen (Kultur-Heidelbeere und Cranberry).....	85
2.9	Rahmenbedingungen	85
2.9.1	Rechtlicher Rahmen	85
2.9.2	Agrarpolitischer Rahmen	89
2.9.3	Umsetzung und Genehmigung	91
2.10	Fazit	94
3	Flächenkulisse	97
3.1	Rahmen und Vorgehensweise	97
3.2	Kriterien für die Flächenkulissen.....	97
3.2.1	Ermittlungsgrundlagen	97
3.2.2	Bodensystematische Einheiten	98
3.2.3	Derzeitige Landnutzung	99
3.2.4	Naturschutzfachlicher Flächenstatus	99
3.3	Flächenkulissen in den Bundesländern	100
3.3.1	Schleswig-Holstein	100
3.3.2	Brandenburg	107
3.3.3	Baden-Württemberg	114
3.4	Diskussion.....	123
3.4.1	Bodensystematische Einheiten	123
3.4.2	Derzeitige Landnutzung	124
3.4.3	Naturschutzfachlicher Flächenstatus	125
3.4.4	Flächenkulissen mit potentieller Eignung für eine nasse Bewirtschaftung	127
3.5	Vorschlag für Kriterien einer detaillierteren Potentialanalyse zur nassen Bewirtschaftung.....	130
4	Treibhausgase	134
4.1	Allgemeines.....	134
4.2	Vorgehen	135
4.3	Ergebnisse	137
4.3.1	Allgemein	137
4.3.2	Schilf	137
4.3.3	Rohrkolben.....	138
4.3.4	Großseggen	139
4.3.5	Rohrglanzgraswiese	139

4.3.6 Weide mit Wasserbüffeln, Gatter mit Rotwild und Pferden	139
4.3.7 Feuchtwiese	140
4.3.8 Weide mit Gänsen	140
4.3.9 Weide mit Rindern	141
4.3.10 Weide mit Schafen	141
4.3.11 Erle (<i>Alnus glutinosa</i>), Weide (<i>Salix spec.</i>)	141
4.3.12 Übersicht	142
4.4 Diskussion	144
4.4.1 Genauigkeiten	144
4.4.2 GESTs	144
4.4.3 Gräben, Dämme, Boden, Torferhalt	145
4.4.4 Nutzung und Wiedervernässung	146
4.4.5 CH ₄	147
4.4.6 N ₂ O	148
4.5 Forschungsbedarf	148
4.6 Fazit	149
4.7 Betrachtung auf Ebene der Bundesländer	149
4.7.1 Ist	149
4.7.2 Vorgehen Meilenstein 2030	150
4.7.3 Ergebnis Meilenstein 2030	151
4.7.4 Fazit	153
5 Biodiversität	154
5.1 Niedermoor typische Biodiversität und methodisches Vorgehen	154
5.2 Effekte von Wiedervernässung	157
5.2.1 Vegetation	157
5.2.2 Fauna	160
5.3 Effekte der Bewirtschaftung	163
5.3.1 Anpflanzung	163
5.3.2 Mahd	165
5.3.3 Beweidung	171
5.3.4 Weitere Aspekte	173
5.4 Fazit und weiterer Forschungsbedarf	174
5.5 Biodiversitätsfördernde Maßnahmen bei der Bewirtschaftung von nassen Niedermoorböden	179
6 Ökonomie	183
6.1 Betriebswirtschaftliche Grundlagen der Bewirtschaftungsverfahren	183

6.1.1 Vorgehen	183
6.1.2 Kostenfaktoren	183
6.1.3 Erlösfaktoren	186
6.1.4 Ergebnisse	191
6.1.5 Diskussion.....	193
6.2 Mehrkosten durch die Anwendung von naturschutzfachlichen Maßnahmen.....	194
6.2.1 Vorgehen	194
6.2.2 Ergebnisse	194
6.2.3 Fazit und Ausblick	198
7 Steckbriefe.....	200
7.1 Schilfröhricht (<i>Phragmites australis</i>) spontan oder im Anbau.....	201
7.2 Rohrkolbenröhricht (<i>Typha spec.</i>) spontan oder im Anbau	209
7.3 Großseggenried (<i>Carex spec.</i>)	218
7.4 Rohrglanzgraswiese (<i>Phalaris arundinacea</i>)	224
7.5 Weide mit Wasserbüffeln (<i>Bubalus arnee</i>)	231
7.6 Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden.....	237
7.7 Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) als Hochwald	243
7.8 Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) als Niederwald	247
7.9 Feuchtwiese	252
7.10 Weide mit Gänsen.....	259
7.11 Weide mit Rindern.....	265
7.12 Weide mit Schafen	274
7.13 Weide (<i>Salix spec.</i>) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)	281
8 Fazit und Leitlinien für klimaschonende und biodiversitätsfördernde Niedermoorbewirtschaftung.....	287
8.1 Fazit	287
8.2 Leitlinien für zukunftsfähige Niedermoorbewirtschaftung	290
9 Zusammenfassung.....	292
Literaturverzeichnis	297
Anhang.....	332

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Fahrschäden und Stauwasser auf entwässertem Niedermoorgrünland in Süd-Brandenburg. Foto: P. Schulze, 11/2013	26
Abb. 2:	Überblick über die Wasserstände der Bewirtschaftungsverfahren und die aus den Wasserständen abgeleiteten, voraussichtlich langfristigen Treibhausgas-Emissionen ausgedrückt als Global Warming Potential ...	30
Abb. 3:	Winterliche Schilfmahd in Bunden mit raupenbasierter Technik. Foto: F. Birr, 12/2018.	31
Abb. 4:	Winterliche Mahd eines natürlich etablierten Rohrkolbenröhrichtes mit kettenbasierter Technik bei Anklam, Mecklenburg-Vorpommern. Foto: F. Birr, 12/2018.	36
Abb. 5:	Kompaktierung von Seggen-Biomasse zur anschließenden energetischen Verwertung im Spreewald, Brandenburg. Foto: F. Birr, 09/2019.....	40
Abb. 6:	Erlenhochwald (links) und -niederwald (rechts). Fotos: C. Schulz (links), P. Schulze (rechts).	44
Abb. 7:	Rohrglanzgras-Dominanzbestand auf einem Niedermoor im Rhinluch, Brandenburg. Foto: F. Birr, 06/2019.	48
Abb. 8:	Wasserbüffel auf einem wiedervernässten Niedermoor in der Uckermark, Brandenburg. Foto: F. Birr, 05/2019.	52
Abb. 9:	Gatterhaltung von Rotwild auf einem heterogenen Niedermoorstandort im Havelluch, Brandenburg. Foto: M. Klein, 06/2019.	58
Abb. 10:	Freiland-Gänsehaltung auf Niedermoor in der Uckermark. Foto: F. Birr, 08/2018.....	62
Abb. 11:	Relativ leichte und an Feuchtgebiete angepasste Fjäll-Rinder. Foto: F. Birr, 09/2019.....	66
Abb. 12:	Feuchtwiese im Aspekt von Scharfem Hahnenfuß (<i>Ranunculus acris</i>) und Kuckucks-Lichtnelke (<i>Silene flos-cuculi</i>). Foto: C. Dammann, 05/2019. .	71
Abb. 13:	Robuste Skudden auf einer Feuchtweide bei Schwerin, Mecklenburg-Vorpommern. Foto: F. Birr, 12/2018.	75
Abb. 14:	Kurzumtriebsplantage mit Weiden bei Müncheberg, Brandenburg. Foto: P. Schulze.	78
Abb. 15:	Karte der organischen Böden in Schleswig-Holstein.	101
Abb. 16:	Karte der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden in Schleswig-Holstein	103
Abb. 17:	Verteilung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden in Flächenstatusklassen in Schleswig-Holstein.	105
Abb. 18:	Karte der Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden mit Bewertung der Eignung für „nasse“ Bewirtschaftung in Schleswig-Holstein.	106
Abb. 19:	Karte der organischen Böden in Brandenburg (unter Verwendung der Moorkarte Brandenburgs und unter Ausschluss von Böden aus mineralischen Substraten, Gleyen und Mudden).	108
Abb. 20:	Karte der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden in	

	Brandenburg (unter Verwendung der Moorkarte Brandenburgs und unter Ausschluss von Böden aus mineralischen Substraten, Gleyen und Mudden).....	110
Abb. 21:	Verteilung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden in Flächenstatusklassen in Brandenburg.....	112
Abb. 22:	Karte der Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden mit Bewertung der Eignung für nasse Bewirtschaftung in Brandenburg.	113
Abb. 23:	Karte der organischen Böden in Baden-Württemberg), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.	116
Abb. 24:	Karte der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden in Baden-Württemberg, nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.	118
Abb. 25:	Verteilung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden in Flächenstatusklassen in Baden-Württemberg, nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.	121
Abb. 26:	Karte der Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden mit Bewertung der Eignung für nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg, nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.	122
Abb. 27:	Beispielhafte Vergrößerung/Auszug aus Karte zur Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden mit Bewertung der Eignung für nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg.....	123
Abb. 28:	Vergleich der betrachteten organischen Böden.....	124
Abb. 29:	Vergleich der landwirtschaftlichen Nutzung der organischen Böden.....	125
Abb. 30:	Vergleich der Flächenverteilung in den Flächenkulissen (in ha und prozentual).	128
Abb. 31:	Übersicht der geschätzten Standortemissionen der in KLIBB betrachteten Bewirtschaftungsverfahren.	143
Abb. 32:	Vegetationsentwicklung auf wiedervernässtem Grünland im Anklamer Stadtbruch (MV) (verändert nach Schulz 2005).....	158
Abb. 33:	Charakteristische Vögel der Seggen- und Süßgrasmischbestände sowie des Schilfröhrichts.	161
Abb. 34:	Großer Feuerfalter (<i>Lycaena dispar</i>), Foto: K. Fischer und Menetries' Laufkäfer (<i>Carabus menetriesi</i>), Foto: F. Närmann.	168
Abb. 35:	Zu- bzw. Abnahme (in Prozent) der Abundanz ausgewählter Wirbellosen-Taxa auf Schilfmahdflächen im Vergleich zu unbewirtschafteten Schilfröhrichten (verändert nach Valkama et al. 2008).	169
Abb. 36:	Naturnaher, entwässerter und wiedervernässter Moorstandort	177
Abb. 37:	Betrachtete nasse Bewirtschaftungsverfahren	178

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Wasserstufen und ihre Wasserstände im Winter- und Sommerhalbjahr .	18
Tab. 2:	Maßnahmen für das Wassermanagement einer nassen Niedermoorbewirtschaftung.....	23
Tab. 3:	Technikklassifizierung für die Bewirtschaftung nasser Niedermoore	28
Tab. 4:	Info-Box: Schilfröhricht (<i>Phragmites australis</i>) spontan oder im Anbau ..	31
Tab. 5:	Info-Box: Rohrkolbenröhricht (<i>Typha spec.</i>) spontan oder im Anbau.....	35
Tab. 6:	Info-Box: Großseggenried (<i>Carex spec.</i>).....	40
Tab. 7:	Info-Box: Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) als Hoch- oder Niederwald	44
Tab. 8:	Info-Box: Rohrglanzgraswiese (<i>Phalaris arundinacea</i>)	48
Tab. 9:	Info-Box: Weide mit Wasserbüffeln	52
Tab. 10:	Ausgewählte Giftpflanzen.....	54
Tab. 11:	Info-Box: Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden....	58
Tab. 12:	Info-Box: Weide mit Gänsen.....	62
Tab. 13:	Auswahl weidetauglicher Gänserassen	63
Tab. 14:	Info-Box: Weide mit Rindern.....	66
Tab. 15:	Info-Box: Feuchtwiese	71
Tab. 16:	Info-Box: Weide mit Schafen	75
Tab. 17:	Info-Box: Weide (<i>Salix spec.</i>) im Anbau als KUP.....	78
Tab. 18:	Auswahl an Medizinal- und Gewürzpflanzen sowie Futterpflanzen.....	82
Tab. 19:	Übersicht der Bewirtschaftungsverfahren	95
Tab. 20:	Klassen zur Bewertung der Eignung von Flächen für eine nasse Bewirtschaftung.....	99
Tab. 21:	Organische Böden Schleswig-Holsteins inkl. Flächengrößen	100
Tab. 22:	Landnutzungstypen auf organischen Böden im ALKIS in Schleswig- Holstein	102
Tab. 23:	Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung auf die organischen Böden in Schleswig-Holstein	102
Tab. 24:	Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Schleswig-Holstein.	104
Tab. 25:	Organische Böden Brandenburgs.	107
Tab. 26:	Landnutzungstypen auf organischen Böden im DFBK Brandenburg	109
Tab. 27:	Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung auf die organischen Böden in Brandenburg	109
Tab. 28:	Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Brandenburg.....	111
Tab. 29:	Flächengrößen der organischen Böden Baden-Württembergs	114
Tab. 30:	Flächengrößen der organischen Böden unter Nutzung in Baden-	

	Württemberg	115
Tab. 31:	Landnutzungstypen auf organischen Böden in GISELa in Baden-Württemberg	117
Tab. 32:	Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung auf die organischen Böden in Baden-Württemberg	119
Tab. 33:	Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg	120
Tab. 34:	Vergleich der Landnutzung auf organischen Böden	124
Tab. 35:	Vergleich der Einteilung der Flächenstatusklassen	126
Tab. 36:	Übersicht der geschätzten Standortemissionen.....	142
Tab. 37:	Spannen der Standortemissionen	144
Tab. 38:	Ist-Emissionen der drei Bundesländer.....	149
Tab. 39:	Mögliches Szenario für Schleswig-Holstein im Jahr 2030.....	151
Tab. 40:	Mögliches Szenario für Brandenburg im Jahr 2030	152
Tab. 41:	Mögliches Szenario für Baden-Württemberg im Jahr 2030.....	154
Tab. 42:	Ökologische Moortypen und ihre kennzeichnende Vegetation	155
Tab. 43:	Festgestellte Pflanzenarten in einer Rohrkolben-Pflanzung im Donaumoos	164
Tab. 44:	Nachgewiesene Vogelarten mit Brutverdacht in einer 1 ha großen Rohrkolbenpflanzung in der Schweiz	164
Tab. 45:	Generalisierte Unterschiede in den Habitatstrukturen zwischen Wiesen und Weiden.....	171
Tab. 46:	Auswirkungen der Bewirtschaftung von feuchten/nassen Flächen auf Abundanz und Artenvielfalt	175
Tab. 47:	Auswirkungen von Wiedervernässung und nasser Bewirtschaftung auf ausgewählte FFH-Arten	176
Tab. 48:	Drei Szenarien bei der Kostenberechnung der Mahd.	185
Tab. 49:	Übersicht über die Fördermöglichkeiten für die extensive Grünland-Nutzung	189
Tab. 50:	Übersicht über die geförderten Nutztiere und Förderbeträge.....	191
Tab. 51:	Übersicht über die Varianten der Bewirtschaftungskosten.....	191
Tab. 52:	Übersicht über die Erlöse für die einzelnen Bewirtschaftungsverfahren	192
Tab. 53:	Kosten, Erlöse und Gewinne für den ungünstigen Fall	192
Tab. 54:	Kosten, Erlöse und Gewinne für den mittleren Fall.....	192
Tab. 55:	Kosten, Erlöse und Gewinne für den günstigen Fall	193
Tab. 56:	Bodenabschleppen: Kosten, Mehrertrag, Differenz und bestehende Förderung für den Verzicht.....	195
Tab. 57:	Förderungen (€ pro ha) für den Einsatz spezieller technischer	

	Einrichtungen.	195
Tab. 58:	Förderung für kleinere Schlaggrößen (€ pro ha).	196
Tab. 59:	Förderungen für tierschonende Mahd (€ pro ha).	196
Tab. 60:	Zusätzliche Förderung für spätere Mahdtermine	197
Tab. 61:	Zusätzliche Förderung für spätere Beweidung (in € pro ha).	198
Tab. 62:	Zusätzliche Förderung für die Eingrenzung von Besatzdichten (in € pro ha)	198
Tab. 63:	Beispiel Feuchtwiesenmahd.....	199

Abkürzungsverzeichnis

AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahme
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BB	Brandenburg
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BW	Baden-Württemberg
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BY	Bayern
C	Kohlenstoff
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -Äq.	Kohlendioxid-Äquivalent
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DFBK	Digitales Feldblockkataster
DOC	Dissolved Organic Carbon
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EU	Europäische Union
FFH-Gebiet	Gebiet der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FFH-MAP	FFH-Managementplan
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitatrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft
fm	Festmeter
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GEST	Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typ
GfP	Gute fachliche Praxis
GIS	Geographisches Informationssystem
GWP	Global Warming Potential
ha	Hektar
HU	Humboldt-Universität zu Berlin
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung Auflage 5
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
KULAP	Kulturlandschaftsprogramm
KUP	Kurzumtriebsplantage
kW	Kilowatt
KWB	Klimatische Wasserbilanz
LfU	Landesamt für Umwelt Brandenburg
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
I _n	Normliter (ermöglicht einen Vergleich von Gasen unterschiedlicher Temperaturen und Drücke)
LRT	FFH-Lebensraumtyp
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
LWaldG	Landeswaldgesetz
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein
MIL	Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg
MJ NEL/kg TM	Megajoule Netto-Energie-Laktation je kg Trockenmasse (Maßeinheit für den Energiegehalt von Tierfutter)
MLR BW	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
MLUL	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MW	Megawatt
NatSchG	Naturschutzgesetz
NI	Niedersachsen
N ₂ O	Lachgas
org.	organisch
oTS	organische Trockensubstanz
PSM	Pflanzenschutzmittel
SH	Schleswig-Holstein
SPA-Gebiet	Vogelschutzgebiet (Special Protection Area)
ST	Sachsen-Anhalt

$t\ ha^{-1}\ a^{-1}$	Tonne pro Hektar und Jahr
t_{atro}	Tonne absolut trocken (Maßeinheit für die Masse einer Tonne absolut trockenen Holzes)
THG	Treibhausgas(e)
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VCS	Verified Carbon Standard
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WS	Wasserstufe

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Intakte Moore sind nicht nur ein wertvoller Lebensraum vieler, teilweise seltener Arten, sondern auch natürlicherweise eine Senke für Kohlenstoff. Durch ganzjährig hohe Wasserstände wird der Abbau von Biomasse gehemmt und Kohlenstoff in Form von Torf dauerhaft festgelegt. Durch Entwässerung kehrt sich dieser Prozess ins Gegenteil um: Der akkumulierte Torf wird durch Mineralisationsprozesse abgebaut. Das dabei entstehende Kohlenstoffdioxid (CO₂) trägt als Treibhausgas (THG) maßgeblich zum Klimawandel bei – der Moorstandort wandelt sich von der Senke zur Quelle. Darüber hinaus verändert die Entwässerung viele weitere Ökosystemeigenschaften und führt zu einem weitgehenden Erlöschen der moortypischen Biodiversität. Die Vielfalt der Moorökosystemtypen mit ihren speziellen Biozönosen ist mit ihren Vorkommen auf wenige Naturschutzgebiete zusammengeschumpft, ein Großteil der Moorarten steht auf den Roten Listen.

In Deutschland nehmen organische Böden inkl. Anmoorböden eine Fläche von rund 1,8 Mio. Hektar (ha) ein (Roßkopf et al. 2015). Der Großteil ist jedoch entwässert und wird vor allem land- und forstwirtschaftlich genutzt (Trepel et al. 2017, Abel et al. 2019). Diese Moorflächen verursachen in Deutschland jährliche THG-Emissionen von 51 Mio. t CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq.). Das entspricht rund 6 % der deutschen THG-Emissionen (nach UBA 2018). Mit der Ratifizierung des Pariser Klimaschutzabkommens von 2015 haben sich die Staaten der Erde entschlossen, den globalen Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C zu begrenzen. Dazu müssen die anthropogen verursachten CO₂-Emissionen bis 2050 auf Netto-Null gesenkt werden (IPCC 2018). Dies bedeutet de facto, dass alle CO₂-Emissionen durch Moorentwässerung bis dahin gestoppt werden müssen. Dieses Ziel kann ohne die Wiederherstellung natürlicher Wasserstände (Wiedervernässung) nicht erreicht werden (Abel et al. 2019). Wiedervernässte Moore erbringen im Vergleich zu entwässerten Mooren mindestens ebenso viele Ökosystemdienstleistungen, und auch die moortypische Biodiversität kann durch Anhebung der Wasserstände gefördert werden (Minayeva et al. 2008, Tanneberger 2011, Minayeva et al. 2016).

Bislang gingen landwirtschaftlich genutzte Moorflächen meist nach Wiedervernässung als Produktionsstandorte für die Bewirtschaftung verloren. Ein umfassender, sozialverträglicher und akzeptierter Moorschutz kann jedoch nur gelingen, wenn Torferhalt, produktive land- und forstwirtschaftliche Nutzung und biodiversitätsfördernde Nutzungsweisen in Einklang gebracht werden. Eine auf Wertschöpfung zielende nasse Nutzung, bei der durch ganzjährig hohe Wasserstände der Torf erhalten bleibt, ist dafür notwendig. Produktive Nutzungsverfahren auf nassen bzw. wiedervernässten Moorstandorten bei gleichzeitigem Torferhalt bzw. Torfneubildung werden als Paludikulturen bezeichnet (Wichtmann & Joosten 2007, Wichtmann et al. 2016). Da nur die oberirdische Biomasse genutzt wird, ist der Torferhalt sichergestellt und eine erneute Torfbildung durch unterirdische Biomasse bei geeigneten Bedingungen möglich (vgl. Kap. 2 und Kap. 4).

Bei den bislang in Deutschland wiedervernässten ca. 70.000 ha Nieder- und Hochmoorflächen handelt es sich vornehmlich um leicht zu akquirierende Flächen wie z. B. landwirtschaftliche Grenzertragsstandorte (Abel et al. 2019). Jetzt steht ein Paradigmenwechsel bevor: Wasser als Schadfaktor versus Wasser als Produktionsgrundlage. Über Jahrzehnte bis Jahrhunderte galt es, das Wasser für eine Nutzung der Flächen gefahrlos abzuführen – großangelegte Meliorationssysteme wurden erdacht und umfänglich in der Moorlandschaft installiert.

Melioration zwecks Bodenverbesserung muss heute neu gedacht und entwickelt werden – Wasserrückhalt ist die Grundlage einer Bodennutzung, die Degradierung und Torfschwund entgegenwirkt. Paludikulturen bieten das Potential, sowohl dem Moorbodenschutz als auch den ökonomischen Ansprüchen der Eigentümerinnen und Eigentümer und Nutzerinnen und Nutzer gerecht zu werden.

1.2 Projektidee und Aufbau des Berichtes

Bei der zukünftig zu erwartenden Umsetzung von Paludikultur in Deutschland müssen die Belange des Naturschutzes bereits von vornherein mitgedacht werden. Durch eine naturschutzfachliche Flankierung der Ausführung der alternativen Bewirtschaftungsverfahren können Nutzung und Biodiversitätsförderung in vorbildhafter Weise verknüpft werden. Im Projekt „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden (KLIBB)“ (2018-2019) wurden daher naturschutzfachliche Leitlinien für eine klimaschutzmotivierte Bewirtschaftung von Niedermoorböden erarbeitet. Das Projekt liefert somit Grundlagen, um mit klimaschonenden Bewirtschaftungsverfahren auf Niedermooren möglichst viele Synergien mit dem Biodiversitätsschutz zu erreichen.

Der vorliegende Bericht fasst die im Vorhaben zusammengetragenen Erkenntnisse zusammen. In Kapitel 2 werden die möglichen Bewirtschaftungsverfahren für überstaute, nasse, sehr feuchte und feuchte Flächen vorgestellt. In Kapitel 3 wird das räumliche Potential für eine nasse Nutzung sowohl bereits nasser als auch wiedervernässbarer landwirtschaftlich genutzter Niedermoor-Flächen dargestellt. Die Datenlage ließ eine getrennte Betrachtung nach aktuellem Wasserstand nicht zu. Es werden Kriterien für eine Flächenkulisse formuliert und anhand von drei Bundesländern (Schleswig-Holstein, Brandenburg, Baden-Württemberg) beispielhaft angewendet. Die voraussichtlichen Auswirkungen der Bewirtschaftungsverfahren auf THG-Emissionen werden in Kapitel 4 gezeigt. Daneben wird das THG-Einsparpotential der in Kapitel 3 herausgearbeiteten Flächenkulissen ermittelt und für die möglichen Bewirtschaftungsverfahren und ihre flächenhafte Gestaltung ein beispielhafter Meilenstein 2030 zum Erreichen der Klimaschutzziele 2050 aufgestellt. Kapitel 5 fasst den derzeitigen Kenntnisstand zu den Auswirkungen der Bewirtschaftungsverfahren auf die Biodiversität zusammen. Darauf aufbauend wurden Vorschläge für biodiversitätsfördernde Maßnahmen abgeleitet. Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der Bewirtschaftungsverfahren und der ergänzenden Maßnahmen finden sich in Kapitel 6. Die Bewirtschaftungsverfahren inkl. Auswirkungen auf den Moorstandort und ökonomischen Kenndaten in Steckbriefform sind in Kapitel 7 zu finden. So sollen der Landwirtschaft und weiteren Interessensgruppen anwendungsbezogene Hilfestellungen bei einer Nutzungsumstellung gegeben werden. Zusätzlich werden die aktuellen Steckbriefe im schon früher aufgebauten online-gestützten Entscheidungsunterstützungssystem DSS-TORBOS (www.dss-torbos.de) und auf der Wissensplattform MoorWissen (www.moorwissen.de) zur Verfügung gestellt. Dadurch werden sowohl DSS-TorboS als auch MoorWissen im Rahmen dieses Projektes ergänzt und aktualisiert. Der Bericht wird durch die Vorstellung eines Fazits sowie der Leitlinien in Kapitel 8 abgeschlossen.

1.3 Begriffsklärungen

Eine klimaschonende Bewirtschaftung von Niedermooren kann mit dem an der Universität Greifswald entwickelten Begriff **Paludikultur** beschrieben werden. Im weiteren Sinne ist Paludikultur die produktive Nutzung nasser Moorstandorte (Wichtmann et al. 2016). Mit dem Verweis auf nasse Moorstandorte werden nach dieser Definition alle

Ökosystemdienstleistungen eingeschlossen, die sich aus dem Erhalt bzw. der Wiederherstellung natürlicher Wasserstände ergeben. Dies sind z. B. Torferhalt und Speicherfunktion von Kohlenstoff, Kühlung, Nährstoffrückhalt, Hochwasser- und Biodiversitätsschutz. Die Komponente „produktive Nutzung“ bezieht sich auf die Verwertung der aufgewachsenen Biomasse. Im Rahmen der Fachstrategie Paludikultur Mecklenburg-Vorpommern wurde dies konkretisiert: „Paludikultur ist land- und forstwirtschaftliche Produktion auf wiedervernässten organischen Böden bei Erhalt des Torfkörpers.“ (LM M-V 2017: 24). Das Ziel von Paludikultur ist in jedem Fall, durch ganzjährig hohe, torferhaltende Wasserstände den Torfkörper zu konservieren. Entsprechend muss die Bewirtschaftung an diesen Grundsatz angepasst werden. Für die Anerkennung als landwirtschaftlicher Produktionsstandort ist ein wesentlicher Faktor die Registrierung der genutzten Fläche als **Feldblock/Schlag** beim jeweiligen Amt für Landwirtschaft, damit Direktzahlungen (1. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)) bezogen werden können. Dies ist wiederum die Voraussetzung für die Beantragung von weiteren Zahlungen (Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM)) aus der 2. Säule der GAP. **Landschaftspflege** auf Moorstandorten gilt nicht als produktive Nutzung im Sinne der Definition von Paludikultur, wenn das vorrangige Ziel die Pflege und Entwicklung von naturschutzfachlich wertvollen Lebensräumen ist und keine Verwertung der Biomasse erfolgt.

Eine **torferhaltende Nutzung** ist in der Regel gegeben, wenn der Grundwasserstand ganzjährig nahe der Geländeoberkante liegt und der Boden wassergesättigt ist (s. Tab. 1). Unter diesen Umständen treten nach bisherigem Wissenstand lediglich minimale oder keine CO₂-Emissionen auf. Es wird vermutet, dass bei aerobem Torfabbau eine direkte Korrelation zu den ausgestoßenen CO₂-Mengen besteht. Bei einer **schwach torfzehrenden Nutzung** findet durch die niedrigen sommerlichen Wasserstandsmediane von bis etwa 45 cm unter Flur Torfmineralisierung statt. Es wird für die vorliegenden Ausführungen angenommen, dass dies mit CO₂-Emissionen zwischen 5 und 20 Tonnen pro Hektar und Jahr (t ha⁻¹ a⁻¹), insbesondere in Abhängigkeit von den Sommerwasserständen, verbunden ist (s. Kap. 2 und Kap. 4). Bei einer **stark torfzehrenden Nutzung** mit sommerlichen Wasserstandsmediane ab etwa 45 cm unter Flur treten auf Grund von deutlich tieferen Grundwasserständen CO₂-Emissionen von bis zu 40 t CO₂ ha⁻¹ a⁻¹ auf.

Die Wasserstände werden als **Wasserstufen** nach Joosten et al. (2013) angegeben (s. Tab.1). Wasserstufen drücken das Bodenfeuchte- bzw. Wasserstandsniveau aus (Koska 2001). Sie basieren auf den Grünland-Wasserstufen nach Petersen (1952), welcher damit Standorte in Nordost-Deutschland für die Pflanzenproduktion bewertete. Hundt (1957, 1964) hinterlegte die Grünland-Wasserstufen mit Vegetationseinheiten und Messdaten. Bestimmte Vegetationstypen sind somit für unterschiedliche Feuchtebereiche repräsentativ (Koska 2001), sodass über die Vegetation auf den mittleren Winter- und Sommerwasserstand, der über die Wasserstufen ausgedrückt wird, geschlossen werden kann.

Weitere im Bericht verwendete Begriffe werden im Folgenden erläutert:

Als **Anbau-Paludikultur** wird der Anbau von Röhrichtpflanzen wie Schilf und Rohrkolben verstanden, welche gezielt ausgesät oder angepflanzt werden und durch die der Ausgangszustand (Landschaftsbild, Habitatwert) verändert wird (LM M-V 2017). Auch Süßgräser wie Rohrglanzgras, Wasser-Schwaden und weitere können potentiell angebaut werden, wobei noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf hinsichtlich der Umsetzung unter nassen Bedingungen besteht. In KLIBB wurden die Anbau-Kulturpflanzen „Schilf“,

„Rohrkolben“, „Erle“ und „Weide“ näher betrachtet. Erlen werden zur Wert- oder Energieholzerzeugung forstwirtschaftlich genutzt. Weiden können in Form von **Kurzumtriebsplantagen** angebaut werden. Dies sind Dauerkulturen auf landwirtschaftlichen Flächen, die in erster Linie der Gewinnung von Holz für die energetische Nutzung dienen (Diepenbrock 2014). Den Anbaukulturen gegenüber stehen Paludikulturen, die sich in Abhängigkeit vom Wasserstand und von der jeweiligen Nutzung selbst begründen.

Tab. 1: Wasserstufen und ihre Wasserstände im Winter- und Sommerhalbjahr (nach Joosten et al. 2013). Angaben zum Torferhalt für Niedermoorstandorte.

Wasserstufe	verbale Bezeichnung	Wasserstandsmediane (in Bezug auf Flurhöhe)		Torferhalt
		Winter [cm]	Sommer [cm]	
6+	Überstau*	150 bis 10	140 bis 0	ja
5+	nass	+10 bis -5	0 bis -10	ja
4+	sehr feucht	-5 bis -15	-10 bis -20	differenziert nach Pflanzenbeständen**
3+	feucht	-15 bis -35	-20 bis -45	nein
2+	mäßig feucht	-35 bis -70	-45 bis -85	nein
2-	trocken	Wasserversorgungsdefizit: < 60 l/m ²		nein

* Im Folgenden werden die Wasserstufen 5+ und 6+ gemeinsam als „nass“ bezeichnet.

** Torferhalt ist vermutlich gegeben bei Erlen (Barthelmes 2009). Auch in beweideten Küstenüberflutungsmooren kann bei Wasserstufe 4+ Torferhalt gegeben sein.

Die **Besatzdichte** wird in Tiereinheiten pro Flächeneinheit ausgedrückt. Das Maß für die Tiereinheit ist die Großvieheinheit (GVE, entspricht 500 kg Tierlebensmasse). Die Fläche wird in der Regel in Hektar (ha) angegeben und bezieht sich auf die Fläche, die den Weidetieren zur Verfügung steht. Bei einer extensiven Beweidung wird von einer Besatzdichte unter 1,5 GVE/ha gesprochen. Höhere Besatzdichten entsprechen einer intensiven Beweidung (Bunzel-Drücke et al. 2008). In der Regel werden alle tiergebundenen Bewirtschaftungsverfahren auf wiedervernässten Niedermooeren extensiv durchgeführt. Einerseits werden so Trittschäden und die Beschädigung der Grasnarbe vermieden, andererseits ist der Energiewert des Aufwuchses meist zu gering, um eine größere Anzahl von Tieren davon ernähren zu können.

Mahdtechnik mit oszillierendem Scherenschnitt wird als **oszillierende Mahdtechnik** bezeichnet. Hierzu zählen alle Formen der verschiedenen Messerbalkenmäherwerke. Oszillierende Mahdtechnik steht im Gegensatz zur **rotierenden Mahdtechnik**, zu der alle Kreisel- und Trommelmäherwerke gezählt werden.

Als **Moore** werden nach der in Deutschland gebräuchlichen Kartieranleitung KA5 (Ad-hoc-AG-Boden 2005) Böden bezeichnet, welche aus Torfen mit mehr als 30 % organischer Substanz bestehen sowie mindestens 30 cm Torfmächtigkeit aufweisen. In KLIBB werden neben den Niedermooeren auch die mit ihnen vergesellschafteten **organischen Böden** betrachtet, welche nach IPCC-Definition auch Anmoorböden, Moorgleye, Anmoorgleye, Nieder- und Anmoorstagnogleye sowie Anmoorpseudogleye beinhalten können. Für die genaue Definition der organischen Böden nach IPCC (2003) siehe Kapitel 3.

Biodiversität oder biologische Vielfalt ist nach der Biodiversitäts-Konvention definiert als

„Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, (...); dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme“ (CBD 1992). Biologische Vielfalt erschöpft sich somit nicht mit den Arten von Tieren, höheren Pflanzen, Moosen, Flechten, Pilzen und Mikroorganismen, sondern beinhaltet auch die innerartliche genetische Vielfalt sowie die Lebensräume der Organismen und die Ökosysteme, in der diese organisiert sind. Joosten et al. (2013) definierten darauf aufbauend **moortypische Biodiversität** als „diejenige Biodiversität (...), die ohne Entwässerung spontan ohne oder bei standortangepasster Landnutzung vorkommen würde“. **Moorspezifische Pflanzenarten** sind neben der ausschließlichen Besiedlung feuchter bis nasser Standorte speziell an Moorböden gebunden (Luthardt & Zeitz 2014).

2 Bewirtschaftungsverfahren

Friedrich Birr & Vera Luthardt

2.1 Vorgehensweise

Die Ermittlung und Beschreibung der Bewirtschaftungsverfahren basiert auf den Vorarbeiten des Projektes VIP (Vorpommern Initiative Paludikultur, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung) mit der zentralen Veröffentlichung von Wichtmann et al. (2016) sowie dem online-gestützten Entscheidungsunterstützungssystem für Landnutzer/innen DSS-TORBOS (Schröder et al. 2015). Außerdem wurde im Projekt „Deutscher Moorschutzdialog“ am Greifswald Moor Centrum erarbeitetes Informationsmaterial und die „Fachstrategie Paludikultur“ für Mecklenburg-Vorpommern (LM M-V 2017) umfangreich für die nachfolgende Analyse genutzt. Neben diesem vorliegenden Hauptmaterial wurden weitere Literaturstudien und direkte Gespräche mit Landnutzerinnen und Landnutzer sowie der Wissenschaft durchgeführt. Die Steckbriefe wurden dabei auf Basis der Vorarbeiten von Schröder et al. (2015) mit dem in KLIBB neu gewonnenen Wissen und den Erfahrungen der befragten Landnutzerinnen und Landnutzern aktualisiert. Einige Steckbriefe mit bisher noch nicht betrachteten Bewirtschaftungsverfahren wurden neu erarbeitet. Dabei wurde sich am Aufbau und Muster der vorhandenen Steckbriefe orientiert.

Die Ergebnisse der Recherche zu den Bewirtschaftungsverfahren sind auf drei Wegen verfügbar: Sie sind in diesem Bericht in verkürzter Textform (Kap. 2.6 und 2.7) und als ausführliche Steckbriefe in Kapitel 7 zu finden. Die Steckbriefe sind außerdem zum Herunterladen auf der Seite www.moorwissen.de verfügbar. Zudem wurde das Entscheidungs-unterstützungssystem DSS-TORBOS (zum Aufbau und der Funktionsweise siehe Schulze et al. 2016 oder www.dss-torbos.de) im Rahmen des Projektes aktualisiert und die neu erstellten Steckbriefe wurden in den Entscheidungsbaum des Systems integriert und sind dort ebenfalls verfügbar.

2.2 Prämisse für die Auswahl der Bewirtschaftungsverfahren

Die Moorbodennutzung berührt neben § 7 Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) (Vorsorgepflicht) insbesondere § 17 BBodSchG und § 5 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), wonach die Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource nachhaltig gesichert werden sollen. Diese Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft umfassen u. a.:

- Erhalt oder Verbesserung der Bodenstruktur (§ 17 Absatz 2 Satz 2 BBodSchG),
- Vermeidung von Bodenverdichtungen (§ 17 Absatz 2 Satz 3 BBodSchG),
- Vermeidung von Bodenabträgen (§ 17 Absatz 2 Satz 4 BBodSchG),
- Erhalt des standorttypischen Humusgehalts (§ 17 Absatz 2 Satz 7 BBodSchG),
- Gewährleistung der langfristigen Bodenfruchtbarkeit und der langfristigen Bodennutzbarkeit durch standortangepasste Bewirtschaftung (§ 5 Absatz 2 Satz 1 BNatSchG),
- Verzicht auf Grünlandumbruch auf Moorstandorten (§ 5 Absatz 2 Satz 5 BNatSchG).

Da § 17 Absatz 1 BBodSchG nicht zwischen Moor- und Mineralböden differenziert, wurde von

einer bundesweiten Gruppe von Moorbodenexpert/innen in Abel et al. (2016) ein Vorschlag zur guten fachlichen Praxis der Moorbewirtschaftung mit drei zentralen Richtlinien entworfen:

1. „Möglichst schneller Stopp der Substanz- und Höhenniveauverluste auf Moorböden, bei denen die Gefahr von Landverlust durch Moorschwind, Überflutungen und Versalzungen besteht.“

Moore weisen neben einer Produktionsfunktion auch zahlreiche andere Funktionen auf, die als Ökosystemdienstleistungen bezeichnet werden, wenn sie vom Menschen in Anspruch genommen werden. Dabei handelt es sich um Regulierungsfunktionen (z. B. Wasser-, Hochwasser- und Klimaschutz) und (kulturelle) Informationsleistungen. Konkret handelt es sich dabei, im Vergleich zur heutigen Situation, um:

2. „Verzicht auf Verschlechterung der Verhältnisse (z. B. durch Verzicht auf tiefere Entwässerung oder Grünlandumwandlung in Ackerland),
3. Verbesserung der Verhältnisse (z. B. durch Anheben der Wasserstände und Etablierung torfzehrungs-mindernder, torferhaltender oder torfbildender Nutzungen).“

Die Definition einer „guten fachlichen Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden“ von Wichtmann et al. (2018) bezieht sich auf einen Bodenzustand, bei dem keine oder nur eine schwache Torfzehrung stattfindet. Eine weitere, vermeidbare Degradation des Torfkörpers, die eine Bodennutzung in Zukunft verschlechtert oder sogar unmöglich macht, wird damit ausgeschlossen. Dies kann nur mit relativ stabilen Wasserständen in bzw. knapp unter Flur realisiert werden. Gleichzeitig werden vom Standort nur geringe Mengen an klima- und gewässerbelastenden Emissionen ausgehen. Die konsequente Anwendung der „guten fachlichen Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden“ schließt neben einer ackerbaulichen Nutzung eine Nutzung als entwässertes Grünland oder entwässerter Forst aus. Diese Grundsätze müssten zur Erfüllung des Pariser Klimaabkommens bis zum Jahr 2050 auf der gesamten Moorfläche umgesetzt werden. Auf dem Weg dorthin sind Übergangslösungen und -stadien für eine gute fachliche Praxis auf Moorböden zu definieren, abzustimmen und schrittweise in die Praxis zu überführen entsprechend der wissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen wie auch ökonomischen Möglichkeiten (Wichtmann et al. 2018).

Wenn nasse Standortbedingungen, die Torferhalt bedingen, nicht möglich oder gewünscht sind, lautet das oberste Ziel einer „guten fachlichen Praxis“, die Torfzehrung so weit wie möglich zu reduzieren und die Bereitstellung weiterer Ökosystemdienstleistungen zu verbessern. Die Torfmineralisierung wird dann zwar nicht gestoppt, die Bewirtschaftung der Fläche kann aber in angepasster Weise fortgeführt werden, sodass eine Verlangsamung des Torfchwundes erreicht wird. Vorteilhaft könnte sein, dass das bisherige Bewirtschaftungsverfahren mit leichten Anpassungen fortgeführt werden kann (Abel et al. 2016). Solche schwach torfzehrenden Verfahren auf sehr feuchten (WS 4+) und feuchten (WS 3+) Standorten werden daher im Folgenden ebenfalls vorgestellt. Solche Bedingungen können bei Wasserstandsanhebungen auf höher gelegenen Teilflächen auftreten oder wenn die Wasserstände durch mangelnde Wasserverfügbarkeit oder z. B. aus Gründen des Natur- oder Siedlungsschutzes nicht höher angehoben werden sollen (vgl. Abel et al. 2019). Außerdem sind diese Verfahren ein erster Zwischenschritt, damit sich die Landwirtschaft an höhere Wasserstände und deren spezielle Anforderungen an Landtechnik, sowie Verwertung und Vermarktung der aufkommenden Biomasse anpassen kann.

Etwa 8 % der in Deutschland vorkommenden Gefäßpflanzenarten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Mooren (Dierßen 1998), im Land Brandenburg sind es

beispielsweise sogar 13 % (Luthardt & Zeitz 2014). Daher ist davon auszugehen, dass sich Wasserstandsanhörungen positiv auf die Wiederherstellung von Lebensräumen für moortypische Pflanzenarten auswirken. Gleiches kann auf die gesamte moortypische Biodiversität übertragen werden, sodass Wasserstandsanhörungen zahlreiche Synergien entfalten.

2.3 Standortfaktoren, die die Bewirtschaftungsverfahren bestimmen

2.3.1 Wasserhaushalt und Vernässbarkeit

Der entscheidende Faktor für den Torferhalt und die Minimierung der Torfzehrung ist der Wasserstand. Torferhaltend sind nur Wasserstände, die ganzjährig nahe der Geländeoberkante liegen. Durch einen Überstau im Sommerhalbjahr kann die Klimaschutzwirkung der bei der Wasserstandserhöhung eingesparten CO₂-Emissionen durch erhöhte CH₄-Emissionen hingegen reduziert werden. Gebietsspezifisch müssen für das Monitoring der Wasserstände geeignete Indikatoren (z. B. Pegel in Gräben, Grundwasserstände in Kombination mit digitalen Geländemodellen) definiert werden (Abel et al. 2016).

Voraussetzung für eine dauerhafte Anhebung der Wasserstände einer Fläche ist eine ausreichende Wassermenge. Für nasse Bewirtschaftungsverfahren ist ein Wasserstand zwischen 40 cm über Flur bis -10 cm unter Flur notwendig. Wenn die erforderlichen Wasserstände für den Torferhalt nicht möglich oder gewünscht sind, sollte die Torfzehrung so weit wie möglich reduziert werden. Hierbei können (sehr) feuchte Bewirtschaftungsverfahren bei sommerlichen Wasserständen zwischen -10 cm und -45 cm unter Flur angewendet werden.

Begünstigend für die Vernässbarkeit ist grundsätzlich eine Lage an einem Gewässer 1. Ordnung, in einem Überschwemmungsgebiet oder Polder. Hemmnisse ergeben sich in erster Linie aus mangelnder Wasserverfügbarkeit, einem ungünstig ausgeprägten Relief oder steiler Hangneigung (hoher technischer Aufwand) und weiteren ungünstigen Ausgangsbedingungen (z. B. Interessenkonflikte mit der Wasserwirtschaft, starke Degradation und damit schlechte Wasserleitfähigkeit des Bodens, mögliche Nährstoffausträge). Auch eine Beeinträchtigung von Infrastruktur und Gebäuden ist möglich (LUP 2012).

Zu beachten ist, dass die Wasserstände in wiedervernässten Mooren meist stärkeren Schwankungen unterliegen, als dies in intakten Mooren der Fall ist (u. a. aufgrund der entwässerungsbedingten Verringerung des Porenvolumens). Einmalige Wiedervernässungsmaßnahmen mittels Sohlschwellen oder Grabenverfüllungen, die ein festes Stauziel festlegen, stellen speziell für Anbaukulturen kaum optimale Wasserstände dar. Vielmehr sind ein steuerbarer Wasserrückhalt oder auch eine Bewässerung mit Zusatzwasser nötig, für die bauliche Anlagen erforderlich sind (Wichtmann & Schröder 2016). Vor- und Nachteile der Maßnahmen für das Wassermanagement bei nasser Bewirtschaftung von Mooren werden in Tabelle 2 vorgestellt.

2.3.2 Nährstoffverfügbarkeit

Entsprechend der angestrebten Biomassequalität und -quantität muss die Nährstoffversorgung gewährleistet und unter nassen Bedingungen langfristig stabil sein. Wenn vor allem dauerhaft hohe Erträge im Vordergrund stehen, sind daher eu- bis polytrophe Standorte begünstigend. Hohe Wertschöpfung kann allerdings auch durch vergleichsweise

kleinere Erträge hochwertiger Biomasse auf mesotrophen Standorten erzielt werden, z. B. bei Dachschild. Hierbei muss der gesetzliche Biotopschutz beachtet werden. Nährstoffarme Standorte mit hohem naturschutzfachlichem Wert sind für die produktive Nutzung von Niedermooren nicht geeignet (LUP 2012).

Tab. 2: Maßnahmen für das Wassermanagement einer nassen Niedermoorbewirtschaftung (verändert nach Wichtmann & Schröder 2016).

Wassermanagement	Beispiele	Eigenschaften
Anstau (Wasserrückhalt durch passives Wassermanagement)	- Sohlsschwellen - Grabenverschluss - Grabenverfüllung - Dämme - feste Wehre - Anbindung an Vorflut - Stauklappen	- Wasserrückhalt - keine/wenig Unterhaltskosten - natürliche Dynamik - oft starke Wasserstandsschwankungen - keine nachfolgende Regulierung möglich - kein Einfluss auf Wasserstände bei Wetterextremen
Anstau (Wasserrückhalt durch aktives Wassermanagement ohne Zusatzwasser)	- regulierbare Staue - funktionstüchtige Gräben	- Regulierung der Wasserstände möglich - Ablassen von zu hohen Wasserständen, gegebenenfalls unter Verlust der Bevorratung in Nässephasen - Verzögerung der Wirkung von Trockenphasen - mittlere Kosten für Bau/Wartung und ständige Betreuung durch Stauwart
Einstau (Wasserstandsregulierung durch aktives Wassermanagement mit Zusatzwasser, z.B. aus Vorflutern)	- regulierbare Wehre - Schöpfwerke und feste Pumpen - mobile Pumpen	- aktive Steuerung der Wasserstände - gleichmäßige Wasserstände möglich - Anpassung an Witterung möglich - Kosten für Unterhalt und Betrieb - ggf. besserer Hochwasserschutz

Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Fläche an einem nährstoffreichen Vorfluter liegt, von dem aus nährstoffreiches Wasser auf die Fläche geleitet werden kann. Gleichzeitig wird so der Eintrag von Nährstoffen in nachgelagerte Flächen verringert (Lenz 2001). Anzustreben ist dabei eine flächige Überströmung für eine gleichmäßige Nährstoffversorgung (LM M-V 2017).

Die Ernte von Biomasse führt beim Standort zu einem Nährstoffexport in Abhängigkeit vom Erntetermin: je früher die Ernte, umso höher der Nährstoffexport. Ohne Nachlieferung von Nährstoffen kommt es bei wiederholter Sommerernte zu einer Aushagerung der Standorte.

Bei späteren Ernteterminen können die Pflanzen Nährstoffe in die Wurzeln rückverlagern bzw. werden diese durch Niederschläge ausgewaschen (LM M-V 2017). Bei einer Winterernte (Januar/Februar) von Schilf mit einem angenommenen Ertrag von $10 \text{ t TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ liegt der Stickstoffentzug bei 60 kg N ha^{-1} . Wird z. B. bereits im Oktober geerntet, werden etwa 80 kg N ha^{-1} exportiert (Oehmke & Wichtmann 2016).

Da sich in entwässerten Mooren viele Nährstoffe im Oberboden angereichert haben, ist nach erfolgter Wiedervernässung zunächst ein erhöhtes Risiko von Nährstoffausträgen vorhanden. Dies sollte bei der Planung des Wassermanagements berücksichtigt werden. Dennoch sichert die hohe Nährstoffanreicherung auch bei ausbleibender Nährstoffnachlieferung eine gute Verfügbarkeit von Stickstoff und Phosphor in den ersten Jahren nach Nutzungsumstellung. Es ist wahrscheinlich, dass nach der Restaurierung des Standorts sehr lange Zeiträume nötig sind, um Phosphorkonzentrationen natürlicher Moorstandorte zu erreichen (LM M-V 2017).

Eine kontinuierliche Nachlieferung von Stickstoff erfolgt durch die (in Mitteleuropa weiterhin hohe) atmosphärische Deposition, welche durch wassergebundene Einträge und stickstofffixierende Organismen ergänzt werden kann. Die Versorgung mit Kalium ist dagegen problematischer, weswegen es zu Ertragsrückgängen bei ausreichender Versorgung mit Stickstoff und Phosphor aufgrund eines unausgewogenen Nährstoffverhältnisses kommen kann. Außer beim Anbau von Erlen können bei allen Nutzungsverfahren die Erträge infolge ausbleibender Nährstoffnachlieferung zurückgehen. Die Zufuhr von Mangel-elementen kann jedoch die Kapazität zur Aufnahme von Stickstoff und Phosphor durch die Pflanzen fördern und die Nährstoffretention erhöhen. Zum Einsatz von Bodenhilfsstoffen auf Paludikulturflächen liegen keine Erfahrungen vor. Weiterhin besteht Forschungsbedarf, welche Wirkung die Einleitung von nährstoffreichem Zuschusswasser aus größeren Vorflutern (z. B. Gräben oder Zuleitung von gereinigtem Abwasser) auf die Gebiete haben kann (Lischeid et al. 2015, LM M-V 2017).

Die gezielte Nährstoffnachlieferung durch Düngung auf überschwemmten und wassergesättigten Böden ist durch § 5 Absatz 1 DüV (Düngeverordnung von 2017) geregelt:

„Das Aufbringen von stickstoff- oder phosphathaltigen Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln darf nicht erfolgen, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder schneebedeckt ist. Abweichend von Satz 1 dürfen Kalkdünger mit einem Gehalt von weniger als zwei vom Hundert Phosphat auf gefrorenen Boden aufgebracht werden, soweit ein Abschwemmen in oberirdische Gewässer oder auf benachbarte Flächen nicht zu besorgen ist.“

Eine Düngung mit Stickstoff und Phosphor ist auf wassergesättigten Böden gegenwärtig somit nicht zulässig. Darin eingeschlossen sind alle nassen und sehr feuchten Bewirtschaftungsverfahren, da hier der Grundwasserflurabstand maximal 20 cm unter Flur beträgt und damit ganzjährig wassergesättigte Bodenverhältnisse vorliegen. Eine Trennung von Oberflächen- und Grundwasser ist kaum möglich. Die Nährstoffnachlieferung kann demnach nur über nährstoffreiches Bewässerungswasser aus dem Vorfluter erfolgen. Diese Vorgaben sind für Mecklenburg-Vorpommern als erstem Bundesland in der „Fachstrategie Paludikultur“ festgelegt (LM M-V 2017). Fraglich ist, welche Rolle die atmosphärische Stickstoffdeposition in der Nährstoffnachlieferung spielen kann. Die Düngung mit Kalium, das bei einigen Moortypen schnell in den Mangel gerät, ist dagegen nicht von § 5 Absatz 1 DüV betroffen. Ob und unter welchen Umständen eine Kaliumdüngung zur Anwendung kommen sollte, ist noch begleitend zu den ersten größeren Umsetzungsprojekten zu untersuchen.

2.3.3 Torfmächtigkeit

Je mächtiger die Auflage aus Torfen oder anderen organischen Substraten eines Niedermoorstandortes ist, desto mehr Kohlenstoff ist akkumuliert und bedarf des Schutzes dieses Speichers durch Wassersättigung. Für Nasswiesen, Anbaukulturen wie Rohrkolben und Schilf sowie für tiergebundene Verfahren mit leichteren Nutztieren (Gänse, Rotwild) gibt es in Bezug auf die Torfmächtigkeit wenig Begrenzungen. Entscheidender für die Nutzung ist vielmehr der Bodendruck, den die Landtechnik bei der Ernte ausübt. Oftmals ist der Einsatz von Spezialtechnik zu empfehlen (s. Kap. 2.4.1). Für Weiden sehr feuchter Standorte eignen sich vor allem flachgründige organische Böden, aus denen sich eingesunkene Wasserbüffel aus eigener Kraft wieder befreien können (s. Kap. 2.7.2). Der Anbau von Gehölzen (Erlen, Weiden) ist ebenfalls nur bei flachgründigen Flächen zu empfehlen (s. Kap. 2.6.4 und 2.7.8).

2.3.4 Derzeitiger Handlungsdruck und Rentabilität

Begünstigend für eine Umstellung auf nasse Niedermoornutzung ist neben anderen Faktoren die Konkurrenzfähigkeit mit der gegenwärtigen Nutzung. Hier ist die Ausgangslage in den Bundesländern mit Vorkommen von Moorböden sehr unterschiedlich. Beispielsweise sind Moorflächen in Niedersachsen (noch) wichtige Ertragsstandorte für viele landwirtschaftliche Betriebe, während in vielen Regionen Brandenburgs großflächig bereits ein Rückgang der Produktivität stattfindet: Die Wasserregulierung wird in Folge des Höhenverlustes durch Moorschwund (als Summe aus Moorsetzung, Kompaktion, Schrumpfung und Mineralisierung) stark eingeschränkt. Es bildet sich aufgrund unterschiedlicher Sackungsraten ein Mikrorelief aus. Weiterhin führt die Ausbildung von Stauschichten zur Ausbildung von zwei Wasserständen in einem Bodenprofil (oberflächennahes Stauwasser, tiefer liegendes Grundwasser – s. Abb. 1) und zu Einbußen im Pflanzenwachstum als Folge von ausbleibendem kapillarem Wasseraufstieg. Diese Probleme werden sich durch die Änderung des Klimas mit einer steigenden Anzahl intensiver, sommerlicher Starkniederschläge noch verschärfen. Bei länger stehendem Stauwasser im Sommer fault die Grasnarbe aus, was neben Produktionseinbußen auch die Tragfähigkeit des Bodens reduziert (Zeit 2016c).

Bei der Entscheidung für eine alternative, nasse Nutzung ist die Rentabilität stark von den regionalen Absatzmärkten und – wie insgesamt bei der Grünlandbewirtschaftung – den Fördermöglichkeiten abhängig. Frisch geerntete Biomasse ist durch ihr hohes Volumen und Gewicht wenig transportwürdig, und die Trocknung auf der (nassen) Fläche ist erschwert. Auch unternehmensspezifische Faktoren wie die Betriebsstruktur, die Ausstattung mit Produktionsmitteln (Flächen, Maschinen, Arbeitskräfte etc.), deren Auslastung und die Unternehmensführung (z. B. Umstellungs- und Risikobereitschaft, Managementfähigkeit) sind sehr relevant. Die Umstellungsbereitschaft und Rentabilität werden stark von den aktuellen agrarpolitischen und juristischen Rahmenbedingungen beeinflusst, die sowohl förderlich als auch hemmend wirken können (Wichmann 2016a).

Generell kann angenommen werden, dass bei moderaten Wasserstandsanhebungen auf Wasserstufe 3+ keine umfassende betriebliche Umstellung vorgenommen werden muss. Die bisherige Nutzung kann mit Anpassungen der Landtechnik weitergeführt werden. Deutliche betriebliche Umstrukturierungen sind erforderlich, wenn Flächen ganzjährig flurnahe Wasserstände aufweisen und der Einstieg z. B. in eine Anbaukultur erfolgt (Produktumstellung). Hierbei ist Spezialtechnik für die Bewirtschaftung der Flächen notwendig. Neue Verwertungs- und Wertschöpfungsketten müssen aufgebaut werden.



Abb. 1: Fahrschäden und Stauwasser auf entwässertem Niedermoorgrünland in Süd-Brandenburg.
Foto: P. Schulze, 11/2013.

2.3.5 Infrastruktur und Staubauwerke

Der Zustand und die Struktur der Graben- und Drainagesysteme im Gebiet und der weiteren Umgebung sind ausschlaggebend für die Vernässbarkeit des Standorts aus technischer Sicht. Hydrologische Gutachten beurteilen vor der Wiedervernässung neben dem oberirdischen Wasserdargebot auch die Grundwassereigenschaften (Strömung, Flurabstände) des Standorts. Weiterhin müssen die nass bewirtschafteten Flächen für die entsprechende Technik für die Bewirtschaftung und den Biomasse-Abtransport erreichbar sein. Begünstigend sind vorhandene Straßen bzw. das land- oder forstwirtschaftliche Wegenetz, eine Anbindung an die Binnenschifffahrt oder den Eisenbahn-Güterverkehr (LUP 2012).

Zur Verbesserung der Infrastruktur in- und außerhalb der Ernteflächen können folgende Maßnahmen zur Anwendung kommen (nach Wichtmann & Schröder 2016):

- Neubau befestigter Transportwege und Übergabeplätze,
- Anpassung bestehender Transportwege an hohe Wasserstände, ggf. Ertüchtigung oder Neubau von Brücken,
- Verbesserung der Zugänglichkeit der Fläche durch Grabenverfüllung und Arrondierung,
- Einrichtung zusätzlicher Zufahrten,
- regelmäßige Pflege und Wartung der Infrastruktur,
- ggf. Einsatz mobiler Fahrplatten.

Klimawirkungen von Gräben und Maßnahmen wie Versiegelung und Oberbodenabtrag werden in Kapitel 4 diskutiert.

2.4 Weitere Faktoren

2.4.1 Anforderungen an die Landtechnik

Bei der Umsetzung von nasser Niedermoorbewirtschaftung ist geeignete Landtechnik von zentraler Bedeutung. Hierbei ist ein Paradigmenwechsel notwendig: Die Technik wird, im Gegensatz zur herkömmlichen entwässerungsbasierten landwirtschaftlichen Moornutzung, weitmöglich an die Standorte angepasst. Höchste Priorität haben dabei die Minimierung des Bodendrucks sowie die Reduzierung der Überfahrten bei gleichzeitig hoher Schlagkraft der Erntetechnik (Wichmann et al. 2016).

Die bei einer nassen Niedermoorbewirtschaftung zu wählende Technik ist insbesondere abhängig von (nach Wichmann et al. 2016):

- den Flächeneigenschaften (Größe, Zuschnitt, Tragfähigkeit),
- den Wasserständen und damit Bodenfeuchteverhältnissen (z. B. Überstau),
- dem Erntezeitpunkt,
- der Biomasseform/-verwertung (z. B. frische oder trockene Verwertung; lange Halme, Häckselgut, Rundballen, Bunde),
- dem Biomasseabtransport (z. B. aufgesattelter Bunker, Ladewagen mit Pick-up, separates Transportfahrzeug) und
- der Lage der Erntefläche (z. B. Zufahrtswege).

Die Ernte kann grundsätzlich in einem oder in getrennten Arbeitsschritten erfolgen. Nur bei Wasserständen in Flurhöhe muss die Ernte, bestehend aus Mahd, Aufnahme und Abtransport der Biomasse, in einem Arbeitsgang durchgeführt werden. Einen Überblick über die Eignung vorhandener Technik, die zur Bewirtschaftung nasser Moorstandorte eingesetzt wird, gibt Tabelle 3.

In Abhängigkeit der genannten Faktoren ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen (nach Wichmann et al. 2016, s. auch Kap. 6):

- oszillierendes Mähwerk (Schwadablage möglich, Mahd auch unter Wasser möglich; geringere Mortalitätsraten bei Amphibien und Insekten als bei Rotationsmähwerken, s. Kap. 5),
- Rotationsmähwerk (Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar),
- Feldhäcksler, Mulcher (direktes Einblasen der Biomasse in Bunker bzw. Hänger möglich),
- Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Haspel, Einzugsschnecke),
- für Dachschild und Rohrkolben als Dämmmaterial: Mähwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Vorreinigung der Bunde durch rotierende Bürsten, Zuführung der trockenen, aufrechten Halme per Spindel oder mit Zinken besetzter Kette zum Binder, ggf. Transport per Förderband zur Ladefläche, Annahme der Bunde per Hand).

Tab. 3: Technikklassifizierung für die Bewirtschaftung nasser Niedermoore (nach Wichmann et al. 2016).

Techniktyp	Einsatzbereiche und Vorteile	Grenzen und Nachteile
Kleintechnik: Einachs- oder Kleintraktor mit Balkenmähtwerk	- Einsatz zur Pflege von Feuchtwiesen - i. d. R. nur Mahd; selten Beräumung der Biomasse	- geringe Flächenleistung mit hohen flächenbezogene Kosten - keine großflächige Biomassegewinnung möglich
Angepasste Grünlandtechnik: Schlepper mit Terra- oder Zwillingsreifen und leichter Ballenpresse mit Tandemachse, ggf. Bogieband/Delta-Laufwerke	- Einsatz in Übergangsbereichen (mäßig vernässt), in trockenen Jahren bzw. bei Frost - hohe Flächenleistung - bei der Mahd Beräumung der Biomasse möglich	- Einsatzmöglichkeit durch Wasserstand bzw. Witterung limitiert - Biomasseabtransport problematisch: ggf. gewichtsbedingt eine Abfuhr einzelner Ballen zum Flächenrand erforderlich
Radbasierte Spezialtechnik: v. a. Seiga-Maschinen (zwei- oder dreiaxsig) mit Ballonreifen	- Einsatz in der Schilfernte - besonders bei Überstau - geringes Maschinengewicht und Ballonreifen sorgen für geringen Bodendruck	- Seiga wird nicht mehr produziert, nur alte Maschinen bzw. Nachbauten im Einsatz - begrenzte Motorleistung - ggf. Bodenschäden durch Schlupf
Kettenbasierte Spezialtechnik: Umbauten von Pistenraupen aus Skigebieten oder Neubauten für Moorflächen (z. B. Hanze Wetlands, LogLogic)	- Landschaftspflege und Biomasse-Ernte (z. B. Schilfernte) - auch bei Überstau - breite Ketten, daher geringer Bodendruck auch bei schweren Maschinen	- keine Straßenfahrten, Transport per Tieflader - ggf. Bodenschäden durch Abscheren bei Kurvenfahrten

Für die Abräumung wird die Biomasse als Häckselgut entweder direkt geerntet oder nach Ablage im Schwad von einem Häcksler bzw. Ladewagen aufgenommen. Für eine Kompaktierung der Biomasse dienen aufgesattelte oder angehängte Rundballenpressen. Pressen für große Quaderballen sind für nasse Moorstandorte nicht geeignet. Wenn der Biomassetransport zum Flächenrand durch ein separates Transportfahrzeug erfolgt, ist ebenso wie bei den Erntemaschinen die begrenzte Zuladekapazität aufgrund der geringen Tragfähigkeit der Moorböden zu berücksichtigen. Zum Umladen von Bunden eignen sich Schlepper mit Frontlader oder Zange bzw. Kräne. Gelagert werden können die Bunde wie auch Ballen in Mieten oder überdachten Lagern. Eine streifen- bzw. kreuzförmige Erschließung der Fläche ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbelastung auf mehrere Fahrtrassen beim Abtransport der Biomasse. Die Einrichtung zusätzlicher Zufahrten, die Verfestigung der Wege durch Anlegen von Dämmen oder Stärkung der Fahrtrassen und die Anlegung befestigter Lager- und Umschlagplätze am Feldrand verringern die Gefahr einer Schädigung des Bodens durch die Erntetechnik (Wichmann et al. 2016).

Obwohl bereits viele technische Lösungen für die Ernte nasser und wiedervernässter Moore vorliegen, müssen die maschinellen Anpassungen an nasse Moorstandorte fortlaufend evaluiert und weiterentwickelt werden. Auf folgende Aspekte sollte vor allem geachtet werden (nach Schröder et al. 2015):

- reduziertes Maschinengewicht,
- erhöhte Kontaktfläche zur Verminderung des Kontaktflächendrucks,
- Ausbalancieren des Maschinengewichts, der Ernteaufsätze und der Zuladung,
- Entwicklung weiterer technischer Lösungen zur Vermeidung von Scherkräften,

- separate Ernte- und Transportfahrzeuge,
- bei Kettenfahrzeugen: Ketten sollten ein Breite-Länge-Verhältnis von 1:4 bis 1:5 besitzen,
- Berücksichtigung der speziellen maschinellen und standörtlichen Anforderungen beim Fahrpersonal.

Im optimalen Fall sind die Flächen so zugeschnitten, dass häufige Überfahrten vermieden und die Erntemaschinen vorrangig zur Mahd und nicht für Transportfahrten genutzt werden (LUP 2012, Schröder et al. 2015).

2.4.2 Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

Durch den ganzjährig hohen Wasserstand bei der Umsetzung von nassen und sehr feuchten Bewirtschaftungsverfahren ist eine Abgrenzung zum Grundwasser nicht eindeutig möglich. Schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser durch Pflanzenschutzmittel sind somit nicht auszuschließen. In § 13 Abs. 1 Ziffer 1 PflSchG (Pflanzenschutzgesetz) heißt es dazu:

„Pflanzenschutzmittel dürfen nicht angewandt werden, soweit der Anwender damit rechnen muss, dass ihre Anwendung im Einzelfall schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch oder Tier oder auf das Grundwasser [...] hat.“

Daher muss auf Flächen mit einer nassen und sehr feuchten Niedermoornutzung der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unterbleiben, wie schon für Mecklenburg-Vorpommern als erstes Bundesland in der „Fachstrategie Paludikultur“ festgelegt (LM M-V 2017).

2.5 Überblick über die Bewirtschaftungsverfahren

Friedrich Birr & Vera Luthardt

unter Mitarbeit von Moritz Kaiser

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analyse von Bewirtschaftungsverfahren auf Niedermoorböden vorgestellt. Es werden 13 Bewirtschaftungsverfahren herausgestellt (s. Abb. 2), von denen in optimaler Weise vier bei torferhaltenden Wasserständen (Wasserstufen 6+, 5+, Erle bei 4+) und neun bei schwach torfzehrenden Wasserständen (Wasserstufen 4+, 3+) durchgeführt werden können. Die in Abbildung 2 und in den folgenden Info-Boxen angegeben Spannen von THG-Emissionen zu den Bewirtschaftungsverfahren sind in Kapitel 4 hergeleitet und begründet, werden aber zur besseren Übersichtlichkeit schon hier in Kapitel 2 angegeben. Verfahren, die aus Klimaschutzgründen bei torferhaltenden Wasserständen durchgeführt werden sollten, können auch bei niedrigeren Wasserständen Anwendung finden (z. B. Großseggenried, Erle). Die Verfahren sollten daher nach aktuellem Kenntnisstand bei den höchsten angegebenen Wasserständen durchgeführt werden.

Wasserstufe	3+	4+	5+	6+
Bezeichnung	feucht	sehr feucht	nass	nass (Überstau)
Wasserstand Winter [cm; Median]	-15 bis -35	-5 bis -15	+10 bis -5	+150 bis +10
Wasserstand Sommer [cm; Median]	-20 bis -45	-10 bis -20	0 bis -10	+140 bis 0
Torferhalt	nein	differenziert	ja	ja
Schilfröhricht (<i>Phragmites australis</i>) spontan oder im Anbau			~7 t CO ₂ -Äq.	~0 t CO ₂ -Äq.
Rohrkolbenröhricht (<i>Typha spec.</i>) spontan oder im Anbau			~7 t CO ₂ -Äq.	~6 t CO ₂ -Äq.
Großseggenried (<i>Carex spec.</i>)		~10 t CO ₂ -Äq.	~3 t CO ₂ -Äq.	
Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) als Hoch- oder Niederwald	?	?		
Rohrglanzgraswiese (<i>Phalaris arundinacea</i>)		~7 t CO ₂ -Äq.		
Weide mit Wasserbüffeln		~8-12 t CO ₂ -Äq.		
Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden		~8-12 t CO ₂ -Äq.		
Weide mit Gänsen	~16-19 t CO ₂ -Äq.	~8-12 t CO ₂ -Äq.		
Weide mit Rindern	~16-19 t CO ₂ -Äq.	~8-12 t CO ₂ -Äq.		
Weide mit Schafen	~16-19 t CO ₂ -Äq.			
Feuchtwiesen	~16-19 t CO ₂ -Äq.			
Weide (<i>Salix spec.</i>) im Anbau als KUP	?			
Arznei- und Gewürzpflanzen im Anbau	?	?	?	

Abb. 2: Überblick über die Wasserstände der Bewirtschaftungsverfahren und die aus den Wasserständen abgeleiteten, voraussichtlich langfristigen Treibhausgas-Emissionen ausgedrückt als Global Warming Potential (GWP) (je Hektar und Jahr, entsprechend GEST-Ansatz, s. Box 9 und Tab. 36). Diese sind für alle Verfahren Schätzwerte, da bisher nur wenig Messungen aus bewirtschafteten Flächen vorliegen. In den Wasserstufen 5+ und 6+ überwiegen die CH₄-Emissionen bei dem abgebildeten Gesamt-GWP, während bei niedrigeren Wasserstufen CO₂-Emissionen dominieren (s. Tab. 36). Dunkelgrün symbolisiert einen Wasserstand mit weitgehendem Torferhalt. Hellgrün symbolisiert einen schwach torfzehrenden Wasserstand. Es sind jeweils die Emissionsfaktoren je Bewirtschaftungsverfahren für ein etabliertes Ökosystem dargestellt. Wasserstufen nach Joosten et al. (2013).

2.6 Torferhaltende Bewirtschaftungsverfahren (Paludikulturen)

Im Folgenden werden die bisher bekannten und in unterschiedlichen Größenordnungen bereits praktizierten Bewirtschaftungsverfahren bei torferhaltenden Wasserständen vorgestellt. Für jedes Verfahren wurde darüber hinaus ein Steckbrief auf Grundlage von Schröder et al. (2015) ergänzt bzw. neu erarbeitet. Die Steckbriefe sind in Kapitel 7 veröffentlicht. Sie sind außerdem in dem Entscheidungsunterstützungssystem DSS-TORBOS online abrufbar (www.dss-torbos.de) und können auf der Wissensplattform MoorWissen (www.moorwissen.de) heruntergeladen werden. In den Steckbriefen sind alle derzeit verfügbaren Informationen zu den Bewirtschaftungsverfahren in kurzer Form übersichtlich dargestellt. Die in den folgenden Kapiteln jeweils vorangestellten Info-Boxen stellen in knapper Synthese wichtige Fakten zu den einzelnen Nutzungsformen zur Verfügung. Die jeweiligen Quellen sind dem Text und den Steckbriefen zu entnehmen. Die Wirkungen und Potentiale der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren in Bezug auf das Klima bzw. die Biodiversität werden vertiefend in den Kapiteln 4 und 5 behandelt.

2.6.1 Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

Schilf ist ein wüchsiges, überflutungstolerantes Süßgras, das durch vegetative Vermehrung großflächige, konkurrenzstarke Bestände bildet. Abgestorbene Rhizome und Wurzeln können zur erneuten Torfbildung beitragen. Im Winter geerntetes Schilf wird als ökologischer Baustoff (Dachreet, Dämmstoffe) genutzt. Auch bei der energetischen Verwertung weist Schilf gute Voraussetzungen auf.

Tab. 4: Info-Box: Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau.

Wasserstand:	im Sommer -10 bis 0 cm, im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+) bzw. im Sommer 0 bis 20 (40) cm über Flur, im Winter 10 bis 20 (40) cm über Flur (Wasserstufe 6+)*
Etablierung:	Pflanzung, Rhizomstecklinge, Leghalme oder natürlich etablierte Bestände
Ertrag:	6,5–23,8 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (Sommer) 3,6–15 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (Winter)
Ernte:	jährlich einmal, erste Ernte nach 2-3 Jahren
Verwertung:	(ökologische) Baustoffe, Energiebiomasse
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~7 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 5+) ~0 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 6+)

*Die Wasserstufe 6+ reicht bis 140 cm ü. F. im Sommer bzw. 150 cm ü. F. im Winter (Joosten et al. 2013). Da Schilf das Wachstumsoptimum bei Wasserständen in Flur oder leichtem Überstau hat, wird die Wasserstandsspanne abweichend zu den Angaben der Wasserstufe nur bis maximal 40 cm über Flur angegeben.



Abb. 3: Winterliche Schilfmahd in Bunden mit raupenbasierter Technik. Foto: F. Birr, 12/2018.

Standort

Degradierete, wiedervernässte Niedermoore mit guter Nährstoffversorgung sind optimal geeignete Standorte für die Etablierung und das Wachstum von Schilfbeständen. Neben einer guten Nährstoffversorgung sind dauerhafte Wasserstände in oder über Flur notwendig (Ostendorp 1994, Koppisch et al. 2001, Tschoeltsch 2008). Bei einem Überstau bis zu 40 cm über Flur sind höhere Erträge zu erwarten. Leichter Salzwassereinfluss wird toleriert, ebenso wie kleinräumige Standortunterschiede in Bezug auf Nährstoff und Wasserstand (GMC 2016a). Stickstoff ist meist der limitierende Nährstoff für optimale Wachstumsbedingungen. Ein pH-Wert unter 4 wirkt sich ungünstig auf das Wachstum der Pflanzen aus. Schilf zeigt sich außerdem empfindlich gegenüber Akkumulationen anaerober Abbauprodukte (Sulfide, Ammonium, organische Säuren) (Geurts & Fritz 2018).

Etablierung

Sowohl natürliche Bestände als auch angepflanzte Kulturen können genutzt werden. Bei natürlicher Vegetationsentwicklung können nach Wiedervernässung zwei bis zehn Jahre bis zur ersten Ernte vergehen (Hawke & José 1996, Koppisch et al. 2001). Einmal etabliert kann der Schilfbestand in Dauerkultur genutzt werden (GMC 2016a). Nach einer Anpflanzung dauert es zwei bis drei Jahre, bis die Bestände beerntet werden können (Hawke & José 1996, Timmermann 1999, Tschoeltsch 2008). Um den Anforderungen an Dachreet zu genügen, ist i. d. R. ein längerer Zeitraum notwendig.

Die Flächen sollten vor der Pflanzung gemäht, das Mahdgut abtransportiert und der Oberboden anschließend vertikutiert werden. Während der ersten beiden Jahre darf die Schilfanbaufläche nur bis zu 5 cm überstaut werden, da erst größere zusammenhängende Schilfbestände mit einem voll ausgeprägten Rhizomsystem höhere Wasserstände ertragen (Hawke & José 1996, Haslam 2010, GMC 2016a). Je nach gewollter Etablierungsdauer beträgt die Pflanzdichte zwischen 0,25 und 4 Pflanzen je m² (Kersten et al. 1999, Timmermann 1999, GMC 2016a, Geurts & Fritz 2018). Bei niedrigen Wasserständen kann mit herkömmlichen Pflanzmaschinen gepflanzt werden (GMC 2016a).

Die Pflanzung von Schilf kann durch aus Samen gezogenen Setzlingen, Halmstecklingen und Rhizomstecklingen erfolgen. Am erfolgreichsten erweist sich die Anzucht von Jungpflanzen aus Samen im Gewächshaus (Hawke & José 1996, Timmermann 1999, Lemm 2005). Die Samen sollten im Winter einer dem Anbaugebiet nahen und standörtlich vergleichbaren Population entnommen werden, nachdem sie einige Tage Frost erfahren haben (Hawke & José 1996, Tschoeltsch 2008). Trocken gelagert sind sie ein bis vier Jahre keimfähig. Saatgut hochproduktiver Schilfsippen ist nur bei entsprechend hoher Nährstoffversorgung der Anbaufläche zu empfehlen (GMC 2016a).

Eine Direktaussaat von Schilfsamen ist im späten Frühjahr auf vegetationsfreiem Boden mit Wasserständen in Flurhöhe ebenfalls möglich (Dahms et al. 2017). Ein Überstau sollte dabei unbedingt vermieden werden (Geurts & Fritz 2018). Generell ist die Etablierung von reinen Schilfbeständen durch Direkteinsaat aufgrund des langsamen Wachstums der Keimlinge, deren Empfindlichkeit gegenüber Überstau oder Austrocknung sowie Konkurrenzen mit Gräsern limitiert (Brix 2003).

Es bestehen genetisch fixierte Unterschiede in den Standortansprüchen (Kühl et al. 1997). Dies muss bei der Etablierung des Schilfbestands und der angestrebten Verwertung berücksichtigt werden. Die genetische Variabilität führt dabei zu Unterschieden in Bezug auf Halmlänge, Halmdichte, Trockenmasse und Stickstoffgehalt bei den Beständen (Koppitz &

Buddrus 2004).

Ertrag

Schilf erbringt auf nassen Standorten auch bei langzeitigem Überstau hohe und stabile Erträge. In Abhängigkeit von Standort und Genotyp können bei einer Ernte im Sommer (August/September) 6,5–23,8 t TM ha⁻¹ a⁻¹ (Steffenhagen et al. 2008, Schulz et al. 2011), im Winter 3,6–15 t TM ha⁻¹ a⁻¹ erwartet werden (Rodewald-Rudescu 1974, Knoll 1986, Timmermann 2009, Dahms et al. 2017). Eine jährliche Mahd im Winter kann – insbesondere auf nährstoffärmeren Standorten – zur Abnahme der Erträge führen. Durch die ausreichende Nährstoffverfügbarkeit wiedervernässter Moore sind zumindest über die ersten Jahre stabile Erträge zu erwarten. Durch eine jährliche Sommermahd büßen die Pflanzen an Vitalität ein und können vollständig verdrängt werden (Haslam 1969).

Ernte

Schilf für Dachreet wird meist mit speziellen Ausnahmegenehmigungen in natürlichen Röhrichten jährlich im späten Winter zwischen Januar und Ende Februar/Mitte März in Abschnitten geerntet. Dann sind die Halme trocken und die meisten Blätter bereits abgefallen. Um Schäden am Boden und an den Pflanzen zu vermeiden wird die Ernte bei gefrorenem Boden angestrebt. Für die Etablierung von Schilf-Anbaukulturen, die bisher nur als Pilotvorhaben erprobt werden, wäre eine Ernte auch außerhalb des in § 39 (5) BNatSchG genannten Zeitraumes notwendig. Die abschnittsweise Ernte kann abhängig von der Verwertung aber grundsätzlich auch bei Anbaukulturen sinnvoll/wirtschaftlich sein.

Für eine energetische Verwertung (Pellets, Briketts) sollte die Ernte so spät wie möglich vor dem erneuten Austreiben im Frühjahr durchgeführt werden. Der Wassergehalt sinkt im Jahresverlauf kontinuierlich ab, so dass bei einer Winterernte eine verbesserte Lagerfähigkeit und höhere Heiz- und Brennwerte erreicht werden (Wulf et al. 2008, Obernberger & Thek 2012, Oehmke & Wichtmann 2016).

Für eine Verwertung in der Biogasanlage ist ein Erntetermin im Früh-Sommer sinnvoll. Durch die Schwächung der Konkurrenzkraft des Schilfs sollte hierbei nur alle 3–5 Jahre geerntet werden (Asaeda et al. 2006), was wiederum eine abschnittsweise, biodiversitätsfördernde Ernte begründen würde. Eine sporadische Sommermahd kann die Qualität von stofflich genutztem Schilf verbessern (z. B. Verbesserung der Biometrie von Dachreet). Über mehrere Jahre hinweg wird die Produktivität des Schilfs ohne Zuleitung nährstoffreichen Wassers bei Sommermahd zurückgehen und andere Pflanzenarten (z. B. Seggen) treten an seine Stelle (Schröder et al. 2015).

Aufgrund der hohen Wasserstände ist Spezialtechnik nötig (s. Tab. 3 und Abb. 3). Diese wird noch nicht in Serie produziert, was die Wartung (z. B. Ersatzteillieferung) erschwert. Bei der Ernte von Schilf ist auf eine Maschinenschnitthöhe von mind. 30 cm über Flur zu achten, da Halmstoppeln, die nach dem Schnitt überflutet werden, ausfaulen und nicht wieder austreiben. Wird Schilf als Dachreet verwertet, sollte die Schnitthöhe außerdem nicht höher als 50–80 cm liegen, da das Reet sonst nur geringe Bruchfestigkeit hat (De Buhr 2007, Haslam 2010).

Verwertung

Traditionell werden Schilfhalme als Dach- und Dämmbaustoff eingesetzt. Trotz einer stetig wachsenden Nachfrage nach ökologischen Baustoffen werden etwa 80 % des in Deutschland verwendeten Dachreets importiert (Wichmann & Köbbing 2015). Etwa 10.000 ha Schilffläche könnten den Bedarf nach Dachreet in Deutschland aus heimischer Produktion decken (LM M-

V 2017). Neuere Entwicklungen sind die Herstellung von Dämmputz aus Schilffasern und Brandschutzplatten aus Schilfhalmern (König et al. 2016, Wollert 2016). Weiterhin stellt Schilf einen idealen Rohstoff für die Lignin- und Zellulosegewinnung dar (GMC 2016a). Die energetische Verwertung kann durch direkte Verfeuerung oder in der Biogasanlage bei einer Sommerernte erfolgen. Betriebswirtschaftliche Simulationen zeigen, dass eine stoffliche Verwertung der Biomasse (Qualitätsschilf) die höchste Profitabilität bieten kann (Wichmann 2017).

Förderung und Genehmigungen

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist bei Schilfbeständen zu unterscheiden zwischen 1. natürlich aufgewachsenen, langlebigen Schilfröhrichten, die i. d. R. geschützte Biotope darstellen und auf denen bisher schon eine Nutzung im Einklang mit naturschutzfachlichen Zielen stattfindet, 2. spontan aufwachsenden Schilfbeständen nach Wiedervernässung eines Feldblocks, die unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Vorgaben bewirtschaftet werden und 3. Schilf-Anbaukulturen.

Naturschutzfachliche Restriktionen zur Mahd von Schilfröhrichten sind in § 39 Absatz 5 Satz 3 BNatSchG dargestellt und z. B. in Mecklenburg-Vorpommern durch die „Richtlinie zur Mahd von Schilfrohr in Röhrichten“ (AmtsBl. M-V 2000, S. 1175) differenziert gefasst. Diese müssen weiterhin streng beachtet werden bei der Bewirtschaftung von bestehenden Schilfröhrichten, die unter den Biotopschutz fallen (§ 30 BNatSchG). Länder-Regelungen sollten regelmäßig geprüft und aktualisiert werden, z. B. ist die Novellierung der Rohrmahd-Richtlinie M-V seit 2009 geplant, allerdings bisher nicht umgesetzt.

Nach der Wiedervernässung von bisher landwirtschaftlich genutzten Niedermoorböden (Feldblöcke) können Schilfbestände spontan aufwachsen. Für diese Bestände wäre eine differenzierte Betrachtung notwendig, so dass die Förderfähigkeit erhalten bleibt (Beweidung und Mahd). Durch die Umstellung auf eine standortangepasste, nasse Bewirtschaftungsweise, die i. d. R. auch auf die Ökosystemdienstleistungen eine positive Wirkung hat, sollte keine Benachteiligung für den Bewirtschafter entstehen. Ausnahmen/Regelungen für diese Bestände könnten von den Ländern für bestimmte Programme pauschal festgelegt werden (§ 30 (5) BNatSchG).

Die Anerkennung des Schilfanbaus auf bisher landwirtschaftlich genutzten, wiedervernässten Niedermoorböden (Feldblöcke) im Sinne von Paludikultur als landwirtschaftliche Aktivität steht derzeit noch aus. Dadurch würde auch Planungssicherheit für gezielt angebaute Schilfbestände geschaffen. Bis dahin ist diese Flächennutzung nicht sicher förderfähig (Direktzahlungen, Agrarumweltprogramme).

Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern wie z. B. Polen wird in Deutschland die Schilfmahd in natürlich etablierten Schilfbeständen nicht als landwirtschaftliche Nutzung anerkannt, obwohl dafür keine logische Grundlage erkennbar ist. Für die Bewirtschaftung angelegter Schilfbestände auf Feldblöcken (Anbaukultur), die als landwirtschaftliche Kultur anerkannt wären, könnten z. B. in Mecklenburg-Vorpommern im Rahmen von Förderprogrammen bestimmte Ausnahmeregelungen zum Biotopschutz festgelegt werden, die eine uneingeschränkte Bewirtschaftung sicherstellen würden (vgl. LM M-V 2017). Ist die beabsichtigte Anbaufläche bisher als Grünland genutzt, kann der Anbau von Schilf im Widerspruch zum Erhaltungsgebot des Grünlands stehen und ist derzeit i. d. R. als Umwidmung im Rahmen der maximal 5%-Verlustquote an landesweitem Grünland zu beantragen.

Stand der Umsetzung und Forschung

Natürliche Schilfbestände werden in Deutschland seit Jahrhunderten geerntet und vielseitig genutzt, allerdings im Rahmen von traditionellen, kleinflächigen und schonenden Bewirtschaftungsweisen, die i. d. R. mit den Naturschutzziele vereinbar sein müssen. Die Gesamtfläche ist aber rückläufig, genauso wie die Schilfbestände in Deutschland insgesamt. In Mecklenburg-Vorpommern werden beispielsweise nur noch etwa 550 ha natürlicher Schilfbestände für Dachreet genutzt (LM M-V 2017, Geurts et al. 2019).

Als landwirtschaftliche Kultur wird Schilf vor allem aufgrund der derzeitigen ungünstigen förderrechtlichen Rahmenbedingungen noch nicht angebaut. In Pilotversuchen wurde Schilf aber mehrfach erfolgreich etabliert (Timmermann 1999, Tschoeltsch 2008, Wichmann & Wichmann 2009). Aktuelle Schilfanbau-Projekte finden 2016-2020 in Bayern (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>) und Mecklenburg-Vorpommern (<https://www.moorwissen.de/prima>) statt.

2.6.2 Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

Rohrkolben besitzt ähnliche Standortansprüche wie Schilf und produziert auf nassen Standorten mit hohem Nährstoffangebot auch bei langzeitigem Überstau sehr hohe und über die ersten zehn Jahre vermutlich stabile Erträge. In der hohen Produktivität der Pflanze im Zusammenhang mit der wachsenden Nachfrage nach ökologischen Baustoffen liegen vielseitige Potentiale für die regionale Wertschöpfung.

Tab. 5: Info-Box: Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau.

Wasserstand:	im Sommer -10 bis 0 cm, im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+) bzw. im Sommer 0 bis 20 (40) cm über Flur, im Winter 10 bis 20 (40) cm über Flur (Wasserstufe 6+)*
Etablierung:	Saat, Pflanzung oder natürlich etablierte Bestände
Ertrag:	4,3–22,1 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹
Voraussetzungen:	Einzelflächengröße < 10 ha, hohe Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit, sehr geringe Reliefunterschiede
Rohrkolbenarten:	Breitblättriger Rohrkolben (<i>Typha latifolia</i>), Schmalblättriger Rohrkolben (<i>T. angustifolia</i>), Hybrid-Rohrkolben (<i>T. x glauca</i>)
Ernte:	jährlich einmal im Sommer oder Winter (je nach Verwertung); erste Ernte nach 1–2 Jahren
Verwertung:	ökologische Baustoffe, Energiebiomasse, Futtermittel, Nahrungsmittel
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~7 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 5+) ~6 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 6+)
*Die Wasserstufe 6+ reicht bis 140 cm ü. F. im Sommer bzw. 150 cm ü. F. im Winter (Joosten et al. 2013). Da	

Rohrkolben das Wachstumsoptimum bei Wasserständen in Flur oder leichtem Überstau hat, wird die Wasserstandsspanne abweichend zu den Angaben der Wasserstufe nur bis maximal 40 cm über Flur angegeben.

Standort

Degradierete, wiedervernässte Niedermoore mit hohem Nährstoffdargebot aus der Fläche bzw. durch ihre Wasserversorgung sind optimal geeignete Standorte für den Anbau. Dauerhafte Wasserstände in oder über Flur sind notwendig (Schätzl et al. 2006, Heinz 2012, Theuerkorn 2014, GMC 2016b, LM M-V 2017, Geurts & Fritz 2018). Rohrkolben ist salz- und säureverträglich und gedeiht auch im Brackwasserbereich. Aufgrund der Beständigkeit gegenüber den meisten Herbiziden können Rohrkolbenbestände auch als Pufferzone um Gewässer in intensiven Agrarlandschaften angelegt werden (Theuerkorn 2014). Die Biomasse ist dann allerdings für viele Verwertungen nicht mehr geeignet, insbesondere nicht als Baumaterial. Durch die sehr gute Nährstoffverwertung kann auch nährstoffreiches Wasser über die Fläche geleitet werden, sodass sich der Anbau in der Nähe nährstoffreicher Vorfluter lohnt (Theuerkorn 2014, LM M-V 2017). Damit könnte neben einer Wertschöpfung über die Biomasse auch die Stofffilterfunktion der Pflanzen für die Erfüllung der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) genutzt werden.



Abb. 4: Winterliche Mahd eines natürlich etablierten Rohrkolbenröhrichtes mit kettenbasierter Technik bei Anklam, Mecklenburg-Vorpommern. Foto: F. Birr, 12/2018.

Etablierung

Bei natürlicher Vegetationsentwicklung können nach Wiedervernässung zwei bis zehn Jahre bis zur ersten Ernte vergehen (GMC 2016b). Dies ist abhängig von der Flächengröße, den Standorteigenschaften und von der Größe und Anzahl von Rohrkolbenvorkommen z. B. in Gräben, von wo aus sich die Art ausbreiten kann.

Nach einem Anbau dauert es zwei bis drei Jahre, bis die Bestände mit Vollertrag beerntet

werden können (Pfadenhauer & Wild 2001). Langfristige Erfahrungen mit dem Anbau von Rohrkolben liegen noch nicht vor, vermutlich können die Bestände aber als Dauerkultur wenigstens zehn Jahre genutzt werden (GMC 2016b). Dies gilt dann, wenn eine kontinuierliche Nährstoffnachlieferung über nährstoffreiches Wasser gewährleistet werden kann. Im Falle einer Aushagerung der Standorte mit einhergehendem Rückgang der Produktivität könnte die Fläche als Schilf-Paludikultur oder Großseggenwiese weiter genutzt werden (LM M-V 2017).

Die Flächen sollten vor der Pflanzung gemäht, das Mahdgut abtransportiert und der Oberboden anschließend vertikutiert werden. Eine kurzfristige flache Überstauung (max. 5 cm) ermöglicht ideale Keimungsbedingungen und den Ausschluss von Konkurrenz (LM M-V 2017, Geurts & Fritz 2018). Außerdem werden die Torfe so weitgehend vor Oxidation geschützt. Die Fläche sollte in Teilflächen (< 10 ha) mit unabhängig voneinander regulierbaren Wasserständen aufgeteilt werden. Für gleichmäßige Wasserstände sollten die Höhenunterschiede einschl. des Mikroreliefs auf der Fläche möglichst gering sein (≤ 20 cm) (LM M-V 2017). Für den Ausgleich von Höhenunterschieden kann ein Oberbodenabtrag nötig sein, der gleichzeitig auch Material für die die Teilflächen eingrenzende Verwallung liefern kann.

Rohrkolben sind ausdauernde Pflanzen, die für Dauerkultur geeignet sind. Die Pflanzung von Rohrkolben kann mit aus Samen gezogenen Setzlingen oder Rhizomstecklingen vorgenommen werden. Es kann auch eine Direktaussaat erfolgen. Pflanzung ermöglicht eine sehr schnelle Bestandsbegründung (GMC 2016b). Alle heimischen Arten der Gattung Rohrkolben (v.a. *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *T. x glauca*) sind hochproduktiv und für Paludikultur geeignet (Oehmke & Abel 2016).

Für die Pflanzung eignen sich vorgezogene Jungpflanzen mit 25–50 cm Länge und einem gut ausgebildeten Wurzelsystem (Geurts & Fritz 2018). Eine Pflanzdichte von weniger als zwei Pflanzen pro m² ist ausreichend (Oehmke & Abel 2016). Spezialisierte Zuchtunternehmen bieten Jungpflanzen an. Für großflächige Bestände können herkömmliche Forstpflanzmaschinen genutzt werden. Dies funktioniert am besten unter möglichst trockenen Bedingungen, sofern die Fläche im Anschluss vernässt werden kann.

Auch Rhizomstecklinge eignen sich bei Wasserständen leicht unter Flur für eine Pflanzung. Unmittelbar nach der Pflanzung sollte der Wasserstand möglichst auf 20 cm über Flur angehoben werden. Dies fördert die Entwicklung der Jungpflanzen und hemmt das Aufkommen von konkurrierenden Gräsern (Geurts & Fritz 2018).

Bei der Direktaussaat liegen ideale Keimungsbedingungen bei Wasserständen in oder wenige cm über Flur. Das Saatgut in Form reifer Kolben wird optimalerweise im Winter (Dezember bis Januar) von natürlichen Beständen, die bezüglich des Wasserstands und der Nährstoffverfügbarkeit denen der Anbaufläche ähnlich sind, gewonnen. Ein Kolben enthält über 100.000 Samen, von denen über 80 % keimfähig sind (Heinz 2012).

Der beste Zeitpunkt zur Pflanzung bzw. Aussaat ist im Zeitraum (April–)Mai–Juli (Oehmke & Abel 2016, Geurts & Fritz 2018). Rhizomstecklinge können schon im März gepflanzt werden. Innerhalb eines Jahres kann sich die Anzahl der Sprosse unter optimalen Bedingungen um den Faktor 30 vervielfachen (Heinz 2012). Bestandslücken können mit Jungpflanzen nachgepflanzt oder unter Aspekten der Förderung von Biodiversität (Insekten, Vögel) offengelassen werden (Pfadenhauer & Wild 2001).

Wasser- und Nährstoffmanagement

Beste Wuchsleistungen werden allgemein bei leichtem Überstau (0–40 cm) und hoher Nährstoffverfügbarkeit erzielt. Nährstoffe sind bei wiedervernässten, degradierten Niedermooren in der Regel ausreichend verfügbar. Die Fläche kann auch mit Wasser nährstoffreicher Vorfluter bewässert werden (GMC 2016b). Limitierender Faktor für das Wachstum ist vor allem Stickstoff, daneben auch Kalium und Phosphor. Kürzere Trockenphasen können vom Rohrkolben vermutlich unbeschadet überstanden werden, jedoch wird dann das hochproduktive Wachstumspotential der Pflanze nicht optimal ausgenutzt. Bei pH-Werten unter 4 ist die Produktivität der Pflanzen eingeschränkt (Geurts & Fritz 2018).

Die Wasserstände müssen sehr gut regulierbar sein, da sie während eines Produktionszyklus wenigstens dreimal neu einzustellen sind. Zur Pflanzung sollte dieser leicht unter Flur liegen, nach der Pflanzung 20 cm über Flur. Etwas höhere Wasserstände bis etwa 40 cm Überstau sind unproblematisch, ebenso wie temporäre Wasserstandsabsenkungen (Geurts & Fritz 2018). Zur Ernte sollte der Wasserstand zur besseren Befahrbarkeit wieder auf Flurhöhe eingestellt werden. Nach einer eventuellen Sommermahd sollte Überstau vermieden werden, da sonst das weitere Wachstum negativ beeinflusst wird (Heinz 2012).

Pflege

Bei hohen Wasserständen tritt kaum Begleitflora auf. Eventuelle Be- und Entwässerungsanlagen (wie Pumpen, freie Zu- und Abläufe etc.) müssen regelmäßig gewartet und gepflegt werden (LM M-V 2017). Herbivore Insekten scheinen nur einen geringen negativen Einfluss auf die Erträge zu haben. In jungen Typha-Beständen mit geringer Bestandsdichte und -höhe können weiterhin Wasservögel durch Fraß einen limitierenden Effekt auf die Rohrkolbenbestände haben. Als Gegenmaßnahme können die Wasserstände für einige Wochen auf 0 bis 10 cm unter Flur abgesenkt werden, da Wasservögel auf Überstauwasser während der Nahrungsaufnahme angewiesen sind. Die Maßnahme würde allerdings auch Begleitflora befördern, die das Rohrkolbenwachstum hemmen könnte (Geurts & Fritz 2018). Die Pflanzung kann auch mit Netzen abgedeckt werden, was einen guten Fraßschutz z. B. vor Krähen und Weißstörchen bietet (schr. Mitt. T. Eckenscheidt 2019).

Ertrag

Der Ertrag ist neben dem Erntezeitpunkt von Wasserstand und Nährstoffverfügbarkeit abhängig und liegt zwischen 4,3–22,1 t TM ha⁻¹ a⁻¹ (Oehmke & Abel 2016).

Ernte

Bei einer stofflichen Verwertung wird im Winter (November bis Januar) geerntet. Für eine energetische Verwertung in der Biogasanlage ist ein möglichst früher Erntetermin im Sommer sinnvoll. Auch für die Verwendung als Futter oder mit dem Ziel der Nährstoffabschöpfung wird bereits im Sommer (Juli–August) geerntet, gegebenenfalls ist auch ein zweiter Schnitt im Herbst/Winter möglich (GMC 2016b, Dahms et al. 2017). Eine Winterernte führt ebenfalls zu einem leichten Nährstoffentzug, wenngleich die meisten Nährstoffe bereits in den Rhizomen gespeichert sind (Geurts & Fritz 2018).

Für eine energetische Verwertung in Form von Pellets oder Briketts sollte die Ernte so spät wie möglich, z. B. im März durchgeführt werden. Die Ernte bei gefrorenem Boden schont dabei den Boden selbst und die Rhizome des Rohrkolbens (Heinz 2012). Eine Schnitthöhe zwischen 10–20 cm erhält junge Sprosse, die im nächsten Frühjahr wieder austreiben können (Dubbe et al. 1988).

Die Ernte erfordert aufgrund der hohen Wasserstände den Einsatz von Spezialtechnik (s. Kap. 2.4.1). Je nach Verwertung werden Häcksel oder die gesamte Pflanze in Bündeln geerntet. Hierzu kann die Technik aus der Schilfmähd adaptiert werden (Pfadenhauer & Wild 2001), es bedarf allerdings noch vielfältiger technischer Anpassungen und Verbesserungen.

Verwertung

Die stoffliche Verwertung von Biomasse kann im Vergleich zur energetischen Nutzung eine höhere Wertschöpfung erzielen. Rohrkolbenbiomasse kann als vielseitiger ökologischer Baustoff oder als Dämmmaterial genutzt werden (Oehmke & Abel 2016). Daneben ist seine Verwendung als Viehfutter erprobt (Geurts & Fritz 2018). Auch in der menschlichen Ernährung könnte Rohrkolben (Pollen, Rhizomtriebe) verwendet werden (Claassen 1919, Morton 1975, Geurts & Fritz 2018). Die energetische Verwertung (Biogasanlage oder direkte Verfeuerung) ist ebenfalls möglich (LM M-V 2017). Die Verwertung als Beimischung in Torfersatzstoffen für den Gartenbau wird zurzeit untersucht (GMC 2016b).

Förderung und Genehmigungen

Die Anerkennung des Rohrkolbenanbaus im Sinne von Paludikultur als landwirtschaftliche Bodennutzung steht noch aus. Daher ist diese Flächennutzung derzeit nicht sicher förderfähig (Direktzahlungen, Agrarumweltprogramme).

Wie bei der Nutzung von Schilf ist aus naturschutzfachlicher Sicht bei Rohrkolbenbeständen zu unterscheiden zwischen 1. natürlich aufgewachsenen, langlebigen Rohrkolbenröhrichten, die i.d.R. geschützte Biotope darstellen, 2. spontan aufwachsenden Rohrkolbenbeständen nach Wiedervernässung eines Feldblocks, die unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Vorgaben bewirtschaftet werden und 3. Rohrkolben-Anbaukulturen.

Naturschutzfachliche Restriktionen zur Mähd von Rohrkolbenröhrichten sind in § 39 Absatz 5 Satz 3 BNatSchG dargestellt. Weiterhin müssen spontane Ansiedlungen von Rohrkolbenbeständen auf wiedervernässten Feldblöcken für eine Förderung unter landwirtschaftliche Förderprogramme fallen. Ist die beabsichtigte Anbaufläche bisher als Grünland genutzt, kann der Anbau von Rohrkolben im Widerspruch zum Erhaltungsgebot des Grünlands stehen und ist derzeit i. d. R. als Umwidmung im Rahmen der maximal 5 %-Verlustquote an landesweitem Grünland zu beantragen.

Stand der Umsetzung

Im betrieblichen Maßstab ist der Rohrkolbenanbau noch nicht umgesetzt worden. Von 1998-2001 fand im Donaumoos auf 6,2 ha ein Testanbau im Rahmen eines DBU-Projekts statt (Pfadenhauer & Wild 2001). Für ökologische Baustoffe wird bisher Rohrkolbenbiomasse natürlich etablierter Bestände aus dem Donaudelta (Rumänien) und dem Senegal verarbeitet (GMC 2016b). In Deutschland (Kamp, M-V) wird auf 3 ha Rohrkolben von spontan etablierten Beständen zur Verwertung als Isolier- und Baumaterial geerntet (Geurts et al. 2019). Im Rahmen des CINDERELLA-Projekts (<https://www.moorwissen.de/de/paludikultur/projekte/cinderella/cinderella.php>) wurde 2017 der gezielte Anbau verschiedener Typha-Arten in den Niederlanden auf insgesamt etwa 5,5 ha (Zegveld, Zuiderveen, Bûtefjild, Deurnese Peel) und zahlreichen kleinen Experimentalfächen, auch in Mecklenburg-Vorpommern, erprobt. Dabei wurde u. a. gezeigt, dass die Aufwüchse zur Fütterung von Milchvieh geeignet sind. Weitere Piloten in den Niederlanden wurden 2019 in Vinkeveen (6 ha, Erweiterung auf 50 ha geplant) und Ankeveen (0,7 ha) angelegt (schr. Mitt. J. Geurts). In Manitoba (Kanada) werden im Einzugsgebiet des Winnipegsees natürliche Rohrkolbenbestände zur Nährstoffabschöpfung

und für Bioenergie geerntet (Grosshans 2016). In der Schweiz wurde im Jahr 2007 Rohrkolben testweise zur Verwertung als Baustoff, von 2009-2011 im Rahmen eines Projekts gefördert. Aktuelle Rohrkolbenanbau-Projekte finden 2016–2020 in Bayern (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>) und Mecklenburg-Vorpommern (<https://www.moorwissen.de/prima>) statt.

2.6.3 Großseggenried (*Carex spec.*)

Großseggenriede werden von wüchsigen Seggenarten dominiert und von einer Vielzahl nässeverträglicher Arten ergänzt. Sie können in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung entweder als einschürige Streu- oder zweischürige Futterwiesen genutzt werden. Als neue Möglichkeit kommt die energetische Verwertung der Biomasse in Betracht.



Abb. 5: Kompaktierung von Seggen-Biomasse zur anschließenden energetischen Verwertung im Spreewald, Brandenburg. Foto: F. Birr, 09/2019.

Tab. 6: Info-Box: Großseggenried (*Carex spec.*).

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+) bzw. im Sommer -10 bis 0 cm, im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+)
Etablierung:	natürlich nach Wasserstandsanhebung oder gezielt durch Anpflanzung oder Ansaat
Ertrag:	2–12 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (ein- bis zweischürig)
Verwertung:	Energiebiomasse (Brennstoff, Substrat für Biogasanlagen), Futter, Einstreu

Voraussichtliche	~10 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 4+)
langfristige	~3 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 5+)
Standortemissionen (GEST-Ansatz):	

Standort

Bei einer Wasserhaltung in Flurhöhe sind bewirtschaftetes Niedermoorgrünland, Brachen und zuvor ackerbaulich genutzte Moorstandorte geeignet für die Nutzung von sehr feuchten und nassen Großseggenrieden. Anzustreben ist ein stabiler Wasserstand knapp unter Flur auch im Sommer. Im Winter ist leichter Überstau möglich. Gut nährstoffversorgte Standorte, wie zuvor intensiv bewirtschaftetes Grünland, bieten geeignete Bedingungen für produktive Nasswiesen, die hauptsächlich von Großseggen dominiert sind. Bei Wiedervernässung von ehemals entwässerten Moorflächen sind Seggen an Lebensräume mit Sauerstoffarmut im Wurzelbereich und gleichzeitig hoher Nährstoffversorgung der degradierten Torfe angepasst und können daher eine enorme Expansionskraft und hohe Produktivität entfalten (Dierßen & Dierßen 2001).

Seggenarten

Die Familie der Sauergräser bilden in Deutschland mit über 100 Arten eine der artenreichsten Gruppen und können zur erneuten Torfbildung beitragen. Großseggen wie Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*), Ufer-Segge (*Carex riparia*) oder Schlank-Segge (*Carex acuta*) sind aufgrund des hohen zu erwartenden Ertrags besonders geeignet (Dahms et al. 2017).

Etablierung

Großseggenriede entwickeln sich auf Niedermoorböden in der Regel in spontaner Sukzession nach Anheben der Wasserstände Flurnähe. Als zeitlicher Horizont für die Spontanbesiedlung mit Seggen sind etwa drei Jahre zu kalkulieren. Ansaat oder Pflanzung sind grundsätzlich möglich, aber nicht erforderlich und bisher nicht in der Praxis erprobt (LM M-V 2017).

Wasser- und Nährstoffmanagement

Bei niedrigem sommerlichen Überstau werden die höchsten Erträge erzielt. Ein hoher Überstau verringert dagegen die Produktivität. Im Winter ist ein Überstau von 0–30 cm tolerabel (LM M-V 2017). Die Nährstoffversorgung erfolgt in den ersten Jahren über die Mobilisierung der Nährstoffe der degradierten, wiedervernässten Torfe. Zusätzlich kann Wasser nährstoffreicher Vorfluter über die Fläche geleitet werden.

Ertrag

Abhängig von der etablierten Seggenart sind sommerliche Erträge bis 12 t TM ha⁻¹ a⁻¹ möglich (Timmermann 2003, Steffenhagen et al. 2008, Grzelak et al. 2011, Schulz et al. 2011). Wichtmann et al. (2014) ermittelten in Südwest-Weißrussland bei einer Winterernte einen mittleren Ertrag von 7 t TM ha⁻¹ a⁻¹. Ohne Nährstoffnachlieferung kann es mittelfristig zu Aushagerungseffekten und damit verbundenen Ertragsrückgängen kommen; Erträge unter 2 t TM ha⁻¹ a⁻¹ sind aber nicht zu erwarten (vgl. Tanneberger et al. 2016). Zur Aufrechterhaltung der Stoffströme wird dann entsprechend mehr Fläche benötigt (GMC 2016c).

Ernte

Die Ernte der meisten Seggenarten kann ein- bis zweimal zwischen Sommer und Spätherbst erfolgen (Dahms et al. 2017). Sie kann mit angepasster konventioneller Technik (z. B. Zwillingsreifen, Breitreifen mit Druckluftregelung) durchgeführt werden (siehe Kap. 2.4.1). Eine feste Grasnarbe macht die Bestände auch bei hohen Wasserständen befahrbar. Abhängig vom Grundwasserflurabstand kann eine Feldtrocknung erfolgen. Bei hohen Wasserständen kommen einstufige Ernteverfahren mit direkter Aufnahme des Ernteguts zum Einsatz, wofür Spezialtechnik notwendig ist. Wenn das Seggenheu thermisch verwertet werden soll, empfehlen sich späte Erntetermine bis in den Herbst, da sich so die Eigenschaften der Biomasse für die Verbrennung verbessern. Für die Nutzung in Biogasanlagen wird im Frühsommer geerntet (LM M-V 2017).

Stoffliche Verwertung

Heu von Schlankseggenwiesen (*Carex acuta*) ist wegen des hohen Kieselsäuregehaltes ein gutes Pferdefutter. Der Futterwert von Nasswiesenaufwüchsen sinkt im Jahresverlauf generell schnell ab. Er liegt zwischen 5,4 MJ NEL kg⁻¹ TM (vor der Blüte) und 4,3 MJ NEL kg⁻¹ TM (zum Ende der Blüte). Bei ausreichender Trittfestigkeit kann eine frühe, zeitlich begrenzte Beweidung mit Robust-Rindern oder Wasserbüffeln mit recht hohem Besatz erfolgen. Eine späte Nachbeweidung ist wegen des geringen Futterwerts nur über einen kurzen Zeitraum zu empfehlen. Die Silierung von Nasswiesenaufwüchsen lohnt nur bei einem frühen Schnitt (Briemle et al. 1991, GMC 2016c).

Die Gewinnung von Einstreumaterial von Nasswiesen wird heute wegen seiner guten Saugfähigkeit wieder geschätzt (DVL e.V. 2014). Nach der Nutzung als Einstreu ist eine weitere Verwendung in der Biogasanlage oder als organischer Dünger möglich. Letzteres ist im Sinne eines geschlossenen Nährstoffkreislaufes vorzuziehen (LM M-V 2017). Nasswiesenaufwüchse können auch direkt als organischer Dünger auf Ackerflächen oder Mulchmaterial z. B. im Obstbau aufgebracht und eingearbeitet werden. Außerhalb des landwirtschaftlichen Bereiches können Seggen für die Erzeugung von Zellulose als Rohstoff für die Papier- und Kartonagenherstellung verwertet werden (Briemle et al. 1991).

Mit dem Verfahren der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) wird Pflanzen- oder HTC-Kohle hergestellt. Biomasse sehr feuchter und nasser Standorte eignet sich aufgrund der nassen Verfahrensbedingungen dafür. Unter Zusatz von Wasser, Druck (10–40 bar) und bei hoher Temperatur (180–250°C) lässt sich Feucht- und Nasswiesenbiomasse in mehreren Stunden in Kohle umwandeln. Diese kann thermisch, als Bodenverbesserer, als Torfersatz in Pflanzern oder in Filtersystemen verwendet werden (DVL e.V. 2014).

Energetische Verwertung

Halmgutartige Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Pellets verwendet werden, die thermisch verwertet werden. Lohnenswert sind dabei vor allem produktive, von Seggen dominierte Aufwüchse. Nasswiesenheu weist trotz erhöhter Gesamtstaubemissionen, Rohaschegehalte und Ascheschmelztemperaturen gute Verbrennungseigenschaften auf (DVL e.V. 2014). Der Heizwert von Großseggen liegt zwischen 17,6–17,9 MJ kg⁻¹ Trockensubstanz (TS) bei einem Aschegehalt von 5 % (Dahms et al. 2017).

Bei einer Ernte im Frühsommer kommt eine Verwertung in der Biogasanlage in Betracht. Die Methanausbeute von Seggen liegt bei 126–313 m³ t⁻¹ oTS (organische Trockensubstanz)

(Limberg 2015). Der Voraufschluss der Biomasse wird durch eine Vornutzung als Streu gefördert. Das betriebliche, ökonomische Risiko liegt bei einer direkten Verfeuerung deutlich niedriger als bei der Verwertung als Substrat, da die Energieausbeute bei der Verbrennung halmgutartiger Biomasse höher im Vergleich zur Vergärung ist (Wichmann 2016a).

Herausforderungen liegen vor allem in hohen Investitionskosten für die angepasste oder spezielle Erntetechnik und in einem sicheren Absatz (z. B. Heizwerk) (LM M-V 2017). Mit halmgutartiger Biomasse betriebene Feuerungsanlagen können geringere Brennstoffkosten als Öl- oder Gasheizungen haben, sind gegenüber diesen aber nur konkurrenzfähig, wenn eine hohe Anzahl von Volllaststunden in der Anlage erreicht wird (Wichmann 2016b). Halmgutartige Biomasse kann pelletiert werden, was Einsatz- und Absatzmöglichkeiten erweitert, aber auch die Bereitstellungskosten erhöht (Dahms et al. 2017). Durch die Pelletierung werden Transportwürdigkeit und Handling erleichtert, sodass auch eine Co-Feuerung in Kraftwerken möglich ist. Eine Verfeuerung in Kleinanlagen ist nach Typenprüfung ebenfalls möglich. Pellets finden auch Verwendung als Einstreu oder in der stofflichen Weiterverarbeitung (LM M-V 2017).

Genehmigungen und Anträge

Großseggenwiesen sind i. d. R. landwirtschaftlich förderfähig, so lange eine Nutzung auf einem ausgewiesenen Feldblock erfolgt (Direktzahlungen). Weiterhin werden über die 2. Säule der GAP z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert. Bei der Nutzung von Großseggenwiesen muss grundsätzlich der Biotopschutz (§ 30 BNatSchG) beachtet werden. Durch extensive Mahd- oder Mähweidenutzung werden Großseggen erhalten und in ihrem Bestand gefördert (Harter & Luthardt 1997), weswegen sich Synergien zwischen Nutzung und Biotopschutz ergeben. Wenn sich § 30-Biotop in der Laufzeit von Programmen entwickeln, können die Länder Ausnahmen von einem Zerstörungsverbot zulassen. Diese Ausnahmen können von den Ländern für bestimmte Programme pauschal festgelegt werden (§ 30 Abs. 5 BNatSchG). Auf diese Weise verliert die landwirtschaftliche Fläche nicht an Wertigkeit, da keine dauerhaften Naturschutzauflagen entstehen.

Ist die Ausbringung von Mähgut und regional gewonnenem Saatgut vorgesehen, so ist § 39 Abs. 4 BNatSchG zu berücksichtigen, der das Entnehmen, Be- oder Verarbeiten wild lebender Pflanzen regelt. Bei besonders geschützten Pflanzenarten findet zudem § 44 Abs. 1 Nr. 4 BNatSchG Anwendung. Nach § 45 Abs. 7 BNatSchG können die zuständigen Behörden von den Verboten in § 44 Ausnahmen, die den Schutz und die Wiederansiedlung von Pflanzenarten betreffen, zulassen.

Stand der Umsetzung

Die Nutzung von Großseggenrieden existiert seit Jahrhunderten und ist heute wieder bzw. noch vereinzelt in Deutschland anzutreffen. Im Bereich der thermischen Verwertung werden seit 2014 im Biomasse-Heizwerk Malchin (M-V) der Agrotherm GmbH auf etwa 300 ha Aufwüchse wiedervernässter Niedermoorflächen zur Wärmeversorgung von rund 500 Wohneinheiten und einigen öffentlichen Gebäuden verfeuert. Die Verwendung als Einstreu mit nachgelagerter Verwertung in der Biogasanlage wird z. B. von der Mesecke GbR Prenzlau in Brandenburg praktiziert (LM M-V 2017). Im Spreewald (Göritzer Agrar GmbH) wird seit 2016 spät gemähte Großseggen-Biomasse in einem Ofen mit Heuballenvergaser zur Energiegewinnung genutzt. Auf dem BUND-Hof Wendbüdel, Niedersachsen wird

zweischüriges Mahdgut von Feuchtwiesen zur Wärme- und Stromerzeugung trockenfermentiert. In Seeon, Bayern werden seit 2001 u. a. Nasswiesenaufwüchse in einer Kombination aus Trocken- und Nassfermentation zur Strom- und Wärmegewinnung verwertet. Ein aktuelles Seggenanbau-Projekt findet 2016-2020 in Bayern statt (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>).

2.6.4 Erle (*Alnus glutinosa*) als Hoch- und Niederwald

Standorte mit guter Nährstoffversorgung und bewegtem Bodenwasser eignen sich für eine Erlen-Wertholzwirtschaft. Dies trifft auch auf sehr feuchte und tiefgründige Moorstandorte zu. Eine Umwidmung der Fläche von Grünland/Acker zu Wald ist erforderlich und abzuwägen unter besonderer Berücksichtigung des Grünlandschutzes. Auf flachgründigen und nassen Standorten kann auch eine Niederwaldwirtschaft in Erwägung gezogen werden.



Abb. 6: Erlenhochwald (links) und -niederwald (rechts). Fotos: C. Schulz (links), P. Schulze (rechts).

Tab. 7: Info-Box: Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) als Hoch- oder Niederwald.

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+), forstlich O.2-Standorte
Etablierung:	Pflanzung
Ertrag:	Hochwaldbetrieb: 4–6 Durchforstungen, Hiebreife nach 60-80 Jahren mit Gesamtwuchsleistung 600–800 m ³ ha ⁻¹ Niederwaldbetrieb: Umtriebszeit 20–40 Jahre mit 1-3 Durchforstungen mit Gesamtwuchsleistung 200–500 m ³ ha ⁻¹
Verwertung:	Wertholz, Energieholz
Standortemissionen:	weitere Forschung nötig

Standort

Erlen haben einen hohen Lichtbedarf, weisen ein sehr schnelles Jugendwachstum auf und werden bis zu 120 Jahre alt. Sie wachsen oft in Reinbeständen und waren auf Niedermooren vor deren Inkulturnahme weit verbreitet. Die besondere Anpassung der Erle an dauerhaft

feuchte bis nasse und sogar ständig flach überstaute Standorte sowie ihr hoher Nährstoffbedarf machen sie zur optimal nutzbaren Baumart für degradierte, wiedervernässte Niedermoore. Die Sauerstoffversorgung der Wurzeln bei hohen Wasserständen wird durch Lentizellen an der Stammbasis gesichert. Der hohe Nährstoffbedarf wird neben der Versorgung durch die wiedervernässten, degradierten Torfe auch durch Luftstickstoff fixierende Bakterien, die in Symbiose an den Wurzeln der Erle leben, gedeckt. Unter sehr feuchten und nassen Bedingungen kann die Erle zur Torfbildung beitragen. Auf basen- und nährstoffreichen, feuchten bis mäßig feuchten Standorten mit bewegtem Bodenwasser erreicht sie beste Wachstumsleistungen. Auf sehr feuchten Standorten (forstlich O.2-Standorte; Wasserstufe 4+) wird ein noch befriedigendes Wachstum erwartet. Empfindlich ist sie gegenüber lang anhaltenden, hohen Überflutungen der Stammbasis und extremer Wasserstandsdynamik. Solche Standorte (forstlich O.1-Standorte; Wasserstufe 4+/5+) sind daher für einen wirtschaftlichen Anbau der Erle nicht mehr geeignet (Schäfer & Joosten 2005, 2019, Linke et al. 2013, LM M-V 2017).

Anbau

Die Fläche sollte in Vorbereitung auf die Pflanzung entweder gemulcht oder gemäht werden. Wenn das Mahdgut nicht anderweitig genutzt wird, sollte es auf der Fläche belassen werden, um das Nachwachsen der Begleitvegetation anfänglich zu hemmen (Schröder et al. 2015). Bei sehr feuchten Standorten kann die Pflanzung auf Rabatten in Betracht gezogen werden (LM M-V 2017).

Pflanzmaterial

Bei der Erle gibt es viele verschiedene Lokalsorten mit verschiedenen Ertrags- und Qualitätseigenschaften. Auskünfte zu den am besten geeigneten Lokalausprägungen erteilen die zuständigen Forstbehörden (Schäfer & Joosten 2005). Zu beachten ist weiterhin das Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG).

Zur Kulturbegründung eignen sich zweijährige verschulte Erlenpflanzen, die in unterschiedlichen Größenklassen angeboten werden. Je nach gewähltem Pflanzverfahren und den vorherrschenden Konkurrenzarten bieten sich die Größenklassen 80–120 cm und 120–150 cm an (Schäfer & Joosten 2005). Empfohlen werden Pflanzenzahlen zwischen 3.000 und 3.500 Stück ha⁻¹ Aufforstungsfläche, wobei die Abstände zwischen den Reihen im Bereich von 2,4–2,8 m und der Pflanzabstand in der Reihe bei 1,2 m liegen sollten. Die Bestandsbegründung kostet etwa 2.200–3.000 € ha⁻¹ (Schäfer & Joosten 2005, LM M-V 2017).

Im Niederwaldbetrieb findet die Begründung und Regeneration des Bestands über Stockausschlag statt. Anfangs werden dazu 500 vitale Stöcke je Hektar benötigt. Nach drei bis vier Umtrieben verringert sich das Ausschlagvermögen der Stöcke, sodass diese durch neue Pflanzungen ersetzt werden müssen (Röhe & Schröder 2010, LM M-V 2017).

Pflanzzeitpunkt

Sowohl im Herbst als auch im Frühjahr kann eine Bestandsbegründung vorgenommen werden. Der passende Zeitpunkt sollte entsprechend der Feuchteverhältnisse der Fläche (z. B. nicht bei Wasserüberstau im Frühjahr) gewählt werden (Schäfer & Joosten 2005).

Pflege

Als Produktionsziel bei der Wertholzproduktion gilt die Erzeugung von möglichst viel wertvollem Stammholz mit einem Brusthöhendurchmesser von mindestens 45 cm bei

Werthholzträgern. Die Gesamtwuchsleistung bis zum Alter von 60 Jahren wird in der I. Ertragsklasse auf 600–800 m³ ha⁻¹ geschätzt (Neuß & Schröder 2013, LM M-V 2017).

Für die Bestandspflege bis zur Ernte werden in der Regel vier bis sechs Pflegemaßnahmen erforderlich, bei den bereits nutzbares Holz (überwiegend Schwachholz) anfällt. Dabei muss der Biotopschutz (§ 30 BNatSchG) beachtet werden. Anzustreben ist die Entwicklung eines geschlossenen Bestandes, so dass durch den gegenseitigen Seitendruck der Bäume eine natürliche Astreinigung gefördert wird. Die wichtigste Pflegephase ist die Jungbestandspflege (Alter der Bäume: 10–25 Jahre), die mit der Auswahl von bis zu 120 Elitebäumen je ha verbunden ist (besonders wüchsige Bäume mit guter Qualität). Haben diese Bäume eine astfreie Schaftlänge von 6–8 m erreicht, werden sie durch mehrmalige kräftige Freistellung (2–3 Eingriffe) gefördert (Schäfer & Joosten 2005, LM M-V 2017).

Für die Nutzung der Erle im Niederwaldbetrieb ist die Erzeugung von möglichst viel Schwachholz zur in der Regel energetischen Verwertung das Produktionsziel. Die Stockausschläge müssen dazu auf 2–3 Stangen je Stock (ab 10 cm Durchmesser) vereinzelt werden (LM M-V 2017).

Ernte

Mit 60–80 Jahren hat der Hochwaldbestand seine Hiebsreife erreicht. Wenn eine Befahrbarkeit der Böden erschwert ist, ist eine Ernte in Frostperioden oder mit spezieller Seilkrantechnik möglich. Ansonsten kann die Ernte auch nach längeren Trockenphasen im Frühherbst erfolgen, um Schädigungen des Bodens so gering wie möglich zu halten. Erlen-Bruchwälder sind geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG) und genießen damit Bestandsschutz. Sowie der Charakter des Biotops erhalten bleibt, ist eine ordnungsgemäße Forstwirtschaft aber generell möglich (Schäfer & Joosten 2005). Näheres wird durch die jeweiligen Landeswaldgesetze geregelt.

In der Niederwaldwirtschaft beträgt die Umtriebszeit 20–40 Jahre. Eine Gesamtwuchsleistung von 200–500 m³ ha⁻¹ ist möglich (GMC 2016e). Damit ist der Erlen-Niederwald gegenüber anderen Niederwaldtypen (z. B. Eiche) produktiv überlegen. Der Erntezeitpunkt gleicht grundsätzlich dem im Hochwaldbetrieb (LM M-V 2017).

Um die Bewirtschaftung dem natürlichen Entwicklungszyklus von Erlenwäldern anzupassen, sollte eine Einzelstammentnahme, eine kleinflächige Nutzungsform wie Kulissen- oder Lochhieb bzw. eine Kombination von beidem gewählt werden. Großflächigere Kahlschläge führen zu einer erheblichen Veränderung der Bodenverhältnisse im betreffenden Gebiet (Röhe & Schröder 2010). Sie sind deshalb auch in einigen Bundesländern (nach den jeweiligen Landeswaldgesetzen) verboten. Zu empfehlen sind daher kleinflächige Lochhiebe (max. 0,3–0,5 ha) aufgrund der besseren Beschattung der offenen Bereiche. Alt- und Totholz ist in angemessenem Umfang zu erhalten. Die entsprechenden Vorgaben sind den jeweiligen Zertifizierungsvorgaben oder Landeswaldgesetzen zu entnehmen.

Erntetechnik

Kann die Fläche befahren werden, so könnte nach motormanuellem oder maschinellm Holzeinschlag (z. B. Raupenharvester) ein kombiniertes Arbeitsverfahren mit Pferden und einem leichten Raupenforwarder (Tragschlepper) zum Einsatz kommen. Ist eine Befahrung ausgeschlossen, bietet sich die Seilkrantechnologie an. Schädigungen des Bodens können mit dieser Technologie auf ein Minimum reduziert werden. Die vergleichsweise hohen Kosten für den Technikeinsatz sind dabei mit zu kalkulieren (Röhe & Schröder 2010).

Stoffliche Verwertung

Auf Grund ihrer hervorragenden Holzeigenschaften (leicht, langlebig, problemlos zu verarbeiten) bestehen für die Erle vielseitige Verwendungsmöglichkeiten. Das Holz ist weich, von gleichmäßiger, feiner Struktur und auch unter Wasser sehr beständig. Starke Stämme bester Qualität eignen sich als Furnierholz, durch Beizung zur Imitation von Tropenhölzern, insbesondere von Mahagonie und Ebenholz, aber auch von Kirsch- und Nussbaum (Schäfer & Joosten 2005). Holz guter Qualität wird vorwiegend als Sägeholz für Massivmöbel und den Innenausbau genutzt. Schwachholz, das bei Durchforstungen anfällt, wird in der Holzwerkstoff-Industrie zur Herstellung von Span-, Faser- und OSB-Platten verarbeitet oder der energetischen Verwertung zugeführt (s. u.) (LM M-V 2017).

Der Vermarktungserfolg ist in hohem Maße von der Qualität des Holzes insbesondere der unteren Stammabschnitte abhängig. Die häufig im höheren Alter auftretende Kernfäule führt bei fortgeschrittenem Befall zur massiven Entwertung des Stammholzes. Mit einer Durchforstungsstrategie, die auf ein schnelles Dickenwachstum der Bäume ausgerichtet ist, lässt sich dem entgegenwirken (Schäfer & Joosten 2005).

Energetische Verwertung

Erlenholz, das im Niederwaldbetrieb gewonnen wird, lässt sich in Form von Stückholz oder Hackschnitzeln der energetischen Verwertung zuführen. Bei relativ langer Produktionszeit von 30–40 Jahren kann das Schwachholz auch für eine stoffliche Verwertung genutzt werden (s. o.) (LM M-V 2017). Verglichen mit Eichen- und Buchenholz besitzt Erlenholz einen etwas geringeren Heizwert, brennt jedoch gut ab und lässt sich auch sehr gut spalten (Röhe & Schröder 2010, ETI 2013).

Förderungen und Anträge

Bei einer Nutzungsumwidmung der Fläche in Wald muss nach § 10 Bundeswaldgesetz (BWaldG) und den entsprechenden Paragraphen der Ländergesetze bei der jeweils zuständigen Forstbehörde ein Antrag auf Erstaufforstung gestellt werden. Unter anderem werden Angaben zu Lage der Flurstücke, Eigentumsnachweis, Größe der Aufforstungsfläche und Baumartenwahl benötigt. Konkrete Informationen zu den von den Ländern gewährten Zuwendungen sind in den jeweiligen Richtlinien für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen zu finden. Anträge auf Zuwendungen sind an die jeweils zuständige Forstbehörde zu stellen (Schröder et al. 2015). Eine Wiedervernässung mit Erlenanpflanzung ist in vielen Fällen gegenüber entwässerungsbasierter Moornutzung als naturschutzfachlich wertvoller einzustufen. Weiterhin werden ausgeräumte Moorlandschaften durch Gehölze strukturell bereichert. Nährstoffarme, artenreiche Feuchtwiesen (z. B. Pfeifengraswiesen) auf Moorböden haben trotz Entwässerung einen höheren Schutzwert und sollten in ihrer Nutzung nicht umgewidmet werden (Schäfer & Joosten 2005). Auch Brut- und Rastvorkommen von Wiesenbrütern sind bei der Abwägung einer Umwandlung zu berücksichtigen.

2.7 Schwach torfzehrende Bewirtschaftungsverfahren

Im Folgenden werden die bekannten Bewirtschaftungsverfahren bei schwach torfzehrenden Wasserständen (Wasserstufen 4+, 3+) vorgestellt. Für jedes Nutzungsverfahren wurde darüber hinaus ein Steckbrief auf Grundlage von Schröder et al. (2015) ergänzt bzw. neu erarbeitet. Die Steckbriefe sind in Kapitel 7 veröffentlicht. Sie sind außerdem in dem

Entscheidungsunterstützungssystem DSS-TORBOS (www.dss-torbos.de) und auf der Wissensplattform MoorWissen (www.moorwissen.de) online abrufbar. In den Steckbriefen sind alle relevanten verfügbaren Informationen zu den Bewirtschaftungsverfahren in kurzer Form übersichtlich dargestellt. Die in den folgenden Kapiteln jeweils vorangestellten Info-Boxen stellen in knapper Synthese wichtige Fakten zu den einzelnen Nutzungsformen zur Verfügung. Die jeweiligen Quellen sind dem Text und den Steckbriefen zu entnehmen. Die Wirkungen und Potentiale der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren in Bezug auf das Klima bzw. die Biodiversität werden vertiefend in den Kapiteln 4 und 5 behandelt.

2.7.1 Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) bevorzugt nährstoff- und sauerstoffreiches Wasser und bildet auf Standorten mit phasenhaften Überschwemmungen ertragsreiche Reinbestände aus. Gefragt ist es vor allem als strukturreiches Tierfutter und hat daneben auch Potential für die energetische Verwertung.



Abb. 7: Rohrglanzgras-Dominanzbestand auf einem Niedermoor im Rhinluch, Brandenburg. Foto: F. Birr, 06/2019.

Tab. 8: Info-Box: Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*).

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+); höhere Wasserstände im Winter möglich
Etablierung:	natürlich etablierte Bestände oder Ansaat
Ertrag:	3–10 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (natürliche Bestände) 1,6–13 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (Anbaukultur)

Verwertung:	Futter, Einstreu, Energiebiomasse (Brennstoff, Substrat für Biogasanlagen)
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	$\sim 7 \text{ t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$

Standort

Degradierete, sehr feuchte, basenreiche Niedermoore mit hoher Nährstoffversorgung und guter Sauerstoffversorgung sind optimale Standorte. Rohrglanzgras bevorzugt wechsellässige Standorte mit einer winterlichen Überflutungsdauer von maximal 2-3 Monaten, wonach das Wasser im Frühjahr absinkt und auch im Sommer der Grundwasserstand schwankt. Gelegentliche Überschwemmungen können neuen Sauerstoff und Nährstoffe herbeiführen. Auf diesen Standorten ist Rohrglanzgras sehr konkurrenzstark (Petersen 1953, Wichmann & Wichtmann 2009, Oehmke & Abel 2016).

Etablierung

Sowohl natürliche als auch angesäte Bestände können genutzt werden. Erfahrungen für den gezielten Anbau von Rohrglanzgras (und anderen Süßgräsern) bei regulierten, hohen Wasserständen (20–5 cm unter Flur) liegen bisher nicht vor (LM M-V 2017). In Nordeuropa gibt es seit einigen Jahrzehnten Erfahrungen mit dem Anbau auf abgetorften, feuchten Moorflächen, wobei die Bedingungen allerdings meist zu trocken und damit torfzehrend waren (Oehmke & Abel 2016).

Für den Anbau auf wiedervernässten Standorten müssten die Wasserstände zur Bestandsbegründung abgesenkt werden. Als Saatverfahren käme die Schlitzsaat in Frage, da ein Narbenumbruch die Befahrbarkeit stark einschränkt. Nach erfolgter Etablierung könnte der Wasserstand wieder angehoben werden (LM M-V 2017). Wie beim Anbau von Futtergräsern würde die Boden- und Saatbettbereitung sowie die Aussaat im Frühjahr bis Spätsommer erfolgen, 1–2 cm tief mit einem Reihenabstand von 12,5 cm (Lewandowski et al. 2003). Als Aussaatdichte werden 15–25 kg ha⁻¹ empfohlen (Kaltschmitt et al. 2009). Saatgut ist zwar im Handel erhältlich, sollte aber züchterisch für den Einsatz auf nassen Standorten weiter entwickelt werden. Überstau ist während der Etablierung unbedingt zu vermeiden. Während der Wachstumsphase ist ein geregeltes Wassermanagement unter Vermeidung von lang anhaltendem Überstau erforderlich, ggf. auch Zusatzwasser für eine sommerliche Bewässerung (LM M-V 2017).

Nutzung natürlich etablierter Bestände

Im Zuge der Sukzession nach einer Wiedervernässung können sich Rohrglanzgrasbestände entwickeln, die allerdings häufig nur für einige Jahre stabil sind. Entscheidend sind dabei Diasporen oder Bestände in näherer Umgebung der zu entwickelnden Fläche (Oehmke & Abel 2016). Im Trebeltal (Mecklenburg-Vorpommern) haben sich nach Wiedervernässung Rohrglanzgras-Dominanzbestände auf mehreren 100 ha gebildet (Dahms et al. 2017). Lang anhaltende Staunässe, geringe Sauerstoffzufuhr, Aushagerung und/oder Versauerung lassen Sauergräser (*Carex spec.*), Schilf (*Phragmites australis*) oder Wasserschwaden (*Glyceria maxima*) in die Bestände einwandern (Petersen 1953, Klapp & Opitz von Boberfeld 2006, Oehmke & Abel 2016). Bei passenden Standortbedingungen ist das unterirdische Ausläufer

treibende, massenwüchsige Gras aber von äußerst langer Lebens- und Leistungsdauer (Kreil et al. 1982). Die Grasnarbe ist durch das Ausläufersystem fest, wodurch die Tragfähigkeit des Bodens erhöht wird (Arny et al. 1929).

Pflege

Die Narbenpflege (Walzen und Schleppen) ist beim Anbau von Süßgräsern bei flurnahen Wasserständen entscheidend: Die Befahrbarkeit ist umso höher, je dichter die Grasnarbe ist. Bei hohen Wasserständen ist dafür bodenschonende Spezialtechnik notwendig. Eine Beweidung bei hohen Wasserständen eignet sich nur bedingt, da Rohrglanzgras trittempfindlich ist (Petersen 1953). Aus der Sukzession etablierte Bestände werden meist nur extensiv ein- bis zweischürig mit minimaler Narbenpflege bewirtschaftet, woraus sich Einschränkungen in Bezug auf die Verwertung der Aufwüchse ergeben (GMC 2016d, LM M-V 2017).

Ernte

Rohrglanzgras kann mit herkömmlicher, an die Boden- und Feuchteverhältnisse angepasster Technik bewirtschaftet werden. Die Erntemaschinen können dazu mit unterschiedlichen Fahrwerken wie Doppel-/Zwillingsbereifung oder Breitreifen mit Druckluftregelung an die Bodenverhältnisse angepasst werden (Kreil et al. 1982, Wichmann & Wichmann 2009). Bei der Ernte sollte auf eine Schnitthöhe von mindestens 10 cm geachtet werden. Zu häufiger, d. h. regelmäßig mehr als zwei Schnitte und zu früher Schnitt können zur Schädigung der Bestände führen (Kreil et al. 1982, Geber 2002, Klapp & Opitz von Boberfeld 2006).

Erträge

Für Anbaukulturen werden für Nordamerika Erträge von 1,6–12,2 t TM ha⁻¹ a⁻¹ berichtet; für Europa werden 7–13 t TM ha⁻¹ a⁻¹ auf unterschiedlichen Standorten angegeben (El Bassam 2010). In Estland betrugen die Erträge der Rohrglanzgraskulturen auf Moorstandorten im Juli ca. 4,5 t TM ha⁻¹ a⁻¹, im Oktober ca. 7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ und im April ca. 5,5 t TM ha⁻¹ a⁻¹ (Heinsoo et al. 2011). Ähnliche Erträge wurden auch mit angesäten Rohrglanzgraskulturen auf feuchten Niedermoorstandorten in Deutschland erzielt. Bei zwei- bis dreimaligem Schnitt wurden 4,9–11,5 t TM ha⁻¹ a⁻¹ Jahr geerntet (Kreil et al. 1982).

Bei der Beerntung von natürlich etablierten Beständen auf wiedervernässten Niedermooren in Nordostdeutschland wurden bei sommerlicher Ernte 5–10 t TM ha⁻¹ a⁻¹ und bei Winterernte 3–5 t TM ha⁻¹ a⁻¹ erzielt (Timmermann 2009). Höhere Wintererträge sind allerdings möglich: so wurden z. B. für einen naturbelassenen Bestand in Mecklenburg-Vorpommern bei einschüriger Mahd im Herbst/Winter 4,4–7,7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ angegeben (Dahms et al. 2017).

Bei einem Versuch im Havelluch auf wechselnassem, flachgründigem Niedermoor mit Zweischnittnutzung und Kaliumdüngung konnten Erträge von 12,7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ erzielt werden. Ohne Kaliumdüngung sank der Bestand recht schnell im Futterwert (< 5 MJ NEL kg⁻¹ TM). Bei einer einschürigen Nutzung ohne Düngung konnte der Aufwuchs anteilig noch Verwendung in der Mutterkuhfütterung finden (Hochberg et al. 2017).

Verwertung als Futter

Beizeitigem Schnitt und noch vor Rispenaustritt ist Rohrglanzgras ein gutes und ertragreiches Futtergras. Der Energiegehalt liegt hier bei 4,5–7,1 MJ NEL kg⁻¹ TS (Bockholt & Buske 1997). Bei spätsommerlichem Schnitt liefert es insbesondere für Pferde ein geschätztes Heu (Zielke 2016). Rohrglanzgras-Reinbestände sind für eine direkte Beweidung mit Rindern,

Wasserbüffeln, Schafen oder Pferden aufgrund der Hochwüchsigkeit und Trittempfindlichkeit nicht geeignet. Möglich ist dies nur in Pflanzenbeständen, die neben Rohrglanzgras auch aus anderen Süßgräsern sowie Sauergräsern zusammengesetzt sind (DVL e. V. 2019).

Verwertung als Energiebiomasse

Für eine Verwertung als Co-Substrat in der Biogasanlage ist ein möglichst früher Erntetermin im Juni/Juli sinnvoll, um eine hohe Gasausbeute zu erzielen. Als Festbrennstoff und auch zur Herstellung von Pellets sollte die Ernte im Winter (November oder Dezember) durchgeführt werden. Die späte Ernte verbessert die Verbrennungseignung durch die stetige Abnahme des Wassergehaltes und verbrennungskritischer Inhalte (Stickstoff, Schwefel, Chlor). Ein weiterer Vorteil der Herbst- und Winterernte ist, dass die Arbeitsschritte Wenden und Schwaden entfallen und die Fläche somit nicht so häufig wie bei der Sommerernte befahren werden muss (Wichmann & Wichtmann 2009, Oehmke & Abel 2016). Allerdings besteht bei ungünstigen Witterungsverhältnissen das Risiko, dass die Pflanzen niederliegen und dadurch schwer zu ernten sind bzw. mit Ernteverlusten zu rechnen ist. Auch können Probleme der Konservierung (Trocknung) auftreten und ggf. ist Spezialtechnik aufgrund der winterlich höheren Wasserstände erforderlich (GMC 2016d). Rohrglanzgras besitzt einen Heizwert von etwa 17 MJ kg⁻¹ (Kastberg & Burvall 1998, Wulf 2009) und liegt damit im unteren Bereich der für halmgutartige Biomasse angegebenen Heizwerte (Wichmann & Wichtmann 2009).

Förderung und Genehmigungen

Rohrglanzgraswiesen sind in der Regel im Sinne der Direktzahlungen förderfähig, so lange eine Nutzung erfolgt (nicht in Schleswig-Holstein). Über die 2. Säule der GAP oder EFRE werden in den Bundesländern weitere ökologische Leistungen honoriert. Die Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien für Umwelt und Landwirtschaft der Länder bzw. beim zuständigen Amt für Landwirtschaft erfragt werden.

Stand der Umsetzung

Als Futter- und Nutzpflanze in der Tierhaltung (Heu, Silage, Einstreu) gilt Rohrglanzgras als etabliert. Der Anbau von Rohrglanzgras und anderen in Frage kommenden Süßgräsern (z. B. *Glyceria maxima*, *Agrostis stolonifera*) ist unter torferhaltenden Bedingungen noch nicht umgesetzt. In Skandinavien wird Rohrglanzgras auf geschätzten 20.000 ha als Energiepflanze auf abgetorften Hochmooren angebaut (Dahms et al. 2017). Im Biomasse-Heizwerk Malchin (M-V) wird seit 2014 Rohrglanzgras- und Seggenheu von wiedervernässten Niedermoorflächen verfeuert (GMC 2016d). Ein aktuelles Rohrglanzgrasanbau-Projekt findet 2016–2020 in Bayern statt (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>).

2.7.2 Weide mit Wasserbüffeln

Gut geeignet für die Wasserbüffelhaltung sind sehr feuchte, flachgründige Niedermoorstandorte und die Übergangsbereiche von Moor- zu Mineralbodenstandorten. Wasserbüffel können sowohl für die Fleisch- als auch Milchproduktion genutzt werden. Außerdem besitzen sie ein hohes Potential im Einsatz als „Landschaftspfleger“ zum

Offenhalten von sehr feuchten Flächen bei gleichzeitiger wirtschaftlicher Verwertung.



Abb. 8: Wasserbüffel auf einem wiedervernässten Niedermoor in der Uckermark, Brandenburg. Foto: F. Birr, 05/2019.

Tab. 9: Info-Box: Weide mit Wasserbüffeln.

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+), zeitweise oder generell höhere Wasserstände möglich (Wasserstufe 5+)
Aufwuchs:	Nasswiesen und Riede, die aus der Sukzession hervorgegangen sind
Zuwachs:	840 g pro Tag und Kalb möglich
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, Milch
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

Standort

Der Wasserbüffel hat wenig Scheu vor Blänken und Feuchtstellen. Aufgrund der Bauweise seiner Klauen kommt er gut mit weichen Böden zurecht. Er ist genügsamer als andere Rinderrassen, sodass er auch Aufwüchse von geringerer Futterqualität (mit hohen Rohfaseranteilen) verwertet. Es eignen sich daher auch Wiesen und Riede, die aus

Sukzession nach Wiedervernässung von landwirtschaftlich genutzten Feldblöcken hervorgegangen sind (LM M-V 2017). Vorrangig werden Süßgräser, u. a. Schilf (*Phragmites australis*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Flutender Schwaden (*Glyceria fluitans*) gefressen. Sauergräser (*Carex* spec.), Binsen (*Juncus* spec.) und Krautige wie Disteln (*Cirsium* spec.), Brennnessel (*Urtica dioica*) und Ampfer (*Rumex* spec.) werden auf Ganzjahresweiden vor allem im Herbst und Winter abgeweidet (Krawczynski 2009, Salomon 2012). Weiterhin werden krautige Pflanzen wie Sumpf-Schwertlilie sowie Neophyten wie Japanischer Staudenknöterich, Drüsiges Springkraut oder Riesen-Bärenklau verbissen (Enge 2009, Salomon 2012). Trotz unklarer Wirkung von Giftpflanzen auf die Gesundheit von Wasserbüffeln ist Vorsicht vor Giftpflanzen wie Gift-Hahnenfuß (*Ranunculus sceleratus*), Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut (*Senecio jacobaea*, *S. aquatica*), Sumpf-Schachtelhalm (*Equisetum palustre*) und Wasserschierling (*Cicuta virosa*) geboten (s. Box 1). In Brandenburg kam es bereits zu einer tödlichen Vergiftung eines Wasserbüffels durch Verzehr von Heu, das mit Sumpf-Schachtelhalm belastet war (mdl. Mitt. G. Haase).

Box 1: Giftpflanzen – Vorkommen und Management

Feucht- bis Nassstandorte beherbergen eine Vielzahl von Giftpflanzen, die durch direkte Aufnahme von Nutztieren beim Weidebetrieb oder getrocknet im Heu ihre Wirkung entfalten können (s. Tab. 4). Die Giftwirkung hängt von der aufgenommenen Menge als auch von der Giftart ab. Alkaloide sind hierbei besonders hervorzuheben. Viele Giftpflanzen verlieren beim Konservierungsvorgang (Heu, Silage) ihre Giftigkeit. Wenn die Tiere beim Weidegang oder im Heu bei ausreichendem Futterangebot selektieren können, ist die Wahrscheinlichkeit der Vergiftung recht gering, da schlecht schmeckende Pflanzen nicht gefressen werden (Briemle 2000).

Als gefährlichste Pflanzen auf feuchtem bis nassem, extensiv genutztem Grünland, die ihre Giftigkeit auch im Heu bzw. Silage nicht verlieren, sind Sumpf-Schachtelhalm (*Equisetum palustre*), Wasser-Kreuzkraut (*Senecio aquatica*) und Herbst-Zeitlose (*Colchicum autumnale*) zu nennen. Auf trockenen Stellen wird auch das Jakobs-Kreuzkraut (*Senecio jacobaea*) für alle Tierarten und die Graukresse (*Berteroa incana*) für Pferde zum Problem.

Ursachen für das Auftreten des Sumpf-Schachtelhalmes sind vor allem Überstau, Sauerstoffmangel im Oberboden und Verdichtungen. Eine erfolgreiche Bekämpfung kann durch Unterschneidung mit anschließend intensiver Beweidung erzielt werden. Die Maßnahme Unterschneidung ist allerdings aufwändig, teuer und ggf. in Konflikt stehend mit lokalen Naturschutzziele (z. B. Wiesenbrüterschutz). Bei stark belasteten Flächen könnte auch eine alternative Nutzung (Biogaserzeugung) wirtschaftlich interessanter sein als eine Nutzung des Aufwuchses als Grundfutter (Kamphues et al. 2012).

Als probates Mittel für die Eindämmung des Jakobs-Kreuzkrauts gilt eine vorbeugende Grünlandpflege zur Schaffung bzw. Erhaltung einer konkurrenzstarken Grasnarbe. Erste einwandernde Pflanzen sollten konsequent mechanisch bekämpft werden (Ausreißen, Ausstechen). Bei hohem Ertragsanteil ist eine zwei- bis dreischürige Mahd, am besten bei beginnender Vollblüte der entsprechenden Pflanzen, sinnvoll. Der Weiderest sollte nachgemäht, lückige Bestände nachgesät werden. Kontaminiertes Heu sollte nicht verfüttert werden. Möglich ist z. B. eine Verwertung des Heus in der Biogasanlage, da die Samen dort ihre Keimfähigkeit verlieren (Neitzke & Berendonk 2011).

Ein später erster Schnitt kommt der Herbst-Zeitlosen sehr entgegen, wobei die Pflanze schwerpunktmäßig auf extensivem, d. h. höchstens gering gedüngtem Grünland in West- und

Süddeutschland vorkommt. Sie gilt als eine der giftigsten Grünlandarten. Das Ausstechen oder Ausziehen von Einzelpflanzen Anfang Mai ist das effektivste Mittel zur Bekämpfung. Auf beweidetem Grünland ist aufgrund der Trittempfindlichkeit der Pflanze eine Umtriebsweide ab Anfang Mai mit hoher Besatzdichte und weideerfahrenen Tieren zu empfehlen. Nicht zertretene Triebe sollten dabei vor Mitte Juni nachgemäht werden (Briemle 2001). Auch die Maßnahme Mulchen im April und Heuschnitt im Juni erweist sich als sehr effektiv und hat nur geringe negative Effekte auf die Vegetationszusammensetzung (Seither & Elsässer 2014).

Tab. 10: Ausgewählte Giftpflanzen, die im Feucht- und Nassgrünland auftreten können. Giftigkeit und giftige Teile der Pflanze nach Buff & Dunk (1988) in Briemle (2000). Abbau durch Trocknung und Bemerkungen basierend auf Liebenow & Liebenow (1993), Opitz von Boberfeld (1994), Roth et al. (1994), Briemle (2000), Frohne & Pfänder (2004), Baeck (2016) sowie Bleicher & Albrecht (2019).

Pflanze		Giftig- keit	Besonders giftige Teile der Pflanze	Abbau durch Trocknung	Bemerkungen
Graukresse	<i>Berteroa incana</i>	X-XX	Kraut	ungewiss	Kann bei Pferden Fieber, Ödeme und Hufrehe verursachen. Besiedelt trockene, offene Stellen. Zur Eindämmung auf dichte Grasnarbe achten.
Sumpf-Dotterblume	<i>Caltha palustris</i>	X	alle	nein	Relevant ab 3 % Anteil im Erntegut oder eine Pflanze pro m ² , empfindlich bei Blühbeginn. Bitterkeit verhindert i. d. R. Verbiss.
Wasser-Schierling	<i>Cicuta virosa</i>	XXX	alle	nein	Walnussgroßes Stück Wurzel für Rind und Pferd tödlich.
Herbst-Zeitlose	<i>Colchicum autumnale</i>	XXX	alle	nein	Relevant ab 3 % Anteil im Erntegut oder zwei Pflanzen pro m ² . Vor allem in Süddeutschland auftretend. Weitere Informationen siehe Box 1.
Gefleckter Schierling	<i>Conium maculatum</i>	XXX	alle	geringfügig	Von Tieren aufgrund des Geruchs i. d. R. gemieden.
Sumpf-Schachtelhalm	<i>Equisetum palustre</i>	XXX	alle	nein	Relevant ab 3 % Anteil im Erntegut oder drei Pflanzen pro m ² . Für Gänse, Schafe und Ziegen wohl ungiftig. Weitere Informationen siehe Box 1.
Zypressen-Wolfsmilch	<i>Euphorbia cyparissias</i>	XX	Milchsaft, Samen	nein	Eindämmung: Mahd, da wenig schnittverträglich. Besiedelt Trockenstandorte.
Sumpf-Schwertlilie	<i>Iris pseudacorus</i>	XX	Rhizom, Kraut	nein	
Wasser-Fenchel	<i>Oenanthe aquatica</i>	XX	Wurzel	ungewiss	
Adlerfarn	<i>Pteridium aquilinum</i>	XXX	alle	nein	Aus Waldrändern in Moorfläche einwandernd. Eindämmung: mehrmaliges Abmähen oder Beweidung (tritttempfindlich).
Scharfer Hahnenfuß	<i>Ranunculus acris</i>	X-XX	alle	ja	Relevant ab 15 % Anteil im Erntegut für Heuwerbung, 5 % bei Weidebetrieb. Empfindlich bei Blühbeginn: Eindämmung durch Frühschnitt, ggf. Reduzierung des

Pflanze		Giftig-keit	Besonders giftige Teile der Pflanze	Abbau durch Trocknung	Bemerkungen
					Nährstoffeintrags.
Gift-Hahnenfuß	<i>Ranunculus sceleratus</i>	X-XX	alle	ja (Heu), nein (Silage)	
Wasser-Kreuzkraut	<i>Senecio aquatica</i>	XX-XXX	alle	nein	Eindämmung: an Blühphasen angepasster Schnitt oder Nutzungsverzicht (Ausdunkelung).
Jakobs-Kreuzkraut	<i>Senecio jacobaea</i>	XXX	alle	nein	Relevant ab 0,05 % Anteil im Erntegut oder 100 Pflanzen ha ⁻¹ . Weitere Informationen siehe Box 1.
Breitblättriger Merk	<i>Sium latifolium</i>	X	Wurzel, Früchte	ungewiss	
Bittersüßer Nachtschatten	<i>Solanum dulcamara</i>	X	grüne Beeren, Kraut	ungewiss	

Legende Giftigkeit (nach Buff & Dunk 1988 in Briemle 2000):

XXX: schwere Vergiftungssymptome bis tödlich giftig bei Aufnahme von bis zu 10 g der giftreichsten Pflanzenteile

XX: starke Verätzungen bei Berührung mit der Pflanze oder dem Pflanzensaft bzw. deutliche bis starke Vergiftungssymptome nach Aufnahme von bis zu 50 g der giftreichsten Pflanzenteile

X: Pflanzen, die stark wirksame Gifte in sehr geringer Konzentration oder schwache Gifte in höherer Konzentration enthalten, so dass kaum Vergiftungen zu erwarten sind.

Eigenschaften des Wasserbüffels

Das Fruchtbarkeitsmanagement ist herausfordernd. Die Zwischenkalbezeit mit 15–25 Monaten ist relativ lang und die Brunsterkennung schwierig, sodass ein in der Herde mitlaufender Deckbulle unabdingbar ist (Müller & Sweers 2016a). Dieser sollte zur Inzuchtvermeidung nicht länger als zwei Jahre in der Herde bleiben. Nur bei melkenden Kühen ist künstliche Besamung eine Option. Der Büffel kreuzt sich nicht mit Hausrindern, sodass auf geeigneten Standorten auch eine gemeinsame Weidehaltung möglich ist (Spindler 2008). Die Mutterkühe sind leichtkalbig und die Kälber frohwüchsig. Ausgewachsene Kühe erreichen ein Gewicht von 600–800 kg. Das Gewicht ausgewachsener Bullen liegt mit 800–1.000 kg etwas höher (Schröder et al. 2015).

Weidemanagement

Die Eigenschaft des Wasserbüffels, auch energieärmere Aufwüchse zu verwerten, wird am besten ausgenutzt, wenn zum richtigen Zeitpunkt beweidet wird. Tägliche Zuwächse von 840 g pro Tag und Kalb konnten so z. B. auf dem Gut Darß auf verschilftem Salzgrasland erreicht werden. Bei ausreichender Trittfestigkeit kann eine frühe Beweidung mit hohem, aber zeitlich begrenztem Beweidungsdruck erfolgen. Durch eine Auszäunung von Teilflächen mit besserem Futterwert ab etwa Juni kann die Beweidung von nasserem, energieärmeren Bereichen erzwungen werden. Andernfalls werden diese Bereiche erst aufgesucht, wenn der Futterwert schon stark abgesunken ist (Müller & Sweers 2016a). Nicht nur bei der ganzjährigen Freilandhaltung sind trockene Mineralbodenbereiche notwendig, auf die sich die Tiere bei zu nassen Verhältnissen sowie nachts zurückziehen können (Tanneberger & Bellebaum 2018).

Herdenmanagement

Abhängig von Standortgunst und eventuellem Pflegeziel schwankt die empfohlene Besatzstärke von 0,8–1,5 GVE ha⁻¹. Bei geringerwertigen Pflanzenbeständen muss der

Selektionsspielraum für die Tiere umso größer sein, und dies erfordert eine geringere Besatzdichte. Dabei wird das landschaftspflegerische und -gestaltende Potential der Wasserbüffel allerdings nicht ausgeschöpft. Als Weidesystem kommt prinzipiell die Stand- oder Mähstandweide zum Tragen. Die Flächen können großzügig bemessen sein, wobei darauf zu achten ist, dass die tägliche Herdenkontrolle (Überprüfung von Fitness, Krankheitsanzeichen, Frischwasser und Elektro-Zaun) noch möglich ist (Müller & Sweers 2016a). Eine Herdengröße von 20–30 Tieren gilt als Faustzahl zumal bei einer Bestandszahl von max. 30 Tieren eine gute Deckleistung des Bullen zu erwarten ist (Mährlein 2005). Auf Kraftfutterzugaben sollte aufgrund von Nährstoffimport in die Fläche und zur Minimierung der Futterkosten verzichtet werden (Müller & Sweers 2016a).

Gesundheitsvorsorge

Wasserbüffel sind allgemein sehr robust und wenig krankheitsanfällig. Dazu trägt auch die meist extensive Freilandhaltung bei, bei welcher Gesundheits- und Verhaltensprobleme minimiert werden, die durch intensive Stallhaltung auftreten könnten. Dennoch können bei Wasserbüffeln potenziell dieselben Krankheiten wie bei Rindern auftreten, u. a. Maul- und Klauenseuche, Tuberkulose, Bovine Virusdiarrhoe/Mucosal Disease sowie Parasiten wie Lungwürmer, Spulwürmer und Leberegel (Sambraus & Spannfl-Flor 2005). Ein Vorteil gegenüber Rindern ist aber die Immunität bei den gängigsten Krankheiten, vor allem der Babesiose (McBride et al. 2011). Die Klauen sind sehr hart und daher kaum anfällig. Dennoch sollten sie regelmäßig geprüft und ggf. gepflegt werden (Spindler 2008). Mineralstoffeimer oder Lecksteine sichern die Versorgung der Tiere mit lebensnotwendigen Spurenelementen (Bunzel-Drücke et al. 2008).

Verwertung

Die Schlachtreife wird relativ spät mit einem Alter von 20–30 Monaten erreicht (Mährlein 2005). Als Schlachtausbeute können 55 % des Lebendgewichts angenommen werden (Sweers et al. 2014). Als Nebenprodukt können die vorzugsweise ökologisch (chromfrei) gegerbten Decken gelten. Das hochwertige Fleisch zeichnet sich durch seine guten Geschmackseigenschaften und seinen geringen Cholesterin- und Fettgehalt aus. Insgesamt weist der Wasserbüffel eine gute Schlachtkörperqualität auf (Spindler 2008). Die Milchgewinnung auf nassen Flächen wäre aus praktischen Gründen (Zeit- und Arbeitsaufwand, Euterhygiene, Triftweglänge) wenig vorstellbar und ist eher bei getrennten Herdentteilen auf anderen Standorten eine Option (Sweers & Müller 2016).

Als großes Problem bei der Tötung und Schlachtung werden von einigen Wasserbüffelhaltern ungeeignete oder weit entfernte Schlachthöfe genannt. Es fehlen in den Schlachthöfen die für die dicke Schädeldecke des Wasserbüffels entsprechende Ausstattung (Bolzenschussgerät) und teilweise die Erfahrungen in der Zerlegung des Schlachtkörpers. Stress und Belastungen durch Separieren, Einfangen, mitunter lange Transportwege und Fixierung beeinträchtigen das Tierwohl und führen auch zu einem eingeschränkten Reifeprozess des Fleisches (Müller 2015, Schiffer 2015). Generell erfordern das Wesen und der Körperbau des Wasserbüffels andere Tötungs- und Schlachtbedingungen als herkömmliche Rinder. Optimal wäre dabei die Möglichkeit des Weideschlusses, welcher einen konsequenten Abschluss artgerechter Tierhaltung darstellen kann (s. Box 2). Weitere Alternativen könnten ein gemeinsamer von Wasserbüffelhalterinnen und Wasserbüffelhaltern eingerichteter Schlachthof oder die Einrichtung eines mobilen Schlachttransporters sein (Fey 2016).

Box 2: Weideschuss von Wasserbüffeln und Rindern

Der sogenannte Weideschuss kann einen konsequenten Abschluss artgerechter Freiland-Tierhaltung darstellen. Die Tiere werden dabei auf der Weide in gewohnter Umgebung durch Kopfschuss betäubt und anschließend durch Entbluten getötet. Der Weideschuss bedarf einer guten Planung: er muss 24 Stunden vorher bei der zuständigen Behörde angezeigt werden. Nötig sind ferner ein Kugelfang und ein guter, erfahrener Schütze (Mennerich-Bunge 2015). Innerhalb von 60 Minuten muss das Tier in einen EU-zertifizierten Schlachthof transportiert werden. Der ausbleibende Stress ist bezüglich der Fleischqualität an besseren Werten diverser Parameter (Zartheit, Fleischfarbe, Wasserhaltevermögen) ablesbar. Prämortale Belastungsreaktionen sind beim Weideschuss signifikant niedriger als bei herkömmlicher Tötung und Schlachtung (Schiffer 2015). Letztlich dient der Weideschuss auch als weiteres positives Verkaufsargument für Fleisch aus extensiver Freiland-Tierhaltung.

Stand der Umsetzung

Wasserbüffel werden in Deutschland seit etwa 20 Jahren vorrangig zur Landschaftspflege in kleinen Herden in Naturschutzgebieten eingesetzt. Geschätzt gibt es in Deutschland etwa 7.000 Tiere und 200 Halter/innen. Größere Herden, die auf Niedermoor gehalten werden, gibt es z. B. auf dem Gut Darß GmbH und Co. KG (Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft) oder bei der Göta Viehzucht GmbH (Rügen). Die Produkte werden überwiegend direkt ab Hof vermarktet, teilweise werden aber auch die Märkte von Ballungsräumen wie Berlin, Hamburg und München erschlossen. In Chursdorf (Sachsen) wird eine größere Herde Wasserbüffel auf trockenen Standorten auch zur Milchgewinnung gehalten.

2.7.3 Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

Größere Flächen im Komplex mit trockenen Bereichen eignen sich gut für eine Rotwild- und Pferdehaltung in landwirtschaftlichen Gehegen. Die Tiere können dabei ganzjährig draußen gehalten werden und sind dabei gute Verwerter der produktiven Moorvegetation. Sie liefern für die menschliche Ernährung wertvolles Fleisch (Wild) oder therapeutische Leistungen im Bereich der tiergestützten Interventionen (Pferde). Pferde, Rot- und Damwild (sowie weitere Tierarten wie robuste Rinder, Schafe, Ziegen) können auch in gemischten Herden gehalten werden (Behrendt et al. 2014).



Abb. 9: Gatterhaltung von Rotwild auf einem heterogenen Niedermoorstandort im Havelluch, Brandenburg. Foto: M. Klein, 06/2019.

Tab. 11: Info-Box: Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden.

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+); höhere Wasserstände im Winter möglich
Aufwuchs:	Nasswiesen und Riede, die sich sukzessiv entwickelt haben
Ertrag:	Zuwächse von 150-450 g/Tag (Rotwild)
Besatzdichte:	0,5–1 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, therapeutische Interventionen (speziell: Pferde)
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

Standorteignung

Rotwild und robuste Pferderassen wie Isländer, Koniks oder Exmoor-Ponys nehmen nahezu alle Feuchtegrade auf Moorstandorten an. Entscheidend für die Haltung sind trockene Bereiche, auf die sich die Tiere bei zu nassen Verhältnissen sowie nachts zurückziehen können. Sie sind jeweils anpassungsfähig in Bezug auf Witterungsverhältnisse und

anspruchslos in ihrer Ernährung. Neben Schilf (*Phragmites australis*) und vielen Seggenarten (*Carex* spec.) werden auch von anderen Tierarten verschmähte Kräuter wie Brennnesseln (*Urtica dioica*), Weidenröschen (*Epilobium* spec.) und Ampfer (*Rumex* spec.), strohiges bzw. überständiges Gras (Pferde) oder Gehölze (Rotwild) gefressen. Harte Klauen bzw. Hufe schützen die Tiere vor feuchtigkeitsinduzierten Krankheiten. Auch hohe Wasserstände bis Geländeoberkante werden toleriert und beweidet, solange trockene Bereiche und Deckungsmöglichkeiten in Form von Waldrändern, Gehölzen oder Unterständen vorhanden sind (Bunzel-Drüke et al. 2008).

Eine Zufütterung ist in der Regel nur im Winter erforderlich (Bogner 1991). Hierbei steht die Heufütterung im Fokus. Die tiereigenen Reserven sind nach Aussagen eines Halters ebenfalls ausreichend. Auf Kraftfutter sollte in jedem Fall verzichtet werden (Gefahr der Pansenazidose). Die Tierarzt- und Behandlungskosten für Rotwild und robuste Pferderassen sind wegen ihrer guten Anpassungsfähigkeit an das Klima und der extensiven Haltung vergleichsweise gering.

Herdengröße und Besatz

Rotwild und Pferde lassen sich ab fünf Tieren nebenerwerblich halten. Dies entspricht der Mindestgröße des Sozialverbandes, wobei ein gutes Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Tieren beim Rotwild bei 1:4 bis 1:10 liegen sollte (Golze 2007, Zahn 2014b). Nach Aussagen eines Halters ist auch ein Verhältnis bis 1:20 ausreichend. Die Besatzdichte sollte dabei zwischen 0,5–1 GVE ha⁻¹ liegen, was zwei bis drei Rotwildindividuen bzw. ein bis zwei Pferden je Hektar entspricht. Durch diesen Besatz, kombiniert mit Koppelleinteilungen (zwecks Umtrieb mit Weideruhe), wird die höchste Weideproduktivität erreicht und gleichzeitig der Infektionsdruck reduziert (Naderer & Huber 2004). Aus tierschutzrechtlichen Gründen ist eine Mindestfläche von 2 ha bei der Rotwildhaltung vorgeschrieben. Die maximale Besatzdichte liegt bei zehn Tieren je ha bei Rotwild (Riemelmoser 2015) und fünf Tieren je ha bei Pferden (Gruber 2002).

Herdenmanagement

Am wichtigsten für die Tiere ist ein permanenter Zugang zu frischem Wasser. Gegebenenfalls muss ein Unterstand bereitgestellt werden. Essentiell für die Ernährung der Tiere sind Mineraleimer und Lecksteine. Im Winter kann zugefüttert werden. Rotwild benötigt zwingend eine künstlich angelegte Suhle oder natürlich vorkommende Kleinstgewässer (Zahn 2014b). Das Futter auf der Fläche sollte bestmöglich ausgenutzt werden, da die Futterkosten bis zu 70 % der Produktionskosten in landwirtschaftlichen Gehegen betragen können (Golze 2007). Die kostengünstigste Zufütterung stellen wirtschaftseigenes Heu oder Silagen dar.

Zur Sicherung der Herde gegen Wölfe sollten gesonderte Vorrichtungen getroffen werden (s. Box 3).

Box 3: Sicherung des Nutztierbestands gegen Wölfe (basierend auf DBBW & BfN 2019)

Wölfe ernähren sich überwiegend von Huftieren und unterscheiden dabei nicht zwischen wildlebenden und domestizierten Tieren. Obwohl Nutztiere nur einen geringen Anteil an der Beute des Wolfs haben, können Wolfsübergriffe einen Nutztierbestand und damit die Existenz einer Landnutzerin oder eines Landnutzers empfindlich treffen.

Insbesondere kleinere Nutztiere wie Schafe und Ziegen stellen eine leicht zu überwältigende Beute für den Wolf dar, wenn sie nicht mit entsprechenden Maßnahmen geschützt sind (für Anforderungen an sichere Elektro-Zäune siehe DBBW & BfN 2019). In allen Bundesländern

mit Wolfsvorkommen werden Herdenschutzmaßnahmen gefördert. Teilweise sind Ausgleichszahlungen nach Nutztierübergriffen an die Einhaltung eines Mindestschutzes gebunden.

In freier Wildbahn sind Rot-, Dam- und Rehwild die häufigsten Beutetierarten des Wolfes in Deutschland. Beim Wild ausgebildete Vermeidungsstrategien können in Gatterhaltung nicht entwickelt werden, weswegen Wildgatter in Wolfsgebieten zusätzlich mit einem Untergrabungsschutz (im Boden verankertes Drahtgeflecht oder stromführende Drähte 15 cm vor dem Wildgatterzaun) gesichert werden sollten. Bei großen Weidetieren wie Rindern und Pferden muss der Schutz der Jungtiere besondere Aufmerksamkeit erhalten. Hier sollten die Standards zur Sicherung von Schaf- und Ziegenherden zur Anwendung kommen (s. o.). Auch Anpassungen der Herdenzusammensetzung oder des Flächenzuschnitts kommen in Betracht, wobei die Herdenschutzmaßnahmen auf Flächen fokussiert werden könnte, auf denen Herden mit Kälbern bzw. Fohlen oder auch reine Jungtierherden gehalten werden.

Daneben ist der Einsatz von Herdenschutzhunden – vor allem in größeren Herden – ein probates Mittel (auch in Wildgattern). Die Anzahl der Hunde richtet sich nach der Nutztierart, der Herdengröße, dem Verhalten der Herde sowie der Übersichtlichkeit der Fläche. Geeignet sind Herdenschutzhunde für Halter, die sich mit diesen Hunden auskennen bzw. eine Fachberatung und weiterführende Schulung in Anspruch nehmen können. Gut ans mitteleuropäische Klima angepasst sind z. B. Pyrenäen-Berghunde und Maremmano (AG Herdenschutzhunde e.V., o.J.).

Hinweise zur Sicherung der Herde sowie zum Verhalten im Schadensfall erteilen die Wolfsbeauftragten der Bundesländer mit nennenswerten Moorkvorkommen.

Baden-Württemberg: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/naturschutz/biologische-vielfalt-erhalten-und-foerdern/artenschutz/wolf/>

Bayern: https://www.lfu.bayern.de/natur/wildtiermanagement_grosse_beutegreifer/wolf/index.htm

Brandenburg: <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.412805.de>

Mecklenburg-Vorpommern: https://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/natur/artenschutz/as_wolf.htm

Niedersachsen: http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/informationen_zum_wolf_niedersachsen/

Schleswig-Holstein: <https://wolfsinfozentrum.de/index.html>

Verwertung

Die Zuwachsrates an Lebendmasse liegt bei weiblichen Tieren unterhalb derer männlicher Tiere. Dafür ist bei weiblichen Tieren der Anteil wertvoller Fleischstücke höher (Riemelmoser 2015). Bei Rotwild ist anfangs mit Zuwächsen von 150–450 g pro Tag zu rechnen, mit fortgeschrittenem Alter und Gewicht (deutlich) weniger (Golze 2007). Das Schlachtgewicht entspricht bei Rotwild bis 63 % des Lebendgewichts. Ältere Tiere weisen ein höheres Ausschlachtungs-gewicht, aber auch einen höheren Fettanteil auf (Riemelmoser 2015).

Die tierschutzgerechteste Tötung der Tiere (Kopfschuss und anschließender Kehlschnitt) findet auf der Weide statt. Zur Praxis des Weideschusses siehe Box 2.

Die Vermarktung von Wildfleisch erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung. Hier bietet

sich der Verkauf in Paketen an, um auch minderwertige Stücke vermarkten zu können. Auch der Wildgroßhandel kann bei gut ausgehandelten Preisen ein Abnehmer sein. Da in Deutschland praktisch kein Pferdefleisch mehr konsumiert wird, kann der weitere Nutzen der extensiv gehaltenen Pferde im medizinisch-therapeutischen Bereich (Heilpädagogisches Reiten, Hippotherapie, Psychotherapie) liegen. Pferde und Therapeut/in müssen dazu eigens ausgebildet werden (Hartje 2009). Geeignet für diese Arbeit sind z. B. Island-Ponys.

Anträge und Fördermittel

Anträge müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft sowie beim Veterinäramt eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindend ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse. Neben den Direktzahlungen werden über die 2. Säule der GAP oder EFRE z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert.

Stand der Umsetzung und Potentiale

Aufgrund ähnlicher Eigenschaften wie Robustheit, Anspruchslosigkeit in Bezug auf das Futter und Toleranz gegenüber hohen Wasserständen wäre die Haltung von Rotwild eine Alternative zur Wasserbüffelhaltung auf sehr feuchten Niedermooren (WS 4+). Vorteilhaft erscheinen hier die leichtere Tötung und Zerlegung der Tiere. Auch die Vermarktung von Wildfleisch erscheint aufgrund eines vorhandenen Marktes und der hohen Bekanntheit einfacher. Die kommerzielle Rotwildhaltung auf Niedermooren ist derzeit kaum verbreitet. Gängig ist in Deutschland vor allem die Damwildhaltung in landwirtschaftlichen Gattern. Damwild ist im Vergleich zum Rotwild aber weniger tolerant gegenüber hohen Wasserständen. Es weist einen kleineren Körperbau und damit eine absolut geringere Schlachtausbeute auf. Potentiale für die Rotwildhaltung liegen vor allem in der Bewirtschaftung heterogener Niedermoorstandorte, die mit Landtechnik nur schwierig zu erreichen oder zu bewirtschaften sind. Von Vorteil ist es weiterhin, wenn von Seiten der Landwirtin bzw. des Landwirts Erfahrungen im Bereich der Jagd vorhanden sind.

2.7.4 Weide mit Gänsen

Die Gänsehaltung lohnt sich bei minderwertigeren Weideflächen, da Gänse Grün- und Faserfutter mit niedriger Nährstoffkonzentration gut verwerten können. Sie sind ab den ersten Lebenstagen bereits weidetüchtig und liefern Fleisch hoher ernährungsphysiologischer Qualität. Der geringe Selbstversorgungsgrad in Deutschland mit Gänsefleisch (rund 13 %) und das lukrative Saisongeschäft (Martinstag, Weihnachten) machen die extensive Gänsehaltung auf feuchten Niedermoorstandorten attraktiv.



Abb. 10: Freiland-Gänsehaltung auf Niedermoor in der Uckermark. Foto: F. Birr, 08/2018.

Tab. 12: Info-Box: Weide mit Gänsen.

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+), zeitweise oder generell höhere Wasserstände (Wasserstufe 4+) möglich
Aufwuchs:	Feuchtweide- mit Feuchtwiesenarten
Ertrag:	Grasland: bis 8 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (s. Kap. 2.7.4) Gänse: Zuwachs ca. 1 kg/Monat
Haltungsdauer:	Langmast: 28–32 Wochen
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, ggf. Federn
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 3+) ~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 4+)

Standorteignung der Gänse

Für die Gänsehaltung eignen sich feuchte Moorstandorte, die durch mittlere Sommerwasserstände zwischen 20–45 cm unter Flur gekennzeichnet sind. Auch heterogene Standorte mit nassen Senken und trockeneren, mineralischen Durchtragungen sind für die

Haltung von Gänsen geeignet. Die Grasbestände werden neben Süßgräsern meist auch von Seggen- und Schilfbeständen in tiefer liegenden Senken aufgebaut. Generell wären auch (teilweise) nassere Flächen mit Wasserständen von 5–20 cm unter Flur denkbar, wozu aber noch keine Erfahrungen vorliegen.

Gänse in der Spät- oder Langmast (Weidemast mit langer Haltungsdauer von 28–32 Wochen) wachsen fast ausschließlich auf Grünland und somit betriebseigenem Futter auf. Eine Auswahl geeigneter Gänserassen, die sich für die Langmast auf feuchten Niedermoorstandorten eignen, wird in Tabelle 5 gezeigt. Diese Rassen zeichnen sich durch Robustheit und Widerstandsfähigkeit gegenüber Wetter und Krankheiten aus und sind vor allem gute Weidetiere mit geringen Ansprüchen an die Futterqualität.

Tab. 13: Auswahl weidetauglicher Gänserassen und ihrer Eigenschaften für die extensive Niedermoorbewirtschaftung feuchter Standorte nach Schneider (2002), Pingel (2008), LWK Niedersachsen (2012).

Gänserasse	Gewicht, Eigenschaften	Ansprüche an Klima/Nahrung
Böhmische Gans	bis 5,5 kg, lebhaft, temperamentvoll	Weidetier, benötigt Bademöglichkeiten
Deutsche Legegans	bis 6,5 kg, kann zur Verbesserung der Weidetüchtigkeit eingekreuzt werden	weidetüchtig, gute Futterverwertung, bodenständig
Diepholzer Gans	bis 6 kg, zutraulich, selbstständig	geringste Ansprüche an Weide (frisst auch Seggen), recht widerstandsfähig
Emdener Gans	10–12 kg, gute Fleischgans, sehr hoher Federertrag	anspruchsvoll: braucht wertvolle Futtergräser mit hoher Wüchsigkeit
Leinegans	5–7 kg, beweglich, fruchtbar, frohwüchsig, leicht aufziehbar, zuverlässige Naturbrut	anspruchlos, widerstandsfähig, wetterhart, Weidegans mit guter Marschfähigkeit
Pommerngans	7–8 kg, sehr gute Fleischgans, hohe Federqualität	widerstandsfähig, äußerst weidetauglich, mäßig anspruchsvoll

Masttyp

Man unterscheidet bei der Gänsemast zwischen drei Masttypen: Kurz-, Mittel- und Langmast. Die Kurzmast von 8–10 Wochen nutzt zwar das hohe Jugendwachstum von Gösseln aus, die Schlachtkörper entsprechen aber sehr oft nicht den Anforderungen des Marktes. Etwa 16 Wochen dauert die Mittelmast, bei der die Tiere im Stall oder mit Weidegang gehalten und zugefüttert werden. Dieses Verfahren ist in Deutschland derzeit vorherrschend. Das Fleisch der Tiere ist hierbei von guter Qualität. Bei der Lang- oder Spätmast werden die Tiere zwischen 28–32 Wochen gehalten. Im Vergleich zu Gänsen in der Kurz- oder Mittelmast zeichnet sich ihr Fleisch durch bessere, arttypische Geschmackseigenschaften und seinen geringen Fettgehalt aus. Der Schlachtermin sollte vor der Geschlechtsreife liegen, da sonst das Schlachtgewicht wieder abnimmt und eine zu lange Haltung unrentabel wird. Die Spätmast bietet sich in der bäuerlich-extensiven Weidehaltung mit angeschlossener Direktvermarktung an. Hier sind bei optimaler Gestaltung der Haltung und bei vorhandenen Absatzmärkten Spitzenwerte im Verkaufserlös zu erzielen (Golze 2009).

Herdenmanagement

Die Küken werden entweder als Eintagsküken über eine Brüterei bezogen oder kommen aus eigener Brutung bzw. Nachzucht. Die ersten vier Wochen werden sie im Stall bei protein-, mineralstoff- und vitaminreichem Aufzuchtfutter gehalten, sodass das intensive Jugendwachstum der Gänse optimal ausgenutzt wird. Pro Tier werden in den ersten sechs

Wochen etwa 7 kg Aufzuchtfutter benötigt. Ab der zweiten Woche können die Gössel zunächst stundenweise an die Weide gewöhnt werden. Je eher der Beginn, umso positiver die Futterökonomie (Golze 2009).

Bei der Spätmast erfolgt der Auftrieb auf die Fläche je nach Witterung etwa Ende Mai/Anfang Juni. Vorher kann die Fläche zur Gewinnung von Winterfutter gemäht werden, damit die Gänse den frischen Aufwuchs verwerten können. Höher als 15–20 cm stehende Vegetation wird nur noch ungern gefressen. Die Tiere bleiben 5–6 Monate auf der Weide, abhängig vom Vermarktungszeitpunkt (Martinstag, Weihnachten). Im Herbst und Winter, wenn der Aufwuchs der Fläche nachlässt, erfolgt eine Zufütterung mit Getreide (z. B. Hafer) oder Hackfrüchten (Zuckerrübenschnitzel, Kartoffelflocken). Dies ist gleichzeitig die Phase der sogenannten End- oder Ausmast, in der die Tiere einen ausreichenden Anteil an Brust und Keule entwickelt. Dazu ist i. d. R. ein Stall oder Pferch sowie etwa 250 g zusätzliches Futter pro Tier und Tag nötig (Golze 2009).

Größere Herden können in Einzelgruppen unterteilt werden. Dies dient der besseren Übersicht bei den täglichen Tierkontrollen und der Anpassung an die Größe und Struktur der vorhandenen Weideflächen. Eine gute Gruppengröße liegt zwischen 100–300 Tieren.

Hinweise zu Giftpflanzen, Pflegemanagement der Fläche und zu Vorteilen des Mähweidesystems siehe Box 1, 4 und 5.

Gesundheitsvorsorge

Die Tiere sollten wenigstens einmal am Tag aufgesucht und auf Krankheitsanzeichen geprüft werden. Am wichtigsten für die Tiere ist ein permanenter Zugang zu frischem Wasser, z. B. in einem Tränkenwagen. Generell und zur einfacheren Umkopplung der Herde ist ein Elektrozaun nötig. Zur Sicherung der Herde gegen Füchse, Wölfe und Greifvögel können Herdenschutzhunde eingesetzt werden (s. Box 3).

Grundsätzlich ist eine herden- und standortabgestimmte Betreuung der Tiere in Bezug auf Parasiten erforderlich. Bereitgestellte Bademöglichkeiten werden von den Gänsen zugekotet, sodass sich vor allem Wurminfektionen schnell in der Herde verbreiten können. In diesem Fall muss mit Entwurmungsmitteln gearbeitet werden. Überstaute Bereiche und Gräben würden eine geeignete Bademöglichkeit schaffen, wobei aufgrund der größeren Wasserfläche das Infektionsrisiko geringer ausfallen würde. Die Gräben sollten in die Umzäunung mit einbezogen werden (Fluchtgefahr) und die Böschung darf nicht zu steil sein. Wenn sich die genannten Möglichkeiten nicht realisieren lassen, sollte den Tieren zumindest eine Wassergelegenheit bereitgestellt werden, bei der sie den Kopf eintauchen und Wasser über ihr Gefieder schütten können (Deutscher Tierschutzbund e.V. 2011).

Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

Die Zuwachsraten an Lebendmasse liegen bei weiblichen Gänsen etwas niedriger als bei den Gantern. Generell legen die Tiere etwa ein Kilogramm Lebendgewicht pro Monat zu, sodass sie zum Schlachtzeitpunkt je nach Rasse ein maximales Lebendgewicht von 10 kg erreichen können. Das Schlachtgewicht entspricht etwa 70 % dem des Lebendgewichts. Für die Fleischqualität ist vor allem Bewegung förderlich. Als zusätzliche Leistung der Gänse können die Federn genutzt werden. Eine Gans von 30 Lebenswochen liefert etwa 150 g Deckfedern und 70 g Daunen. Die Gewinnung erfolgt durch das Rupfen beim Schlachten. Trocken gerupfte Tiere werden durch die Unversehrtheit der Epidermis preislich am höchsten eingeschätzt und sind auch frisch länger haltbar. Der zeitliche Aufwand gegenüber nass

gerupften Tieren ist allerdings höher (Schneider 2002, Deutscher Tierschutzbund e.V. 2011).

Box 4: Pflegemanagement von beweidetem Feuchtgrünland

Um die durch selektive Beweidung geförderte Ausbreitung von futterbaulich unerwünschten Arten wie beispielsweise Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*), Binsen- oder Ampferarten (*Juncus spec.*, *Rumex spec.*) zu verhindern sowie überständiges Futter und Geilstellen zu beseitigen, sollte eine Nachmahd (Abschlegeln, Mulchen) durchgeführt werden. Durch einen rechtzeitigen Schnitt kann auch das Aussamen der unerwünschten Arten verhindert werden. Dies unterdrückt gleichzeitig das Aufkommen von Gehölzen wie Weiden und Erlen sowie das Aussamen o. g. Arten (Universität Greifswald 2013, LELF 2014). Unerwünschte Arten können ein Hinweis auf Unterbeweidung sein, weshalb zur Eindämmung die Besatzdichte erhöht oder den Tieren längere Fresszeiten auf der Koppel zugestanden werden können. Überbeweidung hingegen wird durch eine Zunahme von trittresistenten Arten wie Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Breit-Wegerich (*Plantago major*) oder Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*) angezeigt, worauf mit geringerem Besatz oder längeren Ruhephasen reagiert werden sollte (Opitz von Boberfeld 1994). Zum Erhalt des Pflanzenbestands können rasenbildende und feuchtetolerante Futterpflanzen (z. B. Rotschwingel – *Festuca rubra*, Wiesenrispe – *Poa pratensis*) nachgesät werden (LELF 2014).

Auf Weiden ohne ganzjährige Freilandhaltung können nach dem Winter aufgefrorene Bodenschichten durch Walzen wieder angedrückt werden. Dadurch werden das Abreißen und Austrocknen der Feinwurzeln der Gräser verhindert und die Wasserführung und Wärmeleitfähigkeit des Bodens verbessert. Die Einebnung von Unebenheiten wie Maulwurfshügeln sollte in Abhängigkeit von der standorts- und jahreszeitbedingten Aktivität der Bodentiere im Frühjahr mit Reifen- oder Grünlandschleppen erfolgen. Auf Striegeln zur Belüftung und Entfilzung der Grasnarbe kann verzichtet werden (Voigtländer & Jacob 1987).

Neben den genannten Arten mit minderwertigem Futterwert gilt es auf die Ausbreitung von Giftpflanzen wie Scharfem und Gift-Hahnenfuß (*Ranunculus acris*, *R. sceleratus*), Wasser-Schierling (*Cicuta virosa*), Herbst-Zeitlose (*Colchicum autumnale*), Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut (*Senecio jacobaea*, *S. aquatica*) und Sumpfschachtelhalm (*Equisetum palustre*) zu achten (s. Box 1).

Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Anträge auf Gänsehaltung müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft sowie beim Veterinäramt eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindlich ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse. Neben den Direktzahlungen existieren in den Bundesländern verschiedene Programme zum Erhalt und zur Förderung der Kulturlandschaft, die über die 2. Säule der GAP oder EFRE finanziert werden. Im Land Brandenburg wird z. B. über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert. In Niedersachsen wird die Züchtung und Haltung vom Aussterben bedrohter Gänserassen (Diepholzer Gans und Leinegans) honoriert.

2.7.5 Weide mit Rindern

Zur extensiven Bewirtschaftung von feuchtem Niedermoorgrünland mit geringerer

Tragfähigkeit als stärker entwässertes Grünland eignen sich robuste Rinderrassen mit geringem Gewicht. Die Mutterkuhhaltung und die Mast weiblicher Jungrinder nehmen bei einer tiergerechten und zugleich niedermoorverträglicheren Flächenbewirtschaftung eine zentrale Rolle ein. Mit der Beweidung von feuchten Moorstandorten durch Rinder wird ein traditionelles Nutzungsverfahren sowie eine vielfältige Kulturlandschaft erhalten. Selektiver Verbiss und Trittwirkungen erhöhen die Strukturvielfalt der Vegetation und des Bodens, was die Biodiversität auf den Weideflächen fördern kann.



Abb. 11: Relativ leichte und an Feuchtgebiete angepasste Fjäll-Rinder. Foto: F. Birr, 09/2019.

Tab. 14: Info-Box: Weide mit Rindern.

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+), auch zeitweise oder generell höhere Wasserstände (Wasserstufe 4+) möglich
Aufwuchs:	Feuchtwiesen, die natürlich nach Wasserstandsanhebung oder gezielt durch Ansaat entstanden sind
Ertrag:	Zuwachs 600–800g d ⁻¹ (je nach Rasse)
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, ggf. Milch

Voraussichtlich	langfristige	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 3+)
Standortemissionen	(GEST-	~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 4+)
Ansatz):		

Standort

Bei der extensiven Bewirtschaftung von feuchtem Niedermoorgrünland nimmt die Mutterkuhhaltung und die Mast weiblicher Jungrinder eine zentrale Rolle ein. Auf Grund ihrer guten Anpassung an die Klima- und Landschaftsbedingungen und ihrem oftmals geringeren Gewicht verursachen Robustrassen geringere Trittschäden als die mittelintensiven Rassen und die großrahmigen Intensivrassen. Außerdem stellen sie geringere Ansprüche an Futter und Haltung und sind auch für die ganzjährige Freilandhaltung besser geeignet. Von den mittelintensiven Rassen lassen sich die kleinen und leichteren mit guter Raufutterverwertung einsetzen. Einzelne Flachwasserbereiche bis 50 cm Tiefe stellen kein Problem dar. Geeignete Rassen sind z. B. Schottische Hochlandrinder, Heckrinder, Galloways, Fjäll-Rinder, Hinterwälder und Murnau-Werdenfelser (Nitsche & Nitsche 1994, Golze et al. 1997, Bauer & Grabner 2012).

Produktionslinien

Im Gegensatz zur Bullenmast ist die Färsenmast auch mit Grundfutter, das auf ärmeren Standorten wächst, möglich. Die extensive Beweidung mit Mutterkühen extensiver und mittelintensiver Rassen bei Verzicht auf Düngung ist im Vergleich zur Milchkuhhaltung und Rindermast weniger arbeits- und kostenintensiv. Die ganzjährige Freilandhaltung hat gegenüber einer winterlichen Stallhaltung eine Aufwands- und Gesamtkosteneinsparung von 25–30 % zur Folge. Aufwendige Stalleinrichtungen und Zufütterung mit Kraftfutter sind nicht erforderlich. Wegen ihrer guten Anpassungsfähigkeit an das Klima, guter Robustheit und Leichtkalbigkeit sind die Tierarzt- und Behandlungskosten vergleichsweise gering (Nitsche & Nitsche 1994, Brade & Flachowsky 2007, Hofmann et al. 2009). Die Anschaffung der Tiere kann über den direkten Kontakt zu den Landesverbänden, Rassedachverbänden oder anderen Halter/innen erfolgen.

Herdenmanagement

Sind die entsprechenden Voraussetzungen gegeben, können 20 bis 30 Tiere, entsprechend einer natürlichen Herdengröße von Wildrindern, für Hausrindrassen als Faustzahl für eine optimale Herdengröße dienen. Außerdem ist bei einer Bestandszahl von ungefähr 30 Kühen und ein bis zwei Bullen eine gute Deckleistung der Bullen zu erwarten. Eine Besatzstärke von 0,8 bis 1,5 GVE/ha gilt als Richtwert.

Eine Kalbung in den Wintermonaten sollte vermieden werden. Wenn möglich sollte der Belegungszeitpunkt so gewählt werden, dass die Kalbung in die Frühjahrs- bis Sommermonate fällt. Um den optimalen Abkalbezeitpunkt im März/April zu treffen, sollten die Bullen nur sechs bis acht Wochen (Juni–August) zum Decken eingesetzt werden und in der Herde mitlaufen. Ist die Kalbung im Winter zu erwarten, ist eine Aufstallung notwendig (Wagner 2016).

Weidemanagement und ganzjährige Freilandhaltung

Eine ganzjährige Freilandhaltung auf Niedermoorstandorten ist nur zu empfehlen, wenn die Fläche auch Sanddurchtragungen oder Mineralbodenanteile aufweist, auf die sich die Tiere bei zu hohen Wasserständen, während des Wiederkäuens sowie nachts zurückziehen können (Tanneberger & Bellebaum 2018). Hierbei ist eine gute Weideführung entscheidend: Durch eine Auszäunung von Teilflächen mit besserem Futterwert ab etwa Juni kann die Beweidung von nasserem, energieärmeren Bereichen erzwungen werden. Andernfalls werden diese Bereiche erst aufgesucht, wenn der Futterwert schon stark abgesunken ist. Flächen mit besseren Futterwerten auf mineralischen Standorten können daher ab Juni ausgezäunt und als Heureserve für den Winter gemäht werden (etwa 40 % des mineralischen Grünlands) (Müller & Sweers 2016a).

Voraussetzung für eine ganzjährige Freilandhaltung sind gesunde und gut konditionierte Tiere sowie eine ausgewogene Altersstruktur der Herde mit erfahrenen Tieren. Auch wenn einige Rinderrassen wie insbesondere Galloways und Highlands als robust gelten, erfordert eine ganzjährige Freilandhaltung immer einen ganzjährigen Witterungsschutz vor Kälte, Nässe, Wind und Hitze. Als Kälteschutz sollte ihnen ein Weideunterstand auf einem trockenen Standort bereitgestellt werden, der eine ausreichend große Liegefläche für alle Tiere bietet. Des Weiteren ist im Winter an eine frostsichere Tränke und Zufütterung zu denken, z. B. das im Frühsommer geworbene Heu der Mineralstandorte. Als Schattenspender im Sommer und Windschutz können zusätzlich größere Gehölze, Büsche und Baumgruppen dienen (Samraus 2006, Brade & Flachowsky 2007).

Informationen zu Giftpflanzen, zur Weidepflege und Vorteilen des Mähweidesystems finden sich in Box 1, 4 und 5.

Box 5: Welche Vorteile bietet das Mähweidesystem?

Bei der Mähweide wird die Fläche zusätzlich zur Weidenutzung gelegentlich gemäht. Der Pflanzenbestand ähnelt dabei einer Weide; zu Wiesen bestehen deutliche Unterschiede. Die höhere Nutzungsfrequenz führt zu größeren Untergrasanteilen und einem verstärkten Auftreten von trittverträglichen Rosettenpflanzen (Opitz von Boberfeld 1994). Die Schnitt-Weide-Folge richtet sich dabei nach dem Futterzuwachs. Es wird in der Vegetationsperiode ein- bis zweimal gemäht, wobei der Nutzungsschwerpunkt auf der Weidenutzung liegt (Voigtländer & Jacob 1987). Mit Blick auf eine ordnungsgemäße Niedermoornutzung (vgl. Wichtmann et al. 2018) empfiehlt sich nur das Verfahren einer extensiven Mähweide (d. h. höchstens geringe Düngung, ohne Einsatz von Pestiziden und Besatzdichte $< 1,5$ GVE/ha).

Im Gegensatz zur extensiven Wiesennutzung bieten extensiv genutzte Mähweiden die Möglichkeit, zusätzlich Heu oder Silage von den beweideten Flächen zu gewinnen. Diese Nutzungsform bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit durch einen geringen Arbeitskräftebedarf und großflächige Nutzungsmöglichkeit. Die Haltungsform hat weiterhin einen positiven Einfluss auf die individuelle Tierleistung und Gesundheit. Durch eine kontinuierliche Beweidung bei einer Besatzdichte $< 1,5$ GVE ha⁻¹ sowie einer Beweidungspause im Winter kann sich eine dichte Grasnarbe entwickeln (Nitsche & Nitsche 1994, Riehl 2005).

Gesundheitsvorsorge

Die sachkundige Betreuung der Tiere ist eine Grundvoraussetzung – die Herde sollte täglich besucht und auf Anzeichen von Krankheiten überprüft werden (Tanneberger & Bellebaum 2018). Die Zahmheit, die Galloways und Highlands nachgesagt wird, ist nur bei laufender

Betreuung zu erreichen (Nitsche & Nitsche 1994, Brade & Flachowsky 2007). Nicht zuletzt wird mit der Betreuung und der Vorbeugung von Krankheiten dem Tierschutzgesetz Rechnung getragen (Wagner 2016).

Als großes tiergesundheitliches Problem auf feuchten Standorten werden Leberegel angesehen, welche Rinder als Endwirt befallen und die bei schwerem Befall mit Wurmmitteln in hohen Dosen und mehrfach bekämpft werden (Wagner 2016). Dabei sollte zur Vorbeugung von Resistenzen selektiv und nicht der gesamte Tierbestand behandelt werden (Gillandt & Kemper 2018, s. Box 6).

Weiden die Tiere auf weichen und feuchten Böden, ist eine regelmäßige Klauenbeobachtung und -pflege notwendig. Feuchtstandorte können Ausgang für Klauenerkrankungen sein (Nitsche & Nitsche 1994). Da Moorböden zu den selenarmen Standorten zählen, sollten grundsätzlich Salzlecken mit Mineralzusatz oder Mineralleckkeimer angeboten werden (Bunzel-Drücke et al. 2008). Selenmangel führt zu lebensschwachen Kälbern, Trinkunlust und grippeähnlichen Symptomen bei Jungtieren und schlechter Fruchtbarkeit bei erwachsenen Tieren (Wagner 2016).

Box 6: Biodiversitätsfreundliche Bekämpfung von Leberegeln und Würmern

Zunächst gibt es im Weidemanagement Möglichkeiten, den Leberegelbefall einzudämmen: Der freie Zugang zu Wasseransammlungen, in denen die Zwerg-Schlamm Schnecke (Zwischenwirt) lebt, kann eingeschränkt werden. Feuchtwiesenheu, das im Frühsommer geworben und ggf. im Winter zugefüttert wird, sollte sechs Monate lagern oder 30 Tage silieren, damit alle Infektionsstadien des Leberegels abgetötet werden. Die Wurmbelastung wird bei einer frühlommerlichen Mahd ohnehin reduziert, da der Fläche überwinternde Larven entzogen werden. Weiterhin reduziert eine extensive Besatzdichte die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Tiere an kontaminierten Geilstellen infizieren. Arbeitsintensive Portionsweiden mit kurzer Verweildauer der Tiere und langen Ruhephasen minimieren ebenfalls den Kontakt zwischen infektiösen Parasitenstadien und ihren Wirtstieren (Gillandt & Kemper 2018).

Bei der Anwendung von Entwurmungsmitteln sollte beachtet werden, dass herkömmliche Entwurmungsmittel wie Avermectine giftig sind und größtenteils über den Kot ausgeschieden werden. Dies erfolgt zu mehr als 50 % unverändert und bei einer Halbwertszeit von bis zu 240 Tagen. Auch die Abbauprodukte der Entwurmungsmittel sind giftig und werden ebenfalls mit ausgeschieden. Dadurch werden koprophage (sich von Dung ernährende) Insekten wie Dungfliegen- und Dungkäferarten geschädigt, deren Lebensgrundlage Wiederkäuerkot darstellt. Demzufolge finden auch insektenfressende Vögel wie Kiebitze, Stare und Schwalben sowie Säugetiere wie Fleder- und Spitzmäuse weniger Nahrung, was besonders problematisch wird, wenn die Jungtiere aufgezogen werden. Fische und andere Gewässerorganismen werden ebenfalls geschädigt, wenn Tieren einige Zeit nach einer Behandlung direkter Zugang zu Gewässern gewährt wird (Brendieck-Worm et al. 2018, Bystron et al. 2018).

Stark toxisch sind aus der Gruppe der Avermectine die Wirkstoffe Doramectin, Ivermectin und Eprinomectin (nach ihrer Toxizität abnehmend gereiht). Besonders schädlich sind dabei Boli und Long-Acting-Präparate, die über einen langen Zeitraum ständig Wirkstoff abgeben und somit die Entwicklung und Fortpflanzung der koprophagen Insekten über die gesamte Weidesaison beeinträchtigen könnten (Bystron et al. 2018).

Wird eine Entwurmung von Nutztieren trotz aller Präventionsmaßnahmen notwendig, kann das

Risiko der Schädigung koprophager Insekten wie folgt reduziert werden (Bystron et al. 2018):

- Vermeidung unnötiger (z. B. prophylaktischer) Behandlungen,
- nicht alle Tiere gleichzeitig auf einer Fläche behandeln,
- behandelte Tiere (Jungrinder) benachbart zu unbehandelten Tieren (Kühe) auf die Weidefläche stellen,
- zeitweise Aufstallung von Avermectin-behandelten Tieren (ca. 2 Wochen),
- falls Behandlung im Sommer notwendig (Hauptvermehrungszeit der Insekten): Verwendung ökologisch sicherer Wirkstoffe (Benzimidazole, Levamisol).

In der volkshelkundlichen Anwendung werden frische Karotten oder deren Saft gegen den Befall mit Würmern eingesetzt. Esparsettenkraut wirkt vor allem bei Schafen und Ziegen anthelminthisch. Auch frischer oder wässrig extrahierter Knoblauch ist als Prophylaktikum in der Lage, Parasiten wirksam zu kontrollieren (Brendieck-Worm et al. 2018). Vorteile der phytotherapeutischen Behandlung liegen in der schonenden Therapie für die befallenen Nutztiere und in der ökologischen Unbedenklichkeit, allerdings besteht bezüglich der Wirksamkeit von Veterinär-Phytomedizin noch erheblicher Forschungsbedarf.

Verwertung

Die Zuwachsleistungen an Lebendmasse von Spezialrassen, die bei Extensivierungsmaßnahmen eingesetzt werden, wie Galloways und Highlands, ist oft gering. Im Jahresdurchschnitt ist bei männlichen Hochlandrindern von 600 g Tageszunahme auszugehen (Hardegg & Müller 2007). Mittelintensive Rassen im Teilweidesystem können auch täglich bis zu 800 g zunehmen (Müller & Sweers 2016a). Die Zuwachsraten liegen bei weiblichen Tieren 5-15 % unter denen von männlichen Jungrindern (Golze et al. 1997).

Bei ganzjähriger Weidehaltung ohne oder mit geringer Zufütterung im Winter sollte zwischen Februar und Juni kein Schlachttier entnommen werden. Während dieser Zeit haben die Tiere ihre Fettreserven noch nicht wieder hinreichend aufgebaut. Das Fleisch dieser Tiere ist auch bei optimaler Verarbeitung zäh (Bunzel-Drüke et al. 2008). Stress und Belastungen durch Separieren, Einfangen, mitunter lange Transportwege und Fixierung unmittelbar vor dem Schlachten beeinträchtigen nicht nur das Tierwohl, sondern führen auch zu einem eingeschränkten Reifeprozess, was sich negativ auf die Fleischqualität auswirkt (Müller 2015, Schiffer 2015). Eine alternative Tötungsmethode ist daher der Weideschuss (s. Box 2).

Die Vermarktung erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung. Auch gemeinschaftsgetragene, onlinegestützte Märkte wie besserfleisch.de, kaufnekuh.de oder marktschwaermer.de können eine Alternative sein. Regional- und Biosiegel können sich positiv auf die lokale und regionale Vermarktung von Produkten auswirken. Die Verbände der Rinderrassen führen zudem meist eigene Qualitätssiegel (z. B. Galloway-Genussfleisch des Bundesverbandes Deutscher Gallowayzüchter e.V.).

Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Anträge auf Rinderhaltung müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft sowie beim Veterinäramt eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindlich ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse. Neben den Direktzahlungen existieren in den Bundesländern verschiedene Programme zum Erhalt und zur Förderung der Kulturlandschaft, die über die 2. Säule der GAP oder EFRE finanziert werden.

2.7.6 Feuchtwiese

Feuchtwiesen können entweder als einschürige Streuwiesen oder zwei- bis dreischürige Futterwiesen genutzt werden. Daneben ist eine energetische Verwertung in der Biogasanlage oder in der pyrolytischen Aufbereitung denkbar.

Tab. 15: Info-Box: Feuchtwiese.

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+); im Winter höhere Wasserstände möglich
Etablierung:	spontan nach Anhebung der Wasserstände; gezielt durch Ansaat oder Mahdgutübertrag
Ertrag:	1–8 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹
Verwertung:	Futter, Einstreu, Energie, Biokohle
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹



Abb. 12: Feuchtwiese im Aspekt von Scharfem Hahnenfuß (*Ranunculus acris*) und Kuckucks-Lichtnelke (*Silene flos-cuculi*). Foto: C. Dammann, 05/2019.

Standort

Bewirtschaftete Frischgrünlandflächen auf Niedermoor sind ebenso wie Brachen und zuvor ackerbaulich genutzte Moorstandorte bei einer Wasserhaltung von sommerlich 20–45 cm unter Flur für die extensive Feuchtwiesennutzung geeignet. Gut nährstoffversorgte Standorte bieten gute Bedingungen für feuchte, von guten Futtergräsern wie Wiesenfuchsschwanz oder Wiesenschwingel dominierte, verhältnismäßig artenarme aber produktive Grünländer. Bei ebenfalls guter Nährstoffversorgung und etwas höheren Grundwasserständen etablieren sich Kohldistel- und Dotterblumenwiesen. Auf nassen nährstoffreichen, aber sauerstoffarmen Niedermoorböden bilden sich hochwüchsige Großseggenriede aus (vgl. Kap. 2.6.3). Einen Sonderfall stellen die nährstoffärmsten, wechselfeuchten Moorböden dar, die von Honiggras- oder Pfeifengraswiesen mit hohem naturschutzfachlichen Wert besiedelt werden (Petersen 1953, Hutter 1993, Nitsche & Nitsche 1994).

Wiederherstellung von Feuchtwiesen

Auch nach 15–20 Jahren intensiver Nutzung als Grünland oder Acker können Samen der ehemaligen Niedermoorvegetation im Boden überdauern, die durch wühlende Tiere oder Vertikutieren ans Licht gelangen und keimen. Durch Walzen, Striegeln und Mahd lassen sich auf diesen Flächen produktivere Feuchtwiesen etablieren (Kratz & Pfadenhauer 2001).

Eine Wiederbesiedlung kann gezielt gefördert werden, indem schwimmfähige Samen bei möglichen Überflutungen auf die Flächen eingetragen werden (Roth et al. 2001). Liegt die

Fläche isoliert von intakten Feucht- oder Nasswiesen, kann durch Mähgutauftrag, ggf. in Kombination mit Oberbodenverwundung oder -abtrag, eine Wiederbesiedlung beschleunigt werden. Als Samenquelle sollte Mähgut von artenreichen Feucht- oder Nasswiesen desselben Naturraums verwendet werden. Der optimale Gewinnungszeitpunkt ist ungefähr Anfang bis Mitte Juli während der Hauptphase der Samenreife (Kratz & Pfadenhauer 2001).

Ernte

Der Erntezeitpunkt und die Häufigkeit richten sich nach dem Wiesentyp und der damit verbundenen Wasser- und Nährstoffversorgung.

Feuchte Wiesenfuchsschwanz-Wiesen können zwei- bis dreimal jährlich gemäht werden. Sie sind nach den Rohrglanzgraswiesen die ertragsreichste extensive (d. h. höchstens mit geringer Düngung und ohne Einsatz von Pestiziden) Wiesenform (vgl. Kap. 2.7.1). Erträge von 5–8 t TM ha⁻¹ a⁻¹ sind möglich. Der Eiweißgehalt beträgt 10–12 % der Trockensubstanz und der Energiegehalt 4,9–5,2 MJ NEL/kg TM (Heu) bzw. 5,2–5,7 MJ NEL/kg TM (Silage) (Dierschke & Briemle 2008). Als idealer Schnittzeitpunkt für die Heugewinnung gilt die Zeit vom Schieben der Blütenstände bis zum Beginn der Blüte der bestandsbildenden Gräser (Petersen 1953, Voigtländer & Jacob 1987, Klapp & Opitz von Boberfeld 2006). Bodenunebenheiten können mit Walzen und Schleppen ausgeglichen werden (Dierschke & Briemle 2008). Damit kann gleichzeitig eine im Winter aufgefrorene oberste Bodenschicht wieder angedrückt werden. Dadurch wird das Abreißen und Austrocknen der Feinwurzeln verhindert und die Wasserführung und Wärmeleitfähigkeit verbessert (Voigtländer & Jacob 1987). Eine ausreichende Nährstoffversorgung ist i. d. R. durch die fortlaufende Mineralisierung gegeben (s. auch Box 7).

Feuchte Sumpf-Dotterblumen- und Kohldistelwiesen erlauben in der Regel jährlich eine zweimalige Mahd. Die erste Mahd erfolgt Mitte bis Ende Juni (Dierschke & Briemle 2008). Die futterbauliche Ertragsfähigkeit liegt mit 5–7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ relativ hoch, sinkt aber bei ausbleibender Düngung über die Jahre ab. Insbesondere Kalium und Phosphor wirken häufig als ertragsbegrenzende Faktoren. Extensiv bewirtschaftete Wiesen können aufgrund ihres Artenreichtums ohne gravierende Qualitätsverluste bis zu drei Wochen später geschnitten werden (Briemle et al. 1991, Hutter 1993). Durch ihren höheren Anteil von spätblühenden Arten, ist die Ernte nicht so sehr auf einen bestimmten Zeitpunkt fixiert, sondern kann z. B. witterungsbezogen variiert werden (Nitsche & Nitsche 1994).

Artenreiche Pfeifengras-Streuwiesen werden jährlich einmal im Herbst gemäht, wenn der Wiesenaufwuchs trocken und strohartig geworden ist und die spätblühenden Arten zur Fruchtreife gelangt sind. Der günstigste Schnittzeitpunkt liegt meist von Ende September bis Ende Oktober. Auf diese Weise wird eine Schädigung des Pfeifengrases vermieden und die für den Wiederaustrieb im Folgejahr notwendige Einlagerung an Nährstoffen in die unterirdischen Speicherorgane kann ungehindert erfolgen. Durch diese Art der Nährstoffspeicherung bleibt die Produktivität auch ohne zusätzliche Düngung erhalten. Basenarme Standorte sind dabei unproduktiver als basenreiche und liefern Erträge von rund 1 t ha⁻¹ a⁻¹ TM. Handelt es sich allerdings um ehemalige Fettwiesen sind die Erträge wesentlich höher und können bis zu 4 t ha⁻¹ a⁻¹ betragen (Meisel 1984, Hutter 1993, Dierschke & Briemle 2008).

Die Ernte erfolgt mit angepasster Grünlandtechnik mit Doppel-/Zwillingsbereifung oder Reifen mit Druckluftregelung (s. Kap. 2.4.1).

Box 7: Aspekte der Düngung bei der Nutzung als Feuchtgrünland (Wasserstufe 3+)

Praxis

Für eine intensive Grünlandnutzung auf Niedermooeren werden die Wasserstände auf mindestens 60 cm unter Flur abgesenkt. In der Regel werden hohe Erträge bei gleichzeitig hohen Nährstoffentzügen realisiert. Infolgedessen wird stark gedüngt, v. a. mit Stickstoff, aber auch Phosphor und Kalium. Durch die infolge von Entwässerung und N-Düngung stark gestiegene Torfmineralisierung ("priming effect") werden Nährstoffe freigesetzt und zum Teil über die Entwässerungssysteme ausgetragen (Succow 2001c). Stickstoff-Düngung führt dabei auch kurzzeitig zu teilweise massiven Erhöhungen der Lachgas-Emissionen (Augustin 2001). Bei einer weniger intensiven Nutzung bei höheren Wasserständen wird auf Stickstoffdüngung in aller Regel verzichtet, nicht jedoch auf eine Kalium-betonte Grunddüngung (MLUV M-V 2009).

Empfehlungen

Standorte ehemaliger intensiver Grünlandnutzung weisen noch eine gute Versorgung mit Phosphor auf (Roth et al. 2001). Durch die schwache Entwässerung mit sommerlichen Tiefstwasserständen bis 45 cm unter Flur findet fortlaufend eine Mineralisierung der Torfsubstanz und damit Freisetzung von pflanzenverfügbarem Stickstoff statt (Hertwig et al. 2017). In Bezug auf den Kalium-Haushalt unterscheiden sich tief- und flachgründige Moore. Flachgründige Moore können bei wasserzügiger Sandunterlagerung eine Kaliumzufuhr über den Grundwasserstrom erfahren (Roth et al. 2001). Tiefgründige Moore können dagegen Kalium-Mangel aufweisen, was zu Mindererträgen und damit zu Minderentzug anderer Nährstoffe (z. B. Stickstoff) führt (Roth et al. 2001, Titze & Jacobs 2004, Alabsi et al. 2010). Daraus können lückige Vegetationsbestände mit Rosettenpflanzen und horstigen Gräser (z. B. Rasenschmiele) resultieren, wodurch Bodendegradierungsprozesse durch starke Bodenerwärmung und Austrocknung bei intensiver Sonneneinstrahlung weiter voranschreiten. Daher wird eine entzugsgerechte Kalium-Düngung bei Verzicht auf Phosphor- und Stickstoff-Düngung empfohlen (Roth et al. 2001, Hertwig et al. 2017). Ist die Fläche anderen Zielen unterworfen (z. B. Schutz artenreicher Feuchtwiesengesellschaften oder Wiesenbrütern), sollte auf jegliche Düngung verzichtet werden (Roth et al. 2001, Schwartze 2010), wobei eine Kalium-Düngung auch die Nahrungsgrundlage für bestimmte Wiesenbrüter in Feuchtwiesen sichern kann (Müller et al. 2010).

Weidenutzung

Bei einer Weidenutzung von Feuchtgrünland kann v. a. Kalium über die Exkremente der Weidetiere rückgeführt werden. Es bietet sich an, diese mittels Wiesenschleppe zu verteilen oder eventuelle Zufütterungsstellen ständig zu wechseln. Die Zufütterungsstellen können zur Bindung der Exkremente in der Einstreu optional überdacht werden. Der anfallende Mist kann dann wieder auf den Flächen verteilt werden (Behrendt et al. 2000). Da Moorböden zu den selenarmen Standorten zählen, sollten den Weidetieren eine ausreichende und umfassende Mineralstoffversorgung bereitgestellt werden (Salzlecken mit Mineralzusatz oder Mineralleckeimer) (Bunzel-Drüke et al. 2008). Selenmangel führt beispielsweise zu lebensschwachen Kälbern, zu Trinkunlust und grippeähnlichen Symptomen bei Jungtieren und schlechter Fruchtbarkeit bei erwachsenen Tieren (Wagner 2016).

Stoffliche Verwertung

Neben der Nutzung als Futter stand früher auch die große Bedeutung der Streuwiesen zur

Gewinnung von Einstreumaterial, welches heute wegen seiner guten Saugfähigkeit wieder geschätzt wird (DVL e.V. 2014). Nach der Nutzung als Einstreu ist eine weitere Verwendung in der Biogasanlage oder als organischer Dünger möglich. Letzteres ist im Sinne eines geschlossenen Nährstoffkreislaufes vorzuziehen (Briemle et al. 1991, LM M-V 2017).

Strohartige Feuchtwiesenaufwüchse lassen sich als Mulchmaterial einsetzen. Sie können auch für die Erzeugung von Zellulose als Rohstoff für die Papier- und Kartonagenherstellung verwertet werden. Strohartige Streuwiesenaufwüchse lassen sich zur Herstellung von Strohdämmplatten, Strohsplanplatten oder Strohfaserplatten nutzen (Briemle et al. 1991).

Mit dem Verfahren der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) wird Pflanzen- oder HTC-Kohle hergestellt. Feuchte und nasse Biomasse eignet sich aufgrund der nassen Verfahrensbedingungen dafür. Unter Zusatz von Wasser, Druck (10–40 bar) und bei hoher Temperatur (180–250°C) lässt sich Feucht- und Nasswiesenbiomasse in mehreren Stunden in Kohle umwandeln. Diese kann thermisch, als Bodenverbesserer, als Torfersatz in Pflanzern oder in Filtersystemen verwendet werden (DVL e.V. 2014).

Energetische Verwertung

Halmgutartige Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Pellets verwendet werden, die im Nachgang thermisch verwertet werden. Lohnenswert sind dabei auch produktive, von Seggen oder Rohrglanzgras dominierte Aufwüchse (vgl. Kap. 2.6.3 und 2.7.1). Feuchtwiesenheu weist trotz erhöhter Gesamtstaubemissionen, Rohaschegehalte und Ascheschmelztemperaturen gute Verbrennungseigenschaften auf (DVL e.V. 2014).

Bei einer Ernte im Sommer kommt eine Verwertung in der Biogasanlage in Betracht. Gut zerkleinert und in geringen Mengen kann die Biomasse in Nassvergärungsanlagen eingesetzt werden. Bei alleiniger Verwertung eignet sich ausschließlich die Feststofffermentation (Trockenvergärungsverfahren) (Wiedow et al. 2016). Material von Feuchtwiesen erreicht relativ hohe Biogaserträge von 300–530 l_n kg⁻¹ oTS, die bei 50-90 % der Erträge von Grassilage liegen. Mögliche Hemmnisse der energetischen Verwertung von Feuchtwiesen liegen in der Kleinflächigkeit und Verteilung der Flächen (DVL e.V. 2014).

Ein Praxisbeispiel stellt der BUND-Hof Wendbüdel in Niedersachsen dar. Hier wird zweischüriges Feuchtgrünlandmähgut zur Wärme- und Stomerzeugung trockenfermentiert (LM M-V 2017).

Anträge und Fördermittel

Ist die Aussaat von Mähgut und regional gewonnenem Saatgut vorgesehen, so ist § 39 Abs. 4 BNatSchG zu berücksichtigen, der das Entnehmen, Be- oder Verarbeiten wild lebender Pflanzen regelt. Bei besonders geschützten Arten findet zudem § 44 Abs. 1 Nr. 4 BNatSchG Anwendung. Nach § 45 Abs. 7 BNatSchG können die zuständigen Behörden von den Verboten in § 44 Ausnahmen, die den Schutz und die Wiederansiedlung von Pflanzenarten betreffen, zulassen. Der Biotopschutz (§ 30 BNatSchG) muss außerdem berücksichtigt werden.

Die typischen Futtergräser wie u. a. Wiesen-Fuchsschwanz und Schwingelarten sind als landwirtschaftliche Nutzpflanzen eingestuft und förderfähig, so lange eine Nutzung erfolgt (Direktzahlungen). Über die 2. Säule der GAP oder EFRE werden z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten, eine moorschonende Stauhaltung und gezielt erbrachte ökologische Leistungen bei der Landschafts- und Biotoppflege gefördert. Die Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien für Umwelt und Landwirtschaft

bzw. bei den zuständigen Ämtern für Landwirtschaft erfragt werden.

2.7.7 Weide mit Schafen

Robuste Landschaften sind zur extensiven Bewirtschaftung von feuchtem Niedermoorgrünland prinzipiell geeignet, werden aber vorrangig zur Landschaftspflege in Schutzgebieten eingesetzt. Die Beweidung wird in der Regel als Umtriebsweide, Hütehaltung oder Behirtung durchgeführt. Durch selektiven Verbiss und die Trittwirkung werden naturschutzfachlich wertvolle Pflanzen gefördert.



Abb. 13: Robuste Skudden auf einer Feuchtweide bei Schwerin, Mecklenburg-Vorpommern. Foto: F. Birr, 12/2018.

Tab. 16: Info-Box: Weide mit Schafen.

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+); im Winter höhere Wasserstände möglich
Aufwuchs:	Feuchtwiesen- mit Feuchtweidenarten
Ertrag:	Zuwachs je nach Rasse unterschiedlich
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

Standort

Schafe können generell zur Beweidung feuchter Grünländer, d. h. bei Wasserständen im Sommer von durchschnittlich 20–45 cm unter Flur, genutzt werden, wobei es Landrassen gibt, die besonders an feuchte Verhältnisse angepasst sind. Sie sind gegenüber Krankheiten, die durch die Bodenfeuchte hervorgerufen werden, weniger anfällig als Intensivrassen. Sie sind genügsamer und stellen geringere Ansprüche an den Aufwuchs. Von Schafen werden zahlreiche feuchtgebiets- bzw. moortypische Pflanzenarten gefressen. Geeignet sind Rassen wie z. B. Moorschnucke (Weiße Hornlose Hornschnucke), Skudde, Rauwolliges Pommersches Landschaf und Bentheimer Landschaf. Die Schafrassen sind jeweils an die regionalen Klimaverhältnisse durch die lange Nutzungsgeschichte angepasst, weshalb möglichst die regional geeigneten Schafrassen eingesetzt werden sollten (Nitsche & Nitsche 1994, Kersten et al. 1999, Sambras 2001, Zahn 2014a).

Haltung

Die Schafhaltung ist von einer Vielzahl von Betriebsformen gekennzeichnet, die von der Klein- bis zur Großherdenhaltung reicht. Bei der traditionellen Wanderschafhaltung, die vor allem noch im süddeutschen Raum verbreitet ist, bestehen die Herden im Mittel aus 500–600 Mutterschafen zuzüglich Nachzucht. Die sogenannte Koppelhaltung wird von Betrieben verschiedenster Größe und Struktur genutzt, wobei die Bestandsgröße im Gegensatz zur Wanderschafhaltung durch die vorhandene Futterfläche bestimmt wird. Demzufolge sind hierbei Kleinbestände vorherrschend. Unter die standortgebundene Hütelhaltung fallen die Guts- und Deichschäfereien mit teils sehr großen Beständen (Walter 2008).

Für feuchte Standorte und extensive Haltungsbedingungen empfiehlt sich eine Besatzstärke von 0,8 bis 1,5 GVE ha⁻¹. Bei produktivem Aufwuchs (Riede, Röhrichte, Hochstaudenfluren) ist auch eine kurze, ein- bis zweiwöchige und intensive Beweidung mit 10 GVE ha⁻¹ möglich. Diese Habitate sind allerdings nur mit angepassten Landrassen (z. B. Moorschnucken) beweidbar (Zahn 2014a).

Herdenführung

Die besten Ergebnisse einer Schafhaltung im Rahmen der Landschaftspflege liefert ein Schäfer, der seine Herde aktiv hütet. Dabei ist der Schäfer vielfach auf einen Herdengebrauchshund angewiesen (Chiffard 2008a). Durch die Herdenführung lassen sich intensive wie extensive Beweidungsintensitäten bewirken. Bei einem engen Gehüt wird wenig selektiert und der Aufwuchs recht gleichmäßig verbissen. Ein weites Gehüt lässt Teile des Aufwuchses unberührt, wodurch dieser zur Samenreife gelangen kann. Auch nicht abgezaunte Bereiche können von der Beweidung ausgespart werden. Der Hunger der Schafe bei Beweidungsbeginn kann ausgenutzt werden, auch bei Schafen weniger beliebte Pflanzenbestände abzuweiden. Bei hohem Besatz wird der Aufwuchs schnell abgefressen. Botanisch wertvolle Bereiche verdienen besondere Vorsicht. Bei einer Koppelhaltung sollte der Ruheplatz (Unterstand/Windschutz mit Salzlecke) ebenfalls abseits floristisch wertvoller Bereiche angeboten werden (Nitsche & Nitsche 1994, Zahn 2014a).

Vor und nach dem Beweidungsturnus kann eine ein- bis zweischürige Mahd eingeschoben werden (z. B. Mitte Juni und September, s. auch Box 5). Dieses Heu kann dann als Winterfutter verwendet werden, wobei auch ein hoher Anteil von Seggen und Binsen aus Randbereichen von Mooren verwertbar ist (Nitsche & Nitsche 1994, Woike & Zimmermann 1997). Die Stallhaltung umfasst während der Wintermonate je nach Region und Haltungsform (siehe oben) einen Zeitraum von 90–180 Tagen. Das Schaf stellt dabei geringe Anforderungen an

den Stall, der aber zugfrei und trocken sein sollte. Gängig ist der Tieflaufstall mit Einstreu und ohne besondere Wärmedämmung (Chiffard 2008b). Die Herde sollte weiterhin gegenüber dem Wolf gesichert sein (Hilfestellungen und Ansprechpartner s. Box 3).

Gesundheitsvorsorge

Die sachkundige Betreuung der Tiere ist eine Grundvoraussetzung. Der häufigste auf Feuchtgebietsstandorten auftretende Innenparasit ist der Leberegel (s. Box 6). Eine regelmäßige Klauenbeobachtung und -pflege ist notwendig, da Feuchtstandorte Ausgang für Klauenerkrankungen sein können. Bei Schafen ist dabei die Moderhinke von Bedeutung (Graunke 2008).

Moorböden zählen zu den selenarmen Standorten. Um eine ausreichende und umfassende Mineralstoffversorgung der Tiere sicherzustellen, sollten ihnen grundsätzlich Salzlecken mit Mineralzusatz oder Mineralleckeimer angeboten werden. Essentiell ist auch die Wasserversorgung – der Wasserbedarf eines erwachsenen Schafes beträgt 1,5 bis 3 l Wasser am Tag (Chiffard 2008b).

Pflege der Weidefläche

Die Weideführung sollte in Portions- oder Umtriebsweide (kurze Weidezeit mit langer Ruhezeit) erfolgen. Standweiden sind zu vermeiden, nicht zuletzt wegen des höheren Infektionsrisikos mit Endoparasiten. Winterweide findet sich vor allem in klimatisch begünstigten Regionen (Süddeutschland) im Rahmen der traditionellen Wanderschäferei. Dabei wird die Filzschicht des überständigen Grases durch die Schafherde entfernt, was das Wachstum der Wiesenpflanzen im Frühjahr begünstigt. Nach dem Winter aufgefrorene Bodenschichten werden durch eine Vorweide durch die Schafherde („Goldener Tritt“) wieder angedrückt. Gleichzeitig wird die Bestockung der Gräser gefördert, was für eine gute Narbendichte sorgt (Thomann 2008). Weitere Hinweise zu Giftpflanzen und zum Pflegemanagement sind in den Boxen 1 und 4 zu finden.

Verwertung

Eine hohe Schlachtkörperqualität wird bei jungen Lämmern unter sechs Monaten, einem Gewicht bei Mastende (Bocklämmer mindestens 43 kg, weibliche Lämmer mindestens 38 kg) sowie einem Ausschlachtungsgrad von etwa 48 % erreicht (Mendel 2008). Daneben sind die Verteilung des Fettes sowie Beschaffenheit des Fleisches wichtige Qualitätsmerkmale. Die Vermarktung erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung

In der Diepholzer Moorniederung hat die Moorbewirtschaftung mit Moorschnucken (Weiße Hornlose Heidschnucke) Tradition. Dort werden etwa 3.000 Mutterschafe der Weißen Hornlosen Heidschnucke gehalten. Um die Schäfereien wirtschaftlich zu stützen und gleichzeitig die Moorlandschaft zu erhalten, wurde 2018 ein lokaler Landschaftspflegeverband gegründet. Ziel ist vor allem, ein regionales Schlachthaus zu etablieren, um das Moorschnuckenfleisch mit gesicherter Herkunft vermarkten zu können (DVL e.V. 2019).

Anträge, Genehmigungen und Förderung

Anträge auf Schafhaltung müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft sowie beim Veterinäramt eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindlich ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse. Neben den Direktzahlungen existieren in den Bundesländern verschiedene Programme zum Erhalt und zur Förderung der Kulturlandschaft,

die über die 2. Säule der GAP oder EFRE finanziert werden.

2.7.8 Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

Flachgründige, degradierte, feuchte landwirtschaftliche Flächen auf organischen Böden, insbesondere randliche Bereiche, eignen sich potentiell für Kurzumtriebsplantagen (KUP). Weiden eignen sich gut für den Kurzumtrieb von bis zu vier Jahren. Zu der Klimawirkung von KUPs ist allerdings weitere Forschung notwendig. Daher kann eine Etablierung von Kurzumtriebsplantagen auf Niedermoorböden aus Klimaschutzbeweggründen derzeit nur im Rahmen von Erprobungsvorhaben zu Forschungszwecken empfohlen werden (vgl. Kap. 4). Hierbei sollte ein Monitoring integriert werden, was Aspekte der Biodiversität und der Klimawirkung prominent berücksichtigt.

Tab. 17: Info-Box: Weide (*Salix spec.*) im Anbau als KUP.

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+)
Etablierung:	Pflanzung
Ertrag:	Zuwachs abhängig von der Sorte: „Tordis“ liefert 3,0–6,3 t _{atro} ha ⁻¹ a ⁻¹ , mehrere Umtriebe möglich
Verwertung:	Energieholz
Voraussichtliche langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	weitere Forschung nötig



Abb. 14: Kurzumtriebsplantage mit Weiden bei Müncheberg, Brandenburg. Foto: P. Schulze.

Pflanzmaterial

Es gibt speziell für KUP geeignete, ertragsstarke Sorten der Weide. Für die vorliegenden Standorte eignen sich zum Beispiel schwedische Sorten wie Tordis [(*Salix viminalis* x *S. schwerinii*) x *S. viminalis*], Tora (*S. viminalis* x *S. schwerinii*), Inger (*S. triandra* x *S. viminalis*) und Sven [*S. viminalis* x (*S. viminalis* x *S. schwerinii*)]. Da diese Sorten der einheimischen Flora und Fauna nur bedingt Lebensraum bieten, kann die Vielfalt der KUP-Gehölze durch die Beimischung einheimischer Arten aufgewertet werden (Jennemann et al. 2012). Ist der Standort zum Anbau mehrerer Weidensorten mit ähnlicher Wuchsleistung geeignet, kann eine Pflanzung in streifenweiser Mischung angelegt werden (ETI 2013). Durch die höhere Diversität innerhalb der KUP-Gehölze werden ein erhöhtes Lebensraumangebot sowie eine höhere Lebensraumqualität geboten. Eine artenreichere Besiedlung der KUP ist so möglich (Jennemann et al. 2012). Allerdings können die einzelnen Sorten auf dem gegebenen Standort Unterschiede in der Wachstumsleistung zeigen.

Die Anzahl der Pflanzen pro Fläche richtet sich in erster Linie nach dem Produktionsziel und der dementsprechend angestrebten Umtriebszeit. Für angestrebte Umtriebszeiten von zwei bis vier Jahren werden Pflanzzahlen zwischen 8.000–15.000 Stück ha⁻¹ empfohlen. Dabei sollte der Pflanzabstand innerhalb der Reihe 30 cm nicht unterschreiten (ETI 2013).

Pflanzverfahren

Ist die Fläche befahrbar und eine Bodenbearbeitung ohne Einschränkungen möglich, so ist eine maschinelle Steckholzpflanzung zu empfehlen. Diese stellt die kostengünstigste Variante dar. Dabei werden mit speziellen Pflanzmaschinen, die fortlaufend manuell bestückt werden, 20 cm lange Stecklinge fest in den Boden gebracht. Wenn ein Umbruch oder der maschinelle Einsatz vermieden werden soll, wird eine Rutenpflanzung gewählt. Wird die Fläche nicht umgebrochen, muss gewährleistet werden, dass die Steckruten den Kapillarsaum von anstehendem Grundwasser erreichen und die Konkurrenzvegetation zur Verringerung der oberirdischen Lichtkonkurrenz kurzgehalten wird. Die Pflanzung kann sowohl mit Maschinen durchgeführt werden, als auch manuell mit Pflanzbohrern (Schröder et al. 2015).

Pflanzzeitpunkt

Die Pflanzung erfolgt im Frühjahr (März-Mai) bei möglichst windstillem, trockenem, bedecktem Wetter, sobald die Fläche befahrbar und der Boden frostfrei ist, damit der Anwuchs und das Austreiben vor einer möglichen Frühjahrstrockenheit gesichert sind. Zusätzlich verliert das im Winter gewonnene Pflanzgut an Vitalität, wenn es zu lange Zeit gelagert wird (ETI 2013, LfULG 2014). Eine zeitversetzte Anlage von Abschnitten mit unterschiedlicher Umtriebszeit auf der Fläche erhöht die Strukturvielfalt und damit die Lebensraumqualität für Flora und Fauna (Jennemann et al. 2012).

Pflege

Insbesondere im Etablierungsjahr ist eine Regulierung der Begleitvegetation erforderlich, um den Konkurrenzdruck um Wasser und Licht für die Ruten zu minimieren. Zum Erhalt der Grasnarbe und Schonung der Kohlenstoffvorräte im Boden wird alle 3–4 Wochen gemäht oder gemulcht. Ist der Boden zeitweise zu weich oder wird der Einsatz von großen Maschinen nicht gewünscht, können z. B. Hochgrasmäher, andere kleine Mähmaschinen (mit oder ohne Mulchvorsatz) oder Freischneider verwendet werden. Bei KUP sind keine zusätzlichen Düngergaben erforderlich. Durch die Ernte im Winter nach dem Laubabfall wird ein Teil der Nährstoffe dem Boden zurückgeführt. Schwach entwässerte Niedermoore liefern zudem durch

die Mineralisierungsprozesse der organischen Substanz und den Basenreichtum des Grundwassers kontinuierlich Nährstoffe nach (Schröder et al. 2015).

Schädlingsmanagement

Größte Schäden an den Jungpflanzen werden durch Schalenwild (Reh-, Dam-, Rotwild) verursacht. Verbiss tritt vor allem an jungen Trieben der Weide auf. Fegeschäden betreffen Weiden auch schon im jungen Alter. Schälschäden werden erst bei älteren Pflanzen mit ausgebildeten Stämmen relevant. Generell empfiehlt sich in Gebieten mit höherem Wildbesatz die Anlage von großflächigen KUP, so dass sich der Wilddruck verteilt. Eine angemessene Bejagung ist die beste Lösung, um größere Schäden zu vermeiden (ETI 2013). Um eine Monotonisierung der Landschaft durch großflächige KUPs zu minimieren, empfehlen sich biodiversitätsfördernde Maßnahmen wie Schaffung/Erhalt von Bestandslücken, Anlage von Blühstreifen oder Strauchmänteln um der heimischen Flora und Fauna ein höheres Lebensraumangebot zu bieten (Jennemann et al. 2012).

In Gewässernähe können Biber Schäden an den Bäumen verursachen (ab 5 cm Durchmesser beobachtet). In diesem Fall können sich Zäune als wirkungsvolle Maßnahme zum Schutz der Plantage erweisen (ETI 2013).

Als Insektenschädlinge können der Blaue Weidenblattkäfer (*Phratora vulgatissima*), Drahtwürmer (Larven von Schnellkäfern, Familie Elateridae) und Kleine Weidenblattwespe (*Nematus caeruleocarpus*) auftreten und zum Teil heftige wirtschaftliche Schäden auslösen. Nützlinge wie Parasitische Wespen, Raub- und Schwebfliegenarten sind wichtige Gegenspieler und können die Ausbreitung der Schädlinge an KUPs vermindern oder sogar gänzlich verhindern (LfULG 2014).

Erntezeitpunkt und Ertrag

Die Ernte erfolgt grundsätzlich nur in der Zeit der Vegetationsruhe von November bis März, um Schädigungen und damit Vitalitätseinbußen der Pflanzen zu vermeiden (ETI 2013). Da der März bereits zum Brutzeitraum für Vögel gehört, sollte die Ernte in den Wintermonaten bis Februar durchgeführt werden. Eine abschnittsweise Beerntung erhöht dabei die Strukturvielfalt und damit die Lebensraumqualität (Jennemann et al. 2012). Für die maschinelle Ernte sind lang anhaltende Frostperioden, in denen der Boden tief gefroren ist, unerlässlich, um die Befahrbarkeit des Bodens zu garantieren.

In einem Anbauversuch mit der Weidensorte „Tordis“ auf vernässtem Niedermoorgrünland konnten Erträge zwischen 3,0 und 6,3 t_{atro} ha⁻¹ a⁻¹ (1. Rotation, 4 Wuchsjahre) berechnet werden (Koim & Murach 2015).

In den Niederlanden (Zegveld) wurden gute Wachstumsleistungen eines durch Stecklinge etablierten Silberweidenbestands (drei Pflanzen pro m²) auf rund 400 m² Niedermoorboden bei mittleren Wasserständen in Flur festgestellt, wobei im Vorfeld der Oberboden abgeschoben wurde. Die Klimawirkung von Oberbodenabträgen wird in Kap. 4 diskutiert. Bei konstant hohen Wasserständen von 10–30 cm über Flur oder bei niedrigen Tiefstwasserständen von rund 50 cm unter Flur war die Wachstumsleistung dagegen mäßig bis schlecht (Geurts & Fritz 2018).

Ernteverfahren

Weiden im Kurzumtrieb mit Ernteintervallen von zwei bis vier Jahren können in Hackgutlinien oder in Rutenlinien geerntet werden. Bei den Hackgutlinien fahren ein Häcksler und ein Traktor

mit Anhänger parallel nebeneinander her. Die Bäume werden vom Häcksler in einem Arbeitsgang gefällt und gehackt und anschließend als Hackschnitzel in den Hänger gefüllt. Dadurch entstehen bei diesem Verfahren die geringsten Erntekosten (ETI 2013). Bei den Ruten- oder Bündellinien werden die Bäume mit geeigneter Technik, z. B. von einem Stemster, abgeschnitten und am Feldrand zwischengelagert. Die Ernteleistung ist hierbei etwas niedriger als bei der Hackgutlinie (LfULG 2014).

Erntetechnik

Für die Hackgutlinien können Feldhäcksler oder Anbaumähhackler eingesetzt werden. Die Erntemaschinen können mit unterschiedlichen Fahrwerken wie Doppel- bzw. Zwillingsbereifung oder Breitreifen mit Druckluftregelung an die Bodenverhältnisse angepasst werden. Das Hackgut wird direkt in einen an die Erntemaschine angehängten Hänger geblasen. Je nach Länge der Ernteintervalle und damit Schnittdurchmesser der Gehölze kommt bei den Rutenlinien unterschiedliche Technik zum Einsatz. Bei Schnittdurchmessern der Gehölze von unter 8 cm kann die Ernte mit Mähseparatoren bzw. Mähbündlern durchgeführt werden, woran sich die Verfahren der Hackgutlinien anschließen können (ETI 2013).

Energetische Verwertung

Die energetische Nutzung des Holzes kann in Form von Holzbriketts, Holzpellets, üblicherweise jedoch als Hackschnitzel erfolgen. Auf Grund der einheitlichen Qualität eignen sich Pellets insbesondere für Verbrennungsanlagen mit automatischer Beschickung (ETI 2013). Hackschnitzel können nach Größe und Wassergehalt sortiert nach Schüttraummeter vermarktet werden. Der Leistungsbereich von Hackschnitzelanlagen reicht von 15 kW bis hin zu mehreren MW (Reeg et al. 2009, ETI 2013). Der Vermarktungserfolg der Hackschnitzel ist abhängig von der Homogenität des Materials, dem Wassergehalt, der Stückigkeit, dem Aschegehalt und dem Anteil von Blattresten.

Die Rentabilität einer KUP ist von vielen Faktoren abhängig. Neben der Ertragsmenge sind insbesondere die Ernte- und Transportkosten ausschlaggebend. Je größer die Entfernung vom Ackerstandort zum Lager- oder Verarbeitungsort ist, desto höher sind die anfallenden Kosten. Informationen zur Kostenkalkulation stehen z. B. in Strohm et al. (2012) und Schweier et al. (2013) zur Verfügung. Über waldwissen.net wird ein KUP-Ernteplaner mit wirtschaftlicher Ausrichtung zur Verfügung gestellt.

Pharmazeutische Verwertung

Als pharmazeutische Rohstoffpflanze kommt der Weide seit einigen Jahren wieder Bedeutung zu. Viele Weidenarten enthalten die gegen Schmerzen und rheumatische Beschwerden wirksamen Salicylate (Pahlow 1993), die heute überwiegend synthetisch z.B. in China und Indien hergestellt werden. Je nach Weidenart sind in der Rinde 1,5 bis über 11 % Salicylate mit unterschiedlicher Zusammensetzung enthalten. Zur Extraktgewinnung werden die Zweige ein- bis dreijähriger Weiden zunächst gehäckselt und anschließend extrahiert (LfULG 2014).

Genehmigungen

KUP mit Umtriebszeiten von nicht länger als 20 Jahre sind nach § 2 Bundeswaldgesetz kein Wald. Es handelt sich daher nicht um eine Erstaufforstung. KUP sind grundsätzlich als landwirtschaftliche Kultur definiert und somit im Rahmen der landwirtschaftlichen Bodennutzung nach § 14 BNatSchG von der Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung ausgeschlossen. Je nach Bundesland können dazu in den jeweiligen Naturschutzgesetzen abweichende Regelungen getroffen werden. Ist die beabsichtigte

Anbaufläche bisher als Grünland genutzt, kann der Anbau von KUP im Widerspruch zum Erhaltungsgebot des Grünlands stehen und ist i. d. R. als Umwidmung im Rahmen der maximal 5%-Verlustquote an landesweitem Grünland zu beantragen (Schröder et al. 2015).

Förderinstrumente

Für die Etablierung einer KUP kann die Investitionsförderung entsprechend des GAK-Rahmenplans im Förderbereich 2 (Umsetzung auf Länderebene), die Förderung in den ILE/LEADER-Regionen (abhängig von der Schwerpunktsetzung) oder zinsgünstige Darlehen der Deutschen Rentenbank in Anspruch genommen werden (Peschel 2016).

Die Bewirtschaftung wird folgendermaßen gefördert: Nach der Bekanntmachung Nr. 05/10/31 (BAnz Nr. 52 S. 1) der Liste der für Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprämie geeigneten Arten und deren maximale Erntezyklen (NwaldZyklBek) vom 12. Mai 2010 sind Weiden beihilfefähig. Das bedeutet, dass für die KUP die Direktzahlung (Flächenprämie) gemäß der derzeit gültigen GAP-Richtlinien in Anspruch genommen werden kann. KUPs werden dabei als Dauerkulturen eingestuft.

Nach der Verordnung (EG) 1120/2009 sind auf landwirtschaftlichen Flächen KUP nur dann beihilfefähig, wenn die Fläche des Betriebsinhabers wenigstens einen Hektar beträgt und die Mindestgröße des Einzelschlages 0,3 ha nicht unterschreitet (ETI 2013).

Betriebe, die mehr als 15 ha Ackerland bewirtschaften, müssen seit dem 1.1.2015 5 % ihrer Ackerfläche als sogenannte ökologische Vorrangflächen (öVF) vorhalten. Bestimmte Weiden-Arten (*Salix triandra*, *Salix viminalis* und ihre Kreuzungen) sind laut Anhang 1 DirektZahlDurchfV eine Option, die öVF-Kategorien zu erfüllen und können mit einem Gewichtungsfaktor von 0,5 (Erhöhung ab 2018, vorher: 0,3) angerechnet werden.

Für den Absatz bestehen erhöhte Vergütungssätze für Strom aus KUP-Holz für EEG-Anlagen. Holzheizungssysteme werden z. B. über das BAFA oder die KfW gefördert (Peschel 2016).

2.7.9 Arznei- und Gewürzpflanzen im Anbau

Eine weitere Möglichkeit feuchter bis nasser Niedermoornutzung ist der Anbau von Feuchtgebietspflanzen zur menschlichen Ernährung oder für die Herstellung von Arzneimitteln (Abel 2016). Dabei haben einige Moorpflanzen ein großes Potential für eine wirtschaftliche Nutzung (s. Tab. 6), für die aber neue Anbauverfahren entwickelt und erprobt werden müssen. Durch den gezielten Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen können die Wildpopulationen geschützt und die Produktion an die Qualitätsanforderungen der Verarbeiter angepasst werden (Baranyai 2016). Abel et al. (2019) berichten über einen ersten erfolgreichen Anbau von Sonnentau auf einer ca. 3,5 ha teilweise abgetorften Hochmoorfläche.

Tab. 18: Auswahl an Medizinal- und Gewürzpflanzen sowie Futterpflanzen, die potentiell auf feuchten bis nassen Niedermooren angebaut werden können (nach Abel 2016).

Name		Verwendung	Anmerkung
Echte Engelwurz	<i>Angelica archangelica</i>	Medizin	Anbau erfolgreich getestet (Schalitz & Behrendt 2007). Einsatz bei Magen-Darm-Beschwerden und als Hustenmittel. Krampflösende Eigenschaften (Pahlow 1993)
Wilder Sellerie	<i>Apium graveolens</i>	Nahrung (Gemüse)	

Name		Verwendung	Anmerkung
Großer Algenfarn	<i>Azolla filiculoides</i>	Futter	hohes Potential auf überstauten Flächen als proteinreiches Grundfutter (Abel et al. 2019)
Echtes Mädesüß	<i>Filipendula ulmaria</i>	Medizin	Anbau erfolgreich getestet (Kersten et al. 1999). Einsatz bei Rheuma und Gicht (Pahlow 1993).
Faulbaum	<i>Frangula alnus</i>	Medizin	Einsatz als Abführmittel (Pahlow 1993)
Mariengras, Bisongras	<i>Hierochloe odorata</i>	Nahrung (Aromastoff)	
Ufer-Wolfstrapp	<i>Lycopus europaeus</i>	Medizin	Anbau erfolgreich getestet (Kersten et al. 1999). Einsatz bei Herzstörungen (Nervosität, Herzrasen), Schilddrüsenüberfunktion (Pahlow 1993)
Fiebertree	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Medizin	Anbau erfolgreich getestet mit allerdings hohen Verbissraten (Kersten et al. 1999). Einsatz bei Magen-Darm-Beschwerden (Pahlow 1993).
Wasserfenchel	<i>Oenanthe aquatica</i>	Medizin	Einsatz bei Husten, Blähungen und zur Entwässerung (Pahlow 1993)
Wasserpfeffer	<i>Persicaria hydropiper</i>	Nahrung (Gemüse)	
Pestwurz	<i>Petasites hybridus</i>	Medizin	Anbau erfolgreich getestet (Kersten et al. 1999, Schälitz & Behrendt 2007).
Baldrian	<i>Valeriana officinale</i>	Medizin	Anbau erfolgreich getestet (Kersten et al. 1999, Schälitz & Behrendt 2007). Einsatz bei nervösen Reizzuständen, nervösem Herzklopfen und bei Schlaflosigkeit (Pahlow 1993)
Wasserreis	<i>Zizania palustris</i>	Nahrung (Getreide)	

Bisherige Versuche zum Anbau von Heilpflanzen

Bisher wurde der Anbau verschiedener Heilpflanzen auf einem wiedervernässten Durchströmungsmoor im Peenetal (Mecklenburg-Vorpommern) erprobt (Kersten et al. 1999). Es handelte sich dabei um die Arten Fiebertree (*Menyanthes trifoliata*), Beinwell (*Symphytum officinale*) Baldrian (*Valeriana officinale*), Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Kalmus (*Acorus calamus*), Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Wasser-Dost (*Eupatorium cannabinum*), Pestwurz (*Petasites hybridus*) und weitere. Zeitweise waren die Grundwasserstände auf der Versuchsfläche jedoch zu trocken. Auch der Verbiss bestimmter Kulturen (v. a. Fiebertree und Mädesüß) durch Wildtiere führte zu Ertragseinbußen. Im Ergebnis erschienen vor allem der Anbau von Pestwurz, Baldrian und Mädesüß als erfolgsversprechend.

Schälitz & Behrendt (2007) haben in Versuchen den Anbau von Arten wie Baldrian (*Valeriana officinale*), Beinwell (*Symphytum officinale*), Engelwurz (*Angelica archangelica*) und Pestwurz

(*Petasites hybridus*) auf schwach torfzehrenden (höchster Wasserstand: 30 cm unter Flur), humosen bis moorigen Standorten getestet. Die Autoren empfehlen, dass sich Anbaubetriebe im Vorfeld vertraglich mit Verarbeitern und Händlern einigen und sich auf wenige, aber standörtlich gut an nasse Moore angepasste Kulturen spezialisieren sollten.

Arznei- und Gewürzpflanzen werden entweder als Nischenprodukt in landwirtschaftlichen Betrieben oder in spezialisierten Gärtnereien angebaut. Je nach Absatz und Kulturarten erfolgt der Anbau der Pflanzen großflächig oder in kleinen Anbauparzellen. Im großflächigen Anbau werden meist nur wenige, standörtlich angepasste Arten kultiviert, die bestenfalls mit vorhandener Technik geerntet werden können. Der kleinparzellierte Anbau findet z. B. in direktvermarktenden Betrieben oder in Betrieben mit einer hochspezialisierten Absatznische statt. Hierbei sind ein hoher Handarbeitsaufwand und einfache maschinelle Hilfsmittel kennzeichnend. Neben der Direktvermarktung können die Produkte auch über Großhändler (Mindestmengen in homogener Qualität notwendig), Apotheken, Drogerien oder den Einzelhandel verkauft werden.

2.8 Klimaschädliche Bewirtschaftungsverfahren von Moorböden

2.8.1 Ackernutzung

Aktuell werden in Deutschland noch etwa 380.000 ha organische Böden als Acker genutzt (Abel et al. 2019). Für eine Ackernutzung auf organischen Böden wird die Fläche jährlich umgebrochen oder durch den Einsatz von Glyphosat pfluglos von Beikräutern bereinigt und mit Ritzsaaten neu bestellt. Dazu wird mit konventioneller Landtechnik gewirtschaftet und der Grundwasserstand auf mindestens 60 cm unter Flur abgesenkt (Kowatsch et al. 2008). Im Sommer kann es aufgrund von noch niedrigeren Grundwasserständen zu Trockenstress bei den Pflanzen kommen, der in niederschlagsarmen Regionen nicht durch infiltrierendes Niederschlagswasser kompensiert werden kann. Die Torfmineralisierung führt neben hohen Treibhausgasemissionen auch zu Höhenverlusten von 0,32–1,14 cm a⁻¹ in Abhängigkeit der ehemaligen Moormächtigkeit (Fell et al. 2015). Daneben spielen hohe Stickstoffausträge mit hohem Nitratanteil eine Rolle. Die Ackernutzung auf Moorböden ist also weder mit Klimaschutz noch abiotischem Ressourcenschutz vereinbar. Diese Äcker bieten außerdem kaum Potential für (moortypische) Biodiversität. Bei der Etablierung von nassen Bewirtschaftungsverfahren sollte der Umwandlung von Mooräckern eine hohe Priorität eingeräumt werden, da hier am meisten für den Klima- und Biodiversitätsschutz erreicht werden kann und keine naturschutzfachlichen Restriktionen bzw. Zielkonflikte vorliegen (vgl. Kap. 3). Da diese Flächen aber für die Landwirtschaft oft die höchste betriebswirtschaftliche Bedeutung haben, müssen hier besonders attraktive Anreize oder aber ordnungsrechtliche Vorgaben zur Umstellung in nasse Nutzungen geschaffen werden.

2.8.2 Intensiv genutztes Grünland

Grünland ist mit etwa 1,1 Mio. ha aktuell die flächenmäßig relevanteste landwirtschaftliche Nutzungsform auf organischen Böden in Deutschland (Abel et al. 2019). Jegliche intensive Grünlandnutzung als Wiese, Weide oder Mähweide setzt Wasserstände von mindestens 60 cm unter Flur voraus (Wojahn & Schmidt 1987), damit die Flächen einerseits mit schlagkräftiger, herkömmlicher Landtechnik befahren und andererseits energie- und eiweißreiches Grundfutter von der Fläche gewonnen werden kann (Kowatsch et al. 2008). Wie bei einer Ackernutzung auf Niedermoor resultieren daraus erhebliche Torfverlusten, die 0,32–1,07 cm a⁻¹ in Abhängigkeit von der ehemaligen Moormächtigkeit betragen können (Fell

et al. 2015). Über die Torfmineralisierung werden zudem große Mengen an Stickstoff ausgetragen. Außerdem stellen sich durch die Vielschnittnutzung und die starke Düngung in der Regel artenarme Biozönosen mit stetem Vorkommen von wenigen Ubiquisten ein. Die auf tiefer Entwässerung und intensiver Düngung basierende Grünlandnutzung ist unter Aspekten des Klima- und Biodiversitätsschutzes keine günstige Nutzungsoption auf Niedermooren, weswegen sie nicht in den Steckbriefkatalog mit aufgenommen wird. Dauergrünländer besitzen auch auf organischen Böden einen Schutzstatus, welcher bei der Umstellung in nasse Nutzungsformen berücksichtigt werden muss. Grundsätzlich gilt das Grünlandumbruchsverbot (s. Kap. 2.9.1).

2.8.3 Beerenkulturen (Kultur-Heidelbeere und Cranberry)

Kulturheidelbeeren werden in Deutschland auf 3.040 ha angebaut (Statistisches Bundesamt 2019), wobei 60 % der Anbaufläche auf das Land Niedersachsen entfallen (Landesamt für Statistik Niedersachsen 2019). Der großflächige Anbau von Beeren (*Vaccinium corymbosum* und *V. macrocarpon*) auf organischen Böden erfordert ein hohes Maß an aktiver Wasserstandsregulierung. Notwendig sind Deiche und Wasserregulationsvorrichtungen zum Zwecke der Bewässerung, des Frostschutzes, sowie teilweise zur Düngung und dem Ausbringen von Pestiziden über Sprenkleranlagen. Für die Ernte werden die Flächen geflutet und die abgerissenen und aufschwimmenden Beeren mit einem Hubschrauber zum Feldrand geschoben, wo sie manuell abgeschöpft werden. Durch diese intensive Wasserstandsdynamik ist von hohen Torfmineralisationsraten auszugehen (Kowatsch et al. 2008). Sehr hohe Treibhausgasemissionen (verursacht durch CH₄) sind weiterhin bei der Flutung der Fläche anzunehmen. Eine Alternative wäre allerdings die preisintensivere manuelle Ernte, die ohne Flutung durchgeführt werden könnte. Der Ursprung der Kultur-Heidelbeere liegt in Nordamerika, weswegen sie in Deutschland als Neophyt eingestuft wird und in Niedersachsen bereits zu Vegetationsveränderungen in Mooren geführt hat (Kowarik 2003). Der Anbau von Beeren auf wiedervernässten organischen Böden ist als kritisch einzustufen und kann derzeit nicht für die Praxis empfohlen werden.

2.9 Rahmenbedingungen

2.9.1 Rechtlicher Rahmen

Bei der praktischen Umsetzung von Paludikultur auf lokaler Ebene bedarf es einer engen Zusammenarbeit mit den entsprechenden Ämtern. Die Umsetzbarkeit von Paludikultur bewegt sich gegenwärtig noch im Grenzbereich bestehender Gesetze und agrarpolitischer Rahmenbedingungen, vor allem dann, wenn gezielt Nasskulturen (Schilf, Rohrkolben) angebaut werden sollen, was über eine herkömmliche Feucht- und Nasswiesennutzung hinausgeht. Dadurch ist eine für die Landwirtschaft dringend benötigte Planungssicherheit nicht immer gegeben. Der rechtliche und förderpolitische Rahmen muss daher so gestaltet werden, dass eine Umsetzung nasser Landnutzung auf Niedermooren auf aktuell entwässerungsbasierten, intensiv genutzten Feldblöcken gefördert wird (Wichtmann et al. 2016). Das Ziel muss es sein, die „nasse“ Landwirtschaft auf Mooren im Vergleich zu entwässerungsbasierter Nutzung besser zu stellen, da sie eine im Vergleich substantiell klimaschonende und biodiversitätsfördernde Wirkung hat.

Bei der Umsetzung von „nasser“ Landwirtschaft werden verschiedene Rechtsbereiche berührt, u. a. Wasser-, Boden-, Naturschutz- und Agrarumweltrecht. Die nasse Landnutzung umfasst neben der Etablierung angepasster Pflanzenbestände eine dauerhafte Anhebung der

Wasserstände sowie eine regelmäßige Befahrung und Nutzung der Fläche. Nasse Landnutzungen wurden bisher nur unzureichend vom nationalen und europäischen Gesetzgeber berücksichtigt (Czybulka & Kölsch 2016). Inwieweit bestehende Gesetze und Rahmenbedingungen hier ausreichende Voraussetzungen bieten bzw. auch Anpassungen notwendig sind, wird im Folgenden diskutiert. Nachfolgend soll ein Überblick über einige „Stellschrauben“ gegeben werden. Eine vollständige Betrachtung dieses sehr umfangreichen Themenfeldes ist aber im Rahmen von KLIBB nicht möglich. Die angesprochenen Themenfelder können aber Anlass für vertiefende Analysen sein.

Wasserrecht

Das Wasserrecht in Form des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und der entsprechenden Wassergesetze der Länder kommt zur Anwendung, sowie Gewässer (inkl. Grundwasser und Entwässerungsgräben) von einer geplanten Maßnahme betroffen sind (Czybulka & Kölsch 2016). Entsprechend § 2 Abs. 2 WHG können die Bundesländer kleine Gewässer von den Bestimmungen des WHG ausnehmen. Wenn bei einem Vorhaben die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer notwendig ist (Gewässer Ausbau), kommt ein Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren zur Anwendung. Dafür zuständig ist die Untere Wasserbehörde. Die Zulässigkeit der Bewirtschaftung der Fläche wird dabei jedoch nicht geprüft. Wegen der Komplexität des Verfahrens sollte die aktive Beteiligung der Landwirte eingefordert werden. Dringend empfohlen wird außerdem der frühzeitige Kontakt mit den im Projektgebiet zuständigen Wasserbehörden. Die nasse Landnutzung muss mit den planerischen Vorgaben der Wasserbehörde übereinstimmen. Es sollten mögliche Synergien zwischen Moorschutz, Bodenschutz, Wasserschutz, Wasserhaltung etc. daher frühzeitig diskutiert und genutzt werden.

Wenn kein Gewässer Ausbau notwendig ist, ist für die Wasserstands anhebung dennoch eine wasserrechtliche Erlaubnis nötig. Dies ist in der Regel erfolgreich, wenn keine schädlichen Gewässer veränderungen zu erwarten sind. Wenn das Vorhaben in einem Wasserschutzgebiet liegt, kann eine „nasse“ Landnutzung rechtlich begünstigt werden, weil normalerweise weder gedüngt wird noch Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden (Czybulka & Kölsch 2016).

Ob eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) notwendig ist, wird im jeweiligen Einzelfall geprüft. Bei kleineren Wiedervernässungsmaßnahmen ist davon auszugehen, dass diese aufgrund von hohen Grenzwerten für das jährliche Wasservolumen nicht UVP-pflichtig sind (Schäfer & Yilmaz 2019).

Naturschutzrecht bei Wiedervernässung

Wiedervernässungsmaßnahmen werden auch im Rahmen der Naturschutzgesetzgebung entsprechend der Eingriffs- und Ausgleichsregelung (§ 13 ff. BNatSchG) geprüft (Czybulka & Kölsch 2016). Bei der Durchführung von Moorwiedervernässung im Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichsregelung gibt es bisher nur in Mecklenburg-Vorpommern seit 2018 Regelungen zum Ausschluss von Anbaukulturen als Kompensationsflächen.

Eine Einrichtung von Paludikultur mit Wasserstands anhebungen in Schutzgebieten (NSG, FFH-Gebiet, SPA) ist im Rahmen der jeweiligen Vorgaben der Schutzgebietsverordnungen bzw. Managementpläne möglich, hierbei sollten aber v. a. die extensiven Formen der Nassgrünlandnutzungen hinsichtlich ihrer Eignung geprüft werden, welche neben der Klimaschutzfunktion auch eine hohe Wertigkeit für den Naturschutz bieten.

Maßnahmen, die die Erhaltungsziele eines Natura2000-Gebiets beeinträchtigen, sind allerdings unzulässig. Wenn Unsicherheiten über Störungen und Beeinträchtigungen bestehen, ist eine FFH-Verträglichkeitsprüfung vorzunehmen. Als günstig gilt dabei, dass viele Schutzgebietsverordnungen als Schutzzweck die Wiedervernässung von Mooren enthalten. Daran kann bei Wiedervernässungen angesetzt werden, allerdings nur, wenn durch die Wiedervernässung kein anderer Schutzzweck (z. B. Wiesenbrüterschutz) gefährdet wird (Czybulka & Kölsch 2016). Bei einer großflächigen Wiedervernässung der landwirtschaftlich genutzten Moorböden und einer Umwandlung der klimaschädlichen intensiven Nutzungsformen in nasse Nutzungen sollten solche Konflikte aber kaum auftauchen. In den trockeneren Randbereichen von Vernässungsgebieten können von vornherein Ersatzhabitate mitgedacht werden, die gleichzeitig als Pufferzone zu der intensiveren Landwirtschaft fungieren können.

Naturschutzrecht und Flächenbewirtschaftung

Die landwirtschaftliche Bodennutzung ist grundsätzlich kein Eingriff in Natur und Landschaft entsprechend der Eingriffs- und Ausgleichsregelung (§ 13 ff. BNatSchG), wenn die Anforderungen der „guten fachlichen Praxis“ eingehalten werden (Czybulka & Kölsch 2016). Paludikulturen wären als herkömmliche, landwirtschaftliche Bodennutzung zu werten, da sie unmittelbar der Gewinnung landwirtschaftlicher Erzeugnisse dient. Somit würden diese ebenfalls nicht unter die Eingriffs- und Ausgleichsregelung fallen. Das Bundesverwaltungsgericht hat jedoch in einem Urteil von 1997 der traditionellen Rohrmahd mangels Planmäßigkeit den Charakter der landwirtschaftlichen Bodennutzung abgesprochen, weil neben jährlichem Schnitt keine Bestellung, Pflege oder Bearbeitung des Bodens erfolgt. Mit der Etablierung, Pflege und Mahd von Paludikulturen wäre aber die Planmäßigkeit gegeben, weswegen sie keinen Eingriff darstellt, wenn die Bewirtschaftung entsprechend der „guten fachlichen Praxis“ durchgeführt würde. Für die „gute fachliche Praxis“ wären die Vorschläge von Wichtmann et al. (2018) heranzuziehen, insbesondere die Anpassung von Technik und Mahdzeitpunkt an die Fläche und die Vermeidung von Bodenverdichtungen (§ 17 BBodSchG). Die Vorschläge zur „guten fachlichen Praxis auf Moorböden“ sind allerdings noch nicht in Ländervorgaben eingearbeitet. Wäre dies der Fall, so wären bei der Einhaltung dieser Vorgaben keine Genehmigungen oder Anzeigen nötig und auch keine Folgen der Eingriffs- und Ausgleichsregelung zu erwarten (Czybulka & Kölsch 2016).

Schilf-Paludikulturen könnten unabhängig von ihrer Entstehung (spontan oder gezielt angepflanzt) unter den Biotopschutz nach § 30 BNatSchG (Röhricht, Moore, Sümpfe oder uferbegleitende Vegetation) fallen. Dieser Schutz umfasst aber meist nur Wasserröhrichte an Gewässerrändern; Schilfbestände in Paludikultur wären vergleichbar mit Landröhrichten als Sukzessionsstadien und somit keine geschützten Bestände. In einigen Bundesländern (z. B. Brandenburg, Schleswig-Holstein) sind allerdings Landröhrichte auf Moorböden oder feuchten bis nassen Böden unabhängig von ihrer Entstehung nach den jeweiligen Landesnaturschutzgesetzen geschützt. Für diese Flächen gilt, dass landwirtschaftliche Nutzung als Tatbestand der Veränderung, Zerstörung, Beschädigung usw. gehandhabt werden kann, wenn eine erhebliche Beeinträchtigung entsteht. Bei gesetzlich geschützten Biotopen, die während der Laufzeit einer vertraglichen Vereinbarung oder der Teilnahme an öffentlichen Programmen zur Bewirtschaftungsbeschränkung entstanden sind, gilt der Biotopschutz jedoch nicht für die Wiederaufnahme einer zulässigen land-, forst-, oder fischereiwirtschaftlichen Nutzung innerhalb von zehn Jahren nach Beendigung der betreffenden vertraglichen Vereinbarung oder der Teilnahme an den betreffenden öffentlichen

Programmen (§ 30 (5) BNatSchG).

Aus naturschutzfachlicher Sicht sollte bei Schilfbeständen konsequent unterschieden werden zwischen 1. natürlich aufgewachsenen, langlebigen Schilfröhrichten, die i. d. R. geschützte Biotope darstellen, die im Einklang mit naturschutzfachlichen Zielen und gesetzlichen Vorgaben (§ 39 (5) BNatSchG) bewirtschaftet werden können, 2. spontan aufwachsenden Schilfbeständen nach Wiedervernässung eines Feldblocks, die unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Vorgaben bewirtschaftet werden und 3. Schilf-Anbaukulturen. Für Anbaukulturen könnte so verfahren werden, dass diese nicht als Röhrichte im Sinne des Naturschutzrechts angesehen werden und daher vollständig geerntet werden könnten (Czybulka & Kölsch 2016). Dadurch würden Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümern Anreize gesetzt, auf eine nasse Bewirtschaftung mit Schilf umzustellen. Alternativ könnte auf eine (vorgezogene) Kompensation bei zusätzlich angepflanzten Beständen bei gleichzeitigem Stehenlassen von ungenutzten Abschnitten zurückgegriffen werden. Schützenswerte Bestände blieben so erhalten und zuvor wenig wertvolle Flächen würden aufgewertet. Dringend erforderlich ist hierbei eine Dokumentation des Ausgangszustands vor der Bepflanzung (Czybulka & Kölsch 2016).

Wenn Schilf zur weiteren Verwertung geschnitten werden soll, müssen auch Artenschutzanforderungen berücksichtigt werden. Diese sehen z. B. den Schutz von Röhricht bewohnenden Vögeln in der Vegetationsperiode vor, sodass die Röhrichte nur von Oktober bis Februar zurückgeschnitten werden dürfen (§ 39 Abs. 5 S. 1 Nr. 3 BNatSchG). Zum Erhalt von Althalmen aus dem Vorjahr ist das Zurückschneiden in natürlichen Beständen nur abschnittsweise erlaubt, weil viele Arten auf stehende Althalme angewiesen sind (Deutscher Bundestag 2009 in LM M-V 2017).

Das sogenannte Zugriffsverbot tritt dann in Kraft, wenn sich auf den Flächen regelmäßige Brutstätten von besonders geschützten Arten entwickeln (z. B. Röhricht bewohnende Vögel nach § 44 Abs. 1 BNatSchG). Wenn die Brutstätten aufgrund der Nutzung entstanden sind, ist eine weitere Nutzung erlaubt, wenn sie nicht gegen das Zugriffsverbot verstößt. Bei Einhaltung der guten fachlichen Praxis ist die landwirtschaftliche Bodennutzung kein Verstoß gegen das Zugriffsverbot, sofern sich der Erhaltungszustand einer lokalen Population besonders geschützter Arten nicht verschlechtert (LM M-V 2017). Eine Mahd kann also gegen die Zugriffsverbote des Artenschutzes verstoßen, selbst wenn sie als landwirtschaftliche Bodennutzung anerkannt ist. Durch Bewirtschaftungsvorgaben der zuständigen Behörde (ausgesparte Bereiche, vertragliche Vereinbarungen etc.) kann dieser potentielle Konflikt allerdings vermieden werden (Czybulka & Kölsch 2016).

Die Übertragbarkeit der Überlegungen auf andere Arten(gruppen) wie Rohrglanzgras, Rohrkolben und Seggen ist weiterhin zu untersuchen. Relevante Fragestellungen sind unter anderem, ob Rohrkolbenröhrichte als geschützte Biotope durch Mahd an Lebensraumfunktion verlieren. Ähnliches gilt für Großseggenriede, welche seit 2009 bundesweit dem Biotopschutz unterliegen (Czybulka & Kölsch 2016). Durch extensive Mahd- oder Mähweidenutzung werden Großseggen allerdings erhalten und in ihrem Bestand gefördert (Harter & Luthardt 1997), weswegen sich hierbei Synergien zwischen Nutzung und Biotopschutz ergeben.

Grünlandumbruchverbot

Grundsätzlich sind beim Anlegen von Paludikulturen die Vorgaben zum Grünlanderhalt zu beachten. Die derzeitigen Greening-Vorschriften sehen vor, dass die Umwandlung von Grünland unter Genehmigungsvorbehalt steht. Das heißt, dass bei einer Umwandlung von

Grünland Ersatzflächen mit gleicher Flächengröße angelegt werden müssen. Genehmigungen in FFH-Gebieten („umweltsensibles Grünland“) sind davon ausgeschlossen. Ebenso wird verfahren, wenn der Grünlandanteil in einer Region um 5 % gegenüber einem Referenzwert abnimmt (Czybulka & Kölsch 2016).

Am Beispiel Mecklenburg-Vorpommerns haben Schäfer & Yilmaz (2019) das Grünlandumbruchverbot bei der Etablierung von Anbau-Paludikulturen analysiert. Derzeit steht das Grünlandumbruchverbot einem vollständigen Flächenumbruch mit gezielter Anpflanzung von Paludikulturen nach Wiedervernässung entgegen. Ausnahmegenehmigungen können nach aktueller Rechtslage nicht erteilt werden. Für Paludikulturen mit ihren positiven Auswirkungen auf die ökologische Gesamtbilanz sieht der Rechtsrahmen ebenfalls keine Ausnahmen vor. Gesetzliche Anpassungen könnten erforderlich sein, wie von Schäfer & Yilmaz (2019: 59) exemplarisch vorgeschlagen.

Verlieren Grünländer auf bestehenden Feldblöcken allerdings ihren Status, gewinnen diese Flächen sofort an Wert, werden für die Landwirtschaft attraktiv und laufen Gefahr weiter entwässert bewirtschaftet zu werden. Unter dem aktuellen Rechtsrahmen können organische Böden aber bereits heute klimaschonend und biodiversitätsfördernd als Nassgrünland bewirtschaftet werden. Die Umwandlung aller derzeit als Acker genutzten organischen Böden in Anbau-Kulturen stellt in allen moorreichen Bundesländern schon ein erhebliches Flächenpotential für Anbau-Paludikulturen dar. Bei dem Erhalt des Grünlandstatus ist möglicherweise auch der Anbau von Schilf und Rohrkolben möglich. Als Vertreter der Familie der Süßgräser könnten Schilf und Rohrkolben als Grünlandarten eingestuft werden. Eine Entfernung der Grasnarbe könnte auch äquivalent zu einer Grünlanderneuerung gewertet werden. Weist das Grünland infolge einer lang anhaltenden, tiefen Entwässerung starke Degradationserscheinungen auf, wäre eine Umstellung auf nasse Anbaukulturen im Einzelfall zu klären. Kriterien könnten darstellen: Artenreichtum, Ausstattung des Landschaftsraums mit Grünlandflächen, Vorkommen seltener/gefährdeter Arten. Die Abwägung wäre unbedingt mit Bezug auf die ökologische Gesamtbilanz notwendig.

In den Bundesländern wird mit diesem Thema derzeit unterschiedlich umgegangen (s. Kap. 3).

Raumordnung und Bauleitplanung

Um wiedervernässte Moore vor Bebauung zu schützen, sollten die nass zu nutzenden Flächen in den Raumordnungsplänen als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiet festgesetzt werden. Die Flächen sollten in Ergänzung in den Landschaftsplänen sowie kommunalen Bauleitplänen als landwirtschaftliche Flächen festgesetzt werden. Bei einer Verwallung oder Einpolderung von Moorflächen ist dann eine Baugenehmigung notwendig, wenn das Vorhaben eine Höhe oder Tiefe von 2 m überschreitet. Dabei ist vor allem § 35 BauGB bedeutend, da hier die Zulässigkeiten von Vorhaben im Außenbereich geregelt werden. Entsprechende Vorhaben sind zulässig, wenn die Erschließung gesichert ist und keine öffentlichen Belange nach § 35 Abs. 3 BauGB berührt werden (Schäfer & Yilmaz 2019).

2.9.2 Agrarpolitischer Rahmen

Grundsätzlich sind zukünftig „nasse“ Nutzungsverfahren oder aber Nutzungsaufgabe auf Moorflächen mit derzeit entwässerungsbasierter Landnutzung zu erwarten. Diese „nassen“ Verfahren stellen eine neue Form der Landnutzung dar, für die dieselben Förderungsbedingungen wie für die herkömmliche Landnutzung gelten sollten. Aktuelle und

zukünftig erwartbare (förder-)rechtliche Rahmenbedingungen haben daher erheblichen Einfluss auf die Einführung von nassen Landnutzungsverfahren auf Moorböden. Für diese sind prinzipiell sowohl Zahlungen der 1. Säule (Direktzahlungen) als auch der 2. Säule (Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen, Investitionsbeihilfen) nötig (Kölsch et al. 2016). Aktuell ist die Politik der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union (EU) in Bezug auf Moore pervertiert. Die Direktzahlungen setzen weiterhin Anreize für eine entwässerungsbasierte, intensive Landnutzung und nicht für die Anhebung der Wasserstände (Peters & von Unger 2019).

Seit 2015 werden bundesweit für jeden Hektar angemeldete Acker- und Grünlandfläche Direktzahlungen von $265 \text{ € ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (ohne Zuschläge für kleine Betriebe und junge Landwirtinnen und Landwirte) gezahlt. Trotz der gleichen Förderhöhe für Acker- und Grünland besteht ein Anreiz für die Umwandlung in Ackerland, da hier höhere Deckungsbeiträge zu erzielen sind. Das Grünlandumbruchverbot soll dieser Praxis entgegenwirken. Ackerland wird nach fünf Jahren kontinuierlicher Grünlandnutzung automatisch zu Grünland umgewidmet, weswegen meist ein Umbruch und eine Neuansaat vor Ablauf der fünf Jahre durchgeführt wird (Kölsch et al. 2016).

Für die Bilanz der meisten moorbewirtschaftenden Betriebe sind die Direktzahlungen existentiell. Wiedervernässung mit anschließend nasser Bewirtschaftung führt nach derzeitigem förderpolitischem Rahmen unter Umständen zum Entzug des Status „landwirtschaftliche Fläche“, wodurch die Direktzahlungen für diese Flächen ausfallen. Die landwirtschaftlich genutzten Moorflächen können auch weiterreichende betriebswirtschaftliche Bedeutung für die Landwirtin oder den Landwirt haben, z. B. für die Beibehaltung des Status als landwirtschaftlicher Betrieb (Nachweis über selbst bewirtschaftete Fläche). Die Beihilfefähigkeit einer Kultur geschieht durch die Zuordnung in einem Kapitel des Zollltarifschemas der EU, welches in Anhang I des Vertrags über die Arbeitsweise der EU gelistet sein muss (Kölsch et al. 2016).

Für eine nasse Niedermoorbewirtschaftung mit Rohrglanzgras oder Seggen ist die Einordnung in das Zollltarifschema bereits heute unkritisch, für Schilf und Rohrkolben jedoch nicht eindeutig gegeben. Der unklare rechtliche Status führt dazu, dass Innovationen bei der Bewirtschaftung nasser Niedermoore ausbleiben, da die Landwirtschaft die Risiken vermeidet, die zu einem Entzug der Direktzahlungsberechtigung führen. Daneben scheuen auch die Agrarverwaltungen in den moorreichen Bundesländern das Risiko, bei der derzeitigen förderpolitischen Lage durch eine Förderung von nasser Landwirtschaft im Rahmen der GAP Fehler zu begehen und in Haftung genommen zu werden. Im Ergebnis verzichten bisher alle moorreichen Bundesländer in beiden Säulen der GAP auf eine direkte Förderung nasser Landnutzung und folgen damit dem Beschluss der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „InVeKoS/Direktzahlungen“ aufgrund der aktuell noch unklaren Rechtslage (Abel et al. 2019). Erste Erfolge der (indirekten) Förderung nasser Landnutzungen gibt es z. B. im Land Brandenburg über die Agrarumwelt- und Klimamaßnahme (AUKM) „Moorschonende Stauhaltung“ und die Moorschutzrichtlinie „ProMoor“ für die Anschaffung standortangepasster Technik und -umrüstung.

Für eine Auflösung des förderpolitischen Engpasses in Bezug auf nasse Landnutzung auf Niedermooren ist einerseits eine Einordnung von Pflanzen wie Schilf und Rohrkolben ins Zollltarifschema denkbar, damit die Bewirtschaftungen dieser Kulturen ebenfalls von den Direktzahlungen profitieren. Andererseits könnten Kulturen wie Schilf und Rohrglanzgras als Dauergrünland klassifiziert werden, weil sie dort natürlicherweise vorkommen. Anders als beim

Ackerbau ist beim Dauergrünland keine Einzelpflanze entsprechend des Zolltarifschemas nötig. Die Anerkennung von Kulturen in nasser Bewirtschaftung ist zugleich Voraussetzung für den Erhalt flächenbezogener Förderungen nach der 2. Säule der GAP (Kölsch et al. 2016). Dabei müssten die AUKM aber auf Ziele wie Biodiversitäts- und Klimaschutz auf organischen Böden, die sich derzeit noch in intensiver Nutzung befinden, ausgerichtet werden (Peters & von Unger 2019).

Während der Erarbeitung dieses Berichtes wird die neue Agrarförderperiode ab 2021/2022 vorbereitet. Schon im Mai 2019 hat die Agrar-Kommission des Europäischen Parlamentes explizit Beihilfefähigkeit für Flächen in Paludikultur vorgeschlagen (EP, Amendment 91, 23.05.2019). Es besteht Hoffnung, dass in der neuen Förderperiode Beihilfefähigkeit für wiedervernässte Flächen in Paludikultur gegeben sein wird.

2.9.3 Umsetzung und Genehmigung

Für die Umsetzung von Paludikultur-Pilotvorhaben müssen diverse Genehmigungsschritte durchlaufen werden. Die Schritte werden im Folgenden nach Hasch (2016) zusammenfassend dargestellt.

Die Anforderungen eines Wiedervernässungsvorhabens an die jeweiligen Fachbehörden sind von Vorhaben zu Vorhaben unterschiedlich: Der (wasser-)bauliche Anpassungsbedarf, die Klärung der Wasserrechte, die Ertüchtigung oder die Neuanlage von Infrastruktur, die Nutzungsänderung sowie naturschutzfachliche Belange – all das muss von den entsprechenden Fachbehörden geprüft und genehmigt werden. Zur Anwendung kommen in der Regel Plangenehmigungs- oder Planfeststellungsverfahren und ggf. weitere Gutachten oder eine UVP. Der folgende Abschnitt gibt alle Schritte möglichst vollständig an; in der Praxis sind Vereinfachungen, z. B. durch Synergien mit anderen laufenden Verfahren etc. denkbar.

Vorbereitung der Umsetzung

Da es sich bei Paludikultur-Vorhaben um großflächige Projekte mit einer hohen Komplexität handelt, empfiehlt sich zunächst die Erstellung eines groben Entwicklungskonzeptes, das folgende Komponenten berücksichtigt:

- geologische Voruntersuchungen zur Beurteilung des Moorbodens hinsichtlich der Wiedervernässbarkeit und des Potentials an THG-Einsparungen durch Wiedervernässung,
- potenzielle Bewirtschaftungsflächen und Flächenverfügbarkeit (Vorgespräche mit Eigentümerinnen und Eigentümern und Bewirtschafterinnen und Bewirtschaftern),
- mögliche Bewirtschaftungsform (Kulturart, Mahdtermine etc.),
- mögliche Landwirtschaftsbetriebe und Technik,
- hydrologische Voruntersuchung und Untersuchung des Vernässungspotentials der Flächen unter Berücksichtigung des Einzugsgebiets/des Landschaftswasserhaushalts,
- erforderliche wasserbauliche Maßnahmen,
- mögliche Betroffenheit von Natur und Landschaft,
- Projektträger und Fördermittelherkunft,
- Verarbeitungs- und Verwertungsbetriebe.

Auf dieser Grundlage sollte die frühzeitige Abstimmung mit den Behörden für Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Naturschutz gesucht werden. Hierbei werden weitere Hinweise bezüglich der Genehmigungsfähigkeit geklärt. Eine frühe Öffentlichkeitsarbeit erweist sich dann als hilfreich, wenn lokal Widerstand gegen das Projekt zu erwarten ist.

Genehmigungsverfahren

Wenn durch die frühzeitige Einbeziehung der Behörden und der Öffentlichkeit keine Hindernisse zu Tage treten, kann die formale Durchführung des Genehmigungsverfahrens (in der Regel Planfeststellungsverfahren) erfolgen. Erforderlich sind dabei:

- Entwurfsplanung des Gesamtvorhabens mit Kostenschätzung,
- Nachweis der Flächenverfügbarkeit,
- Darstellung des potentiellen Wirkraums,
- landschaftspflegerischer Begleitplan als Anwendung der naturschutzfachlichen Eingriffsregelung,
- ggf. artenschutzrechtlicher Beitrag (wenn besonders oder streng geschützte Arten betroffen sind),
- ggf. FFH-Verträglichkeitsprüfung (wenn das Vorhaben und dessen Wirkbereich ein Natura2000-Gebiet berühren),
- ggf. Umweltverträglichkeitsprüfung (eine Vorprüfung ist bei wasserwirtschaftlichen Projekten in der Landwirtschaft i. d. R. nötig – bei erheblichen zu erwartenden Auswirkungen schließt sich die eigentliche UVP an),
- ggf. wasserwirtschaftliches Gutachten (Darstellung in Bezug auf Hochwasserschutz, Trinkwasserschutz/Wasserschutzgebiete und EU-Wasserrahmenrichtlinie).

Das Planfeststellungsverfahren behandelt alle nach anderen Rechtsvorschriften notwendigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungsverfahren mit, sodass z. B. auch naturschutzfachliche Befreiungen mit erteilt werden. Ein einfacheres Plangenehmigungsverfahren ist ebenfalls möglich, wenn nach § 68 WHG beim Gewässerausbau keine Verpflichtung zur Durchführung einer UVP besteht oder Rechte Dritter nicht beeinträchtigt werden bzw. sich die Betroffenen mit der Inanspruchnahme ihres Eigentums schriftlich einverstanden erklären.

Genehmigung aus wasserrechtlicher Sicht

Die Veränderungen der Wasserhaltung bei nasser Landnutzung auf Niedermooren können deutlich über die Bewirtschaftungsfläche hinausgehen, weswegen ein wasserrechtliches Planfeststellungsverfahren kaum vermeidbar ist. Eine Überprüfung der Notwendigkeit wasserrechtlicher Verfahren ist auch bei spontan wiedervernässten Flächen aus Gründen der Planungssicherheit anzustreben. Eine Wasserstandsanhhebung durch Einstau ist gemäß § 9 WHG eine Gewässerbenutzung und bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis entsprechend § 8 WHG. Eine großflächige Wiedervernässung benötigt ein Planfeststellungsverfahren basierend auf § 68 WHG. Wenn Gewässer um- oder rückgebaut werden ist ebenfalls ein Planfeststellungsverfahren oder eine Plangenehmigung nötig, weil wesentliche Änderungen des Gewässers gemäß § 67 Abs. 2 WHG vorgenommen werden (z. B. dauerhaftes Stilllegen von Gräben oder Verändern des Gewässerquerschnitts). Das Projekt darf nicht die Entlastungsfunktion der Landschaft in Bezug auf den Hochwasserschutz vermindern oder das Risiko durch verzögerten Wasserabfluss erhöhen. Außerdem muss überprüft werden, ob das

Vorhaben gegen das Verschlechterungsverbot nach § 27 WHG (Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer nach EU-Wasserrahmenrichtlinie) verstößt. Dies kommt z. B. bei der Unterbrechung der Längsdurchwanderbarkeit von Gewässern (§ 34 WHG) oder beim Gewässeranstau und Wasserentnahme zur Bewässerung von Flächen und daraus folgender unzureichender Mindestwasserführung (§ 33 WHG) zum Tragen.

Nutzungsänderung aus Sicht der Eingriffsregelung

Die Änderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen unterliegen der Eingriffsregelung nach § 14 Abs. 1 BNatSchG. Unter Umständen bedarf auch die Änderung der Bewirtschaftung hin zu einer nassen Landnutzung einer behördlichen Zulassung. Generell ist die landwirtschaftliche Nutzung unter Beachtung der guten fachlichen Praxis kein Eingriff in Natur und Landschaft (§ 14 Abs. 2 BNatSchG), was auch auf eine nasse Landnutzung zu übertragen ist. Voraussetzungen hierbei sind aber eine bereits bestehende landwirtschaftliche Nutzung und eine Anerkennung der nassen Landnutzung (z. B. Schilfanbau) als landwirtschaftliche Kultur.

Bei Neueinrichtung einer Fläche mit nasser Landnutzung muss der Nachweis erbracht werden, dass Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts durch die Einrichtung nicht beeinträchtigt wird. Dies wird ansonsten als Eingriff gewertet, der entweder zu unterlassen oder zu kompensieren ist. Bei der Änderung der landwirtschaftlichen Nutzung muss in jedem Fall der Biotopschutz (§ 30 Abs. 2 BNatSchG) und das Grünlandumbruchverbot auf Niedermoor (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG) beachtet werden. Eine Ausnahmegenehmigung ist hierbei grundsätzlich möglich, wenn der Eingriff kompensiert werden kann: Z. B. bedarf der Schilfanbau auf einer gesetzlich geschützten Feuchtwiese einer Ausnahmegenehmigung und muss kompensiert werden, wenn die Beeinträchtigung ein erhebliches Maß übersteigt. In den meisten moorreichen Bundesländern wird die Umwandlung von geschützten Biotopen in Anbaukulturen bzw. Dauerkulturen aber ausgeschlossen (vgl. Kap. 3).

Für die Anlage z. B. einer Schilfdauerkultur mit einmaligem Grünlandumbruch oder Schlitzung sollte in jedem Fall eine Genehmigung der Unteren Naturschutzbehörde eingeholt werden, da unklar ist, ob die Änderung der Grasnarbe gemäß BNatSchG bzw. Ländergesetzen zum Grünlandumbruch zulässig ist. Des Weiteren sind der Schutzstatus der Fläche und ggf. die entsprechende Schutzgebietsverordnung zu beachten. Diese Naturschutzvorgaben werden in den Ländern unterschiedlich streng interpretiert und umgesetzt im Zusammenhang mit Pilotvorhaben. Alle moorreichen Länder sind sich jedoch darin einig, dass ein Grünlandumbruch bzw. eine Grünlandumwandlung bei der Umstellung auf nasse Nutzungsformen zu vermeiden ist (vgl. Kap. 3). Zu bevorzugen sind hier nasse Grünlandnutzungen. Vorrangflächen für Anbaukulturen mit Nicht-Grünlandarten werden v. a. im Bereich der Mooräcker gesehen. Inwieweit auch Intensivgrünländer hierfür in Frage kommen, muss im Einzelfall geprüft werden. In jedem Fall darf es aber durch die Einrichtung von Paludikulturen keinen Netto-Verlust an Grünland geben. Schilf- und Rohrkolbenanbau könnte als Grünland gelten. Eine Rückumwandlung von Paludikulturen (z. B. bei mangelndem wirtschaftlichen Erfolg) in entwässerungsbasierte Nutzung muss außerdem ausgeschlossen sein, insbesondere wenn auf den Flächen vorher ein Grünlandschutz bestand. Ansonsten besteht bei Grünlandumwandlung zu Anbaukulturen (Verlust des Grünlandstatus) die hohe Gefahr einer anschließenden tieferen Entwässerung zum Zwecke des intensiven Ackerbaus.

Bei infrastrukturellen Maßnahmen ist ebenso eine behördliche Zulassung notwendig, wenn die Maßnahmen über eine einfache Instandhaltung hinausgehen (v. a. bei Wegeneubau oder

Wegeausbau). Dies könnte aber für Pilotprojekte in einem eventuellen wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahren mitbehandelt werden.

2.10 Fazit

Die Darstellung der Bewirtschaftungsverfahren dokumentiert den aktuellen Kenntnisstand, der sich ständig weiterentwickelt. Das heißt, es können in Zukunft neue Verfahren hinzukommen oder überkommene Verfahren auch nicht mehr in Betracht gezogen werden. Verfahren, bei denen der Wasserstand nicht bis zur Geländeoberkante reicht, sollten vor allem auf Standorten gewählt werden, auf denen die Wasserverfügbarkeit eingeschränkt ist. Damit gehen jedoch eine weitere schwache Torfzehrung, Höhenverluste sowie Treibhausgasemissionen von etwa 5–20 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ einher.

Diese Art der Landnutzung auf Niedermooren ist nicht nachhaltig. Für großflächige Wasserstandsanhebungen, die zu deutlichen Treibhausgaseinsparungen auf Landes- oder Bundesebene führen würden, sind diese Verfahren aber ein erster Zwischenschritt, damit sich die Landwirtschaft an höhere Wasserstände und deren spezielle Anforderungen an Landtechnik, sowie Verwertung und Vermarktung der aufkommenden Biomasse anpassen kann. Außerdem können Vorbehalte abgemildert und die Auswirkungen auf naheliegende Infrastruktur getestet werden. Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass durch getätigte Investitionen eine weiterhin torfzehrende Nutzung auf lange Zeit festgeschrieben wird. Gerade Flächeneigentümer haben ein berechtigtes Interesse an langfristiger Planungssicherheit. Über die Zeit werden sich jedoch diese Flächen durch die Torfzehrungsprozesse dem Grundwasser annähern und zunehmend vernässen. Deshalb müssen Werkzeuge entwickelt werden, die eine erneute Grabenvertiefung/Entwässerung vermeiden.

Für eine langfristige Planungssicherheit muss einerseits klargestellt werden, dass auf allen Flächen bis 2050 eine Reduzierung der CO₂-Emissionen auf Null erreicht sein muss, und es muss gleichzeitig geklärt werden, wie man langfristig mit Flächen umgeht, die z. B. aus Naturschutz- oder Siedlungsschutzgründen nicht wiedervernässt werden sollen oder dürfen.

Bezugnehmend auf Abbildung 2 wird deutlich, dass nur unter nassen Bedingungen eine torferhaltende Bewirtschaftung von Niedermooren möglich ist. Neben den Anbauverfahren betrifft dies nasse Großseggenwiesen zur Futter-, Streu- oder Energiegewinnung. Diese können mit angepassten Nutztierarten (Wasserbüffel, Rotwild) auch beweidet werden. Die Nassgrünlandnutzung ist bereits heute schon praxisreif und als landwirtschaftliche Kultur anerkannt. Sie dürfte auch in Zukunft die höchste Flächenrelevanz besitzen und wäre auch in Bezug auf den Kulturlandschaftserhalt und Grünlandschutz zu verfolgen (vgl. LM M-V 2017).

Der Anbau von Schilf und Rohrkolben wird als Verfahren mit dem höchsten Potential in Bezug auf Klimaschutz und Wertschöpfung angesehen, wobei hierzu aber noch keine belastbaren Ergebnisse zu THG-Emissionen, zur Entwicklung der Biodiversität und der Eignung als Dauerkultur bei reduzierter Düngung (nur über Vorflutwasser) vorliegen. Auf Grund des hohen Potentials dieser Verfahren sollten in zukünftigen Pilotvorhaben Untersuchungen zu THG-Emissionen, Nährstoffbedarf und Biodiversität prominent berücksichtigt werden. Die Klimawirkung kann durch klimaoptimale Flächeneinrichtungs-, Anbau-, Ernte- und Verwertungsverfahren sehr stark positiv beeinflusst werden und ist dadurch sogar bis hin zur Senkenfunktion in Pilotvorhaben bereits nachgewiesen worden (vgl. Kap. 4).

Tab. 19: Übersicht der Bewirtschaftungsverfahren – Stand der Entwicklung und Potentiale (verändert nach LM M-V 2017). In Klammern: nur teilweise zutreffend. *: kein Offenlandcharakter, aber trotzdem hohes naturschutzfachliches Potential.

		Schilfröhricht	Rohrkolbenröhricht	Großseggenried	Rohrglanzgraswiese	Weide mit Wasserbüffeln	Gatterhaltung Rotwild/Pferde	Schwarz-Erle (Hoch-/Niederwald)	Feuchtwiese	Weide – Rinder, Gänse, Schafe	KUP (Weide)	Arznei- und Gewürzpflanzen
Stand der Entwicklung	Umsetzung möglich, da praxisreif	(x)		x	(x)	X	X	x	x	x	x	
	Als landwirtschaftliche Nutzpflanze sicher anerkannt			x	(x)	x	x		x	x	(x)	
	Demonstrationsvorhaben nötig	x	x		x			x				x
	Versuchsfläche für experimentelle Forschung nötig	x	x		x							x
Wirtschaftlichkeit	Ökonomisch chancenreich, da erprobt bzw. Markt/Nachfrage vorhanden	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
	Ökonomisches Potential, da stoffliche/medizinische Verwertung mit höheren Erträgen	x	x					x				x
Naturschutz	Förderung Biodiversität	?	?	x	?	x	x	?	x	x	?	?
	Landschaftspflege, Erhalt Offen-/Kulturlandschaft	(x)	(x)	x	x	x	x	*	x	x		
Klimaschutz	Speicherfunktion, da torferhaltend	x	x	x	?	x		x				?
	Potentielle Senkenfunktion, da torfbildend	x	?	x		(x)	(x)	x				
	Verringerte CO ₂ -Emissionen gegenüber stark entwässerten Flächen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Bei den Gehölzverfahren ist die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) nach wie vor die bestgeeignete Baumart, die auf wiedervernässten Mooren angebaut werden kann. Sie ist auch bei schwach torfzehrenden Wasserständen allen anderen denkbaren Baumarten überlegen. Baumarten der Feuchtwälder wie Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) und Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) kämen auf 3+-Standorten ebenfalls in Betracht, wobei diese in der

Praxis nicht auf Niedermoorstandorten angebaut werden.

Bei den nassen Anbauverfahren (Schilf, Rohrkolben und Rohrglanzgras und ggf. weitere Anbaugräser) sind weitere Praxiserprobungen und begleitende Forschungsaktivitäten nötig. Die Anforderungen an die Etablierung des Pflanzenbestands, an das Wasser- und Nährstoffmanagement, an Ernte und Bergung der Biomasse sowie an die Verwertung sind deutlich herausfordernder im Vergleich zu Verfahren mit niedrigeren Wasserständen.

Für die Produkte (z. B. Dachreet, Isoliermaterial) besteht bereits ein Markt bei gleichzeitig großer Abhängigkeit von Importrohstoffen. Beim Schilf wird zudem eine noch höhere Nachfrage aufgrund der hervorragenden Eignung der Pflanze im Bereich der Bioökonomie (z. B. Lignin- und Zellulosegewinnung) gesehen. Rohrkolben kann neben seiner Eignung als Rohstoff für Isoliermaterial auch zur Reinigung nährstoffbelasteter Oberflächengewässer genutzt werden. Beide Kulturen erfahren aktuell jedoch noch keine finanzielle Förderung über die GAP. Zur Umsetzung dieser klimaschonenden, nassen Niedermoornutzungsverfahren fehlen nach wie vor die erforderlichen Anpassungen des Förderrahmens. Sie hat entscheidenden Einfluss darauf, wie landwirtschaftliche Flächen genutzt werden (Abel et al. 2019). Die GAP wäre geeignet, um einen Paradigmenwechsel der Moornutzung in der EU einzuleiten und durch ihre (Ko-)Finanzierung auch umzusetzen.

3 Flächenkulisse

Monique Nerger & Jutta Zeitz

3.1 Rahmen und Vorgehensweise

Für Mecklenburg-Vorpommern (MV) wurde 2017 eine Fachstrategie des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt zur Umsetzung von Paludikultur (LM M-V 2017) mit einer Flächenkulisse publiziert. Diese Methodik zur Ermittlung von Flächenkulissen für eine nasse Niedermoorbewirtschaftung wurde in KLIBB für die drei Bundesländer Schleswig-Holstein (SH), Brandenburg (BB) und Baden-Württemberg (BW) zugrunde gelegt und landesspezifisch angepasst. Die Auswahl der Bundesländer erfolgte nach Absprache der Projektbearbeitenden mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) und dem Bund-Länder-Arbeitskreis Moorschutz.

Alle Arbeitsschritte wurden in enger Zusammenarbeit mit den für den Moorschutz verantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Landesfachbehörden für Naturschutz der Bundesländer vorgenommen; die jeweils verwendeten Geodaten sind Anhang 1 zu entnehmen. Das Ergebnis der Flächenkulisse wurde für die jeweiligen Länder in einer Karte dargestellt. Die bei der Ermittlung der Flächenkulisse entstandenen Geodaten wurden in bearbeitbarer Form (.shp mit Zugriff auf die zugrundeliegenden Rohdaten) den jeweiligen Bundesländern sowie in eingeschränkt bearbeitbarer Form (.shp ohne Zugriff auf die zugrundeliegenden Rohdaten) dem BfN zur Verfügung gestellt. Entsprechend der für Mecklenburg-Vorpommern erstmalig entwickelten und in KLIBB an die Bedingungen von drei weiteren Bundesländern angepassten Methodik liegen nun Potentialanalysen für Paludikulturen für vier Bundesländer vor. Diese sind als Grundlage zu werten, auf denen die Kulissen weiter ausgebaut bzw. die Methodik diskutiert werden kann. Sie kann zukünftig auch noch in anderen Bundesländern als Grundlage für die Ermittlung von Flächenkulissen für die nasse Bewirtschaftung von Niedermooren dienen. Die Flächenkulissen können als Basis für Machbarkeitsanalysen zur Umsetzung von Paludikultur genutzt werden.

3.2 Kriterien für die Flächenkulissen

3.2.1 Ermittlungsgrundlagen

Methodische Grundlage der Ermittlung der Flächenkulissen war die Fachstrategie Paludikultur MV (LM M-V 2017). Im KLIBB-Projekt wurde mit Hilfe weiterer Studien sowie Gesprächen mit Expertinnen und Experten, überwiegend aus dem Wissenschafts- oder Naturschutzsektor der drei Bundesländer, diese Methodik an die Bedingungen in den drei Ländern angepasst.

Folgende Mindestanforderungen wurden in KLIBB an die zur Entwicklung der Kulisse verwendeten Kriterien gestellt:

Die Kriterien sollen

- Aussagen über das Potential für eine nasse Bewirtschaftung zulassen,
- in Form von Geodaten messbar und abrufbar sein, sodass eine Analyse im Geographischen Informationssystem (GIS) möglich ist,
- flächendeckend in Deutschland verfügbar und somit in dieser oder ähnlicher Form auf andere Flächen übertragbar sein und
- mit möglichst aktuellen Daten vorliegen.

Unter Berücksichtigung dieser Mindestanforderungen und der einschlägigen Fachliteratur (z. B. Hasch et al. 2012, Holsten 2012, Tiemeyer et al. 2017) wurden die grundlegenden Kriterien zur Ermittlung einer Flächenkulisse aus MV übernommen: Bodensystematische Einheiten, derzeitige Landnutzung und naturschutzfachlicher Flächenstatus (LM M-V 2017).

Volkswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Aspekte werden bei der Analyse der genannten Kriterien nicht berücksichtigt. Diese Aspekte müssen in detailliertere Untersuchungen einfließen (vgl. Kapitel 3.5). Die Einhaltung der rechtlichen Regelungen und Einholung notwendiger (insbesondere wasserrechtlicher) Genehmigungen bleibt davon unberührt. Um dem Grünlanderhalt Rechnung zu tragen, muss für die Erstellung der Flächenkulissen Grünland gekennzeichnet werden, da hier spezielle naturschutzfachliche Restriktionen gelten (z. B. Bereitstellung von Tauschflächen zur Beibehaltung des Gesamtflächenanteils an Grünland oder Umbruchverbote von Dauergrünland).

Die für die drei Bundesländer SH, BB und BW vorgelegten Ergebnisse in KLIBB stellen potentielle Flächenkulissen für eine nasse Bewirtschaftung von Niedermooren und den mit ihnen vergesellschafteten organischen Böden auf Grundlage der drei analysierten Kriterien dar. Insbesondere die Einteilung der Klassen zur Bewertung der Eignung von Flächen für eine nasse Bewirtschaftung unter Berücksichtigung des naturschutzfachlichen Flächenstatus ist als ein Methodenentwurf und nicht als zwingend abschließend zu betrachten.

3.2.2 Bodensystematische Einheiten

Nach der in Deutschland gebräuchlichen bodenkundlichen Kartieranleitung KA5 (Ad-hoc-AG-Boden 2005) sind Moore Böden aus Torfen mit mehr als 30 % organischer Masse-Substanz sowie mindestens 30 cm Torfmächtigkeit (Ad-hoc-AG-Boden 2005). Mineralische Überdeckungen auf Moorböden von weniger als 20 cm Mächtigkeit werden hier lediglich als Substrat genannt (Ad-hoc-AG-Boden 2005); die davon betroffene Fläche wird weiterhin den Mooren zugerechnet.

Niedermoorböden sind häufig eingebettet in Niederungen mit vergesellschafteten mineralischen kohlenstoffreichen Böden. Zudem nutzt auch der „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC) für die Klimaberichterstattung die erweiterte Definition der „organischen Böden“ (IPCC 2003). Weil auch weitere kohlenstoffreiche Böden bei Entwässerung zu hohen Treibhausgasemissionen führen, wurde für die Ausweisung der Flächenkulissen für eine nasse Bewirtschaftung dieser erweiterte Niedermoorbegriff verwendet.

Im IPCC-Bericht werden die organischen Böden wie folgt definiert (IPCC 2003):

Böden werden zu den organischen Böden nach IPCC gezählt, wenn sie die u. g. Bedingungen 1 und 2 oder 1 und 3 erfüllen:

1. Horizontmächtigkeit ≥ 10 cm. Bei einer Horizontmächtigkeit von < 20 cm muss ≥ 12 Gew.-% C_{org} in der Mischprobe von 0–20 cm sein;
2. Böden, die lediglich über wenige Tage pro Jahr wassergesättigt sind, müssen > 20 Gew.-% C_{org} enthalten;
3. Böden mit längeren Phasen der Wassersättigung und mindestens folgenden C_{org} Gehalten:
 - (i) 12 Gew.-% C_{org} wenn kein Ton enthalten ist; oder

- (ii) 18 Gew.-% C_{org} bei Tongehalten $\geq$ 60 Gew.-%; oder
- (iii) einen proportionalen Anteil zwischen 12–18 Gew.-% C_{org} für Tongehalte von 1–59 Gew.-%.

Eine eindeutige Übertragung dieser internationalen Definitionen für organische Böden auf die nationale KA5-Bodensystematik ist nicht möglich. Es kann jedoch eingeschätzt werden, dass nach der IPCC-Definition nicht nur „echte“ Moorböden i. e. S. entsprechend KA5 zur Gruppe der organischen Böden zählen, sondern weitestgehend auch die mit ihnen vergesellschafteten Anmoorböden, Moorgleye, Anmoorgleye, Hoch-, Nieder-, Anmoorstagnogleye und Anmoorpseudogleye (Tiemeyer et al. 2017). Hochmoore wurden in KLBB nicht betrachtet.

3.2.3 Derzeitige Landnutzung

Es wurden nur landwirtschaftlich genutzte Flächen auf den o. g. Böden betrachtet. In Abhängigkeit von der Datenlage/-verfügbarkeit in den drei Bundesländern wurde zwischen landwirtschaftlicher Nutzung als Ackerland, als Grünland oder als andere landwirtschaftliche Nutzung (z. B. Obstbauplantagen oder Gartenland) unterschieden. Forstwirtschaftlich genutzte Flächen wurden nicht betrachtet.

3.2.4 Naturschutzfachlicher Flächenstatus

Nach dem GIS-Verschneiden von Bodeninformationen und Landnutzungsart wurde der naturschutzfachliche Status der betrachteten Fläche berücksichtigt. Naturschutzfachliche Zielsetzungen für eine Fläche können deren Nutzung in Form einer „nassen“ Bewirtschaftung einschränken (Haberl et al. 2016). Ein strikter Schutzstatus (Prozessschutz) wie z. B. in der Kernzone eines Nationalparks schließt eine Nutzung komplett aus (Haberl et al. 2016). Andere Gebiete unterliegen wiederum naturschutzfachlichen Zielstellungen, die die Fläche und die darauf vorkommenden Arten zwar schützen, eine potentielle Nutzung dieser Fläche für nasse Bewirtschaftung jedoch weniger stark einschränken. Diese und ggf. vorliegende Managementpläne müssen auf ihre Eignung zur nassen Bewirtschaftung hin überprüft und entsprechend innerhalb der Flächenkulissen klassifiziert werden.

Zur Ermittlung der Flächenkulissen nach naturschutzfachlichem Flächenstatus diene die Methodik aus MV, welche vier Klassen ausweist (Tab. 20), als Grundlage (LM M-V 2017).

Tab. 20: Klassen zur Bewertung der Eignung von Flächen für eine nasse Bewirtschaftung unter Berücksichtigung des naturschutzfachlichen Flächenstatus in MV.

Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
geeignet	unter Prüfaufgabe geeignet	unter Prüfaufgabe geeignet – nur Nasswiese/-weide	ungeeignet

Klasse 1: Es gibt keine naturschutzfachlichen Einschränkungen für eine Nutzungsumstellung auf der Fläche und sie gilt als potentiell geeignet für eine nasse Bewirtschaftung. Diese Fläche stellt eine erste Grundlage für den Suchraum für Paludikulturflächen bzw. Demonstrationsprojekte ebendieser dar.

Klasse 2: Hierzu werden Flächen gezählt, auf denen unter bestimmten Voraussetzungen eine nasse Bewirtschaftung möglich wäre, die Erfüllung dieser Voraussetzungen allerdings geprüft werden muss. Die Prüfung erfolgt durch Abgleich der möglichen Auswirkung einer Nutzung mit den für die jeweilige Fläche vorgesehenen Schutzziele. Eine Nutzung ist hier für Anbaukulturen und Nasswiesen/-weiden gleichermaßen unter Prüfaufgabe möglich.

Klasse 3: Hier gilt die Prüfaufgabe aus Klasse 2. Darüber hinaus ist hier eine Nutzung der Fläche durch Anbaukulturen ausgeschlossen, eine nasse Nutzung als Nassweide oder Nasswiese aber unter Prüfaufgabe möglich.

Klasse 4: Hier sind Flächen zugeordnet, auf denen aufgrund naturschutzfachlicher Vorgaben eine nasse Nutzung nicht möglich ist.

Bei der Zuordnung der Flächen in die entsprechenden Klassen muss auf multiplen Flächenstatus geachtet werden. Überlappende Flächen (z. B. wenn Naturschutzgebiete und Vogelschutzgebiete auf die gleichen Flächen fallen, jedoch unterschiedlichen Klassen zuzuordnen sind) sind so zu bewerten, dass auf diesen Flächen die jeweils restriktivste Klasse gilt. Sämtliche Klassenzuordnungen beziehen sich grundsätzlich nur auf Einschränkungen aus naturschutzfachlichen Gründen.

3.3 Flächenkulissen in den Bundesländern

3.3.1 Schleswig-Holstein

Bodensystematische Einheiten

Die Niedermoorböden in SH wurden unter Nutzung einer vom LLUR bereitgestellten Karte der Torf-, Moor- und Anmoorverbreitung im 2m-Raum unter GOF (unveröffentlicht) (inkl. der mit den Niedermoorböden vergesellschafteten kohlenstoffreichen Böden) identifiziert. Grundlage dieser Karte waren die Bodenkarte 1:25.000, Daten aus der Bodenschätzung, die Bodenübersichtskarte 1:250.000, die Forstliche Standortkartierung und die Geologische Übersichtskarte 1:250.000 (LLUR 2015). In der Karte sind neben Moorböden nach KA5 auch andere grundwasserbeeinflusste Böden, wie Anmoore und Moorgleye, verzeichnet. Aus dieser Karte wurden für die weitere Nutzung in KLBB die Hochmoore und Böden aus mineralischen Mudden entfernt sowie alle Böden, bei denen der Torf mit mehr als drei dm mineralischer Schicht überlagert ist. Die Böden wurden in die zwei Kategorien *Niedermoorböden* und *Anmoor und Moorgley* eingeteilt und umfassen eine Gesamtfläche von 131.355 ha (Tab. 21, Abb. 15).

Tab. 21: Organische Böden Schleswig-Holsteins inkl. Flächengrößen (unter Verwendung der Karte der Torf-, Moor- und Anmoorverbreitung im 2m-Raum unter GOF Schleswig-Holsteins (unveröffentlicht) und unter Ausschluss von Hochmooren, Mudden und überlagerten (>30 cm) Niedermooren).

Bodensystematische Einheiten	Einbeziehung der Böden	Flächenangaben (in ha)
Niedermoorboden	Niedermoor	99.633
	flach überlagertes Niedermoor (< 30 cm)	
Anmoor und Moorgley	Moorgley	31.722
	flach überlagerter Moorgley (< 30 cm)	
	Anmoor	
	flach überlagertes Anmoor (< 30 cm)	

Es ist zu beachten, dass Informationen zur Moorbodenverbreitung in SH aus anderen Quellen (z. B. Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) 2012) aufgrund der Verwendung anderer Datengrundlagen (z. B. Moorkarte von 1998 bei LANA 2012) und Aussageziele von denen im vorliegenden Bericht abweichen.

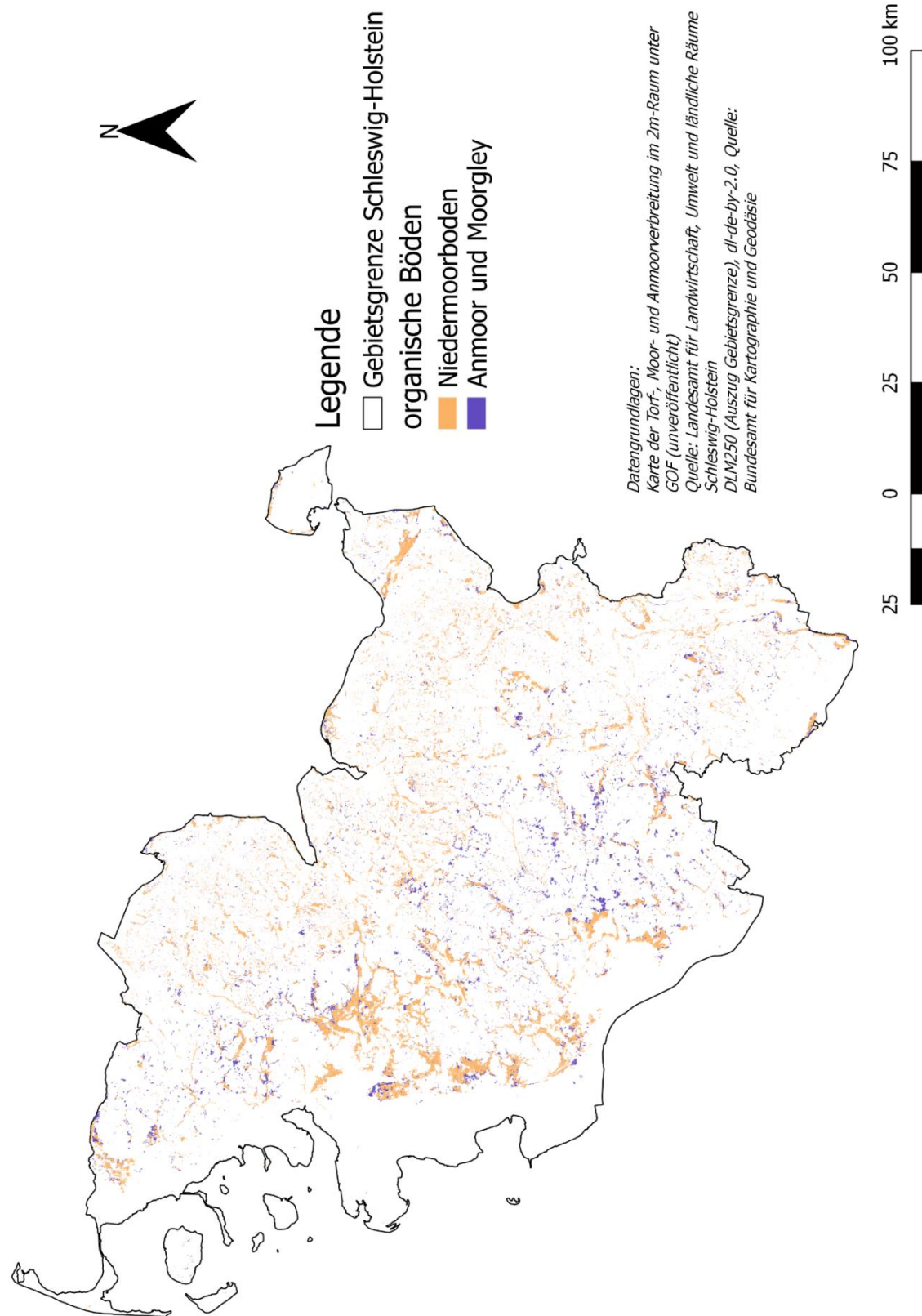


Abb. 15: Karte der organischen Böden in Schleswig-Holstein (unter Verwendung der Karte der Torf-, Moor- und Anmoorverbreitung im 2m-Raum unter GOF Schleswig-Holsteins (unveröffentlicht) und unter Ausschluss von Hochmooren, Mudden und überlagerten (>30 cm) Niedermooren).

Derzeitige Landnutzung

Die aktuelle Nutzung der Flächen auf den organischen Böden wurde auf Basis des Datensatzes der „tatsächlichen Nutzung“ für Flächen mit landwirtschaftlicher Nutzung (Grünland, Ackerflächen und andere Formen der landwirtschaftlichen Nutzung) aus den ALKIS-Daten ermittelt, welche vom LLUR zur Verfügung gestellt wurden (eine Zurverfügungstellung der Daten des Landwirtschaftlichen Flächenkatasters wurde nach Anfrage beim MELUND abschlägig beantwortet) (Tab. 22).

Tab. 22: Landnutzungstypen auf organischen Böden im ALKIS in Schleswig-Holstein.

Derzeitige Landnutzung	Landnutzungstyp
Grünland	Grünland
Ackerland	Ackerland
andere landwirtschaftliche Nutzung	Baumschule
	Brachland
	Gartenland
	Obstplantage
	Streuobstwiese

Die GIS-Bearbeitung ergab 106.801 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche organischer Böden mit einem sehr großen Grünlandanteil (Tab. 23). Die Kategorien *Baumschule*, *Brachland*, *Gartenland*, *Obstplantage* und *Streuobstwiese* beschreiben Flächennutzungen von nur einem Hektar bis maximal 256 ha und wurden daher zur besseren Darstellung in der Karte zur Nutzung „andere landwirtschaftliche Nutzung“ zusammengefasst (Abb. 16). Auch hier ist wieder zu beachten, dass die Flächenangaben zu den als Acker oder Grünland genutzten organischen Böden von solchen aus anderen Quellen (z. B. LLUR 2015) aufgrund Verwendung anderer Datengrundlagen teilweise abweichen.

Tab. 23: Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung auf die organischen Böden in Schleswig-Holstein (unter Verwendung der Karte der Torf-, Moor- und Anmoorverbreitung im 2m-Raum unter GOF (unveröffentlicht) Schleswig-Holsteins und unter Ausschluss von Hochmooren, Mudden und überlagerten (>30 cm) Niedermoor (Angaben in ha)).

Landwirtschaftliche Nutzung	Organische Böden		
	gesamt	Niedermoores	Anmoor und Moorgley
	106.801	79.239	27.563
Grünland	103.060	76.929	26.130
Ackerland	3.315	1.989	1.326
andere ¹ (Baumschule, Brachland, Gartenland, Obstplantage, Streuobstwiese)	426	320	106

¹ für die organischen Böden insgesamt: Baumschule 31 ha, Brachland 256 ha, Gartenland 13 1 ha, Obstplantage 5 ha, Streuobstwiese 1 ha

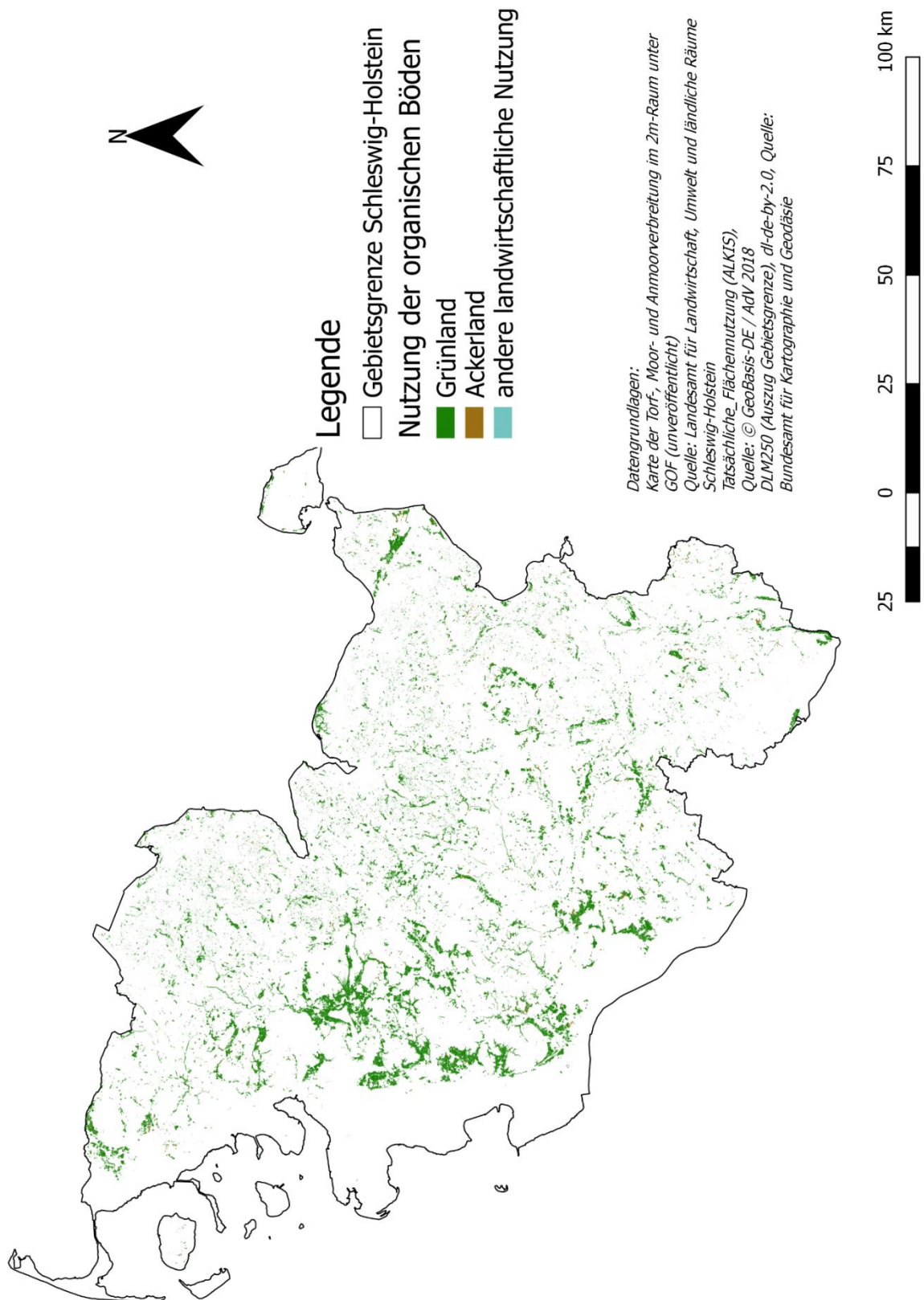


Abb. 16: Karte der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden in Schleswig-Holstein (unter Verwendung der Karte der Torf-, Moor- und Anmoorverbreitung im 2m-Raum unter GOF Schleswig-Holsteins (unveröffentlicht) und unter Ausschluss von Hochmooren, Mudden und überlagerten (> 30 cm) Niedermooren).

Naturschutzfachlicher Flächenstatus

Die Überprüfung der aggregierten Flächen für die Eignung in Bezug auf eine „nasse“ Bewirtschaftung basierte auf Inhalten einer Tabelle, die nach behördeninterner Abstimmung (Naturschutz) dem Projekt KLIBB zur Verfügung gestellt wurde. Die Klassen 1 und 4 wurden namentlich beibehalten entsprechend des methodischen Vorgehens in MV (Tab. 20). Landesspezifisch sollte keine Aufteilung der unter Prüfaufgabe geeigneten Flächen in Klasse 2 (für Nasswiese/Nassweide sowie für Anbaukulturen geeignet) und Klasse 3 (nur für Nasswiese/Nassweide, nicht für Anbaukulturen geeignet) vorgenommen werden, da eine genaue Abgrenzung zwischen den Flächen, die nur für Nasswiesen bzw. Nassweiden geeignet sind und den Flächen, auf denen auch Anbaukulturen möglich sind, nicht pauschal angegeben werden konnte. Die Einteilung erfolgte somit in drei Klassen. Um nah an der Methodik aus MV zu bleiben, wurden für SH die ursprünglichen Klassen 2 und 3 zu einer zusammengefügt und als *Klasse 2-3* bezeichnet (Tab. 24). Nach Angaben des LLUR sind Flächen in dieser Klasse nicht für eine nasse Bewirtschaftung in Form von Anbaukulturen, sondern nur als Nasswiesen bzw. Nassweiden geeignet.

Es ergaben sich außerdem noch Besonderheiten bei der Klasseneinteilung (Tab. 24). Es wurde darum gebeten, Eigentumsflächen der Stiftung Naturschutz pauschal als ungeeignete Flächen einzubeziehen (Klasse 4). Eine Aufteilung der Biosphärenreservate in die einzelnen Zonen war in SH unnötig, da diese komplett von Vogelschutzgebietsflächen (SPA) überdeckt werden und somit nach Sichtweise des LLUR ungeeignet für die nasse Bewirtschaftung sind. Des Weiteren wird aus naturschutzfachlicher Sicht wie auch in MV die Berücksichtigung der Flächennaturdenkmale als relevant betrachtet, diese konnten in KLIBB aber aufgrund fehlender Daten keine Anwendung finden. Die Beschaffung sämtlicher Daten aus allen Landkreisen wäre im Rahmen von KLIBB ein unverhältnismäßiger Aufwand gewesen. Für eine genauere Untersuchung von Flächen auf größerer Maßstabsebene ist die Berücksichtigung der Flächennaturdenkmale allerdings zu empfehlen.

Tab. 24: Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Schleswig-Holstein.

Klasse 1 Geeignet	Klasse 2-3 unter Prüfaufgabe geeignet (keine Anbaukulturen)	Klasse 4 ungeeignet
Flächen ohne spezielle naturschutzfachliche Einschränkungen	Biosphärenreservate	gesetzlich geschützte Biotop
		Nationalparke
		Eigentumsflächen der Stiftung Naturschutz
	Landschaftsschutzgebiete	Naturschutzgebiete
		FFH
		SPA

Sämtliche der für die Analyse des Flächenstatus benötigten Daten wurden vom LLUR zur Verfügung gestellt.

Flächenkulisse mit potentieller Eignung für nasse Bewirtschaftung

Der überwiegende Anteil der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden liegt in Klasse 1 (72.334 ha) und wird größtenteils als Grünland (69.477 ha) genutzt (Abb. 17 und 18). Hier bietet sich ein hohes Potential für die Etablierung von Nasswiesen und Nassweiden. Mit 12.675 ha (davon 12.321 ha Grünland) fällt die Klasse 2-3 relativ klein aus. Knapp über 20 % (21.262 ha) der genutzten organischen Böden werden der Klasse 4 zugeordnet, die ebenfalls fast gänzlich unter Grünlandnutzung stehen.

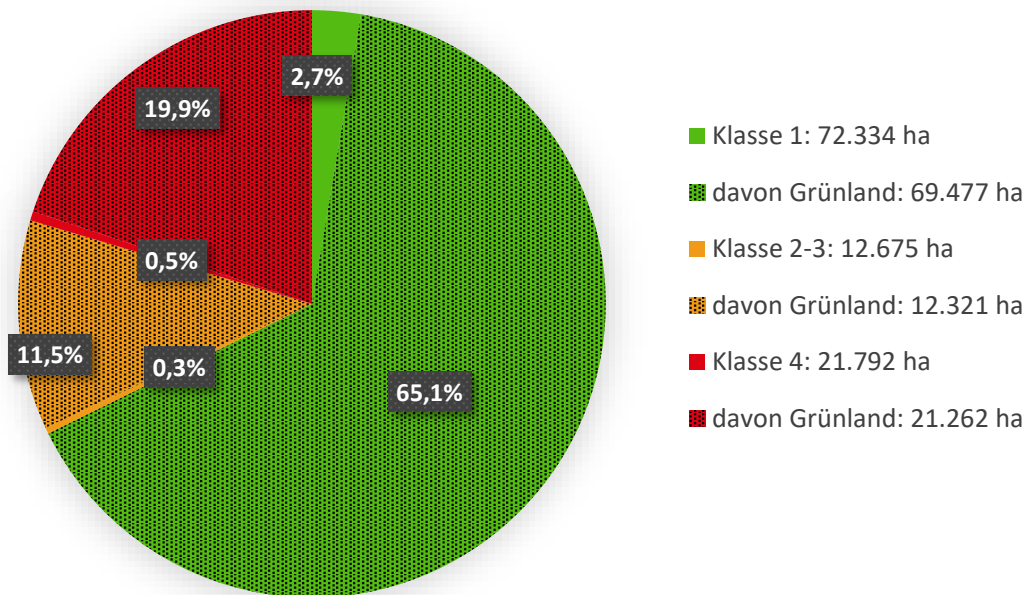


Abb. 17: Verteilung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoore und Moorgleye) in Flächenstatusklassen in Schleswig-Holstein.

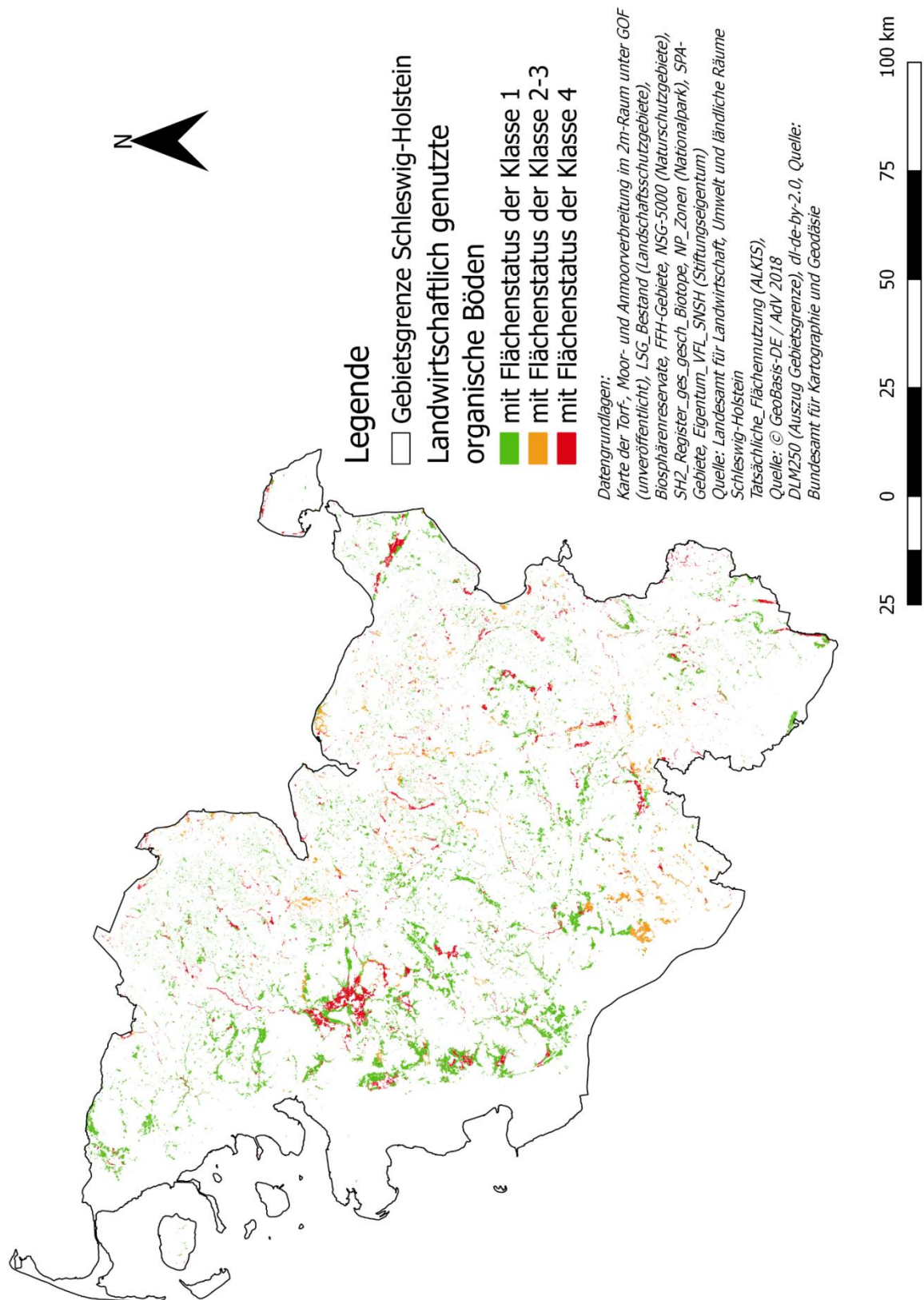


Abb. 18: Karte der Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoore und Moorgleye) mit Bewertung der Eignung für „nasse“ Bewirtschaftung in Schleswig-Holstein.

3.3.2 Brandenburg

Bodensystematische Einheiten

In Brandenburg steht bereits eine Moorkarte frei zur Verfügung (*MOORFIS Brandenburg*; im Internet Explorer: <https://webgis.fell-kernbach.de/project/doc/html/kapitel-00.html>). Die sogenannte „Moorkarte“ enthält neben den Niedermooren nach KA5 auch vergesellschaftete organische Böden. Die Bodendaten kommen aus unterschiedlichen Datenquellen: Preußisch geologisch-agronomische Karte, Moorarchiv der HU Berlin, Biotopkartierung, Forstliche Standortkartierung und (Reichs-) Bodenschätzung sowie Meliorationsspezialuntersuchungen und Rohstofferkundungen in der DDR (Fell et al. 2015). Einige Flächen sind sehr detailliert dargestellt, andere wiederum recht großflächig. Die meisten Daten stammen aus Zeiten der Bodenschätzung (1930er Jahre) oder aus dem HU-Moorarchiv (1950er bis 1980iger Jahre), so dass der Boden heute vielerorts nicht mehr dem damals kartierten Zustand entspricht. Die Nachkartierung für die neue Moorkarte konnte nicht flächendeckend durchgeführt werden und beruht oft auf Extrapolationen von Stichprobenbohrungen sowie auf Schätzungen (Fell et al. 2015).

Der Datensatz der Moorkarte wurde für die weitere Verarbeitung im KLBB-Projekt angepasst: Böden aus mineralischen Substraten sowie Gleye und Mudden wurden aus dem Datensatz entfernt und die dann verbliebenen Daten in Kategorien zusammengefasst (Tab. 25; hierbei ist zu beachten, dass die einbezogenen Böden aus der Moorkarte: „flacher Gley über...“ bzw. „Gley über...“ jeweils nur eine Überdeckung aus Gley darstellen).

Tab. 25: Organische Böden Brandenburgs (unter Verwendung der Moorkarte Brandenburgs und unter Ausschluss von Böden aus mineralischen Substraten, Gleyen und Mudden).

Bodensystematische Einheiten	Einbeziehung der Böden aus Moorkarte	Flächenangaben (in ha)
Niedermoorboden	Moor i. e. S., Definition nach KA5	162.342
	flacher Gley (< 30 cm) über Moor	
	Gley (30–40 cm) über Moor	
Anmoorgley und Moorgley	Moorfolgeboden	97.677
	flacher Gley (< 30 cm) über (An-) Moorgley	
	Gley (30–40 cm) über (An-) Moorgley	

Unter Berücksichtigung der genannten Böden ergibt sich eine Fläche von knapp 260.008 ha, die als relevant für die Flächenkulisse angesehen werden konnte. Hiervon sind rund 162.342 ha Niedermoorböden und 97.667 ha Anmoorgleye oder Moorgleye. Diese Zahlen ähneln den Angaben zur Fläche organischer Böden in Fell et al. (2015) (Niedermoore: 163.150 ha, Anmoore: 47.900 ha, Moorgleye: 49.050 ha). Die Moorschutzstrategie Brandenburgs (MLUL 2015) geht von einem heutigen Bestand von ca. 166.000 ha Mooren aus, wobei hier die Anmoore und Moorgleye nicht berücksichtigt wurden (MLUL 2015). Die weitere Verwendung des Begriffs „Moor“ schließt im Folgenden jedoch immer die hier aufgeführten vergesellschafteten Böden mit ein (Abb. 19).

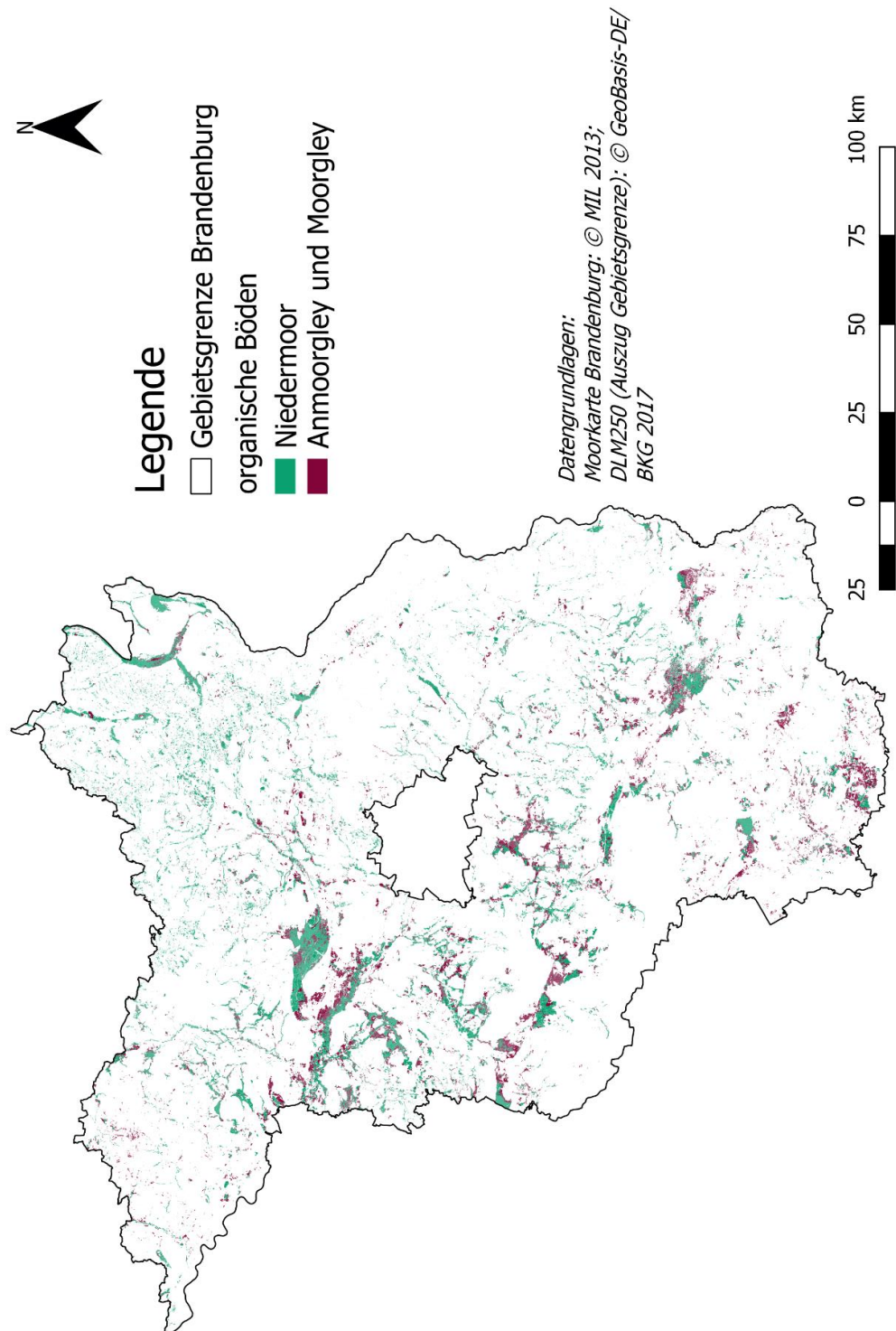


Abb. 19: Karte der organischen Böden in Brandenburg (unter Verwendung der Moorkarte Brandenburgs und unter Ausschluss von Böden aus mineralischen Substraten, Gleyen und Mudden).

Derzeitige Landnutzung

Daten zur Nutzung der Flächen wurden auf Grundlage des Digitalen Feldblockkatasters (DFBK) aus dem Jahr 2018 ermittelt. Nach dem Kriterium der derzeitigen Landnutzung wurden nur landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgewählt, nicht aber Landschaftselemente (bspw. Hecken) oder nicht-beihilfefähige Flächen (Flächen, die nicht landwirtschaftlich nutzbar und kein förderfähiges Landschaftselement sind).

Die Nutzungstypen der „Landwirtschaftlichen Referenzparzellen (Feldblöcke FB)“ im Feldblockkataster wurden den Kategorien „Grünland“, „Ackerland“ und „andere landwirtschaftliche Nutzung“ zugeordnet (Tab. 26).

Tab. 26: Landnutzungstypen auf organischen Böden im DFBK Brandenburg (Quelle: Dokumentation zum DFBK-Datenbestand des MLUL 2018).

Derzeitige Landnutzung	Landnutzungstyp nach DFBK
Grünland	GL (Grünland)
	GL-ELP (Grünlandbewirtschaftung unter „etablierten lokalen Praktiken“ ²)
	GL-MO (Grünland, entstanden aus Ackerflächen auf Moorstandorten)
Ackerland	AL (Ackerland)
andere landwirtschaftliche Nutzung	DK (Dauerkulturen)
	HE (Heide)
	34A (nicht landwirtschaftliche Fläche auf ehemaligem Ackerland)
	34G (nicht landwirtschaftliche Fläche auf ehemaligem Grünland)

Die Nutzungskarte zeigt, dass deutlich mehr Fläche auf organischen Böden als Grünland genutzt wird als für Ackerbau oder andere landwirtschaftliche Nutzungen (Abb. 32); die konkreten Flächenangaben sind Tabelle 27 zu entnehmen.

Tab. 27: Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung auf die organischen Böden (Niedermoore, Anmoorgleye und Moorgleye) in Brandenburg (Angaben in ha).

Landwirtschaftliche Nutzung	Organische Böden		
	gesamt	Niedermoore	andere organische Böden ³
	186.012	104.588	81.424
Grünland ⁴	147.149	95.020	52.129
Ackerland ⁵	38.385	9.332	29.053
andere ⁶	478	236	242

² Nach Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe h der EU Verordnung mit der Nummer 1307/2013

³ Umfasst hier die in der Moorkarte erfassten *Anmoorgleye* und *Moorgleye*

⁴ dazu wurden die Landnutzungstypen GL, GL-ELP und GL-MO gezählt

⁵ entspricht dem Landnutzungstyp AL

⁶ dazu wurden die Landnutzungstypen DK, HE, 34A und 34G gezählt

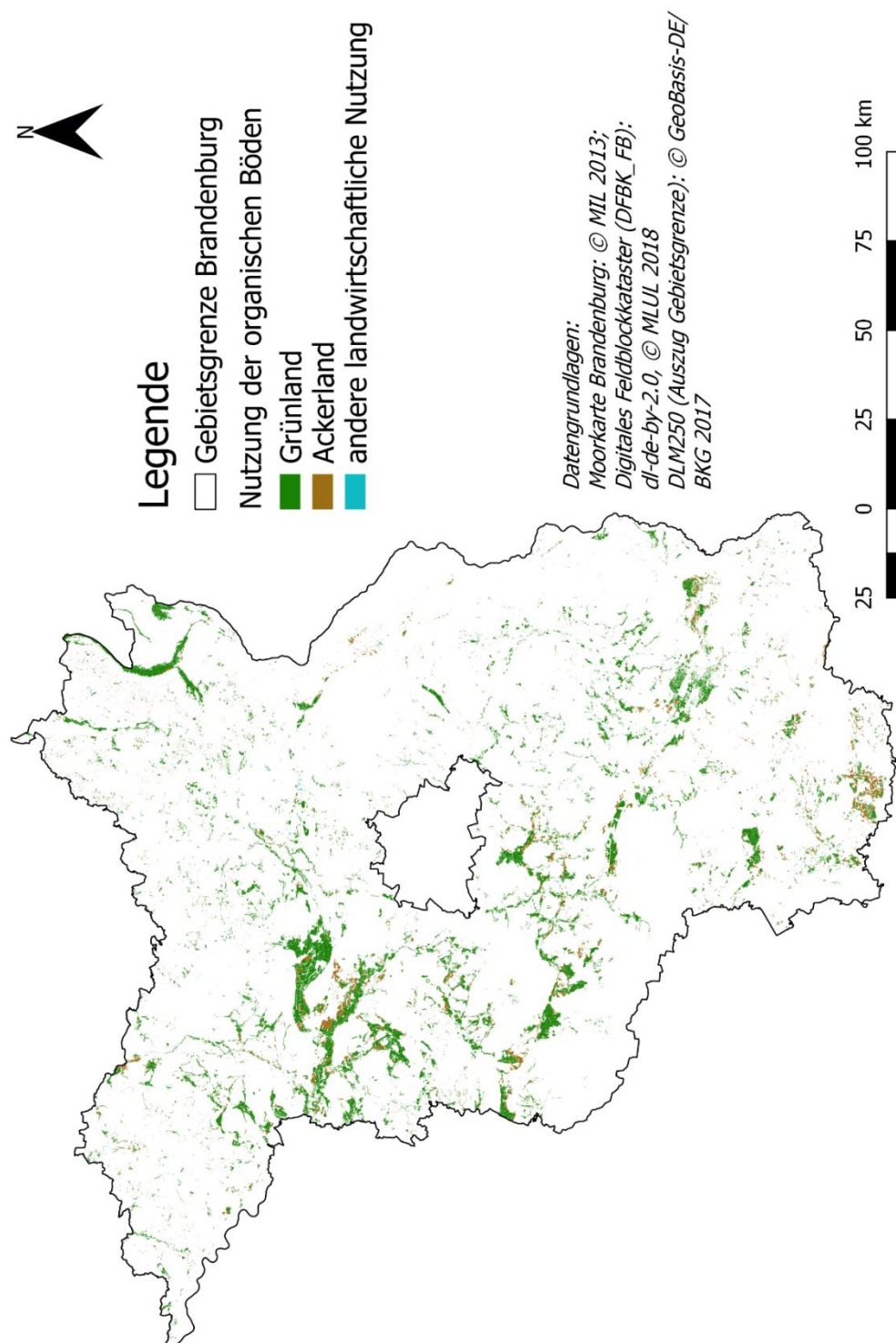


Abb. 20: Karte der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden in Brandenburg (unter Verwendung der Moorkarte Brandenburgs und unter Ausschluss von Böden aus mineralischen Substraten, Gleyen und Mudden).

In Abstimmung mit Vertreterinnen und Vertretern des Landesamtes für Umwelt Brandenburg (LfU) wurde entschieden, dass eine Aufteilung der unter Prüfaufgabe geeigneten Flächen in Klasse 2 (für Nasswiese/Nassweide sowie für Anbaukulturen geeignet) und Klasse 3 (nur für Nasswiese/Nassweide, nicht für Anbaukulturen geeignet) nicht vorgenommen werden soll, da eine genaue Abgrenzung nicht pauschal angegeben werden kann. Es sollten daher diese beiden Klassen zu einer Klasse vereint werden, die dann alle Flächen berücksichtigt, die unter Prüfaufgabe für eine nasse Bewirtschaftung geeignet sein könnten. Die Einteilung erfolgt somit in nur 3 statt 4 unterschiedliche Klassen. Um möglichst vergleichbar mit dem Ansatz in MV zu bleiben, wurden die Klassen 2 und 3 zu einer zusammengefügt und als „Klasse 2-3“ bezeichnet (Tab.28).

Tab. 28: Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Brandenburg.

Klasse 1 geeignet	Klasse 2-3 unter Prüfaufgabe geeignet	Klasse 4 ungeeignet
Flächen außerhalb der Klassen 2-4	Biosphärenreservate ohne Kernzone	Biosphärenreservate: Kernzone
	Nationalpark ohne Kernzone	
	Naturschutzgebiete ohne Kernzone	Nationalpark: Kernzone
	FFH-Gebiete	
	SPA-Gebiete	Naturschutzgebiete: Kernzone
	Landschaftsschutzgebiete	
	gesetzlich geschützte Biotope	

Klasse 1 beinhaltet solche Flächen, die keinem hier gelisteten Schutzstatus unterliegen und auf denen nach den genannten Kriterien daher keine Einschränkungen für eine nasse Bewirtschaftung bestehen. Es müssen jedoch ggf. weitere, hier nicht berücksichtigte Auflagen beachtet werden, bspw. zum Grünlandschutz und zum Gewässerschutz.

In **Klasse 2-3** nehmen FFH-Gebiete eine Sonderstellung ein. Nach Einschätzung der Vertreterinnen und Vertreter des LfU Brandenburg könnten in FFH-Gebieten zwar Moorflächen ohne Feuchtgrünland-LRT-Status grundsätzlich als für eine nasse Bewirtschaftung geeignet angesehen werden. Es sei jedoch nicht möglich auszuschließen, dass vereinzelt Sonderfälle auftreten können, auf denen eine Nutzung genauer geprüft werden muss. Daher wurden auch diese Flächen pauschal der Klasse 2-3 zugeordnet. Grundsätzlich müssten auch Flächennaturdenkmale der Klasse 2-3 zugeordnet werden. In Brandenburg sind allerdings keine flächendeckenden Geodaten zu Flächennaturdenkmälen vorhanden, weswegen sie hier nicht berücksichtigt werden konnten.

Zur **Klasse 4** wurden die Kernzonen verschiedener Schutzgebietskategorien zugeordnet, da eine Nutzung mit ihren Schutzziele nicht vereinbar ist. Die Kernzonen aller Biosphärenreservate, Naturschutzgebiete und des Nationalparks haben in Brandenburg eigene Schutzziele, werden hier jedoch einheitlich als für eine nasse Bewirtschaftung ungeeignet definiert. In der Kernzone des Nationalparks sollte die landwirtschaftliche Nutzung grundsätzlich nicht möglich sein. Zur Zeit (Ende 2019) werden jedoch einige dieser Flächen genutzt. Mit Bekanntgabe des kommenden Flurbereinigungsplanes sollen diese Flächen aus der Nutzung genommen und zum Wildnisgebiet ernannt werden. Zur vollständigen Erfassung der Gebietsklassen wurden diese Flächen hier mit aufgenommen.

Fast alle Daten, die zur Umsetzung dieser Analyse genutzt wurden, sind frei verfügbar (<https://geobroker.geobasis-bb.de/>). Die Geofachdaten aus dem Bereich Naturschutz, namentlich *FFH-Gebiete*, *Vogelschutzgebiete (SPA)*, *Schutzgebiete (NSG, LSG,>NNL (GSG))* und *Biotope und FFH-LRT* konnten überwiegend direkt für die weitere Bearbeitung verwendet werden. Die gesetzlich geschützten Biotope waren in dem Datensatz *Biotope und FFH-LRT* gekennzeichnet und konnten für die weitere Verarbeitung als Einzeldatensatz ausgelesen werden. Kernzonen von Nationalparks und Naturschutzgebieten (NSG) waren in dem Datensatz GSG gekennzeichnet. Lediglich die *Biosphärenreservate* im Datensatz GSG wiesen keine Zonierungen auf. Für die Biosphärenreservate *Spreewald* und *Flusslandschaft Elbe* stellte das LfU Geodaten mit entsprechender Zonierung bereit. Für das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin wurden, nach Absprache mit dem LfU, die Totalreservate der Naturschutzgebiete, die innerhalb des Biosphärenreservates liegen, als Kernzonen des Biosphärenreservates definiert.

Flächenkulisse mit potentieller Eignung für nasse Bewirtschaftung

In BB fielen die meisten Flächen in Klasse 2-3 (Abb. 21 und 22). Auf diesen 132.896 ha (entspricht 71,4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche der organischen Böden) könnte nach Einzelfallprüfung eine nasse Bewirtschaftung stattfinden. Zu beachten bleibt hierbei, dass zwei Drittel der Flächen aktuell Grünland sind, d. h. es bestehen für die Umwandlung spezielle rechtliche Restriktionen (Grünlandumbruchverbot).

Die in Abbildung 21 rot abgebildeten Flächen zeigen die landwirtschaftlich genutzten Flächen organischer Böden auf, die in Klasse 4 liegen und damit für eine nasse Bewirtschaftung als ungeeignet angesehen werden. Diese 321 ha (0,2 % der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden) werden komplett als Grünland genutzt und liegen in Kernzonen von Schutzgebieten.

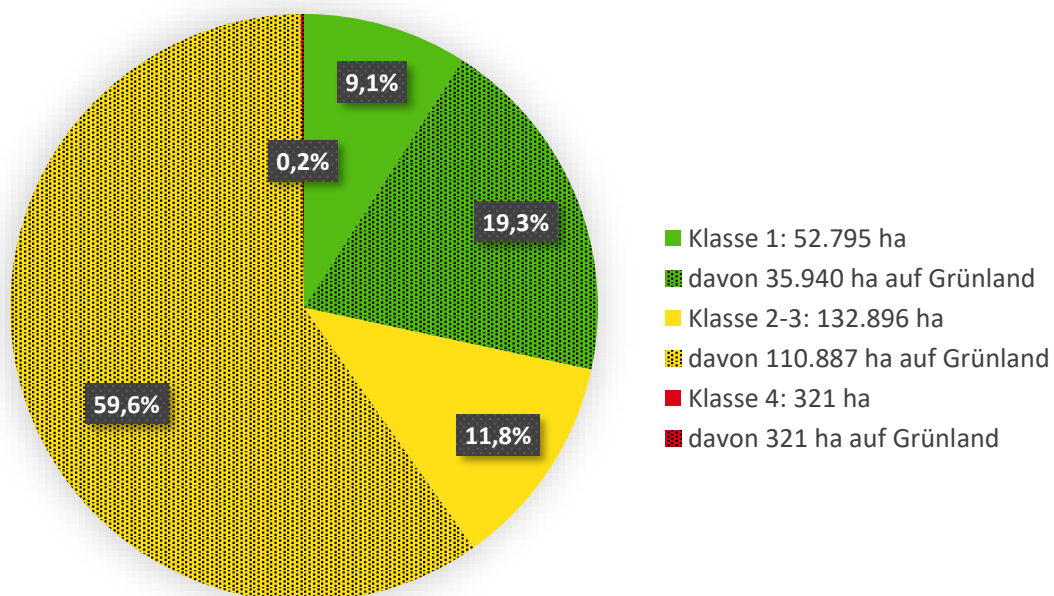


Abb. 21: Verteilung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoorgleye und Moorgleye) in Flächenstatusklassen in Brandenburg.

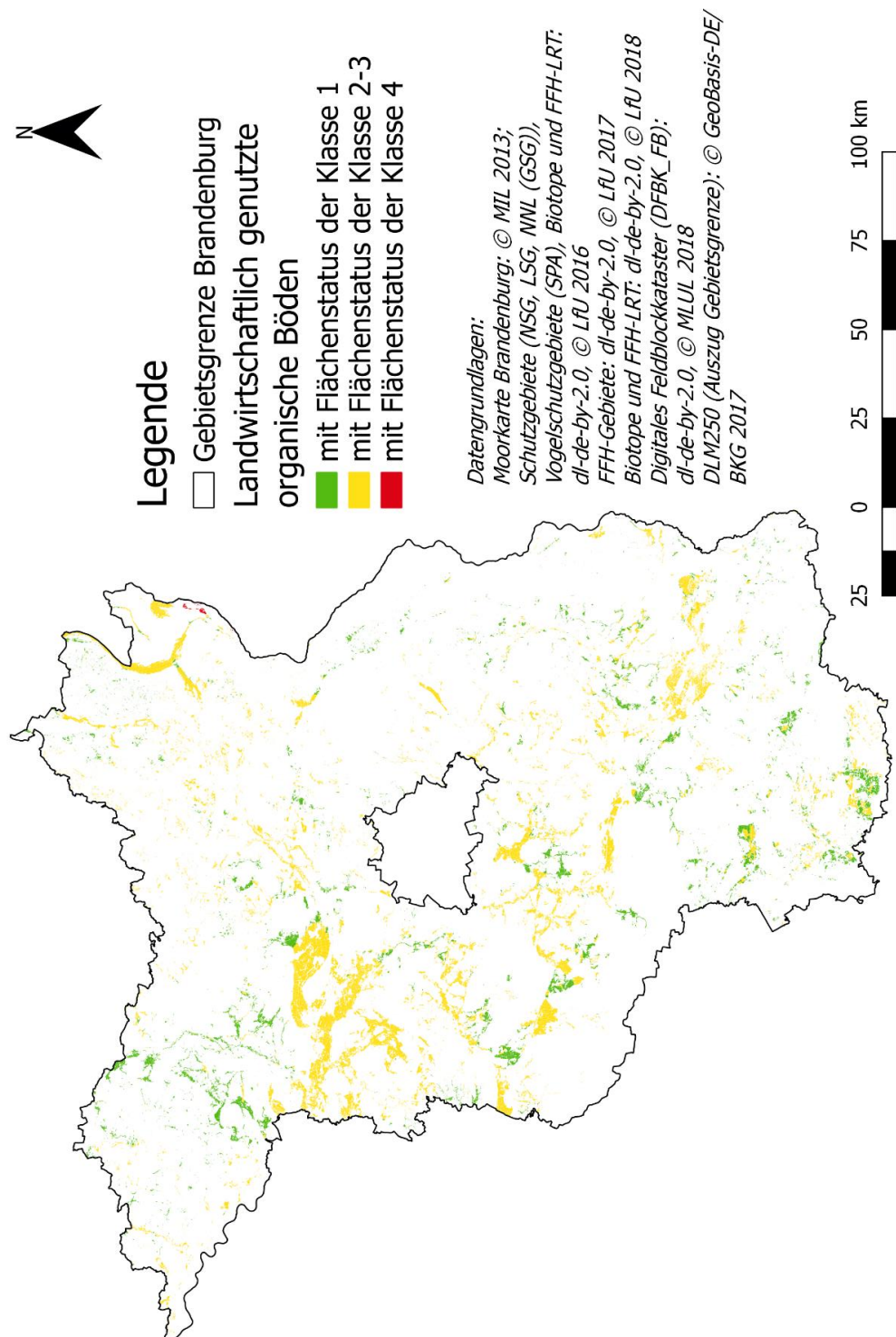


Abb. 22: Karte der Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoorgleye und Moorgleye) mit Bewertung der Eignung für nasse Bewirtschaftung in Brandenburg

Flächen in Grün der Klasse 1 stellen die übrigen landwirtschaftlich genutzten Moorböden dar, hier bestehen grundsätzlich keine naturschutzfachlichen Restriktionen. Somit können 52.795 ha (28,4 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche organischer Böden) und davon 35.940 ha Grünlandflächen (Abb. 21) potentiell für eine Umstellung in nasse Bewirtschaftung als geeignet angesehen werden. Im Bereich von Grünländern bestehen allerdings rechtliche Restriktionen, wenn für die Einrichtung der Paludikultur eine Grünlandumwandlung erfolgt. Auf den 16.855 ha Ackerland in Klasse 1 sind sämtliche Anbaukulturen etablierbar.

Die für das Bundesland BB vorgelegten Ergebnisse in KLIBB stellen eine potentielle Flächenkulisse für die Umwandlung der landwirtschaftlich genutzten Niedermoorböden und mit ihnen vergesellschafteten organischen Böden hin zu einer nassen Bewirtschaftung dar. Fragen des Wassermanagements sind ausgeklammert. Die Datengrundlage dafür ist der Anlage 1 zu entnehmen.

3.3.3 Baden-Württemberg

Bodensystematische Einheiten

Die Daten zur Verbreitung organischer Böden für BW sind im Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) öffentlich verfügbar (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>) und wurden diesem Projekt von der LUBW zur Verfügung gestellt. Die Moorkarte (Moorkarte BK50) stellt eine durch das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) überarbeitete Form der bereits existierenden Moorkarte Baden-Württembergs dar, wobei in der überarbeiteten Fassung nun neben Mooren auch die ganze Bandbreite der humusreichen Grundwasserböden zu finden ist. Für die neue Fassung wurden Feldaufnahmen sowie die Forstliche Standortkartierung, die Bodenschätzung und das Digitale Geländemodell 1 herangezogen. In dem Datensatz der Moorkarte wurde bereits eine Kurzlegende angelegt, die die Zuordnung der Böden vereinfacht. Die Böden wurden in zehn Legendeneinheiten unterteilt (Tab. 29).

Tab. 29: Flächengrößen der organischen Böden Baden-Württembergs (unter Verwendung der Moorkarte BK50 Baden-Württembergs), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Bodensystematische Einheiten	Größe (in ha)
Hochmoor	3.642
Hoch- und Niedermoor	498
Niedermoor	33.386
An- und Niedermoor	601
überdecktes Niedermoor	4.285
Anmoor	3.569
stellenweise Vermoorung	289
stellenweise überdecktes Niedermoor	964
mineralische Grundwasserböden mit stellenweise Anmoor ⁷	15.483

⁷ darunter fallen in unterschiedlicher Zusammenstellung Anmoorgley, Gley, Moorgley, Nassgley, Kalkanmoorgley, Kalknassgley, Humusgley, Auengley, (Bändchen-)Stagnogley, Hanggley, Moorquellengley, Auenpseudogley-Auengley, Kolluvium-Gley, Quellengley, Quellenanmoorgley, Anmoorquellengley

Durch die Entfernung der im Projekt KLIBB nicht behandelten Flächen aus den Einheiten „Hochmoor“, „überdecktes Niedermoor“ sowie „stellenweise überdecktes Niedermoor“ konnte eine Karte der relevanten Moorböden in BW erstellt werden (Abb. 23). Im Vergleich mit den in der Tabelle angegebenen Hektarzahlen werden im Moorschutzprogramm Baden-Württembergs andere Angaben zu den Flächengrößen gemacht. Dort werden 31.906 ha Niedermoorfläche und 9.643 ha Anmoorfläche ausgewiesen (LUBW 2017). Basis dafür war nicht die aktuelle Moorkarte, sondern das Moorkataster Baden-Württembergs aus 2015.

Neben dem Datensatz zur allgemeinen Kulisse organischer Böden in BW wurde dem Projekt auch die Karte mit den organischen Böden unter Nutzung übermittelt (April 2019; Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg). Die Informationen stammen aus dem Geografischen Informationssystem Entwicklung in der Landwirtschaft (GISELa) des Landes, das flächenbezogene Daten aus dem Gemeinsamen Antrag⁸ zum ländlichen Raum enthält.

Für die weitere Bearbeitung der Daten wurden auch hier alle Flächen der Legendeneinheiten „Hochmoor“, „überdecktes Niedermoor“ und „stellenweise überdecktes Niedermoor“ aus dem Datensatz entfernt. Danach ergibt sich eine Fläche organischer Böden von rund 50.804 ha, die aus bodenkundlicher Sicht für die Flächenkulisse für die nasse Bewirtschaftung von Niedermoorböden von Bedeutung ist (Tab. 30).

Tab. 30: Flächengrößen der organischen Böden unter Nutzung in Baden-Württemberg (unter Verwendung der Moorkarte BK50 Nutzungsflächen Baden-Württembergs und unter Ausschluss von Hochmooren, überdeckten Niedermooren und stellenweise überdeckten Niedermooren), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Bodensystematische Einheiten	Größe (in ha)
Hoch- und Niedermoor	459
Niedermoor	31.485
An- und Niedermoor	585
Anmoor	3.420
stellenweise Vermoorung	276
mineralische Grundwasserböden mit stellenweise Anmoor ⁹	2.579

Im Vergleich zur reinen Moorkarte BK50 sind in der Karte der genutzten organischen Böden die Flächen einiger bodensystematischer Einheiten verringert. Da die Moorkarte mit einer Nutzungskarte verschnitten wurde, sind vermutlich ungenutzte Moore herausgefallen. Da diese auch in KLIBB nicht betrachtet werden sollten, wurde diese Karte der genutzten Moore, unter Ausschluss der oben genannten Legendeneinheiten, für die weitere Bearbeitung in KLIBB verwendet.

⁸ Antrag auf Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU

⁹ darunter fallen in unterschiedlicher Zusammenstellung Anmoorgley, Gley, Moorgley, Nassgley, Kalkanmoorgley, Kalknassgley, Humusgley, Auengley, (Bändchen-)Stagnogley, Hanggley, Moorquellengley, Auenpseudogley-Auengley, Kolluvium-Gley, Quellengley, Quellenanmoorgley, Anmoorquellengley

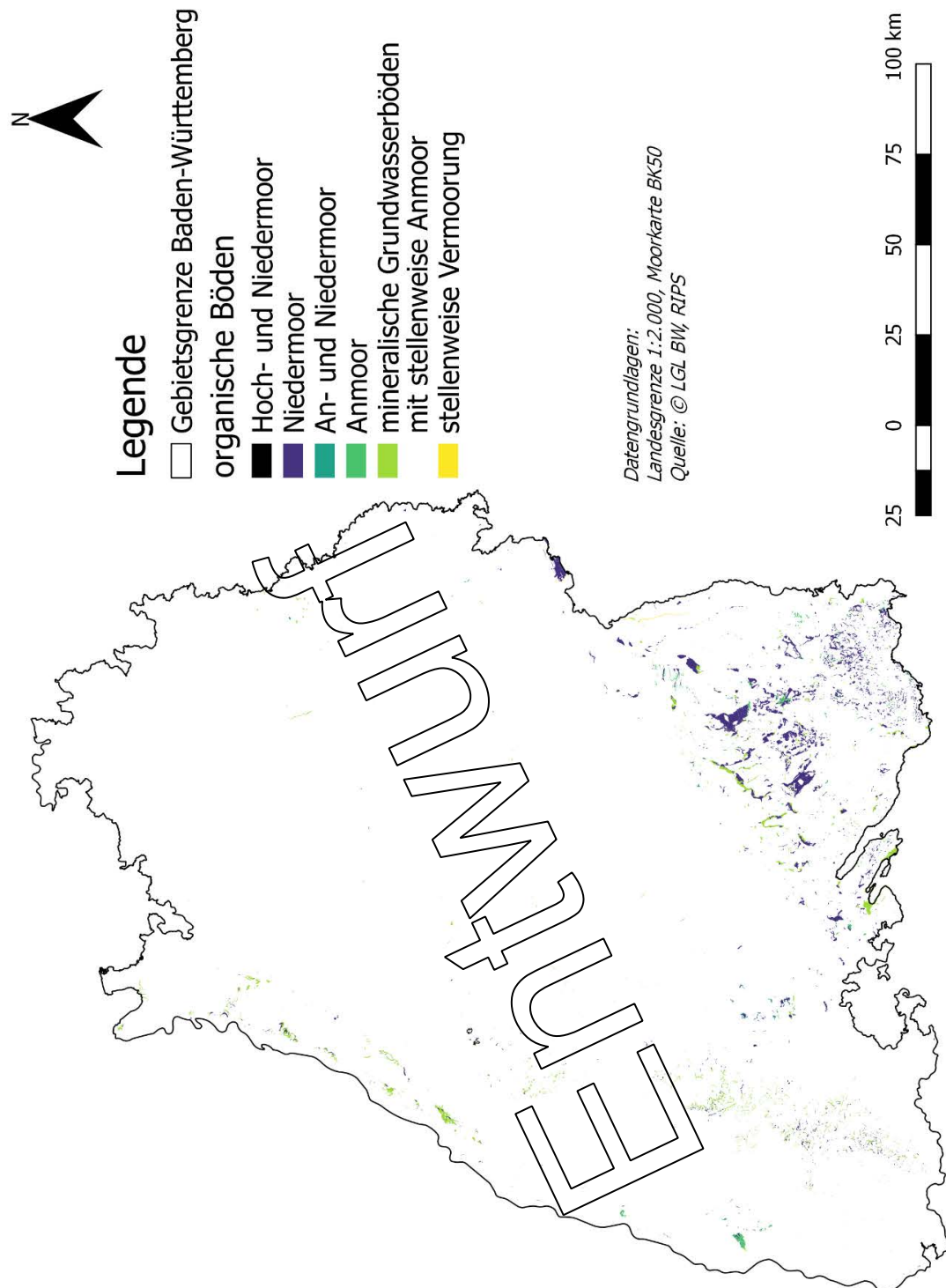


Abb. 23: Karte der organischen Böden in Baden-Württemberg (unter Verwendung der Moorkarte BK50 Baden-Württembergs und unter Ausschluss von Hochmooren, überdeckten Niedermooren und stellenweise überdeckten Niedermooren), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Derzeitige Landnutzung

In der von der LUBW übergebenen Moorkarte waren bereits Angaben zur Flächennutzung enthalten. Separate Flächennutzungsdaten waren nicht für das Projekt verfügbar. Durch den Verschnitt mit den Nutzungsdaten wurde die Moorkarte um die sogenannte „GISELa ID“ erweitert. Sie dient der Identifikation der Flächennutzung. Zudem wurde von der LUBW eine Übersicht mit den Nutzungscode in GISELa zur Verfügung gestellt, mit dessen Hilfe die GISELa ID bestimmten Nutzungsarten zuordenbar ist. Es wurden nur die Flächen ausgewählt, die nach ihrer GISELa ID der landwirtschaftlichen Nutzfläche zuzuordnen waren. Landschaftselemente, Gehölze und Punktobjekte wurden aus dem Datensatz entfernt. Die übrigen Flächen sind nach GISELa entweder als Ackerland, Dauergrünland oder Dauerkultur definiert (Tab. 31); die entsprechende Verteilung der Flächen zeigt die nachfolgende Karte (Abb. 24).

Tab. 31: Landnutzungstypen auf organischen Böden in GISELa in Baden-Württemberg (Quelle: Beiblatt zu den landwirtschaftlichen Nutzungsarten in GISELa), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Derzeitige Landnutzung	Nutzungstyp in GISELa	Definition in GISELa
Ackerland	Ackerland	Ackerland
	potentielles Grünland	Ackerland
Grünland	Grünland	Dauergrünland
	Grünland (Streuobst)	Dauergrünland
	Grünland (Feuchtgebiet)	Dauergrünland
	neues Grünland ab 2015	Dauergrünland
	Ersatz-/ Rückumwandlungsgrünland	Dauergrünland
	Trockene Heiden	Dauergrünland
	Sonst. landw. Nutzfläche (Heide)	Dauergrünland
andere landwirtschaftliche Nutzung	sonst. landw. Nutzfläche	
	Sonst. landw. Nutzfläche (Gartenland)	Dauerkultur
	Sonst. landw. Nutzfläche (Obstbaumpflanzung)	Dauerkultur
	Sonst. landw. Nutzfläche (Rebland)	Dauerkultur
	Sonst. landw. Nutzfläche (Baumschule)	Dauerkultur
	Sonst. landw. Nutzfläche (Hopfen)	Dauerkultur
	Sonst. landw. Nutzfläche (Gewächshaus)	Dauerkultur

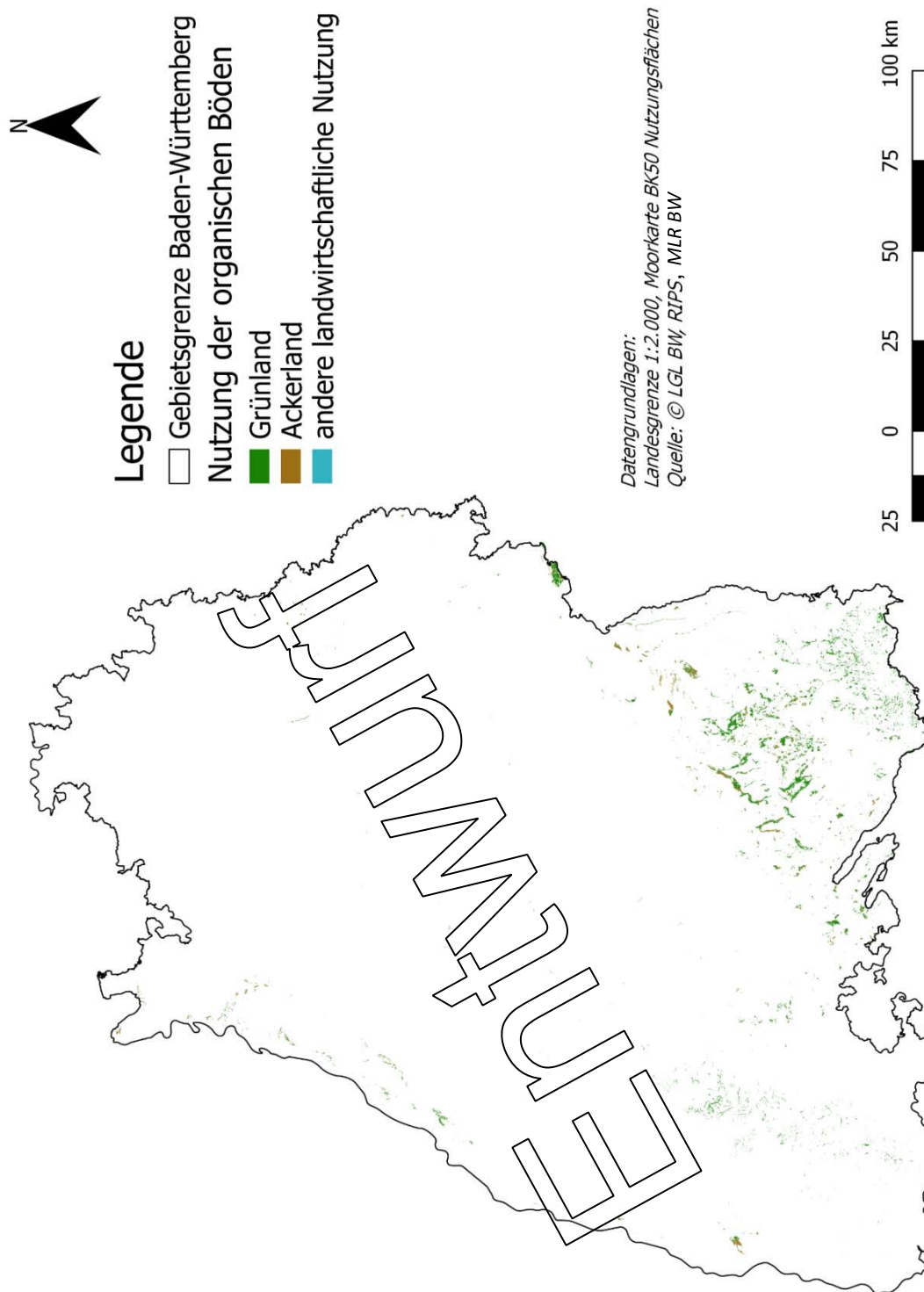


Abb. 24: Karte der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden in Baden-Württemberg (unter Verwendung der Moorkarte BK50 Baden-Württembergs und unter Ausschluss von Hochmooren, überdeckten Niedermooren und stellenweise überdeckten Niedermooren), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Insgesamt umfasst die derzeit landwirtschaftlich genutzte Fläche auf organischen Böden 31.057 ha, wovon der überwiegende Teil als Grünland genutzt wird (Tab. 32).

Tab. 32: Verteilung der landwirtschaftlichen Nutzung auf die organischen Böden in Baden-Württemberg (Angaben in ha), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Landwirtschaftliche Nutzung	Organische Böden		
	gesamt	Niedermoore ¹⁰	andere organische Böden ¹¹
	31.057	20.123	10.934
Dauergrünland ¹²	25.109	17.488	7.621
Ackerland ¹³	5.622	2.503	3.119
andere ¹⁴ (Dauerkultur oder keine Zuordnung)	326	132	194

Naturschutzfachlicher Flächenstatus

Für die Ermittlung der spezifischen naturschutzfachlichen und landesplanerischen Vorgaben und Gegebenheiten in BW wurde eine Übersicht der relevanten Flächen genutzt, die von der LUBW (Referat Flächenschutz, Fachdienst Naturschutz) intern abgestimmt und dem Projekt KLIBB zur Verfügung gestellt wurde; diese Zuarbeit enthielt bereits eine Klasseneinteilung hinsichtlich ihrer Eignung. Die Klassen 2 und 3 wurden darin einzeln aufgeführt, sodass eine Unterteilung der „unter Prüfaufgabe geeigneten Flächen“ in solche mit Anbaukulturen (Klasse 2, Anbaukultur und Nasswiese bzw. Nassweide) und ohne Anbaukulturen (Klasse 3, nur Nasswiese bzw. Nassweide) vorgenommen wurde. Auch Klasse 4 (ungeeignet) und Klasse 1 (geeignet) werden analog der Methode von MV genutzt (Tab. 33).

Bei der Einteilung der relevanten Gebiete gab es in BW einige Besonderheiten: Flächen mit FFH-LRT wurden in die Klasseneinteilung einbezogen und den Klassen 3 und 4 zugeordnet. Dabei wurden Trocken-LRT und Gehölz-LRT von einer nassen Nutzung komplett ausgenommen, wohingegen Feucht-LRT und Gewässer-LRT unter Umständen (unter Prüfaufgabe) für eine Nasswiese/Nassweide in Frage kommen, da sich hier durch eine Vernässung Synergien mit dem Naturschutz bzw. Artenschutz ergeben können. Eine weitere Besonderheit ist die Einbeziehung der Lebensstätten (Habitate) der Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie. Die Daten zu diesen Standorten stehen der Allgemeinheit in der Regel nur als pdf-Karte und nicht als (herunterladbare) Geo- oder Sachdaten zur Verfügung. Diese wurden durch die LUBW für KLIBB zur Verfügung gestellt. Im Kontrast zu LRT wurden Flächen mit kartierten Habitaten der Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie in Klasse 2 eingeordnet, da hier eine Synergie bestimmter Arten auch mit Anbaukulturen denkbar ist. Zentral ist aber wieder die Einzelfallprüfung auf Gebietsebene. Habitate nach Anhang IV oder V der FFH-Richtlinie konnten aufgrund fehlender Datenverfügbarkeit nicht integriert werden. Auf sie ist,

¹⁰ Umfasst hier die in der Moorkarte erfassten Legendeneinheiten *Hoch- und Niedermoor*, *Niedermoor* und *An- und Niedermoor*.

¹¹ Umfasst hier die in der Moorkarte erfassten Legendeneinheiten *Anmoor*, *stellenweise Vermoorung* und *mineralische Grundwasserböden mit stellenweise Anmoor*.

¹² GISELa ID: 1100, 1110, 1120, 1130, 1140, 1220

¹³ GISELa ID: 1000, 1010

¹⁴ GISELa ID: 1200, 1210, 1230, 1240, 1250, 1260, 1270

wie auch auf andere bei der Kulisse nicht berücksichtigte Schutzgüter, in der Einzelfallprüfung für ein Gebiet einzugehen.

Darüber hinaus entschied man sich aufgrund des Umwandlungsverbots für Dauergrünlandflächen (§ 27a des Landwirtschafts- und Landeskulturgesetzes Baden-Württemberg) dafür, Grünlandflächen unabhängig ihrer sonstigen naturschutzfachlichen Eignung als für Anbaukulturen in nasser Bewirtschaftung ungeeignet zu definieren. Da bei der Nutzung von Grünland als Nasswiese bzw. Nassweide i. d. R. kein Umbruch stattfindet, kommen Grünlandflächen als potentielle Nasswiese/Nassweide in Frage. Zusätzlich wurde eine Reihe von Flächen in die Übersicht und Klasseneinteilungen aufgenommen, die in BW einerseits bei einer Betrachtung der naturschutzfachlichen und landesplanerischen Einschränkungen einer nassen Nutzung relevant sind, andererseits aufgrund fehlender oder unvollständiger Daten beim KLIBB-Projekt nicht in die GIS-Analyse aufgenommen werden konnten. Dies umfasste die „Förderkulisse Artenreiches Grünland“, „Geschützte Landschaftsbestandteile“, der „Landschaftsrahmenplan“ bzw. „Regionalplan“, „Maßnahmenflächen nach Landschaftspflegebericht“, „SPA- und MAP-Habitat-Entwicklungsflächen“, „MAP-Entwicklungsflächen für LRT“ sowie „Flächen des Artenschutzprogramms“. Die Tabelle der LUBW zur Einteilung der Eignungsklassen wurde für die bessere Handhabung und Übersicht der für die GIS-Analyse zu verwendenden Daten leicht abgeändert. Zuvor erwähnte Einschränkungen, die aufgrund fehlender Daten hier nicht berücksichtigt werden konnten, wurden entfernt. Grünlandflächen, die in BW einen besonderen gesetzlichen Schutzstatus besitzen, wurden zur Potenzialabschätzung mit einbezogen und pauschal in Klasse 3 eingeordnet (Tabelle 33). Die vollständige Tabelle des LUBW ist dem Anhang 2 zu entnehmen.

Tab. 33: Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg (gekürzte Version; Langfassung in Anhang 2), nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Klasse 1 geeignet	Klasse 2 grundsätzlich für Nutzungsart Nasswiese/- weide und Anbaukultur geeignet, vorbehaltlich Prüfauflage in jedem Einzelfall	Klasse 3 grundsätzlich nur für Nutzungsart Nasswiese/- weide geeignet, vorbehaltlich Prüfauflage in jedem Einzelfall	Klasse 4 ungeeignet
Flächen auf Moorboden (ohne Grünland) ohne naturschutz-fachliche und landschaftsplanerische Einschränkung	Biosphärengebiete: Entwicklungszonen	Biosphärengebiete: Pflegezonen	Biosphärengebiete: Kernzone
	Vogelschutzgebiete (SPA): SPA-Habitate	gesetzlich geschützte Biotope: Feuchtbio- tope, Gewässerbio- tope	gesetzlich geschützte Biotope: Trockenbiotope, Gehölzbiotope
	FFH-MAP – Habitate für Arten nach Anhang II der FFH-RL	FFH-LRT nach Anhang I der FFH-RL	FFH-LRT nach Anhang I der FFH- RL: Trocken-LRT, Gehölz-LRT
		Flächennaturdenkmäler	
		Naturschutzgebiete	
		Grünland	Nationalparke

Wie schon bei der Moorkarte wurden auch sämtliche weitere Daten, die für den Flächenstatus benötigt wurden, von der LUBW zur Verfügung gestellt und im Rahmen von KLIBB bearbeitet. So wurde für die Unterteilung der *Biosphärenreservate* in Entwicklungszonen, Pflegezonen und Kernzonen diese Zonen aus dem Datensatz einzeln ausgelesen, sodass die Zonen getrennt voneinander betrachtet und bearbeitet werden konnten. Auch der Datensatz der *gesetzlich geschützten Biotope* wurde durch eine entsprechende Auswahl in Feuchtbiotope und Gewässer sowie Trockenbiotope und Gehölzbiotope unterteilt. Ähnlich verlief die Aufteilung der *FFH-LRT nach Anhang I der FFH-RL*. Landschaftsschutzgebiete wurden bei der Kulissenerstellung nicht berücksichtigt, sie fallen also zurzeit in Klasse 1. Bei einer weiteren Bearbeitung der Kulisse sollten sie der Klasse 2 zugeordnet werden.

Für die Zuordnung der relevanten organischen Böden in Klasse 1 und 2 im GIS wurden lediglich die organischen Böden betrachtet, die sich zwar unter landwirtschaftlicher Nutzung, jedoch nicht auf Grünlandflächen befinden. Solche Flächen, die sich unter Berücksichtigung der übrigen naturschutzfachlichen und landesplanerischen Einschränkungen eigentlich in Klasse 1 oder 2 befänden, jedoch als Grünland genutzt werden und daher unter das Grünlandumbruchverbot fallen, wurden zu Flächen der Klasse 3 hinzugefügt. Bei Überschneidungen von Flächen in verschiedenen Klassen gilt immer die restriktivere.

Flächenkulisse mit potentieller Eignung für nasse Bewirtschaftung

Die Flächenkulisse für BW zeigt eine für nasse Bewirtschaftung uneingeschränkt geeignete potentielle Fläche von 5.123 ha, wohingegen Klasse 2 nur 530 ha verzeichnet. Klasse 4 erstreckt sich auf 1.551 ha. Mit 23.852 ha liegt der Großteil der relevanten Flächen in Klasse 3; das entspricht 76,2 % (Abb. 25) und ist durch die Zuordnung des Grünlands in die Klasse 3 zu begründen. Nahezu alle der Klasse 3 zugeordneten Flächen sind durch den Status Dauergrünland begründet.

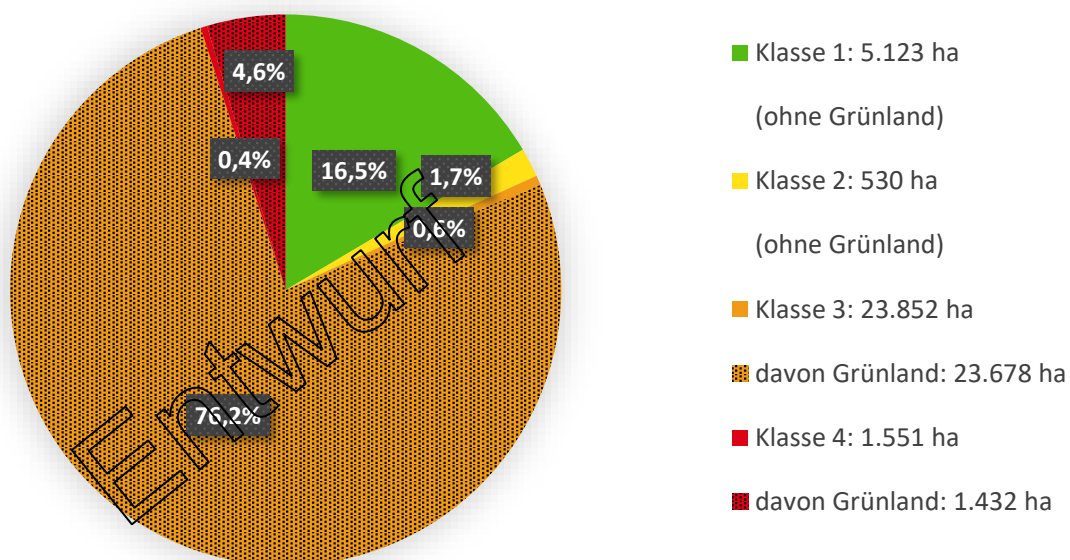


Abb. 25: Verteilung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoore, mineralische Grundwasserböden mit stellenweise Anmoor sowie stellenweise Vermoorung) in Flächenstatusklassen in Baden-Württemberg, nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

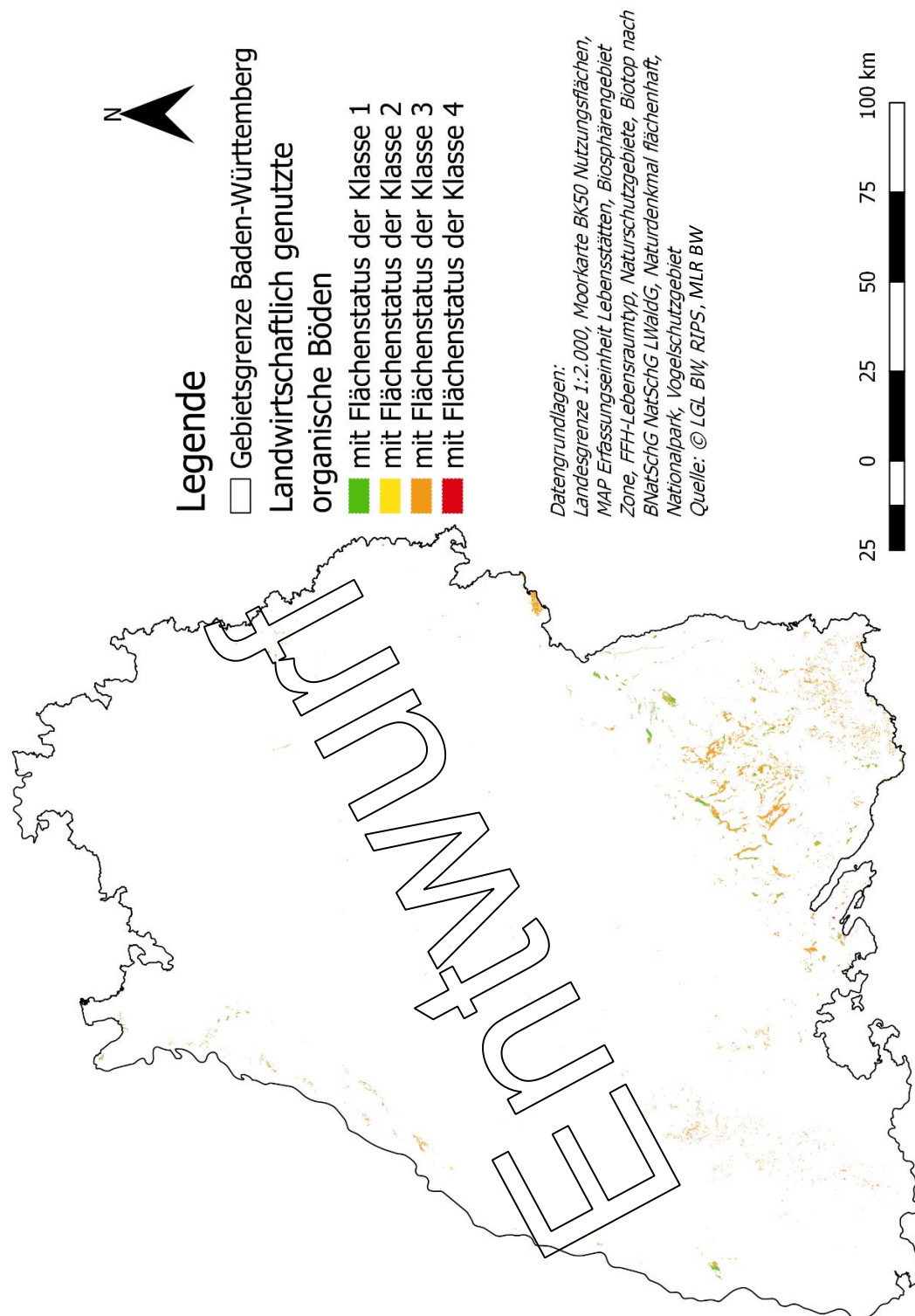


Abb. 26: Karte der Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoore, mineralische Grundwasserböden mit stellenweise Anmoor sowie stellenweise Vermoorung) mit Bewertung der Eignung für nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg, nicht final mit dem LUBW abgestimmter Entwurf.

Eine Besonderheit in BW ist die geringe Flächengröße je ausgewiesener Einheit, was auch der im vergrößerten Maßstab dargestellte Ausschnitt zeigt (Abb. 27). Ein Grund hierfür ist die Einbeziehung der gesetzlich geschützten Biotope.

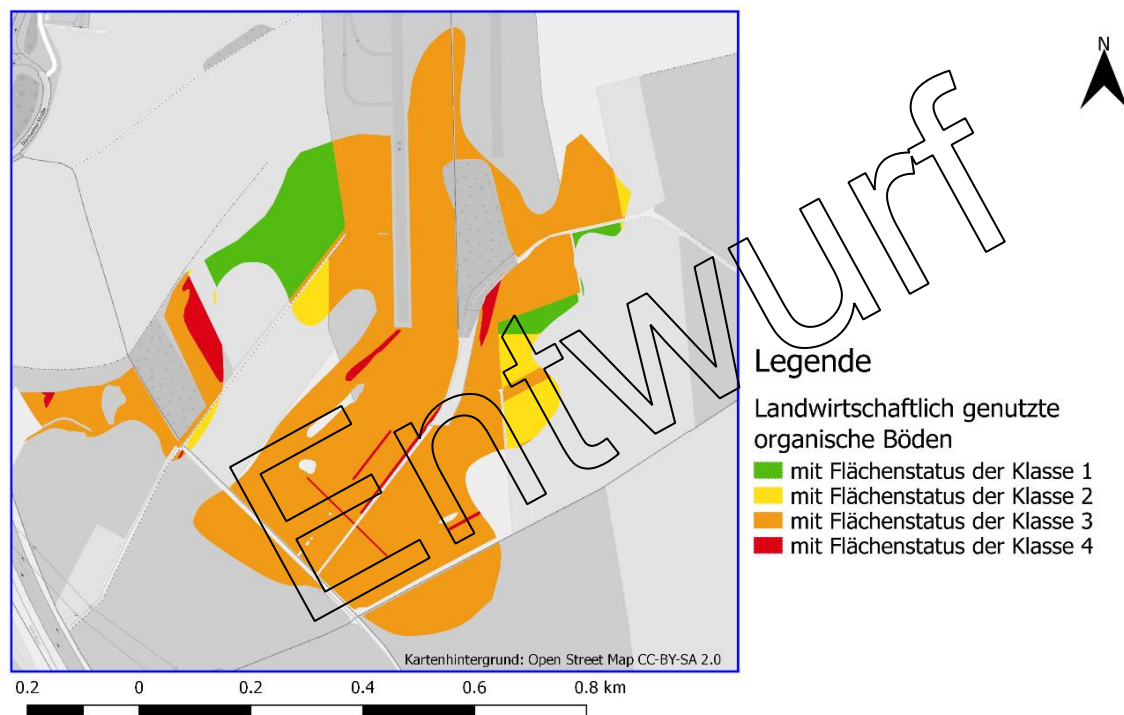


Abb. 27: Beispielhafte Vergrößerung/Auszug aus Karte zur Flächenkulisse mit landwirtschaftlich genutzten organischen Böden (Niedermoore, Anmoore, mineralische Grundwasserböden mit stellenweise Anmoor sowie stellenweise Vermoorung) mit Bewertung der Eignung für nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg.

Die für das Bundesland BW vorgelegten Ergebnisse in KLIBB stellen eine Methodenerweiterung und eine potentielle Flächenkulisse aus naturschutzfachlicher Sicht für eine nasse Bewirtschaftung von landwirtschaftlich bewirtschafteten Niedermoorböden und den mit ihnen vergesellschafteten organischen Böden dar. Die Datengrundlage dafür ist dem Anhang 1 zu entnehmen. Fragen des Wassermanagements sowie der Volks- oder Betriebswirtschaft sind ausgeklammert.

3.4 Diskussion

3.4.1 Bodensystematische Einheiten

In jedem Bundesland war eine aktuelle Moorkarte (nicht älter als 10 Jahre) vorhanden. Allerdings waren Art und Umfang der in den Karten enthaltenen Informationen zum Boden sehr heterogen. Eine Einbeziehung der gleichen bodensystematischen Einheiten in jedem Bundesland konnte somit nicht gewährleistet werden. Doch auch wenn nicht in jedem Bundesland die gleiche Datenlage gegeben war, lassen die ermittelten Flächenangaben einen Vergleich zwischen den Flächen der organischen Böden der Bundesländer zu.

In BW befindet sich aus bodenkundlicher Sicht mit 53.826 ha die vergleichsweise kleinste Ausgangs-Flächenkulisse für eine potentiell nasse Bewirtschaftung sowohl der Niedermoore und als auch der mit ihnen vergesellschafteten organischen Böden (Abb. 28). Die meisten

Niedermoorböden sind mit 162.342 ha in BB vorhanden; sie haben einen Anteil von 62 % bezogen auf die Gesamtfläche der betrachteten 260.008 ha organischer Böden in diesem Bundesland (Abb. 28). Damit besteht in Bezug auf die bodensystematischen Einheiten in BB das höchste Potential für eine künftige nasse Bewirtschaftung organischer Böden. In SH sind 75 % der insgesamt 131.355 ha betrachteten organischen Böden „echte“ Niedermoorböden.

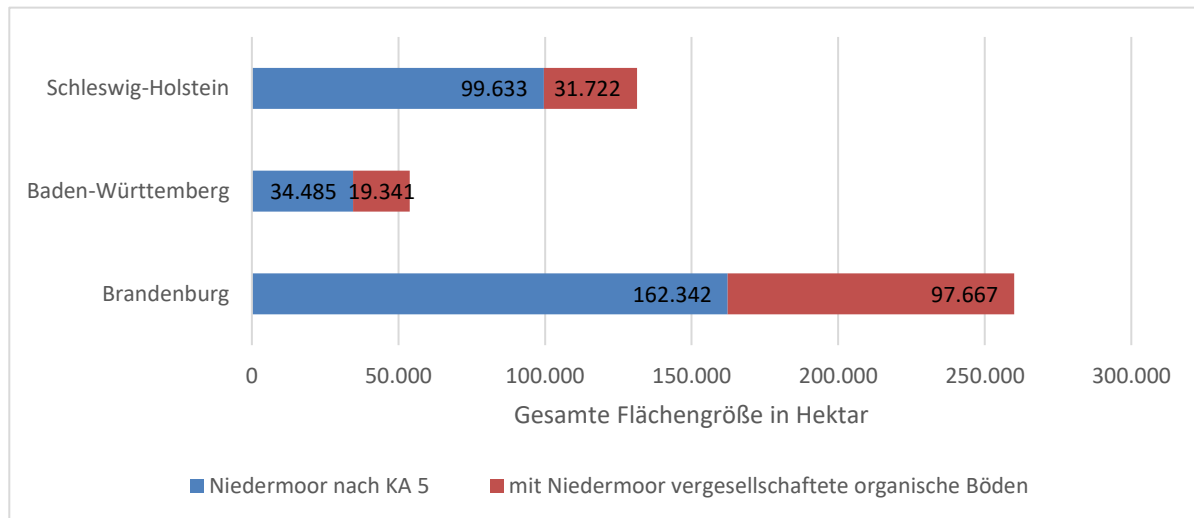


Abb. 28: Vergleich der betrachteten organischen Böden.

3.4.2 Derzeitige Landnutzung

In BB und SH ergibt sich eine größere Fläche landwirtschaftlich genutzter organischer Böden als in BW. Mit 31.057 ha werden dort nur 58 % der insgesamt 53.826 ha organischen Böden für die Landwirtschaft genutzt. Deutlich höher liegt mit rund 72 % der Anteil in BB, und mit 81 % ist er in SH am höchsten (Tab. 34).

Tab. 34: Vergleich der Landnutzung auf organischen Böden (Angaben in ha).

	Schleswig-Holstein	Baden-Württemberg	Brandenburg
Betrachtete organische Böden gesamt	131.355	53.826	260.008
Landwirtschaftlich genutzte organische Böden	106.801	31.057	186.012
davon Grünland	103.060	25.109	147.149

In allen drei Bundesländern werden die organischen Böden überwiegend als Grünland genutzt (Abb. 29). Der Anteil der Grünlandnutzung an den landwirtschaftlich genutzten organischen Böden liegt in SH mit 96 % am höchsten und beträgt in BB 79 % und in BW 81 %. Im Vergleich dazu werden als Acker in SH 3.315 ha (3 %), in BW 5.622 ha (18 %) und in BB 38.385 ha (21 %) der Landwirtschaftsfläche auf organischen Böden genutzt. Unter Berücksichtigung des Grünlandschutzes ergibt sich damit für BB mit Abstand das größte Potential für eine nasse Bewirtschaftung mit Anbaukulturen. Vergleichsweise unbedeutend bezüglich der Flächengrößen sind die anderen landwirtschaftlichen Nutzungsformen, wie bspw. die Nutzung als Dauerkultur oder Heide.

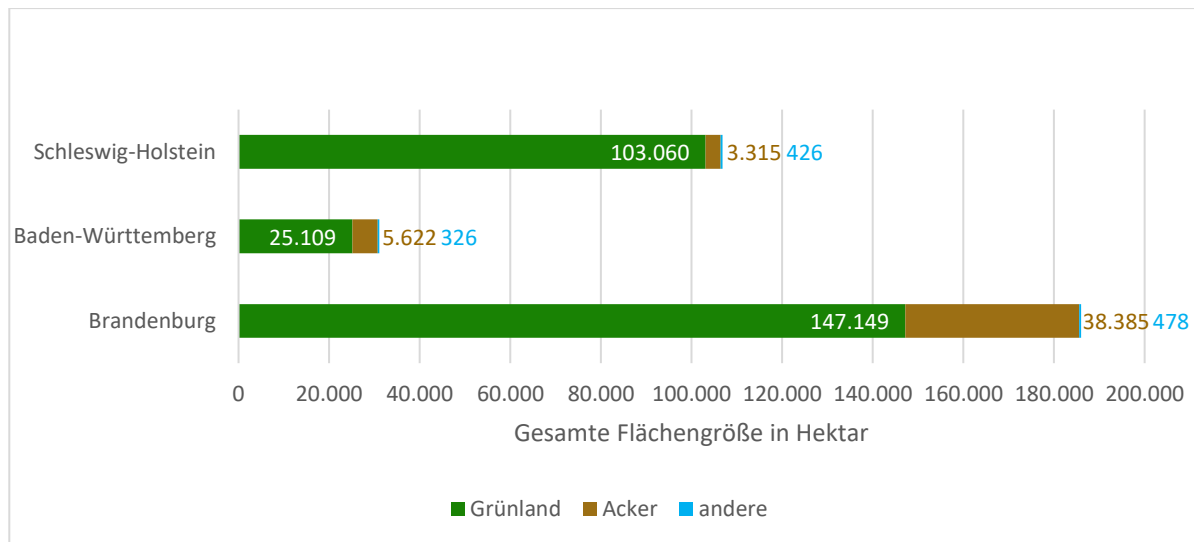


Abb. 29: Vergleich der landwirtschaftlichen Nutzung der organischen Böden.

Je nach Bundesland standen unterschiedliche Datenquellen zur Landnutzung zur Verfügung. In BB wurde diese anhand des öffentlich zugänglichen Digitalen Feldblockkatasters Brandenburgs ermittelt. Ein Äquivalent eines solchen Feldblockkatasters ist in SH zwar vorhanden, war dem Projekt allerdings nicht zugänglich. Daher wurde auf ALKIS-Daten zurückgegriffen. In BW wurde die Moorkarte mit der auf den Flächen gegebenen Nutzung vom zuständigen Fachressort des MLR Baden-Württemberg selbst verschnitten und über die LUBW für das Projekt verfügbar gemacht. Zudem gab es Unterschiede in den einzelnen Landnutzungsdatensätzen bezüglich der Einteilung von Flächennutzungen in die Nutzungsformen Acker, Grünland oder andere. So werden Streuobstwiesen im baden-württembergischen GISELa als Grünland betrachtet, wohingegen diese in SH in die Kategorie der anderen landwirtschaftlichen Nutzungsformen eingeteilt wurde. In BB war die Zuteilung der Streuobstwiesen nicht aus den GIS Daten heraus nachvollziehbar. Ebenso ist die Heide in BW als Grünland wiederzufinden, während sie in BB den anderen landwirtschaftlichen Nutzungsformen zugeteilt wurde und in SH gar nicht vertreten ist. Die Flächenanteile der jeweiligen Nutzungsarten wären genauer bestimmbar und besser vergleichbar, wenn in jedem Bundesland eine ähnliche Datengrundlage (z. B. ein Feldblockkataster mit einheitlichen Regelungen für die Zuteilung der Nutzungstypen) nutzbar gewesen wäre.

3.4.3 Naturschutzfachlicher Flächenstatus

Die Zuweisung des zu berücksichtigenden naturschutzfachlichen Flächenstatus erfolgte grundsätzlich nach der Methodik in MV (LM M-V 2017), wurde aber nach den Einschätzungen der jeweiligen Landesämter/-anstalten für Naturschutz zu den regional geltenden Regelungen angepasst. Die Klassifizierung erfolgte somit durch die Naturschutzbehörden der einzelnen Bundesländer. Die Klassenzuweisung zeigt erhebliche Unterschiede in den Bundesländern, wobei in SH der höchste Anteil der Flächenkategorien der Klasse 4 „ungeeignet“ zugeordnet ist (Tab. 35). Fast alle unter Schutz stehenden Flächen wurden hier in die restriktivste Klasse 4 gelegt. Diese sehr vorsichtige Vorgehensweise soll Konflikte bei der Etablierung von Paludikultur mit jeglichen Schutzzielen der Flächen vermeiden. Zwar sind auf einigen dieser Flächen durchaus Paludikulturen denkbar, z. B. gibt es auch hier landwirtschaftliche Nutzflächen in SPA-Gebieten. Doch die dort bestehenden langfristigen Naturschutzprojekte sollen nicht im Zusammenhang mit einer Flächenkulisse für Paludikultur betrachtet werden. In

den in Klasse 4 eingeordneten Schutzflächen soll somit alleine der Naturschutz im Vordergrund stehen und keine wirtschaftlichen Ziele verfolgt werden. Demgegenüber werden in BW auch solche Nutzungen als Paludikulturen interpretiert, die zur Pflege und zum Erhalt des Zustandes einer geschützten Fläche nötig sind („Pflegenutzung“). In Brandenburg wird dies ebenfalls so bewertet. Während in SH sehr viele Schutzgebiete in die Klasse 4 eingeordnet wurden, wurden in BB und BW nur wenige Flächen von vornherein für die Suchkulisse für die nasse Bewirtschaftung ausgeschlossen. Besonders in BW war diese Vorgehensweise wichtig, um das Flächenpotential nicht gleich zu Anfang zu sehr einzuschränken. Da in BB und BW dadurch jedoch ein überwiegender Anteil der Schutzgebiete in die Klassen 2 oder 3 gefallen sind, kommt der Prüfaufgabe hier eine zentrale Rolle zu, denn eine Nutzung von Flächen, die einen Schutzstatus haben, muss sich immer nach den jeweiligen Schutzziele richten. Vor allem geschützte Biotoptypen und FFH-LRT sowie geschützte Arten dürfen durch Paludikultur grundsätzlich nicht beeinträchtigt werden.

Neben der unterschiedlichen Einteilung von Schutzgebieten in die Flächenstatusklassen unterschied sich auch die Einbeziehung des Grünlandschutzes in den einzelnen Bundesländern. Der Grünlandschutz gilt grundsätzlich immer im Rahmen der 5 %-Regel (EU) in allen Bundesländern, was das Potential für Anbaukulturen, die mit einem Grünlandumbruch verbunden sind, auf Grünland stark einschränkt. BW und BB haben darüber hinaus strengere Regeln zum Grünlandumbruch erlassen. Aufgrund des Grünlandumbruchverbots ist das Potential zur nassen Bewirtschaftung in der Regel auf Nasswiesen bzw. Nassweiden beschränkt, wobei es auch Ausnahmen dazu geben kann. Für die Einteilung der Flächenstatusklassen wurde dieses eingeschränkte Nutzungspotential des Grünlands nur in BW in die Flächenkulisse einbezogen. In BW wurde Grünland demnach aus den Klassen 1 und 2 ausgeschlossen, was in SH und BB nicht getan wurde. Diese sich dort ggf. zusätzlich ergebenden Einschränkungen in der Nutzung von Grünland wurden bei der untenstehenden Gegenüberstellung nicht berücksichtigt. Ein Grünlandumbruchverbot müsste dort im Rahmen einer Einzelfallprüfung zusammen mit weiteren Kriterien vor einer Nutzungsumstellung hin zu einer nassen Bewirtschaftung betrachtet werden.

In nachfolgender Gegenüberstellung (Tab. 35) ist die Klasse 2-3 für SH orange dargestellt, da hier grundsätzlich keine Anbaukulturen für diese Klasse vorgesehen sind und daher eher der Klasse 3 (orange) entsprechen. Für BB gilt dieser Ausschluss von Anbaukulturen in der Klasse 2-3 nicht und diese wird daher wie Klasse 2 (gelb) dargestellt.

Tab. 35: Vergleich der Einteilung der Flächenstatusklassen (Klasse 1: uneingeschränkt geeignet; Klasse 2: unter Prüfaufgabe geeignet; Klasse 3: nur als Nasswiese/-weide und unter Prüfaufgabe geeignet, Klasse 4: ungeeignet; X: Flächenstatus nicht explizit berücksichtigt).

Flächenstatus	BB	BW	SH
Flächen ohne naturschutzfachliche Einschränkungen in Bezug auf nasse Bewirtschaftung	1	1	1
Biosphärenreservate: Kernzone	4	4	2-3
Biosphärenreservate: Pflegezone	2-3	3	2-3
Biosphärenreservate: Entwicklungszone	2-3	2	2-3
Nationalparke: Kernzone	4	4	4
Nationalparke: außerhalb Kernzone	2-3	4	4
Naturschutzgebiet: Kernzone/Totalreservat	4	3	4

Flächenstatus	BB	BW	SH
Naturschutzgebiet: außerhalb Kernzone/Totalreservat	2-3	3	4
Gesetzlich geschützte Biotope: Trocken & Gehölz	2-3	4	4
Gesetzlich geschützte Biotope: Feucht & Gewässer	2-3	3	4
Vogelschutzgebiete	2-3	2	4
Landschaftsschutzgebiete	2-3	X	2-3
FFH-Gebiete	2-3	X	4
FFH-LRT: Trocken- & Gehölz-	X	4	X
FFH-LRT: nicht Trocken- & Gehölz-	X	3	X
FFH-MAP – Habitate für Arten nach Anhang II der FFH-RL	X	2	X
Flächennaturdenkmale	X	3	X
Eigentumsflächen der Stiftung Naturschutz SH	-	-	4

Bei allen Bundesländern gab es einige Flächen in den in Tabelle 35 genannten Flächenstatusklassen, deren Einbeziehung in die Flächenkulisse wünschenswert gewesen wäre, dies aber u. a. aufgrund fehlender Daten nicht möglich war. Dies betraf z. B. die geschützten Landschaftsbestandteile, Landschaftsschutzgebiete und Flächen des Artenschutzprogramms in BW und die Flächennaturdenkmale in BB. Mit neuer Erhebung und verbesserter Verfügbarkeit von (Geo-)Daten könnten zukünftig noch umfassendere Analysen zur Eignung von Flächen für eine nasse Bewirtschaftung von Niedermooren vorgenommen werden.

3.4.4 Flächenkulissen mit potentieller Eignung für eine nasse Bewirtschaftung

Die hier vorgestellten Flächenkulissen für eine potentielle nasse Bewirtschaftung sind letztendlich das Ergebnis der Verknüpfung von natürlich gegebenen Bewertungsparametern (Niedermoorboden und mit ihnen vergesellschaftete organische Böden), Einordnungen der Landnutzung (Ackerland, Grünland usw.) und von Fachexpertinnen und Fachexperten im Naturschutz definierte und auf das jeweilige Bundesland spezifisch zugeschnittene Einschränkungen der Nutzung. Letztere haben die höchste Differenzierungswirkung zwischen den Bundesländern.

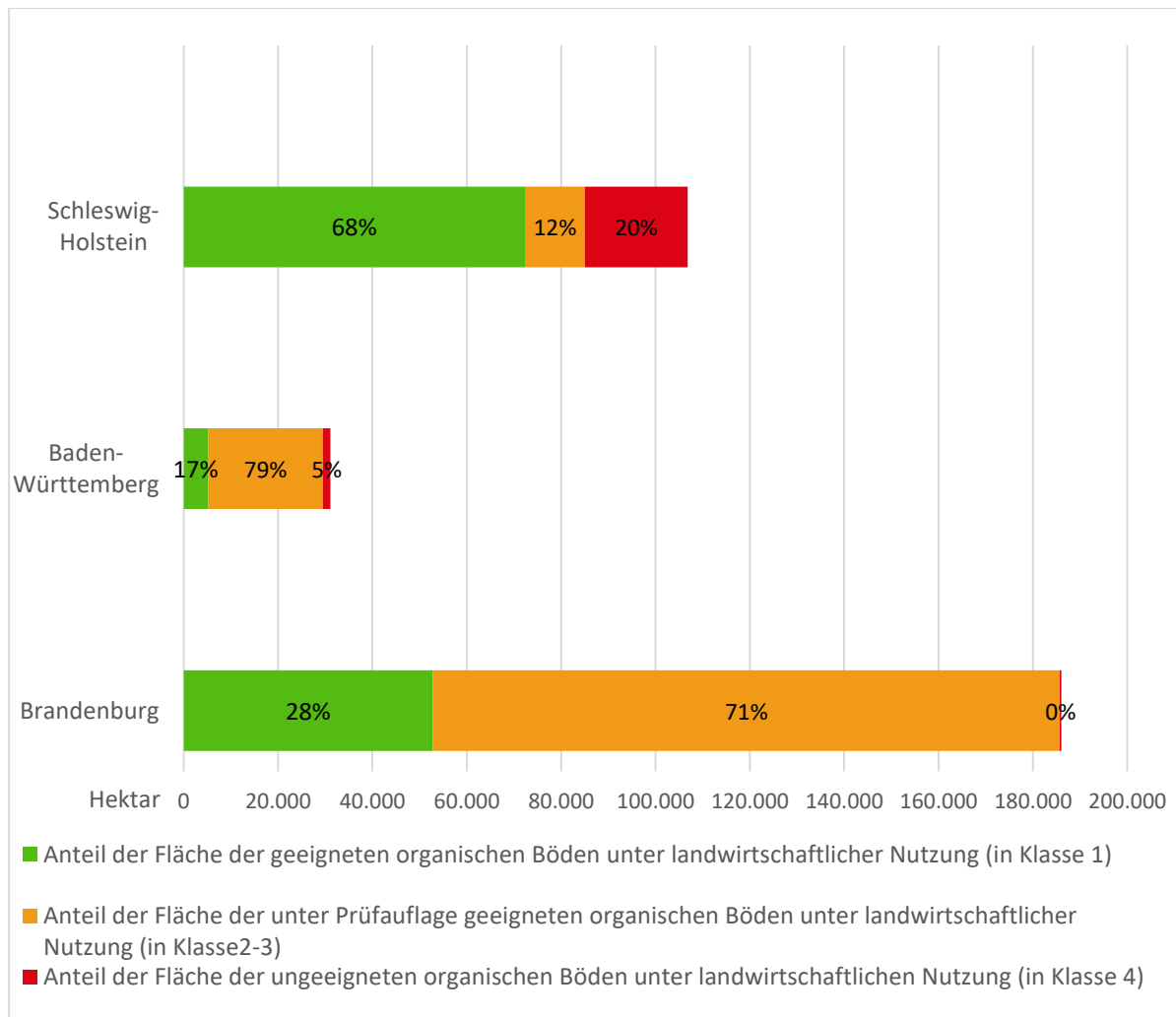


Abb. 30: Vergleich der Flächenverteilung in den Flächenkulissen (in ha und prozentual).

Die teilweise erheblichen Unterschiede in der Klasseneinteilung der verschiedenen Flächen wirken sich auch auf die Flächenkulissen aus.

Klasse 1: Bezogen auf die landwirtschaftlich genutzten Niedermoore und die mit ihnen vergesellschafteten Flächen sind in SH die umfangreichsten Flächenpotentiale für eine nasse Bewirtschaftung vorhanden: 72.334 ha (67,7 %). Dieser Anteil ist mehr als doppelt so groß wie in BB (28,4 %) und viermal so groß wie in BW (16,5 %). Dass der Anteil der geeigneten Flächen in SH so groß ist liegt daran, dass die betrachteten organischen Böden nur in vergleichsweise geringem Ausmaß von naturschutzfachlichen Restriktionen im Sinne der vorher eingeteilten Flächenstatusklassen betroffen sind. Niedermoore in SH unterliegen kaum naturschutzfachlichen Auflagen, da sich der Moor-Naturschutz in SH auf die Hochmoore fokussiert. Die meisten Flächen mit naturschutzfachlichen Einschränkungen befinden sich in SH demnach vor allem in Gebieten, in denen keine oder kaum landwirtschaftlich nutzbare organische Böden zu finden sind. In BW wiederum ist der vergleichsweise geringe Anteil an geeigneter Fläche damit zu begründen, dass Flächen unter Grünlandnutzung aus dieser Klasse ausgeschlossen wurden. Der hohe Anteil an Grünland an den landwirtschaftlich genutzten organischen Böden in BW (81 %, s. Abb. 29) zeigt bereits, dass die Fläche der übrigen geeigneten Böden nur einen geringen Anteil einnehmen kann. Es ist jedoch zu

beachten, dass ein Großteil der in Klasse 1 befindlichen Flächen in BB und vor allem SH Grünlandfläche ist. Aufgrund des Grünlandschutzes und der Annahme, dass die Etablierung von Anbaukulturen damit nicht vereinbar ist, wird eine nasse Nutzung dort überwiegend auf Nasswiese bzw. Nassweide beschränkt. Das Potential für Anbaukulturen beträgt somit in SH 2.857 ha und in BB 16.855 ha (mögliche Ausnahmen der Etablierung von Anbaukulturen auf Grünland sind aus dieser Betrachtung ausgenommen). Da in BW der Grünlandschutz bereits in die Flächenkulisse einbezogen wurde und hier keine Grünlandflächen in die Klasse 1 fallen, ist die gesamte Fläche von 5.123 ha aus naturschutzfachlicher Sicht potentiell als Suchraum für Anbaukulturen geeignet.

Klasse 2-3 bzw. Klasse 2 und Klasse 3: In BB nehmen Flächen dieser Zuordnung den überwiegenden Anteil sowohl bei der Zuteilung des Flächenstatus als auch flächenmäßig in der Flächenkulisse ein. Für eine Vergleichbarkeit wurde auch in BW die Klasse 2 und 3 in eine Klasse 2-3 zusammengefasst. Grundlage war die Annahme, dass Grünlandflächen dieser Klasse 2-3 zugeschrieben werden. Diese zusammengefasste Klasse 2-3 nimmt in BW einen Anteil von 78,5 % ein. Dies ist etwas mehr als in BB, wo die Fläche in Klasse 2-3 mit 71,4 % auch fast drei Viertel der landwirtschaftlich genutzten Moorkulisse ausmacht, und deutlich mehr als in SH, wo nur 11,9 % der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden der Klasse 2-3 zugeordnet werden. Grund für den vergleichsweise geringen Anteil in SH ist die erwähnte Zuordnung vieler Flächen in die restriktivere Klasse 4. In der Klasse 2-3 nimmt die Prüfaufgabe eine besondere Rolle ein, da einige der hier zugeordneten Flächen unter Umständen aufgrund von Nicht-Vereinbarkeit mit den jeweiligen Schutzziele nicht für eine nasse Bewirtschaftung geeignet sind. Zudem muss auch hier die unterschiedliche Einbeziehung des Grünlandschutzes in die Flächenkulisse berücksichtigt werden. Auch dieser sollte im Rahmen der Einzelfallprüfung zusätzlich beachtet werden. In der Praxis kann eine solche Prüfaufgabe jedoch Probleme bereiten. Bisher ist noch unklar, wie eine großflächig angelegte Prüfung stattfinden könnte, da hinsichtlich der Umsetzung der Prüfaufgabe große Unterschiede zwischen den einzelnen Genehmigungsbehörden absehbar sind.

Klasse 4: Anders als in BB und BW befindet sich in SH der überwiegende Anteil der Flächen mit naturschutzfachlichen Einschränkungen in Klasse 4. Dies ist jedoch schlüssig, wenn man berücksichtigt, dass in SH einige Flächen zur Klasse 4 gezählt werden, deren Status in BB und BW als weniger einschränkend klassifiziert wurden (z. B. SPA und bestimmte gesetzlich geschützte Biotope). Dies spiegelt sich auch in der Flächenkulisse wider, in der SH mit 20,4 % den höchsten Anteil der gesamten Fläche der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden in Klasse 4 verzeichnet (Abb. 30). Demgegenüber nehmen Flächen der Klasse 4 in BW nur 5 % und in BB sogar nur 0,2 % ein.

Bei der Analyse zeigte sich, dass alle drei Bundesländer viele Aspekte der Einteilung der Flächenkulisse der für MV entwickelten Methode übernehmen, aber auch unterschiedliche Ansätze bei der Einteilung der Flächen in die verschiedenen Klassen verfolgten. So wurden bei der Einteilung nicht nur die vorgegebenen rechtlichen Regelungen zur Nutzung der Flächen berücksichtigt. Vielmehr spielten auch landestypische Gegebenheiten eine große Rolle. So setzte BW auf eine Kulisse, die vornehmlich aus naturschutzfachlicher Sicht als Suchraum für mögliche Paludikulturflächen genutzt werden kann, integrierte möglichst umfassend die rechtlich zu unterscheidenden Flächen und setzte eine Prüfaufgabe an zentrale Stelle, um das Einvernehmen von Schutzziel und nasser Nutzung zu prüfen. SH dagegen wählte eine sehr vorsichtige Vorgehensweise, indem es die meisten Flächen mit bereits existierendem Schutzstatus als für eine nasse Bewirtschaftung ungeeignet definierte und die

übrigen nur für Nasswiesen/Nassweiden auswies, damit möglichst keine Interessenkonflikte zwischen Natur- und Klimaschutz entstehen und bereits bestehende Naturschutzprojekte nicht gefährdet werden können. In Brandenburg sind dagegen fast alle Flächen mit naturschutzfachlichen Restriktionen als für eine nasse Bewirtschaftung unter Prüfaufgabe geeignet eingestuft worden. Zudem wurde hier keine vorherige Einschränkung der Bewirtschaftungsart vorgenommen. Diese Unterschiede machten deutlich, dass es unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Erstellung einer solchen Flächenkulisse gibt, die stets die aktuellen Sichtweisen und Bedingungen wie auch die Interessen der einzelnen Bundesländer reflektieren.

Bei Betrachtung der Kulissen muss somit immer auch beachtet werden, welche Hintergründe sich hinter den gewählten Ansätzen verbergen und welche Ziele sie verfolgen. Bei der Verwendung, Erstellung oder Weiterführung der Kulissen sollte zudem reflektiert werden, welche Auswirkungen die gewählten Ansätze in der Praxis hätten. In diesem Zusammenhang soll nochmals klargestellt werden, dass die hier vorliegenden Kulissen nicht unmittelbar für eine Umsetzung von Paludikultur in die Praxis genutzt werden können. Sie stellen lediglich eine erste Übersicht des Potentials dar und sollen als Grundlage für die eigentlichen Machbarkeitsanalysen für die Umsetzung von Maßnahmen dienen. Sie müssen dafür noch weiter ausgebaut und mit den Behörden und Akteuren in den Ländern und insbesondere im Bereich Landwirtschaft sowie auf Grundlage der Bedingungen vor Ort abgestimmt werden. Die Ergebnisse von KLIBB sowie die Daten aus den GIS-Analysen werden den drei Bundesländern zur Verfügung gestellt, damit diese die bisher erzielten Ergebnisse nutzen und weiter ausbauen können.

Im Rahmen einer zukünftigen Verbesserung der vorliegenden Kulissen sollten die bisher genannten Kriterien erweitert werden. So sollten auch andere Nutzungsansprüche geprüft werden (z. B. Erhalt als Kulturlandschaft oder als großflächige Weidemöglichkeit zum Erhalt und Förderung des Tierschutzes). Durch die Einbeziehung zukünftig verfügbarer Daten (z. B. Landschaftsrahmenpläne, Flächennaturdenkmale, Flächen von Artenschutzprogrammen etc.) kann eine Eignung der Flächen zudem noch präziser ermittelt werden.

3.5 Vorschlag für Kriterien einer detaillierteren Potentialanalyse zur nassen Bewirtschaftung

Die im Rahmen von KLIBB entstandenen Flächenkulissen stellen lediglich grobe Flächenkulissen auf Bundeslandebene dar. Wenn diese tatsächlich zur Identifizierung von konkreten Flächen zur nassen Bewirtschaftung genutzt werden, müssen detailliertere Untersuchungen auf anderer Maßstabsebene vorgenommen werden. Für eine solche vertiefende Analyse müssen weitere Aspekte betrachtet werden. Der wichtigste ist dabei die Vernässbarkeit der Fläche. Ob eine Fläche einfach oder schwer vernässbar ist, kann sowohl von physisch-hydrologischen als auch sozio-ökonomischen Kriterien abhängen. Eine mögliche Vorgehensweise zur Einschätzung der Vernässbarkeit ist die Methode nach Dietrich et al. (2001, hier leicht abgewandelt). Bei der Betrachtung der Vernässbarkeit muss berücksichtigt werden, dass über den Zeitrahmen der kommenden 30 Jahre, d.h. bis 2050, alle organischen Böden wiedervernässt werden müssen, da nur so das im Paris-Abkommen festgelegte 1.5°-Ziel erreichbar ist.

1. Vorauswahl von Vorzugsflächen nach Relief, Lage zum Gewässer, Entwässerbarkeit umliegender Flächen, Barrieren

Zu Anfang sollte eine Vorauswahl von Flächen nach ihren Standortgegebenheiten

vorgenommen werden. Hierbei sollte die Eignung des Standorts für eine Wasserstandanhebung aus hydrologischer Sicht geprüft und mögliche Untersuchungsflächen in „zu vernässende Flächen“ und „derzeit nicht zu vernässende Flächen“ aufgeteilt werden. Damit Flächen als „zu vernässende Flächen“ beurteilt werden, müssen folgende Prämissen gegeben sein (leicht abgeändert nach Dietrich et al. 2001):

- **Relief:** Flächen im am **tiefsten gelegenen Bereich des** betrachteten Gebietes sind i. d. R. am einfachsten zu vernässen. Weist das Relief eine große Heterogenität auf, ist nur in den tief gelegenen Flächen eine dauerhafte Anhebung des Wasserstandes ohne größeren Aufwand möglich. Höher gelegene Flächen können das Wasser ohne (aufwendige) wasserbauliche Maßnahmen nicht halten, es würde in die tieferen Ebenen fließen.
- **Lage zum Gewässer:** Für eine optimale Wasserversorgung der Fläche auch in den Sommermonaten oder zu anderen Zeiten, in denen die Fläche nicht bewässert wird, sollte diese **direkt an einem Gewässer bzw. am Hauptvorfluter** angrenzen. Liegen konventionell (trocken) landwirtschaftlich zu nutzende Flächen zwischen dem Gewässer und der zu vernässenden Fläche, ist eine Entwässerung und Trockenhaltung dieser Fläche zwischen Gewässer und nasser Fläche i.d.R. nicht mehr möglich und muss bei der Planung und Kostenschätzung berücksichtigt werden.
- **Entwässerbarkeit umliegender Flächen:** Der **Vorfluter** der oberhalb des Staubereichs liegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen **muss bestehen bleiben**, solange er für eine Entwässerung dieser Flächen benötigt wird. Kann die Funktionssicherheit der Wasserregulierung und damit eine weitere Entwässerung der übrigen landwirtschaftlichen Flächen nicht gewährleistet werden, ist die Umsetzung der Vernässung einer Teilfläche von vorne herein im Zusammenhang mit der Gesamtfläche zu planen. Dabei können sich Synergien in der Etablierung von Infrastruktur und Verwertungsketten für die nasse Bewirtschaftung ergeben.
- **Barrieren:** Falls natürliche Barrieren, z. B. breite und tiefe **Fließgewässer oder Geländeerhebungen**, zu umliegenden Gebieten bereits vorhanden sind, eignen sich diese als **Abgrenzung** des zu vernässenden Areals.

Unter Betrachtung dieser Aspekte kann eine Bewertung von Teilflächen eines Gebiets in Bezug auf die Vernässbarkeit vorgenommen werden.

2. Festlegung von Staubereichen innerhalb der Vorzugsfläche bzw. Zusammenfassung von Flächen die, aus Wasserregulierungssicht, zusammengehören/sich beeinflussen

Bereiche, die aus Sicht der Wasserregulierung zusammengehören und gemeinsam bewirtschaftet werden müssen, sollten hier zusammengefasst werden. So soll die negative Beeinträchtigung zwischen diesen zu vernässenden und den umliegenden Flächen reduziert werden (Dietrich et al. 2001).

3. Einschätzung des Wasserdargebots/Wasserbilanz/Erfassung der Wasserhaushaltsgrößen

Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) ist die Differenz zwischen der Niederschlagshöhe und der Höhe der potentiellen Verdunstung der Fläche. Die KWB zeigt an, ob in der Fläche klimatisch bedingte Wasserüberschüsse (positive Bilanz) oder Wasserdefizite (negative Bilanz) bestehen (Detailinformationsblatt Hydrologischer Atlas Deutschland (HAD) zur KWB).

Wenn durch den Niederschlag der Fläche mehr Wasser zugeführt wird, als diese durch Verdunstung verbraucht, also ein Wasserüberschuss vorhanden ist, kann von einer guten Vernässbarkeit ohne die Notwendigkeit einer Zuführung von Zusatzwasser ausgegangen werden (Detailinformationsblatt HAD zur KWB). In vielen Gebieten Nordostdeutschlands besteht eine negative Wasserbilanz. Eine negative KWB muss jedoch nicht zwangsläufig eine Nicht-Vernässbarkeit der Fläche bedeuten. Andere Wasserhaushaltsgrößen können hier eine ebenso bedeutende Rolle spielen. Eine ist der mittlere Abfluss, der das Wasserdargebot darstellt. Hierbei werden nicht nur Niederschlag und Verdunstung, sondern auch Zuflüsse aus dem umliegenden Einzugsgebiet berücksichtigt.

4. Sonstige

Neben den oben beschriebenen Kennwerten zur Einschätzung der Vernässbarkeit einer Niedermoorfläche sollten vor allem geohydraulische Prozesse nach der Ermittlung der zu erwartenden Wasserbilanzen Bestandteil von Detailuntersuchungen des ausgewählten Gebiets sein. Dabei spielen unter anderem die Wasserleitfähigkeit bzw. die Staufähigkeit des Bodens eine große Rolle. Mit Hilfe von Grundwasserströmungsmodellen kann dann der Einfluss der Vernässungsmaßnahmen auf das Oberflächen- und Grundwasserregime untersucht werden (Dietrich et al. 2001). Mit dem Modell MODFLOW können beispielsweise gebietsbezogene Aussagen über Grundwasserflurabstände in trockenen, mittleren und feuchten Jahren gemacht werden (Dietrich et al. 2001). Diese gäben noch mehr Aufschluss darüber, welche Flurabstände und welche Bewirtschaftungsformen auf der Fläche möglich sind. Zudem können sie bei der Einschätzung der möglichen Einsparung der THG-Emissionen einen Beitrag leisten.

Obwohl es bereits viele Möglichkeiten zur Einschätzung der Vernässbarkeit einer Fläche gibt, arbeiten die genannten Verfahren überwiegend mit Modellen, die auf theoretischen Annahmen und hochgerechneten Mittelwerten basieren. Solche Modelle werden die Realität mit ihren Abweichungen, Extremsituationen sowie individuellen Gegebenheiten und stetigen Veränderungen nicht zu 100 Prozent abbilden. Ganz genaue Messwerte, die eine Aussage darüber zulassen, wann eine Fläche mit Sicherheit vernässbar ist, gibt es nicht. Nichtsdestotrotz eignen sich die Modelle für eine Einschätzung darüber, ob eine Fläche unter „normalen“ Umständen mit eher geringem oder eher hohem Aufwand vernässbar ist (Dietrich et al. 2001).

Neben den hier genannten Kriterien für eine tiefergehende Untersuchung der Eignung einer Fläche für eine Wiedervernässung und ggf. nasse Bewirtschaftung können noch weitere Aspekte eine Rolle spielen, bspw. die **Betroffenheit angrenzender Flächen** (z. B. Ackerflächen, Siedlungen, Straßen, Bahntrassen) bei einer Anhebung der Wasserstände, zu denen eine entsprechende Distanz gewahrt bzw. eine Pufferzone eingerichtet werden muss (z. B. Tiemeyer et al. 2017). Das gleiche gilt für **angrenzende Schutzgebiete**, die durch eine Wasserstandanhebung in ihrem Schutzzweck nicht negativ beeinflusst werden dürfen. In diesem Zusammenhang könnten sich jedoch auch Synergien ergeben, nämlich dann, wenn angrenzende Schutzgebiete durch die Wasserstandanhebung positiv beeinflusst würden (Pufferzone um Schutzgebiete als hydrologische Schutzzone). In diesem Fall wäre eine Fläche, die an ein solches Schutzgebiet angrenzt, besonders geeignet und aus Naturschutzsicht als Vorrangfläche für eine Umstellung der Nutzung hin zu einer nassen Bewirtschaftung anzusehen. Auch ökonomische Aspekte spielen bei der Auswahl von Flächen für eine nasse Bewirtschaftung eine große Rolle. Bei vielen Flächen ist die fortgesetzte Beihilfefähigkeit nach Wiedervernässung wesentliche Voraussetzung für eine

Nutzungsumstellung. Wie viel zusätzliches **ökonomisches Wertschöpfungspotential** sich durch eine Nutzungsumstellung ergibt, ist ebenfalls von Bedeutung für die Entscheidung zur Umstellung von konventioneller hin zur nassen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Auch ob bereits die für die Umstellung notwendige **Infrastruktur** (Zufahrtswege, Anbindung ans Verkehrsnetz) vorhanden und ob die entsprechende **Fläche überhaupt groß genug** für eine kosteneffiziente Bewirtschaftung ist, entscheidet über die Wirtschaftlichkeit und damit Umsetzungswahrscheinlichkeit der Nutzungsumstellung (z. B. Hasch et al. 2012). Zudem sind bei den in KLIBB vorliegenden Kulissen Flächen in der Betrachtung eingeschlossen, die bereits eine vergleichsweise gute Bilanz für Klima und Biodiversität aufweisen. Wie hoch das tatsächliche **klima- und naturschutzfachliche Aufwertungspotential** durch eine nasse Bewirtschaftung ist, wurde hier nicht betrachtet. Welche Maßnahme am Ende an welcher Stelle aus Klima- und Naturschutzsicht am meisten Sinn ergibt, muss ebenfalls in einer genauen Einzelfallprüfung untersucht werden (z. B. Hasch et al. 2012).

Insgesamt machte die Ermittlung und Gegenüberstellung der Flächenkulissen deutlich, dass trotz eines festen Sets an Kriterien die Verteilung der für eine nasse Bewirtschaftung potentiell geeigneten, bedingt geeigneten und ungeeigneten Flächen je nach örtlichen Gegebenheiten, landesplanerischen Vorgaben und örtlichen naturschutzfachlichen Restriktionen und Bewertungen sowie Datenverfügbarkeit sehr unterschiedlich ausfallen kann.

4 Treibhausgase

Moritz Kaiser & Franziska Tanneberger

unter Mitarbeit von John Couwenberg

4.1 Allgemeines

Die Klimabilanz einer Moorfläche kann auf Basis langfristiger Bilanzen der THG CO_2 , CH_4 und N_2O und der Ein- und Austräge von gelöstem (Dissolved Organic Carbon, DOC) und ungelöstem Kohlenstoff (z. B. Ernteexporte) ermittelt werden (Couwenberg et al. 2008).

Box 8: THG-Messungen

Direkte Gasmessungen werden üblicherweise mit Hauben oder Eddy-Covariance-Türmen durchgeführt. Mit Hauben kann die eigentliche Messung nur auf einer kleinen Fläche (1 m^2 oder kleiner) erfolgen und muss über ein repräsentatives Probeflächen-Design auf größere Flächen übertragen werden. Eddy-Covariance-Türme hingegen können nur vergleichsweise große Flächen ab etwa 1.000 m^2 direkt erfassen (vgl. Tiemeyer et al. 2017). Die Messwerte sind trotz unterschiedlicher Interpolation und methodenspezifischer Schwachpunkte mit beiden Techniken weitgehend übereinstimmend (Lucas-Moffat et al. 2018). Bei Haubenmessungen muss sichergestellt werden, dass sie repräsentativ für den gewählten Landschaftsausschnitt sind und dass lange genug regelmäßig gemessen wird, da es zeitlich und räumlich große Variationen der Gasflüsse innerhalb eines Moores geben kann (Waddington & Roulet 1996, Helfter et al. 2015). Bei Eddy-Covariance-Messungen kommen Einflüsse von außerhalb des geplanten Messgebietes als Störfaktoren hinzu, eine genaue Untersuchung der einzelnen Teilbeiträge von Landschaftsbestandteilen ist nicht möglich. So gibt es etwa im Beispiel eines gestörten Moores, bestehend aus ungestörtem Bereich und gestörtem Bereich mit Entwässerungsgräben, Torfstichen und Gebüsch, am Ende nur einen einzigen Messwert der jeweiligen Gasströme für die gesamte Fläche (Lees et al. 2018). Die Messung kann dadurch nicht ohne Weiteres auf andere Moore übertragen werden. Eine genaue, direkte Messung eines komplexen Moorökosystems ist deshalb nur mit sehr viel Aufwand möglich. Einen guten Überblick zu den Methoden der THG-Messungen geben Tiemeyer et al. (2017).

Das KLIBB-Projekt zielte nicht auf zusätzliche THG-Messungen ab, sondern nutzt Emissionsfaktoren für Standorttypen (d. h. Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen GESTs, s. Box 9). Diese integrieren eine Vielzahl von vorliegenden THG-Messwerten. GESTs stellen momentan das umfangreichste Emissionsmodell für unterschiedliche Vegetationsgesellschaften mit ihren entsprechenden Wasserständen dar und umfassen auch wiedervernässte und genutzte Standorte. Der GEST-Ansatz ist seit 2017 Teil der weltweit anerkannten Methodologie des Verified Carbon Standards (VCS) zur Einschätzung der Emissionen wiedervernässter temperater Moore (Emmer & Couwenberg 2017) und wird auch außerhalb von VCS-Projekten zur Ermittlung des Emissionsminderungspotentials von Wiedervernässungsmaßnahmen in verschiedenen europäischen Ländern eingesetzt (Joosten et al. 2015). In Deutschland wurden bereits Ist-Emissionen ganzer Bundesländer auf Basis des GEST-Ansatzes berechnet (MLUV MV 2009, Jensen et al. 2010, Landgraf 2010).

Box 9: GESTs

Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen (GESTs) wurden entwickelt, um THG-Emissionen ohne umfangreiche Messungen vor Ort auch für große Flächen ermitteln zu können. Nach einer Literaturschau von THG-Emissionen und ihren Standortparametern Wasserstand, Trophie, Bodentyp, Azidität, Vegetationszusammensetzung und Nutzung zeigten mittlere jährliche Wasserstände die derzeit beste Korrelation (MLUV MV 2009, Joosten et al. 2015). Vegetation spiegelt diese Standorteigenschaften gut wider (Couwenberg et al. 2008, 2011, Dias et al. 2010, Lees et al. 2018, Couwenberg et al. in Vorb.). Außerdem steuert Vegetation die Gasflüsse auch selbst, indem sie abbaubares Substrat liefert, den Abbau über Exsudate steuert und durch Aerenchyme bei sogenannten „Shunt-Arten“ (s. Box: 10) den Gastransport durch die Pflanzen ermöglicht (Blom 1999, Couwenberg et al. 2011, Couwenberg & Fritz 2012, Koebisch et al. 2013b, Joosten et al. 2015). Im Gegensatz zu direkten Wasserstandsmessungen ist der Indikator Vegetation deutlich einfacher zu ermitteln. Die Vegetation kann relativ leicht flächendeckend durch Kartierung vor Ort oder mittels Fernerkundung bestimmt werden und passt sich innerhalb weniger Jahre einer möglichen Wasserstandsänderung an (Couwenberg et al. 2008). Einschränkungen in der Bioindikation gibt es für sehr niedrige Wasserstände und intensive Nutzung (Tiemeyer et al. 2017). Diese Limitierungen werden umgangen, indem Nutzungsklassen für entwässerte, genutzte Standorte verwendet werden (Couwenberg et al. in Vorb.).

Für die GESTs wurde eine Matrix der in mitteleuropäischen Mooren vorkommenden Vegetationsformen entwickelt; weil nicht für alle Vegetationsformen Messwerte vorliegen, geschah dies teilweise durch Interpolation (Couwenberg et al. 2011). Die Kombination von Gasemissionen aus publizierten und unpublizierten Langzeituntersuchungen mit Informationen zu Wasserstufe (s. Kap. 1.3), Vegetation und pH-Wert des Bodens bilden so die Grundlage der GESTs (Couwenberg et al. 2008). Mittlerweile wurden über 1.000 Messjahre integriert (Couwenberg et al. in Vorb.). Der Vorteil ist also, dass nicht in jedem Gebiet aufs Neue Gasflüsse gemessen werden müssen. Die GESTs sind ein dynamisches Modell, das mit zusätzlichen THG-Messungen weiterentwickelt wird, wie durch Reichelt (2015) und aktuell von Couwenberg et al. (in Vorb.) gezeigt wird.

Es werden für die Ableitung der GESTs lediglich CO₂ und CH₄ einbezogen; N₂O und gelöster organischer Kohlenstoff werden hingegen nicht betrachtet (Couwenberg et al. 2011, Couwenberg et al. in Vorb.). Siehe Kapitel 4.4 für die Gründe.

4.2 Vorgehen

Ziel war es, für die unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren Standortemissionen zu ermitteln und durch den Vergleich mit Ist-Emissionen der Bundesländer Szenarien abzuleiten. Jedem Bewirtschaftungsverfahren wurde auf Grund des angestrebten Wasserstandes und der geplanten Bewirtschaftung eine zu erwartende Vegetation zugeordnet (s. Kap. 2). Nach diesen Faktoren wurden den Bewirtschaftungsverfahren mit Hilfe der GESTs (s. Box 9) Emissionen zugeordnet und die Anzahl der eingeflossenen Messjahre für CH₄ und CO₂ angegeben. In Anhang 3 findet sich ein Überblick der den im KLIBB-Projekt verwendeten GESTs zugrunde liegenden Quellen. Vereinfachend wurde davon ausgegangen, dass der Torferhalt durch den Wasserstand gesteuert und nicht durch die Nutzung des Standortes an sich beeinflusst wird, weil die oberirdische Biomasse in Niedermooren unter natürlichen Bedingungen schnell abgebaut wird (Tanneberger & Wichtmann 2011, Günther et al. 2015, Wilson et al. 2016). Emissionen durch Maschinen bei der Bewirtschaftung (z. B. durch Treibstoffeinsatz) wurden

als vernachlässigbar angesehen (Emmer & Couwenberg 2017). Zum Einfluss der Ernte siehe Kapitel 4.4.4.

In Ergänzung zu den GESTs wurden für KLIBB die Emissionen von Gräben mit einbezogen. Gräben gelten durch hohen CH_4 -Ausstoß als starke Emissionsquellen. Die Werte für diese Emissionen wurden Drösler et al. (2014) entnommen. Vereinfachend wurden dabei die WS 2- und 2+ als „Deep-drained Grassland/Cropland“, WS 3+ als „Shallow-drained Grassland“ und die WS 4+ als „Drained Forest Land, Drained Wetlands“ behandelt (vgl. Drösler et al. 2014). Ferner wurde davon ausgegangen, dass bei Wasserständen über Flur (5+ und 6+) keine getrennt zu betrachtenden Grabenemissionen vorkommen, weil durch die hohen Wasserstände kein bedeutender Unterschied zwischen Fläche und Graben vorliegt (Couwenberg et al. 2011). Im Durchschnitt nehmen Gräben auf organischen Böden in Deutschland 1,3 % der Gesamtfläche ein (Umweltbundesamt 2019). In der Emissionsschätzung wurden deshalb die Emissionen für einen Hektar so berechnet, dass 98,7 % der Fläche das gewünschte Bewirtschaftungsverfahren und 1,3 % Gräben repräsentieren.

Bei Bewirtschaftungsverfahren, die mit unterschiedlichem Aufwuchs und teils auch Wasserständen stattfinden können, wurden Emissionsspannen angegeben. Als Berechnungsgrundlage der tiergebundenen Verfahren bei WS 4+ wurde genutztes Grünland gleicher WS zu Grunde gelegt, für tiergebundene Verfahren der WS 3+ wurde die Emissionsspanne für Feuchtwiesen übernommen, also nur die Emissionen aus Boden und Vegetation beachtet. Emissionen durch Tiere und Tierhaltung wurden nicht berücksichtigt: Im Vergleichsszenario der Tierhaltung auf entwässerten Standorten dürften die Verfahrensemissionen ähnlich groß bis hin zu höher sein, abhängig von Futterqualität und Besatzdichte. Für die beiden auf Holznutzung ausgelegten Verfahren mit Weiden und Erlen wurden keine Emissionswerte abgeleitet, sondern auf Grund unzureichender Datenlage nur generelle Tendenzen basierend auf bisherigen Veröffentlichungen angegeben.

THG-Flüsse in Richtung Atmosphäre (d. h. Emissionen) werden mit einem positiven Vorzeichen versehen, Aufnahmen von THG in Pflanzen und Boden mit einem negativen. THG wie CO_2 und CH_4 wirken unterschiedlich stark in der Atmosphäre. Zur Berechnung des Global Warming Potentials (GWP) wird für CH_4 zur Umrechnung in CO_2 -Äquivalente (CO_2 -Äq.) auf einen Zeithorizont von 100 Jahren der Faktor 28 angenommen (Myhre et al. 2013). Während CH_4 -Emissionen in nassen Mooren natürlicherweise vorkommen, sind CO_2 -Emissionen hauptsächlich eine Folge von Moorentwässerung. Sie entstehen, wenn Torf unter oxischen, also trockenen bis feuchten Bedingungen zersetzt wird (s. Box 10).

Alle Emissionswerte wurden im Nachhinein auf ganze Tonnen pro Hektar und Jahr ($\text{t ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) gerundet und mit einer Tilde (~) gekennzeichnet, um keine Genauigkeit zu suggerieren, die derzeit noch nicht durch Messergebnisse abgesichert ist. Selbst diese Werte sind noch als Abschätzung zu betrachten, die im Einzelfall sicherlich über- oder untertroffen werden. Für die Umstellungsphase, also die Phase der Wasserstandanpassung und Etablierung der Vegetation, sind die ermittelten Werte ungeeignet.

Box 10: Entstehung von CH₄ und CO₂ in Mooren

Moore entstehen, wenn organische Substanz schneller auf- als abgebaut wird. Dies geschieht meist durch verringerten Abbau unter nassen Bedingungen. In diesem Milieu wird CH₄ durch methanogene Mikroorganismen unter Sauerstoffabschluss im Torfkörper gebildet. In geringem Umfang kann CH₄ zwar auch wieder durch methanotrophe Mikroorganismen unter diesen Bedingungen abgebaut werden, in größerem Umfang geschieht dies jedoch nur unter oxidischen Bedingungen in höheren Bodenschichten. Dorthin gelangt das CH₄ passiv durch Aufsteigen. In wassergesättigten Böden ist der Sauerstoffgehalt allerdings oft nicht mehr ausreichend für diesen Abbau und durch Diffusion und Gasblasen kann CH₄ so an die Oberfläche gelangen. Neben diesem passiven Gasaustausch verläuft ein bedeutender Transportweg aktiv durch Pflanzen mit gasleitendem Gewebe, dem Aerenchym. Diese sogenannten Shunt-Arten sind besonders an nasse Standorte angepasst. Durch das Aerenchym können diese Pflanzen ihre Wurzeln effektiv mit Sauerstoff versorgen. Umgekehrt kann durch dieses Gewebe jedoch auch CH₄ aus dem Boden durch die Pflanze direkt in die Atmosphäre gelangen. Typische Gattungen mit Aerenchym sind u. a. *Alnus*, *Carex*, *Phragmites* und *Typha* (Augustin 2001). Die CH₄-Emissionen werden durch viele Faktoren beeinflusst, u. a. Wasserstand, Temperatur, Vegetation und Verfügbarkeit frischen Pflanzenmaterials (Couwenberg 2009, Koebsch et al. 2015; vgl. Kap 4.4.5).

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Allgemein

Allen Bewirtschaftungsverfahren ohne Holznutzung wurden CO₂- und CH₄-Standortemissionen zugeordnet und das GWP ermittelt. Das GWP ist für Flächen mit und ohne Gräben identisch (vgl. 4.4). Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren genauer aufgeschlüsselt, die Datenquellen zu den einzelnen GESTs sind in Anhang 3 dargestellt. Am Kapitelende folgt eine Übersicht (insbesondere Tab. 36). Für eine ausführliche Darstellung der Verfahren siehe Kapitel 2.

4.3.2 Schilf

Einbezogene GESTs: „Very wet *Phragmites* reeds“, „Wet tall reeds“; CH₄ n=22, CO₂ n=10

Für Schilf wurden die beiden WS 5+ und 6+ (in Flur bis Überstau) betrachtet. Bei diesen Wasserstufen ist durch dauerhafte Wassersättigung des Bodens Torferhalt zu erwarten. Darüber hinaus ist Torfbildung möglich, da Schilf ein guter Torfbildner ist (Oehmke & Abel 2016). Bei Wasserständen in Flur (5+) sind bei Schilf natürlicherweise Standortemissionen von ~7 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ zu erwarten. Die Emissionswerte für WS 5+ stammen aus einer gemeinsamen Betrachtung von Rohrkolben und Schilf, da die Datengrundlage eine getrennte Betrachtung nicht zuließ (vgl. Couwenberg et al. 2011, Couwenberg et al. in Vorb. und die Kap. 4.4 und 4.5). Die Emissionen bestehen hauptsächlich aus CH₄. Bei höheren Wasserständen wird die THG-Wirkung der CH₄-Emissionen ausgeglichen, weil durch die erhöhte Wüchsigkeit des Schilfes der Atmosphäre CO₂ entzogen wird und die Senkenfunktion mittels der Wurzeln überwiegt. Deshalb sind im Durchschnitt bei höheren Wasserständen von mindestens 10 cm über Flur langfristig in der Summe keine Standortemissionen zu erwarten (~0 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹). Wie lange hohe Erntemengen bei fehlender Nährstoffnachlieferung aufrechterhalten werden können und wie sich dabei und danach das Emissionsverhalten verändert, ist bislang nicht untersucht worden. Die Datenlage lässt es bislang auch nicht zu,

meso- und eutrophe Bestände zu unterscheiden; hauptsächlich für letztere liegen Daten vor.

Nach momentanem Wissensstand ist ein möglichst hoher Wasserstand erstrebenswert und eine Überstauung langfristig sogar trotz der höheren CH₄-Emissionen zur Minderung der Gesamt-THG-Emissionen sinnvoll (Minke et al. 2016, Günther et al. 2019). Es kann jedoch nach einer Wasserstandsanhhebung mehrere Jahre dauern, bis die Pflanzen sich an neue Wasserstände angepasst haben. Die CO₂-Emissionen sinken zwar, jedoch wird gleichzeitig auch weniger C festgelegt (Koebsch et al. 2013a). Dabei können zusätzlich kurzfristig durch das Absterben der vorherigen Vegetation und durch Stoffeintrag große Mengen CH₄ freigesetzt werden. Hahn et al. (2015) maßen in einem Extremfall im ersten Jahr nach Überstau 26 t CH₄ ha⁻¹ a⁻¹ mit einem CO₂-Äquivalent von 728 t ha⁻¹ a⁻¹. Zwei Jahre später wurden auf der gleichen Fläche während der Vegetationsperiode CH₄-Emissionen von nur noch 0,4 t CH₄ ha⁻¹ a⁻¹ gemessen, einem CO₂-Äquivalent von 11,2 t ha⁻¹ a⁻¹, bei gleichzeitiger Festlegung von 39 t CO₂ ha⁻¹ a⁻¹ (Koebsch et al. 2015). Die Fläche hat sich also innerhalb von zwei Jahren wieder zu einer THG- und C-Senke entwickelt. Es fehlen jedoch kontinuierliche, mehrjährige Untersuchungen zur Etablierungsphase inklusive dem direkten Vergleich mit vorheriger Nutzung (vgl. Kap. 4.4 und 4.5).

Wenn Schilf nicht in Reinbeständen, sondern gemischt mit leichter zersetzbaren anderen Arten wächst, können zusätzliche starke CH₄-Emissionen auftreten (Zak et al. 2015; vgl. Asaeda et al. 2002). Deshalb ist ein plötzlicher Überstau bei gleichzeitig vorhandenem leicht zersetzbarem organischem Material zu vermeiden. Als mögliche Gegenmaßnahme wird das Entfernen von oberflächlicher Vegetation und Wurzelmatte vor Wiedervernässung vorgeschlagen (Hahn-Schöfl et al. 2011). Insgesamt besitzt Schilf langfristig ein hohes Potential für eine hohe C-Aufnahme mit niedrigen Gesamtemissionen (Minke et al. 2016, van den Berg et al. 2016).

Schilf kann auch bei niedrigeren Wasserständen als den hier untersuchten auf organischen Böden wachsen. Dabei sind jedoch durch nicht wassergesättigten Boden höhere CO₂-Emissionen zu erwarten.

4.3.3 Rohrkolben

Einbezogene GESTs: „Very wet tall sedges and *Typha*“, „Wet tall reeds“; CH₄ n=18, CO₂ n=10

Für Rohrkolben wurden die beiden WS 5+ und 6+ (in Flur bis Überstau) betrachtet. Bei diesen Wasserstufen ist durch dauerhafte Wassersättigung des Bodens der Torferhalt gesichert. Torfbildung ist für Rohrkolben in Mitteleuropa jedoch nicht nachgewiesen (Tolpa et al. 1967, Succow & Joosten 2001, Oehmke & Abel 2016). Bei Wasserständen in Flur (5+) sind bei Schilf natürlicherweise Standortemissionen von ~7 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ zu erwarten. Die Emissionswerte für WS 5+ stammen aus einer gemeinsamen Betrachtung von Rohrkolben und Schilf, da die Datengrundlage eine getrennte Betrachtung nicht zuließ (vgl. Couwenberg et al. 2011, Couwenberg et al. in Vorb. und die Kap. 4.4 und 4.5). Die Emissionen bestehen hauptsächlich aus CH₄. Auch bei höheren Wasserständen bleiben diese bei Rohrkolben nahezu identisch, wie auch von Strachan et al. (2015) in Kanada bestätigt. Gleichzeitig werden die CO₂-Emissionen leicht negativ, also CO₂ der Atmosphäre entzogen. Bei höheren Wasserständen von mindestens 10 cm über Flur sind deshalb Standortemissionen von ~6 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ realistisch. Bei starker Nährstoffversorgung (d. h. starkem Stoffeintrag von außerhalb) können in warmen Jahren auch deutlich höhere Emissionen auftreten (Franz et al. 2016; Minke et al. 2016). Es fehlen kontinuierliche, mehrjährige Untersuchungen zur Etablierungsphase inklusive dem direkten Vergleich mit vorheriger Nutzung (vgl. Kap. 4.4 und

4.5). Dadurch ist auch unklar, wie lange hohe Ernteerträge bei fehlender Nährstoffnachlieferung aufrechterhalten werden können und wie sich dementsprechend das Emissionsverhalten verändert.

Wenn für die Einrichtung der Rohrkolbenkultur Dämme aus Torf angelegt werden, müssen diese trockeneren Standorte bei der Berechnung der Standortemissionen mit berücksichtigt werden.

4.3.4 Großseggen

Einbezogene GESTs: „Wet grassland with shunt species“, „Wet tall sedges“, „Very moist grassland with shunt species“, „Very moist tall sedges“; CH₄ n=25, CO₂ n=14

Für seggendominierte Nasswiesen (WS 5+) wurden zusätzlich zu den Nasswiesen-Werten die Werte von Großseggen nasser Standorte einbezogen. Für seggendominierte sehr feuchte Wiesen (WS 4+) wurden zusätzlich zu den Werten sehr feuchter Wiesen die Werte von Großseggen sehr feuchter Standorte einbezogen. Im Ergebnis liegen die Emissionswerte für nasse Standorte (WS 5+) natürlicherweise im Durchschnitt bei ~3 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ und die für sehr feuchte Standorte (WS 4+) bei ~10 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹. Bei Großseggenwiesen in beiden WS überwiegen die CH₄-Emissionen, darin unterscheiden sie sich von Rohrglanzgras-Beständen. Seggen sind gute Torfbildner (Oehmke & Abel 2016) und die negativen CO₂-Emissionen bei WS 5+ (Tab. 24) spiegeln diese Senkenfunktion wider. Bei WS 4+ treten hingegen CO₂-Emissionen auf, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Torferhalt nur bei ganzjährig flurnahen Wasserständen der WS 5+ zu erwarten ist.

4.3.5 Rohrglanzgraswiese

Einbezogener GEST: „Very moist grassland“; CH₄ n=7, CO₂ n=3

Rohrglanzgras bildet keinen Torf (Oehmke & Abel 2016) und bei Wasserständen unter Flur ist der Torferhalt nicht sichergestellt. Dennoch bietet Rohrglanzgras aus THG-Sicht eine interessante Nutzungsoption der WS 4+, da die THG-Emissionen insgesamt niedrig sind. Obwohl Rohrglanzgras durch Aerenchyme an nasse Bedingungen angepasst ist, findet der CH₄-Ausstoß in Rohrglanzgrasbeständen vor allem passiv statt (Askaer et al. 2011). Deshalb sind die CH₄-Emissionen vergleichsweise gering. Darin unterscheiden sich Rohrglanzgraswiesen von seggendominierten Wiesen. Die Standortemissionswerte von ~7 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten, da die zu Grunde liegenden Messwerte nur teilweise aus Rohrglanzgras-Reinbeständen stammen. Messwerte aus Rohrglanzgras-Dominanzbeständen unterstützen jedoch den ermittelten Trend (Askaer et al. 2011).

Rohrglanzgras kann prinzipiell auch bei niedrigeren Wasserständen wachsen. Dabei sind jedoch deutlich höhere Emissionen zu erwarten (vgl. Karki et al. 2014, 2015a, b).

4.3.6 Weide mit Wasserbüffeln, Gatter mit Rotwild und Pferden

Einbezogene GESTs: „Very moist grassland“, „Very moist grassland with shunt species“, „Moist to very moist grassland“, „Periodically flooded grasslands“, „Moist to very moist grassland with shunt species“, „Moist to very moist acidic Molinia meadows“; CH₄ n=30, CO₂ n=7

Bei der Haltung von Wasserbüffeln, Wild und Pferden wurden die zu erwartenden THG-Emissionen für zwei unterschiedliche Annahmen ermittelt. Bei der ersten Einschätzung wurde

für die gesamte Fläche die WS 4+ angenommen und für 50 % der Fläche ein deutliches Vorkommen von Arten mit Aerenchym einbezogen. In diesem Szenario befinden sich die notwendigen trockeneren Rückzugsorte der Tiere auf benachbarten mineralischen Standorten. Daraus resultiert der niedrigere Standortemissionswert von $\sim 8 \text{ t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. In einer zweiten Einschätzung wurde davon ausgegangen, dass es sich bei den Flächen um nicht vollständig wiedervernässte Flächen handelt und somit (wechsel-)feuchte Bereiche auch auf Torf vorkommen. Dafür wurde für 50 % der Fläche die gleiche Annahme wie zuvor genannt getroffen. Die anderen 50 % der Fläche wurden mit den typischen Emissionen stärker wechselfeuchter Standorte mit und ohne Arten mit ausgeprägtem Aerenchym bewertet. In Folge ergibt sich ein leicht höherer Standortemissionswert von $\sim 12 \text{ t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Beide Varianten verursachen geringere Standortemissionen als feuchte (WS 3+) Bewirtschaftungsverfahren. Trotzdem deutet das Ergebnis darauf hin, dass die Flächen für eine Reduzierung der THG-Emissionen so nass wie möglich zu halten sind.

Es ist bislang nicht untersucht worden, in welchem Umfang Wasserbüffel, Wild und Pferde durch Vertritt bzw. Suhlen für offene Stellen sorgen und inwiefern diese die THG-Emissionen verändern. Für die Betrachtung der Gesamtemissionen der Verfahren müssten außerdem Informationen zum Zuwachs, möglicher Zufütterung und auch zu CH_4 -Emissionen durch Wiederkäuen integriert werden.

4.3.7 Feuchtwiese

Einbezogene GESTs: „Moist grassland“, „Moist to very moist grassland“, „Moist to very moist grassland with shunt species“, „Moist to very moist acidic Molinia meadows“; CH_4 n=64, CO_2 n=40

Die Wasserstände in Feuchtwiesen der WS 3+ fallen im Sommer auf bis zu 45 cm unter Flur (s. Kap. 1). Ein Torferhalt ist durch den niedrigen Wasserstand nicht gegeben, dieses Verfahren ist also nur im Vergleich zu tiefentwässerter Landnutzung torfzehrungsmindernd. Feuchtwiesen sind hauptsächlich erst durch menschgemachte Entwässerung entstanden. Aus Klimaschutzsicht sind sie i. d. R. nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen der natürliche Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

Feuchtwiesen umfassen eine breite Palette von Vegetationszusammensetzungen (s. Kap. 2), die unterschiedliche Umweltverhältnisse (u. a. Wasserstand, Nährstoffdargebot, Nutzung) widerspiegeln. Je nach Vegetation sind Standortemissionen von ~ 16 bis $\sim 19 \text{ t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ zu erwarten. Die niedrigsten Emissionen treten bei feuchteren Ausprägungen auf, die höchsten bei trockeneren Ausprägungen. Ein großflächiges Auftreten von Pflanzen mit ausgeprägtem Aerenchym kann innerhalb des genannten Rahmens für geringfügig höhere CH_4 -Emissionen sorgen.

4.3.8 Weide mit Gänsen

Einbezogene GESTs: siehe Feuchtwiese und Weide mit Wasserbüffeln, Gatter mit Rotwild und Pferden

Nach bisherigen Untersuchungen ist noch nicht eindeutig geklärt, ob Gänse auf durchweg sehr feuchten Standorten der WS 4+ gehalten werden können oder ob sie höchstens für WS 3+ geeignet sind (s. Kap. 2). Deshalb werden für Gänse zwei Spannen angegeben. Die Standortwerte für WS 3+ sind identisch mit der für Feuchtwiese ermittelten Spanne von ~ 16 bis $\sim 19 \text{ t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Die Werte für WS 4+ entsprechen den für Weide mit Wasserbüffeln, Gatter mit Rotwild und Pferden ermittelten Emissionswerten von ~ 8 bis $\sim 12 \text{ t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Aus Klimaschutzsicht sind Weiden mit Gänsen auf organischen Böden i. d. R. nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen der natürliche Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann. Für die Betrachtung der Gesamtemissionen des Verfahrens müssten außerdem Informationen zum Zuwachs und möglicher Zufütterung integriert werden.

4.3.9 Weide mit Rindern

Einbezogene GESTs: siehe Feuchtwiese und Weide mit Wasserbüffeln, Gatter mit Rotwild und Pferden

Für Weiden mit Robustrindern wurden zwei Emissionsspannen angenommen, da je nach Wahl der Rasse unterschiedliche Standortbedingungen möglich sind (s. Kap. 2). Die Standortwerte für WS 3+ sind identisch mit der für Feuchtwiesen ermittelten Spanne von ~16 bis ~19 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹. Die Werte für WS 4+ entsprechen den für Weiden mit Wasserbüffeln, Gatter mit Rotwild und Pferden ermittelten Emissionswerten von ~8 bis ~12 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹. Aus Klimaschutzsicht sind Weiden mit Rindern auf organischen Böden i. d. R. nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen der natürliche Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann. Es ist bislang nicht untersucht worden, in welchem Umfang Robustrinder durch Vertritt für offene Stellen sorgen und inwiefern diese die THG-Emissionen verändern. Für die Betrachtung der Gesamtemissionen der Verfahren müssten außerdem Informationen zum Zuwachs, möglicher Zufütterung und zu CH₄-Emissionen durch Wiederkäuen integriert werden.

4.3.10 Weide mit Schafen

Einbezogene GESTs: siehe Feuchtwiese

Für Weiden mit Schafen wurde die gleiche Emissionsspanne von ~16 bis ~19 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ wie bei Feuchtwiese angenommen. Darin zeigt sich der fehlende Torferhalt durch den niedrigen Wasserstand. Eine stärkere Vernässung z. B. mit anschließender Haltung von Wasserbüffeln, Pferden oder Wild ist bei tiergebundenen Verfahren aus Klimaschutzsicht vorzuziehen. Auch gibt es bei Schafen die Möglichkeit, auf noch besser auf Nässe angepasste Rassen wie Moorschnucken zurückzugreifen (s. Kap. 2). Aus Klimaschutzsicht sind Weiden mit Schafen auf organischen Böden i. d. R. nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen der natürliche Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann. Es ist bislang nicht untersucht worden, in welchem Umfang Schafe durch Vertritt für offene Stellen sorgen und inwiefern diese die THG-Emissionen verändern. Schafsexkrete an sich haben keine Auswirkung auf die Torfmineralisierung (Leiber-Sauheithl et al. 2015). Für die Betrachtung der Gesamtemissionen der Verfahren müssten außerdem Informationen zum Zuwachs, möglicher Zufütterung und auch zu CH₄-Emissionen durch Wiederkäuen integriert werden.

4.3.11 Erle (*Alnus glutinosa*), Weide (*Salix spec.*)

Die Emissionsermittlung auf Standorten mit Gehölz- und Baum-Vegetation ist besonders schwierig (Tiemeyer et al. 2013). Übliche Haubenmessungen sind nicht anwendbar, Messungen mit Eddy-Covariance-Türmen ergeben hingegen nur ab einer ausreichenden Größe zusammenhängender homogener Flächen brauchbare Ergebnisse und lassen auch keine Rückschlüsse auf die Einzelkomponenten der Emissionen zu. Ein zusätzliches Problem ist, dass bei Veröffentlichungen häufig die genauen Standortbedingungen der Messungen nicht mit angegeben werden (Tiemeyer et al. 2013, Petrescu et al. 2015). Für CH₄ gibt es dadurch bislang keine vollständigen Daten für bewaldete Standorte in der temperaten Zone

(Jauhiainen 2019). Für Einzelstandorte gibt es Berechnungsgrundlagen zu möglichen Emissionen (Spangenberg 2011, Emmer & Couwenberg 2017), diese benötigen jedoch zusätzliche Daten, die sich nicht ohne weiteres auf andere Flächen übertragen lassen. Deshalb wurden im Rahmen dieser Arbeit keine Emissionseinschätzungen für die beiden Holznutzungen durchgeführt. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei Weide (*Salix spec.*) unter Bedingungen der WS 3+ THG-Emissionen in der Größenordnung anderer Verfahren der WS 3+ auftreten (vgl. Spangenberg 2011), während bei Erle unter Bedingungen der WS 4+ niedrigere Emissionen bis hin zu Netto-Senken möglich sind (Schäfer & Joosten 2005, Barthelmes 2010, Spangenberg 2011, Huth et al. 2018). Da Erle jedoch auch bei niedrigeren Wasserständen wachsen kann, kommt es auch hier wieder auf möglichst hohe Wasserstände an, um THG-Emissionen zu minimieren (Schäfer & Joosten 2005, Schlaipfer et al. 2018). Genauere Ergebnisse versprechen die aktuell laufenden Untersuchungen an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zu KUP auf organischen Böden^{15,16}.

4.3.12 Übersicht

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren zusammengefasst. Tabelle 36 gibt eine Übersicht der geschätzten Standortemissionen der unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren, Abbildung 31 bereitet diese grafisch auf.

Tab. 36: Übersicht der geschätzten Standortemissionen der in KLIBB betrachteten Bewirtschaftungsverfahren. Emissionswerte der Verfahren zugeordnet aus Couwenberg et al. (in Vorb.; s. Anhang 3), Emissionswerte Gräben nach Drösler et al. (2014), Anteil Grabenfläche 1,3 % (Umweltbundesamt 2019). Global Warming Potential (GWP) für CH₄ bei hundertjährigem Zeithorizont mit dem Faktor 28 nach Myhre et al. (2013). Min. und max. geben die jeweils minimalen und maximalen Standortemissionen an. Werte wurden auf volle Zahlen gerundet, deshalb sind Abweichungen vom einfachen Aufsummieren möglich.

Bewirtschaftungsverfahren und Wasserstufe	CH ₄ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ in t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	GWP in t ha ⁻¹ a ⁻¹
Schilf 6+	<1	12	-12	~0
Schilf 5+	<1	6	0	~7
Rohrkolben 6+	<1	7	-1	~6
Rohrkolben 5+	<1	6	0	~7
Großseggen 5+	<1	4	-1	~3
Großseggen 4+	<1	2	9	~10
Rohrglanzgraswiese 4+	<1	<1	6	~7
Wasserbüffel, Rotwild und Pferde; Gänse, Rinder 4+ (min.)	<1	1	7	~8
Wasserbüffel, Rotwild und Pferde; Gänse, Rinder 4+ (max.)	<1	1	11	~12
Gänse, Rinder, Schafe 3+ (min.)	<1	1	15	~16
Gänse, Rinder, Schafe 3+ (max.)	0	0	19	~19
Feuchtwiese 3+ (min.)	<1	1	15	~16
Feuchtwiese 3+ (max.)	<1	0	19	~19

¹⁵ https://forschung.hswt.de/web/555/show_new

¹⁶ <https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/1065-kup-ii>

Bewirtschaftungsverfahren und Wasserstufe	CH ₄ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ in t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	GWP in t ha ⁻¹ a ⁻¹
Vergleich				
Grünland, trocken/mäßig feucht, mittel-intensiv 2+-	0	0	31	~31
Maisacker, trocken/mäßig feucht 2+-	0	0	37	~37
Gräben				
Drained Forest Land, Drained Wetlands	<1	6		6
Shallow-drained Grassland	1	15		15
Deep-drained Grassland/Cropland	1	33		33

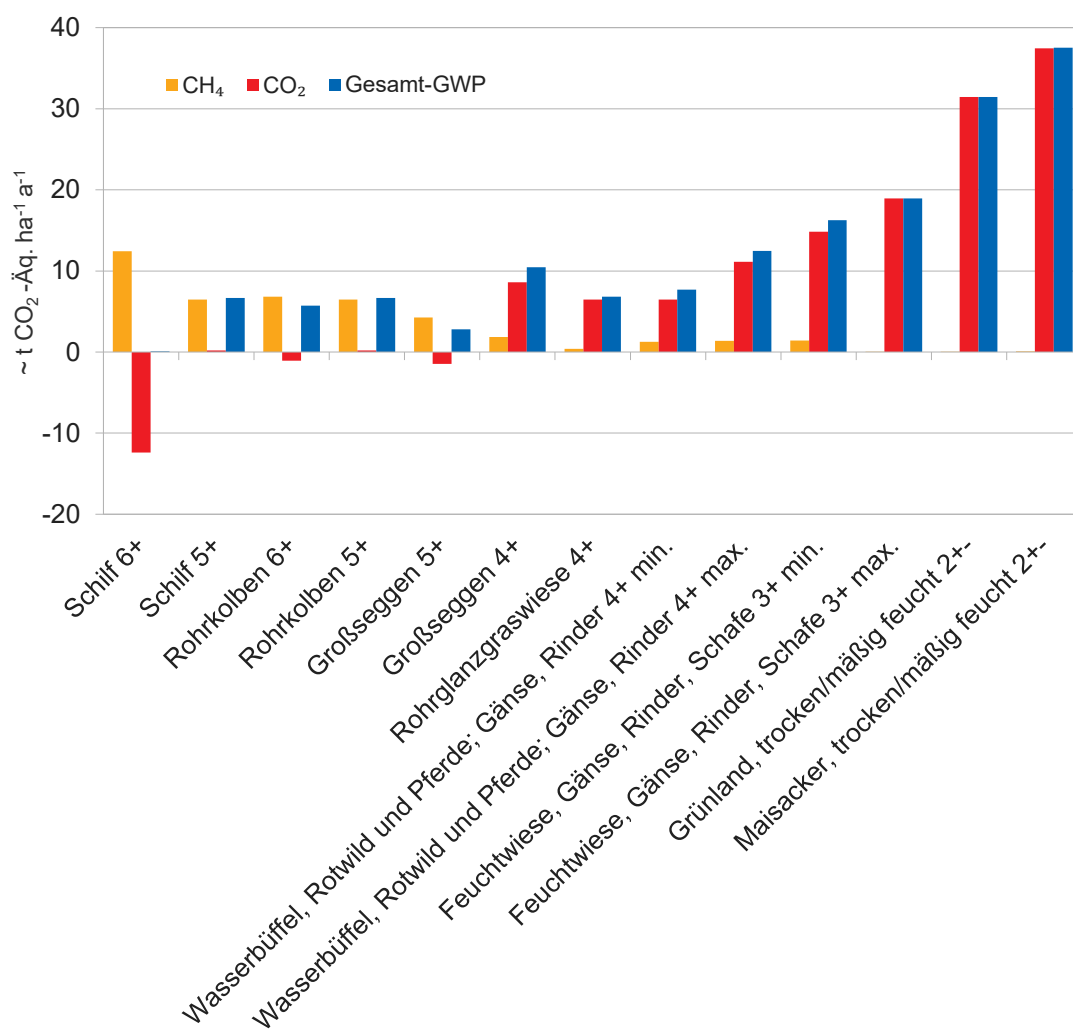


Abb. 31: Übersicht der geschätzten Standortemissionen der in KLBB betrachteten Bewirtschaftungsverfahren.

Tabelle 37 fasst die Standortemissionen nach WS zusammen und zeigt eine klare Staffelung: Bei Verfahren höherer (nasserer) WS entstehen im Durchschnitt niedrigere THG-Emissionen.

Bei Betrachtung des Gesamt-GWP aus CO₂ und CH₄ werden Null-Emissionen nur teilweise in WS 6+ erreicht¹⁷, bei allen anderen Wasserständen gibt es auch nach Wiedervernässung natürlicherweise Emissionen. Diese sind jedoch deutlich niedriger als bei trockenen Standorten und können bereits ab WS 4+ einstellige Werte erreichen (s. auch Abb. 31). Bei ausschließlicher Betrachtung der CO₂-Emissionen wird nach jetzigem Kenntnisstand¹⁸ Klimaneutralität ab WS 5+ erreicht, während bei WS 6+ negative Emissionen vorliegen. Wenn Torferhalt mit (fast) fehlenden oder negativen CO₂-Emissionen gleichgesetzt wird, liegt die Grenze zwischen torferhaltenden und torfzehrenden Wasserständen bei den betrachteten Bewirtschaftungsverfahren dadurch zwischen WS 4+ und 5+.

Tab. 37: Spannen der Standortemissionen der untersuchten Bewirtschaftungsverfahren unterschiedlicher Wasserstufen. Emissionswerte nach Couwenberg et al. (in Vorb.; s. Anhang 3), Drösler et al. (2014). Global Warming Potential (GWP) aus CO₂ und CH₄ (GWP ohne Abb.), für CH₄ bei hundertjährigem Zeithorizont mit dem Faktor 28 nach Myhre et al. (2013). Werte wurden auf ganze Zahlen gerundet, deshalb sind Abweichungen vom einfachen Aufsummieren möglich.

Wasserstufe	CH ₄ in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	GWP in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹
6+	7 bis 12	-12 bis -1	~0 bis ~6
5+	4 bis 6	-1 bis 0	~3 bis ~7
4+	0 bis 2	6 bis 11	~7 bis ~12
3+	0 bis 1	15 bis 19	~16 bis ~19
2+, 2-	0	31 bis 37	~31 bis ~37

4.4 Diskussion

4.4.1 Genauigkeiten

Bei den ermittelten verfahrenstypischen Standortemissionen handelt es sich um Richtwerte. In der Praxis wird es Standorte geben, die mehr oder weniger emittieren. Dies betrifft insbesondere auch Standorte mit heterogenen Wasserständen, etwa durch Reliefunterschiede. Bei Bewirtschaftungsverfahren mit einem geringen zu Grunde liegenden Stichprobenumfang sind in Zukunft durch weitere Messungen und neue Erkenntnisse Verschiebungen der Emissionswerte um mehrere Tonnen pro Hektar und Jahr vorstellbar.

4.4.2 GESTs

Die GESTs sind ein etabliertes Verfahren, um ohne neue Messungen eine Emissionseinschätzung für Moorflächen zu erreichen (Joosten et al. 2013, Emmer & Couwenberg 2017, Tiemeyer et al. 2017). Da die Güte der Bioindikation der Vegetation im trockenen Bereich ungenauer wird (Tiemeyer et al. 2017), werden bei solchen genutzten, entwässerten Standorten die Nutzungsklassen Grünland und Acker mit einbezogen (Couwenberg et al. in Vorb.).

Tiemeyer et al. (2016) ermittelten teils übereinstimmende, teils jedoch auch höhere Emissionswerte für Grünland. Beyer et al. (2015) verglichen eigene Messungen mit den GESTs und stellten fest, dass jene im erwartbaren Bereich liegen. Eine Metaanalyse von THG-

¹⁷ 20 Messjahre CH₄, 16 Messjahre CO₂

¹⁸ 24 Messjahre CO₂

Werten aus der Literatur von Rebhann (2018) ergibt außer bei Acker Werte ähnlicher Größenordnung im Vergleich zu den aktuellen GESTs (Anhang 3, Couwenberg et al. in Vorb.).

Die Anwendung von GESTs zur Einschätzung der Standortemissionen der in KLIBB betrachteten Bewirtschaftungsverfahren stellt aufgrund der wenigen Messwerte aus bewirtschafteten Flächen eine grobe Abschätzung dar. Diese Abschätzung ist erforderlich, um eine Bewertung der Auswirkungen der Umwandlung entwässerungsbasierter Niedermoornutzung in feuchte bis nasse Verfahren auf regionalem Maßstab zu ermöglichen. Angesichts der Dringlichkeit für einen entschiedenen Klimaschutz erscheint es notwendig, auf Basis bereits verfügbaren Daten mit bestem Wissen und Gewissen Einschätzungen von Landnutzungsverfahren auf Moorböden vorzunehmen und Wiedervernässungen in die Wege zu leiten. Begleitende THG-Messungen sollen dann genauere, langfristige Ergebnisse liefern und diese Abschätzung schrittweise verbessern. Die in KLIBB ermittelten Werte stellen den Durchschnitt dar, von dem je nach Fläche, Jahr und Bewirtschaftungsdetails unterschiedlich stark abgewichen werden kann. Genauere Untersuchungen dazu stehen bislang aus. Die Werte sollten deshalb als durchschnittliche Angaben genutzt und nicht dafür verwendet werden, um die Emissionsminderung bei Umwandlung einer konkreten kleinen Fläche, z. B. von 2 ha Acker zu Rohrkolben, zu berechnen.

4.4.3 Gräben, Dämme, Boden, Torferhalt

Bei Betrachtung des GWP innerhalb der Verfahren gibt es keinen Unterschied, ob Grabenemissionen einbezogen werden oder nicht. Zwei Gründe könnten dafür ursächlich sein: Erstens machen die Gräben mit 1,3 % nur einen geringen Anteil der Fläche aus. Zweitens wurde trockenen Verfahren mit hohem GWP auch eine hohe Grabenemission zugeordnet und sehr feuchten Verfahren mit niedrigem GWP auch niedrige Grabenemissionen (vgl. Drösler et al. 2014). Weitere Forschung ist notwendig, um dieses Ergebnis in der Praxis zu bestätigen.

Zusätzliche Dämme können insbesondere bei den Anbaukulturen Schilf und Rohrkolben eine Rolle spielen. Wenn Dämme aus Torf errichtet werden und über die Wasseroberfläche hinausragen, sind diese prinzipiell der Oxidation ausgesetzt und verursachen dadurch CO₂-Emissionen. Die Emissionen aus Dämmen wurden in dieser Untersuchung jedoch nicht mit einbezogen. Es gibt dazu bislang keine systematischen Untersuchungen auf Niedermooren. Da Dämme aber nur einen kleinen Flächenanteil einnehmen, dürfte der durch das Weglassen dieser Emissionen entstandene Fehler im Vergleich zu den generellen Unsicherheiten nicht sehr groß sein.

Es ist bekannt, dass sich das Emissionsverhalten von Moorböden von dem sonstiger organischer Böden unterscheidet (Leiber-Sauheitl et al. 2014, Couwenberg et al. in Vorb.). Für diese sonstigen organischen Böden gibt es bislang jedoch deutlich weniger THG-Messungen als für reine Moorböden. Um eine Unterteilung in unterschiedliche WS und Bewirtschaftungsverfahren zu ermöglichen, wurde deshalb vereinfachend nur von Moorböden ausgegangen.

In KLIBB wurde davon ausgegangen, dass deutliche CO₂-Emissionen ein Zeichen für fehlenden Torferhalt sind. Die Grenze zwischen torferhaltend und torfzehrend liegt mit den betrachteten Bewirtschaftungsverfahren dadurch zwischen WS 5+ und 4+. Eine Überprüfung in der Praxis steht aus und diese Festlegung ist als eine erste Annäherung und praxisnahe Vereinfachung zur Frage des Torferhalts zu verstehen.

4.4.4 Nutzung und Wiedervernässung

Inwiefern sich Messwerte von ungenutzten Mooren auf genutzte Standorte übertragen lassen können, ist nicht völlig geklärt. Es gibt Untersuchungen, die darauf hindeuten, dass sich genutzte Systeme in ihrem Emissionsverhalten kaum von ungenutzten unterscheiden, solange der Wasserstand gleich ist (Beetz et al. 2013, Günther et al. 2015). Dem entgegen gibt es Unterschiede, weil direkt nach der Ernte die Photosyntheseleistung stark zurückgeht, während weiterhin Respiration stattfindet (Koebsch et al. 2013a). Andererseits wird durch Mahd auch das Pflanzenwachstum angeregt und die Photosyntheseleistung kann dadurch insgesamt erhöht werden (Herbst et al. 2013, Günther et al. 2015).

Auch die Emissionen durch Ernteexporte sind zu berücksichtigen. Eine einfache Addition fiktiver Ernteexporte zu Messwerten aus einem ungenutzten System würde zu einer Überschätzung der Emissionen führen, da in Niedermooren ein Großteil der oberirdischen Biomasse schnell abgebaut wird und der Biomasseverlust somit schon als Emission gemessen und bilanziert wird. Bei den vorliegenden Publikationen zu THG-Messungen bewirtschafteter Standorte wurden die Ernteexporte von den jeweiligen Autorinnen und Autoren unterschiedlich detailliert angegeben und dementsprechend in den GESTs berücksichtigt (vgl. Anhang 3; Couwenberg et al. in Vorb.). Viele Messwerte stammen aus Einzeljahren und Systemen mit unregelmäßiger Nutzung, die jeweils die Emissionen stark beeinflusst, wenn z. B. in einem Jahr mehrjährige Aufwüchse gemäht werden (Beetz et al. 2013, Günther et al. 2015), im Gegensatz die Mahd ausfällt oder die Nutzung umgestellt wird (Elsgaard et al. 2012, Beyer et al. 2015). Außerdem kann auch die Art der Nutzungssimulation in Untersuchungen, z. B. Schnitt mit der Hand statt Mahd oder Beweidung, eine nicht zu unterschätzende Fehlerquelle sein (Poyda et al. 2017). Bisherige Ergebnisse zeigen, dass häufiger beerntete, dabei entwässerte oder nicht vollständig wiedervernässte Systeme durch erhöhte Ernteexporte zu höheren Gesamtemissionen führen (Beetz et al. 2013, Kandel et al. 2017, Rebhann 2018). Langfristige Nährstoffaushagerung durch Exporte wird voraussichtlich auch Auswirkungen auf die Emissionen haben, da einerseits der pflanzliche Zuwachs und somit sowohl CO₂-Aufnahme als auch die Erntemenge abnehmen und sich andererseits die Artenzusammensetzung ändern kann (vgl. Schrier-Uijl et al. 2014, Minke et al. 2016).

Es ist nicht völlig geklärt, wie weit sich gemähte von beweideten Standorten unterscheiden. Nicht hinreichend untersucht ist z. B., in welchem Umfang Tiere durch Vertritt auf feuchten bis nassen Standorten für offene Bodenstellen sorgen und inwiefern diese die THG-Emissionen verändern. Der Flächenanteil so geschaffener offener Stellen lässt sich mutmaßlich bei angemessener Besatzdichte gering halten, lediglich Wasserbüffel neigen stark zum Suhlen (s. Kap. 2). Tiere können des Weiteren selbst CH₄-Emissionen verursachen (Herbst et al. 2013, Hemes et al. 2019) und außerdem durch selektiven Fraß zur Ausbreitung von Pflanzen wie Binsen (*Juncus* sp.) beitragen (Herbst et al. 2013), die wiederum Einfluss auf THG-Emissionen haben können (Reichelt 2015, Couwenberg et al. in Vorb.). Außerdem bedeutet Zufütterung Stoffimporte. Im Vergleich zu anderen Emissionen sind diese aus THG-Sicht jedoch vernachlässigbar (Schrier-Uijl et al. 2014). Einen guten Überblick über den Einfluss von Tierhaltung auf THG-Emissionen geben Jurasinski et al. (2016).

Die mit Hilfe der GESTs ermittelten Emissionswerte aller Verfahren sind Schätzungen, wie sich stabile Systeme nach ein paar Jahren der Umstellung verhalten können. Diese Umstellungsphase kann mehrere Jahre dauern, wobei erste Anpassungen der Vegetation schon im ersten Jahr stattfinden (Koebsch et al. 2013a). Es können sich allerdings auch für mehrere Jahre Zwischenstadien einstellen (s. folgende Abschnitte, Augustin & Chojnicki 2008,

Zak et al. 2015). In dieser Zeit können nicht nur erhöhte CH₄-Emissionen auftreten (Augustin & Chojnicki 2008, Hahn et al. 2015, Koebisch et al. 2015, Zak et al. 2015, Minke et al. 2016, Lengerer 2018), sondern auch die CO₂-Festlegung eingeschränkt sein (Koebisch et al. 2013a, Hemes et al. 2019, Kandel et al. 2019). Teilweise werden bei diesem Wandel von einem stabilen System in ein anderes auch Emissionen verhindert (Huth et al. 2018) und durch starkes Wurzelwachstum besonders viel CO₂ festgelegt (Minke et al. 2016). Während es in den ersten Jahren nach Wiedervernässung und der Etablierungsphase von Paludikulturen deutliche Unterschiede gibt (vgl. Franz et al. 2016), stellt sich i. d. R. innerhalb von fünf Jahren die neue Vegetation ein (Koska et al. 2001). Bei Anbaukulturen kann diese Etablierungsphase auch kürzer sein (vgl. Kap. 2). Langfristig verhalten sich wiedervernässte Moore mit ihrer typischen Vegetation in Bezug auf THG-Emissionen wie naturnahe (Augustin & Chojnicki 2008, Hiraishi et al. 2014, Joosten et al. 2015, Wilson et al. 2016). Ab wann genau sich wiedervernässte Moore wieder wie naturnahe verhalten, hängt von vielen Einzelfaktoren ab und lässt sich noch nicht sicher vorhersagen (Blain et al. 2014, Wilson et al. 2016). In einem Beispiel waren nach 15 Jahren die THG-Emissionen eines wiedervernässten Moores in der gleichen Größenordnung naturnaher Standorte (Huth et al. 2013, Günther et al. 2015). Da auf der Fläche in der Transformationsphase allerdings keine Untersuchungen stattfanden, ist unklar, wann innerhalb der 15 Jahre dieser Punkt erreicht wurde.

4.4.5 CH₄

Es gibt einige Faktoren, die starke CH₄-Emissionen fördern. Insbesondere in nährstoffreichen Systemen, bei leicht zersetzbarem Pflanzenmaterial, vorhandener Organomudde, verringertem Sulfatgehalt, lateralem Stoffeintrag und hohen Temperaturen können hohe Emissionen auftreten (Augustin & Chojnicki 2008, Drösler et al. 2011, Hahn-Schöfl et al. 2011, Beetz et al. 2013, Zak et al. 2015, Franz et al. 2016, Minke et al. 2016). So wird häufig bei Landschaftspflegemahd das Mahdgut nicht von der Fläche abtransportiert, was zwar einerseits rechnerisch für geringe CO₂-Emissionen sorgt, andererseits aber auch einen erhöhten CH₄-Ausstoß bedeutet (Kandel et al. 2019, vgl. Hahn-Schöfl et al. 2011). Im Gegensatz dazu ist es zur Minimierung der CH₄-Emissionen empfehlenswert, vor der Wiedervernässung die vorhandene Vegetation zu entfernen (Hahn-Schöfl et al. 2011, Zak et al. 2015). Bei der langfristigen Nutzung von nicht-tiergebundenen Bewirtschaftungsverfahren ist vorstellbar, dass durch Abtransport des Mahdguts weniger Streu anfällt und somit weniger verrottbares Material zur CH₄-Entstehung zur Verfügung steht (vgl. Hahn-Schöfl et al. 2011, Kandel et al. 2019).

Manche Verfahren, die CH₄-Emissionen senken, können negative Nebeneffekte auf die CO₂-Emissionen haben. So sorgt das Entfernen des Oberbodens vor Wiedervernässung zwar für geringe CH₄-Emissionen (Bhullar et al. 2014, Zak et al. 2015, 2018), bedeutet aber auch hohe, als sofortigen CO₂-Ausstoß gegenzurechnende Emissionen, da der Oberboden nach Entfernung ohne Wassersättigung oxidiert. Dabei ist die richtige Balance zu finden, um möglichst schnell und trotzdem langfristig eine positive Klimawirkung zu erreichen (vgl. Hemes et al. 2019). Die CH₄-Problematik bei Wiedervernässung sollte deshalb weder unter- noch überschätzt werden, denn in Mooren mit natürlichen Wasserständen findet Kohlenstofffestlegung über Jahrtausende statt, während CH₄ nur vergleichsweise kurzlebig ist (Dise 2009, Froking et al. 2011, Allen et al. 2016). Zu dem Effekt von Wiedervernässung auf die Strahlungsbilanz und die untergeordnete Rolle von CH₄ siehe Günther et al. (2020).

4.4.6 N₂O

N₂O wurde sowohl im GEST-Ansatz als auch in dieser Untersuchung nicht betrachtet. Die publizierten Messwerte zeigen generell ein heterogenes Auftreten und somit eine schlechte Vorhersagbarkeit (Couwenberg et al. 2008, Beetz et al. 2013). Eine einfache Übertragbarkeit auf andere Standorte und damit Generalisierung ist dadurch nicht möglich (Rebhann 2018). Es gibt jedoch einen Zusammenhang mit dem Wasserstand. Auf trockenen Standorten gibt es häufiger hohe N₂O-Emissionen, auf feuchten Standorten machen diese nur einen geringen Anteil am Gesamt-GWP aus und auf nassen Standorten treten sie fast gar nicht auf (Kandel et al. 2019, Couwenberg et al. in Vorb.; für bewaldete Standorte: Eickenscheidt et al. 2014). Deshalb sind bei konsequenter Umsetzung von nasser Bewirtschaftung wenige bis keine N₂O-Emissionen zu erwarten und eine Wiedervernässung ist voraussichtlich ein sicherer Weg, diese THG-Emissionen zu vermindern. Dieses Minderungspotential ist in KLIBB noch nicht einberechnet. Vor allem im Vergleich zu intensiv genutzten entwässerten Flächen besteht somit ein noch höheres Emissionsminderungspotential durch nasse Bewirtschaftung (vgl. Couwenberg et al. 2011, Hemes et al. 2019).

4.5 Forschungsbedarf

Der momentane Wissensstand ist ausreichend für eine generelle Einschätzung von THG-Emissionen unterschiedlicher Vegetation bei unterschiedlichen Wasserständen. Weitere Forschung sollte in Zukunft auf Umsetzungsflächen sehr feuchter bis nasser Bewirtschaftungsverfahren auf verschiedenen Standorten und insbesondere zu den u. g. Punkten stattfinden. Dabei sollten sowohl Moorböden als auch verstärkt die mit ihnen vergesellschafteten anderen organischen Böden berücksichtigt werden.

Zur eindeutigen Festlegung torfzehrender, torferhaltender und torfbildender Wasserstände und Vegetationszusammensetzungen ist weitere Forschung nötig.

Es besteht Forschungsbedarf bezüglich der Etablierungsphase von Paludikulturen. In dieser Phase des Wandels von einem torfzehrenden Ausgangssystem in ein torferhaltendes neues ist das Emissionsverhalten bislang noch nicht gut vorhersagbar. Um in Zukunft vom Kulturbeginn an ein möglichst klimaschonendes Verfahren zu gewährleisten, muss die für das Emissionsverhalten des Standorts entscheidende konkrete Ausführung der Etablierung untersucht werden.

Schilf und Rohrkolben unterscheiden sich unter Bedingungen der WS 6+ in ihrem Emissionsverhalten deutlich. Für WS 5+ sind weitere Messungen notwendig, um die momentan gemeinsam betrachteten Kulturen unterscheiden zu können. Für WS 6+ bedarf es weiterer Untersuchungen, inwiefern Zuwachsraten und somit CO₂-Sequestrierung auf der einen Seite und die Höhe der CH₄-Emissionen auf der anderen Seite mit dem Wasserstand korrelieren (Zak et al. 2015, Minke et al. 2016). Es sind dabei großflächige Pilotvorhaben mit langfristigen begleitenden THG-Messungen notwendig, welche auch die vorherige Nutzung bzw. Referenzflächen einbeziehen.

Für KUPs und bewaldete Standorte gibt es bislang keine umfassenden Daten. Aktuell findet Forschung zu THG-Emissionen von KUPs auf organischen Böden in Bayern statt.

Besonderer Bedarf besteht an langfristigen Daten. Viele Messwerte stammen aus Einzeljahren und Systemen mit unregelmäßiger Nutzung, die jeweils die Emissionen stark beeinflusst, wenn z. B. in einem Jahr mehrjährige Aufwüchse gemäht werden (Beetz et al. 2013, Günther et al. 2015), im Gegensatz die Mahd ausfällt oder die Nutzung umgestellt wird (Beyer et al. 2015).

Bei der langfristigen Nutzung von Paludikulturen besteht weiterhin Forschungsbedarf, ob sich sowohl Emissionen als auch Torferhalt und -bildung ähnlich wie in natürlichen Systemen verhalten (Graf & Rochefort 2009, Poyda et al. 2016). Unklar ist außerdem, inwiefern der Klimawandel das Emissionsverhalten beeinflusst (vgl. Franz et al. 2016).

4.6 Fazit

In KLIBB wurden zu den Bewirtschaftungsverfahren typische Standortemissionen ermittelt. Insgesamt zeigt sich, dass Verfahren mit höheren Wasserständen zwar mehr CH₄ ausstoßen, dafür aber deutlich weniger CO₂. Bei Betrachtung der Gesamtklimawirkung bedeuten deshalb höhere Wasserstände nach momentanem Kenntnisstand immer eine bessere Klimabilanz. Dieses Ergebnis wird durch den Torferhalt unter nassen Bedingungen gedeckt.

Unsicherheiten bestehen noch bezüglich der Emissionen während der Wiedervernässungs- und Etablierungsphase und bei langfristiger Nutzung. In zukünftigen Umsetzungsprojekten sollten dazu von Anfang an Langzeituntersuchungen stattfinden.

4.7 Betrachtung auf Ebene der Bundesländer

Moritz Kaiser, Friedrich Birr & Franziska Tanneberger

unter Mitarbeit von John Couwenberg

4.7.1 Ist

Es gibt bislang mehrere Veröffentlichungen zu THG-Emissionen aus genutzten organischen Böden in Deutschland. Entsprechend der aktuellsten Zahlen (nach UBA 2019) gibt es in Deutschland ca. 18.250 km² organische Böden. Diese werden zu etwa 80 % landwirtschaftlich genutzt und emittieren dabei ca. 40 Mio. t CO₂-Äq. a⁻¹. Für einzelne Bundesländer gibt es bislang wenige Untersuchungen, so jedoch in den im Projekt betrachteten Bundesländern Schleswig-Holstein (Jensen et al. 2010), Brandenburg (Landgraf 2010) und Baden-Württemberg (Streck et al. 2017) (siehe Tab. 38).

Jensen et al. (2010) ermittelten für Schleswig-Holstein eine landwirtschaftlich (Acker, Grünland und Feuchtgrünland) genutzte Moorfläche von 112.714 ha, wobei auf Basis der ersten Version der GESTs (Couwenberg et al. 2008) Emissionen von 2.170.552 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ errechnet wurden, also im Durchschnitt 19 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Landgraf (2010) ermittelte die Emissionen von etwa 152.500 ha landwirtschaftlich genutzter Moore in Brandenburg. Als Berechnungsgrundlage diente eine frühe Version der GESTs in MLUV MV (2009). Demnach entstehen auf dieser Fläche Emissionen von 5.500.000 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹, also im Durchschnitt 36 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Streck et al. (2017) haben auf Basis eigener Messungen durchschnittliche Emissionen baden-württembergischer landwirtschaftlich genutzter Moore von 42 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt, geben jedoch keine Gesamtemissionen an.

Tab. 38: Ist-Emissionen der drei Bundesländer.

	Schleswig-Holstein (nach Jensen et al. 2010)	Brandenburg (nach Landgraf 2010)	Baden-Württemberg (nach Streck et al. 2017)
landwirtschaftlich genutzte Moorböden in ha	112.714	152.500	
Emissionen in t CO ₂ -Äq. a ⁻¹	2.170.552	5.500.000	
Emissionen in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	19	36	42

Im folgenden Szenario sollen für die drei Bundesländer mögliche Wege in eine nachhaltige Bewirtschaftung organischer Böden gezeigt werden.

4.7.2 Vorgehen Meilenstein 2030

Für den Meilenstein 2030 wurde davon ausgegangen, dass zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele die anthropogenen CO₂-Emissionen bis 2050 gegen 0 gehen müssen (IPCC 2018). Das bedeutet, dass alle CO₂-Emissionen durch Moorentwässerung bis dahin gestoppt werden müssen, also alle Moore ihren flurnahen Wasserstand zurückerhalten müssen. Analog gilt dies auch für andere organische Böden. In Folge dessen müssen in Deutschland pro Jahr im Durchschnitt 50.000 ha Moor wiedervernässt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, haben Abel et al. (2019) einen Transformationspfad entwickelt. Darin wird zum Erreichen des Ziels 2050 folgender Zwischenschritt für Deutschland im Jahr 2030 angenommen:

Jegliche Ackernutzung auf Moor ist eingestellt, die Wasserstände für Grünland und ehemaligen Acker werden auf 85 % der Fläche auf min. 30 cm unter Flur angehoben (WS 3+), min. 15 % der Fläche erreichen Wasserstände in Flur (WS 5+ oder höher)¹⁹.

Für den Meilenstein der Bundesländer wurde dieses gesamtdeutsche Ziel zugrunde gelegt und davon ausgegangen, dass keine landwirtschaftliche Fläche auf Moor aus der Nutzung entlassen wird. Grünland wird weiterhin als Grünland bewirtschaftet, ehemaliger Acker hingegen teilweise in Anbau-Paludikulturen umgewandelt. Für 85 % der Fläche sind Verfahren der WS 3+ und 4+ vorgesehen. 15 % der Fläche müssen Verfahren der WS 5+ oder 6+ aufweisen. Es wurde mit gerundeten Flächenwerten der organischen Böden nach Kapitel 3 und den Bewirtschaftungsverfahren aus Kapitel 2 gearbeitet. Darauf basierend wurde eine mögliche Ausgestaltung des Meilensteins 2030 mit konkreten Hektarzahlen der Bewirtschaftungsverfahren vorgenommen. Im Anschluss wurden anhand der Hektarzahlen und der in Tabelle 36 angegebenen Emissionswerte minimale und maximale Standortemissionen ermittelt und eine prozentuale Emissionsminderung pro Hektar im Vergleich zu den Ist-Emissionen (Tab. 38) angegeben.

Den Ländern wurde im Rahmen des KLBB-Projektes die Möglichkeit zur Einschätzung gegeben. Da eine Rückmeldung aller relevanten Ressorts im Zeitrahmen des Projektes nicht möglich war, sind die Meilensteine für 2030 ausdrücklich als unabgestimmte Optionen zu betrachten. Sie stellen lediglich eine Möglichkeit der Umsetzung der Wasserstandanpassung dar und sind nicht als Zielgrößen der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren zu verstehen. Es wird außerdem darauf hingewiesen, dass zum Erreichen der Ziele des Pariser

¹⁹ In Abel et al. (2019) werden durchschnittliche Jahreswasserstände angegeben, die hier mit Wasserstufen übersetzt wurden.

Klimaschutzabkommens bis 2050 alle Moorflächen nass sein müssen. Die feuchten Flächen 2030 stellen also nur eine Stufe der Umstellung dar und werden deshalb nicht genauer in Bewirtschaftungsverfahren unterteilt. Es kann durchaus sinnvoll sein, schon 2030 eine größere Fläche als 15 % auf flurnahe Wasserstände umzustellen, um mehrmalige Umrüstkosten zu vermeiden. Flächen, auf denen andere landwirtschaftliche Landnutzung als Grünland oder Acker stattfindet (vgl. Kap. 3), wurden nicht mit einbezogen. Ebenfalls entfielen Flächen, deren Wasserstand auf Grund ihres Naturschutzstatus gegenwärtig nicht wieder naturnah gestaltet werden darf (s. Box 12). Für diese Flächen muss dringend eine Lösung gesucht werden, um bis 2050 die anthropogen verursachten CO₂-Emissionen auch dieser Flächen auf 0 zu senken (vgl. Abel et al. 2019).

4.7.3 Ergebnis Meilenstein 2030

Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein werden gegenwärtig etwa 107.000 ha organische Böden landwirtschaftlich genutzt, davon etwa 103.000 ha als Grünland. Für eine feuchte bis nasse Bewirtschaftung stehen potentiell 84.000 ha (Klassen 1 und 2-3) zur Verfügung. Das bedeutet für 2030 71.000 ha mit Wasserständen nicht tiefer als 30 cm unter Flur und min. 13.000 ha mit flurnahen Wasserständen. Ein mögliches Szenario zeigt Tabelle 39.

Tab. 39: Mögliches Szenario für Schleswig-Holstein im Jahr 2030. „Bisherige Ackernutzung“ gibt die maximal mögliche Fläche von Anbaukulturen unter Berücksichtigung des Grünlandumbruchverbots an.

Verfahren	Wasserstufe 3+, 4+ in ha	Wasserstufe 5+, 6+ in ha
Feuchtwiesen und Feuchtweiden mit Rindern, Gänsen, Schafen	63.500	
Rotwild und Pferde	3.000	
Wasserbüffel	3.000	
Rohrglanzgraswiesen	1.000	
Großseggenwiesen		6.000
Schilf		6.000
Rohrkolben		1.000
Weide (<i>Salix spec.</i>)	0	
Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)	500	
Summe	71.000	13.000
Vergleich: bisherige Ackernutzung		3.000

In Schleswig-Holstein dominiert auch jetzt schon die Grünlandnutzung auf Moor. Für das Beispielszenario wird davon ausgegangen, dass dies auch 2030 noch der Fall ist. Wenn kein Grünland umgebrochen wird bzw. Anbaukulturen ohne oder mit Ausnahme vom Grünlandumbruch umgesetzt werden, stehen etwa 3.000 ha für Anbaukulturen zur Verfügung (s. Tab. 39). Feuchtwiesen und -weiden bieten die einfachste Möglichkeit der Umstellung, weshalb ihnen die größten Flächenpotentiale zugedacht werden. Diese sind jedoch nur ein Zwischenschritt, da sie langfristig nicht torferhaltend sind. Unter den voraussichtlich torferhaltenden Bewirtschaftungsverfahren wird für Schilf ein hohes Potential gesehen, da dieses ein traditionelles Material zum Dachdecken ist und bislang vor allem importiert wird (vgl. Kap. 2). Außerdem könnte ein gewisses Potential für Erlenholz entstehen, da Schleswig-

Holstein unter allen Bundesländern den geringsten Waldflächenanteil hat²⁰.

Die Standortemissionen lassen sich mit dem o. g. Meilenstein um 12 % bis 28 % pro Hektar und Jahr im Vergleich zu den Durchschnittswerten in Jensen et al. (2010) senken. Darin zeigt sich, dass in Schleswig-Holstein schon heute vergleichsweise viele Flächen feucht bis nass bewirtschaftet werden. Aus Klimaschutzsicht ist es deshalb sinnvoll, 2030 schon mehr als 15 % der Fläche nass zu nutzen.

Brandenburg

In Brandenburg werden gegenwärtig etwa 186.000 ha organische Böden landwirtschaftlich genutzt, davon etwa 147.000 ha als Grünland. Für eine feuchte bis nasse Bewirtschaftung sind potentiell 184.500 ha (Klassen 1 und 2-3) geeignet. Das bedeutet für 2030 156.500 ha mit Wasserständen nicht tiefer als 30 cm unter Flur und min. 28.000 ha mit flurnahen Wasserständen. Ein mögliches Szenario zeigt Tabelle 40.

Tab. 40: Mögliches Szenario für Brandenburg im Jahr 2030. „Bisherige Ackernutzung“ gibt die maximal mögliche Fläche von Anbaukulturen unter Berücksichtigung des Grünlandumbruchverbots an.

Verfahren	Wasserstufe 3+, 4+ in ha	Wasserstufe 5+, 6+ in ha
Feuchtwiesen und Feuchtweiden mit Rindern, Gänsen, Schafen	146.000	
Rotwild und Pferde	3.000	
Wasserbüffel	3.000	
Rohrglanzgraswiesen	3.000	
Großseggenwiesen		15.000
Schilf		10.000
Rohrkolben		3.000
Weide (<i>Salix spec.</i>)	500	
Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)	1.000	
Summe	156.500	28.000
Vergleich: bisherige Ackernutzung		38.000

Feuchtwiesen und -weiden bieten die einfachste Möglichkeit der Umstellung, weshalb ihnen die größten Flächenpotentiale angedacht werden. Dabei kann ein Bedarf an hochwertigem Fleisch von Wasserbüffeln und Wild für den Berliner Markt unterstützend wirken. Diese feuchten bis sehr feuchten Bewirtschaftungsverfahren sind jedoch nur ein Zwischenschritt, da sie langfristig nicht torferhaltend sind. Es ist allerdings unklar, inwiefern in Brandenburg die Wasserverfügbarkeit für höhere Wasserstände ausreichend ist. Unter den voraussichtlich torferhaltenden Verfahren werden Chancen für Rohrkolben zur industriellen Nutzung und seggendominierte Nasswiesen zur energetischen Nutzung gesehen.

Die Standortemissionen lassen sich mit dem o. g. Meilenstein um 53 % bis 61 % pro Hektar und Jahr im Vergleich zu den Durchschnittswerten in Landgraf (2010) senken.

Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg werden gegenwärtig etwa 31.000 ha organische Böden landwirtschaftlich genutzt, davon 25.000 ha als Grünland. Für eine feuchte bis nasse

²⁰ www.bundeswaldinventur.de

Bewirtschaftung stehen potentiell 29.500 ha (Klassen 1, 2 und 3) zur Verfügung. Das bedeutet für 2030 25.000 ha mit Wasserständen nicht tiefer als 30 cm unter Flur und min. 4.500 ha mit flurnahen Wasserständen. Für ein mögliches Szenario siehe Tabelle 41.

Tab. 41: Mögliches Szenario für Baden-Württemberg im Jahr 2030. „Bisherige Ackernutzung“ gibt die maximal mögliche Fläche von Anbaukulturen unter Berücksichtigung des Grünlandumbruchverbots an.

Verfahren	Wasserstufe 3+, 4+ in ha	Wasserstufe 5+, 6+ in ha
Feuchtwiesen und Feuchtweiden mit Rindern, Gänsen, Schafen	22.000	
Rotwild und Pferde	500	
Wasserbüffel	1.500	
Rohrglanzgraswiesen	500	
Großseggenwiesen		2.000
Schilf		2.000
Rohrkolben		500
Weide (<i>Salix spec.</i>)	0	
Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)	500	
Summe	25.000	4.500
Vergleich: bisherige Ackernutzung		6.000

Für das Beispielszenario wurde berücksichtigt, dass die Moore in Baden-Württemberg häufig nur kleinflächig sind und verstreut liegen. Um weite Transportwege von Maschinen zur Bewirtschaftung und von Erntegut zu vermeiden, sind kurzfristig vor allem feuchte und sehr feuchte Wiesen und Weiden erfolgversprechend (s. Tab. 41). Die Bewirtschaftung feuchter Flächen als Streuwiesen hat Tradition. Auch Wasserbüffel werden bereits erfolgreich vor Ort genutzt. Es ist außerdem denkbar, dass langfristig auch verschiedene andere Kulturen als Rohstofflieferant der regional starken Industrie in den Fokus rücken. Der Fokus sollte dabei auf torferhaltenden Kulturen liegen.

Die Standortemissionen lassen sich mit dem o. g. Meilenstein um 60 % bis 68 % pro Hektar und Jahr im Vergleich zu den Durchschnittswerten in Streck et al. (2017) senken.

4.7.4 Fazit

In SH wird im Vergleich zu BB und BW bereits heute viel landwirtschaftliche Fläche feucht genutzt, weshalb die Emissionseinsparungen im Vergleich der Meilensteine 2030 nicht so hoch ausfallen. Durch eine Umstellung auf nasse Bewirtschaftung lassen sich allerdings weitere CO₂-Emissionen einsparen.

Das Ziel ist es, bis 2050 die durch Moorentwässerung entstehenden CO₂-Emissionen auf null zu senken. Die vorgestellten Meilensteine zeigen eine Möglichkeit für 2030, wie dieses Ziel erreicht werden kann. Der genaue Emissionsminderungspfad der Bundesländer kann unterschiedlich verlaufen, beinhaltet jedoch für alle nicht nassen Flächen eine klare Erhöhung der Wasserstände, langfristig auf ein flurnahes Niveau. Feuchte und sehr feuchte Flächen können ein wichtiger erster Schritt zur nassen Nutzung sein. Deutliche Schritte auf dem Emissionsminderungspfad inkl. dem Ende von herkömmlicher Ackernutzung auf Moor müssen bis spätestens 2030 geschehen, um das Pariser Klimaschutzabkommen einzuhalten.

5 Biodiversität

Felix Närmann & Franziska Tanneberger

unter Mitarbeit von Jochen Bellebaum

5.1 Niedermoortypische Biodiversität und methodisches Vorgehen

Moore sind komplexe Lebensräume, die sich vor allem durch wassergesättigte, sowie saure bis kalkreiche und sehr nährstoffarme bis nährstoffreiche Lebensbedingungen auszeichnen (Succow & Joosten 2001, Rydin et al. 2013, Joosten et al. 2017b). Obwohl Moore im Vergleich zu trockeneren Lebensräumen oft von einer deutlich geringeren Anzahl von Arten besiedelt werden, zeichnen sich diese Arten jedoch durch eine starke Spezialisierung aus und besitzen einen hohen Charakterwert (Tanneberger 2011, Minayeva et al. 2016). Im Gegensatz zu den ausschließlich regenwassergespeisten Hochmooren werden Niedermoore größtenteils aus Grundwasser bzw. Still- und Fließgewässern gespeist (Joosten et al. 2017a). In Niedermooren können sich je nach Moortyp eine Vielzahl verschiedener Lebensräume ausbilden, die das oligo- bis mesotrophe ebenso wie das eutrophe Spektrum umfassen und deren pH-Werte von sauer bis alkalisch reichen (Succow 2001b). Niedermoore sind somit oft deutlich basen- und nährstoffreicher als Hochmoore.

Je nach Moortyp dominieren in Mitteleuropa Klein- oder Großseggenriede sowie Röhrichte die Vegetation naturnaher Niedermoore. Auch Sträucher und Bäume können vegetationsprägend sein (Tab. 42). Das Auftreten der Pflanzenarten in bestimmten Vegetationsformen der Niedermoore Nordost-Deutschlands wurde umfassend in Succow & Joosten (2001) behandelt.

Tab. 42: Ökologische Moortypen und ihre kennzeichnende Vegetation (verändert nach Succow 2001b).

Kennzeichnung	Sauer-Armmoor	Basen-Zwischenmoor	Kalk-Zwischenmoor	Reichmoor
Moorsubstrat:				
C/N	20-33	20-33	20-33	< 20
pH (KCl)	≤ 4,8	4,8-6,4	6,4-8,5	3,2-7,5
Torfbildende Offenvegetation	Torfmoos-Seggenriede	Braunmoos-Seggenriede	Braunmoos-Kopfriedriede	Röhrichte, Großseggenriede, Erlenbrüche
Naturnahe Strauchvegetation	Torfmoos-Wollgras-Ohrweiden-Gebüsch, Torfmoos-Sumpffarn-Ohrenweiden-Gebüsch	Strauchbirken-Kriechweiden-Gebüsch, Seggen-Lorbeerweiden-Gebüsch, Baldrian-Lorbeerweiden-Gebüsch	Strauchbirken-Kriechweiden-Gebüsch, Seggen-Lorbeerweiden-Gebüsch, Baldrian-Lorbeerweiden-Gebüsch	Sumpffarn-Grauweiden-Gebüsch, Erlen-Grauweiden-Gebüsch
Waldvegetation: naturnahe Standorte	Schnabelseggen-Moorbirken-Wald, Torfmoos-Moorbirken-Erlen-Wald	Lorbeerweiden-Moorbirken-Wald, Baldrian-Moorbirken-Wald	Lorbeerweiden-Moorbirken-Wald, Baldrian-Moorbirken-Wald	Schwertlilien-Erlen-Wald, Walzensen-Erlen-Wald, Schaumkraut-Erlen-Wald

Während zahlreiche niedermoortypische Pflanzenarten auch außerhalb von Mooren zu finden sind (z. B. Schilf *Phragmites australis*), kommen bestimmte Arten nur in Niedermooren vor (d. h. sie sind niedermoorspezifisch). Das betrifft einige Moosarten, wie zum Beispiel Filzschlafmoos (*Tomentypnum nitens*), Gedrehtes Torfmoos (*Sphagnum contortum*), Echtes Stern-Goldschlafmoos (*Campylium stellatum*) und verschiedene Drepanocladus-Arten. Beispiele für niedermoorspezifische Gefäßpflanzenarten sind Sumpf-Blutauge (*Comarum palustre*), Sumpf-Glanzkräut (*Liparis loeselii*), Zweihäusige Segge (*Carex dioica*) oder Faden-Segge (*Carex lasiocarpa*). Umfassende Artenlisten für niedermoortypische und niedermoorspezifische Gefäßpflanzen und Moose für die Bundesländer BB und BE sind im Anhang II-3 von Luthardt & Zeitz (2014) zu finden.

Niedermoore beherbergen auf Grund der vielfältigen abiotischen Lebensbedingungen und Vegetationsausstattungen (s. o.) eine ebenfalls sehr diverse Fauna. Diese reicht von der Mikro- und Mesofauna bis zum Elch (*Alces alces*) als größtem im Moor lebenden Säugetier (Bölscher 1994). Übersichten niedermoortypischer Fauna können Bölscher (1994), Görn & Fischer (2011), Luthardt (2014a) und Jermaczek et al. (2019) entnommen werden. Eine umfassende Übersicht der verschiedenen Brutvogelgemeinschaften von Niedermoorstandorten lieferte Flade (1994). Im Gegensatz zu den durch Nährstoffarmut gekennzeichneten Hochmooren lassen sich jedoch bisher für Niedermoore keine ausschließlich hier vorkommenden Tierarten abgrenzen, da Lebensräume wie Röhrichte oder Seggenriede nicht obligat an Niedermoorstandorte gebunden sind (Kratz et al. 2001) und im Hinblick auf die Arthropodenfauna teilweise noch große Wissenslücken existieren (Barndt 2014).

Der Mensch nutzt die mitteleuropäischen Moore nachweislich seit mehr als 4.000 Jahren (Succow 2001a, Zeitz 2016b). Während jedoch die frühesten Nutzungsformen der Jäger und Sammler keinen Einfluss auf Torfbildung und Ökosystemdienstleistungen hatten (Zeitz 2016b), nahm in Folge die Intensität der Nutzung und der damit verbundene Einfluss stetig zu. Die seit dem Mittelalter weitverbreitete Mahd von leicht entwässerten Niedermooren diente zur Gewinnung von Einstreu und Viehfutter (Joosten & Tanneberger 2017). Die Entstehung von artenreichen Streuwiesen auf Niedermooren ist auf diese Nutzung zurückzuführen (Middleton et al. 2006). Großflächige und später auch tiefgründige Entwässerungen von Mooren erfolgten in Mitteleuropa seit dem 17. Jahrhundert vor allem für die Nutzung als Acker- und Grünland (Couwenberg & Joosten 2001, Joosten & Tanneberger 2017). Die Nutzung als Acker- bzw. Intensivgrasland durch Umbruch und Düngung führte zum Rückgang und Erlöschen von ehemals typischer Moor-Biodiversität (Succow 2001a, Minayeva et al. 2016). So wurde für das Peenetal (MV) im Zuge von Entwässerung und Intensivnutzung (Fischer 2004) eine Veränderung der Avifauna von spezialisierten Charakterarten hin zu Generalisten festgestellt (Herold 2012). Auch für andere Taxa wurde diese Entwicklung im Zusammenhang mit Entwässerung und Intensivnutzung beobachtet (Bölscher 1994). Viele der ehemals häufigen niedermoortypischen Arten sind heute auf den Roten Listen zu finden (z. B. Grünberg et al. 2015). In diesem Zusammenhang stellt der Seggenrohrsänger (*Acrocephalus paludicola*) ein drastisches Beispiel dar. Der einst in offenen Niedermooren in Zentral- und Westeuropa weitverbreitete „Spatz der Niedermoore“ ist heute eine von drei Singvogelarten des europäischen Kontinents, die global gefährdet sind (Tanneberger 2018). Einige Arten der naturnahen Niedermoore haben sich auf durchgängig extensiv genutzte Feuchtwiesen und -weiden als Sekundärlebensräume zurückgezogen und überdauern dort. Diese Lebensräume beherbergen somit ein Refugium von Arten für die Wiederbesiedlung von wiedervernässten Moorstandorten, die je nach räumlichem Verbund, Trophiegrad und Bewirtschaftung erfolgen

kann.

Box 11: Workshop „Biodiversitätsfördernde Maßnahmen bei der Bewirtschaftung von nassen Niedermoorböden“

Im Rahmen des Projektes wurde ein Workshop mit 22 Expertinnen und Experten für diverse Organismengruppen und Regionen Deutschlands durchgeführt. Dieser fand am 26. und 27.03.2019 in Berlin statt. In Gruppenarbeiten wurden die Auswirkungen von Wiedervernässung mit anschließender Nutzung als Nasswiese oder Nassweide, sowie für Schilf- oder Rohrkolbenanbau auf Vegetation, Avifauna, Wirbellose, Amphibien, Reptilien und Weichtiere diskutiert. Darauf aufbauend wurden Vorschläge für biodiversitätsfördernde Maßnahmen abgeleitet und hieraus resultierende Synergien und Konflikte zwischen den Artengruppen beschrieben.

Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Dr. Jochen Bellebaum	Institut für angewandte Ökosystemforschung
Oliver Brauner	Freiberuflicher Gutachter
Dr. Bettina Burkart-Aicher	Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege
Dr. Olaf von Drachenfels	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Dr. Martin Flade	Landesamt für Umwelt Brandenburg
Dr. Jörg Gelbrecht	NABU Brandenburg
Stefanie Heinze	Bundesamt für Naturschutz
Dr. Ulf Hauke	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Dr. Hartmut Kretschmer	Landesamt für Umwelt Brandenburg
Udo List	Landesamt für Umwelt Brandenburg
Thomas Lüdicke	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Dr. Rüdiger Mauersberger	Förderverein Feldberg-Uckermärkische Seenlandschaft
Dr. Rainer Oppermann	Institut für Agrarökologie und Biodiversität
Siegfried Petrick	Landesamt für Umwelt Brandenburg
Prof. Dr. Markus Röhl	Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
Christoph Rückriem	Biologische Station Zwillbrock e.V.
Bernd-Ulrich Rudolph	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Prof. Dr. Joachim Schrautzer	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Juliane Trinogga	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
Dr. Karin Ullrich	Bundesamt für Naturschutz
Kees Vegelin	Freiberuflicher Gutachter
Dr. Wendelin Wichtmann	Michael-Succow-Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum

Alle in diesem Projekt betrachteten Bewirtschaftungsverfahren (s. Kap. 2) sind mit einer Anhebung der Wasserstände im Vergleich zur derzeitigen konventionellen Niedermoorbewirtschaftung sowie einer regelmäßigen Ernte bzw. Abschöpfung der Aufwüchse durch Beweidung verbunden. Beides hat zweifelsohne Auswirkungen auf die vorkommenden Lebensgemeinschaften. In Mitteleuropa wurden bislang jedoch kaum Flächen

wiedervernässt und anschließend in eine nasse Bewirtschaftung unter kommerziellen Bedingungen überführt. Die Darstellung der Effekte auf die Biodiversität muss daher getrennt in Effekte von Wiedervernässung²¹ und Effekte von Bewirtschaftung (Mahd oder Beweidung) erfolgen. Dafür wurden publizierte Studien, aber auch unveröffentlichte Gutachten und Berichte ausgewertet. Es wurde, wann immer möglich, auf Untersuchungen von Niedermooren zurückgegriffen, aber auch Erkenntnisse von mineralischen Standorten einbezogen. Insgesamt wurden 177 Studien, Berichte und Gutachten ausgewertet. Zusätzlich wurden auch die Ergebnisse eines im Rahmen des Projektes durchgeführten Workshops (s. Box 11) berücksichtigt. Für die Darstellung der Bewirtschaftungseffekte wurden hauptsächlich Erkenntnisse aus der Landschaftspflege herangezogen. Hierbei muss beachtet werden, dass in den vorliegenden Studien zumeist gepflegte (i. d. R. gemähte) Feucht- bzw. Nassflächen mit einer jeweiligen ungepflegten (i. d. R. ungemähten) feuchten bzw. nassen Kontrolle verglichen wurden und nicht mit einer zuvor entwässerten, intensiv genutzten Fläche.

5.2 Effekte von Wiedervernässung

Wasser ist das zentrale Element von Mooren. Herkunft, Menge und Qualität bestimmen die Vegetationsausprägung und damit auch die assoziierte Fauna (McBride et al. 2011). Entwässerung hingegen ist stets mit Degradierung bis hin zur Zerstörung des Ökosystems Moor und seiner Biozönoson verbunden (s. Kap. 5.1). Wiedervernässung eines degradierten Zustands mit den veränderten Böden, Nährstoffverhältnissen, Wasserhaushaltsgegebenheiten und eingeschränkt refugial noch vorhandenem Artenspektrum bedeutet nicht die Wiederherstellung einstiger Zustände, sondern die Entwicklung neuer Qualitäten in Abhängigkeit der konkreten standörtlichen Gegebenheiten. Diese sind nur bedingt anhand der Erkenntnisse von schon wiedervernässten Flächen vorhersagbar.

5.2.1 Vegetation

Der Wasserstand ist ein Schlüsselfaktor, der über die Vegetationszusammensetzung in Niedermooren bestimmt (Wheeler & Shaw 1995, Jabłońska et al. 2011). Während die Vegetation entwässerter Niedermoore von kurzzeitig erhöhten Wasserständen weitgehend unbeeinflusst bleibt, führt eine dauerhafte Wiedervernässung zu einer unter Umständen drastischen Änderung der Vegetation (Hellberg 1995). Die an trockene(re) Bedingungen angepassten Arten fallen aus und werden durch hygrophile ersetzt (z. B. Richert et al. 2000, Gierk & Kalbe 2001). Diese sind in sehr vielen Fällen für eine Bewirtschaftung als Nasswiese oder -weide geeignet.

Nach Wiedervernässung stellen sich in Niedermooren in Mitteleuropa zumeist eutrophe bis polytrophe Nährstoffverhältnisse ein. Vor allem in zuvor intensiv agrarisch genutzten Niedermoorflächen können die in den vererdeten bis vermulmten Torfschichten akkumulierten Phosphorvorräte teilweise freigesetzt werden (Zak et al. 2010).

Bei Überstau werden die entstehenden offenen und teilweise schlammigen Wasserflächen oftmals zunächst von Rohrkolben (*Typha angustifolia* und *T. latifolia*) besiedelt (Richert et al. 2000, Timmermann et al. 2006). Mit fortschreitender Sukzession entwickeln sich Röhrichte und Riede, in denen oftmals Schilf und Seggen als Hauptbestandsbildner auftreten. Zwölf

²¹ In der betrachteten Literatur wurde unter Wiedervernässung nicht immer die vollständige Anhebung der Wasserstände auf Flurniveau verstanden.

Jahre nach Wiedervernässung eines Rohrglanzgras-Grünlandes im Polder Jargelin in MV nahmen Schilf rund ein Drittel, Breitblättriger Rohrkolben 17 % und Großseggenriede (*Carex acutiformis* und *C. riparia*) 5 % der vernässten Fläche ein (Zerbe et al. 2013). Eine ähnliche Entwicklung wurde auch nach der Wiedervernässung von Grünland im Anklamer Stadtbruch (MV) beobachtet (Abb. 32).

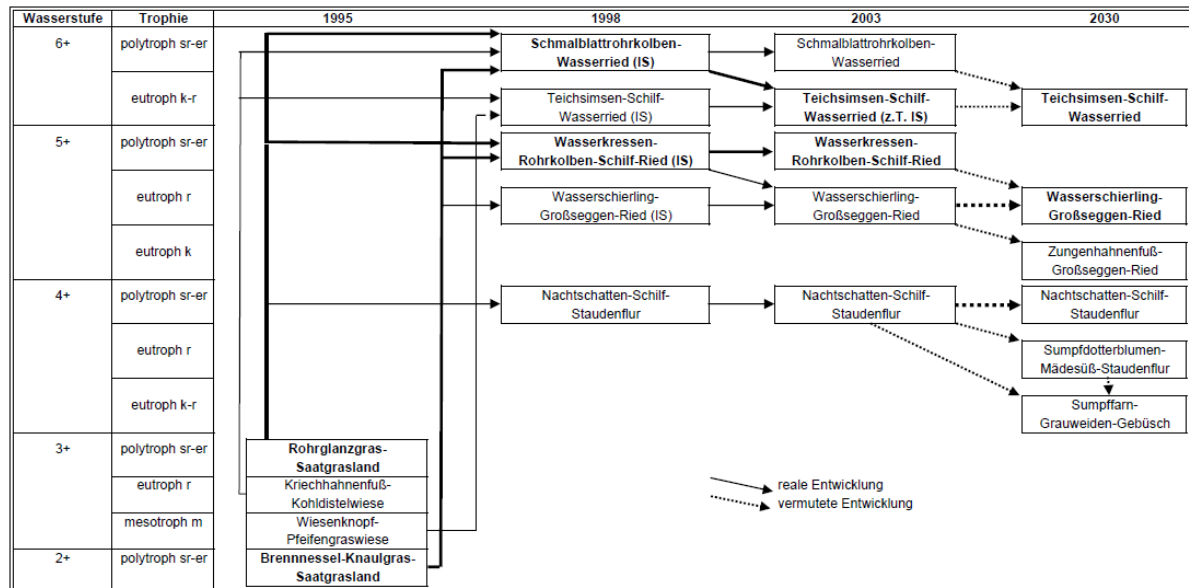


Abb. 32: Vegetationsentwicklung auf wiedervernässtem Grünland im Anklamer Stadtbruch (MV) (verändert nach Schulz 2005).

Im Gegensatz zum Überstau führt eine kontrollierte, schrittweise Anhebung der Wasserstände nicht zum kompletten Zusammenbruch der Ausgangsvegetation, da der Vegetationsumbau sukzessive abläuft (Rosenthal & Hölzel 2009). So konnte im schrittweise wiedervernässten Polder Randow-Rustow (MV) innerhalb von acht Jahren eine niedermoortypische Vegetation etabliert werden. Das ehemals wechselfeuchte artenarme Intensivgrünland wurde von halb-nassen und nassen Rieden (39 %), Wasserrieden (23 %), feucht-nassen Wiesen (20 %), Staudenfluren (9 %) und Grauweidengebüschen (9 %) abgelöst. Darüber hinaus wurde hier ebenfalls eine Entwicklung zu weniger nährstoffreichen Bedingungen festgestellt (Vegelin et al. 2009).

Entscheidend für die Vegetationsentwicklung nach Wiedervernässung ist das Vorhandensein keimungsfähiger Diasporen. Oftmals konnten hygrophile Arten entlang von Entwässerungsgräben überdauern und besiedeln von dort aus die wiedervernässten Flächen (z. B. Steffenhagen et al. 2010, Herold 2012). Ist dieses Reservoir nicht gegeben, muss die Wiederbesiedlung durch Samentransport aus der näheren Umgebung oder aus der im Boden befindlichen Samenbank erfolgen (Bakker et al. 1996). Dabei ist der Beitrag der Bodensamenbank zu einer erfolgreichen Etablierung von Zielarten abhängig von Intensität und Dauer der Vornutzung der Fläche. Intensive Grünlandnutzung mit häufiger Bodenstörung reduziert die Lebensdauer vieler Samen, wohingegen Sauerstoffmangel, Lichtarmut und geringe Temperaturschwankungen das Überdauern der Samen fördern (Rosenthal & Hölzel 2009).

Je nach Ausgangszustand der Vegetation vor Wiedervernässung kann es zu einem Rückgang oder einer Zunahme der absoluten Artenzahlen kommen. Bei einem vor Wiedervernässung

trockenen Niedermoor sind es Arten der Trockenlebensräume, die ausscheiden, während charakteristische Arten der Niedermoore und Feuchtlebensräume neu hinzukommen (Vegelin 2010) (s. hierzu aber auch Box 12). So wurde nach Wiedervernässung verschiedener stark degradierter Moore in der Uckermark (BB) ein Anstieg der Gesamtartenzahl beobachtet (Schulz 2008, Birr & Strüber 2016). Wird ein feuchtes Niedermoor vernässt, können Arten der Feuchtwiesenvegetation aufgrund von Auteutrophierungsprozessen und Überstauung verdrängt werden (Luthardt 2014b). Es gibt aber auch Beispiele, bei denen ein noch recht gut erhaltenes Niedermoor durch weitere Vernässung zusätzliche, seltene Arten aufgewiesen hat (s. u.).

Neben charakteristischen Niedermoorarten (s. o.) fördert die Wiedervernässung von tiefentwässerten, intensiv genutzten Niedermooren auch seltene und bestandsbedrohte und damit wertgebende Niedermoorarten. Fünfzehn Jahre nach Wiedervernässung der Lehtseeniederung (BB) konnten auf dem zuvor als Saatgrasland genutzten Flächen die Neuansiedlung von Arten wie Stumpfblütige Binse (*Juncus subnodulosus*; RL D²²: 3), Rasensegge (*Carex cespitosa*; RL D: 3) und Binsen-Schneide (*Cladium mariscus*; RL D: 3+) festgestellt werden (Birr & Strüber 2016). Auch Vegelin et al. (2009) konnten nach Wiedervernässung in dauerhaft überstauten Bereichen eine Zunahme von z. B. Froschbiss (*Hydrocharis morsus-ranae*; RL D: 3) sowie die Neuansiedlung von Arten wie Gewöhnlicher Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*; RL D: 3) und Berchtolds Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton berchtoldii*; RL MV²³: 3) feststellen. Auf nicht dauerhaft überstauten Flächen breiteten sich v. a. bedrohte Seggen-Arten wie Rasen-Segge (*Carex cespitosa*; RL D: 3), Faden-Segge (RL D: 3) oder Schnabel-Segge (*Carex rostrata*; RL MV: 3) aus; neu etabliert hat sich z. B. Großer Klappertopf (*Rhinanthus serotinus*; RL D: 3). Auch die Anhebung der Wasserstände in feuchten Niedermooren kann wertgebende Niedermoorarten fördern. Nach Anhebung des Wasserstandes in einem Braunmoosmoor im Naturpark Uckermärkische Seen (BB) konnte eine Zunahme von Arten wie Sumpf-Glanzkraut (RL D: 2), Sumpf-Läusekraut (*Pedicularis palustris*; RL D: 2), Armblütige Sumpfbins (*Eleocharis quinqueflora*; RL D: 2) und Draht-Segge (*Carex diandra*; RL D: 2) beobachtet werden (Mauersberger et al. 2010).

Wiedervernässung führt darüber hinaus auch zu einem Anstieg der Deckung von potentiell torfbildender Vegetation. In Flusstalmooren in MV konnte fünf bis zwölf Jahre nach der Wiedervernässung auf 25–50 % der Untersuchungsfläche potentiell torfbildende Vegetation festgestellt werden (Steffenhagen et al. 2010). Auch Vegelin et al. (2009) und Vegelin (2010) konnten im Polder Randow-Rustow bzw. im Müritz-Gebiet (MV) einen Anstieg der Deckung von potentiell torfbildender Vegetation sechseinhalb Jahre nach Wiedervernässung feststellen.

Neben der Wiedervernässung können weitere Maßnahmen wie Oberbodenabtrag oder Mahdgutübertragung die Etablierung von Zielarten im Feucht- und Nassgrünland fördern (Rosenthal & Hölzel 2009). Klimkowska et al. (2010a) konnten zeigen, dass Oberbodenabtrag in Kombination mit Mahdgutübertragung und dem Ausschluss von großen Tieren wie Wildschweinen (*Sus scrofa*) die Wiederherstellung von artenreicher Vegetation auf Niedermoor fördert. Oberbodenabtrag und Mahdgutübertragung sind jedoch sehr kostenintensive Maßnahmen (Klimkowska et al. 2010b), sodass sie oftmals nur kleinflächig

²² Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands nach BfN (2018)

²³ Rote Liste der gefährdeten höheren Pflanzen in Mecklenburg-Vorpommern nach Voigtländer & Henker (2005)

praktikabel sind (Rosenthal & Hölzel 2009).

5.2.2 Fauna

Der Einfluss von Wiedervernässung auf die **Avifauna** ist vergleichsweise gut dokumentiert. Wenn nach Wiedervernässung die Vegetationsbestände durch Überstau großflächig zusammenbrechen, wird die Avifauna zunächst durch Arten der offenen Wasserflächen dominiert. Untersuchungen zu den Brutgilden (nach Bellebaum 1996) zeigten im Polder Randow-Rustow nach Wiedervernässung einen deutlichen Anstieg der Gilde Wasser (Vegelin et al. 2009). Zu den dominierenden Arten zählen vor allem Enten (Anatidae), Möwen (Laridae) und Lappentaucher (Podicipedidae) (Gierk & Kalbe 2001). In MV konnte nach der Wiedervernässung von Flusstalmooren ebenfalls das Auftreten der drei „Sumpfseeschwalben“ (*Chlidonias spec.*) als reguläre Brutvögel nachgewiesen werden. Dabei stellten die Brutvorkommen von Weißbart- (*Chlidonias hybrida*) und Weißflügelseeschwalbe (*Chlidonias leucopterus*) die Erstnachweise dieser seltenen Arten für MV dar (Abraham & Paulig 1998, Lambert & Nehls 2006).

Die weitere Entwicklung der Avifauna wird maßgeblich durch die Sukzession der Vegetation und die dadurch entstehenden Habitatstrukturen bestimmt.

In Seggen- und Süßgras-Mischbeständen kann eine Ansiedlung von Arten mit Ansprüchen an eine weiträumige Offenheit der Umgebung erwartet werden. Hierunter fallen vor allem bodenbrütende Limikolen wie Bekassine (*Gallinago gallinago*) (s. Abb. 33), Großer Brachvogel (*Numenius arquata*), Uferschnepfe (*Limosa limosa*) (s. Abb. 33) oder Rotschenkel (*Tringa totanus*) (Bauer et al. 2012). Untersuchungen in wiedervernässten Poldern im Peenetal dokumentieren die zum Teil sehr schnelle Wiederbesiedlung durch Limikolen (Herold 2012, Sellin & Schirmeister 2012). Auch im Schwäbischen Donaumoos (BY) sowie in der Nuthe-Nieplitz-Niederung (BB) konnte nach Wiedervernässung ein starker Anstieg der Brutpaare von Bekassine und Kiebitz (*Vanellus vanellus*) festgestellt werden (Gierk & Kalbe 2001, Mäck 2015, Prösl et al. 2016). Während die Brutpaarzahlen oft wenige Jahre nach der Wiedervernässung ein Maximum erreichen und dann wieder zurückgehen (Ausden & Hirons 2002), steigern hohe Wasserstände mit offenen Wasserstellen den Bruterfolg besonders von Kiebitz und Rotschenkel (Eglington et al. 2008, Bellebaum & Bock 2009). Neben Limikolen treten auch vermehrt Enten und Singvögel auf (Beintema et al. 1995).

Bei der flächigen Ausbreitung von Schilf- und Rohrkolbenröhrichten muss hingegen mit einem anderen Artenspektrum gerechnet werden. Hier profitieren vor allem Arten der reich strukturierten Röhrichte (Flade 1994). Schilf- und Rohrkolbenbestände in wiedervernässten Poldern im Peenetal wurden bevorzugt von Rohrdommel (*Botaurus stellaris*), Kleinem Sumpfhuhn (*Porzana parva*), Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*), Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*), Rohrschwirl (*Locustella luscinioides*) und Bartmeise (*Panurus biarmicus*) (Abb. 33) besiedelt (Herold 2012). Auch von Kranichen (*Grus grus*) ist bekannt, dass bei hohem Wasserstand (+30 cm) Nester in lückigen Schilf- und Rohrkolbenbeständen angelegt werden (Prange 2016). Brutnachweise dieser Art wurden nach Wiedervernässung beispielsweise im Polder Randow-Rustow erbracht (Vegelin et al. 2009). Darüber hinaus kann auch mit der Besiedlung durch Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus*), Drosselrohrsänger (*A. arundinaceus*), Wasserralle (*Rallus aquaticus*), Tüpfelsumpfhuhn (*Porzana porzana*) und Rohrweihe (*Circus aeruginosus*) gerechnet werden (Holsten et al. 2001, Vegelin et al. 2009, pers. Mitt. M. Flade).



Abb. 33: Charakteristische Vögel der Seggen- und Süßgrasmischbestände sowie des Schilfröhrichts (von links nach rechts): Bekassine (*Gallinago gallinago*) Foto: J. Schöne-Warnefeld, Uferschnepfe (*Limosa limosa*) Foto: K. Närmann, Bartmeise (*Panurus biarmicus*) Foto: F. Närmann.

Amphibien (Amphibia) profitieren vermutlich von Wiedervernässungsmaßnahmen. Fünf Jahre nach Vernässungsmaßnahmen konnten in der Pohnsdorfer Stauung (SH) sechs Arten (Teichmolch *Lissotriton vulgaris*, Erdkröte *Bufo bufo*, Laubfrosch *Hyla arborea*, Grasfrosch *Rana temporaria*, Moorfrosch *Rana arvalis* und Wasserfrosch *Rana esculenta*) nachgewiesen werden (Holsten et al. 2001). Während der Laubfrosch die Pohnsdorfer Stauung nach Umsetzung der Maßnahmen neubesiedelte, kamen die übrigen Arten bereits vorher hier vor, konnten aber ihre Individuendichte deutlich steigern. Auch im Polder Randow-Rustow konnten im Zuge der Wiedervernässung die Ausbreitung und Neuansiedlung von sieben Arten festgestellt werden (Vegelin et al. 2009). Zusätzlich zum Artenspektrum der Pohnsdorfer Stauung kam hier auch die Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) vor. Die Zunahme von Amphibienarten nach Wiedervernässung wurde auch in Belarus festgestellt (Tanneberger 2011).

Für die **Bodenfauna** stellt Wiedervernässung einen starken Eingriff in ihr Habitat dar. Winterlicher Überstau von Grünländern in England führte zu einer starken Abnahme der Abundanz von im Boden lebenden Makro- und Meso-Wirbellosen (Ausden et al. 2001). Diese Abnahme resultierte vor allem aus dem Rückgang von Regenwürmern (Lumbricidae), sowie den Larven von Schnaken (Tipulidae) und Schnellkäfern (Elateridae). Nach Wiedervernässung ähnelt die Artenzusammensetzung der Bodenfauna der von naturnahen Mooren (Silvan et al. 2000). Naturnahe Moore stellen jedoch aufgrund der wassergesättigten Zustände einen extremen Lebensraum für die Bodenfauna dar; je höher die Wasserstände desto geringer sind die Individuendichten (Standen & Latter 1977, Markkula 1986).

Laufkäfer (Carabidae) reagieren innerhalb kurzer Zeit nach Wiedervernässung mit einem

Arten-Turnover. Die wenigen im Wirtschaftsgrünland dominanten, eurytopen²⁴ Arten werden im Zuge von Wiedervernässung zunächst deutlich reduziert und fallen später ganz aus (Fuellhaas 1998, Lieckweg & Niedringhaus 2010). An ihre Stelle treten nun hygrophile, zumeist hochmobile Arten, die an schlammige, vegetationsfreie Flächen gebunden sind (Kratz et al. 2001). Auch Görn & Fischer (2015) konnten im Vergleich von wiedervernässten Flächen mit Intensivgrasland den Austausch von Generalisten durch Feuchtgebietsspezialisten sowie einen Anstieg des Artenreichtums auf den wiedervernässten Flächen feststellen. Die Gesamtindividuendichte nimmt nach Wiedervernässung ab (Fuellhaas 1998), während wiedervernässte Flächen im Peenetal höhere Individuendichten gefährdeter Arten im Vergleich zum Intensivgrünland beherbergten (Görn & Fischer 2015). Ähnlich wie bei der Vegetation (s. o.) spielen auch bei den Laufkäfern Refugialräume wie feuchte Senken oder Gräben bei der Wiederbesiedlung eine wichtige Rolle. Stenotope²⁵ Arten können hier überdauern und nach Wiedervernässung in die Flächen einwandern (Fuellhaas 2000).

Auch bei **Kurzflüglern** (Staphylinidae) konnte im Zuge von Wiedervernässung ein Austausch von Generalisten durch Spezialisten beobachtet werden. Fünfzehn Jahre nach der Wiedervernässung von Intensivgrasländern im Peenetal konnte auf diesen Flächen im Vergleich zu weiterhin entwässerten, intensiv genutzten Grünländern eine artenreiche Kurzflüglerzönose aus hygrophilen und teilweise gefährdeten Arten (z. B. *Micropeplus caelatus*) nachgewiesen werden (Hoffmann et al. 2018).

Temporärer Überstau im Winter und Frühjahr fördert hygrophile **Heuschrecken** (Orthoptera) wie die Kurzflügelige Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*) (Kratz et al. 2001). Bei dauerhaftem Überstau wurde jedoch ein Zusammenbruch der Heuschreckenpopulationen beobachtet.

Mauersberger et al. (2010) konnten acht Jahre nach Beginn von Wiedervernässungsmaßnahmen im Naturpark Uckermärkische Seen (BB) 29 **Libellenarten** (Odonata) feststellen. Mindestens 15 davon pflanzten sich im Gebiet fort. Unter diesen Arten befanden sich tyrphophile²⁶ und FFH-Arten wie Torf-Mosaikjungfer (*Aeshna juncea*), Gefleckte Smaragdlibelle (*Somatochlora flavomaculata*), Schwarze Heidelibelle (*Sympetrum danae*) und Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*). Auch im Donaumoos bei Ingolstadt (BY) wurde nach Wiedervernässung eine reiche Libellenfauna aus 43 Arten festgestellt, 22 davon waren nach der Roten Liste Bayerns bzw. Deutschlands gefährdet (Distler & Distler 2004).

Nach Wiedervernässung des Sernitzmoores (BB) konnte eine Verschiebung der Artzusammensetzung von **Weichtieren** (Mollusca) festgestellt werden (Wenzl & Höfer 2017). Bereits nach 1,5 Jahren war eine Ausbreitung von nasse- und feuchtebedürftigen Arten ausgehend von Refugialräumen in die wiedervernässten Flächen zu beobachten, darunter die FFH-Arten Bauchige Windelschnecke (*Vertigo moulinsiana*) und Schmale Windelschnecke (*V. angustior*).

²⁴ Arten, die keine enge Biotopbindung aufweisen und eine Vielzahl unterschiedlicher Habitats besiedeln können

²⁵ Arten, die eine ausgeprägte Biotopbindung aufweisen und nur in einander sehr ähnlichen Biotopen vorkommen

²⁶ Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Sauer-Armmooren und Moorheiden (Luthardt 2014a)

Box 12: Zielkonflikte im Naturschutz bei Wiedervernässung

Obwohl Wiedervernässung von tiefentwässerten Niedermooren zu einer deutlichen Erhöhung der niedermoortypischen Biodiversität führt, kann es zu Zielkonflikten innerhalb des Naturschutzes kommen. Das betrifft zum einen den Artenschutz z. B. bei besonders und streng geschützten Arten nach Anhang IV der FFH-Richtlinie und insbesondere auch Wiesenvögel nach Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie, deren geeignete Brut- und Rastgebiete gesetzlich besonders gesichert werden müssen. Zum anderen können Schutzgüter des Biotopschutzes betroffen sein. Nach EU-Recht müssen FFH-Lebensraumtypen (LRT) in gutem Zustand erhalten und, wenn nötig, dahingehend verbessert werden. Das Erreichen eines guten Erhaltungszustandes kann dabei je nach den örtlichen Bedingungen Wiedervernässung erfordern. Konflikte entstehen hingegen, wenn Trocken-LRT auf entwässertem Moor gemeldet sind. Diese werden durch das Verschlechterungsverbot geschützt, die Wasserstände dürfen dort also i. d. R. nicht auf ein natürliches Niveau gebracht werden. Allerdings ist zu bedenken, dass durch die fortgesetzte Entwässerung und weiter fortschreitende Degradierung dieser Standorte (auch bei anhaltender Pflege) eine mittelfristige Veränderung der Habitatqualität unausweichlich ist (d. h. Änderung der Vegetationszusammensetzung, relative Vernässung) und somit auf längere Sicht Ersatzlebensräume bereitgestellt werden müssen. Doch nicht nur Trocken-LRT sind betroffen: Bei Wiedervernässung kann sich auch die Florenzzusammensetzung feuchter LRT ändern oder eine natürliche Entwicklung hin zu einem anderen LRT erfolgen. Auch das ist mit dem Verschlechterungsverbot nicht vereinbar. Eine umfassende Übersicht mit Beispielen zu diesem Themenkomplex geben Vischer-Leopold et al. (2015). In der in KLIBB erarbeiteten Flächenkulisse (s. Kap. 3) werden die naturschutzfachlich wertvollen Ausprägungen trockener, frischer und feuchter Standorte durch ausschließliche Betrachtung gegenwärtig landwirtschaftlich genutzter Flächen und den Einbezug des naturschutzrechtlich relevanten Schutzstatus berücksichtigt. Dadurch wird der Konflikt zwischen nasser Nutzung und dem Erhalt naturschutzfachlich wichtiger trockener bis feuchter Standorte entschärft.

5.3 Effekte der Bewirtschaftung

In diesem Kapitel wird der Wissensstand zu den Effekten von Bewirtschaftung wie Anpflanzung, Mahd und Beweidung auf Niedermooren und in vergleichbaren Lebensräumen in Mitteleuropa dargestellt.

5.3.1 Anpflanzung

In zwei Pilotprojekten zum Rohrkolbenanbau (Pfadenhauer & Wild 2001, SIG Rohrkolben 2009) wurde die Vegetationsentwicklung in den Anpflanzungen dokumentiert. Neben Rohrkolben konnten sich in den Flächen vor allem weitere typische Röhricht-Arten ansiedeln, die an hohe Wasserstände angepasst sind. Wiesenarten, die zeitweilig ebenfalls auftraten, waren hingegen im Rückgang begriffen (s. Tab. 43). Offenbar spielt hier der Diasporenvorrat im Boden eine wichtige Rolle, da höhere Artenzahlen in Bereichen ohne Bodenabtrag und Bodenbearbeitung festgestellt wurden (Pfadenhauer & Wild 2001).

Graf (2014) konnte in einer ein Hektar großen Rohrkolbenpflanzung in der Schweiz (Wasserstand April bis Ende August 20–60 cm, anschließendes Ablassen des Wassers und Mahd mit Raupenfahrzeug im Oktober bis November) zwölf Vogelarten mit Brutverdacht feststellen (Tab. 44).

Tab. 43: Festgestellte Pflanzenarten in einer Rohrkolben-Pflanzung im Donaumoos; keine vollständige Artenliste, da einige Arten nicht sicher bestimmt werden konnten (nach Pfadenhauer & Wild 2001).

Zunahme:	Abnahme:	nicht aussagekräftig:
<i>Lemna minor</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Calliergonella cuspidata</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Glyceria plicata</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Senecio aquaticus</i>
<i>Juncus articulatus</i>	<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Polygonum persicaria</i>
<i>Carex acutiformis</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Polygonum amphib. aquaticum</i>
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Epilobium hirsutum</i>
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Drepanocladus polycarpus</i>
<i>Symphytum officinale</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>
	<i>Carex gracilis</i>	<i>Amblystegium serpens</i>
	<i>Rorippa palustris</i>	<i>Brachythecium rutabulum</i>
	<i>Elymus repens</i>	<i>Stachys palustris</i>
	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Lysimachia nummularia</i>
		<i>Carex hirta</i>
		<i>Pimpinella major</i>

Tab. 44: Nachgewiesene Vogelarten mit Brutverdacht in einer 1 ha großen Rohrkolbenpflanzung in der Schweiz (nach Graf 2014).

Deutscher Artname	Wissenschaftlicher Artname
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>
Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>
Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>
Tüpfelsumpfhuhn	<i>Porzana porzana</i>
Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>
Blässhuhn	<i>Fulica atra</i>
Feldschwirl	<i>Locustella naevia</i>
Rohrschwirl	<i>Locustella luscinioides</i>
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>
Rohrammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>

5.3.2 Mahd

Box 13: Historische Mahdnutzung von Niedermooren

Die Mahd der Vegetation von nassen Niedermooren zur Gewinnung von Viehfutter und Einstreu wird in Europa seit rund 1.500 Jahren durchgeführt (Joosten & Tanneberger 2017). Vor allem im borealen Teil Europas war diese Art der Futtergewinnung entscheidend für das Überleben der Viehbestände während der langen Winter (Segerström & Emanuelsson 2002, Moen et al. 2012). Aber auch in Zentraleuropa war die Mahd zur Gewinnung von Viehfutter und Einstreu weit verbreitet (Jensen & Schrautzer 1999, Kotowski et al. 2013). Aufgrund von technischen und sozioökonomischen Änderungen in der Landwirtschaft wurde diese traditionelle Mahd in nassen Niedermooren weitgehend eingestellt. Viele der in Deutschland daraufhin brachgefallenen Streuwiesen werden heute im Rahmen von Landschaftspflege wieder bewirtschaftet. Es bestehen Initiativen die so gewonnene Biomasse einer wirtschaftlichen Verwertung zuzuführen (Kiessling & Zehm 2014). Auch Schilf wird europaweit seit vielen Jahrhunderten für vielfältige Anwendungen geerntet (Köbbing et al. 2013, Wichmann & Köbbing 2015).

Standortfaktoren

Eine regelmäßige Mahd mit Beräumung (Abfuhr) des Mahdgutes reduziert die Streuschicht und erhöht so die Lichtverfügbarkeit in Bodennähe (Bosshard et al. 1988, Diemer et al. 2001, Berg et al. 2012). Folglich ändert sich auch das Temperaturregime (stärkere Erwärmung am Tag und höhere Ausstrahlung in der Nacht) und die Windgeschwindigkeit und Verdunstung in Bodennähe werden erhöht (Schmidt 1988). Bei der Mahd von Dachschiß und Rohrkolben als Dämmmaterial verbleiben Schilf- und Rohrkolbenblätter sowie Begleitarten aufgrund der durchgeführten mechanischen Vorreinigung mit rotierenden Bürsten (s. Kap. 2.4.1) als Streu auf der Fläche. Die Mahd führt darüber hinaus zu einer zeitweisen Homogenisierung des Habitats, da durch eine einheitliche Schnitthöhe Vertikalstrukturen vernichtet werden (McBride et al. 2011). Des Weiteren werden durch die Mahd die Nahrungsverfügbarkeit von phytophagen und nektarkonsumierenden Organismen zeitweise stark eingeschränkt und Überwinterungsrefugien (z. B. hohle Pflanzenstängel, s. u.) vernichtet (Schmidt 1988).

Vegetation

Verschiedene Untersuchungen konnten zeigen, dass die Lichtverfügbarkeit ein entscheidender Faktor für die Etablierung von Keimlingen in der Niedermoorvegetation ist (Kotowski et al. 2001, Kotowski & van Diggelen 2004) und der Keimungserfolg durch Streuauflage reduziert wird (Jensen & Gutekunst 2003). Neben der Lichtverfügbarkeit wird durch die Reduktion der Streuschicht auch die bodennahe Temperatur erhöht (s. o.), was ebenfalls den Keimungserfolg steigert (Lepš 1999). Darüber hinaus verhindert die regelmäßige Mahd mit Beräumung, dass einige wenige, hochwüchsige Arten Dominanzbestände ausbilden können (Ausden 2010). Obwohl angepasste Bewirtschaftungstechnik kontinuierlich weiterentwickelt wird (Wichmann et al. 2016), kommt es momentan bei der Mahd, vor allem bei Kurvenfahrten, oftmals noch zu Schädigungen der Grasnarbe (Schröder et al. 2015, Närmann 2018). Mälson et al. (2010) konnten einen positiven Effekt dieser Störstellen auf das Ansiedlungsvermögen von Niedermoorarten zeigen. Darüber hinaus kann durch die Mahdgeräte auch Samentransport stattfinden (Bakker et al. 1996, Strykstra et al. 1997). Kotowski et al. (2013) weisen jedoch darauf hin, dass durch den Einsatz von Kettenfahrzeugen bei der Mahd eine Einebnung der Mikrotopografie stattfindet und somit Arten der Bulte und

Schlenken reduziert werden.

Box 14: Direkte und indirekte Mahd- und Beweidungseffekte

Mahd und Beweidung wirken auf Pflanzen und Tiere sowohl direkt als auch indirekt. Unter den direkten Effekten versteht man die Verletzung oder Tötung von Individuen. Als entscheidende Faktoren der direkten Auswirkungen der Mahd gelten der Mahdtermin, die Mahdhäufigkeit, die verwendete Mahdtechnik, die Schnitthöhe, die Arbeitsgeschwindigkeit, das Befahrmuster, die Witterung und Tageszeit, sowie die eventuell der Mahd nachgeschalteten Arbeitsschritte wie Wenden und Schwaden (Humbert et al. 2009, van de Poel & Zehm 2014). So konnten beispielsweise im Feuchtgrünland höhere Amphibienverluste bei der Mahd mit Kreiselmähern im Vergleich zu Balkenmähern festgestellt werden (Claßen et al. 1996). In der Vegetation erzeugt rotierende Technik (Kreiselmäher) eine zerfaserte Schnittfläche, wodurch die Pflanzen vermutlich stärker geschädigt (z. B. Eintrittspforten für Pilzerkrankungen) und der Wiederaustrieb geringfügig verzögert werden könnte (Oppermann & Claßen 1998). Hierzu liegen bislang jedoch keine validen Studien vor (Schoof et al. 2019). Die direkten Effekte der Beweidung sind abhängig von Weidetierart, Besatzdichte und Beweidungszeitpunkt (Ausden 2010). Die Modifikation der Standortfaktoren wird als indirekter Effekt der Mahd oder Beweidung angesehen. Direkte und indirekte Effekte entscheiden über die Eignung des Standorts als Habitat für Pflanzen und Tiere.

In Feucht- und Nasswiesen werden durch die Mahd niedrigwüchsige Arten und Rosettenpflanzen, Sonnen- und Lichtpflanzen sowie frühblühende und -fruchtende Arten (z. B. Wiesen-Schaumkraut *Cardamine pratensis*) gefördert (Strobel & Hölzel 1994). Genutzte Feucht- und Nasswiesen sind daher oftmals artenreicher als ungenutzte und weisen eine höhere Anzahl niedermoorartypischer Arten auf (z. B. Bakker et al. 2002, Güsewell & Le Nédic 2004, Zahn et al. 2010, Pech et al. 2015, Kołos & Banaszuk 2018). Auch seltene und gefährdete Arten der Feucht- und Nasswiesen profitieren von der Mahd. So konnte beispielsweise durch die Wiederaufnahme der Mahd auf ehemaligen Heuwiesen in Norwegen eine Zunahme im Bestand des Schwarzen Kohlröschens (*Nigritella nigra*) erreicht werden (Moen & Øien 2002). Eine regelmäßige Mahd kann auch unerwünschten Gehölzaufwuchs effektiv zurückdrängen (Ausden 2010, McBride et al. 2011). Zur Förderung der Pflanzenartenvielfalt ist in produktiven Standorten mit hohem Biomassezuwachs ein Mahdzeitpunkt im Frühsommer vorzuziehen (Poptcheva et al. 2009, Rosenthal & Hölzel 2009, Schröder 2017). In weniger nährstoffreichen Beständen kann die Mahd auch im Winter durchgeführt werden (Güsewell & Le Nédic 2004).

In Schilfröhrichten konnte in verschiedenen Studien ein positiver Effekt von Mahd auf die Vegetation festgestellt werden. In seit mindestens 20 Jahren kommerziell bewirtschafteten Schilfröhrichten in England wurde eine höhere Pflanzenartenvielfalt festgestellt als auf seit mindestens drei Jahren brachliegenden Vergleichsflächen (Cowie et al. 1992). Auch eine Metastudie stellte einen Anstieg der Pflanzenartenvielfalt um 90 % in bewirtschafteten Süßwasser-Schilfröhrichten im Vergleich zu unbewirtschafteten Schilfröhrichten fest (Valkama et al. 2008). Dabei muss jedoch zwischen Sommer- und Wintermahd unterschieden werden. Während die Sommermahd von Schilf zu einer Schwächung und so oftmals zu einem Rückgang der Schilfdichte führt, fördert hingegen Wintermahd den Schilfbestand und führt zu dichteren Beständen (Decleer 1990, Hawke & José 1996, Huhta 2007, Valkama et al. 2008). Ob Wintermahd dennoch artenreichere Vegetationsgesellschaften im Vergleich zu ungenutzten Beständen hervorbringt, konnte nicht eindeutig geklärt werden. Poulin & Lefebvre

(2002) und Deák et al. (2015) konnten keinen Unterschied bzw. eine geringere Pflanzenartenvielfalt auf Wintermahdflächen im Vergleich zu ungenutzten Schilfröhrichten feststellen. Ausden (2010) geht hingegen von einer Erhöhung der Pflanzenartenvielfalt auf Wintermahdflächen im Vergleich zu ungenutzten Schilfröhrichten aus. Für Rohrkolbenröhrichte liegen bislang keine Untersuchungen zu den Effekten von Mahd auf die Vegetation vor.

Fauna

Die Mahd von Feucht- und Nasswiesen schafft die von bodenbrütenden **Watvögeln** benötigte kurzrasige Vegetationsstruktur. Durch die Zurückdrängung von Schilf und Auflichtung der Vegetation wurden im Peenetal die Wiederansiedlung von Kiebitz und Rotschenkel ermöglicht (Tanneberger et al. 2012, Schröder et al. 2017). Dabei korrelierte die Anzahl der Revierpaare der beiden Arten mit der Größe der im Vorjahr gemähten Fläche. Darüber hinaus zeigten auch Feldlerche (*Alauda arvensis*) und Wiesenschafstelze (*Motacilla flava flava*) im Peenetal eine Bevorzugung von Mahdflächen (Herold 2012). Auch Görn et al. (2015) stellten einen positiven Effekt von Sommermahd auf die Avifauna fest. Sommermahdflächen beherbergten im Vergleich zu unbewirtschafteten Flächen eine höhere Anzahl gefährdeter Arten.

Die Wirbellosen des Feucht-/Nassgrünlandes reagieren taxa-spezifisch auf die Mahd. Für **Weichtiere** liegen unterschiedliche Aussagen zu den Effekten von Nass-/Feuchtwiesenmahd vor. Pech et al. (2015) konnten einen negativen Effekt nachweisen. Ungemähte Teilbereiche wurden deutlich bevorzugt; Artenzahl und Abundanz waren hier höher im Vergleich zu gemähten Teilflächen, was die Autoren auf die geringere Luftfeuchtigkeit in gemähten Teilen zurückführten. Auf verschiedenen regelmäßig gemähten Nasswiesen in BB konnten hingegen teilweise hohe Individuendichten der Schmalen Windelschnecke (*Vertigo angustior*) festgestellt werden (Groh & Richling 2014). Sofern die Flächen außerhalb des Winters nicht überstaut sind, scheint die Art auch ohne Streuauflage zurechtzukommen (pers. Mitt. S. Petrick). Bei **Heuschrecken** wirkt sich die Mahd vor allem auf die Artenzusammensetzung aus. In feuchten bis nassen Bereichen des zweischurig bewirtschafteten Auengrünlands der Delme-Niederung (NI) konnten vor allem Arten mit Präferenz für niedrigwüchsige und offene Grasbestände nachgewiesen werden, während unbewirtschaftete Flächen durch Arten der hochgewachsenen Grasbestände geprägt waren (Carius et al. 2008). Einschurig gemähte Flächen konnten keine eigenständige Heuschreckenfauna ausbilden. Detzel (1985) berichtet, dass frisch gemähte Flächen von Feldheuschrecken (Acrididae) zunächst gemieden, mit der wiederaufwachsenden Vegetation jedoch wiederbesiedelt werden. Ob fehlende vertikale Habitatstrukturen, eingeschränkte Nahrungsverfügbarkeit für die phytophagen Arten oder mikroklimatische Voraussetzungen die temporäre Meidung von Mahdflächen verursachen, konnte nicht geklärt werden. Für die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) untersuchte Malkus (1997) detailliert die Auswirkungen der Mahd. Sowohl bei den Larven als auch den Imagines konnten keine verletzten oder toten Individuen nach der Mahd festgestellt werden. Jedoch wurden für beide Entwicklungsstadien nach der Mahd deutlich geringere Abundanzen beobachtet. Da die Larven nicht in unbewirtschaftete Bereiche abwandern konnten, gingen sie in dem nun deutlich heißeren Mikroklima ein. Die Imagines wanderten in angrenzende unbewirtschaftete Bereiche ab und besiedelten nach rund vierzehn Tagen die Flächen wieder. Im Feucht-/Nassgrünland konnte für **Webspinnen** (Araneae) keine Beeinträchtigung von seltenen, stenotopen Feuchtgebietsarten durch Mahd nachgewiesen werden (Cattin et al. 2003). Einzelne Familien (Sackspinnen Clubionidae und Bodenspinnen Hahniidae) waren jedoch auf Mahdflächen in geringeren Abundanzen anzutreffen. Die Autorinnen und Autoren

führen dies auf die durch die Mahd reduzierten Überwinterungshabitate sowie die geringere Streumenge und Mikrotopografie zurück. Für Arten mit gutem Ausbreitungsvermögen (z. B. „Ballooning“ bei Baldachinspinnen Linyphiidae) konnte kein Unterschied zwischen gemähten und ungemähten Feucht-/Nasswiesen gezeigt werden. Die gesamte Spinnen-Biomasse scheint jedoch auf Mahdflächen größer als auf ungemähten Flächen zu sein (Pech et al. 2015). Für **Schmetterlinge** (Lepidoptera) liegen Untersuchungen mit verschiedenen Ergebnissen hinsichtlich der Mahdeffekte vor. In einem Niedermoor in Zentral-Tschechien konnte im Vergleich von Pflegemahd- und unbewirtschafteten Flächen eine ähnliche Artenvielfalt und Abundanz festgestellt werden (Šumpich & Konvička 2012). Beides trifft sowohl bei der Betrachtung aller Arten, wie auch der ausschließlichen Betrachtung der Feucht-/Nasswiesenspezialisten zu. Im Peenetal konnte sich der Große Feuerfalter (*Lycaena dispar*) (Abb. 34) aufgrund der Ausbreitung der wichtigsten Nahrungspflanze, des Fluss-Ampfers (*Rumex hydrolapathum*), auf Pflegemahdflächen neu ansiedeln bzw. seine Vorkommen erweitern (Tanneberger et al. 2012). Görn et al. (2014) konnten zeigen, dass gemähte Feucht-/Nasswiesen im Peenetal eine artenreichere Schmetterlingsfauna aufwiesen als Feucht-/Nassbrachen.



Abb. 34: Großer Feuerfalter (*Lycaena dispar*), Foto: K. Fischer und Menetries' Laufkäfer (*Carabus menetriesi*), Foto: F. Närmann.

Die Mahd von Nass-/Feuchtwiesen scheint keinen Einfluss auf die **Kurzflügler** zu haben (Hoffmann et al. 2018). **Laufkäfer** scheinen von der Mahd im Feucht-/Nassgrünland zu profitieren. Ringel (2018) konnte auf Mahdflächen im Peenetal eine höhere Artenzahl und einen höheren Anteil feuchtigkeitsliebender Arten feststellen als in einer unbewirtschafteten Vergleichsfläche. Die FFH-Art Menetries' Laufkäfer (*Carabus menetriesi*) (Abb. 34) konnte auf der Sommermahdfläche im Vergleich zur unbewirtschafteten Vergleichsfläche und zur Schilfmahdfläche mit der höchsten Abundanz festgestellt werden. **Ameisen** (Formicidae) werden durch Mahd offenbar positiv beeinflusst. Pech et al. (2015) fanden mehr Ameisen-Nester in Mahdflächen als in den ungemähten Kontrollflächen.

Zu den Auswirkungen der Mahd von Schilfröhrichten auf die **Avifauna** liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Regelmäßig gemähte Schilfröhrichte sind häufig durch eine geringere Diversität und Abundanz der Individuen gekennzeichnet (Goc et al. 1997, Valkama et al. 2008, Vadász et al. 2008). Die Revierdichten von Bartmeise, Sumpfrohrsänger (*Acrocephalus palustris*), Teichrohrsänger und Rohrammer sind noch bis zu drei Jahre nach der Mahd deutlich geringer als in unbewirtschafteten Schilfröhrichten (Kube & Probst 1999). Auch für

Schilfrohrsänger, Rohrschwirl und Mariskenhrohrsänger (*Acrocephalus melanopogon*), Graugans (*Anser anser*), Purpurreiher (*Ardea purpurea*) und Wasserralle konnte dieser Effekt nachgewiesen werden (Kristiansen 1998, Graveland 1999, Barbraud & Mathevet 2000, Barbraud et al. 2002, Vadász et al. 2008, Antoniazza et al. 2018). Während Gilbert et al. (2005) in Großbritannien Nester der Rohrdommel nur in drei bis zehn Jahre alten Schilfröhrichten nachweisen konnten, scheint die Art in Italien und Frankreich im Vorjahr gemähte Flächen zu bevorzugen (Poulin et al. 2005, Puglisi et al. 2005). Die Autorinnen und Autoren führen dies auf das für das Schilfwachstum günstige mediterrane Klima zurück, sodass schon im Jahr nach der Mahd geeignete Habitate vorliegen. Für den Drosselrohrsänger konnte hingegen sowohl in Ungarn als auch in Frankreich eine Bevorzugung von Mahdflächen festgestellt werden (Poulin & Lefebvre 2002, Vadász et al. 2008). Die seit 30 Jahren jährlich stattfindende kommerzielle Winter-Schilfmahd in Rozwarowo, Nordwest-Polen erhält geeignete Bruthabitate für den Seggenrohrsänger (Tanneberger et al. 2009). Darüber hinaus brüten hier unter anderem Rohrdommel, Rohrweihe, Wiesenweihe (*Circus pygargus*), Bekassine, Kleines Sumpfhuhn und Tüpfelsumpfhuhn (pers. Mitt. M. Dylawski).

Wirbellose zeigen unterschiedliche, taxa-spezifische Reaktionen auf die Mahd von Schilfröhrichten. Dithogo et al. (1992) konnten einen negativen Effekt auf die Abundanz von **Zuckmücken** (Chironomidae), **Ruderwanzen** (Corixidae) und **Fransenflügler** (Thripidae) feststellen. Auch für **Weichtiere**, **Schmetterlinge** und **Hautflügler** konnte dieser Effekt beobachtet werden (Valkama et al. 2008, Abb. 35). Für **Köcherfliegen** (Trichoptera), **Wanzen** (Heteroptera), **Springschwänze** (Collembola) und **Glaskrebse** (Mysidacea) konnte kein Unterschied zwischen gemähten und ungemähten Schilfröhrichten festgestellt werden (Valkama et al. 2008). Darüber hinaus konnten keine Unterschiede zwischen verschiedenen bewirtschafteten und unbewirtschafteten Schilfröhrichten auf die Familie der **Kurzflügler** nachgewiesen werden (Hoffmann et al. 2016). Umweltparameter wie Wasserstand oder Mineralisierung des Oberbodens scheinen hier einen stärker strukturierenden Einfluss auf die Arten zu haben als die Bewirtschaftung.

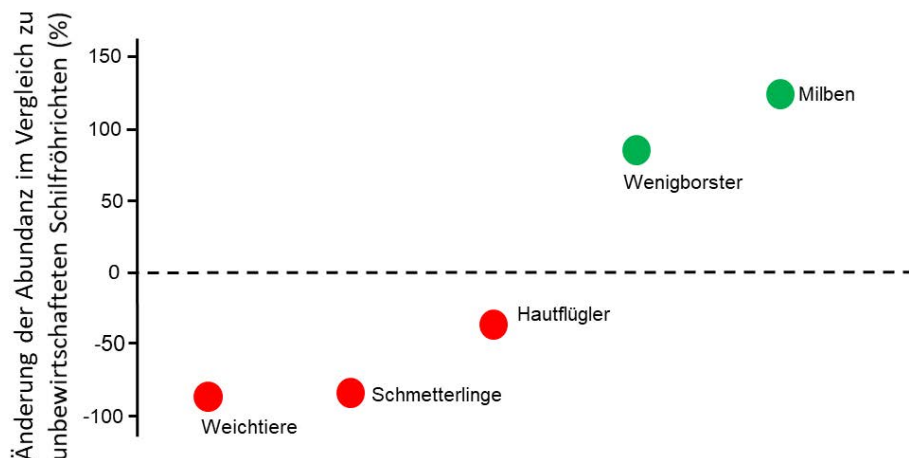


Abb. 35: Zu- bzw. Abnahme (in Prozent) der Abundanz ausgewählter Wirbellosen-Taxa auf Schilfmahdflächen im Vergleich zu unbewirtschafteten Schilfröhrichten (verändert nach Valkama et al. 2008).

Die Auswirkungen auf **Spinnen** unterscheiden sich je nach betrachteter Familie. Während Familien, die hauptsächlich in der Krautschicht leben (z. B. Gnaphosidae, Clubionidae, Araneidae und Salticidae), geringere Abundanzen in gemähten Röhrrieten aufweisen, werden epigäisch lebende Familien (z. B. Lycosidae) auf Mahdflächen häufiger angetroffen als in unbewirtschafteten Brachen (Schmidt et al. 2005, Valkama et al. 2008). Decleer (1990) konnte für Spinnen zwar keine Unterschiede in Bezug auf Artenvielfalt und Abundanz zwischen gemähten und ungemähten Schilfröhrrieten feststellen. Die Mahd führte jedoch zu einem Rückgang seltener Feuchtgebietsspezialisten, während Generalisten zunahm. Dieser Effekt war bei Sommermahd stärker ausgeprägt als bei Wintermahd. Neben den Spinnen liegen auch für **Käfer** unterschiedliche Aussagen zu Mahdeffekten vor. Während Valkama et al. (2008) und Schmidt et al. (2005) einen negativen Einfluss von Schilfmahd feststellten, konnten Poulin & Lefebvre (2002) höhere Abundanzen auf Mahdflächen feststellen. Für Laufkäfer haben sich Schilfmahdflächen als vorteilhaft erwiesen (Görn et al. 2014). Menetries' Laufkäfer konnte im Peenetal in geringer, aber konstanter Dichte auf Wintermahdflächen im Schilfröhrriet festgestellt werden (Ringel 2018); die in der Literatur erwähnte „Mahdempfindlichkeit“ scheint eher eine „Entwässerungsempfindlichkeit“ zu sein. Auch zu **Asseln** (Isopoda) liegen unterschiedliche Aussagen vor. Während Schmidt et al. (2005) geringe Dichten auf Mahdflächen festgestellt haben, konnten Valkama et al. (2008) höhere Dichten im Vergleich zu unbewirtschafteten Flächen nachweisen. Von der Schilfmahd profitieren vor allem phytophage Arthropoden, die in im Winter gemähten Schilfbeständen im darauffolgenden Jahr eine höhere Dichte frischer Schilftriebe vorfinden. So wurden auf Wintermahdflächen deutlich höhere Abundanzen von **Zikaden** (Auchenorrhyncha) und **Blattläusen** (Aphidina) im Vergleich zu unbewirtschafteten Schilfröhrrieten nachgewiesen (Schmidt et al. 2005). Darüber hinaus fördert die Schilfmahd auch **Zweiflügler** (Diptera) (Poulin & Lefebvre 2002), **Wenigborster** (Oligochaeta), **Milben** (Acari) (Valkama et al. 2008, Abb. 35) und **Wasserkäfer** (Hydrophilidae) (Ditlhogo et al. 1992).

Eine Vielzahl von Wirbellosen überdauert den Winter als Fortpflanzungsstadium oder Imago in den Schilfhalmern (Frömel 1980, Konrad 2010). Die Wintermahd von Schilf führt zu einem Export dieser Individuen von der Fläche. Der von Valkama et al. (2008) festgestellte Rückgang der gesamten Wirbellosen-Biomasse um 20 % im Zuge von Schilfmahd wird von den Autorinnen und Autoren auf diesen Export-Effekt zurückgeführt.

Die Anlage und Bewirtschaftung von Schilfröhrrieten würde die momentan zur Rohrwerbung in Deutschland genutzten natürlichen Schilfbestände entlasten, sodass dort ausschließlich Naturschutzziele verfolgt werden könnten (Wichmann & Köbbing 2015).

Zu den Auswirkungen der Mahd von Rohrkolbenröhrrieten auf die **Avifauna** liegen bislang keine Untersuchungen vor. Aufgrund des ähnlichen Artenspektrums der Avifauna muss aber von ähnlichen Effekten wie bei der Schilfmahd (s. o.) ausgegangen werden. Auch zu Auswirkungen der Mahd von Rohrkolbenröhrrieten auf Wirbellose ist bis auf eine Untersuchung bislang nichts bekannt. Die experimentelle Handmahd mit anschließender Beräumung eines Rohrkolbenbestandes in Ungarn führte zu einer höheren Abundanz von **Schwimmkäfern** (Dytiscidae) im Vergleich zur ungemähten Kontrolle (Molnár et al. 2011). Die Autoren führen dies vor allem auf die höheren Wassertemperaturen in Folge der Mahd zurück. Die Artenvielfalt unterschied sich jedoch nicht zwischen gemähten und ungemähten Flächen.

5.3.3 Beweidung

Standortfaktoren

Ähnlich wie bei der Mahd wird durch die Beweidung die Vegetation aufgelichtet, die Streuschicht reduziert und die Dominanz konkurrenzstarker Pflanzen gebrochen (s. o.). Durch den Vertritt der Weidetiere kommt es außerdem zur Schaffung von Störstellen (Bakker & Olf 2003). Vor allem Wasserbüffel zeigen in den Sommermonaten ein ausgeprägtes Suhilverhalten (Krawczynski et al. 2008). Zusätzlich wirkt bei der Beweidung die Samenausbreitung durch Kot und Fell der Weidetiere auf die Vegetation (Fischer et al. 1996). Im Gegensatz zu der zumindest zeitweise monotonen Vegetationsstruktur der Wiesen direkt nach der Mahd (s. o.) zeichnen sich Weiden häufig durch deutlich heterogenere Habitatstrukturen aus (Adler et al. 2001, Ausden 2010). Auf einer beweideten Feuchtbrache in Oberbayern konnten das ganze Jahr über verschiedene Vegetationshöhen festgestellt werden (Zahn et al. 2002). Auch auf Weiden einer wiedervernässten Aue in Luxemburg konnte eine höhere Strukturvielfalt im Vergleich zur unbeweideten Kontrolle nachgewiesen werden (Schaich et al. 2010). Eine weitere Besonderheit ist der Kot der Weidetiere. Dieser dient einer vielfältigen Insektenfauna, die wiederum zahlreiche ökologische Funktionen wie Bioturbation, sekundäre Samenausbreitung und Parasitenbekämpfung erfüllt (Nichols et al. 2008), als Mikrohabitat (Hanski & Cambefort 1991). Weitere Unterschiede zwischen Wiesen und Weiden hinsichtlich der Habitatausstattung sind Tabelle 45 zu entnehmen.

Tab. 45: Generalisierte Unterschiede in den Habitatstrukturen zwischen Wiesen und Weiden (nach Radlmair & Dolek 2002).

Parameter	Wiese	Extensive Standweide
Struktur	homogen	heterogen
Nährstoffverteilung	homogen	heterogen
Nutzungseingriffe	Intensität räumlich homogen, zeitlich aber variabel (hoch während der Mahd, sonst niedrig)	Intensität räumlich heterogen, zeitlich aber homogen
Sonderstrukturen	Schäden an Grasnarben	Tritts Spuren, Suhlen, Kot, Zaunpfähle

Vegetation

Feucht- und Nassweiden weisen im Vergleich zu unbeweideten Brachen häufig eine höhere Pflanzenartenvielfalt auf (z. B. Zahn et al. 2002, Zahn et al. 2003, Ausden et al. 2005, Török et al. 2014, Hobritz 2019). Dabei wirkt sich die gemeinsame Haltung verschiedener Weidetiere positiv auf die Pflanzenartenvielfalt aus (Loucougaray et al. 2004, Zahn 2014a). Zusätzlich führt Beweidung zu einer Änderung der Artenzusammensetzung. Niedrigwüchsige Rosettenpflanzen mit vegetativer Vermehrung werden gefördert, während höherwüchsige Kräuter wie auch der Blütenreichtum abnehmen (Quinger & Brudi 1995, Stammel et al. 2003, Lederbogen et al. 2004). Zahn et al. (2002) konnten auf einer beweideten Feuchtfläche in Oberbayern (BY) eine Abnahme von Großer Brennnessel (*Urtica dioica*), Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), Kohl-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum*), Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Schilf sowie Arten des Kulturgraslandes feststellen. Zugenommen haben hingegen Gräser (Wolliges Honiggras *Holcus lanatus*, Wiesen-Lieschgras *Phleum pratense*, Hain-Rispengras *Poa nemoralis*, Wiesen-Rispengras *P. pratensis*), die Blaugrüne Binse (*Juncus inflexus*) und trittunempfindliche Arten wie Weißklee (*Trifolium repens*). Die streng geschützten Arten

Schachblume (*Fritillaria meleagris*; RL D: 2), Sumpf-Glanzkrout (RL D: 2) und Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*; RL D: 3) scheinen von der Beweidung zu profitieren (Strobel & Hölzel 1994, Darinot & Morand 2001, Steidl 2002). Auch im Peenetal wurden Rote-Liste-Arten wie Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*; RL MV: 2), Sumpf-Platterbse (*Lathyrus palustris*; RL D: 3) und Gewöhnlicher Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*; RL MV: 2) auf einer seit 14 Jahren beweideten Fläche nachgewiesen (Müller & Sweers 2016b). Regelmäßig genutzte Suhlen von Wasserbüffeln sind zumeist komplett vegetationsfrei, im Umfeld der Suhlen entstehen gänzlich vegetationsfreie Bereiche nur in sehr nassem, schlammigen Gelände (Zahn & Herzog 2015). Oftmals sind diese durch lückige Kleinseggenriede mit Pionierarten gekennzeichnet (Krawczynski et al. 2008) und stellen aufgrund des hohen Offenbodenanteils sowie der idealen Licht-, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit Hotspots der Phytodiversität dar (Hobritz 2019). Im direkten Vergleich zu Feucht- und Nasswiesen scheinen Feucht- und Nassweiden eine geringere Pflanzenartenvielfalt aufzuweisen (Stammel et al. 2003, Schaich & Barthelmes 2012). Für das Auftreten von charakteristischen Feuchtgebiets- bzw. Niedermoorarten der Roten Liste konnte hingegen kein Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsvarianten festgestellt werden.

Fauna

Extensiv beweidetes Grünland stellt einen nahezu optimalen Lebensraum für viele **Wiesenvogelarten** dar, weil Viehweiden vielfach eine höhere Vielfalt und Biomasse an Invertebraten aufweisen als reine Mähwiesen. Weideflächen haben deshalb eine hohe Bedeutung als Neststandort und für die Aufzucht von Jungvögeln (z. B. Köster et al. 2001). Weidevieh zertritt jedoch auch regelmäßig Gelege und kann dadurch den Bruterfolg erheblich verringern (Beintema & Müskens 1987). Der Umfang der Gelegeverluste durch Viehtritt hängt von der Besatzdichte und der Art der Beweidung ab. Besatzdichten von mehr als 1 GVE ha⁻¹ während der Brutzeit führen zu hohen Gelegeverlusten. Mutter- bzw. Milchkühe und Mastochsen stellen eine deutlich geringere Gefahr für Gelege dar als Jungrinder oder Schafe (Beintema & Müskens 1987). Dauerhaft extensive Beweidung mit 0,5–1,0 GVE ha⁻¹ führt jedoch auf Flächen mit hoher Biomasseproduktion ebenso wie späte Nutzungstermine zu einem Konflikt mit dem Schutz von Wiesenbrüter-Lebensräumen und konkurrenzschwachen Pflanzen. Daher sollte nach der Brutzeit der Zielarten die Besatzdichte erhöht werden oder ein Reinigungsschnitt bzw. eine Mahd erfolgen (Bellebaum & Tanneberger 2017).

Durch die Offenhaltung von Blänken oder Suhlen werden die Habitate in für **Amphibien** geeignetem Zustand erhalten (Enge 2009, Zahn & Herzog 2015). Durch extensive Beweidung können Laichgewässer von Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Laubfrosch und Wechselkröte (*Bufo viridis*) langfristig erhalten werden, sofern diese regelmäßig austrocknen und sich keine Fressfeinde etablieren können (Zahn & Niedermeier 2004). Jedoch können insbesondere Laich und Larven durch direkte mechanische Schädigung wie auch durch die Trübung des Wassers in Folge des Suhlens negativ beeinflusst werden (Zahn & Herzog 2015).

Auf **Weichtiere** scheint die Beweidung von Feucht-/Nassgrünland negativ zu wirken. So wurde ein Rückgang der Gesamtabundanz der Weichtiere wie auch die der FFH-Art Bauchige Windelschnecke im Zuge der Beweidung festgestellt (Ausden et al. 2005). **Heuschrecken** scheinen von extensiver Beweidung nicht negativ beeinflusst zu werden. Während einige Studien keinen Unterschied in Artenvielfalt (Dolek & Radlmair 1997, Dolek et al. 1999, Bieringer 2008), Abundanz und Artenzusammensetzung (Demartin 2005) zwischen Weiden und Brachflächen feststellen konnten, haben verschiedene andere eine positive

Wirkung auf die Heuschreckenfauna beobachtet. So wies sowohl eine von Wasserbüffeln (Enge 2009) wie auch von Jungrindern (Dolek et al. 1999) beweidete Fläche höhere Individuendichten auf als die jeweilige unbeweidete Kontrolle. Zahn et al. (2010) konnten nach der Einführung der Beweidung durch Galloways einen Anstieg der Artenvielfalt auf einer Feuchtfläche in Oberbayern feststellen. Beweidete Flächen bieten auch Lebensraum für naturschutzfachlich wertvolle Heuschreckenarten. Im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel in Österreich konnten auf beweideten Flächen mehr Rote-Liste-Arten festgestellt werden als auf unbeweideten Kontrollen (Bieringer 2008). Auch in der Hamme-Niederung (NI) konnten auf einer Feuchtweide die Rote-Liste-Arten Säbel-Dornschrecke (*Tetrix subulata*; RL NI²⁷: 3), Sumpfschrecke (RL NI: 3) und Sumpfgashüpfer (*Pseudochorthippus montanus*; RL NI: 3) registriert werden (Siedenschnur et al. 2018). In Oberbayern konnten Wiesengrashüpfer (*Chorthippus dorsatus*; RL BY²⁸: V), und Feldgrille (*Gryllus campestris*; RL BY: V) auf einer Galloway-Weide festgestellt werden (Zahn et al. 2002). Auch in BW konnte ein positiver Effekt der Beweidung mit Angusrindern auf Sumpfschrecke (RL BW²⁹: 2) und Sumpfgashüpfer (RL BW: 3) nachgewiesen werden (Röder & Wendland 2009). Untersuchungen zum Einfluss von Beweidung auf die **Spinnenfauna** der Feucht-/Nassweiden wurden vorwiegend in BY durchgeführt. Es wurden positive Effekte auf die Gesamtartenzahl wie auch auf die Anzahl der Rote Liste-Arten festgestellt; negative Effekte wurden lediglich für die Trauerwolfsspinne (*Pardosa lugubris*) und *Centromerus sylvaticus* nachgewiesen (Zahn et al. 2002). Ähnlich wie für Heuschrecken wird offenbar auch für **Schmetterlinge** kein negativer Effekt durch die Beweidung von Feucht-/Nassweiden hervorgerufen (Radlmair & Dolek 2002). Siedenschnur et al. (2018) konnten im Hammetal auf einer Pferdeweide die Rote Liste-Art Spiegelfleck-Dickkopffalter (*Heteropterus morpheus*, RL NI³⁰: V) nachweisen, die laut den Autorinnen und Autoren von der extensiven Beweidung profitiert. Im Vergleich zwischen beweideten und gemähten Feucht-/Nassgrünländern konnte kein Unterschied in der Artenvielfalt und der Abundanz aller Arten wie auch der stenotopen Habitatspezialisten festgestellt werden (Dolek 2000). Für **Kurzflügler** kann ein positiver Effekt angenommen werden. Zahn et al. (2007) konnten auf beweideten Flächen eine höhere Artenvielfalt feststellen als auf unbeweideten. **Libellenarten** der Gattungen *Lestes* (*L. sponsa*, *L. dryas*) und *Sympetrum* (*S. vulgatum*, *S. sanguineum*) profitieren durch die Suhl- und Wühltätigkeit von Wasserbüffeln (Enge 2009). Auch für **Laufkäfer** wurde eine höhere Artenvielfalt wie auch Anzahl von Rote-Liste-Arten auf beweideten Flächen im Vergleich zur unbeweideten Kontrolle festgestellt, was die Autorinnen und Autoren auf die durch die Mahd verursachte offenere und lichtere Habitatstruktur zurückführten (Zahn et al. 2002). Ähnliche Beobachtungen wurden von Schliemann (2007) gemacht, der einen Anstieg von helio- und thermophilen Arten im Zuge der Beweidung von Küstenüberflutungsmooren registrierte.

5.3.4 Weitere Aspekte

Straßen und urbane Siedlungsräume, aber auch intensive Land- und Forstwirtschaft führen zu einer immer stärkeren Fragmentierung naturschutzfachlich wertvoller Habitate in der Landschaft. Neben dem eigentlichen Verlust von Lebensräumen stellt diese Verinselung für

²⁷ Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken nach Grein (2005)

²⁸ Rote Liste der in Bayern gefährdeten Heuschrecken nach Voith et al. (2016)

²⁹ Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Fang- und Heuschrecken nach Detzel & Wancura (1998)

³⁰ Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Großschmetterlinge nach Lobenstein (2004)

viele Pflanzen- und Tierarten zusätzlich eine Bedrohung dar (Fahrig 2003). Nasse, bewirtschaftete Niedermoorstandorte können ebenso wie unbewirtschaftete vernässte Moore eine Funktion als Trittstein im Sinne eines Feucht-Biotopverbundes (s. dazu Drobnik et al. 2013) einnehmen (Länder-AK Moorschutz & BfN 2017). Neben der Förderung niedermoortypischer Biodiversität vor Ort profitieren von nassen/wiedervernässten Mooren auch Arten anderer Regionen bzw. Ökosysteme (Minayeva et al. 2016). In der Nuthe-Nieplitz-Niederung (BB) wurde nach Wiedervernässung ein starker Anstieg von rastenden Watvögeln und mausernden Enten festgestellt (Gierk & Kalbe 2001). Rauch- und Uferschwalben wie auch Stare (*Sturnus vulgaris*) suchen im Herbst gezielt Schilfröhrichte als Massenschlafplätze auf (Bauer et al. 2012). Flach überstaute Flächen können von rastenden Kranichen während des Frühjahrs- und Herbstzuges als Schlafplatz genutzt werden. Nasse/wiedervernässte Moore dienen darüber hinaus als Nahrungshabitat für Arten anderer Ökosysteme. So wurde das Leipheimer Moos (BY) nach Wiedervernässung regelmäßig von Weißstörchen zur Nahrungssuche genutzt (Prösl et al. 2016).

5.4 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Nasse Niedermoorbewirtschaftung kann neben Klimaschutz auch einen effektiven Beitrag zum Biodiversitätsschutz leisten. Übertragbare Forschungsergebnisse liefern v. a. Untersuchungen zur Mahd oder Beweidung von nassen Grünländern (vgl. Kap. 5.3.2 und 5.3.3). In Bezug auf die Anbaukulturen können v. a. Studien zur Schilfmahd herangezogen werden. Zu Anbaukulturen mit Rohrkolben liegen lediglich zwei Studien zur Biodiversität vor (vgl. Kap. 5.3.1). Wiedervernässung führt neben einer deutlichen Senkung der Treibhausgasemissionen (s. Kap. 4) zu einer Ansiedlung niedermoortypischer Tier- und Pflanzenarten, darunter auch seltene und gefährdete Arten. Bei Überstau können jedoch auch niedermoortypische Käfer und Heuschrecken beeinträchtigt werden. Zielkonflikte zwischen Klima- und Biodiversitätsschutz können dort, wo sich auf entwässerten Moorstandorten seltene Trockenlebensräume etabliert haben, die bei Wiedervernässung beeinträchtigt würden, entstehen. Auch die weitere Vernässung artenreicher feuchter Moore kann zu einem moderaten Rückgang der Anzahl moortypischer Arten führen. Hier müssen geeignete Ersatzlebensräume entwickelt werden.

Durch die anschließende Bewirtschaftung durch Mahd oder Beweidung können Habitate neu geschaffen werden bzw. in einer geeigneten Qualität erhalten werden (Tab. 46). Von der Bewirtschaftung nasser Niedermoorstandorte profitieren vor allem thermo- und heliophile Arten sowie Offenlandarten. Darüber hinaus fördert die Bewirtschaftung Phytophagen, die sich von dem frischen Aufwuchs ernähren. In anderen Fällen muss die Bewirtschaftung (v. a. Mahd) als hemmender Eingriff in die Biozönose angesehen werden. Gehemmt werden Arten, die auf das Vorhandensein einer Streuschicht angewiesen sind. Hierzu zählen vor allem Saprophagen, denen die sich zersetzende Streu als Nahrungsgrundlage dient, aber auch schattenliebende Arten, die ohne eine Streuschicht nicht das von ihnen präferierte Mikroklima vorfinden. Des Weiteren wirkt sich die Bewirtschaftung negativ auf Arten aus, die auf eine ausgeprägte vertikale Habitatstruktur angewiesen sind.

Neben charakteristischen können durch Wiedervernässung auch seltene, wertgebende Niedermoorarten gefördert werden (Tab. 47).

Tab. 46: Auswirkungen (+: positiv; +/-: positiv und negativ; -: negativ, grau: keine Angabe) der Bewirtschaftung von feuchten/nassen Flächen auf Abundanz und Artenvielfalt innerhalb verschiedener Artengruppen. Bei der Bewirtschaftung wurde der Vergleich einer bewirtschafteten und der jeweils unbewirtschafteten Vergleichsfläche gezogen; Effekte von Wiedervernässung wurden nicht beachtet.

	Nasswiese	Nassweide	Schilf	Rohrkolben
Vegetation	+	+	+	+
Vögel	+	+	+/-	
Zuckmücken			-	
Ruderwanzen			-	
Fransenflügler			-	
Schmetterlinge	+	+/-	-	
Hautflügler			-	
Asseln			-	
Spinnen	+/-	+/-	+/-	
Käfer		+	+/-	
Blattläuse			+	
Zweiflügler			+	
Wenigborster			+	
Milben			+	
Wasserkäfer				+
Heuschrecken	+/-	+/-		
Weichtiere	+/-	-	-	
Ameisen	+			
Amphibien		+		
Libellen		+		
Kurzflügler		+		

Durch die Wiedervernässung und anschließende nasse Nutzung kann jedoch nicht von zeitnaher Wiederherstellung von naturnahen Niedermoorökosystemen ausgegangen werden (s. dazu auch Klimkowska et al. 2010b). Die Entwässerung führt zu irreversiblen bodenphysikalischen und biochemischen Veränderungen der Torfe (Zeitz 2016a), was das Restaurierungspotential stark einschränkt (van Diggelen et al. 1991). Des Weiteren sind bei einigen ehemals charakteristischen Arten in Deutschland mögliche Quellpopulationen entweder stark rückläufig (z. B. Uferschnepfe) oder gar nicht mehr existent (z. B. Seggenrohrsänger), was die spontane Wiederbesiedlung deutlich erschwert oder äußerst unwahrscheinlich erscheinen lässt.

Tab. 47: Auswirkungen (+: positiv; +/-: positiv und negativ; -: negativ) von Wiedervernässung und nasser Bewirtschaftung auf ausgewählte FFH-Arten (Anhang II und IV).

Deutscher Artname	wiss. Artname	Wiedervernässung	Nasswiese	Nassweide	Schilf
Kriechender Sellerie	<i>Apium repens</i>	+	+	+	
Sumpf-Engelwurz	<i>Angelica palustris</i>		+		
Sumpf-Glanzkraut	<i>Liparis loeselii</i>	+	+	+	
Blauschillernder Feuerfalter	<i>Lycaena helle</i>		+/-	+	
Großer Feuerfalter	<i>Lycaena dispar</i>		+/-		
Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	<i>Maculinea nausithous</i>			+	
Moor-Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha oedippus</i>		-	-	
Skabiosen-Scheckenfalter	<i>Euphydryas aurinia</i>		+	+/-	
Menetries-Laufkäfer	<i>Carabus menetriesi</i>		+		+
Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>			+	
Große Moosjungfer	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	+			
Vierzählige Windelschnecke	<i>Vertigo geyeri</i>	+	+/-	+/-	
Bauchige Windelschnecke	<i>Vertigo moulinsiana</i>	+	-	+/-	+/-
Schmale Windelschnecke	<i>Vertigo angustior</i>	+/-	+/-	+/-	

Die Biodiversität wiedervernässter und anschließend nass genutzter Niedermoorflächen kann und sollte daher nicht mit der naturnaher Niedermoores verglichen werden. Vielmehr muss der Zustand vor Wiedervernässung, d. h. zumeist intensiv genutztes Grün- oder Ackerland, als Vergleich (Referenzszenario) herangezogen werden. Die umfassende Entwässerung ab den 1960er Jahren führte zum weitgehenden Erlöschen der einstigen niedermoor typischen Biodiversität in Mitteleuropa (Succow 2001a). Die entstandenen, intensiv genutzten Saatgras- und Ackerländer sind Produktionsräume, häufig mit geringem ökologischen Wert (Fischer 2004, Klimkowska et al. 2010b). Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Praxis in den vergangenen Jahrzehnten führte zu einem weiteren Verlust der Biodiversität in der Agrarlandschaft (Tscharntke et al. 2005, Donald et al. 2006, Stoate et al. 2009). Durch Wiedervernässung derartiger Nutzflächen kann also von einer deutlichen Verbesserung des aktuellen Zustands ausgegangen werden.



Abb. 36: Naturnaher, entwässerter und wiedervernässter Moorstandort (von links nach rechts: Biebrza-Tal, Polen, Foto: F. Närmann; Diepholzer Moorniederung, Deutschland, Foto: F. Närmann; Anklamer Stadtbruch, Deutschland, Foto: M. Kaiser).

Zu den Auswirkungen der Mahd von Feucht-/Nasswiesen sowie von Schilfröhrichten auf die Avifauna liegen bereits umfassende Erkenntnisse vor. Auch zu den Auswirkungen der Feucht-/Nasswiesenmahd auf die Vegetation kann der Wissensstand als umfassend eingeschätzt werden. Weitere Untersuchungen in diesen Bereichen könnten dementsprechend begleitenden Charakter haben und vor allem einer Erfolgskontrolle dienen. Für andere Artgruppen und Nutzungsverfahren bestehen jedoch große Wissensdefizite. Viele Wirbellose-Taxa sind bislang unzureichend im Hinblick auf Wiedervernässungs- und Bewirtschaftungseffekte untersucht. Dies betrifft vor allem aquatische Wirbellose-Taxa. Ein großes Informationsdefizit wird darüber hinaus im Bereich der Beweidung von Nassgrünländern gesehen. Eine bundesweite Datensammlung und -auswertung von Erfahrungen zu den Auswirkungen auf die Biodiversität sollte angestrebt werden. Auch im Bereich des Rohrkolben-Anbaus sind bis auf wenige Untersuchungen auf kleinen Pilotflächen keine Informationen zu den Effekten auf die Biodiversität verfügbar. Hier besteht also dringender Forschungsbedarf.

Die bisherigen Erkenntnisse beruhen größtenteils auf Studien, die Wiedervernässung **oder** Bewirtschaftung von Niedermoorstandorten untersucht haben. Beide Vorgänge müssen aber **zusammen** betrachtet werden, um zuverlässige Aussagen treffen zu können. Zukünftig sollte also verstärkt ein Biodiversitäts-Monitoring auf Paludikultur-Demonstrationsflächen stattfinden. Diese Begleitforschung muss unbedingt auch den Zustand vor Wiedervernässung dokumentieren, um so die Effekte auf die Biodiversität umfassend beurteilen zu können (s. o.).



Abb. 37: Betrachtete nasse Bewirtschaftungsverfahren (im Uhrzeigersinn von oben links): Nasswiese (Foto: P. Schroeder), Nassweide mit Wasserbüffeln (Foto: M. Wenzel), Schilfanbau (Foto: S. Wichmann), Rohrkolbenanbau (Foto: C. Schröder).

Zur Beurteilung können beispielsweise Leitarten herangezogen werden. Für Niedermoore Nordost-Deutschlands wurde bereits von Görn & Fischer (2011) ein faunistisches Leitartenmodell vorgelegt. Dieses berücksichtigt die Artengruppen Laufkäfer, Tagfalter, Heuschrecken und Vögel. Das für Nordost-Deutschland erarbeitete Leitartenmodell müsste für einen bundesweiten Einsatz jedoch überarbeitet und angepasst werden. Abhängig vom betrachteten Bewirtschaftungsverfahren sollte(n) die Artengruppe(n) mit dem aussagekräftigsten Indikatorwert herangezogen werden. Für Gefäßpflanzen und Moose existiert bislang kein Leitartenmodell und ist für diese Gruppen auch nicht sinnvoll. Für Nordost-Deutschland liegen jedoch detaillierte Standortdaten vor (Succow & Joosten 2001), für Brandenburg eine Liste der moortypischen und -spezifischen Pflanzenarten (Luthardt & Zeitz 2014). Diese müsste als bundesweite Liste mit Bezug auf jedes Bundesland erweitert werden. Darauf aufbauend kann ein Erfolgskontrollkonzept für Gefäßpflanzen und Moose erarbeitet werden.

Um auch langfristige Entwicklungen zu erfassen, sollte das Monitoring über deutlich längere Zeiträume angelegt sein als bislang üblich. Hierzu wird ein Zeitrahmen von mindestens 20 Jahren vorgeschlagen, sodass auch Langzeiteffekte, wie ein möglicher Nährstoffentzug durch die Bewirtschaftung, evaluiert werden können. Da das Vorkommen von mobilen Arten nicht zwangsläufig an die erfolgreiche Reproduktion am Vorkommensort gebunden ist, sollte die Begleitforschung auch den Aspekt der ökologischen Fallen betrachten. Unter ökologischen Fallen versteht man Habitats, die zur Ansiedlungszeit attraktiv erscheinen, in denen aber der Reproduktionserfolg von sich aus anderen Gebieten ansiedelnden Arten nicht gegeben oder sehr gering ist (Kristan 2003). Es sollte untersucht werden, ob und wenn ja für welche Arten

eine solche Situation vorliegt. Parallel dazu sollten Managementoptionen entwickelt werden (s. dazu auch Kap 5.5), um ökologische Fallen zu vermeiden, beziehungsweise deren Effekt auf die betroffenen Arten zu mildern (Joosten et al. 2013).

5.5 Biodiversitätsfördernde Maßnahmen bei der Bewirtschaftung von nassen Niedermoorböden

Basierend auf der Literaturstudie (s. Kap. 5.2 und 5.3) und einem Workshop (s. Box 11) wurden Vorschläge für biodiversitätsfördernde Maßnahmen bei der nassen, klimaschonenden Niedermoorbewirtschaftung entwickelt. Diese sollen die positiven Effekte verstärken und die hemmenden abmildern. Die Maßnahmen können ebenfalls in sehr feuchten und feuchten Bewirtschaftungsverfahren (s. Kap. 2) angewendet werden. Es wurden bereits bestehende Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) auf relevante Regelungen geprüft (BLE 2017). Die vorgeschlagenen Maßnahmen können in eine noch umzusetzende „Gute fachliche Praxis“ (GfP) der Bewirtschaftung von Moorböden (s. dazu Abel et al. 2016, Wichtmann et al. 2018) wie auch neu zu gestaltende AUKM eingehen.

Folgende Maßnahmen sollten bei jeglicher nassen Moorbewirtschaftung als Standard im Sinne der GfP angewendet werden:

- **Keine Stickstoff- oder Phosphat-Düngung**

Eine Düngung mit Stickstoff oder Phosphat ist nach geltender Gesetzeslage bei überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden nicht zulässig (DüV § 5 Absatz 5). Stellen sich trotz Wiedervernässung zeitweise ungesättigte Bodenbedingungen ein, wird auch in diesen Perioden auf die Düngung mit Stickstoff oder Phosphat zur Förderung der Pflanzenvielfalt verzichtet. Darüber hinaus beeinflusst die Düngergabe die THG-Emissionen wiedervernässter Flächen. Auch im Sinne des Gewässerschutzes sollte auf zusätzliche Düngergabe verzichtet werden, um einen Austrag der Nährstoffe in angrenzende Gewässer zu vermeiden. Um einen möglichen Rückgang der Erträge in Folge von Aushagerung zu verhindern, kann nährstoffreiches Oberflächenwasser eingeleitet werden, was gleichzeitig den Eintrag in nachgelagerte Gewässer verringert.

- **Kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln**

Pflanzenschutzmittel dürfen bei vermuteten schädlichen Auswirkungen auf das Grundwasser nicht angewandt werden (PflSchG § 13 Abs. 1 Ziffer 1). Nach Wiedervernässung ist eine Abgrenzung zum Grundwasser und zu angrenzenden Gewässern vielfach nicht möglich. Stellen sich trotz Wiedervernässung zeitweise ungesättigte Bodenbedingungen ein, wird auch in diesen Perioden zur Förderung der Tier- und Pflanzenartenvielfalt auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichtet. Auch im Sinne des Gewässerschutzes sollte auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichtet werden, um einen Austrag in angrenzende Gewässer zu vermeiden. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass sich einzelne Wirkstoffe in den Pflanzen (z. B. Rohrkolben) einlagern und deren Folgenutzung einschränken oder unmöglich machen.

- **Keine wendende und lockernde Bodenbearbeitung**

Eine regelmäßige Bearbeitung des Oberbodens widerspricht dem Torferhalt. Auf eine wendende und lockernde Bodenbearbeitung wird daher verzichtet. Davon ausgenommen ist die einmalige initiiierende Flächeneinrichtung im Schilf- und Rohrkolbenanbau. Die Bodenbearbeitung ist auf ein Minimum zu begrenzen. Eine Wiederholung der Bodenbearbeitung kann erforderlich sein, wenn die Etablierung fehlgeschlagen ist oder wenn

ein Wechsel der Zielart bzw. eine Erneuerung der Bestände erforderlich ist, benötigt aber ggf. eine entsprechende Genehmigung.

- **Biodiversitätsfördernde Gestaltung und Pflege von Gräben**

Sofern Gräben zum Anstau oder zur Bewässerung (und Entwässerung im Fall von ungewünschten Überstauereignissen) auf den Flächen vorhanden sind, sind diese biodiversitätsfördernd zu gestalten und bewirtschaften. Darunter wird eine Abflachung von Grabenrändern zum Schutz von v. a. Jungvögeln verstanden. Des Weiteren profitieren zahlreiche Arten von dieser Schaffung von Flachwasserbereichen. Die notwendige Grabenräumung ist in mehrjährigen Intervallen einseitig und mit schonender Technik durchzuführen. Der Aushub sollte auf nassen Moorstandorten, anders als für andere Böden empfohlen, auf der Fläche verteilt werden, um keine trockenen Uferverwallungen zu schaffen. Empfehlungen zur Unterhaltung bietet der Leitfaden „Marschengräben ökologisch verträglich unterhalten“ (Jordan et al. 2010).

Folgende Maßnahmen sollten als nicht verpflichtende Zusatzförderung (AUKM) auf Nasswiesen bzw. -weiden sowie im Schilf- und Rohrkolbenanbau angewendet werden:

- **Anlage von einjährigen Rotationsbrachen**

Unter Rotationsbrachen sollen in diesem Zusammenhang Bereiche verstanden werden, die bei der Mahd ausgespart werden und erst bei der Mahd im darauffolgenden Jahr gemäht werden. Sie umfassen mindestens 10 % der Schlaggröße und werden beispielsweise als Streifen (einer oder mehrere) angelegt. Rotationsbrachen dienen zum einen als Refugium während der Mahd und fungieren andererseits als wichtiges Überwinterungshabitat für streu- oder stängelbewohnende Invertebraten. Durch das Belassen eines ungemähten Bereiches werden zudem Blüten- und Struktureichtum auch nach der Mahd zumindest auf Teilflächen sichergestellt. Rotationsbrachen werden aus diesem Grund für eine Vielzahl von Taxa empfohlen, z. B. Heuschrecken (Humbert et al. 2012), Schmetterlinge (Kühne et al. 2015), Spinnen (Schmidt et al. 2008) oder Zikaden (Nickel & Achtziger 2005). Dabei ist es wichtig, dass die Lage der Rotationsbrache jährlich wechselt. Auf größeren Schlägen sollten Rotationsbrachen über die Fläche verteilt werden, damit Organismen aller Feuchtigkeitsstufen von der Rotationsbrache profitieren (Gigon et al. 2010). Die Mahd sollte in Richtung der Rotationsbrachen durchgeführt werden, sodass die flüchtenden Tiere z. T. in die ungemähten Bereiche hinein flüchten. Ein solches Mahdmuster wird beispielsweise im Unteren Odertal zum Schutz des Wachtelkönigs angewendet (Arbeiter et al. 2017).

- **Kein Walzen, Schleppen und Striegeln im Frühjahr vor der Mahd**

Zum Schutz von Bodenbrütern wird im Frühjahr vor der Mahd auf Walzen, Schleppen und Striegeln verzichtet. Darüber hinaus profitieren von dieser Maßnahme auch Amphibien und epigäische Insektenarten. Ein Verbot des Walzens und Schleppens vor der ersten Nutzung ist regelmäßig Bestandteil von AUKM zum Schutz von Wiesenbrütern und ihrer Nester.

- **Hochschnitt von mindestens 8 cm (10-14 cm)**

Bei allen Bewirtschaftungsformen, die eine Ernte der Biomasse durch Mahd beinhalten, wird eine Schnitthöhe von mindestens 8 cm eingehalten, empfohlen sind Höhen von 10–14 cm je nach Termin (z. B. Fuchs & Stein-Bachinger 2008). Bestehende AUKM in Sachsen-Anhalt und Österreich sehen Schnitthöhen von 10–12 cm vor (BLE 2017). Voraussetzung dafür ist, dass

die Schnitthöhe an der Mahdtechnik verändert werden kann, z. B. mittels Kufen. Für Landwirtinnen und Landwirte ist diese Maßnahme mit geringem Organisationsaufwand für die Unterweisung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und mittlerem Zeitbedarf für den Geräteumbau verbunden. Eventuell sind zusätzliche Investitionen zur Veränderung der Schnitthöhe nötig (Anschaffung der Kufen). Durch Hochschnitt wird zusätzlich die Gefahr der Mahdgutverunreinigung gesenkt (Fuchs & Stein-Bachinger 2008).

- **Verwendung von schneidender (oszillierender) statt rotierender Mahdtechnik**

Zur Schonung der Fauna ist bei der Ernte durch Mahd die Verwendung von schneidender Mahdtechnik (z. B. Balkenmäher) vorzuziehen. Bei Anwendung dieser Maßnahme kann von einer deutlich geringeren physischen Schädigung der Fauna beim eigentlichen Mahdprozess ausgegangen werden. Sofern das Mahdgut direkt nach dem Schnitt verladen und abtransportiert wird, werden diese positiven Effekte jedoch wieder aufgehoben. Im Gegensatz zur rotierenden ist schneidende Mahdtechnik zumeist wartungsintensiver, die Schlagkraft ist geringer und die Verstopfungsgefahr höher. Neben der Schonung der Fauna sprechen aber auch ein geringerer Leistungsbedarf sowie geringere Verschmutzung des Mahdgutes und verminderte Unfallgefahr durch weggeschleuderte Fremdkörper für die Nutzung von schneidender Mahdtechnik (van de Poel & Zehm 2014). Diese Maßnahme ist regelmäßig Bestandteil von AUKM auf Grünland.

- **Einschränkung der Wiesenmahdtermine**

In Brutgebieten von Wiesenvögeln sollte die Mahd auf Nasswiesen bis zum 14.07. auf den von Brutvögeln (Nester bzw. Junge führende Altvögel) besiedelten Flächen eingeschränkt werden. Ab dem 15.07. kann die Mahd uneingeschränkt durchgeführt werden. Eine Nutzung nicht vor dem 15.07. ist bereits heute Bestandteil zahlreicher AUKM auf Grünland.

- **Einschränkung bei der Weidenutzung**

In Brutgebieten von Wiesenvögeln wird der Weidebeginn bzw. die Viehdichte bis zum 14.07. auf den von Brutvögeln (Nester bzw. Junge führende Altvögel) besiedelten Flächen eingeschränkt. Ab dem 15.07. kann die Weide uneingeschränkt genutzt werden. Eine Nutzung nicht vor dem 15.07. ist bereits heute Bestandteil zahlreicher AUKM auf Grünland.

- **Mahd von Schilf/Rohrkolben auf Teilflächen nur alle zwei Jahre**

Zur Ausbildung einer umfangreichen Knickschicht in Schilf- und Rohrkolbenbeständen werden neben den Rotationsbrachen (s. o.) Teilflächen hier nur alle zwei Jahre gemäht. Insbesondere in Schilf- und Rohrkolbenröhrichten sind eine Vielzahl von Organismen auf das Vorhandensein einer Knickschicht angewiesen. Diese werden durch das Aussetzen der Mahd gefördert.

- **Einschränkung der Mahdtermine von Schilf/Rohrkolben**

Zum Schutz von spätbrütenden Vogelarten der Schilf- und Rohrkolbenröhrichte (besonders Rallen) wird die Mahd bei Bedarf erst ab dem 15.08. durchgeführt.

Die Nutzungsverfahren nasser Niedermoore stellen jeweils Lebensraum für verschiedene, teilweise eigenständige Pflanzen- und Tiergesellschaften dar (s. Kap. 5.2 und 5.3). Für die konventionelle (trockene) Landwirtschaft konnte bereits gezeigt werden, dass die Heterogenität der Landschaft ein bestimmender Faktor der hier vorkommenden Biodiversität ist (Benton et al. 2003, Fahrig et al. 2011). Davon kann auch bei der nassen Niedermoornutzung ausgegangen werden. Statt großflächiger, monokulturartiger Nutzung sollte deshalb von Beginn an eine mosaikartige, aus verschiedenen Nutzungsverfahren

bestehende Bewirtschaftung von Niedermoorlandschaften angestrebt werden. Um dies zu fördern, könnten beispielsweise die Schlaggrößen begrenzt werden. Erfahrungen zu optimalen Schlaggrößen der nassen Niedermoornutzung liegen jedoch bislang nicht vor, sodass zu diesem Punkt keine Angaben gemacht werden können.

6 Ökonomie

Sonja Pfister & Rainer Oppermann

6.1 Betriebswirtschaftliche Grundlagen der Bewirtschaftungsverfahren

6.1.1 Vorgehen

Für die Analyse der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Bewirtschaftungsverfahren ist es erforderlich, die betriebswirtschaftlichen Grundlagen zu betrachten, d. h. welchen durch die Bewirtschaftung entstehenden Kosten welche Erlöse gegenüberstehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich dabei nicht um „Normalstandorte“ handelt, sondern oftmals um „Sonderstandorte“, d. h. besonders feuchte oder nasse/wiedervernässte oder mit Stausystemen zeitweilig bewässerte Flächen. Daher wurden einerseits Standard-Datensätze verwendet, andererseits auch spezielle Datenquellen und Literatur sowie Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutzprogramme von verschiedenen Bundesländern genutzt. Nachfolgend werden zunächst die methodischen Grundlagen und die verwendeten Datenquellen beschrieben.

Soweit möglich wurden die Beträge für die Kosten und Erlöse der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren den „Faustzahlen der Landwirtschaft“ von 2018 (KTBL 2018) und der KTBL-Datensammlung „Landschaftspflege 2005“ (KTBL 2005) entnommen. Wenn dies nicht möglich war, wurde nach veröffentlichten Kostenabschätzungen gesucht (z. B. für Robust-Rinderrassen (Kaphengst et al. 2005), Rohrkolben (Schätzl et al. 2006), Schilf (Wichmann 2017), Wasserbüffel (Sweers et al. 2014)).

Bei den folgenden betriebswirtschaftlichen Rechnungen handelt es sich um eine betriebswirtschaftliche Gegenüberstellung von Kosten und Erlösen mit dem Zweck die verschiedenen Verfahren unter aktuellen Bedingungen einzuordnen. Das heißt es wird kein Erfolg/ Misserfolg von einzelnen Betrieben dargestellt, sondern es soll deutlich werden, unter welchen Umständen die verschiedenen Bewirtschaftungsformen von Landwirten aktuell nicht wirtschaftlich umgesetzt werden können.

Bei den betriebswirtschaftlichen Rechnungen wurden nachfolgende Kosten- und Erlösfaktoren berücksichtigt.

6.1.2 Kostenfaktoren

Generell wurde mit einem Stundenlohn von 15 €/h gerechnet (KTBL 2018), beim Schilf-Anbau wurden für die Monte-Carlo-Simulationen Lohnkosten zwischen 10 und 25 €/h verwendet (Wichmann 2017).

Da die Schwankungsbreite einiger Kostenfaktoren entscheidend davon abhängt, welche Rahmenbedingungen gegeben sind, wurden für die Analyse jeweils ein ungünstiger, ein mittlerer und ein günstiger Fall angenommen. So kann in verschiedenen Kostenszenarien die Spanne der möglichen Werte aufgezeigt werden. Dies betrifft nicht alle Faktoren. Nachfolgend werden die Kostenfaktoren, die jeweils eine Rolle spielen können, aufgelistet und ggf. näher beschrieben, wenn für einzelne Faktoren unterschiedliche Spannen von Werten betrachtet werden (ungünstiger – mittlerer – günstiger Fall).

Kostenfaktoren der Arbeitskraft

- Kosten pro Arbeitskraftstunde:

Ungünstiger – mittlerer – günstiger Fall: Im ungünstigen Fall wurden die höchsten, im mittleren Fall die mittleren und im günstigen Fall die niedrigsten Kosten und Arbeitskraftstunden je ha angenommen.

Kostenfaktoren bei der Tierhaltung

- jährliche Außengehege- und Zaunkosten
- Kosten für Tier-, Tränk- und Zaunkontrolle
- Wasser- und Zufütterungskosten (falls erforderlich)
- Tierarztkosten
- Schlachtkosten: bei Damwild, Wasserbüffeln und Gänsen sind die Kosten für das Schlachten ebenfalls enthalten
- Besatzdichte:

Ungünstiger – mittlerer – günstiger Fall: Beim ungünstigen Fall wurde die geringste Besatzdichte aus der Spanne der im Steckbrief für das Bewirtschaftungsverfahren (s. Kap. 7) angegebenen Besatzdichten angenommen, im günstigen Fall die höchste Besatzdichte und im mittleren Fall die mittlere Besatzdichte. Die Umrechnung in Großvieheinheiten erfolgte mit dem Großvieheinheitenrechner der KTBL (KTBL 2019). Durch die höheren Besatzdichten ergeben sich bei den Robustrassen steigende Kosten vom ungünstigen bis zum günstigen Fall (= höchsten Kosten für den günstigen Fall).

Bei der Wildgatterhaltung sind die Besatzdichten im mittleren (9,8 Tiere/ ha) und günstigen Fall (10,2 Tiere/ ha) nahezu gleich, nur im ungünstigen Fall werden deutlich weniger Tiere (7,1 pro ha) gehalten. Durch die höheren Maschinen- und Gehegekosten im mittleren Fall im Vergleich zum günstigen Fall ergeben sich im mittleren Fall die höchsten Kosten.

Bei der Bewirtschaftung mit Wasserbüffeln wurden dieselben Kosten für alle drei Fälle angegeben, weil es keine Datengrundlage für verschiedene Kosten gibt.

Bei den Gänsen werden bei den höheren Besatzdichten größere Gruppengrößen angenommen, so dass sich der Arbeitsaufwand und damit die Kosten beim Umtreiben von Portionsweide zu Portionsweide verringern. Darum fallen im günstigsten Fall die geringsten Kosten an und im ungünstigsten die höchsten.

Kostenfaktoren bei der Mahd

- Sonderfall Streuwiesenmahd:

Ungünstiger – mittlerer – günstiger Fall: Die Kosten einer Streuwiesenmahd können sehr unterschiedlich ausfallen. Wesentliche Einflussgrößen sind:

- die verwendbaren Maschinen und deren Auslastung im Betrieb
- die anfallende Arbeitszeit, welche maßgeblich von der Beschaffenheit der Fläche (Größe, Entfernung, Bodenstabilität (je nach Wasserstand), Bodenunebenheiten, Vorkommen/Anzahl von Hindernissen, ...) und dem Aufwuchs abhängt.

Beim ungünstigen Fall und günstigen Fall wurde ein hoher Aufwuchs angenommen, weil dadurch insbesondere beim ungünstigen Fall ein höherer Arbeitsaufwand entsteht und in Kombination mit der aufwändigen Mahdmethode (z. T. in Handarbeit) die höchsten Kosten entstehen. Der Arbeitsaufwand für die große Maschine im günstigen Fall erhöht sich durch einen höheren Aufwuchs nur unwesentlich und wird durch die höheren Erlöse mehr als gedeckt.

In allen Fällen wurde von einem Wasserstand von 45–20 cm unter Flur und damit einer Befahrbarkeit mit normalen Maschinen ausgegangen (Schlepper mit ca. 50–70 PS). Zudem wurde davon ausgegangen, dass das Mahdgut zum Schnittzeitpunkt bereits nur noch wenig Wasser enthält (60 % TM), so dass einmaliges Zetten³¹ ausreicht, um eine gute Streu zu produzieren. Damit gibt es folgende Arbeitsschritte in allen drei Fällen:

- Mahd
- einmaliges Zetten
- Schwaden
- Ballen pressen
- Aufladen und Abtransport:

Ungünstiger – mittlerer – günstiger Fall: Im günstigen Fall wurde vom Abtransport mit einem Ladewagen ausgegangen. Im ungünstigen und mittleren Fall wurde von einem Abtransport in Ballen (Ballen pressen und Abfuhr) ausgegangen. Im ungünstigen Fall wurde zudem von Bergung und Aufladen per Hand ausgegangen.

Die Kosten wurden für die drei Szenarien wie in Tabelle 48 berechnet.

Tab. 48: Drei Szenarien bei der Kostenberechnung der Mahd.

	Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Flächengröße	Klein: 0,5 – 2ha	Mittel: ca. 2 ha	Groß: ca. 20 ha
Aufwuchs	Groß: 5 t TM/ha	2,5 – 3 t TM/ha	5 t TM/ ha
Durchführung	Kleine, passende Maschine und Handarbeit:	Kleinere Maschinen 30-37 kW	Geeignetste (große) Maschine
	-Mahdgut mit Gabel auf Plane ablegen und von Hand zum Parzellenrand ziehen		
	-Mahdgut mit Gabel auf Wagen laden		
Besonderheiten bei der Mahd	Viele Hindernisse, evtl. Mahd von innen nach außen; mit Messerbalken (und anderweitige Auflagen)	Keine Hindernisse	Keine Hindernisse

³¹ Zetten nennt man das großflächige Verteilen und Wenden von Erntegut, um die Trocknung zu beschleunigen.

	Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Abtransport	lose auf Wagen abfahren (2 km Transport), im Anschluss Ballen pressen	Abtransport mit Ballen	Abtransport mit Ladewagen, im Anschluss Ballen pressen

Kostenfaktoren bei Schilf- und Rohrkolben-Anbau

- Pflanzkosten (Materialkosten für Pflanzen, Arbeitskosten): Beim Rohrkolben-Anbau wurden die Kosten für die Pflanzung einbezogen. Die Anlagekosten werden auf die Erntejahre umgelegt. Es wurde mit einer Laufzeit von 10 Jahren und 8,6 Ernten³² gerechnet (Schätzl et al. 2006). Beim Schilf-Anbau wurden die Pflanzkosten im Text erläutert (Daten aus „Handlungsleitfaden Paludikultur“ (LUP 2012)), aber nicht bei den dargestellten Kosten und Erlösen von Wichmann (2017) berücksichtigt.
- Erntekosten
- Beim Rohrkolben-Anbau wurden zudem Bodenarbeiten inklusive der Verlegung von Rohren zur Bewässerung sowie Kosten für die Kontrolle und Reparatur des Bewässerungssystems berücksichtigt. Durch die Einbeziehung der Pflanzkosten und Kosten für das Bewässerungssystem sind die Kosten beim Rohrkolben-Anbau wesentlich höher als die angegebenen Kosten beim Schilf-Anbau.
- Unterschiedliche Ertragsniveaus:

Ungünstiger – mittlerer – günstiger Fall: Im ungünstigen Fall wurde von der geringsten Trockenmasse ($t\ ha^{-1}$) aus der Spanne der im Steckbrief des Bewirtschaftungsverfahrens (s. Kap. 7) angegebenen Erträge angenommen, im günstigen Fall vom höchsten und im mittleren Fall vom mittleren Ertrag. Pro Tonne Trockenmasse fallen bestimmte Erntekosten an, daher steigen die Erntekosten mit höherem Ertrag. Beim Rohrkolben und Schilf steigen die Erntekosten zwar mit höherem Ertrag, aber da - im Gegensatz zu den Annahmen bei der Feuchtwiesenmäh - bei allen drei Fällen dieselbe Erntetechnik eingesetzt wird, werden die höheren Kosten durch die höheren Erlöse überkompensiert.

6.1.3 Erlösfaktoren

Erlösfaktoren bei der Tierhaltung

- Hier wurde im Allgemeinen von der Fleischvermarktung ausgegangen. Bei Schafen wurden auch die Erträge aus Wolle und Festmist einberechnet und bei Damwild sonstige Leistungen (Verkauf von Zuchttieren, Schlachtung von Alttieren), die aber nur einen geringen Anteil am Erlös haben.
- Für die Erträge wurde die Anzahl der Schlachttiere pro ha und Jahr errechnet, hierbei wurde die Besatzdichte (abhängig von den Standortfaktoren: ungünstiger, mittlerer, günstiger Fall), die Geburtenrate pro weibliches Tier, die Verlustrate und das Schlachttieralter berücksichtigt. Die Anzahl der Schlachttiere pro ha und Jahr wurde mit dem Schlachtgewicht multipliziert. Beim Damwild wurde neben der Besatzdichte auch die Abhängigkeit der Schlachtausbeute vom Standort berücksichtigt.

³² In den ersten 1-2 Jahren nach der Anlage kann noch nicht geerntet werden, darum erfolgen im Schnitt innerhalb von 10 Jahren nach der Anlage insgesamt 8,6 Ernten.

- Der Erlös ergibt sich aus dem Fleischpreis pro kg, multipliziert mit der Schlachtausbeute pro ha. Die Fleischpreise für Gänse, Schafe und Damwild wurden der Datensammlung in (KTBL) 2018 entnommen und die Fleischpreise für Wasserbüffel von Sweers et al. (2014). Für Rinder-Robustrassen wurden die Anteile der vermarkteten Rindfleisch-Einzelteile am Gesamtgewicht aus den Angaben für Wasserbüffel übernommen (Sweers et al. 2014) und auf die zwei Schlachtgewichte (Kalb 250 kg, Färsen 450 kg) umgerechnet. Die Preise für die jeweiligen Rindfleisch-Einzelteile wurden Scholz (2019) entnommen, diese sind geringer als die Preise für Wasserbüffel-Einzelteile aus Sweers et al. (2014).

Erlösfaktoren bei der Mahd

- Beim Streuwiesenmahdgut wird von einer Verwendung als Einstreu ausgegangen und daher der Preis für Stroh angesetzt. Die Preisschwankungen am Strohmarkt reichen von 50 €/t Strohballen im Jahre 2016 in Sachsen bis zu 180 €/t Strohballen im März 2019 für den Großhändler³³. Nach KTBL (2005) variiert der Ertrag einer Streuwiese von 1–5 t TM/ha. Somit ergibt sich eine maximale Preisspanne von 50–900 €/ha Streuwiese.
- Beim Schilf wurde von einer Verwertung als Baustoff (z.B. für die Reetdach-Herstellung) oder zur Energiegewinnung (Verbrennung) ausgegangen (Wichmann 2017). Die Angaben zu Schilferlösen von Wichmann 2017 sind Ergebnisse der von Frau Wichmann durchgeführten Umfrage und Literaturwerte.
- Beim Rohrkolben wurde von der Vermarktung als Dämmstoff ausgegangen, der angegebene Wert (270 €/t) müsste Schätzungen von Schätzl et al. (2006) zufolge erzielt werden, damit die Produktion bei mittleren Kosten rentabel ist.

³³ Quellen für Strohpreise am 09.05.2019:

<https://www.agrarheute.com/wochenblatt/maerkte/raufutter-preise-leicht-schwaecher-553541>

<https://markt.agrarheute.com/futtermittel-3/stroh-19>

<https://www.agrarheute.com/markt/futtermittel/heu-stroh-preise-extrem-hohen-niveau-551055>

<https://www.agrarheute.com/markt/analysen/strohpreise-5-jahreshoch-543893>

<https://www.agrarheute.com/pflanze/strohpreise-soviel-kostet-grossballen-441423> (AMI, am Montag, 25.07.2016 - 11:00)

https://www.topagrar.com/management-und-politik/aus-dem-heft/rechner-ermittelt-strohpreis-9688032.html?utm_content=search

<https://www.topagrar.com/markt/aus-dem-heft/heu-und-stroh-preise-im-hoehenflug-9690676.html>

https://www.proplanta.de/Markt-und-Preis/Agrarmarkt-Berichte/Aktuelle-Strohpreise-und-Heupreise-2019-KW-13_notierungen1553624094.html

https://www.proplanta.de/Markt-und-Preis/Agrarmarkt-Berichte/Aktuelle-Strohpreise-und-Heupreise-2018-KW-47_notierungen1542737054.html

Erlöse durch Fördermaßnahmen

- Förderbeträge wurden den Agrar- und Umweltprogrammen, Vertragsnaturschutzprogrammen und den Richtlinien zur Förderung von Nutztierassen der Länder Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Bayern, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen entnommen. Diese Bundesländer wurden gewählt, weil sie über relevante Moorzorkommen verfügen (BfN 2012, LLUR 2012). Die Fördergelder werden pro ha angegeben. Direktzahlungen wurden nicht eingerechnet, weil sie bei jeder landwirtschaftlichen Nutzung gezahlt würden, sofern Prämienrechte bestehen. Es ist also kein zusätzlicher Erlös.

Förderung Grünlandflächen und Anbau-Paludikulturen

- Es wurde generell davon ausgegangen, dass keine Düngung und kein Pflanzenschutzmitteleinsatz auf den Grünland-Flächen stattfindet, weil dies in vielen Bundesländern die Mindestanforderungen für die Grünland-Förderung von Extensivgrünland sind (MLUL Brandenburg 2018, UM Baden-Württemberg 2017). Mit diesen Anforderungen und den bei den jeweiligen Verfahren gegebenen Bedingungen sind die Anforderungen für den minimalen Förderbetrag erfüllt.
- Für den Schilf-Anbau sind keine Förderungen angegeben, weil Schilf bisher nicht als landwirtschaftliche Kultur anerkannt ist. Rohrkolben ist ebenfalls nicht als landwirtschaftliche Kultur anerkannt. Relevant ist insbesondere, dass es für die Schilf-Mahd- und Rohrkolben-Flächen in Deutschland derzeit keine EU-Direktzahlungen gibt (zurzeit inkl. Greening-Prämie rund 270 €/ha). Dies ist entsprechend auf Bundes- bzw. Länderebene geregelt. In anderen EU-Ländern wie z. B. Polen werden auf Schilf-Mahdflächen Direktzahlungen gezahlt. In Deutschland ist ggf. eine Förderung über die Entwicklungsprogramme „Ländlicher Raum“ und dort für die Wasserrückhaltung möglich (äquivalent zu Rohrkolben). Da aber bisher die Einrichtung einer Schilf-Kultur bzw. eines Bewässerungssystems in den Kosten für den Schilf-Anbau (im Gegensatz zur Kostenabschätzung für den Rohrkolben-Anbau) nicht berücksichtigt wird, wurden hier diese Werte nicht aufgeführt.

Bei der maximalen Förderung müssen weitere Anforderungen erfüllt werden, diese können den nachfolgenden Erläuterungen entnommen werden.

Tab. 49: Übersicht über die Fördermöglichkeiten für die Bewirtschaftung von nassen Niedermooren und insbesondere für die extensive Grünland-Nutzung (Beweidung und Mahd) in den verschiedenen Bundesländern, die angegebenen Förderbeträge in € beziehen sich jeweils auf 1 ha Fläche (Quellen: Förderprogramme, siehe nachfolgende Erläuterungen). Rot gekennzeichnet sind Fördersummen, bei denen die vorgesehene Ausführung der Maßnahme nur mit Einschränkungen mit den rot in den Erläuterungen hervorgehobenen Anforderungen vereinbar ist. Blau hinterlegt sind Förderungen des Wasserrückhalts; bei Rohrkolben ist eine solche Förderung erst möglich, wenn dieser als landwirtschaftliche Produktion anerkannt wird.

Gefördert	Pro ha	MV ^a	BB ^b	SH ^c	NI ^d	BY ^e	ST ^f	BW ^g	NW ^h
Weide	minimal: Gänse	105	190	100	220	169	150	150	275
	minimal (max. 2 GVE): Damwild, Schafe, Wasserbüffel				253				
	maximal: Gänse	220	200	100	242, 253	360	220	310	680
	maximal: Schafe	220	190	340	253	310	285	360	
	maximal: Robustrassen			340			450	250	
	maximal: Damwild			100			150		
	maximal: Wasserbüffel						418		
Mahd	minimal	105	190	120	275 €	375 €	150	310	330
	Verwendung von Messerbalken					+ 120		+ 50	
	maximal	220	340	311	319 €	545	220	360	685
Rohrkolben			387		418				

^a **Mecklenburg-Vorpommern** (MV Mecklenburg-Vorpommern 2015):

Maximal: im Grünland dürfen vom 20.3. - 31.5. keine Pflegemaßnahmen stattfinden, Beweidung <1.5 GVE/ha, Mahd mit Schonfläche (>20 % der Parzelle) (220 €)

Bei Gänsen nur im ungünstigsten Fall < 1.6 GVE ha⁻¹

^b **Brandenburg** (MLUL Brandenburg 2018, LfU Brandenburg 2019):

Weide: Nutzung ab dem 15.6 (200 €), nur bei der Maßnahme „Feuchtweide mit Gänsen“ möglich

Mahd minimal: Grünland ohne Düngung (190 €)

Mahd maximal: Natura-2000-Grünland mit Nutzung nach dem 15.8. (340 €)

Rohrkolben: ganzjährige Wasserrückhaltung mit wasserregulierbarem System, einmal jährliche Nutzung durch Mahd (387 €)

^c **Schleswig-Holstein**: Vertragsnaturschutz „Weidewirtschaft Moor“ (MELUND Schleswig-Holstein 2017, 2018)

minimal: Dauerweide, Mahd zur Futtergewinnung unzulässig, kein Schleppen und/oder Walzen der Flächen 1.4.-20.6. (200 €);

Maximal **Rinder** und Schafe: Standweide, Beweidung vom 1.4.-15.7. mit <4 GVE/ha, 16.7.-15.12. ohne Tierzahlbegrenzung, kein Walzen 1.4.-20.6., 1.11.-31.3. nur Beweidung mit Schafen erlaubt, Beweidung mit

Rindern oder Schafen (340 €). **Ganzjährige Beweidung mit Rindern nicht möglich.**

Mahd maximal: bei der Förderung Grünland-Wirtschaft Moor ist die Teilnahme im Wiesenvogelschutz Voraussetzung, außerdem muss mind. 10 % des Grünlandes (sog. rote Flächen) wie folgt genutzt werden: ohne PSM, ohne Düngung, Mahd ab 21.6. und Biotopgestaltungsmaßnahmen (Förderung für diesen Bereich 500 €/ha). Die restlichen 90% dürfen entweder nur 1-2mal gemäht werden, ohne vorgegebenen Mahdtermin, ohne PSM (grüne Flächen, 120 €/ha) oder ab 21.6. gemäht werden, ohne Düngung und ohne PSM (gelbe Flächen, 290 €/ha). Für die maximale Förderung wurde von einer Mahd nach dem 21.6. ausgegangen (290 €) und Biotopgestaltungsmaßnahmen auf 10% der Fläche (500 €), daraus ergibt sich ein Betrag von 311 € pro ha.

^d **Niedersachsen** (ML Niedersachsen 2016):

Maximal Gänse im mittleren und günstigen Fall: keine Mahd vom 1.1.-21.6. (242 €);

Maximal Schafe, Damwild, Robustrassen, Gänse im ungünstigsten Fall: max. 2 GVE/ha 1.1.-30.6 (253 €)

Maximal Wasserbüffel: erhöhte Wasserstandshaltung mit max. 2 GVE/ha (418 €)

Maximal Mahd: Keine Mahd vom 1.1.-30.6. (275 €) mit einseitiger Mahd (plus 44 € -> 319 €)

Rohrkolben: erhöhte Wasserstandshaltung mit max. zweimaliger Mahd pro Jahr (418 €)

^e **Bayern** (STMELF Bayern 2017, 2018):

Minimal: extensive Grünlandnutzung für Raufutterfresser mit max. 1,4 GVE/ha (169 €);

Maximal für Schafe, Robustrassen, Wasserbüffel: extensive Weidenutzung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume durch Schafe, Rinder einschl. Wasserbüffel oder Pferde (310 €/ha)

Maximal für Gänse: extensive Weidenutzung naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume **auch für Gänse gültig?** (310 €/ha) plus Erschwerniszuschlag für Bewirtschaftungseinheit <2 ha (50 €/ha)

Maximal für Mahd: Schnitzeitpunkt ab 1.9. (425 € pro ha) und Verwendung von Messerbalken (120 € pro ha)

^f **Sachsen-Anhalt** (MULE Sachsen-Anhalt 2018):

Maximal für Schafe: extensiv bewirtschaftetes Dauergrünland, Beweidung mit Schafen und Ziegen, keine Düngung, mind. einmalige Beweidung (285 €)

Maximal für Gänse: mit 10 % Schonflächen, Erstnutzung Mahd (220 €)

Maximal für Robustrassen und Wasserbüffel: Natura-2000-Gebiete „Feuchte Heiden“ Beweidung mit Rindern mit Weidemanagement (450 €)

^g **Baden-Württemberg** (UM Baden-Württemberg 2017):

Wasserbüffel, Robustrassen: extensive Standweide (250 €)

Schafe: mehr als zwei Weidegänge in Hütelhaltung (320 €),

Schafe: Standweide, Koppelweide und ein bis zwei Beweidungsgänge in Hütelhaltung (360 €)

^h **Nordrhein-Westfalen** (LWK NRW 2015a):

Minimal: Vertragsnaturschutz, ab 200 m über NN, **i. d. R. keine Winterbeweidung: kritisch für Wildgatter und Wasserbüffel** (275 €)

bis maximal 680 € für Beweidung bis 200 m über NN, <2 GVE

Mahd minimal: Vertragsnaturschutz, ab 200 m über NN (330 €)

Mahd maximal: Fläche bis 200 m ü NN, ohne Pflegeumbruch und Nachsaat, mit Schnitt ab 15.6. (685 €)

Förderung Nutztierassen

Sofern Nutztierassen in dem jeweiligen Bundesland gefördert werden, wurde die Förderung pro Tier/Zuchttier/Großvieheinheit mit der Besatzdichte pro ha im ungünstigen, mittleren und günstigen Fall multipliziert. Tabelle 50 gibt eine Übersicht über die geförderten Nutztiere und Förderbeträge in den verschiedenen Bundesländern pro Nutztier (Rinder, Schafe, Gänse).

Tab. 50: Übersicht über die geförderten Nutztiere und Förderbeträge in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Bayern, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen. Alle Angaben in €. In den Fußnoten werden die konkret geförderten Nutztierassen angegeben.

Geförderte Nutztierassen	Einheit	MV	BB	SH	NI	BY	ST	BW	NW
Rinder-Robust-rassen	pro Mutterkuh	0	0	0	0	90 ^a	0	120 ^b	200 ^c
	pro Färse 6 Monate–2 Jahre (1 Jahr Förderung)	0	0	0	0	0	0	0	120 ^c
Schafe	pro Mutterschaf	20 ^d	25 ^e	0	25,05 ^f	0	22,50 ^g	0	30 ^c
	je GV		166				150		
Gänse	pro Zuchtgans	0	0	0	75 ^f	0	0	0	0

^a **Bayern** (STMELF Bayern 2019): Murnau-Werdenfelser, pro Mutterkuh 90 €

^b **Baden-Württemberg** (MLR BaWü 2019): Hinterwäldler pro Mutterkuh 120 €

^c **Nordrhein-Westfalen** (LWK NRW 2015b):

Rinder: Murnau-Werdenfelser, Hinterwälder Färse 6 Monate–2 Jahre 120 €, Mutterkuh 200 €;

Schafe: Bentheimer Landschaf, Weiße Hornlose Heidschnucke, Rauhwolliges pommersches Landschaf, Skudde, pro Mutterschaf 30 €

^d **Mecklenburg-Vorpommern** (MLUV MV 2010): bis zu 20 € je eingetragenes Rauhwolliges Pommersches Landschaf

^e **Brandenburg** (MLUL Brandenburg 2018): Skudde (Schaf) 166 € je GVE

^f **Niedersachsen** (LWK Niedersachsen 2015):

Schafe: Weiße Hornlose Heidschnucke, Bentheimer Landschaf;

Gänse: Leinegänse und Diepholzer Gänse, die aktiver Bestandteil der Zuchtpopulation sind (Teilnahme an Lege-, Brut- und Aufzuchtleistung, Exterieurbeurteilung), werden mit bis zu 75 € pro Zuchtbuchgans und Jahr gefördert. Der Zuwendungsempfänger ist verpflichtet, die Nutztierasse über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren zur Zucht zu verwenden.

^g **Sachsen-Anhalt** (MLU Sachsen-Anhalt 2015): Rauhwolliges Pommersches Landschaf, Weiße Hornlose Heidschnucke; 150 € je GVE

6.1.4 Ergebnisse

Die Darstellung der Kosten, Erlöse, Förderungen und Gewinne für die einzelnen Bewirtschaftungsverfahren ist in den jeweiligen Steckbriefen (s. Kap. 7) zu finden. Die folgenden Tabellen 51, 52 und 53 fassen die Kosten, Erlöse und Gewinne aller Bewirtschaftungsverfahren zusammen.

Tab. 51: Übersicht über die Varianten der Bewirtschaftungskosten (in € pro ha und Jahr), jeweils aufsummiert für den ungünstigen, mittleren und günstigen Fall.

		ungünstiger Fall	mittlerer Fall	günstiger Fall
beweidete Flächen	Wildgatter	-787	-870	-771
	Robustrassen	-502	-596	-692
	Wasserbüffel	-921	-921	-921
	Gänse	-2.246	-1.840	-1.569
	Schafe	-1.596	-2.041	-2.437
gemähte Flächen	Streuwiese	-870	-198	-241

		ungünstiger Fall	mittlerer Fall	günstiger Fall
	Rohrkolben	-4.330	-3.630	-2.660
	Dachschilf	-769	-504	-838

Tab. 52: Übersicht über die Erlöse für die einzelnen Bewirtschaftungsverfahren in € pro ha und Jahr, jeweils aufsummiert für den ungünstigen, mittleren und günstigen Fall.

		ungünstiger Fall	mittlerer Fall	günstiger Fall
beweidete Flächen	Wildgatter	403	833	1.507
	Robustrassen	1.179	1.292	2.075
	Wasserbüffel	789	1.184	1.759
	Gänse	2.082	2.182	2.662
	Schafe	452	1.308	2.678
gemähte Flächen	Streuwiese	355	649	1.585
	Rohrkolben (geschätzt)	2.106	3.537	5.400
	Dachschilf	607	1.076	2.380

Tab. 53: Kosten, Erlöse und Gewinne (in € pro ha und Jahr) bei den einzelnen Bewirtschaftungsverfahren für den ungünstigen Fall.

		Kosten	Erlöse	Gewinn
beweidete Flächen	Wildgatter	-787	403	-384
	Robustrassen	-502	1.179	677
	Wasserbüffel	-921	789	-132
	Gänse	-2.246	2.082	-164
	Schafe	-1.596	452	-1.144
gemähte Flächen	Streuwiese	-870	355	-515
	Rohrkolben	-4.330	2.106	-2.224
	Schilf	-769	607	-162

Tab. 54: Kosten, Erlöse und Gewinne (in € pro ha und Jahr) bei den einzelnen Bewirtschaftungsverfahren für den mittleren Fall.

		Kosten	Erlöse	Gewinn
beweidete Flächen	Wildgatter	-869	833	-36
	Robustrassen	-596	1.292	696
	Wasserbüffel	-921	1.184	263
	Gänse	-1.840	2.182	342
	Schafe	-2.041	1.308	-733
gemähte Flächen	Streuwiese	-198	649	451
	Rohrkolben	-3.630	3.537	-93
	Schilf	-504	1.076	572

Tab. 55: Kosten, Erlöse und Gewinne (in € pro ha und Jahr) bei den einzelnen Bewirtschaftungsverfahren für den günstigen Fall.

		Kosten	Erlöse	Gewinn
beweidete Flächen	Wildgatter	-771	1.507	736
	Robustrassen	-692	2.075	1.383
	Wasserbüffel	-921	1.759	838
	Gänse	-1.569	2.662	1.093
	Schafe	-2.437	2.678	241
gemähte Flächen	Streuwiese	-241	1.585	1.344
	Rohrkolben	-2.660	5.400	2.740
	Schilf	-838	2.380	1.542

Insgesamt zeigt sich, dass unter günstigen Bedingungen (u.a. gute Absatzmöglichkeiten, größere Flächen ohne Hindernisse, attraktive Förderprogramme), biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsformen von nassen Niedermooren wirtschaftlich sein können z.B. Beweidung mit Robustrassen, Gänsen und Wasserbüffeln oder Schilfanbau (sofern keine Kosten für Pflanzen und das Stausystem anfallen) und Streuwiese. Sowohl die Kosten als auch die Erlöse können erheblich schwanken, je nachdem, welche Rahmenbedingungen gegeben sind und ob jeweils die Situation eher dem ungünstigen oder eher dem günstigen Fall entspricht (z. B. Streuwiese: Bewirtschaftungskosten von 241 € bis 489 €/ha, Erlöse von 355 € bis 1.585 €/ha). Dementsprechend unterschiedlich schwanken die Gewinne (z. B. im Fall der Streuwiese von -515 € bis 1.344 €/ha).

6.1.5 Diskussion

Die hier dargestellten Kostenabschätzungen geben eine Übersicht zu den ökonomischen Bedingungen für Bewirtschaftungsformen von nassen Niedermoorböden. Sie zeigen, dass biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsformen von nassen Niedermooren unter günstigen Voraussetzungen und durch attraktive Förderprogramme wirtschaftlich sein können. Bei allen Bewirtschaftungsverfahren bestehen noch Datenlücken bzw. Forschungsbedarf zur Umsetzung mit Darstellung realer Kosten und Erlöse für die Umsetzung in großem Maßstab. Selbst bei Bewirtschaftungsverfahren wie der Streuwiesenmahd, bei der eine Vielzahl von detaillierten Informationen für Arbeitskraftstunden bei den verschiedenen Mahdverfahren und Arbeitsschritten vorhanden ist, fehlen noch Informationen dazu, welche Standortbedingungen und Biomasse-Erträge in der Praxis auf Moorstandorten am häufigsten angetroffen werden. Von diesen Standortbedingungen (Größe, bodenfeuchte-bedingte Befahrbarkeit, Bodenunebenheiten, Häufigkeit von Hindernissen, Entfernung zum Betrieb) in Kombination mit den Biomasse-Erträgen (Aufwuchs und Trockenmasse-Gehalt) hängen wiederum die verwendbaren Maschinen, der Arbeitskraftaufwand und die dadurch bedingten Kosten ab. Bei der Kostenabschätzung zur Feuchtwiesen-Mahd wurden die Szenarien auf drei Kombinationen von Gegebenheiten und verwendeten Geräten begrenzt.

Ein besonders großes Informationsdefizit besteht bei dem Bewirtschaftungsverfahren „Rohrkolbenanbau“; hier gibt es noch keine Informationen zu Kosten für reale Umsetzungen und keine Preise für Rohrkolben-Produkte. Bei der Maßnahme „Wildtiergehege“ konnten nur auf Kostenrechnungen für Damwild auf normalen Standorten zurückgegriffen werden, da es

noch keine Veröffentlichungen zu Rotwild bzw. zu Wildtiergehegen auf Moorstandorten gibt.

6.2 Mehrkosten durch die Anwendung von naturschutzfachlichen Maßnahmen

6.2.1 Vorgehen

Durch die Anwendung naturschutzfachlicher Maßnahmen wie z. B. Vorgaben bezüglich einzusetzender Geräte, räumliche und zeitliche Vorgaben etc. entstehen häufig Mehrkosten. Die Höhe dieser Mehrkosten kann sehr unterschiedlich ausfallen. Darum ist eine flexible Anpassung bzw. Ausgestaltung der Förderungen sinnvoll, je nachdem welcher Mehraufwand betrieben wurde. Für einige naturschutzfachliche Maßnahmen (z. B. Einsatz spezieller Geräte) bzw. für bestimmte Bedingungen, die einen deutlich höheren Kostenaufwand erzeugen (z. B. kleinere Fläche), gibt es in den Förderprogrammen einiger Bundesländer bereits zusätzliche Ausgleichszahlungen bzw. differenzierte Ausgleichsmaßnahmen, die sich auch für Paludikulturen nutzen lassen. Da bei der biodiversitätsfördernden Bewirtschaftung von nassen Moorböden aber spezielle Bedingungen herrschen und neue Verfahren angewendet werden, ist zusätzlich eine Anpassung der Fördermöglichkeiten notwendig. Diese Anpassung kann neue Maßnahmen umfassen, aber auch eine höhere Vergütung von bereits etablierten Förderungen bedeuten. Es folgt ein kurzer Überblick, welche zusätzlichen Förderungen für bestimmte Ausgestaltungen derzeit gezahlt werden. Da die zusätzlichen Fördermaßnahmen auf detaillierten Kalkulationen beruhen, die die Länder vor der Programmbewilligung erstellt und notifiziert haben, kann davon ausgegangen werden, dass diese Werte in der Mehrzahl der Fälle bzw. im Durchschnitt stimmen, wobei es auch hier von Standort zu Standort bzw. von Betrieb zu Betrieb Unterschiede gibt. Eigene Nachkalkulationen konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt werden, allerdings sollten alle hier wiedergegebenen, auf den Förderprogrammen beruhenden Mehrkosten mit einem Kostenaufschlag von mindestens 10–20 % versehen werden, da die Kalkulationen bereits einige Jahre alt sind (mind. 5 Jahre) und entsprechende Kostensteigerungen erfolgt sind.

6.2.2 Ergebnisse

- **Einschränkung keine (mineralische) Düngung und kein Einsatz von Pflanzenschutzmittel (PSM)**

Bei der nassen Bewirtschaftung muss auf Düngung und den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der guten fachlichen Praxis verzichtet werden (siehe 5.5). Damit sich eine Umstellung auf eine nasse Bewirtschaftung gegenüber der konventionellen Verfahren lohnt, muss dies trotzdem bei der Honorierung mitgerechnet werden. Generell verringert sich der Ertrag zwar durch den Verzicht auf Düngung bzw. PSM, auf der anderen Seite entstehen dadurch aber auch weniger Kosten (Arbeitsschritt, Kosten für die Düngemittel bzw. PSM). Der Verzicht auf (mineralische) Düngung und den Einsatz von PSM sind Grundvoraussetzung für fast alle Förderungen, d.h. ohne diesen Verzicht bekommt man gar keine Förderung. Da die Förderung bei mindestens 105 €/ha liegt, sollte der Verzicht wirtschaftlich interessant sein.

- **Kein Walzen/Schleppen bzw. keine Bodenbearbeitung**

Zum Schutz von Bodenbrütern, Amphibien und epigäischen Insektenarten sollte auf das Walzen, Schleppen und Striegeln vor der Mahd im Frühjahr verzichtet werden (siehe 5.5). Durch das Walzen/Abschleppen werden Bodenunebenheiten beseitigt und dadurch die Bearbeitbarkeit der Flächen verbessert, außerdem regt es die Bestockung der Gräser an und

kann auch einen Beitrag zur Unkrautregulierung leisten. Die Kosten für das Abschleppen betragen ca. 30 € pro ha und Jahr (KTBL 2018: mit Arbeitsbreite 3m, 37 kW Traktorleistung, bei 2 ha Flächengröße). Den Werbeversprechen der Landtechnik zufolge können damit Mehrerträge von 26–38 % erzielt werden (Volmering Regnerbau + Landtechnik 2019), das wäre bei einem Ertrag von 5 t TM/ha circa 1 t TM Ertrag mehr, der bei mittlerem Mehrertrag ca. 120 € mehr Erlöse erzielen würde. Wenn die durch die höhere Biomasse verursachten Mehrkosten bei der Ernte nicht betrachtet werden, wäre durch das Walzen ein Mehrgewinn von maximal 90 € möglich. Im Vergleich dazu werden in Niedersachsen 33 € pro ha und Jahr für den Verzicht auf Bodeneinebnung auf Moorböden bezahlt (Tab. 54).

Tab. 56: Bodenabschleppen: Kosten, Mehrertrag, Differenz und bestehende Förderung für den Verzicht (€ pro ha).

	Kosten für Abschleppen des Bodens (Einebnung)	Mehrertrag	Differenz	bestehende Förderung
€	ca. 30	120	Max. 90	33
Quelle	KTBL 2018, S. 117	Volmering 2019, Preisniveau siehe „Erlösfaktoren bei der Mahd“		ML Niedersachsen 2016

- **Einsatz spezieller Technik (Messerbalken, Raupen)**

Beim Einsatz eines Messermähwerks fallen im Vergleich zum Mähen mit einem Rotationsmähwerk bei sonst ähnlichen Bedingungen (Arbeitsbreite 2,1 m; 2 ha Fläche, keine Bodenunebenheiten, durchschnittliche Einsatzbedingungen) circa 0,2 Arbeitskraftstunden pro ha mehr an und damit 11 €/ha höhere Arbeitserledigungskosten (KTBL 2005). Die Förderung in Baden-Württemberg und insbesondere in Bayern für Messermähwerke reicht aus, um diese Mehrkosten zu decken – allerdings nur, wenn damit große Flächen bewirtschaftet werden und so die höheren Investitions- und Wartungskosten gedeckt werden (Tab. 55).

Bei der Winterernte von Schilf mit Seiga-Maschinen (Ballonreifen) bzw. Raupen-Mähgeräten fallen Erntekosten von ca. 554 €/ha bzw. ca. 527 €/ha an; im Vergleich dazu kostet die Sommerernte mit normaler Technik (Traktoren, Rotationsmähwerk, Zetter / Schwader, Rundballenpresse) nur ca. 212 €/ha (Dahms et al. 2017). Es ergibt sich eine Differenz von mindestens 315 €/ha. Deshalb ist eine Förderung solcher Spezialmaschinen in dieser Höhe angebracht, um den Mehraufwand auszugleichen. Die Förderung in Bayern für Spezialmaschinen z.B. Raupen-Mähgeräte in Höhe von 190 €/ha deckt die Mehrkosten in diesem Fall nicht (Tab. 55).

Tab. 57: Förderungen (€ pro ha) für den Einsatz spezieller technischer Einrichtungen.

geförderte Technik	zusätzliche Förderung	Bundesland	Quelle
Einsatz spezieller technischer Einrichtungen (z. B. Messerbalkenmähwerk, Zwillingbereifung)	50	Baden-Württemberg	UM Baden-Württemberg 2015
Messermähwerk	120	Bayern	STMELF Bayern 2018
Verwendung von Spezialmaschinen, z. B. Raupen-Mähgeräte	190	Bayern	

Insbesondere für die Bewirtschaftungsverfahren Schilf- und Rohrkolbenanbau wäre die Förderung der Anschaffung und des Einsatzes von Spezialmaschinen interessant, dafür müssten Schilf und Rohrkolben aber zuerst als landwirtschaftliche Kultur anerkannt werden.

- **Begrenzung von Schlaggrößen bzw. Förderung für kleine Schlaggrößen**

Für die Mahd von 0,5 ha großen Flächen mit Rotationsmäherwerk werden 0,6 h/ha mehr benötigt als für die Mahd von 5 ha großen Flächen (KTBL 2005); dies entspricht Mehrkosten von 24 €/ha. Bei der Mahd mit dem Messerbalken wird sogar 1 h/ha mehr Zeit für 0,5 ha große Flächen als für 5 ha große Flächen benötigt; also ist mit 40 €/ha größeren Arbeitserledigungskosten zu rechnen (KTBL 2005; Tab. 56). Die zusätzliche Förderung in Bayern von Mähflächen <0,5 ha von 60 €/ha deckt diese Mehrkosten.

Tab. 58: Förderung für kleinere Schlaggrößen (€ pro ha).

gefördert	zusätzl. Förderung	Bundesland	Quelle
Mahd von Flächen <0,5 ha	60	Bayern	STMELF Bayern 2018
Beweidung von Flächen <2 ha	50	Bayern	

- **Tierschonende Mahd und Stehenlassen von ungemähten Flächen**

Der Mehraufwand für eine Mahd von innen nach außen (mit dem Doppelmessermäherwerk, Arbeitsbreite 1,9 m) im Vergleich zu einer Mahd bei durchschnittlichen Bedingungen erhöht sich mit kleinerer Parzellengröße (KTBL 2005). Auf einer 2 ha großen Fläche werden 0,9 h/ha mehr benötigt, dies entspricht Mehrkosten von ca. 36 €/ha; bei einer 0,5 ha großen Fläche beträgt die Differenz 2,5 h/ha bzw. 100 €/ha (KTBL 2005). Die bisherigen Förderungen in Bayern und Niedersachsen gleichen somit nur den Mehraufwand auf größeren Flächen aus (Tab. 57). Dies ist auch seitens der entsprechenden Agrarumweltprogramme und ihrer Kalkulationsvorgaben so vorgegeben.

Tab. 59: Förderungen für tierschonende Mahd (€ pro ha).

Gefördert	zusätzl. Förderung	Bundesland	Quelle
einseitige Mahd	44	Niedersachsen	ML Niedersachsen 2016
Mahd von innen nach außen; einseitige Mahd	50	Bayern	STMELF Bayern 2018
Erhalt von ganzjährigen Altgrasstreifen/-flächen auf 5-20% der Fläche	50	Bayern	
10 % der Fläche, Mahd erst 6 Wochen nach Mahd der Hauptfläche ³⁴	70	Sachsen-Anhalt	MULE Sachsen-Anhalt 2018
20 % der Fläche, Mahd mind. 4 Wochen nach Mahd der restlichen Fläche, Mahd einmal im Jahr	115	Mecklenburg-Vorpommern	MV Mecklenburg-Vorpommern 2015

³⁴ Das Stehlassen von 10 % der Fläche bei der Mahd dient der Belassung von Rückzugsräumen für die Fauna bei der Mahd, bis sich dann nach ca. 6 Wochen der Aufwuchs der gemähten Fläche wieder so weit entwickelt hat, dass die Flächen von der Fauna genutzt werden.

Gefördert	zusätzl. Förderung	Bundesland	Quelle
bis spätestens 31.8.			
Balkenmäher	270	Bayern	STMELF Bayern 2018

• Spätere Mahd

Nasswiesen, in denen Wiesenvögel brüten, sollten zu deren Schutz nicht vor dem 14.07. gemäht werden. Schilf- und Rohrkolbenröhrichte sollten zum Schutz von spätbrütenden Vogelarten (besonders Rallen) sogar erst ab dem 15.08. gemäht werden (siehe 5.5). Im Rahmen eines alternierenden Grünlandmanagements kann auch ein Wechsel von Früh- und Spätmahd für den Wiesenbrüterschutz notwendig sein (Bellebaum & Tanneberger 2017). In einigen Bundesländern gibt es Förderungen für spätere Mahdzeitpunkte, diese beginnen ab 20. Mai (NRW unter 200 m über Meereshöhe; vgl. frühester geförderter Schnitzeitpunkt 1.6. Bayern, 15.6. Brandenburg, 15.6. Niedersachsen) und gehen bis zu Mahdzeitpunkten nach dem 1.9. (Bayern; vgl. spätester geförderter Mahdzeitpunkt Brandenburg 15.7., Niedersachsen 1.7., NRW über 200 m 1.7.). In der folgenden Tabelle 58 sind daher die Differenzen zwischen der Grundförderung (Verzicht auf Düngung und PSM) und der Mahd ab 1. Juni sowie die Differenz zwischen der Grundförderung zur Mahd ab Juli (verschiedene Schnitzeitpunkte in Klammern) aufgeführt, da damit die meisten Förderungen abgedeckt sind. Es wird deutlich, dass in Bayern wesentlich höhere Förderungen als in den anderen moorreichen Bundesländern gezahlt werden (Tab. 58).

Tab. 60: Zusätzliche Förderung für spätere Mahdtermine (ab Juni oder ab Juli, in Klammern die genauen Zeitpunkte) in € pro ha (nur Mehrförderung für Spätmahd im Vergleich zu Förderung nur des Verzichts auf Düngung und Pflanzenschutz).

zusätzl. Förderung für Mahd ab Juni	zusätzliche Förderung für Mahd ab Juli	Bundesland	Quelle
230 (1.6.)	350 (Mahd ab 1.7.)	Bayern	STMELF Bayern 2018
	225 (Mahd ab 1.8.)	Bayern	
	275 (Mahd ab 1.9.)	Bayern	
185 (1.6.)	Keine angeboten	NRW (unter 200 m)	LWK NRW 2015a
70 (1.6.)	155 (Mahd ab 1.7.)	NRW (über 200 m)	
22 (15.6.)	44 (Mahd ab 1.7.)	Niedersachsen	ML Niedersachsen 2016
10 (15.6.)	31 (Mahd ab 1.7.)	Brandenburg	MLUL Brandenburg 2018
	40 (Mahd ab 15.7.)	Brandenburg	

• Spätere Beweidung

In Flächen mit brütenden Wiesenvögel sollte der Weidebeginn verschoben bzw. die Viehdichte bis zum 14.07. verringert werden (siehe 5.5). In Brandenburg und Niedersachsen gibt es dafür

zusätzliche Förderungen (Tab. 59).

Tab. 61: Zusätzliche Förderung für spätere Beweidung (in € pro ha).

zusätzl. Förderung für Beweidung ab 15.6.	zusätzl. Förderung für Beweidung ab Juli	Bundesland	Quelle
10 (15.6.)	40 (ab 15.7.)	Brandenburg	MLUL Brandenburg 2018
	33 (ab 30.6.)	Niedersachsen	ML Niedersachsen 2016

- **Eingrenzung der Besatzdichten**

Durch die Eingrenzung der Besatzdichten verringert sich der Erlös pro ha. Unterschiede bei den jeweiligen Tierarten können den Maßnahmentexten entnommen werden, bei denen unterschiedlich hohe Besatzdichten für die verschiedenen Fälle der Kostenanalyse angenommen wurden. Allerdings wurde dabei (außer bei der Gänsehaltung) auch im günstigsten Fall eine maximale Besatzdichte von 1,5 GVE angenommen.

Tab. 62: Zusätzliche Förderung für die Eingrenzung von Besatzdichten (in € pro ha).

zusätzl. Förderung	Besatzdichte	Bundesland	Quelle
115	<1.5 GVE/ha	Mecklenburg-Vorpommern	MV Mecklenburg-Vorpommern 2015
70	<1 GVE/ha	Sachsen-Anhalt	MULE Sachsen-Anhalt 2018

Neben diesen naturschutzfachlichen Maßnahmen gibt es auch noch andere Faktoren, die zu Kostenunterschieden führen und bei flexiblen Ausgestaltungen der Förderungen berücksichtigt werden bzw. werden sollten. Zum Beispiel erhöht sich durch eine weite Anfahrt zur Fläche der Zeitbedarf. Bei der Abfuhr von Mähgut (z. B. für 5 t TM/ha Aufwuchs mit 60% TM-Gehalt) mit einem Kurzschnitt-Ladewagen wird mit einem Transportentfernungs-Zuschlag je km von 1,1 h/ha bzw. 33 €/ha gerechnet (KTBL 2005). Demnach fallen bei gleicher Flächengröße für eine Transportentfernung von 5 km im Vergleich zu 2 km Mehrkosten von ca. 100 € an. Im Förderprogramm in Bayern wird eine Entfernung von mindestens 5 km einfach mit 50 € zusätzlich gefördert.

6.2.3 Fazit und Ausblick

Es gibt insgesamt eine Vielzahl potentieller zusätzlicher biodiversitätsfördernder Maßnahmen. Je nach zusätzlicher biodiversitätsfördernder Ausgestaltung ergeben sich dann daraus die entsprechenden Kosten. Diese müssen flächenspezifisch kalkuliert werden, was am besten modulhaft erfolgt.

Dazu sei ein Beispiel näher erläutert: die Mahd von Feuchtwiesen. Zunächst sind die Standard-Kostenkalkulationen dargestellt (entspricht den Angaben im Steckbrief, s. Kap. 7). Zusätzlich sind verschiedene Naturschutzmodule denkbar, die hier am Beispiel von bayrischen Kostensätzen dargestellt sind. Diese Kostensätze sind zum einen als Zusatzkosten aufgeführt, gleichzeitig aber auch als Zusatzerlöse in Form von Fördersätzen. Nach den Vorgaben der Kostenkalkulation für Agrarumwelt- und Vertragsnaturschutzprogramme dürfen mit den Fördersätzen nur die Zusatzkosten/Mehrkosten abgedeckt werden, aber sie dürfen keinen Gewinn abwerfen (insofern sind hier die Kosten identisch mit den Erlösen). Welche Module im Einzelnen mit welchen anderen Modulen kombiniert werden dürfen oder nicht, ist in den

jeweiligen Programmen geregelt, sofern es diese gibt (nicht alle Bundesländer haben so detaillierte Vertragsnaturschutzprogramme wie z. B. Baden-Württemberg und Bayern). Im vorliegenden Beispiel wären – eine Kombinationsmöglichkeit vorausgesetzt – entsprechend der unten dargestellten Tabelle zusätzliche Kosten und Erlöse von bis zu 410 €/ha möglich, was in Relation zu den „normalen Kosten und Erlösen“ ganz beträchtlich ist, aber auch der Realität gerecht wird. Im mittleren Fall bei mittleren Flächengrößen würde sich also eine biodiversitätsfördernde Nutzung von nassen Mooren als Feuchtwiese bei den aktuellen Förderbedingungen grundsätzlich rechnen. Ein großer Gewinn ist nicht erzielbar. Hier wurden allerdings noch nicht die Anschaffungskosten für Spezialtechnik bzw. die Kosten für eine Umstellung der Produktionskette (von trocken auf nass) berücksichtigt.

Tab. 63: Beispiel Feuchtwiesenmahd, * beispielhafte Kostensätze in € /ha am Beispiel von Bayern, vgl. obenstehende Tabellen. Die Erlöse sind identisch mit den Kostensätzen – Erläuterungen dazu im Text.

Kosten- und Erlösfaktoren		ungünstiger Fall	mittlerer Fall	günstiger Fall
Kosten	Mahd	-56 €	-23 €	-23 €
	Zetten	-22 €	-22 €	-19 €
	Schwaden	-49 €	-42 €	-19 €
	per Hand bergen und aufladen, abfahren	-668 €		
	Ballen pressen und Abfahren	-75 €	-111 €	-69 €
	Ladewagen			-111 €
	Gesamt	-870 €	-198 €	-241 €
Erlöse	Ertrag	250 €	330 €	900 €
	Förderung Grünland	105 €	319 €	685 €
Zusatzmodule Naturschutz*	Mahd von Kleinflächen < 0,5 ha	-60 €		
	weite Anfahrt zur Fläche	- 50 €		
	tierschonende Mahd	- 50 €		
	Stehenlassen von Restflächen	- 50 €		
	spätere Mahd	- 200 €		
Gewinn		-515 €	451 €	1.344 €

Da bei umfangreichen Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung der Moorflächen und entwässerten Niederungsstandorte aus Klimaschutzgründen auch stets die Naturschutzperspektiven mitbedacht werden sollten, müssten entsprechende Programme in allen Bundesländern adäquate und modular zusammengesetzte Zusatzfördermöglichkeiten vorsehen. Als Beispiel ist im Anhang ein Ausschnitt aus Kostensätzen des Bayrischen Kulturlandschaftsprogramms und des Bayrischen Vertragsnaturschutzprogramms (STMELF Bayern 2018) dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass die Zusatzfördermodule zu Zusatzkosten von (0) 50 €/ha bis 500 €/ha führen können. Je nach Flächenumfang und Erschwernisgrad könnte ggf. mit einem Durchschnitt von 100-200 €/ha an Zusatzkosten für Naturschutz-adäquate Aufwertungen gerechnet werden (Basis: eigene Abschätzung), wenn dies in einer entsprechenden Programmierung berücksichtigt werden soll.

7 Steckbriefe

Friedrich Birr, Moritz Kaiser, Vera Luthardt, Felix Närmann, Rainer Oppermann, Sonja Pfister & Jutta Zeitz

Im Folgenden werden die Bewirtschaftungsverfahren (siehe Kap. 2) inkl. Auswirkungen auf den Moorstandort und die Biodiversität sowie Kosten/Erlöse in Steckbriefform vorgestellt. So werden der Landwirtschaft und weiteren Interessensgruppen anwendungsbezogene Hilfestellungen bei einer Nutzungsumstellung gegeben. Zusätzlich stehen die aktuellen Steckbriefe im schon früher aufgebauten online-gestützten Entscheidungsunterstützungssystem DSS-TORBOS (www.dss-torbos.de) und auf der Wissensplattform MoorWissen (www.moorwissen.de) zur Verfügung.

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

Schilf produziert auf nassen Standorten auch mit langfristigem Überstau hohe und stabile Erträge. Schilf ist ein bis zu 4 m hoch wachsendes, überflutungs- und salztolerantes Süßgras, dessen Halme nach der Vegetationsperiode aufrecht stehen bleiben und sich so für eine Ernte im Winter eignen. Durch die vegetative Vermehrung werden großflächige, konkurrenzstarke Bestände gebildet. Abgestorbene Rhizome und Wurzeln können zur erneuten Torfbildung beitragen¹. Auch bei der thermischen Verwertung weist Schilf gute Voraussetzungen auf⁵.

Tab. 1: Info-Box: Schilf (*Phragmites australis*)

Wasserstand:	(1) im Sommer -10 bis 0 cm, im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+) bzw. (2) im Sommer 0 bis 20 (40) cm über Flur, im Winter 10 bis 20 (40) cm über Flur (Wasserstufe 6+)
Etablierung:	Pflanzung, Rhizomstecklinge, Leghalme oder natürliche Etablierung nach Wasserstandsanhhebung
Ertrag:	3,6-23,8 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹
Ernte:	jährlich einmal, erste Ernte nach 1-2-(3) Jahren
Verwertung:	ökologische Baustoffe, Bioenergie, Rohstoff für die Lignin- und Zelluloseherstellung
Voraussichtlich langfristige	7 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 5+)
Standort-emissionen (GEST-Ansatz):	0 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 6+)

1 Natürlich etablierte Bestände oder gezielter Anbau?

Welche Standorte sind geeignet?

Degradierete, wiedervernässte Niedermoore mit guter Nährstoffversorgung sind optimal geeignete Standorte für die Etablierung und das Wachstum von Schilfbeständen. Neben einer guten Nährstoffversorgung sind dauerhafte Wasserstände in oder über Flur notwendig^{2,3,4}. Bei einem Überstau bis zu 40 cm über Flur sind höhere Erträge zu erwarten. Leichter Salzwasereinfluss wird toleriert⁵.

Kommen natürlich etablierte Bestände für die Verwertung in Frage?

Natürlich aufgewachsene, langlebige Röhrichte sind nicht geeignet für eine intensive Nutzung als Paludikultur. Schilf kann aber auf landwirtschaftlichen Flä-



Abb. 1: Mahd eines Schilfröhrichts mit raupenbasierter Technik (Foto: F. Birr, 12/2018)

chen nach einer Wiedervernässung spontan auftreten oder speziell angebaut und genutzt werden. Bei natürlicher Vegetationsentwicklung können nach Wiedervernässung zwei bis zehn Jahre bis zur ersten Ernte vergehen^{2,6}. Dies ist abhängig von der Flächengröße, den Standorteigenschaften und von der Größe und Anzahl von Schilfvorkommen z. B. in Gräben, von wo aus sich die Art ausbreiten kann. Einmal etabliert kann der Schilfbestand in Dauerkultur oder als Dauergrünland (v. a. spontan etablierte, lichtere Bestände) genutzt werden⁵.

In welchen Fällen lohnt sich ein Anbau?

Anbau ist eine Option, wenn schnell und sicher Biomasse produziert werden soll, die die Qualitätsanforderungen für eine stoffliche Verwertung erfüllt und so die Investitionskosten deckt. Nach Anpflanzung dauert es zwei bis drei Jahre bis die Bestände beerntet werden können^{4,6,7}. Um den Anforderungen an Dachreet zu genügen, ist i. d. R. ein längerer Zeitbedarf notwendig. Generell stellt Schilf wenig Anforderungen an die Anbaufläche – kleinräumige Standortunterschiede in Bezug auf Nährstoffe und Wasserstand werden toleriert⁵. Wichtig ist, dass beide Faktoren – Wasser und Nährstoffe – in hohem Maße vorhanden bzw. wiederherstellbar sind.

Stickstoff ist meist der limitierende Nährstoff für optimale Wachstumsbedingungen. Ein pH-Wert unter 4 wirkt sich ungünstig auf das Wachstum der Pflanzen aus. Schilf zeigt sich außerdem empfindlich gegenüber Akkumulationen anaerober Abbauprodukte (Sulfide, Ammonium, organische Säuren)²².

Worauf muss man beim Anbau achten?

Die Flächen sollten vor der Pflanzung gemäht, das Mahdgut abtransportiert und anschließend vertikutiert werden. Nach der Anpflanzung ist zur Absicherung des guten Anwachsens der Pflanzen und zur Unterdrückung der aufkommenden Konkurrenzarten eine kurzfristige flache Überstauung zu empfehlen⁷. Während der ersten beiden Jahre darf die Schilfanbaufläche nicht zu hoch, nur bis zu 5 cm überstaut

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

werden, da erst größere zusammenhängende Schilfbestände mit einem voll ausgeprägten Rhizomsystem höhere Wasserstände ertragen^{5,6,8}.

Eine Aussaat ist ebenfalls möglich, die Bedingungen für eine erfolgreiche Bestandsbegründung sind aber eng gefasst. Die Samen keimen nur auf nassem Boden. Ein Überstau ist dabei unbedingt zu vermeiden. Die Keimlinge sind anfällig gegenüber Austrocknung, brauchen eine konstante Wasserversorgung und stehen aufgrund langsamen Wachstums in Konkurrenz mit anderen Pflanzen. Schilf, das aus Rhizomen etabliert wird, kann dagegen temporäre Trockenheit vertragen²².

Welches Pflanzmaterial kann verwendet werden?

Die Pflanzung von Schilf kann durch aus Samen gezogenen Setzlingen, Halmstecklingen und Rhizomstecklingen erfolgen. Am erfolgreichsten erwies sich die Anzucht von Jungpflanzen aus Samen im Gewächshaus^{6,7,10}. Die Samen sollten im Winter einer dem Anbaubereich nahen und standörtlich vergleichbaren Population entnommen werden, nachdem sie einige Tage Frost erfahren haben^{4,6}. Trocken gelagert sind sie ein bis vier Jahre keimfähig. Saatgut hochproduktiver Schilftypen ist nur bei entsprechend hoher Nährstoffversorgung der Anbaufläche zu empfehlen⁵. Eine Direktaussaat von Schilfsamen ist im späten Frühjahr auf vegetationsfreiem Boden mit Wasserständen in Flurhöhe ebenfalls möglich¹. Ein Überstau sollte dabei unbedingt vermieden werden²². Generell ist die Etablierung von reinen Schilfbeständen durch Direkteinsaat aufgrund des langsamen Wachstums der Keimlinge, deren Empfindlichkeit gegenüber Überstau oder Austrocknung sowie Konkurrenzen mit Gräsern limitiert²³.

Es bestehen genetisch fixierte Unterschiede in den Standortansprüchen²⁶, was im Aufbau des Bestands zu beachten ist: bei vergleichbaren Standortbedingungen werden verschiedene Bestandsstrukturen erzielt²⁷. Die genetische Variabilität führt dabei zu Unterschieden in Bezug auf Halmlänge, Halmdichte, Trockenmasse und Stickstoff-Gehalt bei den Beständen²⁵.

Wann ist der richtige Pflanzzeitpunkt?

Wenn die Jungpflanzen etwa zehn Halme ausgebildet haben, die mind. 20 cm hoch sind, können sie ins Freiland ausgepflanzt werden^{6,7,9}. Die Pflanzzeit beginnt nach den letzten Nachtfrösten im Juni und endet im August. Je nach gewollter Etablierungsdauer beträgt die Pflanzdichte zwischen 0,25 und 4 Pflanzen je m²^{7,9,22,23}. Bei niedrigen Wasserständen kann mit herkömmlichen Pflanzmaschinen gepflanzt werden⁵.

2 Ernte

Welcher Ertrag ist zu erwarten?

Abhängig von Standort und Genotyp können bei einer Ernte im Sommer (August/September) 6,5-23,8 t TM ha⁻¹ a⁻¹, im Winter 3,6-15 t TM ha⁻¹ a⁻¹ erwartet werden¹¹. Dies entspricht einem Energieertrag (Winterernte) von 16-66,5 MWh ha⁻¹ a⁻¹. Damit könnten 1.600-6.650 l ha⁻¹ a⁻¹ Heizöläquivalente eingespart werden¹. Die Produktivität von Schilf hängt in erster Linie von der Wasserverfügbarkeit ab²⁴.

Welcher Erntezeitpunkt ist am besten und warum?

Der Erntezeitpunkt richtet sich nach der angestrebten Verwertungsart der Biomasse bzw. die Verwertungsart muss dem Erntezeitpunkt entsprechend gewählt werden.

Schilf für Dachreet wird traditionell jährlich zwischen Januar und Ende Februar geerntet, wenn die Halme trocken und die meisten Blätter bereits abgefallen sind. Um Schäden am Boden und an den Pflanzen zu vermeiden, ist die Ernte bei gefrorenem Boden zu empfehlen.

Wird die Ernte mit dem Ziel einer energetischen Verwertung (Pellets, Briketts) im Winter vollzogen, sollte sie so spät wie möglich durchgeführt werden. Der Wassergehalt sinkt im Jahresverlauf kontinuierlich ab, so dass bei einer Winterernte eine verbesserte Lagerfähigkeit und höhere Heiz- und Brennwerte erreicht werden^{12,13,14}. Eine Mahd alle zwei Jahre erhöht die Verbrennungseignung durch den Anteil an Althalmen zusätzlich, da sie weniger verbrennungskritische Elemente enthalten, als die Halme aus dem aktuellen Jahr.

Für eine Verwertung in der Biogasanlage ist dagegen ein möglichst früher Erntetermin im Sommer sinnvoll, um eine hohe Gasausbeute zu erzielen. Dadurch wird allerdings die Konkurrenzkraft des Schilfs geschwächt und gleichzeitig der Nährstoffentzug erhöht. Eine sporadische Sommermahd kann die Qualität des Schilfs (z. B. Verbesserung der Biometrie von Dachreet) verbessern. Über mehrere Jahre hinweg wird die Produktivität des Schilfs aber zurückgehen und andere Pflanzenarten (z. B. Seggen) treten an seine Stelle.

In welchem Zyklus kann geerntet werden?

Bei Schilf kann eine jährliche Mahd im Winter insbesondere auf nährstoffärmeren Standorten zur Abnahme von Erträgen führen. Ausreichend Nährstoffe stehen auf wiedervernässten Niedermoorflächen zur Verfügung, so dass eine jährliche Wintermahd möglich ist. Wird die Biomasse für eine Verwertung im Sommer benötigt, sollte nur alle 3-5 Jahre geerntet werden, damit die Schilfbestände nicht zu stark geschädigt werden¹⁵.

Schilfröhrich (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

Was ist bei der Mahd zu beachten?

Bei der Ernte von Schilf sollte auf eine Maschinenschnitthöhe von mind. 30 cm geachtet werden, da Halmstoppeln, die nach dem Schnitt überflutet werden, ausfaulen und nicht wieder austreiben. Die Schnitthöhe sollte sich an lokalen, jährlichen Wasserstandsschwankungen orientieren und mögliche Überflutungsereignisse berücksichtigen. Wird Schilf für Dachreet verwertet, sollte die Schnitthöhe außerdem nicht höher als 50-80 cm liegen, da das Reet sonst nur eine geringe Bruchfestigkeit hat^{8,16}.

3 Infrastruktur und Logistik

Von welchen Faktoren ist die Wahl der Erntetechnik und des Ernteverfahrens abhängig?

Diese sind abhängig von:

- den Flächeneigenschaften (Größe, Zuschnitt, Tragfähigkeit),
- den Feuchteverhältnissen (z. B. Überstau),
- dem Erntezeitpunkt,
- der Biomasseform/-verwertung (frische vs. trockene; lange Halme, Häckselgut, Rundballen, Bunde, ...),
- dem Biomasseabtransport (aufgesattelter Bunker, Ladewagen mit Pick-up, separates Transportfahrzeug) und
- der Lage der Erntefläche (z. B. Zufahrtswege).

Oberste Priorität bei der Wahl des Erntekonzeptes ist die Minimierung von Boden- und Rhizomschäden!

Die Ernte kann grundsätzlich in einem oder in getrennten Arbeitsschritten erfolgen. Nur bei hohen Wasserständen muss die Ernte — Mahd, Aufnahme, Abtransport — in einem Arbeitsgang durchgeführt werden¹⁷.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

Einen Überblick über die Eignung vorhandener Technik, die zur Bewirtschaftung nasser Moorstandorte eingesetzt wird, gibt Tab. 2.

In Abhängigkeit der genannten Faktoren ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen:¹⁷

- Oszillierende Mähwerke (Schwadablage möglich),
- Rotationsmähwerk (Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar, zum Schutz der Biodiversität allerdings nicht empfohlen),
- Feldhäcksler, Mulcher (direktes Einblasen der Biomasse in Bunker bzw. Hänger möglich),
- Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Haspel, Einzugschnecke),
- Mähwerk für Dachschiß mit Messerbalken (mit oder ohne Vorreinigung der Schilfbunde durch rotierende Bürsten, Zuführung der trockenen, aufrechten Schilfhalme per Spindel oder mit Zinken besetzter Kette zum Binder, ggf. Transport per

Förderband zur Ladefläche, Annahme der Bunde per Hand).

Anbieter für Spezialtechnik (meist raupenbasiert), die sich für die Ernte von Niedermoorbiomasse eignet, sind z. B. Brielmaier, Mera-Rabeler, Hanze Wetlands, loglogic, Meyer-Luhdorf oder Ale Stoker.

Tab. 2: Technik für die Bewirtschaftung nasser Moorstandorte¹⁷

Technik	Einsatzbereiche und Vorteile	Grenzbereiche und Nachteile
Angepasste Grünland-technik: Schlepper mit Terra- oder Zwillingsreifen und leichter Ballenpresse mit Tandemachse, ggf. Bogieband/Delta-Laufwerke	- Einsatz in Übergangsbereichen (mäßig vernässt), in trockenen Jahren bzw. bei Frost - hohe Flächenleistung - bei der Mahd Beräumung der Biomasse möglich	- Einsatzmöglichkeit durch Wasserstand bzw. Witterung limitiert - Biomasseabtransport problematisch: ggf. gewichtsbedingt eine einzelne Abfuhr der Ballen zum Flächenrand erforderlich
Kleintechnik: Eichachs- oder Kleintraktor mit Balkenmäherwerk	- Einsatz zur Pflege von Feuchtwiesen - i. d. R. nur Mahd; selten Beräumung der Biomasse	- geringe Flächenleistung/ hohe flächenbezogene Kosten - keine großflächige Biomassegewinnung möglich
Radbasierte Spezialtechnik: Seiga-Maschinen (zwei- oder dreiachsig) mit Ballonreifen	- Einsatz in der Schilfernte - besonders bei Wasserüberstau - geringes Maschinengewicht und Ballonreifen sorgen für geringen Bodendruck	- Seiga wird nicht mehr produziert, nur alte Maschinen bzw. Nachbauten im Einsatz - begrenzte Motorleistung - ggf. Bodenschäden durch Schlupf
Kettenbasierte Spezialtechnik: Umbauten von Pistenraupen aus Skigebieten	- Landschaftspflege und Biomasseernte (z. B. Schilfernte) - auch bei Überstau - breite Ketten, geringer Bodendruck	- keine Straßenfahrten, Transport per Tieflader - ggf. Bodenschäden durch Abscheren bei Kurvenfahrten

Welche Besonderheiten sind bei Abräumung, Transport und Lagerung der Biomasse zu beachten?

Für die Abräumung wird die Biomasse als Häckselgut entweder direkt geerntet oder nach Ablage im Schwad von einem Häcksler bzw. Ladewagen aufge-

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

nommen. Für eine Kompaktierung der Biomasse dienen aufgesattelte oder angehängte Rundballenpressen. Pressen für große Quaderballen sind für nasse Moorstandorte nicht geeignet. Wenn der Biomasse-transport zum Flächenrand durch ein separates Transportfahrzeug erfolgt, ist ebenso wie bei den Erntemaschinen die begrenzte Zuladekapazität aufgrund der geringen Tragfähigkeit der Moorböden zu berücksichtigen. Zum Umladen von Bündeln eignen sich Schlepper mit Frontlader oder Zange bzw. Kräne. Gelagert werden können die Bündel wie auch Ballen in Mieten oder überdachten Lagern¹⁷.

Was ist bei der infrastrukturellen Erschließung der Fläche zu beachten?

Eine streifen- bzw. kreuzförmige Erschließung der Fläche ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbelastung auf mehrere Fahrtrassen beim Abtransport der Biomasse. Die Einrichtung zusätzlicher Zufahrten, die Verfestigung der Wege durch Anlegen von Dämmen oder Stärkung der Fahrtrassen und die Anlegung befestigter Lager- und Umschlagplätze am Feldrand verringern die Gefahr einer Schädigung des Bodens durch die Erntetechnik¹⁷.

4 Verarbeitung und Vermarktung

Welche stofflichen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Traditionell werden Schilfhalme als Dach- und Dämmstoff eingesetzt. Trotz einer stetig wachsenden Nachfrage nach ökologischen Baustoffen werden etwa 80 % des in Deutschland verwendeten Dachreets importiert³⁰. Neuere Entwicklungen sind die Herstellung von Dämmputz aus Schilffasern und Brandschutzplatten aus Schilf^{31,32}. Weiterhin stellt Schilf einen idealen Rohstoff für die Lignin- und Zellulosegewinnung dar, welche in der Bioökonomie Verwendung finden^{5,30}. Betriebswirtschaftliche Simulationen zeigen, dass eine stoffliche Verwertung der Biomasse die höchste Profitabilität bietet³³.

Für die Verwendung als Dachreet ist ein Wassergehalt von höchstens 18 % erforderlich. Dies ist normalerweise bei einer Winterernte gegeben. Nur lange, gerade und flexible Halme genügen den Anforderungen. Abhängig von der Länge der Halme (1,5-2,3 m) sollte der Durchmesser zwischen 3-12 mm liegen³⁰.

Die Schilf-Brandschutzplatte wird aus der im Winter geernteten Schilfganzpflanze im Verbund mit einem Mineralkleber hergestellt. Schilf ist hierbei Substitut für Getreide- oder Rapsstroh, da es ähnliche Eigenschaften aufweist. Mit der Technologie können auch weitere Verbundkörper hergestellt werden. Ein Hersteller ist z. B. die Strohplattenwerk Müritz GmbH²⁴.

Die Firma Egginger bietet Schilfstuckaturen als Putzträger (ohne Dämmwirkung) für Lehm- oder Kalkputze an. Schilf als Dämmputz (Dämmunterputz und

Deckputz) ist im Projekt VIP an der Universität Greifswald entwickelt worden, aber noch nicht marktreif eingeführt worden. Schilf eignet sich weiterhin als Zuschlagstoff für Lehmbaumstoffe, wie Schilf-Lehmplatten²³.

Die Firma Hiss Reet (Bad Oldesloe) bietet eine breite Palette von Schilfprodukten im Handel an. Neben Reetdächern werden Baustoffe (Wärmedämmung, Lehmputze), Akustik-Absorber sowie Schilf als Sichtschutz, zur Gartengestaltung und als Sonnenschirme angeboten.

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Halmgutartige Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Briketts und Pellets verwendet werden. Die Kompaktierung veredelt den Rohstoff, erhöht die Transportwürdigkeit und erleichtert das Brennstoffhandling²⁴. Bei einer Ernte im Sommer kommt eine Verwertung in der Biogasanlage in Betracht. Gut zerkleinert und in geringen Mengen kann die Biomasse in Nassvergärungsanlagen eingesetzt werden. Bei alleiniger Verwertung eignet sich ausschließlich die Feststofffermentation (Trockenvergärungsverfahren). Weiterhin kann halmgutartige Biomasse durch pyrolytische Verkohlung (thermochemische Zersetzung unter Sauerstoffabschluss) zur Produktion von Pflanzenkohle zum Einsatz kommen¹⁹. In der Regel ist die direkte Verfeuerung dem Einsatz in der Biogasanlage vorzuziehen. Betriebsspezifische Rahmenbedingungen geben am Ende den Ausschlag (Maschinen-, Anlagenauslastung etc.)²⁴.

Welche Eigenschaften sind für die stoffliche Verwertung notwendig?

In den meisten Fällen weisen die Ernteprodukte noch nicht die erforderlichen Eigenschaften für die direkte Verarbeitung zu Produkten auf, weshalb der Endverarbeitung eine Konditionierung der Biomasse vorausgeht. Auf diese Weise wird die Biomasse zu homogenen reproduzierbaren Chargen veredelt, die dann für eine breite Nutzung verfügbar sind. Die Konditionierung kann durch einfache Methoden wie Quetschen, Reißen, Schneiden, Mahlen und Silieren oder durch die Kombination einzelner Schritte erfolgen²⁰.

Welche Eigenschaften besitzt Schilf als Brennstoff?

Der Brennwert von Schilf liegt nur geringfügig niedriger als der von Holz. Bezüglich der Qualität ist Schilf als halmgutartiger Brennstoff wesentlich besser geeignet als Getreidestroh, da die Winterernte die Verbrennungseignung enorm verbessert. Der Aschegehalt ist wie bei vielen halmgutartigen Brennstoffen mit über vier Prozent relativ hoch. Eine Verschlackungsgefahr besteht aufgrund hoher Ascheerweichungs-

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

temperaturen nicht²⁴. Tab. 3 zeigt verbrennungsrelevante Eigenschaften von Schilf im Vergleich mit Fichtenholz und Roggenstroh.

Tab. 3: Verbrennungsrelevante Eigenschaften im Vergleich

	Asche- gehalt (% TM)	Brenn- wert (MJ/kg)	Flüchtige Bestandteile (%-wasser- u. aschefrei)	Be-
Fichtenholz mit Rinde¹³	0,6	20,2	82,9	
Schilf¹³	4,3	18,5	69	
Roggen- stroh¹³	4,8	18,5	76,4	

Wie müssen die Verbrennungsanlagen an die entsprechende Biomasse angepasst sein?

Eine automatische Ascheaustragstechnik ist an größeren Anlagen erforderlich. Ohnehin sollte für Schilf eine für Halmgut angepasste Technik genutzt werden, z. B. Wirbelschichtfeuerung oder Zigarrenfeuerung¹⁸.

Eignen sich Zertifikate/Umweltkennzeichen als Vermarktungsstrategie?

Durch Umweltkennzeichen wie z. B. den Blauen Engel werden die Umwelteigenschaften als Teil der Produkteigenschaften sichtbar. Durch Zertifikate werden diese von Dritten bestätigt. Den Kosten für die Zertifizierung stehen als Nutzen höhere Marktanteile, die Schaffung einer Marktnische, eine höhere Zahlungsbereitschaft oder der Zugang zu bestimmten Märkten gegenüber.

Für die stoffliche Nutzung von Schilf können die Zertifizierungssysteme für Baustoffe von „nature plus“, „Cradle to cradle“ und „Blauer Engel“ genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

Für die energetische Nutzung von Niedermoorbiomasse kann das „Grüne Gas“-Label, das „Grüner Strom“-Label oder auch das „ISCC-System“ genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

5 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung ist der Eintrag der Fläche als Feldblock/Schlag beim Amt für Landwirtschaft. Die Anerkennung des Schilfanbaus im Sinne von Paludikultur als landwirtschaftliche Bodennutzung steht derzeit noch aus. Eine Änderung der agrarpolitischen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen wird aktuell geprüft.

Naturschutzfachliche Restriktionen zur Mahd von natürlich etablierten Schilfbeständen sind in § 39 Absatz 5 Satz 3 BNatSchG dargestellt und z. B. in Mecklenburg-Vorpommern durch die „Richtlinie zur Mahd von Schilfrohr in Röhrichten“ (AmtsBl. M-V 2000, S. 1175) differenziert gefasst. Weitere Informationen sind in Czybulka & Kölsch (2016)²¹ zu finden.

Welche Fördermittel gibt es?

Da Schilf derzeit von der EU nicht als landwirtschaftliche Kulturpflanze eingestuft ist, ist die Flächennutzung mit Schilf als Dauergrünland oder Dauerkultur nicht sicher förderfähig (Direktzahlungen, Agrarumweltprogramme). Aktuell wird die Anerkennung von Nasskulturen in der Landwirtschaft vor dem Hintergrund der Klimaschutzwirkung diskutiert. Es ist zu erwarten, dass zukünftig Fördermöglichkeiten entstehen.

In Brandenburg wird über die AUKM „Moorschonende Stauhaltung“ ein hoher Wasserstand, sowie die Anschaffung moorschonender Technik über die Förderrichtlinie „ProMoor“ finanziell unterstützt. Außerdem stehen weitere Fördermöglichkeiten für Pilotvorhaben zur Verfügung (z. B. NBank, Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe).

Wie ist der Stand der Umsetzung des Verfahrens?

Natürlich etablierte Schilfbestände werden seit Jahrhunderten geerntet und vielseitig genutzt. Die Gesamtfläche ist aber rückläufig. In Mecklenburg-Vorpommern werden beispielsweise nur noch etwa 550 ha natürlicher Schilfbestände für Dachreet regelmäßig genutzt. Als landwirtschaftliche Kultur wird Schilf vor allem aufgrund der derzeitigen ungünstigen förderrechtlichen Rahmenbedingungen noch nicht angebaut. In Pilotversuchen wurde Schilf aber mehrfach erfolgreich etabliert^{4,7,18}. Aktuelle Schilfanbauprojekte finden 2016-2020 in Bayern (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>) und Mecklenburg-Vorpommern (<https://www.moorwissen.de/prima>) statt.

6 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Eine nasse Niedermoorbewirtschaftung mit Wasserständen von 5+ und 6+ (in Flur bis Überstau) sorgt für einen dauerhaft wassergesättigten Torfkörper. Damit wird nicht nur der Torferhalt sichergestellt, sondern Schilf ist auch ein Torfbildner²⁸. Bei Wasserständen um Flur sind bei Schilf typischerweise Standortemissionen von ~7 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Diese bestehen hauptsächlich aus Methan (CH₄), einem starken, aber nur kurzzeitig wirksamen Treibhausgas. Bei höheren Wasserständen wird die Klimawirkung der CH₄-Emissionen ausgeglichen, weil

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

durch die erhöhte Wüchsigkeit des Schilfes der Atmosphäre CO₂ entzogen wird. Deshalb sind bei auch im Sommer überstauten Flächen langfristig in der Summe keine Standortemissionen zu erwarten (~0 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr). Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Um stark erhöhte CH₄-Emissionen bei der Etablierung von Schilf zu vermeiden, sollte ein plötzlicher Überstau bei gleichzeitig hoher Nährstoffverfügbarkeit, z. B. durch leicht zersetzbares organisches Material, verhindert werden²⁹.

Schilfstandorte stellen bei permanenten Wasserständen über Flur durch Null-Emissionen nach momentanem Wissensstand die klimaschonendste aller Bewirtschaftungsverfahren dar und sollten deshalb großflächig etabliert werden.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Durch die Mahd mit Beräumung wird der Aufbau einer Streuschicht in Schilfröhrichten eingeschränkt und die Lichtverfügbarkeit in Bodennähe erhöht. Hiervon profitieren vor allem kleine und langsam wachsende Pflanzenarten, so dass sich heterogenere und artenreichere Schilfröhrichte im Vergleich zu ungenutzten Beständen entwickeln können. Dieser Effekt ist bei der Sommermahd stärker ausgeprägt als bei der Wintermahd. In der Regel ist diese Entwicklung auch mit einer Erhöhung der faunistischen Artenvielfalt verbunden. Von der Mahd profitieren vor allem Offenlandarten sowie licht- und wärmeliebende Arten. Jedoch wirkt die Mahd auf die Fauna durch direkte physische Schädigung (Verletzung/Tod) auch hemmend. Zusätzlich werden durch die Entfernung der oberirdischen Biomasse vor allem schattenliebende und streuabbauende Arten in ihrer Entwicklung eingeschränkt. Zur Abmilderung der hemmenden Effekte, wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. oszillierende statt rotierende Mähwerke, Hochschnitt), die Anlage von einjährigen Rotationsbrachen, die biodiversitätsfördernde Gestaltung von Gräben (z. B. einseitige Grabenpflege) sowie die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen.

7 Kosten und Erlöse

Die Kosten wurden LUP (2012)³⁴ entnommen. Für den Anbau des Schilfbestandes kann mit ca. 2.760 €/ha gerechnet werden, hierbei sind die Materialkosten für die Pflanzen (5.000 Pflanzen/ha, 0,44 € pro Pflanze) und die Arbeitskosten berücksichtigt³⁴. Ab dem 4. Jahr nach der Anlage ist eine Ernte möglich. Für eine Laufzeit von 30 Jahren mit 26 Erntejahren ergibt sich pro Jahr und ha eine Annuität von 224 €³⁴. Es wird davon ausgegangen, dass die Erntekosten für Dachschilf den Erntekosten für Schilf-Ballen ähnlich

sind^{18,34,35}. Für die Mahd wird eine umgebaute Pistenraupe inklusive Mähwerk und aufgesattelter Ballenpresse genutzt¹⁸. Die Ballen werden mit einer „normalen“ Ballenpresse zu Rundballen gepresst und per Teleskoplader mit einer Ballenzange aufgeladen¹⁸. Die Kosten sind überwiegend abhängig vom Ertrag pro ha, im ungünstigsten Fall wird von einem Ertrag von 6 t TM ausgegangen, im mittleren von 8 t TM und im günstigsten Fall von einem Ertrag von 12 t TM.

Das Schilf kann energetisch (Verbrennung) oder stofflich als Dachschilf verwendet werden. Für die Vergärung in der Biogasanlage ist Schilf nur bedingt geeignet, da viele Anlagen technisch nicht an die Verwertung angepasst sind. Bei der Verwertung als Baustoff werden die höheren Erlöse erzielt, die Erlöse sind Wichmann (2016)³⁵ entnommen.

Tab. 4: Kosten und Erlöse für stofflich und energetisch verwertetes Schilf im Anbau (je Hektar und Jahr)

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Kosten ³⁴	Pflanzung	-224 €	-224 €	-224 €
	Mahd	-220 €	-260 €	-340 €
	Pressen	-144 €	-192 €	-288 €
	Transport	-55 €	-74 €	-110 €
	Gesamt	-643 €	-750 €	-962 €
Erlös ³⁵	Ertrag energetisch	225 €	520 €	1.650 €
	Ertrag stofflich (Dachschilf)	570 €	1.000 €	2.500 €
Gewinn	energetisch	-418 €	-230 €	688 €
	stofflich	-73 €	250 €	1.538 €

8 Weiterführende Informationen

Quellen

¹Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichmann, W. & Schröder, C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 63 S. Greifswald: Universität Greifswald.

²Koppisch, D., Roth, S. & Hartmann, M. (2001): Vom Saatgrasland zum wieder torfspeichernden Niedermoor - die Experimentalanlage in Am Fleetholz/Friedländer Große Wiese. In: Landschaftsökologische Moorkunde (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 497-504. Stuttgart: Schweizerbart.

³Ostendorp, W. (1994): Bonitierung von Schilfröhrichten. Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 8: 65-84.

⁴Tschoeltsch, S. (2008): Reet: Vom Anbau bis zum Dach. Das Reetprojekt aus der Eider-Treene-Sorge Niederung. 59 S. Horstedt: Verein zur Förderung der Kulturlandschaft e.V.

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

- ⁵Greifswald Moor Centrum (2016): Schilf (*Phragmites australis*) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Schilf.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ⁶Hawke, C. & José, P. (Hrsg.) (1996): Reedbed management for commercial and wildlife interests. 212 S. London: Royal Society for the Protection of Birds.
- ⁷Timmermann, T. (1999): Anbau von Schilf (*Phragmites australis*) als ein Weg zur Sanierung von Niedermooren — eine Fallstudie zu Etablierungsmethoden, Vegetationsentwicklung und Konsequenzen für die Praxis. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, Bd. 38: 111-143.
- ⁸Haslam, S.M. (2010): A book of reed. (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel). 254 S. Cardigan: Forrest.
- ⁹Kersten, U., Lindner, H., Melzer, R., Rehberg, U., Staack, R. & Werner, W. (1999): Ergebnisse des Projektes "Regeneration und alternative Nutzung von Niedermoorflächen im Landkreis Ostvorpommern". 57 S. Anklam: Stiftung Odermündung, Regionalverband für dauerhafte Entwicklung e.V.
- ¹⁰Lemm, R. (2005): Anbau von Schilf als nachwachsender Rohstoff für die Verwendung auf Reithdächern. Oldenburg: Fakultät V Mathematik- und Naturwissenschaften.
- ¹¹LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.
- ¹²Obernberger, I. & Thek, G. (2010): The pellet handbook. The production and thermal utilisation of biomass pellets. 549 S. London, Washington: Earthscan.
- ¹³Oehmke, C. & Wichtmann, W. (2016): Kritische Inhaltsstoffe von Festbrennstoffen aus Paludikultur In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, W., C. Schröder & H. Joosten), S. 50-51. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹⁴Wulf, A., Wichtmann, W., Barz, M. & Ahlhaus, M. (2008): Energy Biomass from rewetted peatlands for combined heat and power generation. In: Energy Biomass from rewetted peatlands for combined heat and power generation (hrsg. von A. Wulf, W. Wichtmann, M. Barz & M. Ahlhaus), S. 187-194. Stralsund: FH-Stralsund.
- ¹⁵Asaeda, T., Rajapakse, L., Manatunge, J. & Sahara, N. (2006): The Effect of Summer Harvesting of *Phragmites australis* on Growth Characteristics and Rhizome Resource Storage. Hydrobiologia 553 (1): 327–335.
- ¹⁶De Buhr, H. (2007): Auswirkung unterschiedlicher Nutzungsbedingungen auf Schilfbestände am Großen Meer bei Emden und Möglichkeiten der qualitativen Optimierung des Mahdgutes. 168 S. Diplomarbeit an der Universität Oldenburg. Oldenburg: Fakultät V Mathematik und Naturwissenschaften.
- ¹⁷Wichtmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016): Landtechnik für nasse Moore. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 63-70. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹⁸Wichtmann, S. & Wichtmann, W. (Hrsg.) (2009): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). 190 S. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald und DUENE e. V.
- ¹⁹Wagner, H. & Kaltschmitt, M. (2016): Box 3.11: Konversionsprinzipien. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 46. Stuttgart: Schweizerbart.
- ²⁰Wiedow, D. & Burgstaler, J. (2016): Stoffliche Nutzung von Biomasse aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 43-45. Stuttgart: Schweizerbart.
- ²¹Czybulka, D. & Kölsch, L. (2016): Rechtliche Rahmenbedingungen der Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 143-149. Stuttgart: Schweizerbart.
- ²²Geurts, J. & Fritz, C. (Hrsg.) (2018): Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report Cinderella Project. 71 S. Nijmegen: Radboud University.
- ²³Brix, H. (2003): Plants used in constructed wetlands and their functions. In: Proceedings of the 1st international seminar on the use of aquatic macrophytes for wastewater treatment in constructed wetlands, Lisboa, Portugal (May 2013): 1-30.
- ²⁴Universität Greifswald (2013): Endbericht VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur. <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/projekte/vip/endbericht/Endbericht%20%20BMBF%20Verbundprojekt%20VIP%20-%20Vorpommern%20Initiative%20Paludikultur.pdf>. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ²⁵Koppitz, H. & Buddrus, K. (2004): Wachstum, Produktivität, Stickstoffhaushalt und genetische Diversität einer Schilfpflanzung auf degradiertem Niedermoor. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 43(2): 5-26.
- ²⁶Kühl, H., Woitke, P. & Kohl, J.-G. (1997): Strategies of nitrogen cycling of *Phragmites australis* at two sites different in nutrient availability. Int. Revue ges. Hydrobiol. 82: 57-66.
- ²⁷Wichtmann, W. & Succow, M. (2001): Nachwachsende Rohstoffe. In: Ökosystemmanagement für Niedermoore (hrsg. von R. Kratz & J. Pfadenhauer), S. 177-184. Stuttgart: Ulmer.
- ²⁸Oehmke, C. & Abel, S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22-38. Stuttgart: Schweizerbart.
- ²⁹Hahn-Schöfl, M., Zak, D., Minke, M., Gelbrecht, J., Augustin, J. & Freibauer, A. (2011): Organic sediment formed during inundation of a degraded fen grassland emits large fluxes of CH₄ and CO₂. Biogeosciences 8: 1539-1550.
- ³⁰Wichtmann, S. & Köbbing, J.F. (2015): Common reed for thatching – A first review of the European market. Industrial crops and products 77: 1063-1073.
- ³¹König, U., Burgstaler, J. & Wiedow, D. (2016): Box 3.9: Ein ökologischer Dämmputz mit Schilf. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 44. Stuttgart: Schweizerbart.

Schilfröhricht (*Phragmites australis*) spontan oder im Anbau

³²Wollert, A. (2016): Box 3.4: Brandschutzplatte aus Schilf.
In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von
W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 33. Stuttgart:
Schweizerbart.

³³Wichmann, S. (2017): Commercial viability of paludicul-
ture: A comparison of harvesting reeds for biogas produc-
tion, direct combustion, and thatching. Ecological Enginee-
ring 103 (2017): 497-505.

³⁴LUP - Luftbild Umwelt Planung GmbH (2012): Aktivierung
der Klimaschutzfunktion von Niedermoorflächen in der Lan-
deshauptstadt Potsdam. Handlungsleitfaden "Paludikul-
tur". 42 S. https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/Leitfaden-Paludikultur_2012.12_21%5B1%5D.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

³⁵Wichmann, S. (2016): Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher
Paludikulturen - Perspektiven für die Nutzung Brandenbur-
gischer Moore. Präsentation am 14.10.2016. https://brandenburg.lpv.de/fileadmin/user_upload/Wichmann_Brandenburg_14-10-2016_online.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im
Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initia-
tive Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, C. Oehmke, P.
Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF
finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde
im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversi-
tätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorbö-
den“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt
für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltminis-
teriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt
liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de
und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



Gefördert vom:

mit Mitteln des



**Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit**

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

Rohrkolben eignet sich als Anbaukultur, da er auf wiedervernässten Standorten mit hohem Nährstoffdargebot auch bei langzeitigem Überstau sehr hohe und über die ersten zehn Jahre erwartungsgemäß stabile Erträge produziert. In der hohen Produktivität der Pflanze im Zusammenhang mit der wachsenden Nachfrage vor allem nach ökologischen Baustoffen liegen vielseitige Potenziale für die regionale Wertschöpfung.

Tab. 1: Info-Box: Rohrkolben (*Typha spec.*)

Wasserstand:	(1) im Sommer -10 bis 0 cm, im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+) bzw. (2) im Sommer 0 bis 20 (40) cm über Flur, im Winter 10 bis 20 (40) cm über Flur (Wasserstufe 6+)
Etablierung:	Saat, Pflanzung oder Selbstansamung nach Wasserstandsanhebung
Ertrag:	4,3-22,1 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹
Ernte:	jährlich einmal im Sommer oder Winter (je nach Verwertung); erste Ernte nach 1-2 Jahren
Flächengröße:	Einzelflächen bis 10 ha
Voraussetzungen:	hohe Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit, planares Relief
Verwertung:	ökologische Baustoffe, Bioenergie, Futter, Nahrungsmittel
Voraussichtlich langfristige	7 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 5+)
Standort-emissionen (GEST-Ansatz):	6 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 6+)

1 Natürlich etablierte Bestände oder Anbaukulturen

Welche Standorte sind geeignet?

Degradierete, wiedervernässte, planebene Niedermoore mit hohem Nährstoffdargebot und kontinuierlicher -freisetzung sind optimal geeignete Standorte für den Anbau. Dauerhafte Wasserstände in oder über Flur sind allerdings notwendig^{1,2,3,5,9,14}. Rohrkolben erweist sich als salz- und säureverträglich und gedeiht auch im Brackwasserbereich². Aufgrund der Beständigkeit gegenüber den meisten Herbiziden wären Rohrkolbenbestände in teilvernässten Gebieten mit (sehr) feuchten Bedingungen (Wasserstufen 3+, 4+) auch als Pufferzone um Gewässer in intensiven Agrarlandschaften effektiv als Nährstoffpuffer². Allerdings



Abb. 1: Winterliche Mahd eines natürlich etablierten Rohrkolbenbestands mit kettenbasierter Technik. Foto: F. Birr, 12/2018.

ist die Biomasse dann für viele Verwertungen nicht mehr geeignet, insbesondere nicht als Baumaterial. Durch die sehr gute Nährstoffverwertung können auch belastete Wässer über die Fläche geleitet werden, sodass sich der Anbau in der Nähe nährstoffbelasteter Vorfluter anbietet^{2,3}. Damit könnte neben einer Wertschöpfung über die Biomasse auch die Wasserfilterfunktion der Pflanzen für die Erfüllung der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) genutzt werden.

Kommen natürlich etablierte Bestände für die Verwertung in Frage?

Rohrkolben kann auf landwirtschaftlichen Flächen nach einer Wiedervernässung spontan auftreten oder speziell angebaut werden. Sowohl natürlich etablierte Bestände als auch angepflanzte Kulturen können genutzt werden. Bei natürlicher Vegetationsentwicklung können nach Wiedervernässung zwei bis zehn Jahre bis zur ersten Ernte vergehen¹. Dies ist abhängig von der Flächengröße, den Standorteigenschaften und von der Größe und Anzahl von Rohrkolbenvorkommen, z. B. in Gräben, von wo aus sich die Art ausbreiten kann. Die Samen werden mit dem Wasser oder Wind in die Zielfläche eingetragen. Durch unterlassene Grabenpflege kann Rohrkolben gefördert werden, wodurch die Besiedlung nochmals beschleunigt werden kann. Um die Ausbreitung über den Wasserweg voll auszunutzen, sollte das hydrologische Management entsprechend darauf ausgerichtet sein: Durch Grabenüberstau und eine Vernetzung der Gräben im Einzugsgebiet können die schwimmenden Samen die Zielfläche am besten erreichen.

In welchen Fällen lohnt sich ein Anbau?

Anbau ist eine Option, wenn schnell und sicher Biomasse produziert werden soll. Nach Anpflanzung dauert es zwei bis drei Jahre bis die Bestände mit Vollertrag beerntet werden können⁸. Langfristige Erfahrungen mit dem Anbau von Rohrkolben liegen noch nicht vor, vermutlich können die Bestände aber als Dauerkultur wenigstens zehn Jahre genutzt werden¹. Dies gilt dann, wenn eine kontinuierliche Nährstoffnachlieferung über nährstoffreiches Wasser gewährleistet

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

werden kann. Im Falle einer Aushagerung der Standorte mit einhergehendem Rückgang der Produktivität, breitet sich Schilf massiv aus, so dass die Fläche als Schilf-Paludikultur erwartungsgemäß weiter genutzt werden kann³.

Worauf muss man beim Anbau achten?

Die Flächen sollten vor der Pflanzung gemäht, das Mahdgut abtransportiert und der Oberboden anschließend vertikutiert werden. Eine kurzfristige flache Überstauung (max. 5 cm) ermöglicht ideale Keimungsbedingungen und den Ausschluss von Konkurrenz.^{3,14} Außerdem werden die liegenden Torfe so weitgehend vor Oxidation geschützt. Die Fläche sollte in Teilflächen (< 10 ha) mit unabhängig voneinander regulierbaren Wasserständen aufgeteilt werden, um gleichmäßige Wasserstände besser einstellen zu können. Für gleichmäßige Wasserstände sollten die Höhenunterschiede einschl. des Mikroreliefs auf der Fläche möglichst gering sein (≤ 20 cm)³. Für den Ausgleich von Höhenunterschieden kann ein Oberbodenabtrag nötig sein, der gleichzeitig auch Material für die die Teilflächen gegebenenfalls eingrenzende Verwallung liefern kann. Die Höhe der Verwallung richtet sich nach dem Zielwasserstand und weiteren Funktionen der Fläche (z. B. Hochwasserschutz). Soll die Verwallung befahrbar sein, muss sie ggf. breiter und stablier (z. B. aus Sand oder Kies) angelegt werden. Wichtig sind mehrere Zufahrten für die Ernte, um die mechanische Belastung zu minimieren. Im Falle eines Oberbodenabtrags sollte der Umfang möglichst gering gehalten werden.

Welches Pflanzmaterial kann verwendet werden?

Typha ist eine ausdauernde Pflanzengattung, die als Dauerkultur geeignet ist. Die Pflanzung von Rohrkolben kann mit aus Samen gezogenen Setzlingen oder Rhizomstecklingen vorgenommen werden. Es kann auch eine Direktaussaat erfolgen. Pflanzung ermöglicht eine sehr schnelle Bestandsbegründung, ist gleichzeitig aber kostenintensiver¹. Alle heimischen Arten der Gattung Rohrkolben (v. a. *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *T. x glauca*) sind hoch produktiv und für Paludikultur geeignet. Der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*) ist natürlicherweise gegenüber dem Schmalblättrigen Rohrkolben (*T. angustifolia*) eher imstande, Trockenphasen zu überstehen. Demgegenüber verträgt *T. angustifolia* hohe Wasserstände im Frühling/Sommer bis zu 60 cm über Flur. *Typha x glauca* ist der sterile Hybrid der beiden genannten Rohrkolben-Arten und ist diesen bezüglich Standortansprüchen und Produktivität ähnlich¹⁴. Er toleriert aber ein breiteres Standortsspektrum und erträgt zeitweise sowohl Trockenheit als auch Überstau²⁷.

Für die Pflanzung eignen sich vorgezogene Jungpflanzen mit 25-50 cm Länge und einem gut ausgebildeten

Wurzelsystem. Die Blätter können vor der Aussaat auf 20-40 cm Länge gekürzt werden, um zusätzlicher Verdunstung – gerade in warmen, trockenen Perioden – vorzubeugen¹⁴. Eine Pflanzdichte von weniger als zwei Pflanzen pro m² wird empfohlen⁴. Spezialisierte Zuchtunternehmen (z.B. ÖKON-Vegetationstechnik GmbH) bieten Jungpflanzen an. Bei der Radboud Universität Nijmegen können Versuchsprotokolle zur individuellen Optimierung der Pflanzung auf dem jeweiligen Standort angefordert werden: <https://www.ru.nl/science/aquatic/research/research-lines/>.

Auch Rhizomstecklinge eignen sich für eine Pflanzung. Sie werden aus natürlichen Beständen gewonnen und haben den Vorteil, schon im März gesteckt werden zu können¹⁴.

Voraussetzung bei der Pflanzung sind Wasserstände leicht unter Flur. Unmittelbar nach der Pflanzung sollte der Wasserstand möglichst auf 20 cm über Flur angehoben werden. Dies fördert die Entwicklung der Jungpflanzen und hemmt gleichzeitig das Aufkommen von konkurrierenden Gräsern¹⁴.

Bei der preisgünstigeren Direktaussaat liegen ideale Keimungsbedingungen bei Wasserständen in oder wenige cm über Flur. Das Saatgut in Form reifer Kolben wird in optimaler Weise von natürlichen Beständen im Winter (Dezember-Januar) gewonnen, die in Bezug auf Wasserstand und Nährstoffverfügbarkeit denen der Anbaufläche gleichen^{1,5}. Ein Kolben enthält über 100.000 Samen, von denen über 80 % keimfähig sind⁵.

Wann ist der richtige Pflanzzeitpunkt?

Der beste Zeitpunkt zur Aussaat bzw. Pflanzung ist im Zeitraum (April-)Mai-Juli^{4,14}. Eventuelle Bestandslücken können durch vorgezogene Setzlinge bepflanzt werden – dabei sind aufgrund des raschen vegetativen Wachstums höchstens zwei Pflanzen pro m² nötig. Innerhalb eines Jahres vervielfacht sich die Anzahl der Sprosse unter optimalen Bedingungen um Faktor 30⁵. Kleinere Bestandslücken sollten zur Förderung von Biodiversität (siehe weiter unten) offen gelassen werden⁸. Für die Pflanzung großflächiger Bestände können herkömmliche Forstpflanzmaschinen genutzt werden. Dies funktioniert ohne Technikanpassung verlässlich nur unter möglichst trockenen Bedingungen, sofern die Fläche im Anschluss vernässt werden kann. Ansonsten muss auf die händische Bepflanzung zurückgegriffen werden.

Was ist während der Wachstumsperiode zu beachten?

Wasser- und Nährstoffmanagement

Die Wasserstände müssen gut regulierbar sein, da sie während eines Produktionszyklus wenigstens dreimal neu einzustellen sind. Zur Pflanzung sollte dieser leicht unter Flur liegen, nach der Pflanzung 20 cm

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

über Flur. Etwas höhere Wasserstände bis etwa 40 cm Überstau sind unproblematisch, ebenso wie temporäre Wasserstandsabsenkungen¹⁴. Dies setzt eine gute Wasserverfügbarkeit im frühen Sommerhalbjahr voraus. Zur Ernte sollte der Wasserstand zur besseren Befahrbarkeit wieder auf Flurhöhe eingestellt werden. Nach einer eventuellen Sommermahd sollte Überstau vermieden werden, da sonst das weitere Wachstum negativ beeinflusst wird⁵.

Beste Wuchsleistungen werden allgemein bei leichtem Überstau (0-40 cm) und hoher Nährstoffverfügbarkeit erzielt. Nährstoffe sind bei wiedervernässten, degradierten Niedermooren durch die meist intensive landwirtschaftliche Vornutzung in der Regel zumindest in den ersten Jahren ausreichend verfügbar. Die Fläche kann auch mit Wasser nährstoffbelasteter Vorfluter bewässert werden¹. Limitierendes Nährelement für das Wachstum ist vor allem Stickstoff, daneben aber auch Kalium und Phosphor¹⁴. Wasserstände unter Flur (< 10 cm) oder Austrocknungsphasen sollten aufgrund des Aufkommens von Süßgräsern und Kräutern vermieden werden. Kürzere Trockenphasen können vom Rohrkolben weitgehend unbeschadet überstanden werden, jedoch wird dann das hochproduktive Wachstum der Pflanze nicht optimal ausgenutzt. pH-Werte unter 4 schränken die Produktivität der Pflanzen ebenfalls ein¹⁴.

Pflege

Bei hohen Wasserständen tritt kaum Begleitflora auf; trotzdem sollten die Randbereiche wenigstens einmal pro Jahr gemäht werden, um v. a. Schilf (*Phragmites australis*) zu unterdrücken. Eventuelle Be- und Entwässerungsanlagen (wie Pumpen, freie Zu- und Abläufe etc.) müssen regelmäßig gewartet und gepflegt werden¹. Herbivore Insekten scheinen in den meisten Fällen nur einen geringen negativen Einfluss auf die Erträge zu haben. In jungen *Typha*-Beständen mit geringer Bestandsdichte und -höhe können Wasservögel einen limitierenden Effekt auf die Bestände haben. Als Gegenmaßnahme können die Wasserstände für einige Wochen auf 0 bis 10 cm u.F. abgesenkt werden, da Wasservögel auf Überstauwasser während der Nahrungsaufnahme angewiesen sind. Die Maßnahme würde allerdings auch Begleitflora befördern, die das Rohrkolbenwachstum hemmen könnte¹⁴.

2 Ernte

Welcher Erntezeitpunkt ist am besten?

Der Erntezeitpunkt richtet sich nach der angestrebten Verwertungsart der Biomasse bzw. die Verwertungsart muss dem Erntezeitpunkt entsprechend gewählt werden. Der Ertrag ist neben dem Erntezeitpunkt vom Wasserstand und der Nährstoffverfügbarkeit abhängig und liegt zwischen 4,3-22,1 t Trockenmasse je Hektar und Jahr⁴.

Bei einer stofflichen Verwertung als Bau- und Dämmstoff wird im Winter (November bis Januar) geerntet. Eine Winterernte führt zu einer leichten Nährstoffabfuhr, wenngleich die meisten Nährstoffe bereits in den Rhizomen gespeichert sind¹⁴. Für eine Verwertung in der Biogasanlage ist ein möglichst früher Erntetermin im Sommer sinnvoll, um eine hohe Gasausbeute zu erzielen. Gleiches gilt für die Verwendung als Futter oder mit dem Ziel der Nährstoffabschöpfung. Hier muss bereits im Sommer (Juli-August) geerntet werden – ggf. ist auch ein zweiter Schnitt im Herbst/Winter möglich^{1,6}.

Wird die Ernte mit dem Ziel einer energetischen Verwertung in Form von Pellets oder Briketts im Winter vollzogen, sollte sie so spät wie möglich, z. B. Ende Februar durchgeführt werden. Die Ernte bei gefrorenem Boden schont dabei den Boden selbst und die Rhizome des Rohrkolbens⁵. Eine Schnitthöhe zwischen 10-20 cm erhält junge Sprosse, die im nächsten Frühjahr wieder austreiben können⁷. Der Wassergehalt sinkt bis zum Winter hin kontinuierlich ab, so dass eine verbesserte Lagerfähigkeit und höhere Heiz- und Brennwerte erreicht werden^{4,10,11}. Eine Mahd nur alle zwei Jahre erhöht die Verbrennungseignung durch den Anteil an Althalmen zusätzlich, da sie weniger verbrennungskritische Elemente enthalten, als die Halme aus dem aktuellen Jahr. Stickstoff, Schwefel und Chlor sind diejenigen Inhaltsstoffe, die wesentlich an Korrosionsprozessen der Verfeuerungsanlage und an umweltschädlichen Emissionen (z. B. NO_x, SO₂, HCl, Dioxine, Furane) beteiligt sind⁶. Es sind in der Biomasse daher geringe Gehalte für Stickstoff (< 0,6 % TM), Schwefel (< 0,2 % TM) und Chlor (< 0,1 % TM) anzustreben²⁵.

Die Ernte erfordert aufgrund der hohen Wasserstände den Einsatz von Spezialtechnik (s. Tab. 1). Je nach Verwertung werden Häcksel oder die gesamte Pflanze in Bunden geerntet. Hierzu kann die Technik aus der Schilfmahd adaptiert werden^{9,12}.

In welchem Zyklus kann geerntet werden?

Rohrkolbenbestände können bei kontinuierlicher Nährstoffnachlieferung (vorzugsweise aus nährstoffbelasteten Vorflutern) jährlich geerntet werden, ohne dass es zu einer Verminderung der Erntemenge kommt⁵.

Was ist bei der Mahd zu beachten?

Die Schnitthöhe von Rohrkolben liegt zwischen 10-20 cm. So können die Pflanzen wieder austreiben⁷. Für ausdauernd hohe Erträge und den Erhalt der Dauerkultur ist es generell erforderlich, dass über dem Wasserspiegel geerntet wird. Andernfalls dringt Wasser in die Rhizome und Wurzeln ein und anaerobe Stoffwechselprozesse führen zum Verfall der Pflanze¹⁴.

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

3 Infrastruktur und Logistik

Von welchen Faktoren ist die Wahl der Erntetechnik und des Ernteverfahrens abhängig?

Diese sind abhängig von:

- den Flächeneigenschaften (Größe, Zuschnitt, Tragfähigkeit),
- den Feuchteverhältnissen (z. B. Überstau),
- dem Erntezeitpunkt,
- der Biomasseform/-verwertung (frische vs. trockene; lange Halme, Häckselgut, Rundballen, Bunde, ...),
- dem Biomasseabtransport (aufgesattelter Bunker, Ladewagen mit Pick-up, separates Transportfahrzeug) und
- der Lage der Erntefläche (z. B. Zufahrtswege).

Oberste Priorität bei der Wahl des Erntekonzeptes ist die Minimierung von Boden- und Rhizomschäden. Die Ernte kann grundsätzlich in einem oder in getrennten Arbeitsschritten erfolgen. Nur bei hohen Wasserständen sollte die Ernte aus Bodenschutzgründen — Mahd, Aufnahme, Abtransport — in einem Arbeitsgang durchgeführt werden¹⁵.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

In Abhängigkeit der genannten Faktoren ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen:¹⁴

- Messerbalken (Schwadablage möglich),
- Rotationsmähwerk (Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar, zum Schutz der Biodiversität allerdings nicht empfohlen),
- Feldhäcksler, Mulcher (direktes Einblasen der Biomasse in Bunker bzw. Hänger möglich),
- Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Haspel, Einzugsschnecke),
- Mähwerk für Dachschilf mit Messerbalken (mit oder ohne Vorreinigung der Rohrkolbenbunde durch rotierende Bürsten, Zuführung der trockenen, aufrechten Rohrkolbenhalme per Spindel oder mit Zinken besetzter Kette zum Binder, ggf. Transport per Förderband zur Ladefläche, Annahme der Bunde per Hand).

Anbieter für Spezialtechnik (meist raupenbasiert), die sich für die Ernte von Niedermoorbiomasse eignet, sind z. B. Brielmaier, Mera-Rabeler, Hanze Wetlands, loglogic, Meyer-Luhdorf, Ale Stoker uvm.

Einen Überblick über die Eignung vorhandener Technik, die zur Bewirtschaftung feuchter bis nasser Moorstandorte eingesetzt wird, gibt die nachfolgende Tabelle.

Tab. 2: Technik für die Bewirtschaftung nasser Moorstandorte

Technik	Einsatzbereiche und Vorteile	Grenzbereiche und Nachteile
Schlepper mit Terra- oder Zwillingreifen und leichte Ballenpresse mit Tandemachse, ggf. Bogieband	- Einsatz in Übergangsbereichen (mäßig vernässt), in trockenen Jahren bzw. bei Frost - hohe Flächenleistung - bei der Mahd Beräumung der Biomasse möglich	- Einsatzmöglichkeit durch Wasserstand bzw. Witterung limitiert - Biomasseabtransport problematisch: ggf. gewichtsbedingt eine einzelne Abfuhr der Ballen zum Flächenrand erforderlich
Kleintraktor mit Balkenmähwerk	- Einsatz zur Pflege von Feuchtwiesen - i. d. R. nur Mahd; selten Beräumung der Biomasse	- geringe Flächenleistung/ hohe flächenbezogene Kosten - keine großflächige Biomassegewinnung möglich
Radbasierte Spezialtechnik: Seiga-Maschinen (zwei- oder dreiaxsig)	- Einsatz in der Schilf- und Rohrkolbenernte - besonders bei Wasserüberstau - geringes Maschinengewicht und Ballonreifen sorgen für geringen Bodendruck	- Seiga wird nicht mehr produziert, nur alte Maschinen bzw. Nachbauten im Einsatz - begrenzte Motorleistung - ggf. Bodenschäden durch Schlupf
Raupenbasierte Spezialtechnik: Umbauten von Pistenraupen aus Skigebieten	- Landschaftspflege und Biomasseernte (z. B. Rohrkolbenernte) - auch bei Überstau - breite Ketten, geringer Bodendruck	- keine Straßenfahrten, Transport per Tieflader - ggf. Bodenschäden durch Abscheren bei Kurvenfahrten

Welche Besonderheiten sind bei Abräumung, Transport und Lagerung der Biomasse zu beachten?

Für die Abräumung können auf die Basismaschine aufgesetzte Biomasseauffangbehälter (Kippbunker, Überlader, Plattformen) oder an die Basismaschine angehängte Trailer eingesetzt werden. Zur Kompaktierung der Biomasse dienen aufgesattelte oder angehängte Ballenpressen. Pressen für große Quaderballen sind für nasse Moorstandorte nicht geeignet. Wenn der Biomassetransport zum Flächenrand durch ein separates Transportfahrzeug erfolgt, ist ebenso wie bei den Erntemaschinen die begrenzte Zuladepazität aufgrund der geringen Tragfähigkeit der Moorböden zu berücksichtigen. Zum Umladen von Bunden eignen sich Schlepper mit Frontlader oder Zange bzw. Kräne. Gelagert werden können die

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

Bunde wie auch Ballen in Mieten oder überdachten Lagern⁵.

Aufgrund der geringen Lagerungsdichte sollte Rohrkolben möglichst regional weiterverarbeitet werden, um die Transportkosten möglichst niedrig zu halten. Für eine stoffliche Verwertung bzw. eine Lagerung der Biomasse ist eine Lufttrocknung nötig. Dazu können herkömmliche Heutrocknungsanlagen genutzt werden.

Was ist bei der infrastrukturellen Erschließung der Fläche zu beachten?

Eine streifen- bzw. kreuzförmige Erschließung der Fläche ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbelastung auf mehrere Fahrtrassen beim Abtransport der Biomasse. Die Einrichtung zusätzlicher Zufahrten, die Verfestigung der Wege durch Anlegen von Dämmen oder Stärkung der Fahrtrassen und die Anlegung befestigter Lager- und Umschlagplätze am Feldrand verringern die Gefahr einer Schädigung des Bodens durch die Erntetechnik¹⁵.

4 Verarbeitung und Vermarktung

Welche stofflichen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Die stoffliche Verwertung von Biomasse kann im Vergleich zur energetischen Nutzung eine höhere Wertschöpfung erzielen. Durch seine speziellen Eigenschaften kann Rohrkolbenbiomasse als vielseitiger ökologischer Baustoff genutzt werden¹². Sie kann als Dämmmaterial, z. B. Einblasdämmstoff oder Dämmplatten genutzt werden. Daneben ist eine Verwendung als Rinderfutter für Trockensteher erprobt¹⁴. Auch in der menschlichen Ernährung könnte Rohrkolben (Pollen, Rhizomtriebe) verwendet werden.

Ökologische Baustoffe

Zur Herstellung von Dämmplatten werden Rohrkolbenblatthäcksels mit einem mineralischen Magnesitkleber verbunden. Die Platten weisen mit $0,035 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ einen um Faktor 4 niedrigeren Wärmeleitkoeffizienten als Holz auf, wodurch sie sich gut als Dämmmaterial eignen. Sie sind einfach in der Handhabung (ähnlich OSB-Platten) und weisen neben der Dämmwirkung auch gute Trag- und Brandschutzeigenschaften auf. Schimmelpilzbefall ist nicht zu erwarten¹³. Mehrere Firmen produzieren und vertreiben diese bereits (Napor oder Typhatechnik).

Aus der ganzen Rohrkolbenpflanze kann durch Auffaserung ein Dämmstoff hergestellt werden, der in Hohlräume eingeblasen werden kann. Sie ist geeignet für Wärmedämmung (Winter), Hitzeschutz (Sommer), Schalldämmung und kann gut in Dachkonstruktionen verbaut werden. Mit der in einem Jahr anfallenden Rohrkolbenbiomasse eines Hektars könnten z. B. die Dachflächen von sechs Einfamilienhäusern isoliert werden. Die Technologie für die Herstellung

ist vorhanden und erprobt (z. B. Hanffaser Uckermark eG)²⁴.

Die Firma Egginger stellt einen Biofaserlehmputz her, bei dem Rohrkolben als Faserzuschlag im Verbund mit Lehm, Ton und Quarzsand fungiert.

Futtermittel

Der im Frühsommer geerntete Rohrkolben kann siliert oder frisch dem Futter für Milchvieh beigemischt werden. Der Stickstoff- und damit Proteingehalt ist vor der Blüte im Juni am höchsten¹⁴. Spätsommerlich geernteter Rohrkolben ist reicher an Rohfaser und anteilig für Trockensteher zu verwenden.

Der im Sommer geerntete Pollen ist Futter für Raubmilben (Nützling im ökologischen Landbau) und Grundlage für arzneilichen Tee in China¹⁴.

Nahrungsmittel

Für die menschliche Ernährung wären die Sprossen des Rohrkolbens nutzbar (ähnlich Bambussprossen)¹⁵. Aus den getrockneten Wurzeln lässt sich ein Mehl herstellen, das in Ergänzung zu Getreidemehl für Backwaren und als Verdickungsmittel genutzt werden kann²³. Nach Entfernung der äußeren Blätter können Jungpflanzen roh oder gekocht wie Spargel verzehrt werden („Kosaken-Spargel“)¹⁵.

Reinigung von Abwässern

Rohrkolben kann als Schadstoffakkumulator zur Reinigung von Abwässern in künstlichen Feuchtgebieten bzw. Pflanzenkläranlagen oder kontaminierten Böden eingesetzt werden. In einer Demonstrationsfläche bei Anklam wurden als Zufallsbeobachtung die Pestizide Glyphosat und Picloram in den Pflanzen nachgewiesen. Eine Verwendung als Dämmstoff oder Nahrungsmittel ist in diesem Fall nicht mehr möglich, ggf. aber eine Verbrennung zur energetischen Verwertung.

Gartenbau und Floristik

Die Verwertung als Beimischung in Torfersatzstoffen für den Gartenbau wird zurzeit noch untersucht¹. Schätzungsweise fallen bei der Herstellung von Dämmmaterial 15 % Materialausschuss an, welcher z. B. mit Torfmoos-Biomasse aus Torfmooskultivierung gemischt werden könnte.

Zu Dekorationszwecken werden die getrockneten Blütenstände (Kolben) in der Floristik verwendet.

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Rohrkolben-Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Briketts und Pellets verwendet werden. Bei einer Ernte im Sommer kommt eine (anteilige) Verwertung in der Biogasanlage in Betracht. Mischungsanteile von 20 % bzw. 40 % reduzieren die Gasausbeute um ca. 10 % bzw. 20 % gegenüber Maissilage²⁸. Gut zerkleinert und in geringen Mengen kann die Biomasse in Nassvergä-

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

rungsanlagen eingesetzt werden. Bei alleiniger Verwertung eignet sich ausschließlich die Feststofffermentation (Trockenvergärungsverfahren). Weiterhin kann Rohrkolben-Biomasse durch pyrolytische Verkohlung (thermochemische Zersetzung unter Sauerstoffabschluss) zur Produktion von Biokohle zum Einsatz kommen^{17,18}.

Welche Aufbereitungsschritte sind für die stoffliche Verwertung notwendig?

In den meisten Fällen weisen die Ernteprodukte noch nicht die erforderlichen Eigenschaften für die direkte Verarbeitung zu Produkten auf, weshalb der Endverarbeitung eine Konditionierung der Biomasse vorausgeht. Auf diese Weise wird die Biomasse zu homogenen reproduzierbaren Chargen veredelt, die dann für eine breite Nutzung verfügbar sind. Die Konditionierung kann durch einfache Methoden wie Quetschen, Reißen, Schneiden, Mahlen und Silieren oder durch die Kombination einzelner Schritte erfolgen. Die Qualitätskontrolle der aufbereiteten Biomasse erfolgt durch physikalische (Siebung) oder optische (Scannen) Verfahren¹³.

Welche Eigenschaften besitzt Rohrkolben als Brennstoff?

Tab. 3 zeigt verbrennungsrelevante Eigenschaften von Rohrkolben im Vergleich mit Schilf, Fichtenholz und Roggenstroh. Der Brennwert von Rohrkolben liegt nur geringfügig niedriger als der von Holz. Der Aschegehalt ist wie bei vielen halmgutartigen Brennstoffen relativ hoch. In Kanada konnten aus der Asche 88 % des Gesamtphosphors rückgewonnen und als Dünger wiederverwendet werden²². Insgesamt sollte bei Rohrkolben wegen seiner herausragenden Eigenschaften der Fokus auf der stofflichen Verwertung liegen und die energetische Verwertung im Anschluss an diese erfolgen (Kaskadennutzung).

Tab. 3: Verbrennungsrelevante Eigenschaften im Vergleich

	Aschegehalt (% TM)	Brennwert (MJ/kg)	Flüchtige Bestandteile (%-wasser- und aschefrei)
Fichtenholz mit Rinde²⁰	0,5-2,0	20,2	82,9
Rohrkolben^{7,16}	3,7-6,7	18,2	-
Schilf^{204,37}	3,2-5,5	18,5	69
Roggenstroh²⁰	4,8-5,9	18,5	76,4

Wie müssen die Verbrennungsanlagen an die entsprechende Biomasse angepasst sein?

Eine automatische Ascheaustragstechnik ist an größeren Anlagen erforderlich, da der Aschegehalt halmgutartiger Brennstoffe überdurchschnittlich hoch ist¹⁹. Daneben muss die Zusammensetzung der Asche

beachtet werden: Verbrennungskritische Inhaltsstoffe werden z. B. durch Stickstoff-, Schwefel-, Kalium- und Chlorgehalt der Biomasse dargestellt²⁰. Ohnehin sollte für Rohrkolben eine für Halmgut angepasste Technik genutzt werden z. B. Wirbelschichtfeuerung oder Zigarrenfeuerung bei ballenkompakter Biomasse¹⁹.

Eignen sich Zertifikate/Umweltkennzeichen als Vermarktungsstrategie?

Durch Umweltkennzeichen wie z. B. den Blauen Engel werden die Umwelteigenschaften als Teil der Produkteigenschaften sichtbar. Durch Zertifikate werden diese von Dritten bestätigt. Den Kosten für die Zertifizierung stehen als Nutzen höhere Marktanteile, die Schaffung einer Marktnische, eine höhere Zahlungsbereitschaft oder der Zugang zu bestimmten Märkten gegenüber.

Für die stoffliche Nutzung von Rohrkolben könnten die Zertifizierungssysteme für Baustoffe von „natureplus“, „Cradle2Cradle“ und „Blauer Engel“ genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

Für die energetische Nutzung von Rohrkolbenbiomasse könnte das „Grüne Gas“-Label, das „Grüner“-Strom-Label oder auch das ISCC-System genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch hier die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an²¹.

5 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung ist der Eintrag der Fläche als Feldblock/Schlag beim Amt für Landwirtschaft. Die Anerkennung des Rohrkolbenanbaus im Sinne von Paludikultur als landwirtschaftliche Bodennutzung steht derzeit noch aus. Für Pilotvorhaben stehen jedoch derzeit besondere Fördermittel zu Verfügung, wofür eine spezielle Beratung im Einzelfall möglich ist (z. B. NBank).

Naturschutzfachliche Restriktionen zur Mahd von natürlich etablierten Rohrkolbenbeständen sind in § 39 Absatz 5 Satz 3 BNatSchG dargestellt. In der Regel ist eine Wintermahd für eine stoffliche Verwertung möglich, welche am wenigsten schädlich für die Flora/Fauna ist. Andere Mahdtermine müssen im Einzelfall geprüft werden, da es aktuell im Rahmen von Erprobungsvorhaben u. U. individuelle Lösungen gibt.

Welche Fördermittel gibt es?

Da Rohrkolben derzeit von der EU nicht als landwirtschaftliche Kulturpflanze für Dauerkulturen oder u.U. Futterpflanze im Dauergrünland z. B. bei natürlicher Etablierung eingestuft ist, ist diese Flächennutzung

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

nicht sicher förderfähig (Direktzahlungen, Agrarumweltprogramme). Eine Änderung der agrarpolitischen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen wird aktuell geprüft.

In Brandenburg wird über die AUKM „Moorschonende Stauhaltung“ ein hoher Wasserstand, sowie die Anschaffung moorschonender Technik über die Förderrichtlinie „ProMoor“ finanziell unterstützt. Außerdem stehen weitere Fördermöglichkeiten für Pilotvorhaben zur Verfügung (z. B. NBank, Förderprogramm Wachsende Rohstoffe).

Wie ist der Stand der Umsetzung des Verfahrens?

Im betrieblichen Maßstab ist der Rohrkolbenanbau noch nicht umgesetzt worden¹. Von 1998-2001 fand im Donaumoos auf 6,2 ha ein Testanbau im Rahmen eines DBU-Projekts statt⁸. Als ökologischer Baustoff wird bisher Rohrkolbenbiomasse natürlicher Röhricht-Bestände aus dem Donaudelta (Rumänien) und dem Senegal bezogen. In Deutschland wird Rohrkolben von spontan etablierten Beständen nach Wiedervernässung von landwirtschaftlich vorgeutzten Flächen für Versuche geerntet¹. Im Rahmen des CINDERELLA-Projekts (<https://www.moorwissen.de/de/paludikultur/projekte/cinderella/cinderella.php>) wurde 2017 der gezielte Anbau verschiedener *Typha*-Arten in den Niederlanden auf insgesamt etwa drei Hektar in 5 Gebieten (Zegveld, Zuiderveen, Bûtefjild, Deurnese Peel) und zahlreichen kleinen Experimentierflächen auch in Mecklenburg-Vorpommern als Dauerkultur getestet. Fütterungsversuche mit Milchvieh zeigten, dass Rohrkolben anteilig zur Fütterung von Trockenstehern geeignet ist. In Manitoba (Kanada) werden pilotweise im Einzugsgebiet des Winnipegsees natürliche Rohrkolbenröhrichte zur Nährstoffabschöpfung und für die Bioökonomie (Herstellung von Biokohle, Ethanol und Fasern sowie Rückgewinnung von Nährstoffen) geerntet²². In der Schweiz wurde im Jahr 2007 Rohrkolben testweise zur Verwertung als Baustoff verwendet und weiterführend von 2009-2011 Rohrkolbenanbau im Rahmen eines Projekts erprobt. Aktuelle Rohrkolbenanbauprojekte finden 2016-2020 in Bayern (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>) und 2019-2022 in Mecklenburg-Vorpommern (<https://www.moorwissen.de/prima>) statt.

6 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Eine nasse Niedermoorbewirtschaftung mit Wasserständen von 5+ und 6+ (in Flur bis Überstau) sorgt für einen dauerhaft wassergesättigten Torfkörper, wodurch der Torferhalt sichergestellt wird. Allerdings ist bislang nicht nachgewiesen, dass Rohrkolben in

Mitteleuropa Torf bildet⁴. Bei Wasserständen in Flurhöhe sind bei Rohrkolben typischerweise Standortemissionen von ~7 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Diese bestehen hauptsächlich aus CH₄, einem starken, aber nur kurzzeitig wirksamen Treibhausgas. Auch bei höheren Wasserständen bleiben diese bei Rohrkolben nahezu identisch, während CO₂-Emissionen leicht negativ werden, also CO₂ der Atmosphäre entzogen wird. Bei auch im Sommer überstauten Flächen sind Standortemissionen von ~6 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr. Um stark erhöhte CH₄-Emissionen bei der Etablierung von Rohrkolben zu verhindern, sollte ein plötzlicher Überstau bei gleichzeitig hoher Nährstoffverfügbarkeit, z. B. durch leicht zersetzbares organisches Material, verhindert werden²⁶.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Zu den Auswirkungen des Rohrkolbenanbaus auf die Biodiversität von Niedermooren liegen bislang nur wenige Untersuchungen vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Aufbau einer Streuschicht durch Mahd mit Beräumung eingeschränkt und die Lichtverfügbarkeit in Bodennähe erhöht wird. Hiervon profitieren vor allem kleine und langsam wachsende Pflanzenarten, so dass sich heterogenere und artenreichere Rohrkolbenröhrichte im Vergleich zu ungenutzten Beständen entwickeln können. Dieser Effekt ist vermutlich bei der Sommermahd stärker ausgeprägt als bei der Wintermahd. In der Regel ist diese Entwicklung auch mit einer Erhöhung der faunistischen Artenvielfalt verbunden. Von der Mahd profitieren vor allem Offenlandarten sowie licht- und wärmeliebende Arten. Jedoch wirkt die Mahd auf die Fauna durch direkte physische Schädigung (Verletzung/Tod) auch hemmend. Zusätzlich werden durch die Entfernung der oberirdischen Biomasse vor allem schattenliebende und streuabbauende Arten in ihrer Entwicklung eingeschränkt. Versteckt brütenden Vogelarten der Rohrkolbenröhrichte wie dem Kleinen Sumpfhuhn oder dem Rohrschwirl wird durch die Entfernung der Streuschicht die Nestgrundlage entzogen. Zur Abmilderung der hemmenden Effekte, wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. oszillierende statt rotierende Mähwerke, Hochschnitt), die Anlage von einjährigen Rotationsbrachen, die biodiversitätsfördernde Gestaltung von Gräben (z. B. einseitige Grabenpflege) sowie die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen.

7 Kosten und Erlöse

Die Kosten und Erlöse (pro ha und Jahr) wurden Schätzl et al. 2006 entnommen⁹. Es wird davon ausgegangen, dass die Anlagekosten auf 10 Jahre abge-

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

schrieben werden. In 10 Jahren können 8,6 Ernten erfolgen. Im ungünstigen Fall wurde auf 4,7 ha Rohrkolben angebaut, im günstigen Fall auf 20 ha. Die Anlagekosten für den mittleren Fall wurden aus diesen Werten abgeleitet. Im ungünstigen Fall wurde mit minimalen Erträgen von 4,8 t TM/ha³⁷, im günstigen Fall mit maximalen Erträgen von 22,1 t TM/ha⁴ und im mittleren Fall mit Erträgen von 17 t mit 86 % Trockenmasse, also 14,6 t TM ha⁻¹ gerechnet⁹. Im Folgenden wird von einer Vermarktung als Dämmstoff ausgegangen, da diese die höchsten Erlöse (330 €/t TM) erzielt⁹. Details zur Förderung siehe BfN-Skripten Kap. 6.1.

Tab. 4: Kosten und Erlöse für Rohrkolbenanbau pro ha und Jahr

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Kosten	Ab-schreibung Anlage	-1.120 €	-680 €	- 80 €
	Ab-schreibung Pflanzkosten	-570 €	-570 €	-570 €
	Ernte	-1.600 €	-1.450 €	-1.200 €
	Pflege	-1.040 €	-930 €	-810 €
	Gesamt	-4.330 €	-3.630 €	-2.760 €
Erlös	Ertrag	1.296 €	3.942 €	5.967 €
	Förderung	0 €	0 €	418 €
Ge-winn		-1.464 €	312 €	2.055 €

8 Quellen

¹Greifswald Moor Centrum (2016): Rohrkolben (*Typha ssp.*) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Rohrkolben.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²Theuerkorn, W. (2014): Neuer Baustoff aus Rohrkolben. In: Neuer Baustoff für umweltfreundliche und bautechnische Sanierung in der Denkmalpflege (hrsg. von Deutsche Bundesstiftung Umwelt), S. 20-27. Osnabrück: DBU.

³LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

⁴Oehmke, C. & Abel, S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22-38. Stuttgart: Schweizerbart.

⁵Heinz, S. (2012): Population Biology of *Typha latifolia* L. and *Typha angustifolia* L. Establishment, Growth and Reproduction in a Constructed Wetland. 103 S. Aachen: Shaker Verlag.

⁶Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W. & Schröder, C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 63 S. Greifswald: Universität Greifswald.

⁷Dubbe, D.R., Garver, E.G. & Pratt, D.C. (1988): Production of Cattail (*Typha ssp.*) Biomass in Minnesota, USA. Biomass 17: 79-104.

⁸Pfadenhauer, J. & Wild, U. (2001): Rohrkolbenanbau in Niedermooren. Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept. Abschlussbericht zum DBU-Projekt Nr. 10628. 111 S. Freising-Weihenstephan: TU München.

⁹Schätzl, R., Schmitt, F., Wild, U. & Hoffmann, U. (2006): Gewässerschutz und Landnutzung durch Rohrkolbenbestände. Wasserwirtschaft 96: 24-27.

¹⁰Obernberger, I. & Thek, G. (2010): The pellet handbook. The production and thermal utilisation of biomass pellets. 549 S. London, Washington: Earthscan.

¹¹Wulf, A., Wichtmann, W., Barz, M. & Ahlhaus, M. (2008): Energy Biomass from rewetted peatlands for combined heat and power generation. In: Energy Biomass from rewetted peatlands for combined heat and power generation (hrsg. von A. Wulf, W. Wichtmann, M. Barz und M. Ahlhaus), S. 187-194. Stralsund: FH-Stralsund.

¹²Wiedow, D. & Burgstaler, J. (2016): Stoffliche Nutzung von Biomasse aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 43-45. Stuttgart: Schweizerbart.

¹³Fritsch, A. & Theuerkorn, W. (2017): *Typha*-Natur – Bau-Technik. In: Denkmal und Energie 2017 (hrsg. von B. Weller und S. Horn), S. 100-113. Wiesbaden: Springer Vieweg.

¹⁴Geurts, J. & Fritz C. (Hrsg.) (2018): Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report Cinderella Project. 71 S. Nijmegen: Radboud University.

¹⁵Morton, J.F. (1975): Cattail (*Typha ssp.*) - Weed problem or potential crop? Economic botany 29: 7-29.

¹⁶Cicek, N., Lambert, S., Venema, H.D., Snelgrove, K.R., Bibeau, E.L. & Grosshans, R. (2006): Nutrient removal and bio-energy production from Netley-Libau Marsh at Lake Winnipeg through annual biomass harvesting. Biomass and Bioenergy 30: 529-536.

¹⁷Wagner, H. & Kaltschmitt, M. (2016): Box 3.11: Konversionsprinzipien. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 46. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁸Burgstaler, J. & Wiedow, D. (2016): Box 3.14: Produktion von Biokohle. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 52. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁹Ahlhaus, M. & Jantzen, C. (2016): Verfeuerungstechniken. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 51-55. Stuttgart: Schweizerbart.

Rohrkolbenröhricht (*Typha spec.*) spontan oder im Anbau

²⁰Oehmke, C. & Wichtmann, W. (2016): Kritische Inhaltsstoffe von Festbrennstoffen aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 50-51. Stuttgart: Schweizerbart.

²¹Dahms, T. & Schäfer, A. (2016): Zertifizierung von Biomasse aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 119-131. Stuttgart: Schweizerbart.

²²Grosshans, R. (2016): Kanada – Nutzung von Rohrkolben (*Typha ssp.*) zur Nährstoffreduktion und Bio-Ökonomie am Winnipegsee. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 226-228. Stuttgart: Schweizerbart.

²³Claassen, P.W. (1919): A Possible New Source of Food Supply. The Scientific Monthly: 179-185.

²⁴Universität Greifswald (2013): Endbericht VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur. <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/projekte/vip/endbericht/Endbericht%20%20BMBF%20Verbundprojekt%20VIP%20-%20Vorpommern%20Initiative%20Paludikultur.pdf>. Zuletzt abgerufen: 01/2020.

²⁵Obernberger, I., Brunner, T. & Bärnthaler, G. (2006): Chemical properties of solid biofuels – significance and impact. Biomass and Bioenergy 30: 973-982.

²⁶Hahn-Schöfl, M., Zak, D., Minke, M., Gelbrecht, J., Augustin, J. & Freibauer, A. (2011): Organic sediment formed during inundation of a degraded fen grassland emits large fluxes of CH₄ and CO₂. Biogeosciences 8: 1539-1550.

²⁷CABI (2019): *Typha x glauca* (hybrid cattail) [Originaltext von S. Hall]. In: CAB International (hrsg. vom Invasive Species Compendium). Wallingford. www.cabi.org/isc. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²⁸Hartung, C. & Eckenscheidt, T. (2018): Verwertung von Niedermoor-Paludikultur-Pflanzen als Biogas-Substrat und Torfersatzstoff. Vortrag auf der Informationsveranstaltung Moornutzungsalternativen im Schäwbischen Donaumoos am 13.07.2018. https://greifswaldmoor.de/files/images/MoorDialog/180713_Eickenscheidt_%20Biogas%20und%20Torfersatzstoff%20aus%20Paludikulturen.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, C. Oehmke, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456

Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Großseggenried (*Carex spec.*)

Großseggenriede werden von wüchsigen Seggenarten dominiert und von einer Vielzahl nässeverträglicher Arten ergänzt. Eine feste Grasnarbe macht die Bestände bei hohen Wasserständen befahrbar. Seggen erweisen sich als tolerant gegenüber Überstau und Wechsellnässe¹⁸. Sie können entweder als einschürige Streu- oder zweischürige Futterwiesen genutzt werden. Als neue Möglichkeit kommt die energetische Verwertung der Biomasse in Betracht.

Tab. 1: Info-Box: Großseggenried (*Carex spec.*)

Wasserstand:	(1) im Sommer 10-20 cm unter Flur, im Winter 5-15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+) bzw. (2) im Sommer -10 bis 0 cm, im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+)
Etablierung:	natürliche Etablierung nach Wasserstandsanhhebung oder gezielt durch Anpflanzung oder Ansaat
Ertrag:	2-12 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (ein- bis zweischürig)
Verwertung:	Energiebiomasse (Brennstoff, Substrat für Biogasanlagen), Futter, Einstreu
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~10 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 4+) ~3 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 5+)

1 Standorteignung und Wiederherstellung

Welche Standorte sind geeignet?

Bewirtschaftetes Niedermoorgrünland ebenso wie Brachen und zuvor ackerbaulich genutzte Moorstandorte sind bei entsprechender Wasserhaltung in Flurhöhe für die Nutzung von Großseggenrieden geeignet. Anzustreben ist ein stabiler Wasserstand knapp unter Flur über den Sommer. Im Winter ist leichter Überstau möglich. Gut nährstoffversorgte Standorte, wie zuvor intensiv bewirtschaftetes Grünland, bieten geeignete Bedingungen für produktive Nasswiesen, die hauptsächlich aus Großseggen aufgebaut sind. Bei Wiedervernässung von zuvor entwässerten Moorflächen sind Seggen an genau diese Lebensräume mit Sauerstoffarmut im Wurzelbereich und gleichzeitig hoher Nährstoffversorgung der degradierten Torfe angepasst und können daher eine enorme Expansionskraft und hohe Produktivität entfalten¹⁴.

Die Familie der Sauergräser bilden in Deutschland mit über 100 Arten eine der artenreichsten Gruppen und



Abb. 1: Kompaktierung von Seggen-Biomasse zur anschließenden energetischen Verwertung. Foto: F. Birr, 09/2019.

diese können zur erneuten Torfbildung beitragen. Sie sind gekennzeichnet durch einen meist dreikantigen Stängelansatz und dreizählig stehende Blätter¹⁵. Großseggen wie Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*), Ufer-Segge (*Carex riparia*) oder Schlank-Segge (*Carex acuta*) sind aufgrund des hohen zu erwartenden Ertrags für die produktive Nutzung unter nassen Bedingungen geeignet.

Welche Schritte sind zur Wiederherstellung einer seggendominierten Nasswiesenvegetation erforderlich?

Auch nach 15–20 Jahren intensiver Nutzung als Grünland oder Acker können Samen der ehemaligen Niedermoorvegetation im Boden überdauern. Durch wühlende Tiere, Vertikutieren des Bodens oder eine extensive, bodenschonende Beweidung gelangen die Samen ans Licht und keimen. Zahlreiche Nasswiesenarten besitzen zudem schwimmfähige Samen, die bei möglichen Überflutungen auf die Flächen eingetragen werden können. Begünstigt wird die Wiederbesiedlung, wenn in der unmittelbaren Umgebung (z. B. an Grabenrändern) noch Seggen vorkommen, deren Diasporen mit dem Wasser oder Wind eingetragen werden können. Durch unterlassene Grabenpflege werden Seggen gefördert, wodurch die Besiedlung nochmals beschleunigt werden kann. Um die positiven Ausbreitungswirkungen des Wassers voll auszunutzen, sollte das hydrologische Management entsprechend darauf ausgerichtet sein: Durch Grabenüberstau und eine Vernetzung der Gräben im Einzugsgebiet können die schwimmenden Diasporen die Zielfläche am besten erreichen¹⁷. Ein hoher Wasserüberstau in der ersten Wachstumsphase wirkt sich allerdings negativ auf die Etablierung der Pflanzen aus¹⁵. Als zeitlicher Horizont für die Spontanbesiedlung mit Seggen sind etwa drei Jahre zu kalkulieren.

Eine künstliche Ansiedlung kann ebenfalls vorgenommen werden, was mit einem erheblichen finanziellen Aufwand einhergeht. Dies bietet sich an, wenn die Vernässungsfläche von initialen Seggenbeständen isoliert liegen oder die künftigen Riede schnell produktiv genutzt werden sollen. Durch Pflanzung von

Großseggenried (*Carex spec.*)

vorgezogenen Setzlingen (aus Samen oder durch Rhizomteilung) kann gezielt ein Bestand aufgebaut werden¹⁷. Der Boden sollte zur Minimierung der Konkurrenz von Begleitarten vorbereitet werden. Da Seggen im Gegensatz zu z. B. Schilf eine geringere vegetative Ausbreitungsgeschwindigkeit haben, sollte die Pflanzdichte mehr als 0,25 Pflanzen pro m² betragen¹⁵. In der Regel ist eine Aussaat oder Anpflanzung von Seggen aufgrund der Expansionskraft nicht erforderlich¹⁸.

Was ist beim Wassermanagement und bei der Nährstoffversorgung zu beachten?

Bei niedrigem sommerlichen Überstau werden die höchsten Erträge erzielt. Ein hoher Überstau verringert dagegen die Produktivität. Im Winter ist ein Überstau von 0-30 cm tolerabel¹⁶.

Die Nährstoffversorgung erfolgt in den ersten Jahren über die Mobilisierung der Nährstoffe der degradierten, wiedervernässten Torfe. Zusätzlich kann Wasser nährstoffbelasteter Vorfluter über die Fläche geleitet werden. Ohne Nährstoffnachlieferung kann es zu Aushagerungseffekten und damit verbundenen Ertragsrückgängen kommen¹⁶.

2 Ernte

Welche Erntemengen sind zu erwarten?

Abhängig von der etablierten Seggenart sind Erträge bis 12 t TM ha⁻¹ a⁻¹ möglich. Ohne Nährstoffnachlieferung kann es mittelfristig zu Aushagerungseffekten und damit verbundenen Ertragsrückgängen kommen. Erträge unter 2 t TM ha⁻¹ a⁻¹ sind aber nicht zu erwarten. Zur Aufrechterhaltung der Stoffströme wird dann entsprechend mehr Fläche benötigt¹⁶.

In welchem Zyklus kann geerntet werden?

Die Ernte der meisten Seggenarten kann ein- bis zweimal zwischen Sommer und Spätherbst erfolgen¹⁵. Sie kann bei im Sommer abgesunkenen Wasserständen mit angepasster konventioneller Technik (z. B. Zwillingsreifen, Breitreifen mit Druckluftregelung) durchgeführt werden. Abhängig vom Grundwasserflurabstand kann eine Feldtrocknung erfolgen. Bei hohen Wasserständen in oder über Flur kommen einstufige Ernteverfahren mit direkter Aufnahme des Ernteguts zum Einsatz, wofür Spezialtechnik notwendig ist¹⁸.

Wenn das Seggenheu thermisch verwertet werden soll, empfehlen sich späte Erntetermine bis in den Herbst, da sich so die Eigenschaften der Biomasse für die Verbrennung verbessern. Für die Nutzung in Biogasanlagen wird im Frühsommer geerntet¹⁸.

3 Infrastruktur und Logistik

Von welchen Faktoren ist die Wahl der Erntetechnik und des Ernteverfahrens abhängig?

Technik und Verfahren sind abhängig von:

- den Flächeneigenschaften (Größe, Zuschnitt, Tragfähigkeit),
- den Feuchteverhältnissen,
- dem Erntezeitpunkt,
- der Biomasseform/-verwertung (frische vs. trockene; Langgut, Häckselgut, Rundballen, ...),
- dem Biomasseabtransport (aufgesattelter Bunker, Ladewagen mit Pick-up, separates Transportfahrzeug) und
- der Lage der Erntefläche (z. B. Zufahrtswege).

Oberste Priorität bei der Wahl des Erntekonzeptes hat die Minimierung von Boden- und Narbenschäden. Die Ernte kann grundsätzlich in einem oder in getrennten Arbeitsgängen erfolgen. Nur bei Wasserständen knapp unter Flur und bei Wasserüberstau muss die Ernte — Mahd, Aufnahme, Abtransport — in einem Arbeitsgang durchgeführt werden⁹.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

In Abhängigkeit der genannten Faktoren ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen:⁹

- Messerbalken (Schwadablage möglich, Mahd auch unter Wasser möglich),
- Rotationsmähwerk (Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar, zum Schutz der Biodiversität allerdings nicht empfohlen),
- Feldhäcksler, Mulcher (direktes Einblasen der Biomasse in Bunker bzw. Hänger möglich),
- Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Haspel, Einzugschnecke).

Sehr feuchte bis nasse Großseggenwiesen sind mit an die Boden- und Feuchteverhältnisse angepasster Technik zu bewirtschaften. Die Maschinen können dazu mit unterschiedlichen Fahrwerken wie Doppel-/Zwillingsbereifung oder Breitreifen mit Druckluftregelung an die Bodenverhältnisse angepasst werden. Bei hohen Wasserständen um Flurhöhe ist Spezialtechnik nötig. Anbieter für Spezialtechnik (meist raupenbasiert), die sich für die Ernte von Niedermoorbiomasse eignen, sind z. B. Brielmaier, Mera-Rabeler, Hanze Wetlands, loglogic, Meyer-Luhdorf, Ale Stoker uvm.

Welche Besonderheiten sind bei Beräumung, Transport und Lagerung der Biomasse zu beachten?

Für die Beräumung können auf die Basismaschine aufgesetzte Biomasseauffangbehälter (Kippbunker, Überlader, Plattformen) oder an die Basismaschine angehängte Trailer eingesetzt werden. Zur Kompaktierung der Biomasse dienen aufgesattelte oder angehängte Ballenpressen, die mit einer Tandemachse ausgestattet sein sollten, um die Aufstandsfläche zu vergrößern und damit den Druck auf den Boden zu verringern. Pressen für große Quaderballen sind für

Großseggenried (*Carex spec.*)

nasse Moorstandorte nicht geeignet. Wenn der Biomassetransport zum Flächenrand durch ein separates Transportfahrzeug erfolgt, ist ebenso wie bei den Erntemaschinen die begrenzte Zuladekapazität aufgrund der geringen Tragfähigkeit der Moorböden zu berücksichtigen^{9,10,11}.

Was ist bei der infrastrukturellen Erschließung der Fläche zu beachten?

Eine streifen- bzw. kreuzförmige Erschließung der Fläche ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbelastung auf mehrere Fahrtrassen beim Abtransport der Biomasse. Die Einrichtung zusätzlicher Zufahrten, die Verfestigung der Wege durch Anlegen von Dämmen oder Stärkung der Fahrtrassen und die Anlage befestigter Lager- und Umschlagplätze am Feldrand verringern die Gefahr einer Schädigung des Bodens durch die Erntetechnik¹⁰.

4 Verarbeitung und Vermarktung

Seggendominierte Nasswiesenaufwüchse eignen sich zur Fütterung und bieten außerdem verschiedene stoffliche und energetische Verwertungsmöglichkeiten.

Welche stofflichen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Die Gewinnung von Einstreumaterial aus nassen Wiesen wird heute wegen seiner guten Saugfähigkeit wieder geschätzt¹³. Wie die in Süddeutschland weit verbreiteten Pfeifengraswiesen wurden auch Großseggenwiesen zur Gewinnung von Einstreu genutzt²⁴. Strohmehl als Einstreu wird heute in bestimmten Aufstallungssystemen, wenn die Tiere auf Gummimatten liegen, verwendet. Nach der Nutzung als Einstreu ist eine weitere Verwendung in der Biogasanlage oder als organischer Dünger möglich. Letzteres ist im Sinne eines geschlossenen Nährstoffkreislaufes vorzuziehen^{3,8,18}.

Nasse Wiesen, die aus der Schlank-Segge aufgebaut werden, können wegen des hohen Kieselsäuregehaltes ein gutes Pferdefutter darstellen. Der Futterwert von Nasswiesenaufwüchsen sinkt generell schnell ab. Er liegt zwischen 5,4 MJ NEL je kg TM (vor der Blüte) und 4,3 MJ NEL je kg TM (zum Ende der Blüte). Bei ausreichender Trittfestigkeit kann eine frühe, zeitlich begrenzte Beweidung mit recht hohem Besatz erfolgen. Eine späte Nachbeweidung ist wegen des geringen Futterwerts nur über einen kurzen Zeitraum zu empfehlen. Die Silierung von Nasswiesenaufwüchsen lohnt nur bei einem frühen Schnitt³¹.

Nasswiesenaufwüchse können auch direkt als organischer Dünger auf Ackerflächen aufgebracht und eingearbeitet werden. Insbesondere strohartige Aufwüchse lassen sich als Mulchmaterial im Obstanbau, im Landschaftsbau, an Straßenböschungen usw. einsetzen⁸.

Außerhalb des landwirtschaftlichen Bereiches können Sauer- und Süßgräser für die Erzeugung von Zellulose als Rohstoff für die Papier- und Kartonagenherstellung verwertet werden⁸.

Die traditionelle Lehm-/Stroh-Bauweise erlebt beim „ökologischen Bauen“ derzeit eine Renaissance. Strohartige Streuwiesenaufwüchse lassen sich zur Herstellung von Strohdämmplatten, Strohspanplatten oder Strohfasernutzen⁸. Wiesengrasdämmstoff wird auch als Einblas- oder Schüttdämmung angeboten.

Mit dem Verfahren der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) wird Pflanzen- oder HTC-Kohle hergestellt. Feuchte und nasse Biomasse eignet sich aufgrund der nassen Verfahrensbedingungen dafür. Unter Zusatz von Wasser, Druck (10-40 bar) und bei hoher Temperatur (180-250°C) lässt sich Feucht- und Nasswiesenbiomasse in mehreren Stunden in Kohle umwandeln. Diese kann thermisch, als Bodenverbesserer, als Torfersatz in Pflanzern oder in Filtersystemen verwendet werden¹³.

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Halmgutartige Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Pellets verwendet werden, die im Nachgang thermisch verwertet werden. Lohnenswert sind dabei vor allem produktive von Seggen oder Rohrglanzgras dominierte Aufwüchse. Feucht- und Nasswiesenheu weist trotz erhöhter Gesamtstaubemissionen, Rohaschegehalte und Ascheschmelztemperaturen gute Verbrennungseigenschaften auf¹³. Der Heizwert von Großseggen liegt zwischen 17,6-17,9 MJ je kg TS bei einem Aschegehalt von 5 % TS¹⁵.

Bei einer Ernte im Frühsommer kommt eine Verwertung in der Biogasanlage in Betracht. Die Methanausbeute von Seggen liegt dabei 126-313 m³ je t oTS¹⁸. Der Voraufschluss der Biomasse wird durch eine Vornutzung als Streu gefördert. Das betriebliche, ökonomische Risiko liegt bei einer direkten Verfeuerung deutlich niedriger als bei der Verwertung als Substrat, da die Energieausbeute bei der Verbrennung halmgutartiger Biomasse höher im Vergleich zur Vergärung ist¹⁹.

Herausforderungen liegen vor allem in hohen Investitionskosten für die angepasste oder spezielle Ernte-technik und in einem sicheren Absatz (z. B. Heizwerk)¹⁸. Mit Halmgütern betriebene Feuerungsanlage haben geringere Brennstoffkosten als Öl- oder Gasheizungen, sind gegenüber diesen aber nur konkurrenzfähig, wenn eine hohe Anzahl von Volllaststunden in der Anlage erreicht wird²⁰. Halmgutartige Biomasse kann pelletiert werden, was Einsatz- und Absatzmöglichkeiten erweitert, aber auch die Bereitstellungskosten erhöht¹⁵. Eine Verfeuerung in Kleinanlagen ist nach Typenprüfung ebenfalls möglich. Pellets

Großseggenried (*Carex spec.*)

finden auch Verwendung als Einstreu oder in der stofflichen Weiterverarbeitung.

Welche Eigenschaften sind für die stoffliche Verwertung notwendig?

In den meisten Fällen weist die Biomasse noch nicht die erforderlichen Eigenschaften für die direkte Verarbeitung zu Produkten auf, weshalb der Endverarbeitung eine Konditionierung der Biomasse vorausgeht. Auf diese Weise wird die Biomasse zu homogenen reproduzierbaren Chargen veredelt, die dann für eine breite Nutzung verfügbar sind. Die Konditionierung kann durch einfache Methoden wie Quetschen, Reißen, Schneiden, Mahlen und Silieren oder durch die Kombination einzelner Schritte erfolgen¹².

Wie müssen die Verbrennungsanlagen an die entsprechende Biomasse angepasst sein?

Eine automatische Ascheaustragstechnik ist an größeren Anlagen erforderlich. Ohnehin sollte eine für Halmgut angepasste Technik genutzt werden z. B. Wirbelschichtfeuerung und Zigarrenfeuerung. Halmgutartige Biomasse von Standorten, die stark bezüglich ihrer Wasserstände, ihrer Produktivität und ihrer Pflanzensammensetzung variieren, sollte auf kritische Inhaltsstoffe (insbesondere Chlor, Kalium und Schwefel) untersucht werden^{11,13}.

Eignen sich Zertifikate/Umweltkennzeichen als Vermarktungsstrategie?

Durch Umweltkennzeichen wie z. B. den „Blauen Engel“ werden die Umwelteigenschaften als Teil der Produkteigenschaften sichtbar. Durch Zertifikate werden diese von Dritten bestätigt. Den Kosten für die Zertifizierung stehen als Nutzen höhere Marktanteile, die Schaffung einer Marktnische, eine höhere Zahlungsbereitschaft oder der Zugang zu bestimmten Märkten gegenüber.

Für die energetische Nutzung von Niedermoorbiomasse kann das „Grüne Gas“-Label oder das „Grüner Strom“-Label oder auch das „ISCC-System“ genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

Wie ist der derzeitige Stand der Umsetzung?

Die Nutzung von Nasswiesen mit Seggen gibt es seit Jahrhunderten und sie ist heute wieder bzw. noch vereinzelt in Deutschland anzutreffen. Die heute kommerziell mögliche thermische Verwertung von Seggenheu findet seit 2014 im Biomasse-Heizwerk Malchin durch die Agrotherm GmbH statt. Hier wird der Aufwuchs von wiedervernässten Niedermoorflächen zur Wärmeversorgung von rund 500 Wohneinheiten und einigen öffentlichen Gebäuden verfeuert. Die Verwendung als Einstreu mit nachgelagerter Verwertung in der Biogasanlage wird z. B. von der Meshecke GbR Prenzlau in Brandenburg praktiziert¹⁸. Im Spreewald (Göritzer Agrar GmbH) wird seit 2016 spät

gemähte Feucht- und Nasswiesen-Biomasse in einem Ofen mit Heuballenvergaser thermisch verwertet. Ein aktuelles Seggenanbau-Projekt findet 2016-2020 in Bayern statt (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>).

5 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung ist der Eintrag der Fläche als Schlag/Feldblock beim Amt für Landwirtschaft. Ist die Aussaat von Mähgut und regional gewonnenem Saatgut vorgesehen, so ist § 39 Abs. 4 BNatSchG zu berücksichtigen, der das Entnehmen, Be- oder Verarbeiten wild lebender Pflanzen regelt: Es „bedarf unbeschadet der Rechte der Eigentümer und sonstiger Nutzungsberechtigter der Genehmigung der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Behörde. Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn der Bestand der betreffenden Art am Ort der Entnahme nicht gefährdet und der Naturhaushalt nicht erheblich beeinträchtigt werden. Die Entnahme hat pfleglich zu erfolgen. Bei der Entscheidung über Entnahmen zu Zwecken der Produktion regionalen Saatguts sind die günstigen Auswirkungen auf die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu berücksichtigen“. Bei besonders geschützten Arten findet zudem § 44 Abs. 1 Nr. 4 BNatSchG Anwendung. Nach § 45 Abs. 7 BNatSchG können die zuständigen Behörden von den Verboten in § 44 Ausnahmen, die den Schutz und die Wiederansiedlung von Pflanzenarten betreffen, zulassen. Der Biotop- und Lebensraumschutz ist zu beachten.

Welche Fördermittel gibt es?

Sehr feuchte und nasse Wiesen sind in der Regel förderfähig, so lange eine Nutzung erfolgt und es sich um eine Etablierung bzw. Anpflanzung auf Feldblöcken handelt (Direktzahlungen). Entsprechende Nutzungscodes sind z. B. 451 (Wiesen) oder 458 (Streuwiesen – z. B. in Brandenburg, Bayern, Baden-Württemberg). Weiterhin werden über die 2. Säule der GAP bzw. EFRE z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert^{21,22}. Die Richtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien für Umwelt und Landwirtschaft bzw. bei den zuständigen Ämtern für Landwirtschaft erfragt werden.

6 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Seggen sind gute Torfbildner²³. Großseggenwiesen emittieren bei Wasserstufe 5+ durchschnittlich ~3 t

Großseggenried (*Carex spec.*)

CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹, auf sehr feuchten Standorten (Wasserstufe 4+) ~10 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹. Höhere Wasserstände sind zur Senkung der THG-Emissionen also sinnvoll. Die Emissionen werden bei beiden Wasserstufen hauptsächlich durch CH₄ verursacht, einem starken, aber nur kurzzeitig wirksamen Treibhausgas. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Durch die Mahd mit Beräumung wird der Aufbau einer Streuschicht in Seggenrieden eingeschränkt und die Lichtverfügbarkeit in Bodennähe erhöht. Hiervon profitieren vor allem kleine und langsam wachsende Pflanzenarten, so dass sich heterogenere und artenreichere Seggenriede im Vergleich zu ungenutzten Beständen entwickeln können. In der Regel ist diese Entwicklung auch mit einer Erhöhung der faunistischen Artenvielfalt verbunden. Es profitieren vor allem Offenlandarten sowie licht- und wärmeliebende Arten. Feldlerche, Wiesenpieper, Wiesenschafstelze und Kiebitz bevorzugen Bereiche mit dauerhaft kurzer Vegetation. Niedrige riedartige Vegetation mit offenen, schlammigen Bodenstellen sind besonders begehrte Brutplätze der Bekassine. Jedoch wirkt die Mahd auf die Fauna durch direkte physische Schädigung (Verletzung/Tod) auch hemmend. Zusätzlich werden durch die Entfernung der oberirdischen Biomasse vor allem schattenliebende und streuabbauende Arten in ihrer Entwicklung eingeschränkt. Ohne eine dichte Streuauflage finden bestimmten Vogelarten wie z. B. Rohrammer, Knäk- und Löffelente keine Nistmöglichkeiten vor. Zur Abmilderung der hemmenden Effekte, wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. oszillierende statt rotierende Mähwerke, Hochschnitt), die Anlage von einjährigen Rotationsbrachen, die biodiversitätsfördernde Gestaltung von Gräben (z. B. einseitige Grabenpflege) sowie die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen.

7 Weiterführende Informationen

Quellen

¹Wichtmann, W., Schröder C. & Joosten, H. (Hrsg.) (2016): Paludikultur — Bewirtschaftung nasser Moore für regionale Wertschöpfung, Klimaschutz und Biodiversität. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.

²Petersen, A. (1953): Die Gräser: als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker. Berlin: Akademie-Verlag.

³Hutter, C.-P. (Hrsg.) (1993): Wiesen, Weiden und anderes Grünland: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. 152 S. Stuttgart, Wien: Weitbrecht Verlag in K. Thienemanns Verlag.

⁴Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann.

⁵Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.) (2001): Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung. 317 S. Stuttgart: Ulmer.

⁶Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Ulmer.

⁷Klapp, E. & Opitz von Boberfeld, W. (2006): Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 264 S. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

⁸Briemle, G., Eickhoff, D. & Wolf, R. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht: Praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften. 160 S. Karlsruhe: Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60.

⁹Wichmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016): Landtechnik für nasse Moore. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 63-70. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁰Schröder, C., Dettmann, S. & Wichmann, S. (2016): Logistik der Biomasseproduktion auf nassen Mooren. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 70-76. Stuttgart: Schweizerbart.

¹¹Wichmann, S. & Wichtmann, W. (Hrsg.) (2009): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). 190 S. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald und DUENE e. V.

¹²Wiedow, D. & Burgstaler, J. (2016): Stoffliche Nutzung von Biomasse aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 43-45. Stuttgart: Schweizerbart.

¹³DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2014): Vom Landschaftspflegematerial zum Biogas – ein Beratungsordner. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“, Nr. 22. 94 S. Ansbach: DVL e.V.

¹⁴Dierßen, K. & Dierßen, B. (2001): Moore. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. 230 S. Stuttgart: Ulmer.

¹⁵Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W. & Schröder, C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 63 S. Greifswald: Universität Greifswald.

¹⁶Greifswald Moor Centrum (2016): Nasswiesen (*Carex* spp.) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Nasswiese.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁷Roth, S., Seeger, T., Poschlod, P., Pfadenhauer, J. & Succow, M. (2001): Etablierung von Röhrichten und Seggen. In: Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung (hrsg. von R. Kratz & J. Pfadenhauer), S. 125-134. Stuttgart: Ulmer.

Großseggenried (*Carex spec.*)

¹⁸LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

¹⁹Wichmann, S. (2016): Bereitstellung von Biomasse zur stofflichen und energetischen Verwertung. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 111-116. Stuttgart: Schweizerbart.

²⁰Wichmann, S. (2016): Bereitstellungskosten für Energiebiomasse: Schilf, Stroh und Miscanthus im Vergleich. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), Box S. 112-113. Stuttgart: Schweizerbart.

²¹Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.

²²Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²³Oehmke, C. & Abel, S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz, Biodiversität, regionale Wertschöpfung (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22-38. Stuttgart: Schweizerbart.

²⁴Rauschert, S. (1961): Wiesen- und Weidepflanzen. 405 S. Radebeul: Neumann Verlag.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

Rohrglanzgras - früher auch unter dem Namen „Havelmilitz“ bekannt - bevorzugt nährstoff- und sauerstoffreiches Wasser und bildet auf Standorten mit Überschwemmungen ertragreiche Reinbestände aus. Gefragt ist es vor allem als strukturreiches Tierfutter und hat daneben auch Potential für die energetische Verwertung.

Tab. 1: Info-Box: Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+); höhere Wasserstände im Winter möglich
Etablierung:	natürlich nach Wasserstandsanhebung oder gezielt durch Ansaat
Ertrag:	3–10 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (natürliche Bestände) 1,6–13 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ (Anbaukultur)
Verwertung:	Futter, Einstreu, Energiebiomasse (Brennstoff, Substrat für Biogasanlagen)
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~7 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

1 Natürlich etablierte Bestände oder gezielter Anbau

Welche Standorte sind geeignet?

Degradierete, wiedervernässte, basenreiche Niedermoore mit guter Nährstoff- und Sauerstoffversorgung sind optimale Standorte. Rohrglanzgras ist empfindlich gegen lang anhaltenden Überstau und längere Trockenphasen mit mittleren Wasserständen von tiefer als ca. 60 cm unter Flur. Es bevorzugt wechsel-feuchte bis -nasse, sauerstoffreiche Standorte mit einer winterlichen Überflutungsdauer von maximal 2–3 Monaten, wonach das Wasser im Frühjahr auf 10–40 cm unter Flur absinkt und auch im Sommer der Grundwasserstand schwankt oder gelegentliche Überschwemmungen neuen Sauer- und Nährstoff herbeiführen. Auf diesen Standorten ist Rohrglanzgras sehr konkurrenzstark^{1,2,3}.

Kommen natürlich etablierte Bestände für die Verwertung in Frage?

Sowohl natürlich etablierte als auch angesäte Bestände können genutzt werden. Erfahrungen für den gezielten Anbau von Rohrglanzgras (und anderen



Abb. 1: Rohrglanzgras-Dominanzbestand auf einem Niedermoor im Rhinluch, Brandenburg. Foto: F. Birr, 06/2019 Süßgräsern) bei regulierten, hohen Wasserständen (20 bis 5 cm unter Flur) liegen allerdings nicht vor¹⁶. In Nordeuropa gibt es seit einigen Jahrzehnten Erfahrungen mit dem Anbau auf abgetorften, feuchten Moorflächen, wobei die Bedingungen allerdings meist zu trocken und damit torfzehrend sind².

Im Zuge der Sukzession nach einer Wiedervernässung können sich Rohrglanzgrasbestände entwickeln, die allerdings häufig nur für einige Jahre stabil sind. Entscheidend sind dabei Diasporen oder Bestände in näherer Umgebung der zu entwickelnden Fläche¹⁹. Im Trebeltal (M-V) haben sich z. B. Rohrglanzgras-Dominanzbestände auf mehreren 100 ha gebildet²¹. Lang anhaltende Staunässe, zu geringe Sauerstoffzufuhr, Aushagerung und/oder Versauerung lassen Sauergräser, Schilf oder Wasserschwaden in die Bestände einwandern^{2,3,4}. Für das sauerstoffbedürftige Gras sind Überschwemmungen und die Wechsellüsse entscheidend. Passende Standortbedingungen vorausgesetzt, ist das unterirdische Ausläufer treibende, massenwüchsige Gras von äußerst langer Lebens- und Leistungsdauer⁵. Im Aussehen dem Schilf ähnlich, aber wesentlich kleiner, werden aus dem verzweigten Wurzelsystem 0,5–2 m hohe, sehr feste Halme entwickelt. Die Grasnarbe ist durch das Ausläufersystem fest, wodurch die Tragfähigkeit des Bodens erhöht wird^{2,18}.

In welchen Fällen lohnt sich ein Anbau?

Anbau ist eine Option, wenn schnell und sicher Biomasse produziert werden soll. Nach Ansaat dauert es etwa drei Jahre bis die Bestände einen guten Ertrag liefern. Der Nachwuchs ist sehr gut, so dass mindestens zwei Schnitte im Jahr möglich sind^{3,4}. Dies gilt für schwach torfzehrende Wasserstände der Wasserstufe 3+ (-15 bis -45 cm unter Flur). Bei höheren Wasserständen ist der Anbau noch nicht in der Praxis erprobt.

Wann ist der richtige Aussaatzeitpunkt?

Bei wiedervernässten Standorten oder generell hohen Wasserständen müssten diese zur Bestandsbegründung abgesenkt werden. Als Saatverfahren käme die Schlitzsaat zum Einsatz, da ein Narbenumbruch die Befahrbarkeit stark einschränken würde. Nach erfolgter Etablierung könnte der Wasserstand wieder

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

angehoben werden¹⁶. Wie beim Anbau von Futtergräsern, sollte die Boden- und Saatbettbereitung sowie die Aussaat im Frühjahr bis Spätsommer, 1–2 cm tief mit einem Reihenabstand von 12,5 cm erfolgen⁶. Als Aussaatdichte können 15–25 kg/ha empfohlen werden⁷. Saatgut ist zwar im Handel erhältlich, muss aber weiterentwickelt werden um den Anforderungen nasser Standorte gerecht zu werden. Lang anhaltender Überstau ist während der Etablierung unbedingt zu vermeiden¹⁶.

Wie gestaltet sich das Wassermanagement und die Nährstoffversorgung bei der Anbauvariante?

Theoretisch erforderlich ist ein geregeltes Wassermanagement unter Vermeidung von Überstau. Damit verbunden ist in der Regel die Aufrechterhaltung einer eventuellen Polderbewirtschaftung mit Deichunterhaltung und Schöpfwerksbetrieb. Gegebenenfalls ist auch Zusatzwasser für eine sommerliche Bewässerung nötig um ein Absinken der Wasserstände zu verhindern. Bei regelmäßiger Überflutung oder sauerstoffreicher Grundwasserversorgung wird die höchste Produktivität erreicht. Länger anhaltender Überstau führt zur Ablösung der Bestände durch Schilf (*Phragmites australis*), Seggen (*Carex spec.*) oder Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*)^{2,3}.

Welche Pflegemaßnahmen müssen ergriffen werden?

Die Narbenpflege (Walzen und Schleppen) ist beim Anbau von Süßgräsern bei flurnahen Wasserständen sehr entscheidend. Die Befahrbarkeit ist umso höher, je dichter die Grasnarbe ist. Bei hohen Wasserständen ist dafür bodenschonende Spezialtechnik notwendig. Der Wasserstand sollte dafür im Frühjahr nicht abgesenkt werden. Eine Beweidung von Süßgrasbeständen bei hohen Wasserständen eignet sich nur bedingt. Rohrglanzgras ist zudem trittempfindlich. Auch durch das Walzen werden die steil aufrechten Triebe des Rohrglanzgrases geknickt und gehen ein. Gerade im Frühjahr sollte dies unterbleiben, da Rohrglanzgras zeitig mit dem Austrieb, bereits im Überschwemmungswasser, beginnt. Auch nach einem Schnitt sollte Walzen unterbleiben. Aus der Sukzession etablierte Bestände werden ohnehin meist nur extensiv ein- bis zweischürig mit minimaler Narbenpflege bewirtschaftet, woraus sich Einschränkungen in Bezug auf die Verwertung der Aufwüchse ergeben^{3,16,22}.

2 Ernte

Welcher Erntezeitpunkt ist am besten und warum?

Der Erntezeitpunkt richtet sich nach der angestrebten Verwertungsart der Biomasse. Bei zeitlichen Restriktionen z. B. in Schutzgebieten ist der Erntezeitpunkt entsprechend der Verwertungsart zu wählen.

Beizeitigem Schnitt und noch vor Rispenaustritt ist Rohrglanzgras ein gutes und ertragreiches Futtergras. Es liefert insbesondere für Pferde ein geschätztes Heu^{3,4,20}. Bei rechtzeitigem erstem Schnitt lassen sich hohe Energiegehalte erzielen und die Silage zur Fütterung von Rindern und Pferde nutzen.

Auch für eine Verwertung in der Biogasanlage ist ein möglichst früher Erntetermin im Juni/Juli sinnvoll, um eine hohe Gasausbeute zu erzielen². Bei einer Sommermahd als Futter oder Substrat für die Biogasanlage sind zwei bis drei Schnitte möglich⁵. Dabei kann es aber zu einer Aushagerung der Standorte kommen, wodurch die Produktivität eingeschränkt wird. Die Nährstoffnachlieferung erfolgt überwiegend mit dem Überflutungswasser²².

Wird die Ernte mit dem Ziel einer energetischen Verwertung als Festbrennstoff und auch zur Herstellung von Pellets im Winter vollzogen, sollte sie so spät wie möglich im November oder Dezember durchgeführt werden. Allerdings besteht bei ungünstigen Witterungsverhältnissen das Risiko, dass sich die Pflanzen niederlegen und dadurch schwer zu ernten sind bzw. mit Ernteverlusten zu rechnen ist. Auch können Probleme der Konservierung (Trocknung) auftreten und ggf. ist Spezialtechnik aufgrund der winterlich höheren Wasserstände erforderlich²². Bis zu diesem Zeitpunkt — von Juli bis Oktober — steigt die Biomasseproduktion nochmals um ein Drittel an. Die späte Ernte verbessert zudem die Verbrennungseignung durch die kontinuierliche Abnahme des Wassergehaltes und verbrennungskritischer Inhalte (Stickstoff, Schwefel, Chlor) bis zum Winter. Durch längeres Verweilen des Mahdgutes auf der Fläche werden verbrennungskritische Inhalte mit dem Regen ausgewaschen, wodurch die Verbrennungseignung weiter zunimmt²². Ein weiterer Vorteil der Herbst- bis Winterernte ist, dass die Arbeitsschritte Wenden und Schwaden entfallen und die Fläche somit nicht so häufig wie bei der Sommerernte befahren werden muss^{1,2}.

Was ist bei der Mahd zu beachten?

Bei der Ernte sollte auf eine Schnitthöhe von mindestens 10 cm geachtet werden. Zu häufiger, d. h. regelmäßig mehr als zwei Schnitte und zu früher Schnitt können zur Schädigung der Bestände führen. Bei einer dreischürigen Nutzung sollte der letzte Schnitt bis zum 20. September erfolgen, um das Ausdauervermögen des Grases nicht zu beeinträchtigen^{4,5,8}.

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

Welche Erträge können erzielt werden?

Aus Anbaukulturen sind für Nordamerika Erträge von 1,6–12,2 t TM ha⁻¹ a⁻¹ berichtet. Für Europa werden 7–13 t TM ha⁻¹ a⁻¹ auf unterschiedlichen Standorten angegeben¹⁹. In Estland betrugen die Erträge der Rohrglanzgraskulturen auf Moorstandorten im Juli ca. 4,5 t TM ha⁻¹ a⁻¹, im Oktober ca. 7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ und im April ca. 5,5 t TM ha⁻¹ a⁻¹²⁰. Bei der Beerntung von natürlich etablierten Beständen auf wiedervernässten Niedermooren in Nordostdeutschland wurden bei sommerlicher Ernte 5–10 t TM ha⁻¹ a⁻¹ und bei Winterernte 3–5 t TM ha⁻¹ a⁻¹ erzielt¹. Höhere Wintererträge sind allerdings möglich: So wurden z. B. für einen naturbelassenen Bestand auf Niedermoor in Mecklenburg-Vorpommern bei einschüriger Mahd im Herbst/Winter 4,4–7,7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ angegeben²¹. Ähnliche Erträge wurden auch mit angesäten Rohrglanzgraskulturen auf Niedermoorstandorten erzielt. Bei zwei bis dreimaligem Schnitt wurden 4,9–11,5 t/ha Trockenmasse im Jahr geerntet. Nach Neuansaat im Frühjahr konnten bei einem ersten Schnitt Anfang Juli und einem zweiten Schnitt Anfang September insgesamt 4–6 t ha⁻¹ Trockenmasse erzielt werden. Dabei ist zu beachten, dass der erste Schnitt nicht vor dem 1. Juli erfolgen sollte, da die jungen Pflanzen empfindlich gegen zu frühen Schnitt sind⁵. Im Laufe des Winters – von November/Dezember bis Februar – nimmt die oberirdische Trockenmasse kontinuierlich ab¹.

Ein Versuch im Havelluch (Brandenburg) hat gezeigt, dass auf wechselndem flachgründigen Niedermoor eine Zweischnittnutzung in Verbindung mit ausschließlicher Kaliumdüngung die günstigste Form der Nutzung von Rohrglanzgraswiesen als Futter darstellt. Hierbei konnten Erträge von 12,7 t ha⁻¹ a⁻¹ erzielt werden. Ohne Kaliumdüngung sank der Bestand recht schnell im Futterwert (< 5 MJ NEL/kg TM). Gleiches galt für eine einschürige Nutzung ohne Düngung, wobei der Aufwuchs anteilig noch Verwendung in der Mutterkuhfütterung finden kann. Eine Dreischnittnutzung in Kombination mit Phosphor-Kalium-Düngung führte zur Verdrängung der Rohrglanzgraswiesen. Bei der Düngung im Bereich wassergesättigter Böden sind die entsprechenden Vorgaben der Düngeverordnung zu beachten²⁶.

3 Infrastruktur und Logistik

Von welchen Faktoren ist die Wahl der Erntetechnik und des Ernteverfahrens abhängig?

Diese sind abhängig von:

- den Flächeneigenschaften (Größe, Zuschnitt, Tragfähigkeit),
- den Feuchteverhältnissen,
- dem Erntezeitpunkt,

- der Biomasseform/-verwertung (frische vs. trockene; Langgut, Häckselgut, Rundballen, Bunde, ...),
- dem Biomasseabtransport (aufgesattelter Bunker, Ladewagen mit Pick-up, separates Transportfahrzeug) und
- Lage der Erntefläche (z. B. Zufahrtswege).

Oberste Priorität bei der Wahl des Erntekonzeptes ist die Minimierung von Boden- und Rhizomschäden!

Die Ernte kann grundsätzlich in einem oder in getrennten Arbeitsschritten erfolgen. Nur bei Wasserständen knapp unter Flur und bei Wasserüberstau muss die Ernte – Mahd, Aufnahme, Abtransport – in einem Arbeitsgang durchgeführt werden⁹.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

In Abhängigkeit der genannten Faktoren ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen⁹.

- Messerbalken (Schwadablage möglich, Mahd auch unter Wasser möglich),
- Rotationsmäherwerk (Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar, zum Schutz der Biodiversität allerdings nicht empfohlen),
- Feldhäcksler, Mulcher (direktes Einblasen der Biomasse in Bunker bzw. Hänger möglich),
- Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Haspel, Einzugschnecke).

Rohrglanzgras ist mit herkömmlicher, an die Boden- und Feuchteverhältnisse angepasster Technik zu bewirtschaften. Aufgrund seiner Hochwüchsigkeit und Standfestigkeit ist es bestens für die Mahd geeignet, aber nur bedingt für die Beweidung, da Rohrglanzgras trittempfindlich ist. Die Erntemaschinen können dazu mit unterschiedlichen Fahrwerken wie Doppel-/Zwillingsbereifung oder Breitreifen mit Druckluftregelung an die Bodenverhältnisse angepasst werden^{1,5}.

Welche Besonderheiten sind bei Abräumung, Transport und Lagerung der Biomasse zu beachten?

Für die Abräumung wird die Biomasse als Häckselgut entweder direkt geerntet oder nach Ablage im Schwad von einem Häcksler bzw. Ladewagen aufgenommen. Für eine Kompaktierung der Biomasse dienen aufgesattelte oder angehängte Rundballenpressen. Pressen für große Quaderballen sind für nasse Moorstandorte nicht geeignet. Wenn der Biomasse-transport zum Flächenrand durch ein separates Transportfahrzeug erfolgt, ist ebenso wie bei den Erntemaschinen die begrenzte Zuladekapazität aufgrund der geringen Tragfähigkeit der Moorböden zu berücksichtigen. Zum Umladen von Bunden eignen sich Schlepper mit Frontlader oder Zange bzw. Kräne. Gelagert werden können die Bunde wie auch Ballen in Mieten oder überdachten Lagern.

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

Was ist bei der infrastrukturellen Erschließung der Fläche zu beachten?

Eine streifen- bzw. kreuzförmige Erschließung der Fläche ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbelastung auf mehrere Fahrtrassen beim Abtransport der Biomasse. Die Einrichtung zusätzlicher Zufahrten, die Verfestigung der Wege durch Anlegen von Dämmen oder Stärkung der Fahrtrassen und die Anlegung befestigter Lager- und Umschlagplätze am Feldrand verringern die Gefahr einer Schädigung des Bodens durch die Erntetechnik¹⁰.

4 Verarbeitung und Vermarktung

Rohrglanzgras eignet sich als Futtergras zur Herstellung von Welksilage und Heu und bietet außerdem verschiedene stoffliche und energetische Verwertungsmöglichkeiten:

Welche Eignung besitzt Rohrglanzgras als Futtergras?

Rohrglanzgras der Auenwiesen hatte bis Mitte des 19. Jahrhunderts als Pferdeheu eine große Bedeutung². In Ostdeutschland wurden in den 1980er Jahren produktive Rohrglanzgrassorten als Saatgrasland auf mäßig entwässerten Niedermooren angebaut⁵. Auch heute kann spät geerntetes Rohrglanzgras von wiedervernässten Niedermooren in der Pferdefütterung zum Einsatz kommen, da es ausreichend strukturreich ist und einen niedrigen Fruktangehalt < 5 % aufweist, was das futterinduzierte Laminitis-Risiko bei Pferden minimiert¹⁷.

Rohrglanzgras als Futtergras liefert bei sommerlichem erstem Schnitt hohe Energiegehalte und eignet sich sehr gut zur Silierung und Futterherstellung für Rinder. Im Siliergut können Energiegehalte zwischen 4,5-7,1 MJ NEL je kg TM erzielt werden²³.

Rohrglanzgras-Reinbestände sind für eine direkte Beweidung mit Rindern, Wasserbüffeln, Schafen oder Pferden aufgrund der Hochwüchsigkeit und Trittempfindlichkeit nicht geeignet. Möglich ist dies nur in Feucht- und Nasswiesenbeständen, die neben Rohrglanzgras auch aus anderen Süßgräsern sowie Sauergräsern zusammengesetzt werden²⁷.

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Halmgutartige Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Pellets, Briketts oder als loser Festbrennstoff verwendet werden. Dank spezieller Ofentechnik können heute auch sommerlich geerntete Aufwüchse in Heizwerken verwertet werden². Bei einer Ernte im Sommer und anschließender Silierung kommt aber vor allem eine Verwertung als Co-Substrat in der Biogasanlage in Betracht. Gut zerkleinert und in geringen Mengen kann die Biomasse in Nassvergärungsanlagen eingesetzt werden. Die Biogasausbeute hängt von der Anlage

und dem Voraufschluss der Biomasse ab und ist mit der von Grünschnitt vergleichbar²². Bei alleiniger Verwertung eignet sich ausschließlich die Feststofffermentation (Trockenvergärungsverfahren)^{11,12}.

Welche Eigenschaften besitzt Rohrglanzgras als Brennstoff?

Rohrglanzgras besitzt einen Heizwert von 16,7 MJ/kg²¹ bzw. 16,9 MJ/kg¹³ und liegt damit im unteren Bereich der für halmgutartige Biomasse angegebenen Heizwerte¹. Im Vergleich dazu liegt Schilf mit einem Heizwert von 17,5 MJ/kg¹⁴ bzw. 17,7 MJ/kg¹⁵ im oberen Bereich. Ausschlaggebender als die Pflanzenart ist der Wassergehalt der Biomasse. Sowohl der Heizwert als auch die Lagerfähigkeit verbessern sich mit abnehmender Feuchte der Biomasse, so dass eine Feuchte von ≤ 15 % anzustreben ist¹.

Der Aschegehalt von 2–6 % ist bei halmgutartigen Brennstoffen nicht nur deutlich höher als bei holzartiger Biomasse, zudem weisen sie einen niedrigeren Ascheschmelzpunkt von 1100–1200°C als Holz auf. Diese Eigenschaften sind bei der Anlagenkonstruktion zu berücksichtigen^{1,22}.

Wie müssen die Verbrennungsanlagen an die entsprechende Biomasse angepasst sein?

Eine automatische Ascheaustragstechnik ist an größeren Anlagen erforderlich. Auch sollte für Rohrglanzgras eine für Halmgut angepasste Technik genutzt werden z. B. Wirbelschichtfeuerung und Zigarrenfeuerung. Halmgutartige Biomasse von Standorten, die stark bezüglich ihrer Wasserstände, ihrer Produktivität und ihrer Pflanzenzusammensetzung variieren, sollte auf kritische Inhaltsstoffe (insbesondere Chlor und Schwefel) untersucht werden¹.

Eignen sich Zertifikate/Umweltkennzeichen als Vermarktungsstrategie?

Durch Umweltkennzeichen wie z. B. den „Blauen Engel“ werden die Umwelteigenschaften als Teil der Produkteigenschaften sichtbar. Durch Zertifikate werden diese von Dritten bestätigt. Den Kosten für die Zertifizierung stehen als Nutzen höhere Marktanteile, die Schaffung einer Marktnische, eine höhere Zahlungsbereitschaft oder der Zugang zu bestimmten Märkten gegenüber.

Für die energetische Nutzung von Niedermoorbiomasse kann das „Grüne Gas“-Label oder das „Grüner Strom“-Label oder auch das „ISCC-System“ genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

Wie ist der derzeitige Stand der Umsetzung?

Als Futter- und Nutzpflanze in der Tierhaltung (Heu, Silage, Einstreu) gilt Rohrglanzgras als etabliert. Der Anbau von Rohrglanzgras und anderen in Frage kommenden Süßgräsern (z. B. *Glyceria maxima*, *Agrostis*

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

stolonifera) ist unter torferhaltenden Bedingungen noch nicht umgesetzt. In Nordeuropa wird sie auf geschätzten 20.000 ha als Energiepflanze auf abgetorften Hochmooren angebaut²¹. Im Bereich der thermischen Verwertung wird seit 2014 im Biomasse-Heizwerk Malchin (M-V) der Agrotherm GmbH Rohrglanzgras- und Seggenheu von wiedervernässten Niedermoorflächen zur Wärmeversorgung von rund 500 Wohneinheiten und einigen öffentlichen Gebäuden verfeuert²². Ein aktuelles Rohrglanzgras-Anbauprojekt findet 2016–2020 in Bayern (<https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>) statt.

5 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung ist der Eintrag der Fläche als Schlag beim Amt für Landwirtschaft.

Welche Fördermittel gibt es?

Rohrglanzgras ist als landwirtschaftliche Nutzpflanze (Dauergrünland und Dauerkultur) eingestuft und förderfähig, so lange eine Nutzung erfolgt (Direktzahlungen). Entsprechende Nutzungscodes sind z. B. 451 (Wiesen) oder 854 (Dauerkultur). Über die 2. Säule der GAP oder EFRE werden z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert^{24,25}. Die Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien für Umwelt und Landwirtschaft der Länder bzw. beim zuständigen Amt für Landwirtschaft erfragt werden.

6 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Rohrglanzgras bildet keinen Torf² und bei Wasserständen unter Flur ist der Torferhalt nicht sichergestellt. Dennoch bietet Rohrglanzgras aus Klimaschutzsicht eine interessante Nutzungsoption auf sehr feuchten Standorten (Wasserstufe 4+), da die THG-Emissionen insgesamt niedrig sind. Es sind typischerweise Standortemissionen von ~7 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Diese werden hauptsächlich durch CO₂ verursacht. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Rohrglanzgras ist in Hinblick auf minimale THG-Emissionen nach momentanem Wissensstand die beste Wahl auf Standorten der Wasserstufe 4+. Rohrglanzgras kann allerdings auch auf trockeneren Standorten der Was-

serstufe 3+ wachsen², wobei deutlich höhere Emissionen entstehen. Aus Klimaschutzgründen muss deshalb ein hoher Wasserstand eingehalten werden.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Durch die Mahd mit Beräumung wird der Aufbau einer Streuschicht in Rohrglanzgrasbeständen eingeschränkt und die Lichtverfügbarkeit in Bodennähe erhöht. Hiervon profitieren vor allem kleine und langsam wachsende Pflanzenarten, so dass genutzte Rohrglanzgrasbestände oftmals heterogener und artenreicher sind als ungenutzte. In der Regel ist diese Entwicklung auch mit einer Erhöhung der faunistischen Artenvielfalt verbunden. Es profitieren vor allem Offenlandarten sowie licht- und temperaturliebende Arten. Niedrige riedartige Vegetation mit offenen, schlammigen Bodenstellen sind besonders begehrte Brutplätze der Bekassine. Gründelenten, Graugänsen, Höckerschwänen und Blesshühnern dient Rohrglanzgras auch als Nahrung. Jedoch wirkt die Mahd auf die Fauna durch direkte physische Schädigung (Verletzung/Tod) auch hemmend. Zusätzlich werden durch die Entfernung der oberirdischen Biomasse vor allem schattenliebende und streuabbauende Arten in ihrer Entwicklung eingeschränkt. Zur Abmilderung der hemmenden Effekte, wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. oszillierende statt rotierende Mähwerke, Hochschnitt), die Anlage von einjährigen Rotationsbrachen, die biodiversitätsfördernde Gestaltung von Gräben (z. B. einseitige Grabenpflege) sowie die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen.

7 Weiterführende Informationen

Quellen

¹Wichmann, S. & Wichtmann, W. (Hrsg.) (2009): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). 190 S. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald und DUENE e. V.

²Oehmke, C. & Abel, S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz, Biodiversität, regionale Wertschöpfung (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten): S. 22-38. Stuttgart: Schweizerbart.

³Petersen, A. (1991): Die Gräser als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker. 7. berichtigte Auflage, hrsg. u. bearb. v. W. Petersen und G. Wacker. 275 S. Berlin: Akademie-Verl.

⁴Klapp, E. & Opitz von Boberfeld, W. (2006): Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

⁵Kreil, W., Simon, W. & Wojahn, E. (1982): Futterpflanzenanbau: Empfehlungen, Richtwerte, Normative. Bd. 1 Grasland. 152 S. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

- ⁶Lewandowski, I., Scurlock, J.M., Lindvall, E. & Christou, M. (2003): The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* 25: 335-361.
- ⁷Kaltschmitt, M., Hartmann, H. & Hofbauer, H. (Hrsg.) (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren*. 2. Auflage. 1030 S. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer.
- ⁸Geber, U. (2002): Cutting frequency and stubble height of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.): Influence on quality and quantity of biomass for biogas production. *Grass and Forage Science* 57: 389-394.
- ⁹Wichmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016): Landtechnik für nasse Moore. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 63-70. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹⁰Schröder, C., Dettmann, S. & Wichmann, S. (2016): Logistik der Biomasseproduktion auf nassen Mooren. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 70-76. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹¹Wichtmann, W. (2016): Box 3.2: Nutzungszeiträume. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹²Wiedow, D., Müller, J. & Burgstaler, J. (2016): Vergärung zu Biogas. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 55-56. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹³Kastberg, S. & Burvall, J. (1998): Perennial rhizomatous grass - Reed canary grass as an upgraded bio-fuel: experiences from combustion tests in Sweden. *Sustainable agriculture for food, energy and industry*. James & James Ltd.: 932-937.
- ¹⁴Eder, G., Halinger, W. & Wörgetter, M. (2004): Gutachten Energetische Schilfnutzung von Schilfpellets. 53 S. Wiesenburg: Austrian Bionenergy Centre GmbH.
- ¹⁵Barz, M., Ahlhaus, M. & Wichtmann, W. (2006): Energetic Utilization of common Reed for combined Heat and Power Generation. 2nd Int. Baltic Bioenergy Conference: Use of bioenergy in the Baltic Sea region. Conference proceedings, 02.-04.11.2006, FH Stralsund: 166-173.
- ¹⁶LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.
- ¹⁷Zielke, L. (2016): Rohrglanzgras vernässter Moorstandorte als Pferdefutter. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz, Biodiversität, regionale Wertschöpfung* (hrsg. von W. Wichtmann, W., C. Schröder & H. Joosten), S. 34. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹⁸Arny, A., Hodgson R. & Nesom, G. (1929): Reed Canary Grass for meadows and pastures. *Minnesota Bulletin* 263: 1-27.
- ¹⁹El Bassam, N. (2010): *Handbook of bioenergy crops. A complete reference to species, development and applications*. 516 S. London, Washington D.C.: Earthscan.
- ²⁰Heinsoo, K., Hein, K., Melts, I., Holm, B. & Ivask, M. (2011): Reed canary grass yield and fuel quality in Estonian farmers' fields. *Biomass and Bioenergy* 35 (2011): 617-625.
- ²⁰Wulf, A. (2009): Brennstoff-Charakterisierung, Verbrennungstests und Ascheanalysen. In: *Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermoo- ren (ENIM)* (hrsg. von S. Wichmann & W. Wichtmann), S. 53-64. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald. DUENE e. V.
- ²¹Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W. & Schröder, C. (2017): *Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Moo- ren*. 63 S. Greifswald: Universität Greifswald.
- ²²Greifswald Moor Centrum (2016): Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Rohrglanz-gras.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ²³Bockholt, R. & Buske, F. (1997): Variationsbreite des Futterwertes von Niedermoorgrünland unter Berücksichtigung der häufigsten autochthonen Pflanzenarten. *Das wirtschaftseigene Futter* 43: 5-20.
- ²⁴Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.
- ²⁵Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): *ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder*. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ²⁶Hochberg, H., Hochberg, E. & Zart, S. (2017): Nachhaltige Bewirtschaftung der Rohrglanzgraswiesen auf Niedermoor. Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinaue (2017): 69-72.
- ³¹Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2019): *Kooperativer Klimaschutz durch angepasste Nutzung organischer Böden – Ein Leitfaden*, Nr. 26 der DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“. 73 S. Ansbach: DVL e.V.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Rohrglanzgraswiese (*Phalaris arundinacea*)

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesamt
für Naturschutz



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Weide mit Wasserbüffeln (*Bubalus arnee*)

Gut geeignet für die Wasserbüffelhaltung sind flachgründige, wiedervernässte Niedermoore und die Übergangsbereiche von Moor- zu Mineralbodenstandorten. Als Weidesystem kommt in der Regel die Standweide bzw. Mähstandweide zum Tragen. Wasserbüffel können sowohl für die Fleisch- als auch Milchproduktion genutzt werden. In diesem Steckbrief wird die Muttertierhaltung betrachtet und der Einsatz als „Landschaftspfleger“ zum Offenhalten von nassen oder feuchten Flächen bei gleichzeitig wirtschaftlicher Verwertung.

Tab. 1.: Info-Box: Weide mit Wasserbüffeln

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+); teilweise oder generell auch höhere Wasserstände möglich (Wasserstufe 5+)
Aufwuchs:	Nasswiesen und Riede, die aus der Sukzession nach Wiedervernässung hervorgegangen sind
Zuwachs:	840 g pro Tag und Kalb möglich
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, Milch
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (WS 4+)

1 Standorteignung

Warum ist der Wasserbüffel besonders für die Beweidung nasser Moorstandorte geeignet?

Der Wasserbüffel hat wenig Scheu vor Blänken und Feuchtstellen. Aufgrund seiner Klauenphysiologie kommt er gut mit sehr feuchten Untergründen (Wasserstände 5–20 cm unter Flur) und weichen Böden zurecht. Er ist genügsamer als andere Rinderrassen, um auch Aufwüchse von geringerer Futterqualität (mit hohen Rohfaseranteilen) zu verwerten. Es eignen sich daher auch Nasswiesen und Riede, die aus Sukzession nach Wiedervernässung hervorgegangen sind¹⁵. Vorrangig werden Süßgräser, u. a. Schilf (*Phragmites australis*), Rohrkolben (*Typha spec.*) und Flutender Schwaden (*Glyceria fluitans*) gefressen. Sauergräser, Binsen und Krautige wie Disteln (*Cirsium spec.*), Brennesseln (*Urtica dioica*) und Ampfer (*Rumex spec.*) werden auf Ganzjahresweiden vor allem im Herbst und Winter abgeweidet^{12,13}. Auch Baumlaub, v. a. von Erle (*Alnus glutinosa*), Silber- und Ohr-Weide (*Salix cinerea*, *S. aurita*) wird gefressen. Kleinere Bäume werden dabei „umgeritten“ und deren Kronen



Abb. 1: Wasserbüffelherde auf einem wiedervernässten Niedermoor in der Uckermark, Brandenburg. Foto: F. Birr, 05/2019.

abgeweidet. Hier zeigt sich das landschaftsgestaltende Potenzial der Wasserbüffel.

Weiterhin werden krautige Pflanzen wie Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*) sowie Neophyten wie Japanischer Staudenknöterich (*Fallopia japonica*)⁴, Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*)¹³ oder Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) verbissen. Der Verbiss energieärmerer Bestände erfolgt in der Regel erst nach der Verwertung höherwertiger Aufwüchse⁴. Trotz unklarer Wirkung von Giftpflanzen auf die Gesundheit von Wasserbüffeln ist Vorsicht vor Giftpflanzen wie Sumpfschachtelhalm, Herbst-Zeitlose, Gift-Hahnenfuß, Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut, Bittersüßem Nachtschatten und Wasserschierling geboten. Infolge des fehlenden Abbaus des Giftstoffs von Sumpf-Schachtelhalm im Heu hat sich in Brandenburg eine tragende Wasserbüffelkuh nach entsprechendem Heuverzehr tödlich vergiftet.

Welche Eigenschaften besitzt der Wasserbüffel für die Haltung?

Wasserbüffel sind robuste Rinder, die sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Klima- und Umweltbedingungen auszeichnen. Zudem sind sie gutmütig und haben ein ruhiges Temperament. Als Landschaftspfleger eingesetzt, sind sie langlebig und können als solche 15–20 Jahre genutzt werden.

Herausfordernd erscheint das Fruchtbarkeitsmanagement. Da die Zwischenkalbezeiten mit 15–25 Monaten relativ lang und die Brunsterkennung schwierig ist, ist ein in der Herde mitlaufender Deckbulle unabdingbar¹. Dieser sollte zur Inzuchtvermeidung nicht länger als zwei Jahre in der Herde bleiben⁶. Nur bei melkenden Kühen ist künstliche Besamung eine Option. Der Büffel kreuzt sich nicht mit Hausrindern, sodass auf geeigneten Standorten auch eine gemeinsame Weidehaltung möglich ist.

Die Mutterkühe sind leichtkalbig und die Kälber frohwüchsig. Dies ist auf siedlungsnahen Flächen von Vorteil, da Verwirrungen der Bevölkerung in Bezug auf die Gesundheit der Mutterkühe und den Kälbern minimiert werden. Die Tragezeit der Kühe beträgt etwa 11 Monate. In drei Jahren kann jede Kuh durchschnittlich zwei Kälber zur Welt bringen. Die Deckung

Weide mit Wasserbüffeln (*Bubalus arnee*)

der Kühe geschieht dabei nicht vor dem dritten Lebensjahr. Die Kälber werden i. d. R. mit der Milch der Mutterkühe aufgezogen und nach etwa 9–12 Monaten abgesetzt. Ausgewachsene Kühe erreichen ein Gewicht von 600–800 kg. Das Gewicht ausgewachsener Bullen liegt mit 800–1.000 kg etwas höher. Ihr hochwertiges Fleisch zeichnet sich durch seine guten Geschmackseigenschaften und seinen geringen Cholesterin- und Fettgehalt aus. Insgesamt weist der Wasserbüffel eine gute Schlachtkörperqualität auf⁶. Daneben liefern die Kühe ernährungsphysiologisch wertvolle Milch mit einem Fettgehalt über 8 % sowie hohem Mineralstoffgehalt, welche sich als Trinkmilch, zur Herstellung von Mozzarella und in der Kosmetikproduktion nutzen lässt⁶. Die Milchgewinnung wäre jedoch auf nassen Flächen aus praktischen Gründen (Zeit- und Arbeitsaufwand, Euterhygiene, Triftweglänge) wenig vorstellbar und ist eher bei getrennten Herdentteilen auf anderen Standorten eine Option¹⁶.

2 Haltung und Management

Wie muss die Weidefläche beschaffen sein?

Der Vorzug von Wasserbüffeln besteht in ihrer besonderen Eignung für sehr heterogene Standorte, sowohl bezüglich der Bodenart und -feuchte als auch der Vegetationsstrukturen. Sie können aber wie gewöhnliche Rinder auch auf trockenen Weiden gehalten werden, benötigen dann allerdings eine Suhle. Flachgründige und sandunterlagerte Moore sind besser geeignet als tiefgründige, da sie weniger zu Bodenschädigung und Verschlammung als Folge von Vertritt neigen¹. Außerdem können sich eingesunkene Wasserbüffel besser selbst aus dem weichen Torfboden befreien, wenn dieser eine Mächtigkeit bis maximal etwa 70 cm aufweist. Prädestiniert für die Wasserbüffelhaltung sind die Übergangsbereiche vom Moor zum Mineralboden¹. Eine Beweidung bei Überstau ist nur in Grenzen möglich (nicht bei flächenhafter Überflutung). Erstrebenswert ist bei der Beweidung nasser Flächen immer ein trockener Rückzugsraum. Somit können die Tiere selbst auf wechselnde Feuchte reagieren. Weiterhin wird empfohlen, Gräben auszukoppeln und ihnen an passender Stelle eine Suhle anzubieten. Auf Flächen mit flurnahen Wasserständen legen sich die Tiere i. d. R. selbst eine Suhle an². Als Einfriedung sollte mindestens ein doppelter Elektrozaun zum Einsatz kommen.

Was ist bei einer ganzjährigen Freilandhaltung zu beachten?

Auch wenn Wasserbüffel als besonders robust gelten, ist ein Schutz vor Kälte im Winter und Hitze im Sommer unbedingt erforderlich. Als Kälteschutz sollte ihnen ein Weideunterstand auf einem ausreichend großen trockenen Standort bereitgestellt werden. Dieser kann auch künstlich, z. B. mit Sand, aufgeschüttet werden – die Größe richtet sich nach Anzahl

der gehaltenen Tiere. Ggf. müssen angrenzende trockene Flächen dazugepachtet werden oder die Tiere auf einer separaten Winterweide gehalten werden, wenn ausschließlich Niedermoorflächen für die Beweidung zur Verfügung stehen. Des Weiteren ist im Winter an eine frostsichere Tränke und Zufütterung zu denken. Vor extremer Hitze schützen sich Wasserbüffel durch Suhlen in Wasser- und Schlammflöchern. Zusätzliche Schattenspenden, z. B. größere Gehölze, sind empfehlenswert. Mineralstoffeimer oder Lecksteine sichern die Versorgung der Tiere mit lebensnotwendigen Spurenelementen⁷.

Bei geringerwertigen Pflanzenbeständen muss der Selektionsspielraum für die Tiere umso größer sein, was eine geringere Besatzdichte erfordert. Abhängig von Standortgunst und Bewirtschaftungsziel schwankt daher die empfohlene Besatzstärke von 0,8–1,5 GVE ha⁻¹. Geringerer Besatz ist möglich, dabei wird das landschaftspflegerische und -gestaltende Potenzial der Wasserbüffel allerdings nicht ausgeschöpft. Als Weidesystem kommt prinzipiell die Stand- oder Mähstandweide zum Tragen. Die Flächen können großzügig bemessen sein, wobei darauf zu achten ist, dass die tägliche Herdenkontrolle (Überprüfung von Fitness, Krankheitsanzeichen, Frischwasser und Elektro-Zaun) noch möglich ist¹. Die Herde wird bei der Mutterkuhhaltung meist in drei Gruppen unterteilt: eine Gruppe Mutterkühe mit ihren Kälbern und einem Deckbull, eine Gruppe Färsen, welche wegen der Vermeidung von Inzucht nicht gedeckt werden sollen, und eine Gruppe Jungbullen, die nicht weiter für die Zucht im Betrieb verwendet werden sollen.

Auf Kraftfutterzugaben sollte aufgrund von Nährstoffimport in die Fläche und zur Minimierung der Futterkosten verzichtet werden¹. Zufütterungen bestehen daher aus Heu. Nach Angaben einiger Halter sind dafür während der Wintermonate 4–6 Rundballen je Tier nötig, im Sommer etwas weniger.

Welche Aspekte der Gesundheitsvorsorge müssen beachtet werden?

Wasserbüffel gelten allgemein als sehr robust und wenig krankheitsanfällig. Dazu trägt auch die meist extensive Freilandhaltung bei, bei welcher gesundheitliche und verhaltensbiologische Probleme minimiert werden, die durch intensive Stallhaltung auftreten können. Dennoch können bei Wasserbüffeln potenziell dieselben Krankheiten wie bei Rindern auftreten, u. a. Maul- und Klauenseuche, TBC, IBR, BVD/MD sowie Parasiten wie Lungwürmer, Spulwürmer und Leberegel⁵. Ein Vorteil gegenüber Rindern ist aber die Immunität bei den gängigsten Krankheiten, vor allem Babesiose²⁴.

Beim Griff zu Entwurmungsmitteln sollte beachtet werden, dass herkömmliche Entwurmungsmittel wie Avermectine sowie deren Abbauprodukte giftig sind

Weide mit Wasserbüffeln (*Bubalus arnee*)

und größtenteils über den Kot ausgeschieden werden. Geschädigt werden vor allem sich von Dung ernährende Insekten, aber auch Gewässer, wenn behandelte Tiere zu diesen Zugang erhalten^{26,27}. Dabei sollte zur Vorbeugung von Resistenzen selektiv und nicht der gesamte Tierbestand behandelt werden¹⁹. Avermectin-behandelte Tiere sollten zeitweise (2 Wochen) aufgestellt werden²⁶. Volksheilkundlich gelten vor allem auch frische Karotten entwurmend²⁷.

Generell gibt es im Weidemanagement Möglichkeiten, den Leberegelbefall einzudämmen. Der freie Zugang zu Wasseransammlungen, in denen die Zwerg-Schlammschnecke (Zwischenwirt des Leberegels) lebt, kann eingeschränkt werden. Feuchtwiesenheu, das im Frühsommer geworben und ggf. im Winter zugefüttert wird, sollte sechs Monate lagern oder 30 Tage silieren, damit alle Infektionsstadien des Leberegels abgetötet werden. Die Wurmbelastung wird bei einer frühsommerlichen Mahd ohnehin reduziert, da der Fläche überwinterte Larven entzogen werden. Weiterhin reduziert die empfohlene extensive Besatzdichte die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Tiere an kontaminierten Geilstellen infizieren. Arbeitsintensive Portionsweiden mit kurzer Verweildauer der Tiere und langen Ruhephasen minimieren ebenfalls den Kontakt zwischen infektiösen Parasitenstadien und ihren Wirtstieren¹⁹.

Amtlich vorgeschrieben sind bei Wasserbüffeln jährliche Blutentnahmen zur Vorbeugung von BHV1, Brucellose und Leukose⁶. Am einfachsten geht dies am Ohr oder Schwanz im Behandlungsstand.

Die Klauen sind sehr hart und daher kaum anfällig. Dennoch sollten sie regelmäßig geprüft und ggf. gepflegt werden⁶.

Ab welcher Flächengröße ist eine Wasserbüffelhaltung ökonomisch rentabel?

Die Wirtschaftlichkeit der Wasserbüffelhaltung hängt von vielen Faktoren ab und ist keine vorrangige Funktion der Flächengröße. Maßgeblich sind neben Direktzahlungen für die bewirtschaftete Fläche und den Transferzahlungen für die Pflegeleistung die Absatzmöglichkeiten, welche sich derzeit auf eine Direktvermarktung oder eine Vermarktung der Zuchttiere (vor allem weiblich) beschränken. Die ganzjährige Freilandhaltung ist im Vergleich zur Stallhaltung im Winter weniger aufwendig und damit etwa 25–30 % günstiger. Bei gegebenen Absatzmöglichkeiten ist eine Herdengröße von 30 Tieren als sinnvoll zu betrachten, da hier eine optimale Auslastung des Deckbulleneinsatzes gegeben ist. Kleinere Herden erfordern ein anteilig höheres Deckgeld. Bei einem angenommenen Besatz von 0,8–1,5 GVE/ha ergibt sich somit eine Weidefläche von etwa 30 ha (zzgl. Winterstandort und Winterfutterflächen)¹.

Welche Vorteile bietet das Mähweidesystem?

Bei der Mähweide wird die Fläche zusätzlich zur Weidenutzung gelegentlich gemäht. Der Bestand ähnelt dabei einer Weide; zu Wiesen bestehen deutliche Unterschiede. Die höhere Nutzungsfrequenz führt zu größeren Untergrasanteilen und einem verstärkten Auftreten von trittverträglichen Rosettenpflanzen²⁰. Mit Blick auf eine ordnungsgemäße Niedermoornutzung²⁵ empfiehlt sich nur die extensive Mähweide.

Im Gegensatz zur extensiven Wiesenutzung bieten extensiv genutzte Mähweiden die Möglichkeit, den Wasserbüffeln kontinuierlich hochwertiges Futter bereitzustellen. Diese Nutzungsform bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit durch einen geringen Arbeitskräftebedarf und großflächige Nutzungsmöglichkeit. Die Haltungsform hat weiterhin einen positiven Einfluss auf die individuelle Tierleistung und Gesundheit. Durch eine kontinuierliche Beweidung bei einer Besatzdichte < 1,5 GVE/ha sowie einer Beweidungspause im Winter kann sich eine dichte Grasnarbe entwickeln^{22,23}.

3 Anschaffung und Zucht

Woher sollte man die Tiere beziehen?

Der Kauf der Tiere über den Internationaler Förderverband zum Einsatz des Wasserbüffels als Landschaftspfleger in Europa e. V. (IFWL) ist mit einer großen Sicherheit bezüglich der Gesundheit und Vitalität der Tiere verbunden. Möglich ist auch der Kauf bei bereits existierenden Wasserbüffelhaltern in Deutschland oder der Import von Tieren aus traditionellen Wasserbüffel-Ländern wie Rumänien, Bulgarien, Ungarn, Ukraine oder Italien. Zu achten ist in jedem Fall auf den Seuchenstatus. Es gibt außerdem praktisch keine Herdbuchtiere.

Was ist bei der Zucht zu beachten?

Im Unterschied zu den Zuchtanforderungen im Bereich der Fleischrinder für das Verfahren der Mutterkuhhaltung sind beim Wasserbüffel die längeren Zwischenkalbezeiten zu beachten (420 Tage auf dem Gut Darß). Aufgrund der geringen Wasserbüffelverbreitung steht nur eingeschränkt Zuchtmaterial (Deckbulen) zur Verfügung, weshalb rechtzeitig an die Beschaffung von geeigneten Tieren zu denken ist.

Welche Herdengröße ist empfehlenswert?

20–30 Tiere entsprechen einer natürlichen Herdengröße von Wildrindern und können auch für eine Wasserbüffelherde als Faustzahl dienen². Außerdem ist bei einer Bestandszahl von max. 30 Tieren eine gute Deckleistung des Bullen zu erwarten².

Weide mit Wasserbüffeln (*Bubalus arnee*)

4 Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

Wie hoch sind die Zuwächse?

Die Zuwächse an Tierlebensmasse sind stark abhängig von der Futterqualität und dem Selektionsindex. Auf dem Gut Darß wurden auf Landschaftspflegeflächen 840 g im Herdendurchschnitt pro Tag und Kalb erzielt. Der Standort ist von einer durchschnittlichen Futterwertigkeit geprägt. In Chursdorf (Sachsen) werden 1000 g im Herdendurchschnitt pro Tag auf einem guten und trockenen Standort erzielt. Die Schlachtreife wird relativ spät mit einem Alter von 20–30 Monaten erreicht². Als Schlachtausbeute können 55 % des Lebendgewichts angenommen werden.

Welche Herausforderungen entstehen bei der Tötung und Schlachtung?

Als großes Problem werden ungeeignete oder weit entfernte Schlachthöfe bei manchen Wasserbüffeln angesehen. Es fehlen in den Schlachthöfen weiterhin die für die dicke Schädeldecke des Wasserbüffels entsprechende Ausstattung (Bolzenschussgerät – könnte aber vom Halter selbst besorgt werden), zum anderen die Erfahrungen in der Zerlegung des Schlachtkörpers. Lange Transportwege führen außerdem zu Stress und Belastungen, welche nicht nur das Tierwohl beeinträchtigen, sondern auch zu einem eingeschränkten Reifeprozess des Fleisches führen, was sich negativ auf dessen Qualität auswirkt^{8,9}.

Generell erfordern das Wesen und der Körperbau des Wasserbüffels andere Tötungs- und Schlachtbedingungen. Optimal wäre dabei die Möglichkeit des Weideschusses, welcher einen konsequenten Abschluss artgerechter Tierhaltung darstellen kann. Die Tiere werden dabei auf der Weide oder im Fanggitter in gewohnter Umgebung durch Kopfschuss oder per Bolzenschuss betäubt und anschließend durch Entbluten getötet. Der Weideschuss bedarf einer guten Planung. Er muss 24 Stunden vorher bei der zuständigen Behörde angezeigt werden, nötig sind ferner ein Kugelfang und ein guter, erfahrener Schütze¹⁰. Innerhalb von 60 Minuten muss das Tier in einen EU-zertifizierten Schlachthof transportiert werden. Der ausbleibende Stress ist bezüglich der Fleischqualität an besseren Werten diverser Parameter (Zartheit, Fleischfarbe, Wasserhaltevermögen) ablesbar. Prämortale Belastungsreaktionen sind beim Weideschuss signifikant niedriger als bei herkömmlicher Tötung und Schlachtung⁹. Letztlich dient der Weideschuss auch als positives Verkaufsargument für Fleisch aus extensiver Freilandhaltung von Wasserbüffeln.

Weitere Alternativen könnten ein gemeinsamer von Wasserbüffeln eingetretener Schlachthof oder die Einrichtung eines mobilen Schlachttransporters sein¹¹.

Welche Vermarktungswege gibt es?

Direktvermarktung (Hofladen, Webshop) mit guter Kundenstammpflege und direktem Austausch über Haltungsbedingungen, naturschutzfachliche Leistungen der Wasserbüffelhaltung, ggf. Weideschuss ist bei der Vermarktung von Wasserbüffelfleisch am erfolgversprechendsten. Eine hohe Frequentierung der Region mit Touristen wie z. B. auf dem Gut Darß wirkt sich zusätzlich positiv auf den Absatz aus. Um auch die weniger wertigen Fleischteile verkaufen zu können, empfiehlt sich die Abgabe von Fleischpaketen oder die Veredlung zu Büffelsalami, Bratwürsten und Burgern. Ferner kann der Einzelhandel oder die Gastronomie ein guter Abnehmer sein – letztere ist aber Fluktuationen unterworfen. Auch gemeinschaftsgetragene, onlinegestützte Märkte wie besserfleisch.de, kaufnekuh.de oder marktschwaermer.de können eine Alternative sein.

Als Nebenprodukt können die vorzugsweise ökologisch (chromfrei) gegerbten Decken gelten.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Regionale Biosiegel bzw. Regionalmarken können sich positiv auf die lokale und regionale Vermarktung von Produkten auswirken. Beispiele sind das EU-Bio-Siegel oder Siegel von Anbauverbänden wie Bioland, Naturland oder Demeter. Die entsprechenden Vorgaben sind bioland.de, naturland.de oder demeter.de zu entnehmen. Die Zertifizierung und Kontrolle erfolgt über staatlich anerkannte Öko-Kontrollstellen, die von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zugelassen sind.

5 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

An wen muss man sich wenden?

Anträge müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindend ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse, bei der jährliche Beiträge für den Wasserbüffelbestand erhoben werden (z. B. in Mecklenburg-Vorpommern 2,80 €, in Brandenburg 2,10 € pro Tier und Jahr). Weitere Informationen zu den Tierseuchenkassen der Bundesländer sind unter www.tierseuchenkasse.de zu finden.

Welche Fördermittel gibt es?

Neben den Direktzahlungen als Weide (Nutzungscode 453) oder Mähweide (452) werden mit der 2. Säule der GAP bzw. EFRE z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert^{17,18}.

Weide mit Wasserbüffeln (*Bubalus arnee*)

Des Weiteren ist eine indirekte Förderung einer extensiven Ganzjahresbeweidung, die zu einer naturschutzfachlichen Aufwertung der Fläche führt, denkbar. Die Wasserbüffelhaltung ist über Fleischverkauf ohne Förderung aus KULAP-Mitteln weitestgehend nicht gewinnbringend und ist ohnehin meist landschaftspflegerisch motiviert. Sie hängt daher stark von der Vergütung der Pflegeleistung ab¹⁵.

6 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Bei einer sehr feuchten Niedermoorbewirtschaftung (Wasserstufe 4+) sind natürlicherweise Standortemissionen von ~8 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Wenn die Fläche nicht vollständig wiedervernässt ist und (wechsel-)feuchte Bereiche auf Torf vorkommen, erhöhen sich die Standortemissionen schätzungsweise auf ~12 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Durch extensive Beweidung werden hochwüchsige und artenarme Vegetationsbestände geöffnet und es entsteht ein arten- und strukturreiches Vegetationsmosaik. Dabei spielen die jeweiligen selektiven Nahrungspräferenzen der Weidetiere eine wichtige Rolle. Wasserbüffel bevorzugen vor allem Süßgräser, so dass Sauergräser und krautige Vegetation erst später im Jahr abgeweidet werden. Durch Trittsiegel an häufig genutzten Passierstellen entstehen zusätzlich Lücken für Pionierarten. Samenausbreitung durch Kot und Fell der Weidetiere findet ebenfalls statt. Durch das strukturreiche Vegetationsmosaik entsteht eine hohe Habitatvielfalt für die Fauna. So profitieren von den vielfältigen Strukturen z. B. Spinnen und Insekten. Wasserbüffel zeigen ein ausgeprägtes Suhilverhalten, was Lebensräume für Amphibien schafft. Durch den Vertritt vegetationsfrei gehaltene Bereiche stellen ein für mehrere Vogelarten wichtiges Nahrungs- und Bruthabitat dar. Der Vertritt der Weidetiere kann die Fauna (v. a. Wiesenvögel) jedoch auch beeinträchtigen. Zur Vermeidung von Trittschäden an vorhandenen Nestern bzw. Jungvögeln wird die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen.

7 Kosten und Erlöse

Für die Kostenabschätzung wurde angenommen, dass eine ganzjährige Beweidung mit 30 Tieren auf 30 ha (zzgl. Winterstandort und Winterfutterflächen) stattfindet. In drei Jahren kann jede Kuh durchschnittlich zwei Kälber zur Welt bringen. Wir gehen davon aus, dass bei 30 Tieren pro Jahr 4 Bullen schlachtreif sind und 4 Färsen im 2. Lebensjahr verkauft werden. D. h.

auf 1 ha Fläche werden 0,13 Bullen und 0,13 Färsen pro Jahr vermarktet. Die Kosten und Erlöse (in € pro ha und Jahr) wurden Sweers et al. (2014)¹⁴ entnommen. Im günstigsten Fall wurde mit den maximalen Erlösen, im mittleren Fall mit den mittleren und im ungünstigsten Fall mit den minimalen Erlöse gerechnet¹⁴. Details zur Förderung siehe BfN-Skripten Kap. 6.1.

Tab. 2: Kosten und Erlöse der Wasserbüffelhaltung auf nassen Niedermoorstandorten

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Kosten	Arbeitskosten	-26 €	-26 €	-26 €
	Maschinenkosten	-10 €	-10 €	-10 €
	Materialkosten	-159 €	-159 €	-159 €
	Sonstige Kosten	-63 €	-63 €	-63 €
	Gesamt	-258 €	-258 €	-258 €
Erlös	Ertrag	689 €	949 €	1.079 €
	Förderung Grünland	100 €	235 €	680 €
Gewinn		531 €	926 €	1.501 €

8 Weiterführende Informationen

Weiterführende Literatur

Sambras, H.H. (2006): Exotische Rinder: Wasserbüffel, Bison, Wisent, Zwergzebu, Yak. 120 S. Stuttgart: Ulmer.

Sweers, W., Kanswohl, N. & Müller, J. (2013): Zur landschaftspflegerischen Eignung des Wasserbüffels (*Bubalus bubalis*). Züchterkunde 85 (6): 462-478.

Quellen

¹Müller, J. & Sweers, W. (2016): Produktion von Futter in Paludikultur. In: Paludikultur — Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten), S. 39-43. Stuttgart: Schweizerbart.

²Mährlein, A. (2005): Sachverständigen-Gutachten: Einsatz von Wasserbüffeln zur Naturschutzpflege. 84 S. Sankt Augustin: HLBS Verlag GmbH.

⁴Enge, D. (2009): Landschaftspflege mit Wasserbüffeln. Naturschutz und Landschaftsplanung 41: 277-285.

⁵Sambras, H.H. & Spannfl-Flor, M. (2005): Artgerechte Haltung von Wasserbüffeln. TVT-Merkblatt Nr. 102. 17 S. Bramsche: Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V.

Weide mit Wasserbüffeln (*Bubalus arnee*)

⁶Spindler, B. (2008): Erhebung von Grund- und Planungsdaten für die heimische Haltung von Bisons und Wasserbüffeln. Interner Abschlussbericht im Rahmen des KTBL-Arbeitsprogramms „Kalkulationsunterlagen (KU)“. 18 S. Hannover: Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie an der Tierärztlichen Hochschule.

⁷Bunzel-Drüke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. & Zimball, O. (2008): Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung – „Wilde Weiden“. 215 S. Bad Sassendorf-Lohne: Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.

⁸Müller, P. (2015): Rindfleisch – das ist Qualität! Fleischrinder Journal 4/15: 24-26.

⁹Schiffer, K.J. (2015): On-farm slaughter of cattle via gun-shot method. 260 S. Herzogenrath: Shaker.

¹⁰Mennerich-Bunge, B. (2015): Rechtliche Hürden beim Kugelschuss. Interview von N. Orthen. LandInFormSpezial 5/2015: 42-43.

¹¹Fey, A. (2016): Schlachter auf Rädern. Süddeutsche Zeitung vom 10.09.2016. Online verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/leben/mobiler-metzger-schlachter-auf-raedern-1.3152660>. Letzter Zugriff: 01/2020.

¹²Krawczinski, R. (2009): Erfahrungen mit Wasserbüffeln bei Ganzjahresweide. Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (6): 86-99.

¹³Salomon, C. (2012): Wasserbüffel weiden im Hafenlohrthal. Spessart 106 (3): 3-9.

¹⁴Sweers, W., Möhring, T. & Müller, J. (2014): The economics of water buffalo (*Bubalus bubalis*) breeding, rearing and direct marketing. Archiv Tierzucht 57 (2014) 22: 1-11.

¹⁵LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

¹⁶Sweers, W. & Müller, J. (2016): Verwertung in der Tierhaltung. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (Hrsg. von W. Wichtmann, W., C. Schröder & H. Joosten), S. 116-119. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁷Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.

¹⁸Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁹Gillandt, K. & Kemper, N. (2018): Weideparasiten – vermindern und vermeiden. Fleischrinder Journal 3/18: 6-10.

²⁰Opitz v. Boberfeld, W. (1994): Grünlandlehre. 336 S. Stuttgart: Ulmer.

²¹Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Ulmer.

²²Riehl, G. (2005): Mähstandweide – Grünland „aktuell“. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13854/documents/16128>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²³Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann Verlag.

²⁴McBride, A., Diack, I., Droy, N., Hamill, B., Jones, P., Schutten, J., Skinner, A. & Street, M. (Hrsg.) (2011): The Fen Management Handbook. 332 S. Perth: Scottish Natural Heritage.

²⁵Wichtmann, W., Abel, S., Drösler, M., Freibauer, A., Harms, A., Heinze, S., Jensen, R., Kremkau, K., Landgraf, L., Peters, J., Rudolph, B.-U., Schiefelbein, U., Ullrich, K. & Winterholler, M. (2018): Gute fachliche Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden. Zusatzmaterial zu Natur und Landschaft 93 (8): 391.

²⁶Bystron, S., March, S. & Brinkmann, J. (2018): Weideparasiten-Management. 42 S. Westerau: Thünen Institut für Ökologischen Landbau.

²⁷Brendieck-Worm, C., Melzig, M.F., Stöger, E. & Vollstedt, S. (2018): Erkrankungen des Verdauungstrakts. In: Phytotherapie in der Tiermedizin (Hrsg. von C. Brendieck-Worm & M.F. Melzig), S. 86-198. Stuttgart, New York: Thieme.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



Gefördert vom:

mit Mitteln des



**Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit**

Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

Größere wiedervernässte Niedermoorflächen im Komplex mit trockenen Bereichen eignen sich für eine Wild- und Pferdehaltung in landwirtschaftlichen Gehegen. Die Tiere können dabei ganzjährig draußen gehalten werden und sind dabei gute Verwerter der produktiven Moorvegetation. Sie liefern wertvolles Fleisch (Wild) oder therapeutische Leistungen im Bereich der tiergestützten Interventionen (Pferde). Rotwild und Pferde (sowie weitere Tierarten wie robuste Rinder, Schafe, Ziegen) können auch in einer gemischten Herde gehalten werden¹⁰.

Tab. 1: Info-Box: Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+); höhere Wasserstände im Winter möglich
Aufwuchs:	Nasswiesen, die sich nach Wiedervernässung entwickelt haben
Ertrag:	Zuwächse von 150–450 g/Tag (Rotwild)
Besatzdichte:	0,5–1 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, therapeutische Interventionen (speziell: Pferde)
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

1 Standorteignung

Welche Standorte sind besonders für die Beweidung mit Rotwild und Pferden geeignet?

Rotwild und robuste Pferderassen nehmen nahezu alle Feuchtegrade auf Moorstandorten an, auch nasse Moore mit hohen Wasserständen von 20–5 cm unter Flur. In wiedervernässten Mooren dominieren produktive Seggen- und Schilfbestände. Feuchte- und nassetolerante Süßgräser und moortypischen Kräutern ergänzen den Bestand. Entscheidend sind jedoch trockene Bereiche, auf die sich die Tiere bei zu nassen Verhältnissen, zum Liegen sowie nachts zurückziehen können. Eine Auswahl geeigneter Pferderassen sowie Wildarten, die sich für die Haltung auf Niedermoorstandorten eignen, wird in Tab. 2 gezeigt. Dabei sind die Besonderheiten jeder einzelnen Rasse zu berücksichtigen. Ihre Eignung für die extensive Haltung auf feuchtem Niedermoorgrünland ist auch abhängig von



Abb. 1: Isländer auf dem Randbereich eines Niedermoors bei Templin (Brandenburg). Foto: F Birr, 08/2018.

Tab. 2: Auswahl robuster Pferderassen sowie Wildtierarten und ihrer Eigenschaften für die extensive Niedermoorbewirtschaftung, verändert nach Sambras (2001), Golze (2007), Riemelmoser (2015)

Wildart/Pferderasse	Gewicht, Eigenschaften	Ansprüche an Klima/Nahrung
Damwild	40–75 kg, störungsresistent, sehr verträglich, wenig aggressiv	sehr anpassungsfähig und robust, bevorzugt etwas trockenere Standorte, intermediäres, anspruchsloses Ernährungsverhalten
Davidshirsch	bis 250 kg	angepasst an Feuchtgebiete durch spreizbare Klauen
Rotwild	bis 150 kg (Hirsche), größte einheimische Wildart, recht aggressiv, hohe Verhaltensintensität	sehr anpassungsfähig, toleriert auch Standorte hoher Grundwasserstände, intermediäres, anspruchsloses Ernährungsverhalten
Sikawild	bis 80 kg, Verhalten ähnlich Rotwild	toleriert feuchte Standorte, Raufutterverwerter inkl. Schilf und Binsen
Exmoor-Pony	ausdauernd, agil, sehr reaktionsfähig	zäh, widerstandsfähig, sehr harte Hufe
Island-Pony	bis 400 kg, ruhiges Temperament, große Trittsicherheit, Eignung als Therapiepferd	futtergenügsam, robust, Extensivhaltung mit Unterstand möglich

ihrem Gewicht und ihren rasseeigenen Verhaltensweisen (s. Tab. 2)^{1,2,3,11}.

Warum eignen sich Rotwild oder Pferde für die Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoores?

Robuste Pferderassen und Rotwild sind jeweils anpassungsfähig in Bezug auf Witterungsverhältnisse und anspruchslos in ihrer Ernährung. Neben Schilf und vielen Seggenarten werden auch von anderen Tierarten

Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

verschmähte Kräuter wie Brennesseln, Weidenröschen und Ampfer, strohiges bzw. überständiges Gras (Pferde) oder Gehölze (Rotwild) gefressen⁴. Ihre harten Klauen bzw. Hufe schützen die Tiere vor feuchtigkeitsinduzierten Krankheiten. Auch hohe Wasserstände bis Geländeoberkante werden toleriert und beweidet, solange trockene Bereiche und Deckungsmöglichkeiten in Form von Waldrändern, Gehölzen oder Unterständen vorhanden sind⁴.

Ab welcher Flächengröße ist eine extensive Weidenutzung ökonomisch rentabel?

Die Wirtschaftlichkeit hängt von vielen Faktoren ab, unter anderem von der Flächengröße, nach der der Besatz auszuwählen ist. Aus tierschutzrechtlichen Gründen ist eine Mindestfläche von 2 ha bei der Rotwildhaltung vorgeschrieben. Die maximale Besatzdichte liegt bei 10 Tieren je ha bei Rotwild² und 5 Tieren je ha bei Pferden⁵.

Eine Zufütterung ist in der Regel nur im Winter erforderlich.²¹ Hierbei steht die Heufütterung im Fokus. Die tiereigenen Reserven sind nach Aussagen eines Halters ebenfalls ausreichend. Auf Kraftfutter sollte in jedem Fall verzichtet werden (Gefahr der Pansenazidose). Die Tierarzt- und Behandlungskosten für robuste Pferderassen und Wild sind wegen ihrer guten Anpassungsfähigkeit an das Klima und der extensiven Haltung geringer. Hohe Investitionskosten fallen vor allem im Bereich Zaunbau und -instandhaltung an.

2 Anschaffung, Haltung und Management

Worauf sollte man beim Kauf achten bzw. bei wem sollte man kaufen?

Ist die Entscheidung für eine Pferderasse getroffen, empfiehlt es sich, sich an ähnlich gelagerte Betriebe zu wenden, die mit der gleichen Rasse arbeiten, um einerseits nochmals mit ihnen die Stärken und Schwächen der Rasse abzuklären und andererseits von dort Kontakte zu Züchtern herzustellen. Findet sich kein geeigneter Betrieb, kann man sich auch direkt an einen der regionalen Pferdezuchtverbände wenden. Bei der Beurteilung der zu erwerbenden Tiere sind die jeweiligen Rassebeschreibungen mit den Zuchtzielen unbedingt zu beachten, damit vermeintliche Exterieurmängel (z. B. schwere, rassetypische Kiefer mit großkronigen Mahlzähnen bei Nordtypen) nicht falsch eingeschätzt werden⁶.

Wildtiere werden von Betrieben bezogen, die ebenfalls landwirtschaftliche Gehegehaltung mit den gewünschten Tieren praktizieren. Daneben können der Deutsche Wildgehege Verband e.V. oder der Bundesverband für landwirtschaftliche Wildhaltung e.V. Informationen liefern. Die entsprechenden Landesver-

bände sind auch Ansprechpartner für die Grundausbildung sowie sachkundige Weiterbildung in den Bereichen Tötung, Schlachtung und Vermarktung. Es ist dabei auf die richtige Altersangabe, eine gute körperliche Entwicklung, Parasitenfreiheit und auf eine eventuelle Trächtigkeit zu achten. Im Zweifel sollte man sich von erfahrenen Wildhaltern beraten lassen. Entscheidend für den Kauf ist ferner das kurzfristige ökonomische Ziel der Wildhaltung: So können erwachsene Zuchttiere zur schnellen Vermarktung oder überwiegend Kälber zum Aufbau einer eigenen Zuchtherde erworben werden. Zwecks besserer Eingewöhnung sollte der Erstbesatz mit einem Hirsch oder gut entwickelten Spießern erfolgen².

Welche Herdengröße ist empfehlenswert?

Oberste Priorität bei der Wahl der Herdengröße ist die tiergerechte und moorschonende Haltung. Sie ist abhängig von:

- den Standortbedingungen (Struktur und Größe der Fläche),
- der Sicherung der erforderlichen Tierkontrolle,
- sowie die Auswahl der Wildtierart bzw. Pferderasse.

Rotwild- und Pferdeherden lassen sich ab fünf Tieren nebenerwerblich halten. Dies entspricht der Mindestgröße des Sozialverbandes, wodurch ein gutes Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Tieren erreicht wird. Dieses sollte beim Rotwild bei 1:4 bis 1:10 liegen^{1,14}. Nach Aussagen eines Halters ist auch ein Verhältnis bis 1:20 ausreichend.

Ein wichtiger Faktor ist auch die Flächengröße und -struktur. Abhängig von der Produktivität, dem Anteil an trockenen Bereichen (Rückzugsmöglichkeiten) und der Größe der Fläche sollte die Herdengröße gewählt werden. Die Besatzdichte sollte dabei zwischen 0,5–1 GVE/ha liegen, was zwei bis drei Rotwildindividuen bzw. ein bis zwei Pferden je Hektar entspricht. Durch diesen Besatz, kombiniert mit Koppelleinteilungen (zwecks Umtrieb mit Weideruhe), kann die höchste Weideproduktivität erreicht und gleichzeitig der Infektionsdruck reduziert werden.¹⁵

Was ist beim Herdenmanagement zu beachten?

Am wichtigsten für die Tiere ist ein permanenter Zugang zu frischem Wasser. Wenn natürliche Wasserquellen trockenfallen, wird dieses z. B. in einer Tränke bereitgestellt. Schatten wird in der Regel durch auf der Fläche vorkommende Gehölzstrukturen geboten. Wenn diese von außerhalb des Zauns in die Fläche hineinragen, ist kein gesonderter Schutz für die Bäume notwendig. Baumschutzmaßnahmen sind in der Regel nur notwendig, wenn wenige Einzelgehölze vorhanden sind. Kleinere Bäume werden dabei

Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

fast immer geschädigt (Fegen und Schälen). Bei größeren Bäumen ist dies kein Problem mehr. Gegebenenfalls muss ein Unterstand bereitgestellt werden. Essentiell für die Ernährung der Tiere sind Mineraleimer und Lecksteine. Im Winter muss zugefüttert werden (s. u.). Rotwild benötigt zwingend eine künstlich angelegte Suhle oder natürlich vorkommende Kleinstgewässer.¹⁴

Die gesamte Fläche muss umzäunt werden (Gatterhaltung) – der Zaun sollte wenigstens 230 cm hoch sein. Ein einfaches verzinktes Knotengitter mit 15x15 cm Maschenweite und „hasendichten“ Abständen in den unteren Reichen ist dabei ausreichend².

Wie kann die Herde vor Wölfen geschützt werden?

In freier Wildbahn ist Rotwild eine der häufigsten Beutetierarten des Wolfes in Deutschland. Dort ausgebildete Vermeidungsstrategien können in Gatterhaltung vom Wild nicht entfaltet werden, weswegen Wildgatter in Wolfsgebieten zusätzlich mit einem Untergrabungsschutz (im Boden verankertes Drahtgeflecht oder stromführende Drähte 15 cm vor dem Wildgatterzaun) gesichert werden sollten. Bei großen Weidetieren wie Pferden muss der Schutz der Jungtiere besondere Aufmerksamkeit erhalten. Auch Anpassungen der Herdenzusammensetzung oder des Flächenzuschnitts kommen in Betracht, wobei die Herdenschutzmaßnahmen auf Flächen fokussiert werden könnten, auf denen Herden mit Fohlen oder auch reine Jungtierherden gehalten werden¹⁹.

Der Einsatz von Herdenschutzhunden – vor allem in größeren Herden – ist ein probates Mittel (auch in Wildgattern). Geeignet sind Herdenschutzhunde für Halter, die sich mit diesen Hunden auskennen bzw. eine Fachberatung und weiterführende Schulung in Anspruch nehmen können. Gut ans mitteleuropäische Klima angepasst sind z. B. Pyrenäen-Berghunde und Maremmano²⁰. Erfahrungen mit Herdenschutzhunden in Rotwildgattern liegen jedoch nicht vor. Befragte Rotwildhalter sehen auch Probleme in der Durchführung, da Rotwild sehr scheu ist und die Kälber vor Eindringlingen verteidigt.

Weitere Hinweise zur Sicherung der Herde sowie zum Verhalten im Schadensfall erteilen die Wolfsbeauftragten der Bundesländer.

Für Baden-Württemberg: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/naturschutz/biologische-vielfalt-erhalten-und-foerdern/arten-schutz/wolf/>

Für Bayern: https://www.lfu.bayern.de/natur/wildtiermanagement_grosse_beutegreifer/wolf/index.htm

Für Brandenburg: <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.412805.de>

Für Mecklenburg-Vorpommern: https://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/natur/artenschutz/as_wolf.htm

Für Niedersachsen: http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/informationen_zum_wolf_niedersachsen/

Für Schleswig-Holstein: <https://wolfsinfozentrum.de/index.html>

Welche relevanten Aspekte gilt es bei Betreuung und Gesundheitsvorsorge zu beachten?

Tägliche Routinekontrollen für die Gesundheitsvorsorge der Tiere sowie für die langfristige Erhaltung der Gatterinfrastruktur sind unerlässlich. Bei guter Umsetzung zeigen sich die Tiere allgemein sehr widerstandsfähig gegenüber Krankheiten¹.

Die beste vorbeugende Maßnahme liegt bereits in der Auswahl der Tiere, die eine gute Fitness aufweisen und aus möglichst einem bzw. wenigen Gattern stammen sollten. Bei zu hohen Besatzdichten steigt der Krankheitsdruck durch Infektionserreger und Parasiten. Die häufigsten Krankheiten wie Nekrobacilliose und E. coli-Infektionen werden durch Endoparasiten ausgelöst. Unspezifische Erkrankungen sind oft im Magen-Darm-Trakt infolge falscher Fütterung zu verorten¹.

Werden die Tiere längere Zeit sich selbst überlassen, werden Erkrankungen zu spät erkannt und jede Annäherung und tierärztliche Versorgung kann zum Problem werden⁷.

Was ist beim Pflegemanagement der Weidefläche zu beachten?

Um die durch selektive Beweidung geförderte Ausbreitung von unerwünschten Pflanzenarten wie beispielsweise Acker-Kratzdistel, Rasen-Schmiele, Binsen, Schilf oder Ampferarten zu verhindern sowie überständiges Futter und Geilstellen zu beseitigen, kann bei entsprechendem Wasserstand eine Nachmahd (Abschlegeln, Mulchen) durchgeführt werden. Durch einen rechtzeitigen Schnitt kann auch das Ausbreiten der unerwünschten Arten verhindert werden⁸. Bei ausbleibendem Futterangebot im Winter werden aber z. B. auch überständiges Gras, Brennnessel, Ampfer- und Distelarten vom Rotwild gefressen.

Bei einer Ersteinrichtung der Weidefläche könnten sich insbesondere Galloways, Wasserbüffel oder eine mehrschürige Mahd eignen um die nach einer Wiedervernässung meist verschilften Bestände aufzulichten und somit für die eigentliche Nutzung vorzubereiten.

Neben den genannten Arten mit minderwertigem Futterwert gilt es auf die Ausbreitung von Giftpflanzen wie Grau-Kresse (v. a. für Pferde),

Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

Scharfer Hahnenfuß, Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut, Herbst-Zeitlose sowie Sumpfschachtelhalm zu achten. In der Regel kennen die Tiere entsprechende Giftpflanzen und meiden diese.

3 Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

Wie hoch sind die Zuwächse und wie gestaltet sich die Fütterung?

Die Zuwachsrate an Lebendmasse liegt bei weiblichen Tieren unterhalb derer männlicher Tiere. Dafür ist bei Weibchen der Anteil wertvoller Fleischstücke höher². Bei Dam- und Rotwild rechnet man anfangs zwischen 150-450g pro Tag, mit fortgeschrittenem Alter und Gewicht (deutlich) weniger¹. Die besten Ausschachtungsergebnisse sind bei eineinhalbjährigen Tieren vor der Brunft zu erzielen. Das Schlachtgewicht entspricht bei Damwild bis 58 %, bei Rotwild bis 63 % des Lebendgewichts. Ältere Tiere weisen ein höheres Ausschachtungsgewicht, aber auch einen höheren Fettanteil auf².

Das Futter auf der Fläche sollte bestmöglich ausgenutzt werden, da die Futterkosten bis zu 70 % der Produktionskosten in landwirtschaftlichen Gehegen betragen können¹. Die kostengünstigste Zufütterung stellen wirtschaftseigenes Heu oder Silagen dar. Rot- und Damwild können zusätzlich mit Saftfutter (Mais-silage, Möhren, Kartoffeln, Rüben) versorgt werden. Möhren gelten im Speziellen als parasitenabführend^{2,16}.

Welchen Einfluss haben Schlachtermin, Kühlkette und Reifung auf die Qualität des Fleisches?

Die tierschutzgerechteste Tötung der Tiere (Kopfschuss und anschließender Kehlschnitt) findet auf der Weide statt. Der Weideschuss muss beim zuständigen Veterinäramt angemeldet werden. Der Schuss wird in der Regel aus 40–50 m Entfernung vom Hochstand abgegeben. Hierbei ist Ruhe wichtig – Hetzen und Stress führt durch Glykogenabbau zu minderwertigem Fleisch. Innerhalb der nächsten 30–45 Minuten (Bruch der Magen-Darm-Barriere) wird das Tier – optimalerweise in einem sauberen Schlachtraum – aufgebrosen und enthäutet. Sauberkeit und eine rasche Kühlung auf 1–7°C beugen bakteriellem Verderb vor, ermöglichen aber gleichzeitig die Fleischreifung. Die Zeit für eine optimale Reifung liegt abhängig von Wildart, Körpergewicht und Temperatur zwischen 36 und 92 Stunden ab Eintritt des Todes bei 4–7°C. Je niedriger die Temperatur oder je älter das Tier, umso länger die Reifezeit².

Wie lassen sich das erzeugte Wildfleisch sowie die Pferde am besten vermarkten?

Die Vermarktung von Wildfleisch erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung. Hier bietet sich der Verkauf in Paketen an, um auch minderwertige Stücke vermarkten zu können. Über spezielle Metzgereien und den Naturkosthandel bestehen weiterhin gute Vermarktungsmöglichkeiten für Wildfleisch aus landwirtschaftlicher Gatterhaltung. Auch der Wild-großhandel kann bei gut ausgehandelten Preisen ein Abnehmer sein.

Da in Deutschland praktisch kein Pferdefleisch mehr konsumiert wird, kann der weitere Nutzen der extensiv gehaltenen Pferde im medizinisch-therapeutischen Bereich (Heilpädagogisches Reiten, Hippotherapie, Psychotherapie) liegen. Pferde und Therapeut müssen dazu eigens ausgebildet werden⁹. Geeignet für diese Arbeit sind z. B. die in Tab. 1 dargestellten Isländer.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Biosiegel oder Regionalmarken können sich positiv auf die lokale und regionale Vermarktung von Wildprodukten auswirken. Beispiele sind das EU-Bio-Siegel oder Siegel von Anbauverbänden wie Bioland, Naturland oder Demeter. Die Zertifizierung und Kontrolle erfolgt über staatlich anerkannte Öko-Kontrollstellen, die von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zugelassen sind.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

An wen muss man sich wenden?

Anträge müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft sowie beim Veterinäramt eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindend ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse, bei der jährliche Beiträge für den Wildbestand erhoben werden (z. B. im Land Brandenburg 0,80 € pro Tier und Jahr). Weitere Informationen zu den Tierseuchenkassen der Bundesländer unter www.tierseuchenkasse.de.

Welche Fördermittel gibt es?

Neben den Direktzahlungen als Weide (Nutzungscode 453) oder Mähweide (452) werden über die 2. Säule der GAP oder EFRE z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert^{12,13}. Die spezifischen Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien für Landwirtschaft und Umwelt bzw. bei den zuständigen Ämtern für Landwirtschaft erfragt werden.

Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Bei einer sehr feuchten Niedermoorbewirtschaftung mit (Wasserstufe 4+) sind natürlicherweise Standortemissionen von ~8 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Wenn die Fläche nicht vollständig wiedervernässt ist und (wechsel-)feuchte Bereiche auf Torf vorkommen, erhöhen sich die Standortemissionen schätzungsweise auf ~12 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Zu den Effekten von Beweidung mit Pferden oder Rotwild auf die Biodiversität von Niedermooren liegen bislang keine Erfahrungen vor. Es kann jedoch ähnlich wie bei der Haltung von Wasserbüffeln und Robustrassen von der Bildung eines arten- und strukturreichem Vegetationsmosaiks ausgegangen werden. Durch Trittsiegel an häufig genutzten Passierstellen entstehen zusätzlich Lücken für Pionierarten. Samenausbreitung durch Kot und Fell der Weidetiere findet ebenfalls statt. Durch das strukturreiche Vegetationsmosaik entsteht eine hohe Habitatvielfalt für die Fauna. So profitieren von den vielfältigen Strukturen z. B. Spinnen und Insekten. Die Suhlen können wichtige Laichgewässer für Amphibien darstellen. Durch den Vertritt vegetationsfrei gehaltene Bereiche stellen ein für mehrere Vogelarten wichtiges Nahrungs- und Bruthabitat dar. Der Vertritt der Weidetiere kann die Fauna (v. a. Wiesenvögel) jedoch auch beeinträchtigen. Zur Vermeidung von Vertrittschäden an vorhandenen Nestern bzw. Jungvögeln wird die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen. Bei der Mähnutzung wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. Hochschnitt, oszillierende statt rotierende Mähwerke) sowie die Einrichtung von einjährigen Rotationsbrachen empfohlen. Die aufwändige Zäunung von Wildgehegen schließt andere größere Wildtiere allerdings aus.¹⁴

6 Kosten und Erlöse

Die Kosten und Erträge (in € pro ha und Jahr) beziehen sich auf die Damwild-Haltung in Wildgattern und sind den Faustzahlen für die Landwirtschaft¹⁸ entnommen. Im günstigen Fall (Bodenpunkte über 50) werden 10,2 Tiere und damit 0,7 GVE pro ha gehalten. Im mittleren Fall (Bodenpunkte 31–50) 9,8 Tiere bzw 0,7 GVE pro ha und im ungünstigen Fall (Bodenpunkte bis 30) nur 7,1 Tiere bzw. 0,5 GVE pro ha^{1,18}. Die Schlachtausbeute hängt vom Standort ab: im günstigsten Fall ca. 2,66 Schlachttiere pro ha und 25,6 kg pro Schlachttier, im mittleren Fall ca. 2,56 Schlachttiere pro ha

und 24,1 kg pro Schlachttier, und im ungünstigen Fall 1,85 Schlachttiere pro ha und 19,1 kg pro Schlachttier. Der Fleischpreis beträgt im günstigen Fall 12 € pro kg, im mittleren Fall 9,50 € pro kg und im ungünstigsten Fall nur 8 € pro kg¹⁸. Details zur Förderung siehe BfN-Skripten Kap. 6.1.

Tab. 3: Kosten und Erlöse für die Wildhaltung in landwirtschaftlichen Gattern

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Kosten	Maschinenkosten	-48 €	-72 €	-32 €
	Gehege	-378 €	299 €	-220 €
	Arbeitskosten	-139 €	-192 €	-200 €
	Variable Kosten	-222 €	-307 €	-319 €
	Gesamt	-787 €	-869 €	-771 €
Erlös	Ertrag	303 €	613 €	847 €
	Förderung Grünland	100 €	220 €	660 €
Gewinn		-331 €	-36 €	566 €

7 Weiterführende Informationen

Quellen

¹Golze, M. (2007): Landwirtschaftliche Wildhaltung. Damwild, Rotwild, Muffelwild, Schwarzwild und andere Wildarten. 155 S. Stuttgart: Ulmer.

²Riemelmoser, R. (2015): Landwirtschaftliche Wildtierhaltung. Dam- und Rotwild im Gehege. 158 S. Graz: Leopold Stocker Verlag.

³Sambras, H. H. (2001): Farbatlas Nutztierassen. 304 S. Stuttgart: Ulmer.

⁴Bunzel-Drüke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. & Zimball, O. (2008): Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung - „Wilde Weiden“. 215 S. Bad Sassendorf-Lohne: Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.

⁵Gruber, R. (2002): Pferde in Weidehaltung. 142 S. Stuttgart: Ulmer.

⁶Bender, I. (2004): Praxishandbuch Pferdehaltung. 254 S. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG.

⁷Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann Verlag.

⁸Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Ulmer.

Landwirtschaftliche Gatterhaltung mit Rotwild oder Pferden

⁹Hartje, W.C. (2009): Therapieren mit Pferden. Heilpädagogik – Hippotherapie – Psychiatrie. 112 S. Stuttgart: Ulmer.

¹⁰Behrendt, A., Fischer, A., Kaiser, T., Eulenstein, F., Ortmann, S., Berger, A. & Mueller, L. (2014): Multi-Species Grazing on Deer-Farms. In: Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia (hrsg. von L. Mueller, A. Saparov & G. Lischied), S. 491-501. Basel: Springer International.

¹¹Tanneberger, F. & Bellebaum, J. (2018): Grazing. In: The Aquatic Warbler Conservation Handbook (hrsg. von F. Tanneberger & J. Kubacka), S. 158-163. Potsdam: Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg.

¹²Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.

¹³Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁴Zahn, A. (2014): Beweidung mit Rothirschen. – In: Online-Handbuch "Beweidung im Naturschutz" (hrsg. von B. Burkart-Aicher et al.), Kap. 7.11. Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁵Naderer, J. & Huber, A. (2004): Landwirtschaftliche Wildhaltung – Ein Leitfaden. 46 S. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

¹⁶Brendieck-Worm, C., Melzig, M.F., Stöger, E. & Vollstedt, S. (2018): Erkrankungen des Verdauungstrakts. In: Phytotherapie in der Tiermedizin (hrsg. von C. Brendieck-Worm & M.F. Melzig), S. 86-198. Stuttgart, New York: Thieme.

¹⁷LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

¹⁸KTBL (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 15. Auflage. 1385 S. Darmstadt: KTBL e.V.

¹⁹Dokumentations- und Beratungsstelle Wolf (DBBW) & Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2019): Empfehlungen zum Schutz von Weidetieren und Gehegewild vor dem Wolf. Konkrete Anforderungen an die empfohlenen Präventionsmaßnahmen. BfN-Skripten 530. 12. S. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.

²⁰AG Herdenschutz Hunde e.V. – IFAW – LUGV Brandenburg (Hrsg.): Leitfaden Herdenschutz Hunde. <https://www.ag-herdenschutz Hunde.de/der-herdenschutzhund/>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²¹Bogner, H. (1991): Damwild und Rotwild in landwirtschaftlichen Gehegen. 178 S. Hamburg: Paul Parey.

Dieser Steckbrief (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Erle (*Alnus glutinosa*) als Hochwald

Standorte mit guter Nährstoffversorgung und bewegtem Bodenwasser eignen sich hervorragend für die Erlen-Wertholzwirtschaft. Dies trifft auch auf nasse und tiefgründige Moorstandorte zu. Eine Umwidmung der Fläche von Grünland/Acker zu Wald ist erforderlich und abzuwägen. Auf flachgründigen und nassen Standorten kann partiell auch eine Niederwaldwirtschaft in Erwägung gezogen werden.

Tab. 1: Info-Box: Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) als Hochwald

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+), forstlich O.2-Standorte
Etablierung:	Pflanzung
Ertrag:	4–6 Durchforstungen, Hiebreife nach 60–80 Jahren mit Gesamtwuchsleistung 600–800 m ³ ha ⁻¹
Verwertung:	Wertholz
Standort-emissionen:	weitere Forschung notwendig

1 Standorteignung und Anbau

Welche Standorte sind geeignet?

Erlen haben einen hohen Lichtbedarf, weisen ein sehr schnelles Jugendwachstum auf und werden bis zu 120 Jahre alt. Sie wachsen oft in Dominanzbeständen und waren auf Niedermoorböden vor deren Inkulturnahme weitverbreitet (Bruchwälder). Die besondere Anpassung der Erle an dauerhaft feuchte bis nasse und sogar ständig flach überstaute Standorte sowie ihr hoher Nährstoffbedarf machen sie zur optimal nutzbaren Baumart für degradierte, wiedervernässte Niedermoore. Die Sauerstoffversorgung der Wurzeln bei hohen Wasserständen wird durch Lentizellen an der Stammbasis gesichert. Der hohe Nährstoffbedarf wird neben der Versorgung durch die wiedervernässten, degradierten Torfe auch durch Luftstickstoff fixierende Bakterien, die in Symbiose an den Wurzeln der Erle leben, gedeckt. Ein besonderes Transportgewebe (Aerenchym) versorgt auch tiefste Wurzeln mit Sauerstoff, was den Baum gleichzeitig vor toxischen Stoffen im anaeroben Milieu schützt. Unter nassen Bedingungen kann die Erle zur Torfbildung beitragen. Auf basen- und nährreichen, feuchten bis mäßig feuchten Standorten mit bewegtem Bodenwasser erreicht sie beste Wuchsleistungen. Auf sehr feuchten Standorten (forstlich O.2-Standorte; Wasserstufe 4+) wird ein noch befriedigendes Wachstum erwartet. Empfindlich ist sie gegenüber lang anhaltenden, hohen Überflutungen der Stammbasis und extremer Wasserstandsdynamik. Solche Standorte (forstlich



Abb. 1: Erlenhochwald (Erlenbruch) in Brandenburg. Foto: C. Schulz.

O.1-Standorte; Wasserstufe 4+/5+) sind daher für einen wirtschaftlichen Anbau der Erle nicht mehr geeignet^{1,5,7}.

Worauf muss man bei der Pflanzung achten?

Handelt es sich um eine Brache, so sollte die Fläche in Vorbereitung auf die Pflanzung entweder gemulcht oder gemäht werden. Wenn das Mahdgut nicht anderweitig genutzt wird, sollte es auf der Fläche belassen werden, um das Nachwachsen der Begleitvegetation zumindest anfänglich etwas zu hemmen. Die Anlage von erhöhten Standplätzen (Rabatte, Hügel) ist aus ökonomischen sowie ökologischen Gründen nicht zu empfehlen¹. Bei sehr feuchten Standorten kann die Pflanzung auf Rabatten aber durchaus in Betracht gezogen werden⁵.

Welches Pflanzmaterial kann verwendet werden?

Bei der Erle gibt es viele verschiedene Unterarten mit sehr verschiedenen Ertrags- und Qualitätseigenschaften. Die Auswahl des Pflanzmaterials sollte sich deshalb nach den Standortbedingungen der Fläche richten. Hier bietet sich insbesondere standort eigenes Pflanzenmaterial an. Auskünfte zu den am besten geeigneten Unterarten erteilen die zuständigen Forstbehörden¹. Zu beachten ist weiterhin das Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG).

Zur Anpflanzung eignen sich zweijährige verschulte Erlenpflanzen, die in unterschiedlichen Größenklassen angeboten werden. Je nach gewähltem Pflanzverfahren und den vorherrschenden Konkurrenzarten bieten sich die Größenklassen 80–120 cm und 120–150 cm an¹. Empfohlen werden Pflanzanzahlen zwischen 3.000 und 3.500 Stück ha⁻¹ Aufforstungsfläche, wobei die Abstände zwischen den Reihen im Bereich von 2,4–2,8 m und der Pflanzabstand in der Reihe bei 1,2 m liegen sollten. Die Bestandsbegründung kostet etwa 2.200–3.000 € ha⁻¹ ^{1,5}.

Erle (*Alnus glutinosa*) als Hochwald

Wann ist der richtige Pflanzzeitpunkt?

Sowohl im Herbst als auch im Frühjahr kann eine Anpflanzung vorgenommen werden. Der passende Zeitpunkt sollte entsprechend der Feuchteverhältnisse der Fläche (z. B. nicht bei Wasserüberstau im Frühjahr) gewählt werden¹.

Ist eine regelmäßige Pflege des Waldes notwendig?

Als Produktionsziel bei der Wertholzproduktion gilt die Erzeugung von möglichst viel wertvollem Stammholz mit einem Bruthöhendurchmesser von mindestens 45 cm bei Wertholzträgern. Die Gesamtwuchstleistung bis zum Alter von 60 Jahren wird in der I. Ertragsklasse auf 600–800 m³ je ha geschätzt^{5,6}.

Für die Bestandespflege bis zur Ernte werden in der Regel vier bis sechs Pflegemaßnahmen erforderlich, bei denen bereits nutzbares Holz (überwiegend Schwachholz) anfällt. Auf Grund der Wüchsigkeit der Erlen ist eine Kulturpflege im ersten Standjahr nur ausnahmsweise erforderlich, wenn Konkurrenzarten wie Schilf oder Reitgräser die Erlen zu stark bedrängen oder Hopfen die Jungpflanzen befällt. In den ersten zehn Lebensjahren sollten durch einen einmaligen Eingriff nur äußerst schlecht geformte Individuen entnommen werden. Anzustreben ist die Entwicklung eines geschlossenen Bestandes, so dass durch den gegenseitigen Seitendruck der Bäume eine natürliche Astreinigung gefördert wird. Die wichtigste Pflegephase ist die Jungbestandspflege (Alter der Bäume: 10–25 Jahre), die mit der Auswahl von bis zu 120 Elitebäumen je ha verbunden ist (besonders wüchsige Bäume mit guter Qualität). Haben diese Bäume eine astfreie Schaftlänge von 6–8 m erreicht, werden sie durch mehrmalige kräftige Freistellung (2–3 Eingriffe) gefördert^{1,5}.

2 Ernte

Welcher Erntezeitpunkt ist am besten und warum?

Mit 60–80 Jahren sollte der Hochwaldbestand seine Hiebsreife erreicht haben. Dann ist zu klären, ob eine Befahrbarkeit der Böden grundsätzlich ausgeschlossen ist oder doch zeitweilig in Betracht kommt. Im ersteren Fall ist eine Ernte nur während lang anhaltender Frostperioden möglich, wenn der Boden tief gefroren ist, ansonsten auch nach längeren Trockenphasen im Frühherbst, um Schädigungen des Bodens so gering wie möglich zu halten¹. In angemessenem Umfang sind Alt- und Totholz zu erhalten¹¹.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

Kommt eine Befahrung der Fläche in Betracht, so könnte nach motormanuellem oder maschinellm Holzeinschlag (z. B. Raupenharvester) ein kombiniertes Arbeitsverfahren mit Pferden und einem leichten Raupenforwarder (Tragschlepper) zum Einsatz kommen. Das per Pferd vorgerückte Holz kann dann vom

Raupenforwarder mittels Lastkran aufgenommen und weiter gerückt werden. Arbeitsproduktivität und Kosten dieses Verfahrens werden im Sonderheft² dargestellt. Ist eine Befahrbarkeit ausgeschlossen, bietet sich die im Bergland bewährte Seilkrantechnologie an. Schädigungen des Bodens können mit dieser Technologie auf ein Minimum reduziert werden. Die vergleichsweise hohen Kosten für den Technikeinsatz sind dabei mit zu kalkulieren³.

Die Holzerntekosten liegen zwischen 20–40 € fm⁻¹⁵. Aktuelle Kosten und Erlöse werden im ALNUS-Leitfaden¹ dargestellt oder sind bei den Forstämtern der Länder zu erfragen.

Welche waldbauliche Hiebsart ist zu empfehlen?

Um die Bewirtschaftung dem natürlichen Entwicklungszyklus von Erlenwäldern anzupassen, sollte eine Einzelstammentnahme erfolgen oder eine kleinflächige Nutzungsform wie Kulissen-, Lochhieb bzw. eine Kombination von beidem gewählt werden. Großflächigere Kahlschläge würden zu einer erheblichen Veränderung der Bodenverhältnisse im betreffenden Gebiet führen. Sie sind deshalb auch in einigen Bundesländern (nach den jeweiligen Landeswaldgesetzen) verboten. Zu empfehlen sind Lochhiebe aufgrund der besseren Beschattung der offenen Bereiche. Es werden mosaikartig Ernteflächen von 0,3–0,5 ha Größe in dem Bestand angelegt³. In den ungenutzten Streifen können zusätzlich einzelne hiebsreife Wertholzträger entnommen werden. Die ungenutzten Streifen bleiben bis zur Etablierung des Folgebestandes als Rückzugsraum für Arten erhalten. Die Vorgaben für die zu belassenen Altbäume (Biotopbäume) bzw. stehendes Totholz sind den jeweiligen Zertifizierungsvorgaben oder Landeswaldgesetzen zu entnehmen.

3 Verarbeitung und Vermarktung

Welche Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Auf Grund ihrer hervorragenden Holzeigenschaften (leicht, langlebig, problemlos zu verarbeiten) bestehen für die Erle vielseitige Verwendungsmöglichkeiten. Das Holz ist weich, von gleichmäßiger, feiner Struktur und auch unter Wasser sehr beständig. Starke Stämme bester Qualität eignen sich als Furnierholz, durch Beizung zur Imitation von Tropenhölzern, insbesondere zur Nachahmung von Mahagonie und Ebenholz aber auch an Stelle von Kirsch- und Nussbaum¹. Holz guter bis normaler Qualität wird vorwiegend als Sägeholz für Massivmöbel und den Innenausbau genutzt. Schwachholz, das bei Durchforstungen anfällt, wird in der Holzwerkstoff-Industrie zur Herstellung von Span-, Faser- und OSB-Platten verarbeitet oder der energetischen Verwertung zugeführt (s. u.)⁵.

Erle (*Alnus glutinosa*) als Hochwald

Welche Qualitätsanforderungen bestehen?

Der Vermarktungserfolg ist in hohem Maße von der Qualität des Holzes insbesondere der unteren Stammabschnitte abhängig. Die häufig im höheren Alter auftretende Kernfäule führt bei fortgeschrittenem Befall zur massiven Entwertung des Stammholzes. Mit einer Durchforstungsstrategie, die auf ein schnelles Dickenwachstum der Bäume ausgerichtet ist, lässt sich dem entgegenwirken¹.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Für Holz existieren zahlreiche Kennzeichen und Zertifikate. Zu den höherwertigen zählen die des „Forest Stewardship Council“ (FSC) und von „Naturland“. Neben diesen produktionsbezogenen bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Bei einer Umwidmung der Nutzung der Fläche in Wald muss nach § 10 Bundeswaldgesetz und weiterführend den Paragraphen der Ländergesetze bei der jeweils zuständigen Forstbehörde ein Antrag auf Erstaufforstung gestellt werden. Unter anderem werden Angaben zu Lage der Flurstücke, Eigentumsnachweis, Größe der Aufforstungsfläche und Baumartenwahl benötigt.

Welche Förderinstrumente gibt es?

Konkrete Informationen zu den von den Ländern gewährten Zuwendungen sind in den jeweiligen Richtlinien für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen zu finden. Anträge auf Zuwendungen sind an die jeweils zuständige Forstbehörde zu stellen.

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Bei einer sehr feuchten Niedermoorbewirtschaftung mit Erlen bei Wasserständen zwischen 20 und 5 cm unter Flur (4+) kann von Torferhalt ausgegangen werden¹². Im günstigen Fall kommt es sogar zu geringer Torfbildung und einer Festlegung von 133 bis 2010 kg organischer Substanz pro Hektar und Jahr als Torf¹. Für die Treibhausgasemissionen von Erlenkulturen gibt es momentan noch keine verlässlichen Zahlen⁸. Generelle Tendenzen sind jedoch bekannt: Je trockener die Fläche ist, desto höher sind die Emissionen¹. Unter Bedingungen der Wasserstufe 4+ sind vergleichsweise niedrige Emissionen bis hin zu Netto-Senken möglich^{1,4,9}. Da Erle jedoch auch bei niedrigeren Wasserständen wachsen kann und dabei deutlich höhere Emissionen zu erwarten sind, kommt es auch

hier aus Klimaschutzsicht auf möglichst hohe Wasserstände an, um den Torferhalt sicherzustellen und THG-Emissionen zu minimieren^{1,10}. Für den Klimaschutz sollten die Wasserstände also nach derzeitigem Kenntnisstand mindestens flurnah liegen.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Halbnasse und nasse Erlenwälder sind wertvolle Lebensräume für gefährdete Pflanzen- und Tierarten. Insbesondere störungsempfindlichen Arten wie Kranich, Schreiadler oder Schwarzstorch können sie einen Lebensraum bieten. Eine gemischte Baumartenzusammensetzung, eine höhere Unterholzdichte und ein höherer Totholzanteil können den Lebensraum zusätzlich strukturell bereichern und auf diese Weise einen positiven Effekt auf die Artenvielfalt ausüben¹.

Erlenbruchwälder unterliegen dem gesetzlichen Biotopschutz (§ 30 BNatSchG). Maßnahmen, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder sonstigen Beeinträchtigung führen, sind untersagt. An Fließgewässern und Quellstandorten können sie dem prioritären FFH-Lebensraumtyp 91E0* zugeordnet werden, was sie innerhalb von FFH-Gebieten entsprechend der FFH-Richtlinie schützt⁶. Neben einer lebensraumschonenden Waldbewirtschaftung stehen der Erhalt von Alt- und Totholz sowie die Förderung der Naturverjüngung im Fokus.

6 Weiterführende Informationen

Weiterführende Literatur

Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.) (2004): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg. Studien und Tagungsberichte 50, S. 192.

Wichtmann, W., Schröder C. & H. Joosten (Hrsg.) (2016): Paludikultur — Bewirtschaftung nasser Moore. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.

Quellen

¹Schäfer, A. & Joosten, H. (Hrsg.) (2005): Erlenaufforstung auf wieder vernässten Niedermooren — ALNUS-Leitfaden. 68 S. Greifswald: DUENE e. V.

²AFZ-Der Wald (2013): KWF-Thementage vom 1./2. Oktober 2013: Umweltgerechte Bewirtschaftung nasser Waldstandorte. 61 S. München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.

³Röhe, P. & Schröder, J. (2010): Grundlagen und Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Roterle in Mecklenburg-Vorpommern. 49 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz.

⁴Spangenberg, A. (2011): Einschätzung der Treibhausgasrelevanz bewaldeter Moorstandorte in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich des Minderungspotentials nach Wiedervernässung, Endbericht. 29 S. Greifswald: DUENE e. V.

Erle (*Alnus glutinosa*) als Hochwald

⁵LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

⁶Neuß, R. & Schröder, J. (2013): Mythos und Moor. AFZ-Der Wald 18/2013: 14-16.

⁷Linke, C., Wirner, M., Koska, I., Spangenberg, A., Barthelmes, A. & Prager, A. (2013): Bewirtschaftung von nassen Waldstandorten aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. AFZ-Der Wald 18/2013: 17-19.

⁸Jauhiainen, J., Alm, J., Bjarnadottir, B., Callesen, I., Christiansen, J. R., Clarke, N., Dalsgaard, L., He, H., Jordan, S., Kazanavičiūtė, V., Klemetsson, L., Lauren, A., Lazdins, A., Lehtonen, A., Lohila, A., Lupikis, A., Mander, Ü., Minkinen, K., Kasimir, Å., Olsson, M., Ojanen, P., Óskarsson, H., Sigurdsson, B. D., Sørensen, G., Soosaar, K., Vesterdal, L. & Laiho, R. (2019): Reviews and syntheses: Greenhouse gas exchange data from drained organic forest soils – a review of current approaches and recommendations for future research. Biogeosciences Discussions.

⁹Huth, V., Hoffmann, M., Bereswill, S., Popova, Y., Zak, D. & Augustin, J. (2018): The climate warming effect of a fen peat meadow with fluctuating water table is reduced by young alder trees. Mires and Peat 21(04): 1-18.

¹⁰Schlaipfer, M., Rech, A. & Drösler, M. (2018): Carbon balance of short-rotation forestry on a drained and rewetted fen. 20th EGU General Assembly, EGU2018, Proceedings from the conference held 4-13 April, 2018 in Vienna, Austria. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2018EGUGA..2016148S>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹¹GMC - Greifswald Moor Centrum (2016): Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) - Forstwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Erle.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹²Barthelmes, A. (2010): Vegetation dynamics and carbon sequestration of Holocene alder (*Alnus glutinosa*) carrs of NE Germany. https://epub.ub.uni-greifswald.de/files/615/Diss_Barthelmes_Alexandra.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Erle (*Alnus glutinosa*) als Niederwald

Flachgründige, degradierte, wiedervernässte Flächen auf Niedermoor, insbesondere Randgebiete wiedervernässter Flächen, eignen sich für eine Erlen-Niederwaldwirtschaft. Für bisher als Acker oder Grünland genutzte Flächen ist eine Umwidmung in Wald erforderlich. Erlen-Niederwald ist gegenüber anderen Niederwaldtypen (z. B. Eiche) produktiv überlegen und kann auch auf ganzjährig wassergesättigten Standorten, die für die Hochwaldproduktion ausscheiden, eine Nutzungsform darstellen¹¹.

Tab. 1: Info-Box: Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) als Niederwald

Wasserstand:	im Sommer 10–20 cm unter Flur, im Winter 5–15 cm unter Flur (Wasserstufe 4+), forstlich O.2-Standorte
Etablierung:	Pflanzung
Ertrag:	Umtriebszeit 20–40 Jahre mit 1–3 Durchforstungen mit einer Gesamtwuchsleistung von 200–500 m ³ ha ⁻¹
Verwertung:	Energieholz, Wertholz
Standortemissionen:	weitere Forschung nötig

1 Standorteignung und Anbau

Welche Standorte sind geeignet?

Erlen haben einen hohen Lichtbedarf, weisen ein sehr schnelles Jugendwachstum auf und werden bis zu 120 Jahre alt. Sie wachsen oft in Reinbeständen und waren auf Niedermooren vor deren Inkulturnahme weit verbreitet. Die besondere Anpassung der Erle an dauerhaft feuchte bis nasse und sogar ständig flach überstaute Standorte (0–80 cm unter Flur) sowie ihr hoher Nährstoffbedarf machen sie zur optimal nutzbaren Baumart für degradierte, wiedervernässte Niedermoore. Die Sauerstoffversorgung der Wurzeln bei hohen Wasserständen wird durch Lentizellen an der Stammbasis gesichert. Der hohe Nährstoffbedarf wird neben der Versorgung durch die wiedervernässten, degradierten Torfe auch durch Luftstickstoff fixierende Bakterien, die in Symbiose an den Wurzeln der Erle leben, gedeckt. Ein besonderes Transportgewebe (Aerenchym) versorgt auch tiefste Wurzeln mit Sauerstoff, was den Baum gleichzeitig vor toxischen Stoffen im anaeroben Milieu schützt. Unter nassen Bedingungen kann die Erle zur Torfbildung beitragen. Auf basen- und nährreichen, feuchten bis mäßig feuchten Standorten mit bewegtem Bodenwasser erreicht sie beste Wuchsleistungen. Auf sehr feuchten Standorten (forstlich O.2-Standorte; Wasserstufe 4+) wird ein noch befriedigendes Wachstum erwartet. Empfindlich ist sie gegenüber lang anhaltenden, hohen



Abb. 1: Erlen-Niederwald im Spreewald, Brandenburg. Foto: P. Schulze.

Überflutungen der Stammbasis und extremer Wasserstandsdynamik. Solche Standorte (forstlich O.1-Standorte; Wasserstufe 4+/5+) sind daher für einen wirtschaftlichen Anbau der Erle nicht mehr geeignet^{1,11,12}.

Worauf muss man beim Anbau achten?

Handelt es sich um eine Acker-Brache oder Grünland, auf der ein Einsatz von Herbiziden vermieden werden soll, so sollte die Fläche in Vorbereitung auf die Pflanzung entweder gemulcht oder gemäht werden. Wenn das Mahdgut nicht anderweitig genutzt wird, sollte es auf der Fläche belassen werden, um das Nachwachsen der Begleitvegetation zumindest anfänglich etwas zu hemmen. Ergänzend dazu kann die Fläche mit einer Streifenfräse vorbereitet werden, wodurch die Konkurrenz der Begleitvegetation in den ersten Wochen deutlich gemindert wird. Noch effektiver zeigte sich der Einsatz von kompostierbarer Folie, wobei zwischen den Pflanzreihen gefräst werden muss, um die Folie beiderseits mit Erde beschweren zu können. Nachteilig ist hier aber der hohe Arbeitsaufwand und erhöhte Kosten¹⁶.

Die Anlage von erhöhten Standplätzen (Rabatte, Hügel) ist aus ökonomischen sowie ökologischen Gründen nicht zu empfehlen und ist auf feuchten Standorten (20–45 cm unter Flur) nicht notwendig. Bei sehr feuchten Standorten kann die Pflanzung auf Rabatten aber durchaus in Betracht gezogen werden. Wenn gleich der Einfluss der Rabatten auf den Gasaustausch bisher nicht untersucht wurde, ist von keinem nennenswerten negativen Effekt auf die Treibhausgasbilanz auszugehen, wenn die Wasserstände auf den Rabatten nicht tiefer als 20 cm betragen¹¹.

Welches Pflanzmaterial kann verwendet werden?

Bei der Erle gibt es viele verschiedene Lokalrassen mit sehr verschiedenen Ertrags- und Qualitätseigenschaften. Die Auswahl des Pflanzmaterials sollte sich deshalb nach den Standortbedingungen der Fläche richten. Auskünfte zu den am besten geeigneten Unterar-

Erle (*Alnus glutinosa*) als Niederwald

ten erteilen die zuständigen Forstbehörden¹. Zu beachten ist weiterhin das Forstvermehrungsgesetz (FoVG)¹².

Zur Kulturbegründung eignen sich ein- oder zweijährige verschulte Erlenpflanzen, die in unterschiedlichen Größenklassen angeboten werden. Je nach gewähltem Pflanzverfahren und den vorherrschenden Konkurrenzarten bieten sich die Größenklassen 50–80 cm und 80–120 cm an.

Die Anzahl der Pflanzen pro Fläche richtet sich in erster Linie nach dem Produktionsziel und der dementsprechend angestrebten Umtriebszeit². Bei Umtriebszeiten von sechs bis neun Jahren werden Pflanzanzahlen zwischen 2.500 und 4.000 Stück ha⁻¹ empfohlen. Bei der Kalkulation der Pflanzenanzahl gilt es, den optimalen Reihenabstand für die Bewirtschaftung zu berücksichtigen, sowohl für die optimale Wuchsausnutzung als auch das Erntekonzept.

Im Niederwaldbetrieb kann die Begründung und Regeneration des Bestands auch über Stockausschlag stattfinden. Anfangs werden dazu 500 vitale Stöcke je Hektar benötigt. Nach drei bis vier Umtrieben verringert sich das Ausschlagvermögen der Stöcke, sodass diese durch neue Pflanzungen ersetzt werden müssen¹¹.

Welches Pflanzverfahren ist geeignet?

Erlen werden als bewurzelte Pflanzen per Spatenstich oder durch den Einsatz eines Pflanzlochbohrers — erleichtert das Durchstoßen der Grasnarbe — in den Boden gebracht. Ist die Fläche befahrbar, kann die Pflanzung auch mit einer mehrreihigen Pflanzmaschine erfolgen. Dann sollten die Pflanzen nicht zu groß gewählt werden, damit die Wurzeln im Pflanzspalt nicht unnötig gestaucht werden. Grundsätzlich ist bei allen Pflanzverfahren darauf zu achten, dass die Pflanzen fest im Boden sitzen und keine Hohlräume vorhanden sind^{1,2}.

Wann ist der richtige Pflanzzeitpunkt?

Bei Erlen kann die Bestandsbegründung mit bewurzelten Pflanzen sowohl im Herbst als auch im Frühjahr vorgenommen werden. Der passende Zeitpunkt sollte entsprechend der Feuchteverhältnisse der Fläche (z. B. nicht bei Wasserüberstau im Frühjahr) gewählt werden¹.

Ist eine regelmäßige Pflege der Kultur notwendig?

Das Produktionsziel bei Erlenanbau im Niederwaldbetrieb ist die Erzeugung von möglichst viel Schwachholz zur energetischen Verwertung. Die Stockausschläge müssen dazu auf 2–3 Stangen je Stock (ab 10 cm Durchmesser) vereinzelt werden¹¹. Bei vorhandener Konkurrenzvegetation ist eine Regulierung des Begleitwuchses erforderlich. Diese sollte, wenn notwendig, insbesondere im Etablierungsjahr gewissenhaft durchgeführt werden, da eine Beschattung durch

die umgebende Vegetation zu deutlichen Wachstumseinbußen oder gar zum Absterben der Erlen führen kann. Dies ist zum Beispiel bei Konkurrenzarten wie Schilf oder Reitgräsern der Fall, die die Erlen stark bedrängen oder wenn Hopfen die Jungpflanzen befällt¹. Wenn eine Befahrbarkeit des Bodens und die entsprechenden Reihenabstände für schwere Maschinen gegeben sind, können zur Pflege oberflächlich arbeitende Maschinen wie Mulcher eingesetzt werden. Bodeneingreifende Maschinen wie Anbaufräse, Grubber, Hacke oder Egge sind nicht zu empfehlen, wenn man die Grasnarbe erhalten und die Kohlenstoffvorräte im Boden schonen will. Ist der Boden zu weich oder der Einsatz von großen Maschinen nicht gewünscht, können z. B. Hochgrasmäher, andere kleine Mähmaschinen mit oder ohne Mulchvorsatz oder Freischneider verwendet werden.

Ist eine regelmäßige Düngung erforderlich?

Im Gegensatz zur Bewirtschaftung annueller Kulturen ist beim Anbau schnellwüchsiger Baumarten generell keine zusätzliche Düngergabe notwendig. Durch die Ernte im Winter nach dem Laubabfall wird ein Teil der Nährstoffe dem Kreislauf zurückgeführt. Wiedervernässte Niedermoore verfügen zudem durch Mineralisierungsprozesse der organischen Substanz über eine besonders gute Nährstoffversorgung des Bodens. Der Nährstoffbedarf von Erlen wird darüber hinaus von Luftstickstoff fixierenden Bakterien, die in Symbiose an den Wurzeln der Bäume leben, gedeckt.

Welche Präventivmaßnahmen zur Schädlingsbekämpfung sind empfehlenswert?

Schalenwild (Reh-, Dam-, Rotwild) kann z. B. durch Verbiss oder durch „Fegen“ Schäden an jungen und älteren Pflanzen verursachen. Generell empfiehlt sich in Gebieten mit höherem Wildbesatz die Anlage von großflächigeren Niederwäldern, so dass sich der Wilddruck verteilt². Eine angemessene Bejagung ist hilfreich, um größere Schäden zu vermeiden.

2 Ernte und Lagerung

Welcher Erntezeitpunkt ist am besten und warum?

Die Ernte erfolgt grundsätzlich nur in der Zeit der Vegetationsruhe von November bis Februar, um Schädigungen und damit Vitalitätseinbußen der Pflanzen zu vermeiden². Eine Ernte bereits nach zwei bis fünf Jahren ist nicht zu empfehlen, da der Rindenanteil prozentual sehr hoch ist und damit das Material ungünstige Eigenschaften für die energetische Verwertung aufweist. Der Niederwaldbestand wird nach 20–40 Jahren umgetrieben. Nach 30 Jahren besitzt der Bestand z. B. eine Gesamtwuchsleistung von 400 m³ ha⁻¹. Die Regeneration des Bestands findet über Stockausschlag statt. Nach drei bis vier Umtrieben ist das

Erle (*Alnus glutinosa*) als Niederwald

Ausschlagvermögen reduziert, sodass eine stetige Nachpflanzung vitaler Stöcke nötig wird¹¹.

Welche Ernteverfahren sind zu empfehlen?

Um die Bewirtschaftung dem natürlichen Entwicklungszyklus von Erlenwäldern anzupassen, sollte eine Einzelstammentnahme erfolgen oder eine kleinflächige Nutzungsform wie Kulissen-, Lochhieb bzw. eine Kombination von beidem gewählt werden. Großflächigere Kahlschläge würden zu einer erheblichen Veränderung der Bodenverhältnisse im betreffenden Gebiet führen. Sie sind deshalb auch in einigen Bundesländern (nach den jeweiligen Landeswaldgesetzen) verboten. Zu empfehlen sind Lochhiebe aufgrund der besseren Beschattung der offenen Bereiche. Es werden mosaikartig Ernteflächen von 0,3–0,5 ha Größe in dem Bestand angelegt³. In den ungenutzten Streifen können zusätzlich einzelne hiebsreife Wertholzträger entnommen werden. Die ungenutzten Streifen bleiben bis zur Etablierung des Folgebestandes als Rückzugsraum für Arten erhalten. Die Vorgaben für die zu belassenen Altbäume (Biotopbäume) bzw. stehendes Totholz sind den jeweiligen Zertifizierungsvorgaben oder Landeswaldgesetzen zu entnehmen.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

Kommt eine Befahrung der Fläche in Betracht, so könnte nach motormanuellem oder maschinelltem Holzeinschlag (z. B. Raupenharvester) ein kombiniertes Arbeitsverfahren mit Pferden und einem leichten Raupenforwarder (Tragschlepper) zum Einsatz kommen. Das per Pferd vorgerückte Holz kann dann vom Raupenforwarder mittels Lastkran aufgenommen und weiter gerückt werden. Arbeitsproduktivität und Kosten dieses Verfahrens werden im Sonderheft⁴ dargestellt. Ist eine Befahrbarkeit ausgeschlossen, bietet sich die im Bergland bewährte Seilkrantechnologie an. Schädigungen des Bodens können mit dieser Technologie auf ein Minimum reduziert werden. Die vergleichsweise hohen Kosten für den Technikeinsatz sind dabei mit zu kalkulieren³.

3 Verarbeitung und Vermarktung

Welche stofflichen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Die Verwertungsmöglichkeiten von Erlenschwachholz reichen von der Herstellung von Span- und Faserplatten, bis zu Beimischungen zu anderen Holzarten in der Papier- und Zellstoffindustrie. Weitere Verwertungsmöglichkeiten sind die Verarbeitung zu pharmazeutischen Erzeugnissen und Extrakten für die Futter- und Lebensmittelindustrie^{2,3}.

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Erlenholz, das im Niederwaldbetrieb gewonnen wird, lässt sich in Form von Stückholz oder Hackschnitzeln der energetischen Verwertung zuführen. Bei relativ

langer Produktionszeit von 30–40 Jahren kann das Schwachholz auch für eine stoffliche Verwertung genutzt werden (s. o.)¹¹. Scheitholz sollte vor dem Trocknen in handelsübliche Größen zwischen 20 und 100 cm gesägt und gespalten werden, damit die Feuchtigkeit über eine größere Oberfläche schnell verdunsten kann. Verglichen mit Eichen- und Buchenholz besitzt Erlenholz einen etwas geringeren Heizwert, brennt jedoch gut ab und lässt sich auch sehr gut spalten^{2,3}. Bei der Herstellung von Pellets wird der Rohstoff mittels Rollen (Koller) durch eine Matrice gepresst und die Pelletstränge mit einem Abschermesser auf die gewünschte Länge geschnitten. Auf Grund der einheitlichen Qualität eignen sich Pellets insbesondere für Verbrennungsanlagen mit automatischer Beschickung². Hackschnitzeln können nach Größe und Wassergehalt sortiert nach Schüttraummetern vermarktet werden. Der Leistungsbereich von Hackschnitzelanlagen reicht von 15 kW bis hin zu mehreren MW².

Wie produktiv ist der Erlen-Niederwald?

Auf schwer befahrbaren Standorten können bei der Industrie- und Brennholzproduktion höhere Deckungsbeiträge erzielt werden als bei der Stammholzproduktion. Aufgrund der kürzeren Umtriebszeit wird eine höhere durchschnittliche Holzproduktion erreicht und die Nutzung der Stockausschläge verursacht einen geringeren waldbaulichen Aufwand. Eine Industrieholzproduktion auf nichtbefahrbaren Standorten unter Zuhilfenahme von Seilkrantechnologie schließt sich dagegen aus wirtschaftlichen Gründen aus. Auf Standorten von unterem bis mittlerem Ertragsniveau sind durchschnittliche Zuwachsraten von drei bis sechs Festmetern pro Hektar und Jahr zu erwarten^{5,6}.

Insbesondere für private Waldbesitzer mit eigener Holzheizung kann ein Erlenanbau durch die hohe Produktionsleistung wirtschaftlich sinnvoll sein. Durch den hohen anfänglichen Biomassezuwachs ist die energetische Bilanz dieser schnellwüchsigen Gehölzart vorteilhaft³.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Bei einer Umwidmung der Nutzung der Fläche in Wald muss nach § 10 Bundeswaldgesetz und weiterführend den Paragraphen der Landesgesetze bei der jeweils zuständigen Forstbehörde ein Antrag auf Erstaufforstung gestellt werden. Unter anderem werden Angaben zu Lage der Flurstücke, Eigentumsnachweis, Größe der Aufforstungsfläche und Baumartenwahl benötigt.

Erle (*Alnus glutinosa*) als Niederwald

Welche Förderinstrumente gibt es?

Konkrete Informationen zu den von den Ländern gewährten Zuwendungen sind in den jeweiligen Richtlinien für die Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen zu finden. Anträge auf Zuwendungen sind an die jeweils zuständige Forstbehörde zu stellen.

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Bei einer Niedermoorbewirtschaftung mit Erlen bei Wasserständen zwischen 20 und 5 cm unter Flur (4+) kann Torferhalt angenommen werden¹⁷. Im günstigen Fall kommt es sogar zu geringer Torfbildung und einer Festlegung von 133 bis 2010 kg organischer Substanz pro Hektar und Jahr als Torf¹. Für die Treibhausgasemissionen von Erlenkulturen gibt es momentan noch keine verlässlichen Zahlen¹³. Generelle Tendenzen sind jedoch bekannt: Je trockener die Fläche ist, desto höher sind die Emissionen¹. Unter Bedingungen der Wasserstufe 4+ sind vergleichsweise niedrige Emissionen bis hin zu Netto-Senken möglich^{1,9,14}. Da Erle jedoch auch bei niedrigeren Wasserständen wachsen kann und dabei deutlich höhere Emissionen zu erwarten sind, kommt es auch hier aus Klimaschuttsicht auf möglichst hohe Wasserstände an, um den Torferhalt sicherzustellen und THG-Emissionen zu minimieren^{1,15}. Für den Klimaschutz sollten die Wasserstände also nach derzeitigem Kenntnisstand mindestens flurnah liegen.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Die kleinflächige Wiedereinführung von Niederwäldern als historische Bewirtschaftungsform werden Landschaften in ihrer ökologischen Vielfalt bereichert. Durch den wesentlich selteneren Einsatz von schweren Maschinen sind Niederwälder bodenschonender als der Anbau annueller Energiepflanzen. Aus naturschutzfachlicher Sicht ist eine streifenweise Ernte in unterschiedlichen Jahren vorzuziehen, weil dadurch ein vielfältigerer Lebensraum entsteht. Auch durch die Flächenform kann die Biodiversität gefördert werden: Langgestreckte Flächen bieten mehr artenreiche Randbereiche als eine kompakte Plantage^{2,3,9,10}. Großflächiger Anbau von Niederwäldern auf Grünlandstandorten ist aus naturschutzfachlicher Sicht auszuschließen.

6 Weiterführende Informationen

Weiterführende Literatur

Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.) (2004): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg. Studien und Tagungsberichte 50. 192 S. Potsdam: Landesumweltamt Brandenburg.

Reeg, T., Bemann, A., Konold, W., Murach, D. & Spiecker, H. (Hrsg.) (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 355 S. Weinheim: Wiley-VCH.

Wichtmann, W., Schröder C. & H. Joosten (Hrsg.) (2016): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.

Quellen

¹Schäfer, A. & Joosten, H. (Hrsg.) (2005): Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren - ALNUS-Leitfaden. 68 S. Greifswald: DUENE e.V.

²ETI, MUGV Brandenburg, MIL Brandenburg (Hrsg.) (2013): Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen. Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg. 68 S. Potsdam: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH.

³Röhe, P. & Schröder, J. (2010): Grundlagen und Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Roterle in Mecklenburg-Vorpommern. 49 S. Schwerin: MLUV M-V.

⁴AFZ-Der Wald (2013): KWF-Thementage vom 1./2. Oktober 2013: Umweltgerechte Bewirtschaftung nasser Waldstandorte. 61 S. München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.

⁵v. Finckenstein, B. & Gerst, J. (2013): Forstökonomische Überlegungen zur Bewirtschaftung nasser Waldstandorte. AFZ-Der Wald 18/2013: 20-22.

⁶Lockow, K.-W. (1994): Ertragstafel für die Roterle (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) in Mecklenburg-Vorpommern. 67 S. Eberswalde: Forstliche Forschungsanstalt, Abteilung Waldwachstum.

⁷Bundeswaldgesetz in der Fassung vom 17. Januar 2017.

⁸NwaldZyklBek (Bekanntmachung Nr. 05/10/31 der Liste der für Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprämie geeigneten Arten und deren maximale Erntezyklen): Elektronischer Bundesanzeiger. Auftraggeber: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Erlassdatum: 12. Mai 2010, Fundstelle: eBAZ AT52 2010 B1, in Kraft ab 13. Mai 2010.

⁹Spangenberg, A. (2011): Einschätzung der Treibhausgasrelevanz bewaldeter Moorstandorte in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich des Minderungspotentials nach Wiedervernässung, Endbericht. 29 S. Greifswald: DUENE e. V.

¹⁰Jennemann, L., Peters, W., Rosenthal, S. & Schöne, F. (2012) Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. 32 S. Berlin: NABU-Bundesverband, Bosch & Partner GmbH (Hrsg.).

¹¹LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

¹²Linke, C., Wirner, M., Koska, I., Spangenberg, A., Barthelmes, A. & Prager, A. (2013): Bewirtschaftung von nassen Waldstandorten aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. AFZ-Der Wald 18/2013: 17-19.

Erle (*Alnus glutinosa*) als Niederwald

¹³Jauhiainen, J., Alm, J., Bjarnadottir, B., Callesen, I., Christiansen, J. R., Clarke, N., Dalsgaard, L., He, H., Jordan, S., Kazanavičiūtė, V., Klemedtsson, L., Lauren, A., Lazdins, A., Lehtonen, A., Lohila, A., Lupikis, A., Mander, Ü., Minkkinen, K., Kasimir, Å., Olsson, M., Ojanen, P., Óskarsson, H., Sigurdsson, B. D., Sogaard, G., Soosaar, K., Vesterdal, L. & Laiho, R. (2019): Reviews and syntheses: Greenhouse gas exchange data from drained organic forest soils – a review of current approaches and recommendations for future research. Biogeosciences Discussions.

¹⁴Huth, V., Hoffmann, M., Bereswill, S., Popova, Y., Zak, D. & Augustin, J. (2018): The climate warming effect of a fen peat meadow with fluctuating water table is reduced by young alder trees. Mires and Peat 21(04): 1-18.

¹⁵Schlaipfer, M., Rechl, A. & Drösler, M. (2018): Carbon balance of short-rotation forestry on a drained and rewetted fen. 20th EGU General Assembly, EGU2018, Proceedings from the conference held 4-13 April, 2018 in Vienna, Austria. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2018EGUGA..2016148S>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁶Neuner, J. & Burger, F. (2015): KUP auf Grünland – wie geht das? LWF aktuell 105/2015: 8-10.

¹⁷Barthelmes, A. (2010): Vegetation dynamics and carbon sequestration of Holocene alder (*Alnus glutinosa*) carrs of NE Germany. https://epub.uni-greifswald.de/files/615/Diss_Barthelmes_Alexandra.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, N. Koim, D. Murach, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Feuchtwiese

Extensiv genutzte Feuchtwiesen können in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung entweder als einschürige Streuwiesen oder zwei- bis dreischürige Futterwiesen genutzt werden. Daneben ist neuerdings eine energetische Verwertung denkbar.

Tab. 1.: Info-Box: Feuchtwiese

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+); im Winter höhere Wasserstände möglich
Etablierung:	spontan nach Anhebung der Wasserstände; gezielt durch Ansaat oder Mahd-gutübertrag
Ertrag:	1–8 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹
Verwertung:	Futter, Einstreu, Energie, Biokohle
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

1 Standorteignung und Wiederherstellung

Welche Standorte sind geeignet?

Bewirtschaftetes Niedermoorgrünland ebenso wie Brachen und zuvor ackerbaulich genutzte Moorstandorte sind bei entsprechender Wasserhaltung von sommerlich 45–20 cm unter Flur geeignet für die extensive Feuchtwiesennutzung. Anzustreben ist eine stabile Bodenfeuchtigkeit auch über den Sommer. Gut nährstoffversorgte Standorte, wie zuvor intensiv bewirtschaftetes Grünland, bieten geeignete Bedingungen für Wiesenfuchsschwanz- oder Wiesen-schwingelwiesen. Bei ebenfalls guter Nährstoffversorgung, aber noch höheren Grundwasserständen etablieren sich Kohldistel- und Dotterblumenwiesen verschiedenster Ausprägung. Auf noch feuchteren bis nassen nährstoffreichen, aber sauerstoffarmen Niedermoorböden bilden die hochwüchsige Seggen Großseggenriede aus. Die Grundwasserstände betragen hier bereits 20 bis 5 cm unter Flur. Einen Sonderfall stellen die nährstoffärmsten, wechselfeuchten bis wechsellassen Moorböden dar, die von Honiggraswiesen oder Pfeifengraswiesen mit hohem naturschutzfachlichen Wert besiedelt werden^{2,3,4}.



Abb. 1: Extensiv genutzte Feuchtwiese in Süd-Brandenburg. Foto: C. Dammann.

Welche Schritte sind zur Wiederherstellung einer Feucht- und Nasswiesenvegetation erforderlich?

Auch nach 15–20 Jahren intensiver Nutzung als Grünland oder Acker können Samen der ehemaligen Niedermoorvegetation im Boden überdauern. Durch wühlende Tiere oder Vertikutieren des Bodens gelangen die Samen ans Licht und keimen. Durch Walzen, Striegeln und Mahd lassen sich auch auf diesen Flächen produktive Feucht- bzw. Nasswiesen etablieren⁵.

Auf bislang als Frischwiese oder -weide genutzten Flächen lassen sich durch angepasstes Wassermanagement und einem Pflegemanagement aus Schleppen und Walzen innerhalb weniger Jahre typische Feucht- bzw. Nasswiesen entwickeln. Bei nassem Boden sollte ein Walzen vermieden werden, da die Gefahr einer Bodenverdichtung besteht. Verbuschte Wiesen müssen zuvor entbuscht werden und die Fläche in den ersten Jahren (je nach Gehölznachwuchs oder Schilfbewuchs) zweimal pro Jahr gemäht und das Mahdgut abtransportiert werden (siehe Verwertungsmöglichkeiten)^{3,5}.

Ist auf zuvor ackerbaulich genutzten Flächen eine schnelle Etablierung einer Feucht- oder Nasswiese gewünscht, kann eine Wiederbesiedlung gezielt gefördert werden:

Zahlreiche Feucht- und Nasswiesenarten besitzen schwimmfähige Samen, die bei möglichen Überflutungen auf die Flächen eingetragen werden können⁵. Liegt die Fläche isoliert von intakten Feucht- und Nasswiesen, kann durch Überdeckung von entsprechendem Mahdgut eine Wiederbesiedlung beschleunigt werden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Ansaat ist eine lückenhafte Vegetation. Die Fläche sollte dazu gemäht und anschließend vertikutiert werden. Als Samenquelle sollte Mahdgut von noch artenreichen Feucht- oder Nasswiesen desselben Naturraums

Feuchtwiese

verwendet werden. Der optimale Schnitt-/Gewinnungszeitpunkt ist ungefähr Anfang bis Mitte Juli — während der Hauptphase der Samenreife. Das Mähgut muss nach der Ernte sofort auf die vorbereitete Fläche aufgebracht werden. Die Schichtdicke sollte 5–10 cm nicht übersteigen. Weiterhin kommen Aussaat von Saatgut und gegebenenfalls Pflanzung in Betracht⁵.

2 Ernte

In welchem Zyklus kann geerntet werden?

Der Erntezeitpunkt und die Häufigkeit richten sich nach dem Wiesentyp und der damit verbundenen Wasser- und Nährstoffversorgung.

Feuchte Wiesenfuchsschwanzwiesen können zwei- bis dreimal jährlich gemäht werden. Sie sind nach den Rohrglanzgraswiesen die ertragsreichste extensive Wiesenform. Erträge von 5–8 t TM ha⁻¹ a⁻¹ sind möglich. Der Eiweißgehalt beträgt 10–12 % der Trockensubstanz und der Energiegehalt 4,9–5,2 MJ NEL/kg TS (Heu) bzw. 5,2–5,7 MJ NEL/kg TS (Silage)^{2,18}. Als idealer Schnittzeitpunkt für die Heugewinnung — wenn die Energiedichte und die Verdaulichkeit noch günstig sind und der Rohfasergehalt noch vertretbar ist — gilt die Zeit vom Schieben der Blütenstände bis zum Beginn der Blüte der bestandsbildenden Gräser. Der Wiesenfuchsschwanz treibt sehr zeitig aus und blüht früher als alle anderen Futtergräser. Ein rechtzeitiger Schnitt ist wichtig, da er rasch zum Verholzen der unteren Teile und Strohigwerden der Halme neigt². Beim Schnittzeitpunkt ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass sich z. B. in Brandenburg zwischen 1951 und 2008 der erste Heuschnitt im Dauergrünland um 11 Tage verfrüht hat, vom 08. Juni auf den 28. Mai^{2,6,7,8}.

Feuchte Dotterblumen- und Kohldistelwiesen erlauben in der Regel jährlich eine zweimalige Mahd. Die erste Mahd erfolgt Mitte bis Ende Juni¹⁸. Die futterbauliche Ertragsfähigkeit liegt mit 5–7 t TM ha⁻¹ a⁻¹ relativ hoch, sinkt aber bei ausbleibender Düngung über die Jahre i. d. R. etwas ab. Insbesondere Kalium und Phosphor wirken häufig als ertragsbegrenzende Faktoren. Extensiv bewirtschaftete Wiesen können aufgrund ihres Artenreichtums bis zu drei Wochen später geschnitten werden^{3,9}. Durch ihren höheren Anteil von später blühenden Arten, ist die Ernte nicht so sehr auf einen bestimmten Zeitpunkt fixiert, sondern kann z. B. witterungsbezogen variiert werden⁴.

Artenreiche Pfeifengras-Streuwiesen, wie sie vor allem in Süddeutschland noch anzutreffen sind, werden jährlich einmal im Herbst gemäht, wenn der Wiesenaufwuchs trocken und strohartig geworden ist und die spätblühenden Arten zur Fruchtreife gelangt sind. Der günstigste Schnittzeitpunkt liegt meist von Ende September bis Ende Oktober. Auf diese Weise wird eine Schädigung des Pfeifengrases vermieden und die

für den Wiederaustrieb im Folgejahr notwendige Einlagerung an Nährstoffen in die unterirdischen Speicherorgane kann ungehindert erfolgen. Durch diese Art der Nährstoffspeicherung bleibt die Produktivität auch ohne zusätzliche Düngung erhalten. Basenarme Standorte sind dabei unproduktiver als basenreiche und liefern Erträge von rund 1 t TM ha⁻¹ a⁻¹. Handelt es sich allerdings um ehemalige Fettwiesen sind die Erträge wesentlich höher und können bis zu 4 t ha⁻¹ a⁻¹ betragen^{3,10,18}.

Auftretende Bodenunebenheiten können auf allen Feuchtwiesentypen mit Walzen und Schleppen ausgeglichen werden²⁰. Damit kann gleichzeitig die im Winter aufgefrorene oberste Bodenschicht wieder angedrückt werden. Dadurch wird das Abreißen und Austrocknen der Feinwurzeln verhindert und die Wasserführung und Wärmeleitfähigkeit verbessert²¹.

3 Infrastruktur und Logistik

Von welchen Faktoren ist die Wahl der Erntetechnik und des Ernteverfahrens abhängig?

Diese sind abhängig von:

- den Flächeneigenschaften (Größe, Zuschnitt, Tragfähigkeit),
- den Feuchteverhältnissen,
- dem Erntezeitpunkt,
- der Biomasseform/-verwertung (frische vs. trockene; Langgut, Häckselgut, Rundballen, ...),
- dem Biomasseabtransport (aufgesattelter Bunker, Ladewagen mit Pick-up, separates Transportfahrzeug) und
- der Lage der Erntefläche (z. B. Zufahrtswege).

Oberste Priorität bei der Wahl des Erntekonzeptes hat die Minimierung von Boden- und Narbenschäden. Die Ernte kann grundsätzlich in einem oder in getrennten Arbeitsgängen erfolgen. Nur bei Wasserständen knapp unter Flur und bei Wasserüberstau muss die Ernte — Mahd, Aufnahme, Abtransport — in einem Arbeitsgang durchgeführt werden¹¹.

Welche Erntetechnik wird benötigt?

In Abhängigkeit der genannten Faktoren ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen:¹¹

- Messerbalken (Schwadablage möglich, Mahd auch unter Wasser möglich),
- Rotationsmäherwerk (Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar),
- Feldhäcksler, Mulcher (direktes Einblasen der Biomasse in Bunker bzw. Hänger möglich),
- Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken (mit oder ohne Haspel, Einzugschnecke).

Feucht- und Nasswiesenvegetation ist mit an die Boden- und Feuchteverhältnisse angepasster Technik zu bewirtschaften. Die Maschinen können dazu mit un-

Feuchtwiese

terschiedlichen Fahrwerken wie Doppel-/Zwillingsbereifung oder Breitreifen mit Druckluftregelung an die Bodenverhältnisse angepasst werden.

Welche Besonderheiten sind bei Beräumung, Transport und Lagerung der Biomasse zu beachten?

Für die Beräumung können auf die Basismaschine aufgesetzte Biomasseauffangbehälter (Kippbunker, Überlader, Plattformen) oder an die Basismaschine angehängte Trailer eingesetzt werden. Zur Kompaktierung der Biomasse dienen aufgesattelte oder angehängte Ballenpressen, die mit einer Tandemachse ausgestattet sein sollten, um die Aufstandsfläche zu vergrößern und damit den Druck auf den Boden zu verringern. Pressen für große Quaderballen sind für nasse Moorstandorte nicht geeignet. Wenn der Biomassetransport zum Flächenrand durch ein separates Transportfahrzeug erfolgt, ist ebenso wie bei den Erntemaschinen die begrenzte Zuladekapazität aufgrund der geringen Tragfähigkeit der Moorböden zu berücksichtigen^{11,12,13}.

Was ist bei der infrastrukturellen Erschließung der Fläche zu beachten?

Eine streifen- bzw. kreuzförmige Erschließung der Fläche ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Bodenbelastung auf mehrere Fahrtrassen beim Abtransport der Biomasse. Die Einrichtung zusätzlicher Zufahrten, die Verfestigung der Wege durch Anlegen von Dämmen oder Stärkung der Fahrtrassen und die Anlage befestigter Lager- und Umschlagplätze am Feldrand verringern die Gefahr einer Schädigung des Bodens durch die Erntetechnik¹².

4 Verarbeitung und Vermarktung

Feuchtwiesenaufwüchse eignen sich zur Fütterung und bieten außerdem verschiedene stoffliche und energetische Verwertungsmöglichkeiten:

Welche Verwertungsmöglichkeiten gibt es im Bereich der Viehfütterung?

Feuchte und nährstoffreiche Wiesenfuchsschwanzwiesen bieten bei rechtzeitiger Nutzung eine gute Futterqualität für Wiederkäuer. Auf Grund ihrer Hochwüchsigkeit sind sie meist arm an Kräutern. Weniger hochwüchsig und deshalb untergras- und kleereicher sind die Wiesenschwingelwiesen, sowie die feuchteren und meist artenreichen Kohldistel- und Dotterblumenwiesen, die ebenfalls ein gutes Heu für Rinder, Pferde oder Kleintiere liefern. Auch Heu von spät gemähten Streuwiesen haben in den letzten Jahren eine Renaissance als Beifutter für Pferde und Jungtiere in der Milchviehhaltung erlebt¹⁹. Auf feuchten Standorten ist Vorsicht vor dem teilweise vorkommenden, giftigen Sumpfschachtelhalm geboten. Eine Entgiftung des Schachtelhalmes kann durch Heißvergärung bei 65–70 °C erreicht werden^{2,3,14}.

Ogleich viele Giftpflanzen beim Konservierungsvorgang (Heu, Silage) ihre Giftigkeit verlieren, sind neben dem Sumpf-Schachtelhalm vor allem Herbst-Zeitlose, Wasser-Kreuzkraut und auf trockeneren Standorten Jakobs-Kreuzkraut und Graukresse zu nennen, die auch im Heu bzw. Silage weiterhin giftig wirken. Wenn die Tiere im Heu bei ausreichendem Futterangebot selektieren können, ist die Wahrscheinlichkeit der Vergiftung recht gering, da schlecht schmeckende Pflanzen nicht gefressen werden²³.

Was ist bei der Futterkonservierung zu beachten?

Grundsätzlich zu beachten ist, dass spät geschnittene Aufwüchse nicht problemlos siliert werden können. Zwar ist krautreiches Grünland nutzungselastischer, dennoch führen mangelnde Zuckerverfügbarkeit und die stark reduzierte Verdichtungsmöglichkeit zu schlechter Silierbarkeit. Alternativ ist die Konservierung als Heu zu empfehlen. Bei der Heuwerbung sind der erhöhte Arbeitsaufwand, hohe Trockenmasseverluste sowie die Witterungsabhängigkeit zu berücksichtigen. In Abhängigkeit des Erntezeitpunktes unterscheidet sich der Energiegehalt des Heus von 5,4 MJ NEL während des Schossens der Rispen, über 4,7 MJ NEL zu Beginn bis Mitte der Blüte bis hin zu 4,3 MJ NEL je kg Trockenmasse gegen Ende der Blüte⁹.

Welche stofflichen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Neben der Nutzung als Futter stand früher auch die große Bedeutung der Streuwiesen zur Gewinnung von Einstreumaterial, welches heute wegen seiner guten Saugfähigkeit wieder geschätzt wird¹⁹. Strohmehl als Einstreu wird heute in bestimmten Aufstallungssystemen, wenn die Tiere auf Gummimatten liegen, verwendet. Ebenso können dazu auch Streuwiesenaufwüchse eingesetzt werden^{3,9}.

Wie bei der Strohdüngung können Feuchtwiesenaufwüchse ebenfalls als organischer Dünger auf Ackerflächen aufgebracht und eingearbeitet werden. Insbesondere strohartige Streuwiesenaufwüchse lassen sich als Mulchmaterial im Obstanbau, im Landschaftsbau, an Straßenböschungen usw. einsetzen⁹.

Außerhalb des landwirtschaftlichen Bereiches können Sauer- und Süßgräser für die Erzeugung von Zellulose als Rohstoff für die Papier- und Kartonagenherstellung verwertet werden⁹.

Die traditionelle Lehm-/Stroh-Bauweise erlebt beim „ökologischen Bauen“ derzeit eine Renaissance. Strohartige Streuwiesenaufwüchse lassen sich zur Herstellung von Strohdämmplatten, Strohsanplatten oder Strohfasersplatten nutzen⁹. Wiesengrasdämmstoff wird auch als Einblas- oder Schüttdämmung angeboten.

Feuchtwiese

Pflanzen- oder HTC-Kohle wird mit dem Verfahren der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) hergestellt. Feuchte und nasse Biomasse eignet sich aufgrund der nassen Verarbeitungsbedingungen hervorragend dafür. Unter Zusatz von Wasser, unter Druck (10–40 bar) und bei hoher Temperatur (180–250°C) lässt sich Feucht- und Nasswiesenbiomasse in mehreren Stunden in Kohle umwandeln. Diese kann thermisch, als Bodenverbesserer, als Torfersatz in Pflanzerden oder in Filtersystemen verwendet werden¹⁹.

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Der herkömmlichen, stofflichen Nutzung ist gegenüber einer energetischen Nutzung der Vorrang einzuräumen. Letztere sollte nur zur Anwendung kommen, wenn keine stofflichen Nutzungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Halmgutartige Biomasse kann bei später Ernte im Winter als Rohstoff für die Produktion von Pellets verwendet werden, die im Nachgang thermisch verwertet werden. Lohnenswert sind dabei vor allem produktive von Seggen oder Rohrglanzgras dominierte Aufwüchse. Feuchtwiesenheu weist trotz erhöhter Gesamtstaubemissionen, Rohaschegehalte und Ascheschmelztemperaturen gute Verbrennungseigenschaften auf¹⁹.

Bei einer Ernte im Sommer kommt eine Verwertung in der Biogasanlage in Betracht¹⁵. Gut zerkleinert und in geringen Mengen kann die Biomasse in Nassvergärungsanlagen eingesetzt werden. Bei alleiniger Verwertung eignet sich ausschließlich die Feststofffermentation (Trockenvergärungsverfahren)¹⁶. Material von Feuchtwiesen erreicht relativ hohe Biogaserträge von 300–530 l_n/kg oTS, die bei 50–90 % der Erträge von Grassilage liegen¹⁹. Mögliche Hemmnisse der energetischen Verwertung von Feuchtwiesen liegen in der Kleinflächigkeit und Verteilung der Flächen, die überdies mit angepasstem/speziellem Gerät befahren werden müssen¹⁹.

Ein Praxisbeispiel stellt der BUND-Hof Wendbüdel in Niedersachsen dar. Hier wird zweischüriges Feuchtgrünlandmärgut zur Wärme- und Stomerzeugung trockenfermentiert²⁰. Ein entsprechender Anlagenanbieter für die Feststofffermentation ist z. B. die DeNaBa GmbH. Im Spreewald (Göritzer Agrar GmbH) wird seit 2016 spät gemähte Feuchtwiesen-Biomasse in einem Ofen mit Heuballenvergaser thermisch verwertet.

Welche Eigenschaften sind für die stoffliche Verwertung notwendig?

In den meisten Fällen weist die Biomasse noch nicht die erforderlichen Eigenschaften für die direkte Verarbeitung zu Produkten auf, weshalb der Endverarbeitung eine Konditionierung der Biomasse vorausgeht. Auf diese Weise wird die Biomasse zu homogenen reproduzierbaren Chargen veredelt, die dann für

eine breite Nutzung verfügbar sind. Die Konditionierung kann durch einfache Methoden wie Quetschen, Reißen, Schneiden, Mahlen und Silieren oder durch die Kombination einzelner Schritte erfolgen¹⁷.

Wie müssen die Verbrennungsanlagen an die entsprechende Biomasse angepasst sein?

Eine automatische Ascheaustragstechnik ist an größeren Anlagen erforderlich. Ohnehin sollte eine für Halmgut angepasste Technik genutzt werden z. B. Wirbelschichtfeuerung und Zigarrenfeuerung. Halmgutartige Biomasse von Standorten, die stark bezüglich ihrer Wasserstände, ihrer Produktivität und ihrer Pflanzenzusammensetzung variieren, sollte auf kritische Inhaltsstoffe (insbesondere Chlor, Kalium und Schwefel) untersucht werden^{13,19}.

Eignen sich Zertifikate/Umweltkennzeichen als Vermarktungsstrategie?

Durch Umweltkennzeichen wie z. B. den „Blauen Engel“ werden die Umwelteigenschaften als Teil der Produkteigenschaften sichtbar. Durch Zertifikate werden diese von Dritten bestätigt. Den Kosten für die Zertifizierung stehen als Nutzen höhere Marktanteile, die Schaffung einer Marktnische, eine höhere Zahlungsbereitschaft oder der Zugang zu bestimmten Märkten gegenüber.

Für die energetische Nutzung von Niedermoorbiomasse kann das „Grüne Gas“-Label oder das „Grüner Strom“-Label oder auch das „ISCC-System“ genutzt werden. Außerdem bietet sich für die Vermarktung auch die Nutzung von herkunftsbezogenen Kennzeichen an.

5 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung ist der Eintrag der Fläche als Feldblock beim Amt für Landwirtschaft. Ist die Aussaat von Mähgut und regional gewonnenem Saatgut vorgesehen, so ist § 39 Abs. 4 BNatSchG zu berücksichtigen, der das Entnehmen, Be- oder Verarbeiten wild lebender Pflanzen regelt: Es „bedarf unbeschadet der Rechte der Eigentümer und sonstiger Nutzungsberechtigter der Genehmigung der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Behörde. Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn der Bestand der betreffenden Art am Ort der Entnahme nicht gefährdet und der Naturhaushalt nicht erheblich beeinträchtigt werden. Die Entnahme hat pfleglich zu erfolgen. Bei der Entscheidung über Entnahmen zu Zwecken der Produktion regionalen Saatguts sind die günstigen Auswirkungen auf die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu berücksichtigen“. Bei besonders geschützten Arten findet zudem § 44 Abs. 1 Nr. 4 BNatSchG Anwen-

Feuchtwiese

dung. Nach § 45 Abs. 7 BNatSchG können die zuständigen Behörden von den Verboten in § 44 Ausnahmen, die den Schutz und die Wiederansiedlung von Pflanzenarten betreffen, zulassen.

Welche Fördermittel gibt es?

Die typischen Futtergräser wie u. a. Fuchsschwanz und Schwingelarten sind als landwirtschaftliche Futterpflanzen eingestuft und förderfähig, so lange eine Nutzung erfolgt (Direktzahlungen). Der entsprechende Nutzungscode ist z. B. 451 (Wiesen). Über die 2. Säule der GAP oder EFRE werden weiterhin – z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) – u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert^{21,22}. Die Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien für Umwelt und Landwirtschaft bzw. bei den zuständigen Ämtern für Landwirtschaft erfragt werden.

6 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Grundwasserstände zwischen 45 und 15 cm unter Flur (Wasserstufe 3+) sorgen für eine dauerhafte Durchlüftung des oberen Torfkörpers, wodurch sauerstoffabhängige Zersetzungsprozesse, Moorsackung und Schrumpfung gefördert werden. Dabei werden Standortemissionen von ungefähr 16–19 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr freigesetzt. Der genaue Emissionswert ist abhängig vom tatsächlichen Wasserstand und der Vegetation. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Feuchtwiesen auf Moor sind zumeist durch schwache menschgemachte Entwässerung entstanden und somit nicht torferhaltend²⁶. Eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen und eine Verhinderung der fortschreitenden Moordegradierung sind nur durch eine Anhebung des Wasserstandes zu erzielen. Allerdings verändert sich dabei die zu erwartende Artenzusammensetzung. Aus Klimaschuttsicht sind Feuchtwiesen wie andere Verfahren der Wasserstufe 3+ nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen ein naturnaher Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Durch die Mahd mit Beräumung wird der Aufbau einer Streuschicht in Feuchtwiesen eingeschränkt und die Lichtverfügbarkeit in Bodennähe erhöht. Hiervon profitieren vor allem kleine und langsam wachsende Pflanzenarten, so dass genutzte Feuchtwiesen oftmals heterogener und artenreicher sind als ungenutzte. In der Regel ist diese Entwicklung auch mit einer Erhöhung der faunistischen Artenvielfalt verbunden. Es profitieren vor allem Offenlandarten sowie

licht- und wärmeliebende Arten. Feldlerche, Wiesenpieper, Wiesenschafstelze und Kiebitz bevorzugen Bereiche mit dauerhaft kurzer Vegetation. Niedrige riedartige Vegetation mit offenen, schlammigen Bodenstellen sind besonders begehrte Brutplätze der Bekassine. Jedoch wirkt die Mahd auf die Fauna durch direkte physische Schädigung (Verletzung/Tod) auch hemmend. Zusätzlich werden durch die Entfernung der oberirdischen Biomasse vor allem schattenliebende und streuabbauende Arten in ihrer Entwicklung eingeschränkt. Zur Abmilderung der hemmenden Effekte, wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. oszillierende statt rotierende Mähwerke, Hochschnitt), die Anlage von einjährigen Rotationsbrachen, die biodiversitätsfördernde Gestaltung von Gräben (z. B. einseitige Grabenpflege) sowie die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen.

7 Kosten und Erlöse

Als Datengrundlage für die Kosten dienen die Faustzahlen für die Landwirtschaft²⁴ und die KTBL-Datensammlung zur Landschaftspflege²⁵. Die Kosten einer Streuwiesenmahd können je nach Beschaffenheit der Fläche (Größe, Bodenunebenheiten etc.) und daraus folgend der möglichen verwendbaren Maschinen und der anfallenden Arbeitszeit sehr unterschiedlich ausfallen. Angenommen wurde generell, dass 1) die Flächen mit Wasserstand von 45–20 cm unter Flur mit normalen Maschinen (ca. 50–70 PS Schlepper) befahrbar sind; 2) die Mahd im Spätsommer mit Messerbalken, im Herbst mit Kreiselmäher ohne Aufbereiter stattfindet; 3) einmaliges Zetten ausreicht um eine gute Streu zu produzieren, da das Mahdgut zum Schnittzeitpunkt nur noch wenig Wasser enthält. Berechnet wurden drei verschiedene Szenarien:

Im günstigen Fall ist die Fläche 20 ha groß ohne Hindernisse und großem Aufwuchs (5 t TM ha⁻¹), der Abtransport erfolgt mit dem Ladewagen. Im mittleren Fall ist die Fläche ca. 2 ha groß und hat einen Aufwuchs von 2,5 bis 3 t TM ha⁻¹. Es werden kleinere Maschinen mit 30–37 kW verwendet. Das Mahdgut wird zu Ballen gepresst und abtransportiert. Im ungünstigen Fall ist die Fläche zwischen 0,5–2 ha groß mit vielen Hindernissen und hat einen großen Aufwuchs von 5 t TM ha⁻¹. Die Mahd erfolgt mit einer kleinen Maschine mit Messerbalken von innen nach außen. Das Mahdgut wird zu Ballen gepresst und abtransportiert.

Der Ertrag hängt von der Aufwuchsmenge und dem Strohpreis (zwischen 5 € dt⁻¹ 2016 in Sachsen bis zu 18 € dt⁻¹ im März 2019) ab. Details zur Förderung siehe BfN-Skripten Kapitel 6.

Tab. 2: Kosten und Erlöse für die Streuwiesenmahd

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
	Mahd	-50 €	-8 €	-4 €

Feuchtwiese

Kos- ten ^{21,22}	Zetten	-10 €	-9 €	-7 €
	Schwa- den	-41 €	-21 €	-7 €
	Ballen pressen + Ab- fuhr	-173 €	-80 €	-
	Lade- wagen	-	-	-20 €
	Gesamt	-274 €	-118 €	-38 €
Erlös	Ertrag	250 €	330 €	900 €
	Förde- rung Grün- land	105 €	319 €	685 €
Gewinn		81 €	531 €	1.547 €

8 Weiterführende Informationen

Quellen

¹Wichtmann, W., Schröder C. & Joosten, H. (Hrsg.) (2016): Paludikultur — Bewirtschaftung nasser Moore. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.

²Petersen, W. & Wacker, G. (Hrsg.) (1991): Die Gräser: als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker. 7., berichtigte Auflage. 275 S. Berlin: Akademie-Verlag.

³Hutter, C.-P. (Hrsg.) (1993): Wiesen, Weiden und anderes Grünland: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. 152 S. Stuttgart, Wien: Weitbrecht Verlag in K. Thienemanns Verlag.

⁴Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann Verlag GmbH.

⁵Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.) (2001): Ökosystemmanagement für Niedermore: Strategien und Verfahren zur Renaturierung. 317 S. Stuttgart: Ulmer.

⁶Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Ulmer.

⁷Klapp, E. & Opitz von Boberfeld, W. (2006): Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Ver-gesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 264 S. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

⁸Haggenmüller, K. & Luthardt, V. (2009): Pflanzenphänolo-gische Veränderungen als Folge von Klimawandel in unter-schiedlichen Regionen Brandenburgs. Phänologie-Journal, Mitteilungen für die phänologischen Beobachter des Deut-schen Wetterdienstes Nr. 33: 1-3.

⁹Briemle, G., Eickhoff, D. & Wolf, R. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht: Prakti-sche Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften. 160 S. Karlsruhe: Beih. Veröff. Na-turschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60.

¹⁰Meisel, K. (1984): Landwirtschaft und „Rote Liste“-Pflan-zenarten. Natur und Landschaft, 59 (7/8): 301–307.

¹¹Wichtmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016): Land-technik für nasse Moore. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 63-70. Stuttgart: Schweizerbart.

¹²Schröder, C., Dettmann, S. & Wichmann, S. (2016): Logis-tik der Biomasseproduktion auf nassen Mooren. In: Paludi-kultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wicht-mann, C. Schröder & H. Joosten), S. 70-76. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁴Klapp, E. (1954): Wiesen und Weiden. Behandlung, Ver-besserung und Nutzung von Grünland. 519 S. Berlin: Parey.

¹⁵Wichtmann, W. (2016): Box 3.2: Nutzungszeiträume. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁶Wiedow, D., Müller, J. & Burgstaler, J. (2016): Vergärung zu Biogas. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 55-56. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁷Wiedow, D. & Burgstaler, J. (2016): Stoffliche Nutzung von Biomasse aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaf-tung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 43-45. Stuttgart: Schweizerbart.

¹⁸Dierschke, H. & Briemle G. (2008): Kulturgrasland. 239 S. Stuttgart: Ulmer.

¹⁹DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2014): Vom Landschaftspflegematerial zum Biogas – ein Beratungsordner. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“, Nr. 22. 94 S. Ansbach: DVL e.V.

²⁰LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vor-pommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezo-genen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwe-rin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklen-burg-Vorpommern.

²¹Wichtmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.

²²Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Na-tionale Rahmenregelung und die Programme der Länder. [https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/si-tes/ELER/Dateien/01_Hintergrund/E-LER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fer-tig008klein.pdf](https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fer-tig008klein.pdf). Zuletzt geprüft: 01/2020.

²³Briemle, G. (2000): Giftpflanzen des Grünlandes. Wirkung auf Nutztier und Mensch, sowie Bekämpfungsmaßnahmen. Wissenstand: 2000. 24 S. Aulendorf: Bildungs- und Wissen-szentrum Aulendorf (LVVG).

²⁴KTBL (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 15. Auf-lage. 1385 S. Darmstadt: KTBL e.V.

²⁵KTBL (2005): Landschaftspflege KTBL Datensammlung, 5. überarbeitete Auflage. 102 S. Darmstadt: KTBL e.V.

²⁶Middleton, B.A., Holsten, B. & van Diggelen, R. (2006) Bi-odiversity management of fens and fen meadows by graz-ing, cutting and burning. Applied Vegetation Science 9(2): 307–316.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initia-tive Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Feuchtwiese

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Weide mit Gänsen

Bei der Haltung von Gänsen kommt als Weidesystem die Umtriebsweide zum Einsatz, in die 1–2 schürige Mahdzyklen eingeschoben werden können. Die Gänsehaltung lohnt sich auch bei minderwertigeren Weideflächen, da Gänse Grün- und Faserfutter mit niedriger Nährstoffkonzentration gut verwerten können. Sie sind ab den ersten Lebenstagen bereits weidetüchtig und liefern schmackhaftes Fleisch hoher ernährungsphysiologischer Qualität. Der geringe Selbstversorgungsgrad in Deutschland mit Gänsefleisch (rund 13 %)¹ und das lukrative Saisongeschäft (Martinstag, Weihnachten) machen die extensive Gänsehaltung auf feuchten Standorten attraktiv.

Tab. 1: Info-Box: Weide mit Gänsen

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+), auch zeitweise oder generell höhere Wasserstände (Wasserstufe 4+) möglich
Aufwuchs:	Feuchtweide- mit Feuchtwiesenarten
Ertrag:	Grasland: bis 8 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹ Gänse: Zuwachs ca. 1 kg/Monat
Haltungsdauer:	Langmast: 28–32 Wochen
Flächengröße:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung	Fleisch, ggf. Federn
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 3+) ~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (Wasserstufe 4+)

1 Eignung für Moorstandorte

Welche Gänsehaltung ist für die extensive Beweidung feuchter Moorstandorte geeignet?

Für die Gänsehaltung eignen sich feuchte Moorstandorte, die durch mittlere Wasserstände zwischen 45–20 cm unter Flur gekennzeichnet sind. Auch heterogene Standorte mit nassen Senken und trockeneren, mineralischen Durchragungen sind für die Haltung von Gänsen geeignet. Die Grasbestände werden neben Süßgräsern meist auch von Seggen- und Schilfbeständen in tiefer liegenden Senken aufgebaut. Generell wären auch (teilweise) nassere Flächen mit mittleren Wasserständen von 5–20 cm unter Flur denkbar, wozu aber noch keine Erfahrungen vorliegen.

Gänse in der Spät- oder Langmast (Weidemast mit langer Haltungsdauer von 28–32 Wochen) wachsen fast ausschließlich auf Grünland und somit mit betriebseigenem Futter auf. Eine Auswahl geeigneter



Abb. 1: Freiland-Gänsehaltung auf Niedermoor bei Polßen, Brandenburg. Foto: F. Birr, 08/2018.

Gänserassen, die sich für die Langmast auf feuchten Niedermoorstandorten eignen, wird in Tab. 2 gezeigt.

Tab. 2: Auswahl weidetauglicher Gänserassen und ihrer Eigenschaften für die extensive Niedermoorbewirtschaftung feuchter Standorte, verändert nach Schneider (2002), Pingel (2008) und LWK Niedersachsen (2012)

Gänserasse	Gewicht, Eigenschaften	Ansprüche an Klima/Nahrung
Böhmische Gans	bis 5,5 kg, lebhaft, bodenständig, temperamentvoll	Weidetier, gute Futterverwertung, benötigt Bademöglichkeiten
Deutsche Legegans	bis 6,5 kg, bodenständig	weidetüchtig, gute Futterverwertung
Diepholzer Gans	bis 6 kg, zutraulich, selbstständig	geringste Ansprüche an Weide (frisst auch Seggen), widerstandsfähig
Emdener Gans	10–12 kg, gute Fleischgans, sehr hoher Federertrag	anspruchsvoll: braucht wertvolle Futtergräser mit hoher Wüchsigkeit
Leinegans	5–7 kg, beweglich, fruchtbar, frohwüchsig, leicht aufziehbar, zuverlässige Naturbrut	anspruchlos, widerstandsfähig, wetterhart, Weidegans mit guter Marschfähigkeit
Pommerngans	7–8 kg, sehr gute Fleischgans, hohe Federqualität	widerstandsfähig, äußerst weidetauglich, mäßig anspruchsvoll

Diese Rassen zeichnen sich durch Robustheit und Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen aus und sind vor allem gute Weidetiere mit geringen Ansprüchen an die Futterqualität. Dennoch sind die Besonderheiten jeder einzelnen Rasse zu berücksichtigen. Ihre Eignung für die extensive Haltung auf

Weide mit Gänsen

(sehr) feuchtem Niedermoorgrünland ist auch abhängig von ihrem Gewicht und ihren rasseeigenen Verhaltensweisen.

Warum eignen sich Gänse für die Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoorböden?

Gänse eignen sich durch ihren leichten Körperbau (7–8, höchstens 10 kg) und den anatomischen Bau der Paddel mit Schwimmhäuten für die Bewirtschaftung von feuchten Niedermoorstandorten. Hinsichtlich des Futterangebots sind sie relativ anspruchslos, solange ausreichend feuchtetolerante Süßgräser (z. B. Wiesen-Rispe, Wiesen-Schwinkel, Weißes Straußgras, Schwaden, frische Schilfriede, Wiesen-Fuchschwanz, Rohrglanzgras) auf der Fläche vorhanden sind. Daneben werden auch Kräuter und Leguminosen gefressen. Seggen wie die Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*) werden notfalls bei bereits abgeweideten Süßgräsern oder von der anspruchslosen Diepholzer Gans gefressen. Dagegen wird älteres Schilf (*Phragmites australis*), Binsen (*Juncus spec.*), scharfkantige Gräser wie Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*) und Kräuter wie Brennesseln (*Urtica dioica*), Ampferarten (*Rumex spec.*) oder Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*) gemieden. Der Verbiss der Pflanzen erfolgt sehr tief, wodurch die Fläche stark beansprucht wird. Gänse sind ausgesprochene Weidetiere, die durch ihre besondere Anatomie des Verdauungsapparates in der Lage sind, sich fast ausschließlich von Gräsern und Grünfutter zu ernähren. In der Regel werden die Tiere auf der Fläche mit allen lebenswichtigen Nährstoffen versorgt^{2,5,16}.

Ab welcher Flächengröße ist eine extensive Weidenutzung ökonomisch rentabel?

Die Wirtschaftlichkeit hängt von vielen Faktoren ab, unter anderem aber von der Flächengröße. Ab etwa 1000 Tieren rentiert sich die Gänsehaltung derzeit im Haupterwerb. Für diese sind wenigstens 20 ha Fläche notwendig. Im Nebenerwerb empfehlen sich Herden zwischen 100 und 300 Tieren mit entsprechend geringeren Raumansprüchen. Die extensive Beweidung mit Gänsen ist im Vergleich zur stallgebundenen Gänsemast weniger arbeits- und kostenintensiv. Eine Zufütterung ist in der Regel nur zur Anzucht und zur End-/Ausmast erforderlich. Die Tierarzt- und Behandlungskosten für extensive Gänserassen sind wegen ihrer guten Anpassungsfähigkeit an das Klima und guter Robustheit geringer.

2 Anschaffung, Haltung und Management

Worauf sollte man beim Kauf achten bzw. bei wem sollte man kaufen?

Ist die Entscheidung für eine Rasse getroffen, empfiehlt es sich, sich an ähnliche Betriebe zu wenden, die mit der gleichen Rasse arbeiten, um einerseits mit ihnen die Stärken und Schwächen der Rasse abzuklären und andererseits von dort Kontakte zu Züchtern

herzustellen. Findet sich kein geeigneter Betrieb, kann man sich auch direkt an einen Gänsezuchtverband wenden. Kontakte zu den Landesverbänden und Rassedachverbänden sind über die Homepage des Zentralverbands der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. (ZDG) oder den Bundesverband Bäuerliche Gänsehaltung e.V. (BBG) zu finden. Die sorgfältige Planung von Brutei- bzw. Jungtierkäufen sollte auch die Gesundheitsvorsorge des Bestands mit im Blick haben: der Gesundheitsstatus der Brüterei sollte bekannt oder amtlich attestiert sein².

Welche Herdengröße und Weidemanagement sind empfehlenswert?

Oberste Priorität bei der Wahl der Herdengröße ist die tiergerechte und moorschonende Haltung. Sie ist abhängig von:

- den Standortbedingungen (Struktur und Größe der Fläche),
- der Sicherung der erforderlichen Tierkontrolle.

Größere Herden können in Einzelgruppen unterteilt werden. Dies dient der besseren Übersicht bei den täglichen Tierkontrollen und der Anpassung an die Größe und Struktur der vorhandenen Weideflächen. Eine gute Gruppengröße liegt laut Erfahrung einer Landwirtin zwischen 100–350 Tieren. Als Weidesystem kann die Umtriebs-Mähweide zum Einsatz kommen. Nach etwa 7–10 Tagen wird die Herde umgekoppelt.

Welches Mastverfahren empfiehlt sich?

Man unterscheidet bei der Gänsemast zwischen drei Masttypen: Kurz-, Mittel- und Langmast. Die Kurzmast von 8–10 Wochen nutzt zwar das hohe Jugendwachstum von Gösseln aus, die Schlachtkörper entsprechen aber sehr oft nicht den Anforderungen des Marktes. Etwa 16 Wochen dauert die Mittelmast, bei der die Tiere im Stall oder mit Weidegang gehalten und zugefüttert werden. Dieses Verfahren ist in Deutschland derzeit vorherrschend. Das Fleisch der Tiere ist hierbei von guter Qualität.

Bei der Lang- oder Spätmast werden die Tiere zwischen 28–32 Wochen gehalten. Im Vergleich zu Gänsen in der Kurz- oder Mittelmast zeichnet sich ihr Fleisch durch bessere, arttypische Geschmackseigenschaften und seinen geringen Fettgehalt aus. Der Schlachtermin sollte vor der Geschlechtsreife liegen, da sonst das Schlachtgewicht wieder abnimmt und eine zu lange Haltung ökonomisch unrentabel wird. Die Spätmast bietet sich in der bäuerlich-extensiven Weidehaltung mit angeschlossener Direktvermarktung an. Hier sind bei optimaler Gestaltung der Haltung und bei vorhandenen Absatzmärkten Spitzenwerte im Verkaufserlös zu erzielen¹.

Weide mit Gänsen

Wie gestaltet sich die Gänsehaltung im Jahresverlauf?

Die Küken werden entweder über eine Brüterei bezogen oder kommen aus eigener Brütung bzw. Nachzucht. Die ersten vier Wochen werden sie im Stall bei protein-, mineralstoff- und vitaminreichem Aufzuchtfutter gehalten, sodass das intensive Jugendwachstum der Gänse optimal ausgenutzt wird. Pro Tier werden in den ersten sechs Wochen etwa 7 kg Aufzuchtfutter benötigt. Ab der zweiten Woche werden die Gösse zunächst stundenweise an die Weide gewöhnt. Je eher der Beginn, umso positiver die Futterökonomie¹.

Bei der Spätmast erfolgt der Auftrieb auf die Fläche je nach Witterung etwa Ende Mai/Anfang Juni, entweder laufend mit den Jungtieren oder im Anhänger. Vorher wird die Fläche in der Regel zur Gewinnung von Winterfutter gemäht, damit die Gänse den frischen Aufwuchs verwerten können. Höher stehende Vegetation wird nur noch ungerne gefressen. Die Tiere bleiben 4–5 Monate auf der Weide, abhängig vom Vermarktungszeitpunkt. Traditionell werden zum Martinstag (11.11.) und zu Weihnachten Gänse verzehrt. Im Herbst und Winter, wenn der Aufwuchs der Fläche nachlässt, erfolgt eine Zufütterung mit Getreide (z. B. Hafer) oder Hackfrüchten (Zuckerrübenschnitzel, Kartoffelflocken). Dies ist gleichzeitig die Phase der sogenannten End- oder Ausmast, in der die Tiere einen ausreichenden Anteil an Brust und Keule entwickelt. Dazu ist i. d. R. ein Stall oder Pferch sowie etwa 250 g zusätzliches Futter pro Tier und Tag nötig¹.

Was ist beim Herdenmanagement zu beachten?

Am wichtigsten für die Tiere ist ein permanenter Zugang zu frischem Wasser, z. B. mit einem Tränkenwagen. Dieser wird von den Gänsen auch als Schattenspender genutzt – sonst bieten sich hier z. B. aufgespannte Planen oder auf der Fläche vorhandene Gehölze an. Generell und zur einfacheren Umkopplung der Herde ist ein Stromzaun mit Batterie (2.000–4.000 Volt) nötig. Unter Einhaltung der Mindeststandards empfiehlt sich der Stromzaun ebenfalls zur Sicherung der Herde gegen Füchse und Wölfe. Entsprechende Informationen liefern die Wolfsbeauftragten der jeweiligen Bundesländer. Auch können Herdenschutzhunde eingesetzt werden, die gleichzeitig eine Abwehrwirkung gegenüber Greifvögeln, Raben und Krähen besitzen. Gut ans mitteleuropäische Klima angepasst sind z. B. Pyrenäen-Berghunde und Maremano³.

Welche relevanten Aspekte gilt es bei Betreuung und Gesundheitsvorsorge zu beachten?

Gänse haben wenig Ansprüche an die Unterbringung und sind widerstandsfähig gegen viele Geflügelkrankheiten. Die sachkundige Betreuung der Tiere ist dennoch eine Grundvoraussetzung bei der Haltung zur

Vorbeugung von Krankheiten. Dabei stellt die gute Gestaltung von Haltung, Fütterung und Betreuung die Grundlage dar². Werden die Tiere längere Zeit sich selbst überlassen, werden Erkrankungen zu spät erkannt und jede Annäherung und tierärztliche Versorgung kann zum Problem werden. Daher sollten die Tiere wenigstens einmal am Tag aufgesucht und nach gesundheitlichen Auffälligkeiten geschaut werden.

Grundsätzlich ist eine herden- und standortabgestimmte parasitologische Betreuung der Tiere erforderlich. Bereitgestellte Bademöglichkeiten werden von den Gänsen zugekottet, sodass sich vor allem Wurminfektionen schnell in der Herde verbreiten können. In diesem Fall muss mit Entwurmungsmitteln gearbeitet werden. Im Fall der zertifiziert biologischen Haltung, in der eine prophylaktische Antibiotikagabe nicht erlaubt ist, kann auf eine Bademöglichkeit verzichtet werden. Überstaute Bereiche und Gräben würden eine geeignete Bademöglichkeit schaffen, wobei aufgrund der größeren Wasserfläche das Infektionsrisiko geringer ausfallen würde. Die Gräben sollten in die Umzäunung mit einbezogen werden (Fluchtgefahr) und die Böschung darf nicht zu steil sein. Wenn sich die genannten Möglichkeiten nicht realisieren lassen, sollte den Tieren zumindest eine Wassergelegenheit bereitgestellt werden, bei der sie den Kopf eintauchen und Wasser über ihr Gefieder schütten können⁶.

Was ist beim Pflegemanagement der Weidefläche zu beachten?

Um die durch selektive Beweidung geförderte Ausbreitung von unerwünschten Arten wie beispielsweise Acker-Kratzdistel, Rasen-Schmiele, Binsen, Schilf oder Ampferarten zu verhindern sowie überständiges Futter und Geistellen zu beseitigen, sollte eine Nachmahd (Abschlegeln, Mulchen) durchgeführt werden. Durch einen rechtzeitigen Schnitt kann auch das Aussamen der unerwünschten Arten verhindert werden. Walzen ist auf Gänseweiden nicht notwendig. Ebenso kann auf Striegeln zur Belüftung und Entfilzung der Grasnarbe verzichtet werden⁴.

Neben den genannten Arten mit minderwertigem Futterwert gilt es vor allem auf die Ausbreitung von giftigen Kräutern wie Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut zu achten. Die Giftwirkung von weiteren Pflanzen wie Scharfer Hahnenfuß, Bittersüßer Nachtschatten, Herbst-Zeitlose, und Sumpfschachtelhalm auf Gänse ist unklar. Giftige Pflanzen werden von den Tieren aber in der Regel gemieden und nicht gefressen.

Welche Vorteile bietet das Mähweidesystem?

Bei der Mähweide wird die Fläche zusätzlich zur Weidenutzung gelegentlich gemäht. Der Bestand ähnelt dabei einer Weide; zu Wiesen bestehen deutliche Unterschiede. Die höhere Nutzungsfrequenz führt zu größeren Untergrasanteilen und einem verstärkten Auftreten von trittverträglichen Rosettenpflanzen.⁹

Weide mit Gänsen

Die Schnitt-Weide-Folge richtet sich dabei nach dem Futterzuwachs. Es wird in der Vegetationsperiode ein- bis zweimal gemäht (Mahd vor dem Auftrieb und Nachmahd im Herbst), wobei der Nutzungsschwerpunkt auf der Weidenutzung liegt. Mit Blick auf eine ordnungsgemäße Niedermoornutzung¹⁵ empfiehlt sich nur die extensive Mähweide.

Im Gegensatz zur extensiven Wiesennutzung bieten extensiv genutzte Mähweiden die Möglichkeit, zusätzlich Heu oder Silage von den beweideten Flächen zu gewinnen. Diese Nutzungsform bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit durch einen geringen Arbeitskräftebedarf und großflächige Nutzungsmöglichkeit. Die Haltungsform hat weiterhin einen positiven Einfluss auf die individuelle Tierleistung und Gesundheit. Durch eine kontinuierliche Beweidung bei einer Besatzdichte bis 1,5 GVE/ha (entspricht etwa 170 Gänsen) sowie einer Beweidungspause im Winter kann sich eine dichte Grasnarbe entwickeln^{10,11}.

3 Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

Wie hoch sind die Zuwächse?

Die Zuwachsraten an Lebendmasse liegen bei weiblichen Gänsen etwas niedriger als bei den Gantern. Generell legen die Tiere etwa ein Kilo Lebendgewicht pro Monat zu, sodass sie zum Schlachtzeitpunkt je nach Rasse ein maximales Lebendgewicht von 10 kg erreichen können. Das Schlachtgewicht entspricht etwa 70 % des Lebendgewichts.

Welchen Einfluss haben Schlachtermin, Kühlkette und Reifung auf die Qualität des Fleisches?

Für die Fleischqualität ist vor allem Bewegung äußerst förderlich. Ein Qualitätsmerkmal stellen bläulich gefärbte Keulen dar, da deren Fettanteil durch die Bewegung gering ist. Die frisch geschlachteten Tiere werden inklusive Innereien vakuumverpackt und eingefroren. Sie sind direkt verzehrfertig, ohne einen Reifeprozess zu durchlaufen. Die Konservierung durch Tiefkühlung hat keinen negativen Effekt auf die Fleischqualität.

Wie lässt sich das erzeugte Gänsefleisch am besten vermarkten?

Die Vermarktung von Langmastgänsen erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung. Über spezielle Öko-Metzgereien und den Naturkosthandel bestehen weiterhin gute Vermarktungsmöglichkeiten für ökologisch erzeugtes Gänsefleisch.

Als zusätzliche Leistung der Gänse können die Federn genutzt werden. Eine Gans von 30 Lebenswochen liefert etwa 150 g Deckfedern und 70 g Daunen. Die Gewinnung erfolgt durch das Rupfen beim Schlachten. Trocken gerupfte Tiere werden durch die Unversehrt-

heit der Epidermis (der Haut aufliegende Schutzschicht) preislich am höchsten eingeschätzt und sind auch frisch länger haltbar. Der zeitliche Aufwand gegenüber nass gerupften Tieren ist allerdings höher. Lebendraufen, also das Auskämmen loser Federn während der Mauser, sind in Deutschland nicht verboten, für die Tiere aber nicht grundsätzlich schmerz- und stressfrei und verbieten sich deshalb^{2,8}.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Biosiegel oder Regionalmarken können sich positiv auf die lokale und regionale Vermarktung von Produkten auswirken. Beispiele sind das EU-Bio-Siegel oder Siegel von Anbauverbänden wie Bioland, Naturland oder Demeter. Die entsprechenden Vorgaben sind bioland.de, naturland.de oder demeter.de zu entnehmen. Die Zertifizierung und Kontrolle erfolgt über staatlich anerkannte Öko-Kontrollstellen, die von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zugelassen sind.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

An wen muss man sich wenden?

Anträge auf Gänsehaltung müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft sowie beim Veterinäramt eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindend ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse, bei der jährliche Beiträge für den Gänsebestand erhoben werden (z. B. in Mecklenburg-Vorpommern 0,04 €, in Brandenburg 0,07 € pro Tier und Jahr). Weitere Informationen zu den Tierseuchenkassen der Bundesländer sind unter www.tierseuchenkasse.de zu finden.

Welche Fördermittel gibt es?

Neben den Direktzahlungen (Nutzungscode 453 Weiden bzw. 452 Mähweiden) existieren in den Bundesländern verschiedene Programme zur Erhaltung und zur Förderung der Kulturlandschaft, die über die 2. Säule der GAP oder EFRE finanziert werden^{7,8}. Im Land Brandenburg wird z. B. über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten und eine moorschonende Stauhaltung gefördert. In Niedersachsen wird die Züchtung und Haltung vom Aussterben bedrohter Gänserassen (Diepholzer Gans und Leinegans) honoriert. Die spezifischen Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den zuständigen Ministerien bzw. Ämtern für Landwirtschaft erfragt werden.

Weide mit Gänsen

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Wenn Gänse bei Grundwasserständen zwischen 45 und 15 cm unter Flur (Wasserstufe 3+) gehalten werden, wird der obere Torfkörper dauerhaft durchlüftet. Dadurch werden sauerstoffabhängige Zersetzungsprozesse, Moorsackung und Schrumpfung gefördert und Standortemissionen von ~16–19 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr verursacht. Falls Gänse bei höheren Wasserständen zwischen 20 und 5 cm unter Flur (Wasserstufe 4+) gehalten werden, sind Standortemissionen von ~8–12 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Weiden mit Gänsen zählen daher zu den schwach torfzehrenden Verfahren. Der genaue Emissionswert ist abhängig vom tatsächlichen Wasserstand und der Vegetation. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Weiden mit Gänsen zählen zu den schwach torfzehrenden Verfahren, deshalb ist die Gänsehaltung aus Klimaschutzsicht nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen ein naturnaher Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Zu den Auswirkungen der Gänsehaltung auf die Biodiversität liegen bislang keine detaillierten Untersuchungen vor. Die Äsung der Gänse in Kombination mit einer möglichen Mähnutzung führt vermutlich zu kurzrasigen Vegetationsbeständen, wovon vor allem die Grünlandkräuter profitieren. Durch Trittschäden an Passierstellen können Lücken für Pionierarten wie z. B. das Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*) entstehen. Von den kurzen Vegetationsbeständen profitieren licht- und offenheitsliebende Tierarten. Aufgrund der rein pflanzlichen Ernährungsweise der Gänse kann eine gezielte Bejagung von z. B. Arthropoden durch die Gänse ausgeschlossen werden. Ob die gehaltenen Gänse ein Territorialverhalten entwickeln und dadurch die Eignung als Brut- und Rastplatz wildlebender Vogelarten einschränken ist unbekannt. Zur Erhöhung der Strukturvielfalt können durch Aussparung bei der Mahd und anschließende Auszäunung einjährige Rotationsbrachen eingesetzt werden. Bei der Mähnutzung wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. Hochschnitt, oszillierende statt rotierende Mähwerke) empfohlen.

6 Kosten und Erlöse

Die Kosten und Erträge (in € pro ha und Jahr) sind den Faustzahlen für die Landwirtschaft¹³ entnommen. Zur Vergleichbarkeit mit den anderen Maßnahmen werden die Kosten, Erlöse und Gewinne in Relation zu 1 ha bewirtschafteter Fläche angegeben. Es wird aber

davon ausgegangen, dass tausend Tiere auf insgesamt ca. 20 ha Feucht(mäh)weide auf Portionsweiden von 1 ha Größe gehalten werden. Im günstigen Fall werden 3 Gruppen à ca. 330 Tiere gehalten (Besatzdichte 2,772 GVE/ha), im mittleren Fall 4 Gruppen (ca. 2,1 GVE/ha) und im ungünstigen Fall 6 Gruppen à ca. 170 Tiere (Besatzdichte 1,5 GVE/ha). Es wird von der Schlachtkörpervermarktung ausgegangen, dabei wird von einem Tierverlust von 4 %, einem Lebendgewicht von 6,6 kg, einem Schlachtkörpergewicht von 4,8 kg und einem Preis von 8,60 € pro kg Schlachtkörpergewicht ausgegangen¹³. Details zur Förderung siehe BfN-Skripten Kapitel 6.

Tab. 3: Kosten und Erlöse der Freiland-Gänsehaltung je Hektar und Jahr

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Kosten	Freilandhaltung	-1.227 €	-821 €	-550 €
	Variable Kosten	-1.019 €	-1.019 €	-1.019 €
	Gesamt	-2.246 €	-1.840 €	-1.569 €
Erlös	Ertrag	1.982 €	1.982 €	1.982 €
	Förderung Grünland	100 €	200 €	680 €
Gewinn		-163 €	342 €	1.094 €

7 Quellen

- ¹Golze, M. (2009): Haltung von Mastgänsen. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Tierhaltung/Andere_Tiere/Gaense_Haltung/Gaensehaltung.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ²Schneider, K.-H. (2002): Gänsehaltung für jedermann: Das Handbuch für die Praxis. 182 S. Reutlingen: Oertel + Spörer.
- ³AG Herdenschutz e.V. – IFAW – LUGV Brandenburg (Hrsg.): Leitfaden Herdenschutz. <https://www.ag-herdenschutz.de/der-herdenschutzhund/> (zuletzt geprüft: 10/2018)
- ⁴Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- ⁵Rosinski, A. (2002): Goose production in Poland and Eastern Europe. In: Goose production (hrsg. von R. Buckland & G. Guy), S. 125-137. Rom: FAO Animal Production and Health Paper 152.
- ⁶Deutscher Tierschutzbund e.V. (2011): Anforderungen an die Haltung von Enten und Gänsen. https://www.tierschutzbund.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Positionspapiere/Landwirtschaft/Anforderungen_an_das_Halten_von_Gaensen_und_Enten.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ⁷Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.

Weide mit Gänsen

⁸Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

⁹Opitz v. Boberfeld, W. (1994): Grünlandlehre. 336 S. Stuttgart: Ulmer.

¹⁰Riehl, G. (2005): Mähstandweide – Grünland „aktuell“. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13854/documents/16128>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹¹Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann Verlag.

¹²Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2012): Gefährdete einheimische Nutztierassen in Niedersachsen. 36 S. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

¹³KTBL (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 15. Auflage. 1385 S. Darmstadt: KTBL e.V.

¹⁴LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

¹⁵Wichtmann, W., Abel, S., Drösler, M., Freibauer, A., Harms, A., Heinze, S., Jensen, R., Kremkau, K., Landgraf, L., Peters, J., Rudolph, B.-U., Schiefelbein, U., Ullrich, K. & Winterholler, M. (2018): Gute fachliche Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden. Zusatzmaterial zu Natur und Landschaft 93 (8): 391.

¹⁶Pingel, H. (2008): Enten und Gänse. 182 S. Stuttgart: Ulmer.

Dieser Steckbrief (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLBB) erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Weide mit Rindern

Zur extensiven Bewirtschaftung von feuchtem Niedermoorgrünland mit geringerer Tragfähigkeit als stärker entwässertes Frischgrünland eignen sich robuste Rinderrassen mit geringem Gewicht. Die Mutterkuhhaltung und die Mast weiblicher Jungrinder nehmen bei einer tiergerechten und zugleich niedermoorverträglichen Flächenbewirtschaftung eine zentrale Rolle ein. Als eine Variante der Weidenutzung werden die Mähweiden dargestellt, auf denen eine gelegentliche Mahd erfolgt.

Tab. 1: Info-Box: Weide mit Rindern

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+), auch zeitweise oder generell höhere Wasserstände (Wasserstufe 4+) möglich
Aufwuchs:	Feuchtwiesen, die natürlich nach Wasserstandsanhebung oder gezielt durch Ansaat entstanden sind
Ertrag:	Zuwachs 600–800 g d ⁻¹ (je nach Rasse)
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch, ggf. Milch
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (WS 3+) ~8–12 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹ (WS 4+)

1 Standorteignung

Welche Rinderrassen sind besonders für die extensive Beweidung feuchter Moorstandorte geeignet?

Die extensiven Robustrassen wie auch einige mittelintensive Rinderrassen sind zur extensiven Feuchtgrünlandnutzung, d. h. bei Wasserständen von 15–45 cm unter Flur, geeignet. Extensiv- bzw. Robustrassen verursachen auf Grund ihres geringen Gewichtes geringere Trittschäden als die mittelintensiven Rassen und die großrahmigen Intensivrassen und könnten wie Wasserbüffel auch auf Flächen mit noch höheren Wasserständen gehalten werden. Außerdem stellen sie geringere Ansprüche an Futter und Haltung und sind auch für die ganzjährige Freilandhaltung besser geeignet. Ihre Genügsamkeit, Robustheit, ihr relativ geringes Gewicht und ihre Fähigkeit, sich auch in schwierigem Gelände geschickt zu bewegen, zeichnen sie gegenüber den Intensivrassen aus. Von den mittelintensiven Rassen lassen sich die kleinen und



Abb. 1: Extensive Beweidung mit Fjäll-Rindern im Rhinluch, Brandenburg (Foto F. Birr, 09/2019).

leichteren mit guter Raufuttermittelverwertung einsetzen. Aufkommende Gehölze werden allerdings oft nicht ausreichend eingedämmt, weswegen die Haltung in Kombination mit anderen Nutztierarten möglich ist. Moortypische Arten wie Schilf, Rohrkolben und Rohrglanzgras werden von Robustrindern gern gefressen. Flachwasserbereiche bis 50 cm Tiefe stellen kein Problem dar. Tab. 2 gibt einen Überblick über Rinderrassen, die für die produktionsorientierte Mutterkuhhaltung sowie Biotoppflege auf Feuchtstandorten geeignet sind^{1,2,3}.

Welche extensiven Produktionslinien sind für die Beweidung von feuchtem Moorgrünland geeignet?

Bei der Mutterkuhhaltung als extensiver Form der Rinderhaltung wird pro Jahr und pro Mutterkuh ein marktfähiges Kalb herangezogen. Die Kälber beginnen innerhalb von drei Monaten mit der Grasaufnahme. Wenn die Mutterkühe genügend Milch geben, ist die Grasaufnahme auch mit neun Monaten noch recht gering⁴. Neben der Mutterkuhhaltung ist die Mast weiblicher Jungrinder für die extensive Grünlandnutzung geeignet. Im Gegensatz zur Bullenmast ist die Färsenmast auch mit Grundfutter, das auf ärmeren Standorten wächst, möglich¹.

Ab welcher Flächengröße ist eine extensive Weidenutzung ökonomisch rentabel?

Die Wirtschaftlichkeit hängt von vielen Faktoren ab und ist keine vorrangige Funktion der Flächengröße. Bei kleinrahmigen Extensivrassen sind maßgeblich die Absatzmöglichkeiten zu prüfen, welche sich oft auf eine Direktvermarktung oder eine Vermarktung von Zuchttieren beschränken⁴.

Die extensive Beweidung mit Mutterkühen extensiver und mittelintensiver Rassen bei Verzicht auf mineralische Stickstoffdüngung ist im Vergleich zur Milchkuhhaltung und Rindermast weniger arbeits- und kostenintensiv. Die ganzjährige Freilandhaltung hat gegenüber einer winterlichen Stallhaltung eine Aufwands- und Gesamtkosteneinsparung von 25–30 % zur Folge. Aufwendige Stalleinrichtungen und Zufütterung mit

Weide mit Rindern

Tab. 2: Auswahl leichter Rinderrassen, die für Mutterkuhhaltung geeignet sind und ihre Eigenschaften für die extensive Niedermoorbewirtschaftung feuchter Standorte, verändert nach Nitsche & Nitsche (1994). *weibliche Rinder

Rinder- rasse	Gewicht*, Eigenschaf- ten	Produk- tionsli- nie	Ansprüche an Klima u. Nahrung
Aber- deen Angus	450–550 kg, leichtkalbig, friedfertig, hornlos	Fleisch	robust, anpas- sungsfähig, an- spruchslos
Dexter	300–350 kg langlebig, kleinrah- mig, aber schlechtkal- big	Fleisch, Milch	anspruchslos, gu- ter Raufutterver- werter, robust
Fjäll- Rind	380–420 kg, fruchtbar, langlebig, gutmütig, hornlos	Fleisch, Milch	angepasst an rau- hes Klima, genüg- sam, (breite Klauen f. Feuchtflächen)
Gallo- way	400–500 kg, leichtkalbig, breite Klauen, hornlos, friedfertig	Fleisch	robust, an- spruchslos, (breite Klauen f. Feucht- flächen)
Heck- rind (Auer- ochsen- Rückzü- chtung)	550 kg, krankheits- resistent, duldsam, lange Hör- ner	Fleisch	robust, genügsam
Hinter- wälder	400–450 kg, leichtkalbig, langlebig	Milch, Fleisch	robust, an- spruchslos, gerin- ger Erhaltungsbe- darf
Murnau -Wer- denfel- ser	500–600 kg, langlebig, fruchtbar, tempera- mentvoll	Milch, Fleisch	anpassungsfähig an rauhes Klima, genügsam
Schotti- sches Hoch- land- rind (High- land)	400–580 kg, leichtkalbig, langlebig, gutmütig, lange Hör- ner	Fleisch	wetterhart, an- spruchslos

Kraftfutter sind nicht erforderlich¹. Außerdem sind wegen ihrer guten Anpassungsfähigkeit an das Klima, guter Robustheit und Leichtkalbigkeit die Tierarzt- und Behandlungskosten geringer.

Das Fleisch robuster und mittelintensiver Rassen zeichnet sich durch gute Geschmackseigenschaften und seinen geringen Fettgehalt aus, was als zusätzliches Verkaufsargument gelten kann. Dennoch sind die Besonderheiten jeder einzelnen Rasse zu berücksichtigen. Ihre Eignung für die extensive Haltung auf

feuchtem Niedermoorgrünland ist auch abhängig von ihrem Gewicht und ihren rasseeigenen Verhaltensweisen^{1,5,6}.

2 Anschaffung, Haltung und Management

Worauf sollte man beim Kauf achten bzw. bei wem sollte man kaufen?

Ist die Entscheidung für eine Rasse getroffen, wird empfohlen, sich an einen Betrieb oder ein Weideprojekt zu wenden, das mit der gleichen Rasse arbeitet, um von dort Kontakte zu Züchtern herzustellen. Findet sich kein geeignetes Weideprojekt, kann man sich auch direkt an einen der Rinderzuchtverbände wenden. Kontakte zu den Landesverbänden und Rasse-dachverbänden sind über die Homepage des Bundesverbandes Deutscher Fleischerzüchter und -halter zu finden. Der Kaufpreis lässt sich schwer kalkulieren, da es sich um sehr kleine Märkte mit stark schwankenden Preisen handelt. Bei einem im Vergleich sehr günstigen Preis ist Vorsicht geboten. Manchmal handelt es sich um Tiere, die aus züchterischen Aspekten oder aufgrund ihres auffälligen Verhaltens aussortiert wurden⁷.

Welche Herdengröße ist empfehlenswert?

Oberste Priorität bei der Wahl der Herdengröße ist die tiergerechte und moorschonende Haltung. Sie ist abhängig von:

- den Standortbedingungen (Bodenverhältnissen, Struktur und Größe der Fläche),
- der Sicherung der erforderlichen Tierkontrolle,
- den technischen Möglichkeiten der Raufutterfütterung für die Winterperiode (erforderliche Futtermengen, Lagerung, Transportaufwand)⁶.

Sind die entsprechenden Voraussetzungen gegeben, können 20–30 Tiere, entsprechend einer natürlichen Herdengröße von Wildrindern, auch für Hausrindrasen als Faustzahl dienen. Außerdem ist bei einer Bestandszahl von ungefähr 30 Kühen und ein bis zwei Bullen eine gute Deckleistung der Bullen zu erwarten. Eine Besatzstärke von 0,8 bis 1,5 GVE/ha kann als Richtwert gelten.

Was ist bei einer ganzjährigen Freilandhaltung zu beachten?

Eine ganzjährige Freilandhaltung auf (sehr) feuchten Niedermoorstandorten ist nur zu empfehlen, wenn die Fläche auch Sanddurchtragungen oder Mineralbodenanteile aufweist, auf die sich die Tiere bei zu hohen Wasserständen, während des Wiederkäuens sowie nachts zurückziehen können¹⁹. Voraussetzung sind weiterhin gesunde und gut konditionierte Tiere, die sich allmählich an die Außenhaltung und die sinkenden Temperaturen gewöhnen konnten^{6,8}. Weiterhin ist auf eine ausgewogene Altersstruktur der Herde mit erfahrenen Tieren zu achten. Auch wenn einige

Weide mit Rindern

Rinderrassen wie insbesondere Galloways und Highlands als robust gelten, erfordert eine ganzjährige Freilandhaltung immer einen ganzjährigen Witterungsschutz vor Kälte, Nässe, Wind und Hitze. Als Kälteschutz sollte ihnen ein Weideunterstand auf einem trockenen Standort bereitgestellt werden, der eine ausreichend große Liegefläche für alle Tiere bietet. Als Richtwert gelten für Rinder bis 500 kg eine Liegefläche von 4 m² (hornlos) bzw. 6 m² (horntragend), für Rinder über 700 kg eine Liegefläche von 6 m² (hornlos) bzw. 8 m² (horntragend). Die Liegeflächen sollten regelmäßig trocken eingestreut werden und sollten nicht mehr als 100 m vom Futterplatz entfernt sein. Des Weiteren ist im Winter an eine frostsichere Tränke und Zufütterung zu denken. In Freilandhaltung hat das Rind einen größeren Energiebedarf als im Stall. Der zusätzliche Energiebedarf kann 10–20 % des Erhaltungsbedarfes betragen. Erfolgt die Futtergabe nicht täglich, so ist optimalerweise ein überdachter und geschützter Platz zur Bevorratung des Futters einzurichten, z. B. überdachter Heustapel (Feldscheune) mit beweglichem Fressgitter, Erdsilo mit beweglichem Fressgitter, Futterwagen mit Überdachung. Auch müssen Besatzdichte, Futterversorgung und Anzahl der Fressplätze im Verhältnis 1:1 aufeinander abgestimmt sein. Als Schattenspende im Sommer und Windschutz können zusätzlich größere Gehölze, Büsche und Baumgruppen dienen^{6,8,9}.

Welche Vorteile hat das Teilweidesystem?

Das Vollweidesystem, in dem sich die Weidetiere während der gesamten Weideperiode vom Aufwuchs des Feuchtgebiets ernähren müssen, ist oftmals nicht wirtschaftlich zu betreiben. Daher ist eine gute Weideführung entscheidend, sodass auch (sehr) feuchte Vegetationsbereiche mit Rindern beweidet werden können. Voraussetzung sind allerdings Mineralböden, die direkt an die organischen Bereiche angrenzen. Wird die Fläche als Standweide mit freier Futterwahl genutzt, werden die nassen Bereiche im Frühjahr nur sporadisch aufgesucht, während gleichzeitig auf die mineralischen Standorte ein hoher Weidedruck lastet¹¹. Dabei weisen auch feuchte bis nasse Bereiche im Frühjahr Futteraufwuchs mit relativ guter Qualität auf, der im Jahresverlauf aber schnell absinkt, weswegen die Flächen zum idealen Zeitpunkt beweidet werden müssen¹². Flächen mit besseren Futterwerten auf mineralischen Standorten können daher ab Juni ausgezäunt und als Heureserve für den Winter gemäht werden (etwa 40 % des mineralischen Grünlands). Gleichzeitig wird so die Beweidung der feuchten bis nassen Bereiche mit passablem Futterwert im Juni erzwungen (Teilweide). Andernfalls werden diese Bereiche erst im Spätsommer aufgesucht und bieten den Weidetieren keine angemessene Ernährungsgrundlage mehr. Mit weitsichtiger Teilweideführung sind im Sommerhalbjahr Lebendmassezunahmen von

täglich 800 g je Tier bei Besatzstärken unter 1,5 GVE/ha auch ohne Zufütterung möglich¹¹.

Was ist beim Herdenmanagement zu beachten?

Bei einer ganzjährigen Freilandhaltung sollte eine Kalbung in den Wintermonaten vermieden werden, da junge Kälber eine viel geringere Kältetoleranz als erwachsene Rinder besitzen. Wenn möglich sollte der Belegungszeitpunkt so gewählt werden, dass die Kalbung in die Frühjahrs- bis Sommermonate fällt. Um den optimalen Abkalbezeitpunkt im März/April zu treffen, sollten die Bullen nur sechs bis acht Wochen (Juni-August) zum Decken eingesetzt werden und in der Herde mitlaufen¹⁴. Ist die Kalbung im Winter zu erwarten, ist eine Aufstallung notwendig.^{1,7,9,14}

Welche relevanten Aspekte gilt es bei Betreuung und Gesundheitsvorsorge zu beachten?

Die sachkundige Betreuung der Tiere ist eine Grundvoraussetzung. Die Herde sollte täglich besucht und auf Anzeichen von Krankheiten überprüft werden¹⁹. Werden die Tiere längere Zeit sich selbst überlassen, werden Erkrankungen zu spät erkannt und jede Annäherung und tierärztliche Versorgung kann zum Problem werden. Die Zahmheit, die Galloways und Highland-Cattle nachgesagt wird, ist nur bei laufender Betreuung zu erreichen^{1,6}. Nicht zuletzt wird mit der Betreuung und der Vorbeugung von Krankheiten dem Tierschutzgesetz Rechnung getragen¹⁴.

Anzeichen für Unwohlbefinden sind hängende Ohren, oft in Kombination mit apathischem Verhalten gegenüber der Umwelt. Weitere Hinweise können sein: Absonderung von der Herde, auffällig lange Liegezeiten, aufgekrümmtes Stehen, keine Wiederkauaktivität sowie ein leerer Pansen (sogenannte Hungergrube auf der linken Seite). Atemwegserkrankungen erkennt man an deutlich angestrengterem Atmen, in schweren Fällen an Pfeif- oder Rasselgeräuschen und Husten sowie an Nasenausfluss. Zu prüfen ist hierbei auch der Verdacht auf Lungenentzündung oder Lungwurmbefall. Bei allen genannten Anzeichen ist dringender Handlungsbedarf geboten¹⁴.

Grundsätzlich ist eine herden- und standortabgestimmte parasitologische Betreuung der Tiere erforderlich. Durch Impfungen der Muttertiere werden Kälberaufzuckerkrankungen (Coli-Septikämie, Coli-Enterotoxämie, infektiöse Atemwegserkrankungen) minimiert. Außerdem sind bei Rindern regelmäßige Blutproben vorgeschrieben, jährliche Untersuchungen auf Rinderherpes (BHV-1-Virus) und alle drei Jahre eine Untersuchung auf Brucellose und Leukose^{6,7}. Bei Veränderungen am Flotzmaul, die nicht auf Sonneneinstrahlung zurückzuführen sind, sollte immer ein Tierarzt konsultiert werden. Eine Reihe meldepflichtiger Tierseuchen äußern sich über Veränderungen der Flotzmaulschleimhaut (z. B. BHV-1, BVD/MD, BKF und Maul- und Klauenseuche)¹⁴.

Weide mit Rindern

Wie ist mit Endoparasiten umzugehen?

Als großes tiergesundheitliches Problem auf feuchten Standorten werden Leberegel angesehen, welche Rinder als Endwirt befallen und die bei schwerem Befall mit Wurmmitteln in hohen Dosen und mehrfach bekämpft werden¹⁴. Dabei sollte zur Vorbeugung von Resistenzen selektiv und nicht der gesamte Tierbestand behandelt werden¹⁸.

Generell gibt es im Weidemanagement Möglichkeiten, den Leberegelbefall einzudämmen: Der freie Zugang zu Wasseransammlungen, in denen die Zwerg-Schlammschnecke lebt, kann eingeschränkt werden. Feuchtwiesenheu, das im Frühsommer geworben und ggf. im Winter zugefüttert wird, sollte sechs Monate lagern oder 30 Tage silieren, damit alle Infektionsstadien des Leberegels abgetötet werden. Die Wurmbelastung wird bei einer frühsommerlichen Mahd ohnehin reduziert, da der Fläche überwinternde Larven entzogen werden. Weiterhin reduziert die empfohlene extensive Besatzdichte die Wahrscheinlichkeit, dass sich die Tiere an kontaminierten Geilstellen infizieren. Arbeitsintensive Portionsweiden mit kurzer Verweildauer der Tiere und langen Ruhephasen minimieren ebenfalls den Kontakt zwischen infektiösen Parasitenstadien und ihren Wirtstieren¹⁸.

Beim Griff zu Entwurmungsmitteln sollte beachtet werden, dass herkömmliche Entwurmungsmittel wie Avermectine sowie deren Abbauprodukte giftig sind und größtenteils über den Kot ausgeschieden werden. Besonders schädlich sind dabei Boli und Long-Acting-Präparate, die über einen langen Zeitraum ständig Wirkstoff abgeben und somit die Entwicklung und Fortpflanzung der koprophagen Insekten über die gesamte Weidesaison beeinträchtigen könnten²⁶.

Wird eine Entwurmung von Nutztieren trotz aller Präventionsmaßnahmen notwendig, kann das Risiko der Schädigung koprophager Insekten wie folgt reduziert werden:²⁶

- Vermeidung unnötiger (z. B. prophylaktischer) Behandlungen,
- nicht alle Tiere gleichzeitig auf einer Fläche behandeln,
- behandelte Tiere (Jungrinder) benachbart zu unbehandelten Tieren (Kühe) auf die Weidefläche stellen,
- zeitweise Aufstallung von Avermectin-behandelten Tieren (ca. 2 Wochen),
- Verwendung ökologisch sicherer Wirkstoffe (Benzimidazole, Levamisol) im Frühsommer und Sommer zur Hauptvermehrungszeit der Insekten.

In der volkshygienischen Anwendung werden frische Karotten oder deren Saft gegen den Befall mit Würmern eingesetzt. Obwohl ökologisch unbedenklich besteht in der entwurmenden Wirkung von Karotten noch weiterer Forschungsbedarf²⁷.

Weiden die Tiere auf weichen und feuchten Böden, ist eine regelmäßige Klauenbeobachtung und –pflege notwendig. Feuchtstandorte können Ausgang für Klauenerkrankungen sein¹.

Für tierärztliche Behandlungen im Krankheits- und Seuchenfall sollte generell eine geeignete Fangvorrichtung (auch bei kleinen Betrieben) vorhanden sein. Die meisten Komplikationen treten bei Mutterkühen um die Geburt herum auf. Kälber sind vor allem in den ersten Lebenswochen krankheitsanfällig und als Jungtiere deutlich empfindlicher als erwachsene Tiere¹⁴.

Moorböden zählen zu den selenarmen Standorten. Um eine ausreichende und umfassende Mineralstoffversorgung der Tiere sicherzustellen, sollten ihnen grundsätzlich Salzlecken mit Mineralzusatz oder Mineralleckeimer angeboten werden⁷. Selenmangel führt zu lebensschwachen Kälbern, zu Trinkunlust und grippeähnlichen Symptomen bei Jungtieren und schlechter Fruchtbarkeit bei erwachsenen Tieren¹⁴.

Was ist beim Pflegemanagement der Weidefläche zu beachten?

Um die durch selektive Beweidung geförderte Ausbreitung von unerwünschten Arten wie beispielsweise Rasen-Schmiele, Binsen, Distel- oder Ampferarten zu verhindern sowie überständiges Futter und Geilstellen zu beseitigen, sollte eine Nachmahd (Abschlegeln, Mulchen) durchgeführt werden. Dies unterdrückt gleichzeitig das Aufkommen von Gehölzen wie Weiden und Erlen sowie das Aussamen der unerwünschten Arten¹¹. Alternativ kann zur Eindämmung o. g. Arten, die ein Hinweis auf Unterbeweidung sein können, die Besatzdichte erhöht oder den Tieren längere Fresszeiten auf der Koppel zugestanden werden. Überbeweidung hingegen wird durch eine Zunahme von trittresistenten Arten wie Weißes Straußgras, Breit-Wegerich oder Gänse-Fingerkraut angezeigt, worauf mit geringerem Besatz oder längeren Ruhephasen reagiert werden sollte²¹. Auf Weiden ohne ganzjährige Freilandhaltung empfiehlt es sich, nach dem Winter aufgefrorene Bodenschichten durch Walzen wieder anzudrücken. Dadurch wird das Abreißen und Austrocknen der Feinwurzeln verhindert und die Wasserführung und Wärmeleitfähigkeit verbessert¹⁰. Auf Striegeln zur Belüftung und Entfilzung der Grasnarbe kann dagegen verzichtet werden. Zum Erhalt des Pflanzenbestands können rasenbildende und feuchtetolerante Futterpflanzen (Rotschwingel, Wiesenrispe) nachgesät werden²². Da Kalium häufig limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum bei schwach entwässerten, d. h. noch mineralisierenden Niedermooren ist, bietet es sich an, die Exkremamente

Weide mit Rindern

der Weidetiere mittels Wiesenschleppe zu verteilen oder die Winterzufütterungsstellen ständig zu wechseln. Die Zufütterungsstellen können zur Bindung der Exkremente in der Einstreu optional überdacht werden. Der anfallende Mist kann dann wieder auf den Flächen verteilt werden¹³.

Neben den genannten Arten mit minderwertigem Futterwert gilt es auf die Ausbreitung von Giftpflanzen wie Sumpf-Schachtelhalm, Bittersüßer Nachtschatten, Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut, Herbst-Zeitlose, Scharfer und Gift-Hahnenfuß und Wasser-schierling zu achten.

Welche Vorteile bietet das Mähweidesystem?

Bei der Mähweide wird die Fläche zusätzlich zur Weidenutzung gelegentlich gemäht. Der Bestand ähnelt dabei einer Weide; zu Wiesen bestehen deutliche Unterschiede. Die höhere Nutzungsfrequenz führt zu größeren Untergrasanteilen und einem verstärkten Auftreten von trittverträglichen Rosettenpflanzen²¹. Die Schnitt-Weide-Folge richtet sich dabei nach dem Futterzuwachs. Es wird in der Vegetationsperiode ein- bis zweimal gemäht, wobei der Nutzungsschwerpunkt auf der Weidenutzung liegt. Mit Blick auf eine ordnungsgemäße Niedermoornutzung²⁸ empfiehlt sich nur die extensive Mähweide.

Im Gegensatz zur extensiven Wiesennutzung bieten extensiv genutzte Mähweiden die Möglichkeit, den Rindern kontinuierlich hochwertiges Futter bereitzustellen. Werden im Verlauf der Weideperiode die vorher für Konservatfutterbereitung genutzten Flächen sukzessive in die Beweidung einbezogen, kann den Tieren stets eiweißreiches Futter mit ausreichender Energiedichte und einem adäquaten Rohfasergehalt dargeboten werden bzw. die über Weidenutzung nicht zu bewältigenden Futterüberschüsse zum jeweils optimalen Nutzungszeitpunkt abgeschöpft werden. Diese Nutzungsform bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit durch einen geringen Arbeitskräftebedarf und großflächige Nutzungsmöglichkeit. Die Haltungsform hat weiterhin einen positiven Einfluss auf die individuelle Tierleistung und Gesundheit. Durch eine kontinuierliche Beweidung bei einer Besatzdichte < 1,5 GVE/ha sowie einer Beweidungspause im Winter kann sich eine dichte Grasnarbe entwickeln^{1,5,6,23}.

3 Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

Wie hoch sind die Zuwächse?

Die Zuwachsleistungen an Lebendmasse von Robustrassen wie Galloways und Highlands ist oft gering. Im Jahresdurchschnitt ist bei männlichen Hochlandrindern von 600 g Tageszunahme auszugehen¹⁵. Zuwachsraten von täglich etwa 800 g sind bei mittel-

intensiven Rassen im Teilweidesystem zu erwarten¹¹. Die Zuwachsraten liegen bei weiblichen Tieren 5–15 % unter denen von männlichen Jungrindern².

Welchen Einfluss haben Schlachttermin, Kühlkette und Reifung auf die Qualität des Fleisches?

Bei ganzjähriger Weidehaltung ohne oder mit geringer Zufütterung im Winter sollte von Februar bis Juni kein Schlachttier entnommen werden. Während dieser Zeit haben die Tiere ihre Fettreserven weitestgehend aufgebraucht bzw. noch nicht wieder hinreichend aufgebaut. Das Fleisch dieser Tiere ist auch bei optimaler Verarbeitung zäh⁷.

Vor dem Verlassen des Schlachtbetriebes muss das Fleisch eine Kerntemperatur von 7 °C aufweisen. Zu berücksichtigen ist, dass die Erzeugung von hochwertigen Fleischqualitäten auch von der Herabkühlungsgeschwindigkeit des Schlachtkörpers abhängig ist. Eine zu rasche Kühlung unmittelbar nach der Schlachtung kann dazu führen, dass das Fleisch eine kaltebedingte Zähigkeit bekommt. Dem kann durch eine allmähliche Kühlung auf zunächst 14–19 °C und anschließender intensiver Kühlung auf die 7 °C begegnet werden⁶.

Während der ersten Woche der Reifung ist die Entwicklung des Aromas und der Zartheit des Rindfleisches am höchsten, weshalb eine zweiwöchige Reifezeit als optimal gilt. Eine längere Reifezeit setzt besonders hohe hygienische Standards und spezielle Verpackungstechnologien voraus⁶. Stress und Belastungen durch Separieren, Einfangen, mitunter lange Transportwege und Fixierung unmittelbar vor dem Schlachten beeinträchtigen nicht nur das Tierwohl, sondern führen auch zu einem eingeschränkten Reifeprozess des Fleisches, was sich negativ auf dessen Qualität auswirkt^{15,16}.

Dagegen kann der sogenannte Weideschuss einen konsequenten Abschluss artgerechter Tierhaltung darstellen. Die Tiere werden dabei auf der Weide in gewohnter Umgebung durch Kopfschuss betäubt und anschließend durch Entbluten getötet. Der Weideschuss bedarf einer guten Planung: Er muss 24 Stunden vorher bei der zuständigen Behörde angezeigt werden, nötig sind ferner ein Kugelfang und ein guter, erfahrener Schütze¹⁷. Innerhalb von 60 Minuten muss das Tier in einen EU-zertifizierten Schlachthof transportiert werden. Der ausbleibende Stress ist bezüglich der Fleischqualität an besseren Werten diverser Parameter (Zartheit, Fleischfarbe, Wasserhaltevermögen) ablesbar. Prämortale Belastungsreaktionen sind beim Weideschuss signifikant niedriger als bei herkömmlicher Tötung und Schlachtung¹⁶. Letztlich dient der Weideschuss auch als weiteres positives Verkaufsargument für Fleisch aus extensiver Freilandhaltung.

Weide mit Rindern

Wie lässt sich das erzeugte Rindfleisch am besten vermarkten?

Die Vermarktung – nicht nur von ökologisch erzeugtem Rindfleisch – erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung, die insbesondere bei der Rindfleischvermarktung von Extensivrasen einen besonders hohen Stellenwert hat. Durch direkten Kundenkontakt können dabei auf besondere Qualitätsmerkmale des Fleisches, sowie auf die Haltungsbedingungen der Tiere hingewiesen werden. Auch in speziellen Öko-Metzgereien und im Naturkosthandel bestehen gute Vermarktungsmöglichkeiten für ökologisch erzeugtes Rindfleisch⁶.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Regionale und Biosiegel können sich positiv auf die lokale und regionale Vermarktung von Produkten auswirken. Beispiele sind das EU-Bio-Siegel oder Siegel von Anbauverbänden wie Bioland, Naturland oder Demeter. Die entsprechenden Vorgaben sind bioland.de, naturland.de oder demeter.de zu entnehmen. Die Zertifizierung und Kontrolle erfolgt über staatlich anerkannte Öko-Kontrollstellen, die von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zugelassen sind. Die Verbände der Robustrinderrassen führen zudem meist eigene Qualitätssiegel (z. B. Galloway-Genussfleisch des Bundesverband Deutscher Gallowayzüchter e.V.). Wird auf einen Bio-Betrieb umgestellt, so ist zu beachten, dass der Einkauf von Tieren ebenfalls nur noch von Herden mit Bio-Zertifikat erfolgen darf⁷.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

An wen muss man sich wenden?

Anträge müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindend ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse, bei der jährliche Beiträge für den Rinderbestand erhoben werden (z. B. in Mecklenburg-Vorpommern 2,80 €, in Brandenburg 2,10 € pro Tier und Jahr). Weitere Informationen zu den Tierseuchenkassen der Bundesländer sind unter www.tierseuchenkasse.de zu finden.

Welche Fördermittel gibt es?

Neben den Direktzahlungen (Nutzungscode 453 Weiden bzw. 452 Mähweiden) werden über die 2. Säule der GAP bzw. EFRE z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten, eine moorschonende Stauhaltung und die Züchtung und Haltung vom Aussterben bedrohter lokaler Nutz-

tierrassen gefördert^{24,25}. Die spezifischen Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien bzw. Landesämtern für Landwirtschaft der Bundesländer erfragt werden. Zu beachten ist, dass Weidenutzung von Feuchtgebieten eher landschaftspflegerisch als produktionsorientiert motiviert sind und somit stark von der Vergütung der Pflegeleistung abhängen²⁰.

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Wenn Rinder bei Grundwasserständen zwischen 45 und 15 cm unter Flur (Wasserstufe 3+) gehalten werden, wird der obere Torfkörper dauerhaft durchlüftet. Dadurch werden sauerstoffabhängige Zersetzungsprozesse, Moorsackung und Schrumpfung gefördert und Standortemissionen von ~16–19 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr verursacht. Falls Rinder bei höheren Wasserständen zwischen 20 und 5 cm unter Flur (Wasserstufe 4+) gehalten werden, sind Standortemissionen von ~8–12 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr zu erwarten. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Weiden mit Rindern zählen zu den schwach torfzehrenden Verfahren, deshalb ist die Rinderhaltung aus Klimaschutzsicht nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen ein naturnaher Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Durch extensive Beweidung werden hochwüchsige und artenarme Vegetationsbestände geöffnet und es entsteht ein arten- und strukturreiches Vegetationsmosaik. Dabei spielen die jeweiligen selektiven Nahrungspräferenzen der verschiedenen Robustrassen eine wichtige Rolle. Durch Trittsiegel an häufig genutzten Passierstellen entstehen zusätzlich Lücken für Pionierarten. Samenausbreitung durch Kot und Fell der Weidetiere findet ebenfalls statt. Durch das strukturreiche Vegetationsmosaik entsteht eine hohe Habitatvielfalt für die Fauna. So profitieren von den vielfältigen Strukturen z. B. Spinnen und Insekten. Durch den Vertritt vegetationsfrei gehaltene Bereiche stellen für mehrere Vogelarten wichtiges Nahrungs- und Bruthabitat dar. Der Vertritt der Weidetiere kann die Fauna (v. a. Wiesenvögel) jedoch auch beeinträchtigen. Zur Vermeidung von Trittschäden an vorhandenen Nestern bzw. Jungvögeln wird die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen. Bei der Mähnutzung wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. Hochschnitt, oszillierende statt rotierende Mähwerke) sowie die Einrichtung von einjährigen Rotationsbrachen empfohlen.

Weide mit Rindern

6 Kosten und Erlöse

Die Kosten wurden von Kaphengst et al. (2005)²⁹ abgeleitet, dabei wurden erstens für die Kostenpunkte, bei der die Besatzdichte eine Rolle spielt (Futter, Einstreu etc.), die Werte für eine Besatzdichte mit 0,8 bzw. 1 bzw. 1,2 GV/ha abgeleitet. Zweitens wurden bei den Arbeitskosten der Stundenlohn von 12 €/h auf 15 €/h³⁰ erhöht. Drittens ergeben sich aus den von Kaphengst et al. (2005)²⁹ angegebenen Werten in Kombination mit der angegebenen Besatzdichte zwischen 14 bis 26 Arbeitskraftstunden pro GVE. Es wurde mit 25 Arbeitskraftstunden pro GVE gerechnet, daraus ergeben sich für die drei verschiedenen Besatzdichten unterschiedlich hohe Kosten. Viertens wurden bei den variablen Kosten der Tränkwasserbedarf ergänzt. Aus den Angaben der KTBL für laktierende und trockenstehende Mutterkühe, Aufzucht-kälber und Jungrinder bei mittlerem Tränkwasserbedarf ergibt sich für die angenommene Gruppenzusammensetzung ein Bedarf von ca. 425 m³ pro Jahr³³. Je nach Bestandsdichte ergeben sich unterschiedliche Kosten pro ha. Bei den festen Kosten wurde für den ungünstigen Fall die maximalen, für den mittleren Fall die mittleren und für den günstigen Fall die geringsten Kosten aus Kaphengst et al. (2005)²⁹ gewählt.

Es wird davon ausgegangen, dass 20 Mutterkühe gehalten werden mit 2 Kälbern je 3 Kühe pro Jahr³⁰. Die männlichen Kälber werden im Alter von 8 Monaten mit einem Gewicht von 250 kg als Milchmastrind geschlachtet³². Die weiblichen Jungrinder werden (nach 6 Monaten getrennt) weitergemästet und im Alter von 18 Monaten mit einem Gewicht von 450 kg geschlachtet³². Die Anteile vermarktbarer Rindfleisch-Einzelteile (z. B. Rumpsteak, Gulaschfleisch, Hackfleisch) am Gesamtgewicht wurden aus den Angaben für Wasserbüffel übernommen³¹ und auf die zwei Schlachtgewichte (Kalb 250 kg, Färse 450 kg) umgerechnet. Die Preise für die jeweiligen Rindfleisch-Einzelteile wurden Scholz (2019)³³ entnommen, diese sind geringer als die Preise für Wasserbüffel-Einzelteile aus Sweers et al. (2014)³¹. Daraus ergibt sich ein Erlös von ca. 1.632 € pro männliches Kalb und 2.938 € pro weibliches Jungrind.

Im ungünstigen Fall werden 0,8 GV/ha gehalten, im mittleren Fall 1 GV/ha und im günstigen Fall 1,2 GV pro ha. Davon abhängig werden unterschiedlich viele Milchmastrinder und weibliche Jungrinder pro ha und Jahr geschlachtet. Details zur Förderung BfN-Skripten Kap 6.

Tab. 3: Kosten und Erlöse der Rinderhaltung je Hektar und Jahr

		Un- günsti- ger Fall	Mittle- rer Fall	Günsti- ger Fall
Kos- ten ²⁹	Variable Kosten	-144 €	-173 €	-202 €
	Arbeits- kosten	-300 €	-375 €	-450 €
	Feste Kosten	-57 €	-47 €	-40 €
	Gesamt	-502 €	-596 €	-695 €
Erlös	Er- trag ^{31,32,33}	1.079 €	1.012 €	1.214 €
	Förde- rung Grünland	100 €	235 €	680 €
	Förde- rung Nutztier	0 €	45 €	181 €
Ge- winn		1.012 €	1.079 €	1.214 €

7 Weiterführende Informationen

Weiterführende Literatur

Hardegg, F. & Müller, W. (2007): Robustrinder. Highland Cattle & Galloway. Geschichte – Haltung – Zucht. 93 S. Wien: Österreichischer Agrarverlag.

Hampel, G. (2009): Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung. 240 S. Stuttgart: Ulmer.

Quellen

¹Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann Verlag.

²Golze, M., Balliet, U., Baltzer, J., Görner, C., Pohl, G., Stockinger, C., Triphaus, H. & Zens, J. (1997): Extensive Rinderhaltung: Fleischrinder – Mutterkühe; Rassen, Herdenmanagement, Wirtschaftlichkeit. 159 S. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

³Bauer, K. & Grabner, R. (2012): Mutterkuhhaltung. 192 S. Graz: Leopold Stocker Verlag.

⁴Jeroch, H., Drochner, W. & Simon, O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztier: Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. 2., bearb. Aufl. 544 S. Stuttgart: Ulmer.

⁵Hofmann, M., Kinert, C., Fischer, S. & Riehl, G. (2008): Produktivität einer extensiven Mähstandweide mit Rindern. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 9: 91-94.

⁶Brade, W. & Flachowsky, G. (Hrsg.) (2007): Rinderzucht und Rindfleischerzeugung - Empfehlungen für die Praxis. Sonderheft 313. 299 S. Braunschweig: Landbauforschung Völknerode.

Weide mit Rindern

- ⁷Bunzel-Drücke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. & Zimball, O. (2008): Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung - „Wilde Weiden“. 215 S. Bad Sassendorf-Lohne: Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.
- ⁸Sambras, H.-H. (2006): Ganzjährige Freilandhaltung von Rindern. Merkblatt Nr. 85. 21 S. Bramsche: Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e. V.
- ⁹Deutscher Tierschutzbund e. V. (2018): Rinder – Winterweidehaltung. https://www.tierschutzbund.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Hintergrundinformationen/Landwirtschaft/Winterweidehaltung_von_Rindern.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ¹⁰Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Ulmer.
- ¹¹Müller, J. & Sweers, W. (2016): Produktion von Futter in Paludikultur. In: Paludikultur — Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder und H. Joosten), S. 39-43. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹²Greifswald Moor Centrum (2016): Wasserbüffel - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Wasserb%C3%BCffel.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ¹³Behrendt, A., Schallitz, G. & Warncke, D. (2000): Raumzeitliche Nährstoffdynamik auf extensiv genutzten Niedermoorweiden. In: Verhalten von Rindern und Schafen auf großräumigen Niedermoorweiden und Ableitungen für das Weidemanagement (hrsg. vom Deutschen Grünlandverband e.V.), S. 33-45. Berlin: Deutscher Grünlandverband e.V.
- ¹⁴Wagner, A. (2016): Weide- und Tiermanagement. Fleischrinder Journal 3/16: 6-7.
- ¹⁵Müller, P. (2015): Rindfleisch – das ist Qualität! Fleischrinder Journal 4/15: 24-26.
- ¹⁶Schiffer, K.J. (2015): On-farm slaughter of cattle via gunshot method. 260 S. Herzogenrath: Shaker.
- ¹⁷Mennerich-Bunge, B. (2015): Rechtliche Hürden beim Kugelschuss. Interview von N. Orthen. LandInFormSpezial 5/2015: 42-43.
- ¹⁸Gillandt, K. & Kemper, N. (2018): Weideparasiten – vermindern und vermeiden. Fleischrinder Journal 3/18: 6-10.
- ¹⁹Tanneberger, F. & Bellebaum, J. (2018): Grazing. In: The Aquatic Warbler Conservation Handbook (hrsg. von F. Tanneberger und J. Kubacka), S. 158-163. Potsdam: Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg.
- ²⁰LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.
- ²¹Opitz v. Boberfeld, W. (1994): Grünlandlehre. 336 S. Stuttgart: Ulmer.
- ²²LELF (Hrsg.) (2014): Nutzung und Schutz grundwasserbeeinflusster Böden Brandenburg. Ratgeber für die Grünlandbewirtschaftung. 76 S. Frankfurt (Oder): LELF Brandenburg.
- ²³Riehl, G. (2005): Mähstandweide – Grünland „aktuell“. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13854/documents/16128>. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ²⁴Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.
- ²⁵Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- ²⁶Bystron, S., March, S. & Brinkmann, J. (2018): Weideparasiten-Management. 42 S. Westerau: Thünen Institut für Ökologischen Landbau (Hrsg.).
- ²⁷Brendieck-Worm, C., Melzig, M.F., Stöger, E. & Vollstedt, S. (2018): Erkrankungen des Verdauungstrakts. In: Phytotherapie in der Tiermedizin (hrsg. von C. Brendieck-Worm & M.F. Melzig), S. 86-198. Stuttgart, New York: Thieme.
- ²⁸Wichmann, W., Abel, S., Drösler, M., Freibauer, A., Harms, A., Heinze, S., Jensen, R., Kremkau, K., Landgraf, L., Peters, J., Rudolph, B.-U., Schiefelbein, U., Ullrich, K. & Winterholler, M. (2018): Gute fachliche Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden. Zusatzmaterial zu Natur und Landschaft 93 (8): 391.
- ²⁹Kaphengst, T., Prochnow, A. & Hampicke, U. (2005): Ökonomische Analyse der Rinderhaltung in halboffenen Weidelandschaften - Volks- und betriebswirtschaftliche Kostenanalyse aus sechs Gebieten. Naturschutz und Landschaftsplanung, 37: 369-375.
- ³⁰KTBL (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 15. Auflage, 1385 S. Darmstadt: KTBL e.V.
- ³¹Sweers, W., Möhring, T. & Müller, J. (2014): The economics of water buffalo (*Bubalus bubalis*) breeding, rearing and direct marketing. Archiv Tierzucht 57, 22: 1-11.
- ³²Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) (2019): Vom Acker bis zum Teller – Rindfleisch: Erzeugung. <https://www.bzfe.de/inhalt/rindfleisch-erzeugung-456.html>. Letzter Zugriff: 01/2020.
- ³³Scholz, M. (2019): Preisliste für Galloway-Fleisch. <http://www.galloway-fleisch.de/preise.html>. Letzter Zugriff: 05/2019.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, P. Schulze, V. Luthardt, A. Stöckmann & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt

Weide mit Rindern

für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Weide mit Schafen

Robuste Landschaften sind zur extensiven Bewirtschaftung von feuchtem Niedermoorgrünland prinzipiell geeignet. Die Weide wird dabei als Umtriebsweide oder Hütelhaltung organisiert oder es findet eine Behirtung statt. Als eine Variante der Weidenutzung werden die Mähweiden dargestellt, auf denen eine gelegentliche Mahd erfolgt. Neben der Schafhaltung eignet sich die Haltung von Robustrindern oder Gänsen auf feuchten Niedermoorflächen. Nicht nur für die Beweidung von feuchten, sondern auch nassen Flächen ist der Wasserbüffel geeignet.

Tab. 1: Info-Box: Weide mit Schafen

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+); im Winter höhere Wasserstände möglich
Aufwuchs:	Gemisch aus Feuchtwiesen- mit Feuchtweidenarten
Ertrag:	Zuwachs je nach Rasse unterschiedlich
Besatzdichte:	0,8–1,5 GVE ha ⁻¹
Verwertung:	Fleisch
Voraussichtlich langfristige Standortemissionen (GEST-Ansatz):	~16–19 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹

1 Standorteignung

Welche Schafrassen sind besonders für die extensive Beweidung feuchter Moorstandorte geeignet?

Schafe können generell zur Beweidung feuchter Grünländer, d. h. bei Wasserständen im Mittel von 15–45 cm unter Flur, gehalten werden, wobei es Landrassen gibt, die besonders an feuchte Verhältnisse angepasst sind. Sie sind gegenüber Krankheiten, die durch die Bodenfeuchte hervorgerufen werden, weniger anfällig als Intensivrassen. Außerdem sind sie genügsamer und stellen geringere Ansprüche an den Aufwuchs. Wegen des selektiven Fraßmusters von Schafen werden sie in Umtriebsweiden oder Behirtung gehalten. Gern von Schafen gefressen werden zahlreiche feuchtgebiets- bzw. moortypische Pflanzenarten, wie u. a. Wald-Simse (*Scirpus sylvatica*), Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Knottige Braunwurz (*Scrophularia nodosa*), Schilf (*Phragmites australis*), Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Seggen (*Carex spec.*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*) und Scheidiges Wollgras (*Eriophorum vaginatum*), sowie aufkommende Gehölze wie Birken, Zitter-Pappel und Faulbaum. Tab. 2 gibt einen Überblick über Schafrassen, die für die Schafhaltung und Landschaftspflege auf Feuchtstandorten geeignet sind. Die Schafrassen sind jeweils an die regionalen Klimaverhältnisse durch die lange Nutzungsgeschichte angepasst, weshalb möglichst die regional geeigneten Schafrassen eingesetzt werden sollten. Außerdem sind die Besonderheiten jeder einzelnen Rasse zu berücksichtigen. Ihre Eignung für die extensive Haltung auf feuchtem Niedermoorgrünland ist auch abhängig von ihrem Gewicht und ihren rasseeigenen Verhaltensweisen^{1,2,3}.



Abb. 1: Robuste Skudden bei Schwerin, Mecklenburg-Vorpommern. Foto: F. Birr, 12/2018.

Ab welcher Flächengröße ist eine extensive Weidenutzung ökonomisch rentabel?

Die Wirtschaftlichkeit hängt von vielen Faktoren ab und ist keine vorrangige Funktion der Flächengröße. Der wirtschaftliche Erfolg in der Schafhaltung hängt vor allem ab von⁴:

- der Höhe der Lämmererlöse (saisonale Preisschwankungen) und verarbeiteter Waren,
- der Entlohnung für Dienstleistungen in der Landschaftspflege,
- der Verfügbarkeit von preiswertem Futter und der Gesunderhaltung des Bestands,
- kurzen Stallzeiten in möglichst günstigen Gebäuden.

Zu beachten ist, dass die Weidenutzung von Feuchtgebieten eher landschaftspflegerisch als produktionsorientiert motiviert ist und somit stark von der Vergütung der Pflegeleistung abhängt⁵.

2 Anschaffung, Haltung und Management

Worauf sollte man beim Kauf achten bzw. bei wem sollte man kaufen?

Ist die Entscheidung für eine Rasse getroffen, wird empfohlen, sich an einen Betrieb oder ein Weideprojekt zu wenden, das mit der gleichen Rasse arbeitet,

Weide mit Schafen

Tab. 2: Auswahl robuster Schafrassen und ihre Eigenschaften für die extensive Niedermoorbewirtschaftung feuchter Standorte, verändert nach Nitsche & Nitsche (1994), Sambras (2001).

Schaf- rasse	Gewicht, Eigenschaften	Produk- tionsli- nie	Ansprüche an Klima u. Nahrung
Bentheimer Land- schaf	70–90 kg, harte Klauen, Moderhinfest, marschfähig, hornlos, gute Muttereigenschaften, Abblammergebnis 130 %	Fleisch	widerstands- fähig, anspruch- los
Kamerun- schaf	30–50 kg, Haarschaf, resistent gegen Schaf- lausfliege, asais- sonale Brunst, kälteempfindlich (Stallhal- tung/Unter- stand im Win- ter)	Fleisch	robust, an- spruchslos, wider- stands- fähig
Moor- schnucke (Weiße Hornlose Heid- schnucke)	40–75 kg, feste Klauen, sehr be- weglich, horn- los, Brunst sai- sonal, Ablam- mergebnis 110 %	Fleisch, Wolle	gut an Auf- wüchse und Bodenver- hältnisse von Mooren angepasst
Rauwoll- iges Pom- mersches Landschaf	50–75 kg, gute Resistenz gegen Wurmerkran- kungen und Moderhinke, Abblammergeb- nis 130 %	Fleisch, Wolle	gut an Auf- wüchse und ungünstige Witterung angepasst
Schwarz- köpfiges Fleisch- schaf	70–135 kg, frühreif, saiso- nale Fortpflan- zung mit langer Decksaison, hornlos, Ablam- mergebnis 120- 170 %	Fleisch, Wolle	intensivere Fleischrasse
Skudde	40–55 kg, harte Klauen, lebhaft, friedfertig, asai- sonale Brunst, Abblammergeb- nis 130 %	Fleisch, Wolle	zäh, an- spruchslos, guter Fut- terverwer- ter von ma- gerem Auf- wuchs

um von dort Kontakte zu Züchtern herzustellen. Findet sich kein geeignetes Weideprojekt, kann man sich auch direkt an einen der Schafzuchtverbände wenden. Kontakte zu den Landesverbänden und Rasse-

dachverbänden sind über die Homepage der Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände e.V. (VDL) zu finden.

Welche Herdengröße ist empfehlenswert?

Oberste Priorität bei der Wahl der Herdengröße ist die tiergerechte und moorschonende Haltung. Die Schafhaltung ist dabei von einer Vielzahl von Betriebsformen gekennzeichnet, die von der Kleinschaf- bis zur Großherdenhaltung reicht.

Bei der traditionellen **Wanderschafhaltung**, die vor allem noch im süddeutschen Raum verbreitet ist, bestehen die Herden im Mittel aus 500–600 Mutter-
schafen zuzüglich Nachzucht. In der sogenannten **Koppelhaltung** finden sich Betriebe verschiedenster Größe und Struktur, wobei die Bestandsgröße im Gegensatz zur Wanderschafhaltung durch die vorhandene Futterfläche bestimmt wird. Demzufolge sind hierbei Kleinbestände vorherrschend. Unter die **standortgebundene Hütelhaltung** fallen die Guts- und Deichschäfereien mit teils sehr großen Beständen.⁶ Für feuchte Standorte und extensive Haltungsbedingungen empfiehlt sich eine Besatzstärke von 0,8 bis 1,5 GVE/ha. Bei produktivem Aufwuchs (Riede, Röhrichte, Hochstaudenfluren) ist auch eine kurze, 1–2-wöchige und intensive Beweidung mit 10 GVE/ha möglich. Diese Habitats sind allerdings nur mit angepassten Landrassen (z. B. Moorschnucken) beweidbar¹.

Was ist beim Herdenmanagement zu beachten?

Die besten Ergebnisse liefert ein Schäfer, der seine Herde aktiv hütet. Dabei ist der Schäfer vielfach auf einen Herdengebrauchshund angewiesen, der bei jeder Witterung hilft, die Herde zu hüten und weiterzubewegen. Durch die Herdenführung lassen sich intensive wie extensive Beweidungsintensitäten bewirken. Bei einem engen Gehüt wird wenig selektiert und der Aufwuchs recht gleichmäßig verbissen. Ein weites Gehüt lässt Teile des Aufwuchses unberührt, wodurch dieser zur Samenreife gelangen kann. Auch nicht abgeäunte Bereiche können von der Beweidung ausgespart werden. Der Hunger der Schafe bei Beweidungsbeginn kann ausgenutzt werden, auch bei Schafen weniger beliebte Pflanzenbestände abzuweiden. Bei hohem Besatz wird der Aufwuchs schnell abgefressen. Botanisch wertvolle Bereiche verdienen besondere Vorsicht. Der Nachtpferch sollte sich auf einem trockenen Bereich abseits naturschutzfachlich wertvoller Vegetation befinden, da in dieser Zeit vermehrt Kot abgegeben wird. Da auch zu Beginn des Auftriebs verstärkt Kot abgesondert wird, sollte der Pferchplatz wenigstens 100 m von der zu beweidenden Fläche entfernt sein. Bei einer Koppelhaltung sollte der Ruheplatz (Unterstand/Windschutz mit Salzlecke) ebenfalls abseits floristisch wertvoller Bereiche angeboten werden^{1,2,11}.

Weide mit Schafen

In den Beweidungsturnus kann eine 1–2-schürige Mahd eingeschoben werden (Mitte Juni und September). Dieses Heu kann dann als Winterfutter verwendet werden, wobei auch ein hoher Anteil von Seggen und Binsen aus Randbereichen von Mooren verwertbar ist^{2,7}.

Die Stallhaltung umfasst während der Wintermonate je nach Region und Haltungsform (siehe oben) einen Zeitraum von 90–180 Tagen. Das Schaf stellt dabei geringe Anforderungen an den Stall, der aber zugfrei und trocken sein sollte. Gängig ist der Tieflaufstall mit Einstreu und ohne besondere Wärmedämmung⁸.

Zur Sicherung der Herde gegen Wölfe sollten gesonderte Vorrichtungen getroffen werden. Hinweise zur Sicherung der Herde sowie zum Verhalten im Schadensfall erteilen die Wolfsbeauftragten der Bundesländer.

Baden-Württemberg: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/naturschutz/biologische-vielfalt-erhalten-und-foerdern/artenschutz/wolf/>

Bayern: https://www.lfu.bayern.de/natur/wildtier-management_grosse_beutegreifer/wolf/index.htm

Brandenburg: <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.412805.de>

Mecklenburg-Vorpommern: https://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/natur/arten-schutz/as_wolf.htm

Niedersachsen: http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/informationen_zum_wolf_niedersachsen/

Schleswig-Holstein: <https://wolfsinfozentrum.de/index.html>

Welche relevanten Aspekte gilt es bei Betreuung und Gesundheitsvorsorge zu beachten?

Die sachkundige Betreuung der Tiere ist eine Grundvoraussetzung. Die Tierbeobachtung ist hierbei unverzichtbar, um auffällige Verhaltensweisen in Ruhe und Bewegung zu interpretieren. Entscheidend ist die Beurteilung der Ausscheidungen und des Zustands einzelner Körperteile einschließlich Klauen und Schleimhäute. Nicht zuletzt wird mit der Betreuung und der Vorbeugung von Krankheiten dem Tierschutzgesetz Rechnung getragen¹².

Anzeichen für Unwohlbefinden sind hängende Ohren, oft in Kombination mit apathischem Verhalten gegenüber der Umwelt. Weitere Hinweise können sein: Absonderung von der Herde, blasse Mundschleimhaut, blutiger Kot oder Harn, Wollausfall, erhöhte Körpertemperatur, Fressunlust, keine Wiederkautätigkeit sowie ausbleibende Pansengeräusche. Atemwegserkrankungen erkennt man an deutlich angestrengtem oder unregelmäßigem Atmen. Bei allen genannten Anzeichen ist dringender Handlungsbedarf geboten¹².

Grundsätzlich ist eine herden- und standortabgestimmte parasitologische Betreuung der Tiere erforderlich. Der häufigsten auf Feuchtgebietsstandorten auftretende Innenparasit ist der Leberegel.

Weiden die Tiere auf weichen und feuchten Böden, ist eine regelmäßige Klauenbeobachtung und –pflege notwendig. Feuchtstandorte können Ausgang für Klauenerkrankungen sein. Bei Schafen ist dabei die Moderhinke von Bedeutung¹².

Moorböden zählen zu den selenarmen Standorten. Um eine ausreichende und umfassende Mineralstoffversorgung der Tiere sicherzustellen, sollten ihnen grundsätzlich Salzlecken mit Mineralzusatz oder Mineralleckeimer angeboten werden. Essenziell ist auch die Wasserversorgung – der Wasserbedarf eines erwachsenen Schafes beträgt 1,5 bis 3 l Wasser am Tag⁸.

Was ist beim Pflegemanagement der Weidefläche zu beachten?

Die Weideführung sollte in Portions- oder Umtriebsweide nach der Devise „kurze Weidezeit – lange Ruhezeit“ erfolgen. Standweiden sind zu vermeiden, nicht zuletzt wegen des höheren Infektionsrisikos mit Endoparasiten. Winterweide findet sich vor allem in klimatisch begünstigten Regionen (Süddeutschland) im Rahmen der traditionellen Wanderschäferei. Dabei wird die Filzschicht des überständigen Grases durch die Schafherde entfernt, was das Wachstum der Wiesenpflanzen im Frühjahr begünstigt¹⁵.

Um die durch selektive Beweidung geförderte Ausbreitung von unerwünschten Arten wie beispielsweise Rasen-Schmiele, Binsen, Distel- oder Ampferarten zu verhindern sowie überständiges Futter und Geilstellen zu beseitigen, sollte eine Nachmahd (Abschlegeln, Mulchen) durchgeführt werden. Dies unterdrückt gleichzeitig das Aufkommen von Gehölzen wie Weiden und Erlen sowie das Aussamen der unerwünschten Arten¹³. Alternativ kann zur Eindämmung o. g. Arten, die ein Hinweis auf Unterbeweidung sein können, die Besatzdichte erhöht oder den Tieren längere Fresszeiten auf der Koppel zugestanden werden. Überbeweidung hingegen wird durch eine Zunahme von trittresistenten Arten wie Weißes Straußgras, Breit-Wegerich oder Gänse-Fingerkraut angezeigt, worauf mit geringerem Besatz oder längeren Ruhephasen reagiert werden sollte¹⁴. Nach dem Winter aufgefrorene Bodenschichten werden durch Walzen oder durch eine Vorweide durch die Schafherde („Goldener Tritt“) wieder angedrückt. Gleichzeitig wird die Bestockung der Gräser gefördert, was für eine gute Narbendichte sorgt¹⁵. Auf Striegeln zur Belüftung und Entfilzung der Grasnarbe kann dagegen verzichtet werden.

Da Kalium häufig limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum bei schwach entwässerten, d. h. noch mineralisierenden Niedermooren ist, bietet es sich

Weide mit Schafen

an, die Exkremente der Weidetiere mittels Wiesen-schleppe zu verteilen oder die Winterzufütterungsstellen ständig zu wechseln. Die Zufütterungsstellen können zur Bindung der Exkremente in der Einstreu optional überdacht werden. Der anfallende Mist kann dann wieder auf den Flächen verteilt werden¹⁶.

Neben den genannten Arten mit minderwertigem Futterwert gilt es auf die Ausbreitung von Giftpflanzen wie Sumpf-Schachtelhalm, Bittersüßer Nachtschatten, Jakobs- und Wasser-Kreuzkraut, Scharfer Hahnenfuß, Herbst-Zeitlose und Wasserschierling zu achten.

Welche Vorteile bietet das Mähweidesystem?

Bei der Mähweide wird die Fläche zusätzlich zur Weidenutzung gelegentlich gemäht. Der Bestand ähnelt dabei einer Weide; zu Wiesen bestehen deutliche Unterschiede. Die höhere Nutzungsfrequenz führt zu größeren Untergrasanteilen und einem verstärkten Auftreten von trittverträglichen Rosettenpflanzen. Die Schnitt-Weide-Folge richtet sich dabei nach dem Futterzuwachs. Es wird in der Vegetationsperiode ein- bis zweimal gemäht, wobei der Nutzungsschwerpunkt auf der Weidenutzung liegt. Mit Blick auf eine ordnungsgemäße Niedermoornutzung²⁰ empfiehlt sich nur die extensive Mähweide.

Im Gegensatz zur extensiven Wiesennutzung bieten extensiv genutzte Mähweiden die Möglichkeit, den Schafen kontinuierlich hochwertiges Futter bereitzustellen. Werden im Verlauf der Weideperiode die vorher für Konservatfutterbereitung genutzten Flächen sukzessive in die Beweidung einbezogen, kann den Tieren stets eiweißreiches Futter mit ausreichender Energiedichte und einem adäquaten Rohfasergehalt dargeboten werden bzw. die über Weidenutzung nicht zu bewältigenden Futterüberschüsse zum jeweils optimalen Nutzungszeitpunkt abgeschöpft werden. Diese Nutzungsform bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit durch einen geringen Arbeitskräftebedarf und großflächige Nutzungsmöglichkeit. Dies erfordert nach Möglichkeit zusammenhängende (arron-dierte) Flächen. Die Haltungsform hat weiterhin einen positiven Einfluss auf die individuelle Tierleistung und Gesundheit. Durch eine kontinuierliche Beweidung bei einer Besatzdichte < 2 GVE/ha sowie einer Beweidungspause im Winter kann sich eine dichte Grasnarbe entwickeln^{2,14,17}.

3 Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

Wie setzt sich die Schlachtkörperqualität zusammen?

Eine hohe Schlachtkörperqualität wird bei jungen Lämmern unter sechs Monaten, einem Gewicht bei Mastende (Bocklämmer mindestens 43 kg, weibliche

Lämmer mindestens 38 kg) sowie einem Ausschlagungsgrad von etwa 48 % erreicht. Daneben sind die Verteilung des Fettes sowie Beschaffenheit des Fleisches wichtige Qualitätsmerkmale.

Wie lässt sich das erzeugte Schaffleisch am besten vermarkten?

Die Vermarktung erfolgt im Wesentlichen über Direktvermarktung. Durch direkten Kundenkontakt können dabei auf besondere Qualitätsmerkmale des Fleisches, sowie auf die Haltungsbedingungen der Tiere hingewiesen werden. Das Fleisch einiger Rassen zeichnet sich durch gute, wildbretartige Geschmackseigenschaften und seinen geringen Fettgehalt aus. Auch in speziellen Öko-Metzgereien und im Naturkosthandel bestehen gute Vermarktungsmöglichkeiten für Lamm- und Schaffleisch.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Biosiegel oder Regionalmarken können sich positiv auf die lokale und regionale Vermarktung von Produkten auswirken. Beispiele sind das EU-Bio-Siegel oder Siegel von Anbauverbänden wie Bioland, Naturland oder Demeter. Die entsprechenden Vorgaben sind bioland.de, naturland.de oder demeter.de zu entnehmen. Die Zertifizierung und Kontrolle erfolgt über staatlich anerkannte Öko-Kontrollstellen, die von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zugelassen sind.

Welches Beispiel gibt es für die extensive Schafhaltung auf Niedermooren?

In der Diepholzer Moorniederung hat die Moorbewirtschaftung mit Moorschnucken (Weiße Hornlose Heidschnucke) Tradition. Um die Schäfereien wirtschaftlich zu stützen und gleichzeitig die Moorlandschaft zu erhalten, wurde 2018 ein lokaler Landschaftspflegeverband gegründet. Ziel ist vor allem, ein regionales Schlachthaus zu etablieren, um das Moorschnuckenfleisch mit gesicherter Herkunft vermarkten zu können¹⁰.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

An wen muss man sich wenden?

Anträge müssen beim zuständigen Amt für Landwirtschaft eingereicht werden, u. a. mit Angaben zur Anzahl der im Jahresdurchschnitt gehaltenen Tiere, der Nutzungsart und des Standortes. Weiterhin verbindend ist eine Mitgliedschaft in der Tierseuchenkasse, bei der jährliche Beiträge für den Schafbestand erhoben werden. Weitere Informationen zu den Tierseuchenkassen der Bundesländer sind unter www.tierseuchenkasse.de zu finden.

Weide mit Schafen

Welche Fördermittel gibt es?

Neben den Direktzahlungen (mögliche Nutzungs-codes 452 Mähweiden, 453 Weiden, in BY und BW 460 Sommerschafweiden, in BW 462 Koppelschafweiden, in NI 463 beweidete Moorheiden) werden über die 2. Säule der GAP bzw. EFRE z. B. im Land Brandenburg über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) u. a. die extensive Bewirtschaftung von Grünlandstandorten, eine moorschonende Stauhaltung und die Züchtung und Haltung vom Aussterben bedrohter lokaler Nutztierassen gefördert^{18,19}. Die spezifischen Förderrichtlinien und Antragszeiträume können bei den entsprechenden Ministerien bzw. Landesämtern für Landwirtschaft der Bundesländer erfragt werden.

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Grundwasserstände zwischen 45 und 15 cm unter Flur (Wasserstufe 3+) sorgen für eine dauerhafte Durchlüftung des oberen Torfkörpers, wodurch sauerstoffabhängige Zersetzungsprozesse, Moorsackung und Schrumpfung gefördert werden. Dabei werden Standortemissionen von ungefähr 16–19 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr freigesetzt. Im Vergleich dazu emittiert trockenes Moorackerland über 30 t CO₂-Äquivalent pro Hektar und Jahr. Feuchtweiden mit Schafen zählen deshalb zu den schwach torfzehrenden Verfahren. Eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen und eine Verhinderung der fortschreitenden Moordegradierung sind nur durch eine Anhebung des Wasserstandes zu erzielen. Allerdings kommen selbst unter den robusten Schafsrassen nur wenige (z. B. Moorschnucken) mit deutlich höheren Wasserständen zurecht. Für flurnahe, wirklich torf- und klimaschonende Wasserstände sind andere Nutztiere besser angepasst, beispielsweise Wasserbüffel und Rotwild. Die Schafhaltung ist daher aus Klimaschuttsicht bei Wasserstufe 3+ nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen ein naturnaher Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

Zu den Auswirkungen von Schaf-Beweidung auf die Biodiversität von Niedermooren liegen bislang keine detaillierten Untersuchungen vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass durch extensive Beweidung mit Schafen hochwüchsige und artenarme Vegetationsbestände geöffnet werden und ein arten- und strukturreiches Vegetationsmosaik entsteht. Dabei spielen die jeweiligen selektiven Nahrungspräferenzen der verschiedenen Weidetiere eine wichtige Rolle. Schafe werden als selektierende Grasfresser eingeschätzt, die jedoch auch Kräuter und Gehölze in größerem Umfang verzehren. Durch Trittsiegel an

häufig genutzten Passierstellen können zusätzlich Lücken für Pionierarten entstehen. Samenausbreitung durch Kot und Fell der Weidetiere findet ebenfalls statt. Durch das strukturreiche Vegetationsmosaik entsteht eine hohe Habitatvielfalt für die Fauna. Spinnen und Insekten profitieren von den vielfältigen Strukturen. Durch den Vertritt vegetationsfrei gehaltene Bereiche stellen für mehrere Vogelarten wichtiges Nahrungs- und Bruthabitat dar. Der Vertritt der Weidetiere kann die Fauna (v. a. Wiesenvögel) jedoch auch beeinträchtigen. Zur Vermeidung von Trittschäden an vorhandenen Nestern bzw. Jungvögeln wird die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume empfohlen. Bei der Mähnutzung wird der Einsatz biodiversitätsschonender Technik (z. B. Hochschnitt, oszillierende statt rotierende Mähwerke) sowie die Einrichtung von einjährigen Rotationsbrachen empfohlen.

6 Kosten und Erlöse

Die Kosten und Erträge (in € pro ha und Jahr) sind den Faustzahlen für die Landwirtschaft²¹ entnommen. Es wird angenommen, dass 450 Mutterschafe gehalten werden. Im günstigen Fall werden 1,5 GVE/ha gehalten, im mittleren Fall 1,15 GVE/ha und im ungünstigen Fall 0,8 GVE/ha. Für den günstigen, mittleren und ungünstigen Fall werden unterschiedliche Arbeitszeitarbedarfe und Preise (jeweils Maximum, Mittelwert und Minimum aus²¹) angenommen. Pro Mutterschaf und Jahr werden 1,4 Lämmer mit Schlachtgewicht von ca. 40 kg (also 56 kg) erzeugt, zudem werden pro Jahr ein Fünftel der Altschafe (0,2 Altschafe pro Mutterschaf) ersetzt²¹. Details zur Förderung siehe BfN-Skripten Kap 6.

Tab. 3: Kosten und Erlöse der Schafhaltung je Hektar und Jahr

		Ungünstiger Fall	Mittlerer Fall	Günstiger Fall
Kosten	Veränderliche Spezialkosten	-442 €	-636 €	-829 €
	Veränderliche Maschinenkosten	-12 €	-18 €	-85 €
	Feste Spezialkosten	-110 €	-158 €	-750 €
	Arbeitskosten	-524 €	-698 €	-757 €
	Gesamt	-1.088 €	-1.392 €	-2.266 €

Weide mit Schafen

Erlös	Ertrag	396 €	758 €	1.224 €
	Förderung Grünland	100 €	256 €	680 €
	Förderung Nutztier	0 €	117 €	300 €
Gewinn		-592 €	-260 €	-62 €

7 Weiterführende Informationen

Weiterführende Literatur

Mendel, C. (Hrsg.) (2008): Praktische Schafhaltung. 264 S. Stuttgart: Ulmer.

Quellen

¹Zahn, A. (2014): Beweidung von feuchtem, nährstoffreichem Offenland. – In: Online-Handbuch "Beweidung im Naturschutz" (hrsg. von B. Burkart-Aicher et al.), Kap. 6.1.2. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Laufen. www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann Verlag.

³Sambras, H. H. (2001): Farbatlas Nutztierassen. 304 S. Stuttgart: Ulmer.

⁴Faulhaber, I. (2008): Wirtschaftlichkeit. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 205-217. Stuttgart: Ulmer.

⁵LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

⁶Walter, R. (2008): Betriebsformen. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 19-24. Stuttgart: Ulmer.

⁷Woike, M. & Zimmermann, P. (1997): Biotope pflegen mit Schafen. 62 S. Bonn: aid e.V.

⁸Chiffard, H. (2008): Stallbau – Stalleinrichtung. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 75-97. Stuttgart: Ulmer.

⁹Bunzel-Drüke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. & Zimball, O. (2008): Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung – „Wilde Weiden“. 215 S. Bad Sassendorf-Lohne: Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.

¹⁰DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2019): Kooperativer Klimaschutz durch angepasste Nutzung organischer Böden – Ein Leitfaden, Nr. 26 der DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“. 73 S. Ansbach: DVL e.V.

¹¹Chiffard, H. (2008): Herden- und Koppelgebrauchshunde – Hütetechnik. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 115-127. Stuttgart: Ulmer.

¹²Graunke, W. (2008): Grundlagen der Tiergesundheit. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 173-193. Stuttgart: Ulmer.

¹³Universität Greifswald (2013): Endbericht VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur. <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/projekte/vip/endbericht/Endbericht%20%20BMBF%20Verbundprojekt%20VIP%20-%20Vorpommern%20Initiative%20Paludikultur.pdf>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁴Opitz v. Boberfeld, W. (1994): Grünlandlehre. 336 S. Stuttgart: Ulmer.

¹⁵Thomann, W. (2008): Grünland, Weidewirtschaft. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 128-152. Stuttgart: Ulmer.

¹⁶Behrendt, A., Schalitz, G. & Warncke, D. (2000): Raumzeitliche Nährstoffdynamik auf extensiv genutzten Niedermoorweiden. In: Verhalten von Rindern und Schafen auf großräumigen Niedermoorweiden und Ableitungen für das Weidemanagement (hrsg. vom Deutschen Grünlandverband e.V.), S. 33-45. Berlin: Deutscher Grünlandverband e.V.

¹⁷Riehl, G. (2005): Mähstandweide – Grünland „aktuell“. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13854/documents/16128>. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁸Wichmann, S. (2018): Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. 38 S. Greifswald: Universität Greifswald.

¹⁹Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) (Hrsg.) (2017): ELER in Deutschland – Übersicht über die Nationale Rahmenregelung und die Programme der Länder. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/013_Ma%C3%9FnahmensteckbriefAUM_2015_fertig008klein.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

²⁰Wichtmann, W., Abel, S., Drösler, M., Freibauer, A., Harms, A., Heinze, S., Jensen, R., Kremkau, K., Landgraf, L., Peters, J., Rudolph, B.-U., Schiefelbein, U., Ullrich, K. & Winterholler, M. (2018): Gute fachliche Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden. Zusatzmaterial zu Natur und Landschaft 93 (8): 391.

²¹KTBL (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 15. Auflage. 1385 S. Darmstadt: KTBL e.V.

Dieser Steckbrief (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Weide mit Schafen

Verbundpartner:



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

Flachgründige, degradierte, feuchte landwirtschaftliche Flächen auf Niedermoor - insbesondere Randgebiete wiedervernässter Flächen - eignen sich prinzipiell für Kurzumtriebsplantagen (KUP). Weiden sind dabei gut für den Kurzumtrieb von bis zu vier Jahren geeignet. KUP, die nach 20 Jahren umgebrochen werden sollen, können allerdings aus Klimaschutzgründen und nach den aktuellen Erkenntnissen nur für wiedervernässte, organische Ackerstandorte empfohlen werden. Da Ackerbau auf Niedermoor grundsätzlich nicht der guten fachlichen Praxis entspricht, ist eine KUP keine zu empfehlende Bewirtschaftungsform. Derzeit können sie nur im Rahmen von Erprobungsvorhaben zu Forschungszwecken empfohlen werden. Hierbei sollte ein Monitoring integriert werden, was Aspekte der Biodiversität und der Klimawirkung prominent berücksichtigt.

Tab. 1: Info-Box: KUP mit Weiden (*Salix spec.*)

Wasserstand:	im Sommer 20–45 cm unter Flur, im Winter 15–35 cm unter Flur (Wasserstufe 3+)
Etablierung:	Pflanzung
Ertrag:	Zuwachs abhängig von der Sorte: „Tordis“ liefert 3–6,3 t _{atro} ha ⁻¹ a ⁻¹ , mehrere Umtriebe möglich
Verwertung:	Energieholz
Standortemissionen:	weitere Forschung nötig

1 Standorteignung und Anbau

Welche Standorte sind geeignet?

Auf feuchten bis wechselfeuchten Standorten ohne dauerhafte Staunässe (Grundwasserflurabstand 45–15 cm) können Weiden in Form von Kurzumtriebsplantagen angebaut werden. Da sie auch temporär nasse Bodenverhältnisse und sogar Staunässe vertragen, bieten sich Weiden als passende Bewirtschaftungsoption für die Übergangsgebiete zwischen landwirtschaftlichen Flächen mit annuellen Kulturen oder Grünlandnutzung und feuchteren Flächen an — dort, wo es zeitweise auch zu Wasserüberstau kommen kann. Auf flachgründigen, degradierten Niedermoorböden können sie gute Zuwachsraten erreichen^{1,2,12}.

Worauf muss man beim Anbau achten?

Handelt es sich um eine Ackerfläche mit direkt vorangegangener Nutzung, ist ein Grubbern oder Pflügen im Herbst ausreichend. Kurz vor der Pflanzung sollte durch erneutes Flachgrubbern eine Saatbettbereitung erfolgen. Handelt es sich um eine Acker-Brache



Abb. 1: Kurzumtriebsplantage mit Weiden bei Müncheberg, Brandenburg (Foto: P. Schulze)

oder Grünland, auf der ein Umbruch oder der Einsatz von Herbiziden vermieden werden soll, muss in Vorbereitung auf die Pflanzung entweder gemulcht oder gemäht werden. Wenn das Mahdgut nicht anderweitig genutzt wird, sollte es auf der Fläche verbleiben, um das Nachwachsen der Begleitvegetation zumindest anfänglich etwas zu hemmen. Ergänzend dazu kann die Fläche mit einer Streifenfräse vorbereitet werden, wodurch die Konkurrenz der Begleitvegetation in den ersten Wochen deutlich gemindert wird. Noch effektiver zeigte sich der Einsatz von kompostierbarer Folie, wobei zwischen den Pflanzreihen gefräst werden muss, um die Folie beiderseits mit Erde beschweren zu können. Nachteilig ist hier aber der hohe Arbeitsaufwand und erhöhte Kosten¹⁵.

Welches Pflanzmaterial kann verwendet werden?

Es gibt speziell für KUP geeignete Sorten der Weide. Für die vorliegenden Standorte eignen sich zum Beispiel schwedische Sorten wie Tordis [*Salix viminalis* x *S. schwerinii*) x *S. viminalis*], Tora (*S. viminalis* x *S. schwerinii*), Inger (*S. triandra* x *S. viminalis*) und Sven [*S. viminalis* x (*S. viminalis* x *S. schwerinii*)]. Ist der Standort zum Anbau mehrerer Weidensorten mit ähnlicher Wuchsleistung geeignet, kann eine Pflanzung in streifenweiser Mischung angelegt werden³. Allerdings ist es möglich, dass die einzelnen Sorten auf dem gegebenen Standort Unterschiede in der Wachstumsleistung zeigen.

Die Anzahl der Pflanzen pro Fläche richtet sich in erster Linie nach dem Produktionsziel und der dementsprechend angestrebten Umtriebszeit. Für angestrebte Umtriebszeiten von zwei bis vier Jahren werden Pflanzzahlen zwischen 8.000–15.000 Stück/ha empfohlen. Bei der Kalkulation der Pflanzenanzahl gilt es auch, den optimalen Reihenabstand für die Bewirtschaftung zu berücksichtigen, sowohl für die Pflege-technik als auch das Erntekonzept. Dabei sollte der Pflanzabstand innerhalb der Reihe 30 cm nicht unterschreiten³.

Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

Welches Pflanzverfahren ist geeignet?

Grundsätzlich ist bei allen Pflanzverfahren darauf zu achten, dass die Pflanzen fest im Boden sitzen und keine Hohlräume vorhanden sind³. Die Wahl des Pflanzverfahrens richtet sich nach dem Pflanzmaterial, der verfügbaren Technik und dem Feuchtegrad der Fläche.

Ist die Fläche mit schweren Maschinen befahrbar und eine Bodenbearbeitung ohne Einschränkungen möglich, so ist eine maschinelle Steckholzpflanzung zu empfehlen. Diese stellt die kostengünstigste Variante dar. Dabei werden mit speziellen Pflanzmaschinen, die fortlaufend manuell bestückt werden, 20 cm lange Stecklinge fest in den Boden gebracht.

Stehen naturschutzfachliche Erwägungen gegenüber betriebswirtschaftlichen im Vordergrund, d. h. ein Umbruch und/oder der Einsatz schwerer Maschinen vermieden werden soll, wird eine Rutenpflanzung gewählt. Wird die Fläche nicht umgebrochen, muss gewährleistet werden, dass die Steckruten den Kapillarsaum von anstehendem Grundwasser erreichen und die Konkurrenzvegetation zur Verringerung der oberirdischen Lichtkonkurrenz kurz gehalten wird. Die Pflanzung kann sowohl mit Maschinen durchgeführt werden, aber auch manuell mit Pflanzbohrern. Dabei wird mit einem Pflanzbohrer mit möglichst geringem Durchmesser ein Loch von der gewünschten Tiefe gebohrt. Anschließend werden die Ruten per Hand in die Löcher gesteckt und die umgebende Erde festgetreten, sodass das Pflanzmaterial fest im Boden sitzt.

Die maschinellen Etablierungskosten für eine KUP mit Weiden liegt bei etwa 1750 €/ha, wobei das Pflanzgut (inkl. Transport zur Fläche) und Pflanzung (inkl. Personal und Anfahrt) mit 1.000€ bzw. 500€ die größten Posten einnehmen¹².

Wann ist der richtige Pflanzzeitpunkt?

Die Pflanzung erfolgt im Frühjahr (März–Mai) bei möglichst windstillem, trockenem, bedecktem Wetter, sobald die Fläche befahrbar und der Boden frostfrei ist, damit ein Anwuchs und Austreiben vor einer möglichen Frühjahrstrockenheit gesichert ist^{3,12}. Zusätzlich verliert das im Winter gewonnene Pflanzgut an Vitalität, wenn es zu lange Zeit gelagert wird³. Wenn keine Austrocknungsgefahr besteht, kann die Pflanzung bei durchgehend gesicherter Kühlung des Pflanzmaterials bei -2 °C auch etwas später als üblich bis zum Frühsommer stattfinden.

Ist eine regelmäßige Pflege der Kultur notwendig?

Insbesondere im Etablierungsjahr, je nach Wachstum gegebenenfalls auch zu Beginn des zweiten Jahres, ist eine Regulierung der Begleitvegetation erforderlich, um den Konkurrenzdruck um Wasser und Licht für die Ruten zu minimieren. Wenn eine Befahrbarkeit des

Bodens und die entsprechenden Reihenabstände für schwerere Maschinen gegeben sind, können zur Pflege oberflächlich arbeitende Maschinen wie Anbaufräse, Grubber oder Scheibenegge eingesetzt werden. Wenn man die Grasnarbe erhalten und die Kohlenstoffvorräte im Boden schonen möchte, sind bodeneingreifende Maschinen nicht zu empfehlen, stattdessen sollte alle 3-4 Wochen gemäht oder gemulcht werden. Hat vor der Pflanzung keine flächendeckende Bodenbearbeitung stattgefunden, kann im ersten Jahr die Mahd monatlich notwendig werden. Ist der Boden zeitweise zu weich oder wird der Einsatz von großen Maschinen nicht gewünscht, können z. B. Hochgrasmäher, andere kleine Mähmaschinen (mit oder ohne Mulchvorsatz) oder Freischneider verwendet werden. Der entsprechend höhere Zeit- und finanzielle Aufwand muss dabei berücksichtigt werden.

Ist eine regelmäßige Düngung erforderlich?

Im Gegensatz zur Bewirtschaftung annueller Kulturen ist bei KUP keine zusätzliche Düngergabe erforderlich. Durch die Ernte im Winter nach dem Laubabfall wird ein Teil der Nährstoffe dem Boden zurückgeführt. Entwässerte Niedermoore liefern zudem durch die Mineralisierungsprozesse der organischen Substanz und den Basenreichtum des Grundwassers kontinuierlich nach.

Welche Präventivmaßnahmen zur Schädlingsbekämpfung sind empfehlenswert?

Größte Schäden an den Jungpflanzen werden durch Schalenwild (Reh-, Dam-, Rotwild) verursacht. Verbiss tritt vor allem an jungen Trieben der Weide auf. Fegeschäden betreffen Weide auch schon im jungen Alter. Schälschäden werden erst bei älteren Pflanzen mit ausgebildeten Stämmen relevant. Generell empfiehlt sich in Gebieten mit höherem Wildbesatz die Anlage von großflächigen KUP, so dass sich der Wilddruck verteilt. Eine angemessene Bejagung ist die beste Lösung, um größere Schäden zu vermeiden³.

In Gewässernähe können Biber Schäden an den Bäumen verursachen (ab 3 cm Durchmesser beobachtet). In diesem Fall können sich Zäune als wirkungsvolle Maßnahme zum Schutz der Plantage erweisen³. Insbesondere auf ehemaligen Brachflächen mit sehr tiefer Entwässerung kann ein Mäusebefall (Schermäuse) vorkommen, der aber nur in Ausnahmefällen zu relevanten Schäden führt.

Als Insektenschädlinge können der Blaue Weidenblattkäfer (*Phratora vulgatissima*), Drahtwürmer (Larven von Schnellkäfern, Familie Elateridae) und Kleine Weidenblattwespe (*Nematus caeruleocarpus*) auftreten und zum Teil heftige wirtschaftliche Schäden auslösen. Nützlinge wie Parasitische Wespen, Raub- und Schwebfliegenarten sind wichtige Gegenspieler und können die Ausbreitung der Schädlinge an KUP vermindern oder sogar gänzlich verhindern¹².

Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

2 Ernte und Lagerung

Welcher Erntezeitpunkt ist am besten und warum?

Die Ernte erfolgt grundsätzlich nur in der Zeit der Vegetationsruhe von November bis März, um Schädigungen und damit Vitalitätseinbußen der Pflanzen zu vermeiden³. Für die maschinelle Ernte sind lang anhaltende Frostperioden, in denen der Boden tief gefroren ist, unerlässlich, um die Befahrbarkeit des Bodens zu garantieren. In einem Anbauversuch mit der Weidensorte „Tordis“ auf vernässtem Niedermoorgrünland konnten Erträge zwischen 3,0 und 6,3 t_{atro} ha⁻¹ a⁻¹ (1. Rotation, 4 Wuchsjahre) berechnet werden¹⁴. In den Niederlanden (Zegveld) wurden gute Wuchsleistungen eines durch Stecklinge etablierten Silberweidenbestands (*Salix alba*) (3 Pflanzen/m²) auf rund 400 m² bei mittleren Wasserständen in Flur, wobei im Vorfeld der Oberboden abgeschoben wurde, festgestellt. Bei konstant hohen Wasserständen von 10–30 cm über Flur oder bei niedrigen Tiefstwasserständen von rund 50 cm unter Flur war die Wuchsleistung dagegen mäßig bis schlecht¹³.

Welche Ernteverfahren sind zu empfehlen?

Weiden im Kurzumtrieb mit Ernteintervallen von zwei bis vier Jahren können in Hackgutlinien oder in Rutenlinien geerntet werden.

Bei den Hackgutlinien fahren ein Häcksler und ein Traktor mit Anhänger parallel nebeneinander her. Die Bäume werden vom Häcksler in einem Arbeitsgang gefällt und gehackt und anschließend als Hackschnitzel in den Hänger gefüllt. Dadurch entstehen bei diesem Verfahren momentan die geringsten Erntekosten³. Die Ernteleistung der Häcksler liegt bei etwa 40 t/ha (20 t_{atro}/ha), was einer Flächenleistung von 1 ha/h bei einem zweijährigen Bestand entspricht. Die Erntekosten belaufen sich auf ca. 27€/t_{atro} mit einer Schwankung von 18–42€/t_{atro}.¹²

Bei den Ruten- oder Bündellinien werden die Bäume mit geeigneter Technik, z. B. von einem Stemster, abgeschnitten und am Feldrand zwischengelagert. Der Transport zum Feldrand kann bei kurzen Reihen bis ca. 200 m vom Stemster selbst erfolgen, bei längeren Reihen ist ein Transport durch ein Rückefahrzeug notwendig, was zusätzliche Kosten verursacht. Am Feldrand verbleiben die Ruten üblicherweise mehrere Monate lang zum Trocknen und werden erst anschließend zu Hackschnitzeln zerkleinert. Bei der Trocknung von Ruten kommt es zu deutlich geringeren Trockenmasseverlusten als bei der Lagerung von Hackschnitzeln über den gleichen Zeitraum. Die Ernteleistung ist hierbei mit ca. 26 t_{atro}/ha etwas niedriger als bei der Hackgutlinie. Die Erntekosten liegen bei 25–45€/t_{atro}.¹²

Welche Erntetechnik wird benötigt?

Für die Hackgutlinien können Feldhäcksler oder Anbaumähacker, die für den Front- oder Heckanbau an Traktoren vorgesehen sind, eingesetzt werden. Die Erntemaschinen können mit unterschiedlichen Fahrwerken wie Doppel- bzw. Zwillingsbereifung oder Breitreifen mit Druckluftregelung an die Bodenverhältnisse angepasst werden. Anbaumähacker sind verglichen mit Feldhäckslern preisgünstiger. Sie sind für den einreihigen und zum Teil auch zweireihigen Anbau von Gehölzen bis zu einem Schnittdurchmesser von ca. 15 cm einsetzbar. Das Hackgut kann dann direkt in einen an die Erntemaschine angehängten Hänger geblasen werden. Das mit Anbaumähackern produzierte, recht grobe Hackgut ist einerseits für die Langzeitlagerung sehr gut geeignet, andererseits kann es in kleineren und mittleren Feuerungsanlagen zu Problemen führen³.

Je nach Länge der Ernteintervalle und damit Schnittdurchmesser der Gehölze kommt bei den Rutenlinien unterschiedliche Technik zum Einsatz. Bei Schnittdurchmessern der Gehölze von unter 8 cm kann die Ernte mit Mähsammlern bzw. Mähbündlern durchgeführt werden, woran sich die Verfahren der Hackgutlinien anschließen können³.

Welche Besonderheiten sind bei der Lagerung der Hackschnitzel zu beachten?

Während der Lagerung gilt es die mikrobielle Aktivität, die zu erheblichen Trockenmasseverlusten führen kann, und die Ausbreitung von gesundheitsgefährdenden Schimmelpilzen im Hackgut zu minimieren. Ausschlaggebender Faktor ist die Größe der Hackschnitzel³.

Sehr grobe Hackschnitzel mit einer Größe von mehr als 80 mm trocknen gegenüber Feinhackschnitzeln innerhalb eines Jahres aufgrund der größeren Zwischenräume und folglich besseren Durchlüftung bei der Lagerung auf ca. 20 % Feuchte ab. Sowohl die mikrobielle Aktivität als auch die Vermehrung von Schimmelpilzen kann dadurch reduziert werden. Des Weiteren erhöhen sich durch die Trocknung der Heizwert und damit die technisch nutzbare Energie³.

Fein- und Mittelhackschnitzel können in kleinen Erntemengen in überdachten und gut durchlüfteten Hallen gelagert werden. Große Erntemengen empfiehlt es sich in kegelförmigen oder langgestreckten spitzzulaufenden Halden und auf befestigtem Untergrund im Freien zu lagern. Abgedeckt mit einem Kompostvlies kann der Regenwassereintrag reduziert werden. Ein Einbau von Belüftungskanälen oder eine technische Trocknung beispielsweise durch Nutzung von Abwärme aus Biogasanlagen ist zur Qualitätsverbesserung förderlich³.

Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

3 Verarbeitung und Vermarktung

Welche energetischen Verwertungsmöglichkeiten und Produkte gibt es?

Die energetische Nutzung des Holzes kann in Form von Holzbriketts, Holzpellets, üblicherweise jedoch als Hackschnitzel erfolgen.

Bei der Herstellung von Pellets wird der Rohstoff mittels Rollen (Koller) durch eine Matrice gepresst und die Pelletstränge mit einem Abschermesser auf die gewünschte Länge geschnitten. Auf Grund der einheitlichen Qualität eignen sich Pellets insbesondere für Verbrennungsanlagen mit automatischer Beschickung³.

Tab. 2: Durchschnittliche Brennstoffeigenschaften für Weide aus KUP¹¹.

Stückigkeit	P45: 80 % der Masse 3,15–45 mm, Feinanteil (< 5 %) < 1 mm, Groban- teil (max. 1 %) 63 mm P100: 80 % der Masse 3,15–100 mm, Feinanteil (< 5 %) < 1 mm, Groban- teil (max. 1 %) 200 mm
Wassergehalt (Gew.- % feuchter Brenn- stoff)	30–60
Aschegehalt mit Fremdanteil (Gew.-% absolut trockener Brennstoff)	< 10 %
Heizwert	10–15 MJ/Kg

Hackschnitzel können nach Größe und Wassergehalt sortiert nach Schüttraummetern vermarktet werden. Der Leistungsbereich von Hackschnitzelanlagen reicht von 15 kW bis hin zu mehreren MW^{2,3}.

Welche Qualitätsanforderungen bestehen?

Der Vermarktungserfolg der Hackschnitzel ist abhängig von der Homogenität des Materials, dem Wassergehalt, der Stückigkeit, dem Aschegehalt und dem Anteil von Blattresten. Durchschnittliche Angaben für Weiden aus KUP sind in der Tab. 1 dargestellt¹¹.

Gibt es Zertifikate und welche Vorteile bringen sie?

Für Holz, das auf landwirtschaftlichen Flächen angebaut wird, gibt es seit 2014 das „DINplus-Zertifikat Agrarholz nachhaltig angebaut“. Informationen zu den Anforderungen sind beim Wald-Zentrum der Universität Münster oder direkt bei der DIN Certco GmbH Berlin erhältlich.

Welche weiteren Verwertungsmöglichkeiten gibt es?

Als pharmazeutische Rohstoffpflanze kommt der Weide seit einigen Jahren wieder Bedeutung zu. Viele Weidenarten enthalten die gegen Schmerzen und rheumatische Beschwerden wirksamen Salicylate. Je nach Weidenart sind in der Rinde 1,5 bis über 11 % Salicylate mit unterschiedlicher Zusammensetzung enthalten. Zur Extraktgewinnung werden die Zweige ein- bis dreijähriger Weiden zunächst gehäckselt und anschließend extrahiert¹².

Ab welcher Größenordnung sind KUP rentabel?

Die Rentabilität einer KUP ist von vielen Faktoren abhängig. Neben der Ertragsmenge sind insbesondere die Ernte- und Transportkosten ausschlaggebend. Je größer die Entfernung vom Ackerstandort zum Lager- oder Verarbeitungsort ist, desto höher sind die anfallenden Kosten. Informationen zur Kostenkalkulation sind in verschiedenen Publikationen erhältlich. Über waldwissen.net wird ein KUP-Ernteplaner zur Verfügung gestellt^{8,9,10}.

4 Anträge, Genehmigungen und Fördermittel

Welche Genehmigungen sind erforderlich?

KUP mit Umtriebszeiten von nicht länger als 20 Jahre sind nach § 2 Bundeswaldgesetz kein Wald⁴. Es handelt sich daher nicht um eine Erstaufforstung. KUP sind grundsätzlich als landwirtschaftliche Kultur definiert und somit im Rahmen der landwirtschaftlichen Bodennutzung nach § 14 BNatSchG von der Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung ausgeschlossen — es sei denn, die Länder haben in ihren Naturschutzgesetzen abweichende Regelungen dazu getroffen. Ist die beabsichtigte Anbaufläche bisher als Grünland genutzt, kann der Anbau von KUP im Widerspruch zum Erhaltungsgebot des Grünlands stehen und ist i. d. R. als Umwidmung im Rahmen der maximal 5 %-Verlustquote an landesweitem Grünland zu beantragen.

Welche Förderinstrumente gibt es?

Für die **Etablierung** einer KUP kann die Investitionsförderung entsprechend des GAK-Rahmenplans im Förderbereich 2 (Umsetzung auf Länderebene), die Förderung in den ILE/LEADER-Regionen (abhängig von der Schwerpunktsetzung) oder zinsgünstige Darlehen der Deutschen Rentenbank in Anspruch genommen werden¹⁶.

Die **Bewirtschaftung** wird folgendermaßen gefördert: Nach der Bekanntmachung Nr. 05/10/31 der Liste der für Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprä-

Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

mie geeigneten Arten und deren maximale Erntezyklen (NwaldZyklBek) vom 12. Mai 2010 sind Weiden, Pappeln, Robinien, Birken, Erlen und Eschen beihilfefähig⁵. Das bedeutet, dass für die KUP die Direktzahlung (Flächenprämie) gemäß der derzeit gültigen GAP-Richtlinien in Anspruch genommen werden kann. KUP werden dabei als Dauerkulturen eingestuft.

Nach der Verordnung (EG) 1120/2009 sind auf landwirtschaftlichen Flächen „KUP nur beihilfefähig, wenn die beihilfefähige Fläche des Betriebsinhabers mindestens einen Hektar beträgt und die Mindestgröße des Einzelschlags 0,3 ha nicht unterschreitet“³.

Betriebe, die mehr als 15 ha Ackerland bewirtschaften, müssen seit 1.1.2015 5 % ihrer Ackerfläche als sogenannte ökologische Vorrangflächen (öVF) vorhalten. Bestimmte Weiden-Arten (*Salix triandra*, *Salix viminalis* und ihre Kreuzungen) sind laut Anhang 1 DirektZahlDurchfV eine Option, die öVF-Kategorien zu erfüllen und können mit einem Gewichtungsfaktor von 0,5 (Erhöhung 2018, vorher: 0,3) angerechnet werden. In diesem Fall dürfen keine mineralischen Dünger und keine Pflanzenschutzmittel angewendet werden.

Für den **Absatz** bestehen erhöhte Vergütungssätze für Strom aus KUP-Holz für EEG-Anlagen. Holzheizungssysteme werden z. B. über das BAFA oder die KfW gefördert.

5 Wirkung auf den Moorstandort

Wie wirkt sich das Verfahren auf die Treibhausgasemissionen des Standortes aus?

Bei Weide mit Grundwasserständen zwischen 45 und 15 cm unter Flur (Wasserstufe 3+) wird der obere Torfkörper dauerhaft durchlüftet. Dadurch werden sauerstoffabhängige Zersetzungsprozesse, Moorsackung und Schrumpfung gefördert. Die genauen Treibhausgasemissionen dieser Standorte unter einer KUP-Bewirtschaftung lassen sich momentan nicht zuverlässig ermitteln¹⁷. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei Weide der Wasserstufe 3+ THG-Emissionen in der Größenordnung anderer Verfahren der Wasserstufe 3+ auftreten, während bei tieferen Wasserständen höhere Emissionen zu erwarten sind (vgl. ⁶). Die Weide ist nach derzeitigem Kenntnisstand aus Klimaschutzsicht nur für (Teil-)Flächen sinnvoll, auf denen ein naturnaher Wasserstand nicht vollständig wiederhergestellt werden kann.

Wie beeinflusst die Bewirtschaftung die biologische Vielfalt?

KUP können eine Agrarlandschaft strukturell bereichern. Durch den wesentlich selteneren Einsatz von schweren Maschinen sind KUP bodenschonender als

der Anbau anderer Energiepflanzen. Jüngere KUP haben aus faunistischer Sicht einen höheren naturschutzfachlichen Wert als ältere. Sie bieten artenreichen Lebensgemeinschaften von Laufkäfern und Rote-Liste-Brutvögeln wie der Feldlerche ein Habitat. Aus naturschutzfachlicher Sicht ist — unabhängig davon, ob eine oder mehrere Sorten verwendet werden — eine streifenweise Ernte in unterschiedlichen Jahren vorzuziehen. Dadurch entsteht ein vielfältigerer Lebensraum. Auch durch die Flächenform kann man die Biodiversität fördern: Langgestreckte Flächen bieten mehr artenreiche Randbereiche als eine kompakte Plantage. Ein Blühstreifen oder Strauchmantel bzw. eine Kombination aus beidem bieten zusätzliche Möglichkeiten zur naturschutzfachlichen Aufwertung^{3,7}. Großflächiger Anbau von KUP auf Grünlandstandorten ist aus naturschutzfachlicher Sicht jedoch auszuschließen.

6 Weiterführende Informationen

Weiterführende Literatur

Wichtmann, W., Schröder C. & Joosten, H. (Hrsg.) (2016): Paludikultur — Bewirtschaftung nasser Moore für regionale Wertschöpfung, Klimaschutz und Biodiversität. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.

Quellen

¹Koska, I. (2001) Ökohydrologische Kennzeichnung. In: Landschaftsökologische Moorkunde (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 92-111. Stuttgart: Schweizerbart.

²Reeg, T., Bemann, A., Konold, W., Murach, D. & Spiecker, H. (Hrsg.) (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 355 S. Weinheim: Wiley-VCH.

³ETI, MUGV Brandenburg, MIL Brandenburg (Hrsg.) (2013): Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen. Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg. 68 S. Potsdam: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH.

⁴Bundeswaldgesetz in der Fassung vom 31. Juli 2010.

⁵NwaldZyklBek (Bekanntmachung Nr. 05/10/31 der Liste der für Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprämie geeigneten Arten und deren maximale Erntezyklen): Elektronischer Bundesanzeiger. Auftraggeber: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Erlassdatum: 12. Mai 2010, Fundstelle: eBAZ AT52 2010 B1, in Kraft ab 13. Mai 2010.

⁶Spangenberg, A. (2011): Einschätzung der Treibhausgasrelevanz bewaldeter Moorstandorte in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich des Minderungspotentials nach Wiedervernässung, Endbericht. 29 S. Greifswald: DUENE e.V.

⁷Jennemann, L., Peters, W., Rosenthal, S. & Schöne, F. (2012): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. 32 S. Berlin: NABU-Bundesverband, Bosch & Partner GmbH (Hrsg.).

Weide (*Salix spec.*) im Anbau als Kurzumtriebsplantage (KUP)

⁸Strohm, K., Schweinle, J., Liesebach, M., Osterburg, B. Rödl, A., Baum, S., Nieberg, H., Bolte, A. & Walter, K. (2012): Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. 55 S. Braunschweig: Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie.

⁹Schweier, J., Becker, G. & Jaeger, D. (2013): Bewertung alternativer Bereitstellungsverfahren für Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen. Vortrag auf dem Internationalen Kongress Agrarholz der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe. Berlin, 19.02.2013.

¹⁰https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/holz/energie/fva_kurzumtriebsflaechen_ernteplaner/index_DE. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹¹CARMEN e.V. (2004): Planungshandbuch QM Holzheizerwerke. 248 S. Straubing.

¹²Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) (2014): Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb – Anbauempfehlungen. 72 S. Dresden: LfULG.

¹³Geurts, J. & Fritz C. (Hrsg.) (2018): Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report Cinderella Project. 71 S. Nijmegen: Radboud University.

¹⁴Koim, N. & Murach, D. (2015): Kurzumtriebsplantagen auf Grenzertragsstandorten: Erträge, Nährstoffhaushalt, Potenziale und Einschränkungen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 27: 43–44.

¹⁵Neuner, J. & Burger, F. (2015): KUP auf Grünland – wie geht das? LWF aktuell 105/2015: 8-10.

¹⁶Peschel, T. (2016): KUP, quo vadis? Erfahrungen eines Dienstleisters bei der Etablierung und Bewirtschaftung von KUP. Vortrag auf der 21. Fachtagung: Nutzung nachwachsender Rohstoffe – Bioökonomie 3.0 am 16./17. März 2016, Dresden. https://www.lignovis.com/fileadmin/user_upload/PDF/LIGNOVIS_-_Erfahrung_bei_Etablierung_und_Bewirtschaftung_von_KUP_-_21_Fachtagung_Nachwachsende_Rohstoffe_Dresden.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.

¹⁷Jauhiainen, J., Alm, J., Bjarnadottir, B., Callesen, I., Christiansen, J. R., Clarke, N., Dalsgaard, L., He, H., Jordan, S., Kazanavičiūtė, V., Klemetsson, L., Lauren, A., Lazdins, A., Lehtonen, A., Lohila, A., Lupikis, A., Mander, Ü., Minkinen, K., Kasimir, Å., Olsson, M., Ojanen, P., Óskarsson, H., Sigurdsson, B. D., Sjøgaard, G., Soosaar, K., Vesterdal, L. & Laiho, R. (2019): Reviews and syntheses: Greenhouse gas exchange data from drained organic forest soils – a review of current approaches and recommendations for future research. Biogeosciences Discussions.

Eine erste Version (1.0) dieses Steckbriefes wurde im Rahmen des Verbundvorhabens „Vorpommern Initiative Paludikultur“ (VIP) von C. Schröder, N. Koim, D. Murach, P. Schulze, V. Luthardt & J. Zeitz erstellt und vom BMBF finanziert.

Die aktuelle Version 2.0 (Stand Oktober 2019) wurde im Verbundvorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ (KLIBB) 2019 erstellt und durch das Bundesamt

für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Steckbriefe sind online auf www.dss-torbos.de und www.moorwissen.de zugänglich.

Verbundpartner:



Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



Partner im



Gefördert vom:

mit Mitteln des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

8 Fazit und Leitlinien für klimaschonende und biodiversitätsfördernde Niedermoorbewirtschaftung

8.1 Fazit

Klimaschutz und Biodiversitätsförderung können in Niedermooren Hand in Hand gehen, wenn durch die Wiederherstellung naturnaher Wasserstände nicht nur der Kohlenstoffspeicher erhalten bleibt und vielleicht sogar Kohlenstoff erneut in Form von Torf gebunden wird, sondern auch moortypische Arten und Lebensräume gefördert werden. Insbesondere tiefentwässerte Intensivgrünländer und Äcker bieten im Vergleich zu wiedervernässten Mooren nur eine geringe biologische Vielfalt. Die Nutzung nasser Moore kann so gestaltet werden, dass durch mosaikartige Strukturen die Lebensraumvielfalt erhöht wird: Einerseits können durch die Wahl unterschiedlicher Nutzungsverfahren innerhalb einer Niederungslandschaft differenzierte Habitatangebote entstehen. Andererseits kann die Bewirtschaftung durch Maßnahmen wie unterschiedliche Nutzungszeitpunkte biodiversitätsschonend bzw. -fördernd gestaltet werden.

Auf einer abstrakteren Ebene dient außerdem Klimaschutz indirekt auch dem Biodiversitätsschutz, da der Klimawandel als eine der Hauptgefahren für die Biodiversität angesehen wird (Bellard et al. 2012). Hierbei stellt das Austrocknen von Feuchtgebieten eine der größten Gefahren für die moortypische Biodiversität dar.

Es gibt aber auch Fälle, in denen Klimaschutz und Biodiversitätsförderung im Kontext von Wiedervernässung zu Zielkonflikten führen können. Dies kann z. B. auftreten, wenn (stark) degradierte Moore als Sekundärhabitats von nicht-moortypischen Arten, die in der umliegenden Landschaft aus unterschiedlichen Gründen keinen Lebensraum mehr finden, angenommen wurden oder wenn in derzeitig artenreichen Feuchtwiesen der Wasserstand angehoben wird. Eine Wiederherstellung naturnaher Wasserstände kann in diesen Fällen den Verpflichtungen zum Arten- und Biotopschutz entgegenstehen. Langfristig sind diese trockenen, frischen oder feuchten Sekundärstandorte auf Moorboden jedoch nicht haltbar, weil durch den permanenten Torfverlust eine unter Umständen schleichende natürliche Wiedervernässung stattfindet. Diese Wiedervernässung ließe sich nur aktiv verhindern, indem Entwässerungsgräben vertieft und Entwässerungsinfrastruktur verstärkt ausgebaut würden, was sich aus Gründen des Ressourcen- und Klimaschutzes verbietet. Das Problem der fehlenden Primärhabitats der auf entwässerte Moore ausgewichenen Biozönosen muss also außerhalb der Moorflächenkulisse gelöst werden. Die übergeordneten Natur- und Umweltschutzziele insgesamt können erreicht werden, wenn der notwendige Arten-, Biotop- und Habitatschutz zusammen mit dem mittel- bis langfristig wirksamen und sinnvollen Klima- und Biodiversitätsschutz gedacht und umgesetzt wird. Eine Lösung kann das mosaikartige Nebeneinander nasser und trockenerer Standorte in einer heterogenen Landschaft sein. In der Flächenkulisse werden die naturschutzfachlich wertvollen Ausprägungen trockener, frischer und feuchter Standorte durch ausschließliche Betrachtung gegenwärtig landwirtschaftlich genutzter Flächen und den Einbezug des naturschutzrechtlich relevanten Schutzstatus berücksichtigt. Dadurch wird der Konflikt zwischen nasser Nutzung und dem Erhalt naturschutzfachlich wichtiger trockener bis feuchter Standorte weitgehend ausgeschlossen.

In der klimaschonenden und biodiversitätsfördernden Bewirtschaftung von Niedermooren und den mit ihnen vergesellschafteten organischen Böden können in Bezug auf die Klimawirkung

torferhaltende und schwach torfzehrende **Bewirtschaftungsverfahren** unterschieden werden. Mit torferhaltenden Verfahren (mittlere Grundwasserstände im Sommer in der Regel nicht tiefer als 10 cm unter Flur) können die größten Effekte für den Klima- und moorspezifischen Biodiversitätsschutz erreicht werden. Schwach torfzehrende Verfahren (mittlere Grundwasserstände im Sommer nicht tiefer als 45 cm unter Flur) sind geeignet für Flächen, in denen der Wasserstand nicht höher angehoben werden kann oder soll sowie als Übergangsverfahren innerhalb einer Strategie der schrittweisen Anpassung der Landwirtschaft an nasse Nutzungsverfahren. Noch tiefere sommerliche Grundwasserstände sind nicht erstrebenswert und führen weiterhin zum gravierenden Verlust an Torf und zur Freisetzung höchster Mengen an THG.

Die torferhaltenden und schwach torfzehrenden Bewirtschaftungsverfahren lassen sich in Nasswiesen/-weiden und Anbaukulturen unterscheiden. Nasswiesen/-weiden begründen sich selbst, Anbaukulturen müssen gepflanzt oder gesät werden. Beide Bewirtschaftungen haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Biodiversität und sind durch Maßnahmen bzgl. der Biodiversität optimierbar.

Nassweiden mit Nutztierarten, die an hohe Wasserstände angepasst sind (Wasserbüffel, Rotwild, Gänse, Pferde, ggf. Rinder in Teilweidesystemen) sind besonders für heterogene Standorte geeignet. Die Palette der Nutztierarten für schwach torfzehrende Verfahren ist größer als bisher bekannt. Für eine Holznutzung unter nassen Bedingungen ist die Erle die optimal nutzbare Baumart.

Forschungsbedarf: Es sind weitere Untersuchungen und Praxiserprobungen zu den unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren notwendig. Bei den Nutztieren sollte das Potential verschiedener Arten und Rassen für die torferhaltende Nutzung weiter untersucht werden. Zu den Anbaukulturen wird noch größerer Forschungsbedarf gesehen. Hier sind weitere Praxiserprobungen und begleitende Forschung (v. a. bei Schilf, Rohrkolben, Seggen, Rohrglanzgras und ggf. weiteren Anbaugräsern) notwendig. Sowohl bei Nutztieren als auch bei Anbaukulturen und Nasswiesen müssen außerdem die Wertschöpfungsketten weiterentwickelt werden. Insbesondere Kaskadennutzungen (stofflich vor energetisch) sind dabei vielversprechend. Für diese Verfahren sind zudem die ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Flächenkulissen für Paludikultur müssen unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten und in erster Linie für die land- und forstwirtschaftlich genutzten Moorflächen erstellt werden. Eine Vereinheitlichung der Methodik für eine Auswahl der Flächenkulissen in den verschiedenen Bundesländern ist aufgrund der Unterschiede in Datenverfügbarkeit und naturschutzfachlichen Einschränkungen für die Landnutzung kaum möglich. Die Auswirkungen des Grünlandumbruchverbotes auf die Anlage von Anbaukulturen sind derzeit unzureichend geklärt. Dies ist insbesondere deswegen wichtig, weil in allen moorreichen Bundesländern der überwiegende Anteil der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden als Grünland genutzt wird, und der Anbau von Schilf wirtschaftlich besonders vielversprechend ist.

Forschungsbedarf: Einer der wichtigsten Faktoren für jede Form der torferhaltenden und schwach torfzehrenden Bewirtschaftung ist die Wasserverfügbarkeit. Diese kann auf der groben Maßstabsebene ganzer Bundesländer nicht betrachtet werden und muss stattdessen einzugsgebietsweise einbezogen werden. Dabei sind auch die Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen.

Bei Betrachtung der **Treibhausgasemissionen** zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Wasserständen. Um minimale THG-Emissionen von bewirtschafteten Niedermoorflächen zu erreichen, sollten nach aktuellem Forschungsstand möglichst hohe, torferhaltende Wasserstände eingestellt werden. Auch bei Einbeziehung von Methan ist das Global Warming Potential nach momentanem Kenntnisstand umso niedriger, je nasser die Verfahren sind. Innerhalb der betrachteten Bewirtschaftungsverfahren bedeutet deshalb ein höherer Wasserstand immer niedrigere Emissionen im Vergleich zu einem niedrigeren Wasserstand. Aus Klimaschutzsicht bietet sich also eine Reihung der Verfahren nach Wasserstand an. Am besten ist dabei Schilf bei Wasserständen über Flur mit möglicher Klimaneutralität geeignet. Ebenfalls als gut zu bewerten sind Großseggen unter nassen Bedingungen und Rohrkolben. Unter sehr feuchten Bedingungen ohne Überstau sind Rohrglanzgras, Großseggen und die tiergebundenen Verfahren dieser Standorte geeignet, mit etwas schlechterer Standortbilanz als bei Schilf, Großseggen und Rohrkolben nasser Standorte. Feuchtgrünland und andere Bewirtschaftungsverfahren feuchter Standorte sind schwach torfzehrend und sollten deshalb nur als Übergangslösung oder bei fehlender Vernässbarkeit in Betracht gezogen werden.

Bei Umstellung auf nassere Verfahren ergibt sich nach aktuellem Forschungsstand ein hohes Treibhausgas-Einsparpotential. Für die drei Bundesländer wurde mit dem GEST-Ansatz jeweils beispielhaft ein Szenario aufgezeigt, mit dem sich die entwässerungsbasierten Treibhausgasemissionen bis 2030 deutlich senken lassen. Eine rasche Umsetzung nasser Bewirtschaftung ist dafür notwendig.

Forschungsbedarf: Es ist langfristige Begleitforschung zu Emissionen bei Wiedervernässung, Etablierung und zu den Effekten einer dauerhaften Bewirtschaftung notwendig. Dabei sollten nicht nur Moore, sondern auch andere organische Böden einbezogen werden. Zur eindeutigen Festlegung torfzehrender, torferhaltender und torfbildender Wasserstände und Vegetationszusammensetzungen ist weitere Forschung nötig. Für Standorte mit Gehölzen fehlen insgesamt belastbare Daten.

In Bezug auf die **Biodiversität** zeigt die vertiefte Analyse der Effekte von Wiedervernässung und anschließender Bewirtschaftung, dass von einer deutlichen Verbesserung im Vergleich zum Ist-Zustand (tiefentwässerte, intensiv genutzte Niedermoore) ausgegangen werden kann. Wiedervernässung fördert die Ansiedlung niedermoortypischer Tier- und Pflanzenarten. Bewirtschaftung fördert licht- und wärmeliebende Arten, hemmt jedoch Arten die auf eine Streuschicht angewiesen sind (Saprophagen und schattenliebende Arten).

In Bezug auf die Biodiversität bestehen Handlungsoptionen zur Optimierung der konkreten Ausführung der einzelnen Bewirtschaftungsverfahren z. B. durch angepasste Nutzungszeiträume oder die Einrichtung von Rotationsbrachen. Biodiversitätsfördernde Maßnahmen können von vornherein negative Effekte abmildern bzw. die positiven verstärken. Eine gute fachliche Praxis und Agrar-Umwelt-Klimamaßnahmen auf Mooren sollten biodiversitätsfördernde Maßnahmen zur Milderung hemmender und Verstärkung fördernder Effekte umfassen.

Forschungsbedarf: Begleitforschung ist insbesondere zu Vorher-Nachher-Vergleichen und zu den langfristigen Effekten der Bewirtschaftung notwendig. Dies sollte durch Forschungsprojekte abgedeckt werden und kann anhand von ausgewählten Artengruppen geschehen. In Umsetzungsprojekten sollte eine minimale Erfolgskontrolle bestehend aus einem Monitoring der Wasserstände und der Vegetationsentwicklung stattfinden.

Die **Wirtschaftlichkeit** feuchter und nasser Nutzungen ist stark von den lokalen Bedingungen

abhängig; eine Verallgemeinerung ist deshalb nur in begrenztem Umfang möglich. Momentan sind insbesondere Robustrassen aussichtsreich, die selbst im ungünstigsten Fall Gewinn versprechen. Feuchtwiesen, Gänse und Wasserbüffel können im Normalfall ebenfalls Gewinn erbringen. Bei den Anbaukulturen ist vor allem Schilf finanziell erfolgsversprechend, weil dafür bereits ein guter Markt besteht. Für dieses Bewirtschaftungsverfahren müssen jedoch, wie bei den anderen Anbaukulturen auch, die (förder-) rechtlichen Rahmenbedingungen noch angepasst werden.

8.2 Leitlinien für zukunftsfähige Niedermoorbewirtschaftung

Die Komplexität von Moorökosystemen muss verstanden und berücksichtigt werden.

Wiedervernässung, auch in Kombination mit anschließender nasser Nutzung, ist eine komplexe Maßnahme, durch die Moorböden wieder eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen erbringen könnten. Durch Entwässerung wurden naturnahe Moore von einer Stoffsenke in eine Stoffquelle umgewandelt. Wiedervernässung kann die natürliche Funktion einer Stoffsenke zumindest teilweise wiederherstellen. Eine anschließende nasse Nutzung ist möglich und kann erheblich zur Aushagerung des Moores und zur Nährstoffbindung in der Biomasse beitragen. Weitere Ökosystemdienstleistungen wiedervernässter Moore sind neben Grundwasserspeicherung, Hochwasserschutz und Biomasseproduktion auch die Förderung niedermoortypischer Lebensgemeinschaften. Ökosysteme auf Moorböden könnten sich so wieder zu Moorökosystemen entwickeln. Viele der Ökosystemdienstleistungen sind auch im Rahmen der Klimawandelanpassung notwendig, so z. B. Verdunstungskühlung und Frischluftschneisen, die Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts und der Küstenschutz. Eine produktive Nutzung steht dem Erbringen dieser Ökosystemdienstleistungen nicht entgegen. Je nach Standort stehen dafür verschiedene Bewirtschaftungsverfahren und entsprechende Produkte zur Verfügung.

Zwischen den Ökosystemdienstleistungen treten bei verschiedenen Landnutzungsoptionen nach Wiedervernässung (Wildnisgebiete, Nasswiesen/-weiden, Anbaukulturen) Synergien und Trade-offs auf. Diese können innerhalb einer Niederungslandschaft durch mosaikartig angeordnete Paludikulturen optimiert werden: Beispielsweise könnten intensiver bewirtschaftete nährstoffbedürftige Anbaukulturen in peripheren Bereichen extensiv bewirtschaftete oder naturnahe Kernbereiche gegenüber der (nährstoffreichen) Umgebung eines Moores abpuffern. Eine mosaikartige Anordnung verschiedener Paludikulturen könnte durch die Erhöhung der Habitatvielfalt auch mögliche Unterschiede zwischen dem Biodiversitätswert unterschiedlicher Bewirtschaftungsverfahren ausgleichen. Maßnahmen zur Förderung von einzelnen Arten oder Artengruppen sollten nur im gesetzlich geregelten Ausnahmefall Vorrang haben.

Nasse, torferhaltende Nutzungen sind aus Klimaschutzsicht sehr feuchten und feuchten, schwach torfzehrenden Nutzungen vorzuziehen. Diese stellen aber eine Verbesserung gegenüber trockenen, stark torfzehrenden Nutzungen auf Moorböden dar.

Nasse, torferhaltende Nutzungen bieten das größte Potential, Treibhausgasemissionen zu verringern. Sehr feuchte und feuchte Nutzungen (schwach torfzehrend, mit mittleren Grundwasserständen im Sommer nicht tiefer als 45 cm unter Flur) sollten nur dort stattfinden, wo (Teil-)Flächen nicht höher wiedervernässt werden können (hydrologisches/hydraulisches

Limit) oder zumindest kurz- und mittelfristig nicht höher wiedervernässt werden sollen (z. B. aus Gründen des Schutzes von Siedlungen oder aus Gründen des Naturschutzes). Sie stellen im Transformationspfad zur Einhaltung des Übereinkommens von Paris (s. Kap. 4) eine Übergangslösung dar, sind also Teil einer stufenweisen Anhebung der Wasserstände. Diese Zwischenstufe ist besser, als die derzeitigen Entwässerungstiefen beizubehalten. Dabei ist zu beachten, dass die Neuanlage von Infrastruktur die spätere weitere Anhebung der Wasserstände von schwach torfzehrend auf torferhaltend nicht unmöglich oder substantiell teurer machen sollte. Langfristig profitiert auch die Biodiversität vom Klimaschutz, da der Klimawandel als eine der Hauptgefahren für die Biodiversität angesehen wird.

Niedermoorspezifische Biodiversität profitiert von Wiedervernässung für Paludikultur, biodiversitätsfördernde Maßnahmen sollten in die Bewirtschaftungsverfahren integriert und entsprechend honoriert werden.

Wiedervernässung und nasse Niedermoornutzung leistet einen wichtigen Beitrag zum Schutz der sehr gefährdeten niedermoorspezifischen (autochthonen) Biodiversität. Sie stellt eine deutliche Verbesserung zum derzeitigen Ist-Zustand der tiefentwässerten, intensiv genutzten Niedermoore dar. Dies zeigen die Analysen von bestehenden Demonstrationsflächen und wird von Art-Experten für weitere Umsetzungsflächen vermutet. Positive Effekte können insbesondere durch eine mosaikartige Bewirtschaftung und zusätzliche biodiversitätsfördernde Maßnahmen verstärkt werden. Dies gilt analog für sehr feuchte und feuchte Nutzung mit niedermoor- und feuchtgebietstypischer Biodiversität.

Ein breites Spektrum an biodiversitätsfördernden Maßnahmen wie z. B. Brachen (fest und rotierend) und angepasste Nutzungszeitpunkte sollten in die Bewirtschaftungsverfahren von vorneherein integriert und entsprechend honoriert werden. Ziel dieser Maßnahmen sollte die Förderung niedermoortypischer Arten und hochspezialisierter Lebensgemeinschaften sein. Die Mahd wirkt auf zahlreiche Tier- und Pflanzenarten der niedermoortypischen Lebensgemeinschaften durch den direkten physischen Einfluss hemmend. Durch den Einsatz von biodiversitätsschonender Mahdtechnik (oszillierende statt rotierende Mähwerke, Hochschnitt) kann dies abgemildert werden.

Eine zukunftsfähige nasse Niedermoorbewirtschaftung kann nur zeitnah in die Fläche gebracht werden, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend verändert werden. Dies umfasst ein breites Spektrum von Maßnahmen (Abel et al. 2019), die einen großen Effekt für den Klima- und Biodiversitätsschutz auf nur einem kleinen Anteil der landwirtschaftlichen Flächen erbringen können. Sowohl die Anpassung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU hinsichtlich der Förderfähigkeit und der Schaffung von finanziellen Anreizen für Paludikultur als auch nationale und Länder-Anpassungen insbesondere bezüglich der Anlage von Paludikulturen auf Grünland, zur Nutzung von Wiedervernässungen zur Kompensation von Eingriffen und zum Umgang mit dem Auftreten gesetzlich geschützter Arten/Biotoptypen nach Wiedervernässung sind wesentliche Maßnahmen (Czybulka & Kölsch 2016, Abel et al. 2019).

9 Zusammenfassung

In Deutschland nehmen organische Böden, d. h. Moore und mit ihnen vergesellschaftete kohlenstoffreiche Böden, eine Fläche von 18.250 km² ein. Der Großteil (>90 %) ist entwässert und wird vor allem land- und forstwirtschaftlich genutzt. Der Anteil landwirtschaftlich genutzter organischer Böden liegt bei etwa 80 %; durch die Entwässerung und "trockene" bzw. "feuchte" Nutzung entstehen Treibhausgasemissionen von ca. 40 Mio. t CO₂-Äquivalenten. Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen Entwässerungstiefe und Treibhausgas-Emissionen: Bis zu einer Tiefe von 1 m steigen pro 10 cm Entwässerung die Emissionen durchschnittlich um etwa 5 t CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr. Eine entwässerungsbasierte Landwirtschaft auf Moor ist daher insbesondere aus Klimaschutzgründen nicht nachhaltig und auch für die Biodiversität etwa durch Lebensraumverlust und intensive Nutzung meist direkt nachteilig.

Um die Ziele des Übereinkommens von Paris zu erreichen und die menschengemachten CO₂-Emissionen auf Null zu senken, müssen alle entwässerten Moore in Deutschland wiedervernässt werden. Für Landwirtschaftsbetriebe auf entwässerten Moorböden muss es daher Bewirtschaftungsalternativen geben. Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft auf nassen Moorböden wird als Paludikultur bezeichnet. Paludikulturen umfassen verschiedene Nutzungsverfahren bei gleichzeitigem Torferhalt bzw. Torfneubildung.

Bei der zukünftig zu erwartenden Umsetzung von Paludikultur in Deutschland sollten die Belange des Biodiversitätsschutzes bereits von vornherein mitbedacht werden. Durch eine naturschutzfachliche Flankierung der Ausführung können Nutzung und Biodiversitätsförderung in vorbildhafter Weise verknüpft werden. Im F+E-Vorhaben „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden (KLIBB)“ (2018–2019) wurden daher fachliche Grundlagen zur Beurteilung und Optimierung des Potenzials angepasster Bewirtschaftungsformen im Hinblick auf den Klima- und Biodiversitätsschutz zusammengetragen sowie die damit verbundenen naturschutzfachlichen Gestaltungsmöglichkeiten und deren Wirtschaftlichkeit untersucht. Das Projekt liefert somit weitere Grundlagen, um mit klimaschonenden Bewirtschaftungsverfahren auf Niedermooren möglichst viele Synergien mit dem Biodiversitätsschutz zu erreichen.

Bewirtschaftungsverfahren

Im Projekt wurden verschiedene Bewirtschaftungsverfahren nasser und feuchter Standorte umfassend analysiert. Dabei wurden Schilf-, Rohrkolben-, Rohrglanzgrasröhrichte, Seggenriede und Feuchtgrünland in Mahdnutzung, Wasserbüffel, Rotwild, Pferde, Robustrinder, Gänse und Schafe in Beweidungsverfahren und Erlen- und Weidennutzung sowie Gewürz- und Arzneipflanzen als sonstige Bewirtschaftungsoptionen betrachtet.

Der Anbau von Schilf wird als Verfahren mit dem höchsten Potential in Bezug auf Klimaschutz und Wertschöpfung angesehen. Für die Produkte (z. B. Dachreet, Isoliermaterial) besteht bereits ein Markt, der derzeit noch stark durch Importrohstoffe gedeckt wird. Rohrkolben kann für die Herstellung von Dämmmaterial oder auch als Futter genutzt werden. Sowohl Schilf als auch Rohrkolben erfahren aktuell jedoch noch keine finanzielle Förderung über die Gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP). Zur Umsetzung dieser klimaschonenden, „nassen“ Niedermoornutzungsverfahren fehlen nach wie vor die erforderlichen Anpassungen des Förderrahmens. Dieser hat entscheidenden Einfluss darauf, wie landwirtschaftliche Flächen genutzt werden. Die GAP wäre geeignet, um einen Paradigmenwechsel der Moornutzung in der EU einzuleiten und durch ihre (Ko-)Finanzierung auch umzusetzen.

Die in Zukunft größte Flächenrelevanz dürften Nasswiesen und -weiden besitzen, deren Vegetation sich nach Wiedervernässung spontan je nach Standortgegebenheiten etabliert. Beide Bewirtschaftungsverfahren sind praxiserprobt. Neuartig ist die thermische Verwertung durch Verfeuerung, Vergasung oder Vergärung der Biomasse.

Bei den nassen Anbauverfahren (Schilf, Rohrkolben, Seggen und Rohrglanzgras und ggf. weitere Anbaugräser) sind weitere Praxiserprobungen und begleitende Forschungsaktivitäten nötig. Die Anforderungen an die Etablierung des Pflanzenbestandes, an das Wasser- und Nährstoffmanagement, an Ernte und Bergung der Biomasse sowie an die Verwertung sind deutlich herausfordernder im Vergleich zu Verfahren mit niedrigeren Wasserständen.

Flächenkulisse

Zur Ermittlung von potentiellen Flächenkulissen für eine nasse Bewirtschaftung von Niedermooren wurde in KLIBB aufbauend auf Arbeiten aus Mecklenburg-Vorpommern ein Kriterienset erarbeitet. Dieses umfasst die Kriterien „bodensystematische Einheiten“, „derzeitige Landnutzung“ und „naturschutzfachlicher Flächenstatus“. Diese wurde mit Vertreterinnen und Vertretern der Bundesländer Schleswig-Holstein, Brandenburg und Baden-Württemberg diskutiert, modifiziert und angewendet. Die vorgelegten Ergebnisse stellen potentielle Flächenkulissen für eine nasse Bewirtschaftung von Niedermooren und den mit ihnen vergesellschafteten organischen Böden für die drei Bundesländer dar. Demnach stehen in Schleswig-Holstein 72.334 ha, in Brandenburg 52.795 ha und in Baden-Württemberg 5.123 ha potentiell uneingeschränkt ohne naturschutzfachliche Auflagen für die nasse Niedermoorbewirtschaftung zur Verfügung. Darüber hinaus sind nach einer naturschutzfachlichen Einzelfallprüfung in Schleswig-Holstein 12.675 ha, in Brandenburg 132.896 ha und in Baden-Württemberg 24.382 ha für die nasse Bewirtschaftung geeignet.

Die Gegenüberstellung der Flächenkulissen macht deutlich, dass trotz des gleichen Sets an Kriterien die Verteilung der für eine nasse Bewirtschaftung als potentiell geeignet, bedingt geeignet und ungeeignet angesehenen Flächen je nach lokalen Gegebenheiten, regionalen naturschutzfachlichen Restriktionen sowie Bewertungen und Datenverfügbarkeit sehr unterschiedlich ausfallen kann. Insbesondere die Bewertung von Anbau-Paludikulturen, deren Einrichtung mit Umbruch verbunden sein kann und die nach Etablierung als Dauerkulturen geführt werden können, erfolgt in den Bundesländern unterschiedlich. Dazu besteht rechtlicher Klärungsbedarf.

Treibhausgase

In KLIBB wurden für die jeweiligen Wasserstände der Bewirtschaftungsverfahren typische Standortemissionen nach dem GEST-Ansatz ermittelt. Insgesamt zeigt sich, dass Verfahren mit höheren Wasserständen zwar mehr CH₄ ausstoßen, dafür aber deutlich weniger CO₂ emittieren. Bei Betrachtung der Gesamtklimawirkung bedeuten deshalb höhere Wasserstände nach momentanem Kenntnisstand immer eine bessere Klimabilanz. Die Wasserstufe 5+ (Wasserstände auch im Sommer nicht tiefer als 10 cm unter Flur) ist in der Regel das Minimum einer torferhaltenden Nutzung. Nur unter nassen Bedingungen ist eine torferhaltende und damit effektiv klimaschonende Bewirtschaftung von Niedermooren möglich. Auf allen Standorten, auf denen kein maximaler Wasserstand erreicht werden kann, sollten trotzdem die höchstmöglichen Wasserstände angestrebt werden. Damit einher geht eine Verminderung

von Torfzehrung, Höhenverlust sowie Treibhausgasemissionen.

Unsicherheiten bestehen noch bezüglich der Emissionen während der Wiedervernässungs- und Etablierungsphase und bei langfristiger Nutzung. In zukünftigen Umsetzungsprojekten sollten dazu Langzeituntersuchungen stattfinden.

Auf Ebene der Bundesländer besteht ein großes Potential zur Einsparung von THG-Emissionen aus entwässerten Mooren. Der genaue Emissionsminderungspfad kann unterschiedlich verlaufen, beinhaltet jedoch für alle Flächen eine deutliche Erhöhung der Wasserstände. Wesentliche Schritte auf dem Emissionsminderungspfad - z.B. das Ende von entwässerungsbasierter Ackernutzung auf Moor - müssen bis spätestens 2030 geschehen, um das Pariser Klimaschutzabkommen einzuhalten.

Biodiversität

Eine Wiedervernässung und nasse Niedermoorbewirtschaftung kann neben einem Beitrag zum Klimaschutz auch einen effektiven Beitrag zum Biodiversitätsschutz leisten. Die Wiedervernässung führt zu einer Ansiedlung niedermoortypischer Tier- und Pflanzenarten; darunter auch seltene und gefährdete Arten. Bei Überstau können jedoch auch niedermoortypische Käfer- und Heuschreckenarten beeinträchtigt werden. Zielkonflikte zwischen Klima- und Biodiversitätsschutz können dort entstehen, wo sich zwischenzeitlich auf entwässerten Moorstandorten seltene Trockenlebensräume etabliert haben, die bei Wiedervernässung beeinträchtigt würden, oder wenn in derzeitig artenreichen Feuchtwiesen der Wasserstand angehoben werden würde. Auf gegenwärtig tiefentwässerten landwirtschaftlich genutzten Flächen außerhalb strikter Schutzkategorien überwiegt insgesamt der potentielle Mehrwert der Paludikultur für die Förderung niedermoortypischer Biodiversität.

Durch die nach Wiedervernässung anschließende Bewirtschaftung mit Mahd oder Beweidung können Habitate neu geschaffen bzw. in einer geeigneten Qualität erhalten werden. Von der Bewirtschaftung nasser Niedermoorstandorte profitieren vor allem thermo- und heliophile Arten sowie Offenlandarten. Darüber hinaus fördert die Bewirtschaftung Phytophagen, die sich von dem frischen Aufwuchs ernähren. In anderen Fällen muss die Bewirtschaftung (v. a. Mahd) als hemmender Eingriff in die Biozönose angesehen werden. Gehemmt werden Arten, die auf das Vorhandensein einer Streuschicht angewiesen sind. Hierzu zählen vor allem Saprophagen, denen die sich zersetzende Streu als Nahrungsgrundlage dient, aber auch schattenliebende Arten, die ohne eine Streuschicht nicht das von ihnen präferierte Mikroklima vorfinden. Des Weiteren wirkt sich die Bewirtschaftung negativ auf Arten aus, die auf eine ausgeprägte vertikale Habitatstruktur angewiesen sind.

Verschiedene biodiversitätsfördernde Maßnahmen wie der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel, die Anlage von Rotationsbrachen, die Verwendung von oszillierender Mahdtechnik und die Einhaltung angepasster Nutzungszeiträume können positive Effekte verstärken und hemmende abmildern.

Die Biodiversität wiedervernässter und anschließend genutzter Niedermoorflächen unterscheidet sich von der naturnahen Niedermoores. Die Entwässerung führte zu irreversiblen bodenphysikalischen und biochemischen Veränderungen der Torfe. Des Weiteren sind bei einigen ehemals charakteristischen Arten in Deutschland mögliche Quellpopulationen entweder stark rückläufig (z. B. Uferschnepfe) oder gar nicht mehr existent (z. B. Seggenrohrsänger), was die spontane Wiederbesiedlung deutlich erschwert oder äußerst

unwahrscheinlich erscheinen lässt. Daher sollte der Zustand vor Wiedervernässung, d. h. zumeist intensiv genutztes Grün- oder Ackerland, als Vergleich (Referenzszenario) herangezogen werden. Bei einer Wiedervernässung derartiger Nutzflächen kann von einer deutlichen Verbesserung des aktuellen entwässerten Zustands ausgegangen werden.

Zukünftig sollte verstärkt ein langfristiges Biodiversitäts-Monitoring auf Paludikultur-Demonstrationsflächen stattfinden, da vor allem für viele Wirbellosen-Taxa große Wissensdefizite im Hinblick auf die Auswirkungen einer Wiedervernässung und anschließenden nassen Bewirtschaftung bestehen. Diese Begleitforschung muss unbedingt auch den Zustand vor der Wiedervernässung dokumentieren, um so die Effekte auf die Biodiversität umfassend beurteilen zu können. Zur Beurteilung können beispielsweise Leitarten herangezogen werden.

Ökonomie

Zur Analyse der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Bewirtschaftungsverfahren auf nassen Niedermooren wurden Kosten und Erlöse aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Hierzu wurden einerseits Standard-Datensätze verwendet, andererseits auch spezielle Datenquellen und Literatur. Da die Schwankungsbreite einiger Kostenfaktoren entscheidend davon abhängt, welche Rahmenbedingungen gegeben sind, wurden für die Analyse jeweils ein ungünstiger, ein mittlerer und ein günstiger Fall angenommen. So konnte in verschiedenen Kostenszenarien die Spanne der möglichen Werte aufgezeigt werden.

Die Analyse zeigte, dass sowohl die Kosten als auch die Erlöse erheblich schwanken können, je nachdem, welche Rahmenbedingungen gegeben sind (z. B. Streuwiese: Bewirtschaftungskosten von 241 € bis 870 € ha⁻¹, Erlöse von 355 € bis 1.585 € ha⁻¹). Dementsprechend unterschiedlich schwanken die Gewinne (z. B. im Fall der Streuwiese -515 € bis 1.344 € ha⁻¹).

Bei vielen Bewirtschaftungsverfahren bestehen noch Datenlücken bzw. Forschungsbedarf zur Umsetzung mit Darstellung realer Kosten und Erlöse. Selbst bei Maßnahmen wie der Streuwiesenmahd, bei der eine Vielzahl von detaillierten Informationen für Arbeitskraftstunden bei den verschiedenen Mahdverfahren und Arbeitsschritten vorhanden ist, fehlen noch Informationen dazu, welche Standortbedingungen und Biomasse-Erträge in der Praxis auf Moorstandorten am häufigsten angetroffen werden. Von diesen Standortbedingungen (Flächengröße, Bodenstabilität, Bodenunebenheiten, Häufigkeit von Hindernissen, Entfernung zum Betrieb) in Kombination mit den Biomasse-Erträgen (Aufwuchs und Trockenmasse-Gehalt) hängen wiederum die verwendbaren Maschinen, der Arbeitskraftaufwand und die dadurch bedingten Kosten sowie die Erträge ab.

Durch die Anwendung biodiversitätsfördernder Maßnahmen entstehen häufig Mehrkosten. Diese müssen flächenspezifisch kalkuliert werden, was am besten modulhaft erfolgt. Je nachdem, welcher Mehraufwand betrieben wurde, ist eine flexible Anpassung bzw. Ausgestaltung der Förderungen sinnvoll. Für einige naturschutzfachliche Maßnahmen (z. B. Einsatz spezieller Geräte) bzw. für bestimmte Bedingungen, die einen deutlich höheren Kostenaufwand erzeugen (z. B. kleinere Fläche), gibt es in den Förderprogrammen einiger Bundesländer bereits zusätzliche Ausgleichszahlungen bzw. differenzierte Ausgleichsmaßnahmen.

Danksagung

Wir danken dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) für die finanzielle Förderung (FKZ: 3518 810500) sowie Stefanie Heinze und Dr. Karin Ullrich (beide BfN) für die umfassende Betreuung des Projektes „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden (KLIBB)“.

Zudem danken wir den Fachbehörden in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Brandenburg und Baden-Württemberg für die Bereitschaft, an der Erstellung der Flächenkulissen teilzunehmen und die dafür notwendigen Daten zur Verfügung zu stellen. Für die Unterstützung bei der Bearbeitung danken wir hier insbesondere Heike Garbe (LfU), Rita Jensen (LLUR) und Juliane Trinogga (LUBW) sowie Dr. Lukas Landgraf (LfU), Kathleen Langner (LLUR), Bas Spanjers und Dr. Frank Zimmermann (beide LfU).

Darüber hinaus möchten wir allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe (PAG) sowie des Fach-Workshops danken, die durch kritische und konstruktive Diskussionen das Projekt vorangetrieben haben: Dr. Jochen Bellebaum, Dr. Colja Beyer, Oliver Brauner, Dr. Bettina Burkart-Aicher, Dr. Olaf von Drachenfels, Dr. Martin Flade, Heike Garbe, Dr. Jörg Gelbrecht, Felix Grützmaker, Stefanie Heinze, Dr. Ulf Hauke, Rita Jensen, Dr. Hartmut Kretschmer, Udo List, Thomas Lüdicke, Dr. Rüdiger Mauersberger, Dr. Rainer Oppermann, Siegfried Petrick, Prof. Dr. Markus Röhl, Christoph Rückriem, Bernd-Ulrich Rudolph, Prof. Dr. Joachim Schrautzer, Juliane Trinogga, Dr. Karin Ullrich, Kees Vegelin, Dr. Wendelin Wichtmann und Gerd Woithe.

Wir danken allen Landwirtinnen und Landwirten, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und Kolleginnen und Kollegen, die während der Recherchearbeit Fragen beantwortet, Literatur und Fotos zur Verfügung gestellt und geholfen haben; insbesondere Susanne Abel, Dr. Axel Behrendt, Christin Dammann, Angelika Elsner, Dr. Holger Fell, Dr. Jeroen Geurts, Dr. Andreas Herrmann, Eva Kath, Dr. Christian Klingenfuß, Dr. Andreas Lengerer, Dr. Rüdiger Mauersberger, Sebastian Petri, Fabian Petrick, Siegfried Petrick, Felix Reichelt, Paul Schulze, Aldert van Weeren, Franz Wenzl und Sabine Wichmann.

Literaturverzeichnis

- Abel, S. (2016) Nahrungsmittel und Medizinalpflanzen aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 38-39. Stuttgart: Schweizerbart.
- Abel, S., Barthelmes, A., Gaudig, G., Joosten, H., Nordt, A. & Peters, J. (2019) Klimaschutz auf Moorböden - Lösungsansätze und Best-Practice-Beispiele. 84 S. Greifswald: Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 03/2019 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X).
- Abel, S., Caspers, G., Gall, B., Gaudig, G., Heinze, S., Höper, H., Joosten, H., Landgraf, L., Lange, G., Luthardt, V., Meissner, J.K., Osterburg, B., Padeken, K., Philipp, H.-R., Schröder, C., Strassburger, T., Tiemeyer, B., Trepel, M., van Leerdam, A., Wichmann, S., Wichtmann, W., Wollesen, S. & Zeitz, J. (2016) Diskussionspapier zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Moorbodennutzung. Telma Bd. 46: 155–174.
- Abraham, R. & Paulig, K. (1998) Stelzenläufer und Weißbartseeschwalbe - zwei neue Brutvogelarten in Mecklenburg-Vorpommern. Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern 40: 20–31.
- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung. 438 S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Adler, P., Raff, D. & Lauenroth, W. (2001) The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128(4): 465–479.
- AG Herdenschutz Hunde e.V. – IFAW – LUGV Brandenburg (Hrsg.) (o.J.) Leitfaden Herdenschutz Hunde.
https://lfu.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/herdenschutz_hunde.pdf.
Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Alabsi, E., Schönfeld-Bockholt, R., Dittmann, L. & Müller, J. (2010) Wirkung der Nutzung von Niedermoor-Grünland auf Vegetation und Ertrag. Telma Band 40: 167–182.
- Allen, M. R., Fuglestad, J. S., Shine, K. P., Reisinger, A., Pierrehumbert, R. T. & Forster, P. M. (2016) New use of global warming potentials to compare cumulative and short-lived climate pollutants. *Nature Clim Change* 6: 773–776.
- Antoniazza, M., Clerc, C., Le Nédic, C., Sattler, T. & Lavanchy, G. (2018) Long-term effects of rotational wetland mowing on breeding birds: evidence from a 30-year experiment. *Biodiversity and Conservation* 27(3): 749–763.
- Arbeiter, S., Helmecke, A. & Bellebaum, J. (2017) Schutz des Wachtelkönigs im Unteren Odertal. In: Schutz von Seggenrohrsänger, Wachtelkönig und Brenndoldenwiesen am Beispiel des Unteren Odertals. Ergebnisse des Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E + E) „Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensräumen des global bedrohten Seggenrohrsängers durch neue Wege im Management von Feuchtgrünland am Beispiel des Nationalparks Unteres Odertal“ des Bundesamtes für Naturschutz (hrsg. von J. Bellebaum & F. Tanneberger). Naturschutz und biologische Vielfalt, Heft 161, S. 53–79. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Arny, A., Hodgson R. & Nesom, G. (1929) Reed Canary Grass for meadows and pastures. *Minnesota Bulletin* 263: 1–27.
- Asaeda, T., Nam, L. N., Hietz, P., Tanaka, N. & Karunaratne, S. (2002) Seasonal fluctuations in live and dead biomass of *Phragmites australis* as described by a growth and decomposition model: implications of duration of aerobic conditions for litter mineralization and sedimentation. *Aquatic Botany* 73: 223–239.

- Asaeda, T., Rajapakse, L., Manatunge, J. & Sahara, N. (2006) The Effect of Summer Harvesting of *Phragmites australis* on Growth Characteristics and Rhizome Resource Storage. *Hydrobiologia* 553 (1): 327–335.
- Askaer, L., Elberling, B., Friberg, T., Jørgensen, C. J. & Hansen, B. U. (2011) Plant-mediated CH₄ transport and C gas dynamics quantified in-situ in a *Phalaris arundinacea*-dominant wetland. *Plant and Soil* 343(1-2): 287–301.
- Audet, J., Johansen, J. R., Andersen, P. M., Baattrup-Pedersen, A., Brask-Jensen, K. M., Elsgaard, L., Kjaergaard, C., Larsen, S. E. & Hoffmann, C. C. (2013) Methane emissions in Danish riparian wetlands: Ecosystem comparison and pursuit of vegetation indexes as predictive tools. *Ecological Indicators* 34: 548–559.
- Augustin, J. (2001) Emission, Aufnahme und Klimarelevanz von Spurengasen. In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 28–37. Stuttgart: Schweitzerbart.
- Augustin, J. (2003) Gaseous emissions from constructed wetlands and (re)flooded meadows. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 94: 3–8.
- Augustin, J. & Chojnicki, B. (2008) Austausch von klimarelevanten Spurengasen, Klimawirkung und Kohlenstoffdynamik in den ersten Jahren nach der Wiedervernässung von degradiertem Niedermoorgrünland. In: *Phosphor- und Kohlenstoff-Dynamik und Vegetationsentwicklung in wiedervernässten Mooren des Peenetales in Mecklenburg-Vorpommern: Status, Steuergrößen und Handlungsmöglichkeiten* (hrsg. von J. Gelbrecht, D. Zak & J. Augustin). *Berichte des IGB, Band 26*, S. 50–67. Berlin: IGB.
- Augustin, J. & Merbach, W. (1998) Greenhouse gas emissions from fen mires in Northern Germany: quantification and regulation. In: *Beiträge aus der Hallenser Pflanzenernährungsforschung* (hrsg. von W. Merbach & L. Wittenmayer), S. 97–110. Halle: o. V.
- Augustin, J., Merbach, W., Käding, H., Schmidt, W. & Schalitz, G. (1996) Lachgas- und Methanemission aus degradierten Niedermoorstandorten Nordostdeutschlands unter dem Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftung. In: *Von den Ressourcen zum Recycling* (hrsg. von Alfred-Wegener-Stiftung), S. 131–139. Berlin: Ernst & Sohn.
- Ausden, M. (2010) *Habitat management for conservation. A handbook of techniques. Techniques in ecology and conservation series.* 411 S. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Ausden, M., Hall, M., Pearson, P. & Strudwick, T. (2005) The effects of cattle grazing on tall-herb fen vegetation and molluscs. *Biological Conservation* 122(2): 317–326.
- Ausden, M. & Hirons, G.J.M. (2002) Grassland nature reserves for breeding wading birds in England and the implications for the ESA agri-environment scheme. *Biological Conservation* 106(2): 279–291.
- Ausden, M., Sutherland, W. J. & James, R. (2001) The effects of flooding lowland wet grassland on soil macroinvertebrate prey of breeding wading birds. *Journal of Applied Ecology* 38(2): 320–338.
- Baack, I. (2016) *Giftpflanzen auf Wiesen und Weiden.* 9 S. Frankfurt (Oder): Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung.
- Bakker, E. S. & Olff, H. (2003) Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grasslands. *Journal of Vegetation Science* 14(4): 465–474.
- Bakker, J. P., Elzinga, J. A. & de Vries, Y. (2002) Effects of long-term cutting in a grassland system: perspectives for restoration of plant communities on nutrient-poor soils. *Applied Vegetation Science* 5(1): 107–120.

- Bakker, J. P., Poschlod, P., Strykstra, R. J., Bekker, R. M. & Thompson, K. (1996) Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandica* 45(4): 461–490.
- Baranyai, B. (2016) Box 3.8: Anbau von Rundblättrigem Sonnentau (*Drosera rotundifolia* L.). In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 39. Stuttgart: Schweizerbart.
- Barbraud, C., Lepley, M., Mathevet, R. & Mauchamp, A. (2002) Reedbed selection and colony size of breeding Purple Herons *Ardea purpurea* in southern France. *Ibis* 144(2): 227–235.
- Barbraud, C. & Mathevet, R. (2000) Is commercial reed harvesting compatible with breeding purple herons *Ardea purpurea* in the Camargue, southern France? *Environmental Conservation* 27(4): 334–340.
- Barndt, D. (2014) Weitere Gliederfüßergruppen der nährstoffärmeren Moore: Käfer, Zikaden, Wanzen, Webspinnen, Pseudoskorpione, Doppelfüßler. In: *Moore in Brandenburg und Berlin* (hrsg. von V. Luthardt & J. Zeitz), S. 86–92. Rangsdorf: Natur+Text.
- Barthelmes, A. (2009) Vegetation dynamics and carbon sequestration of Holocene alder (*Alnus glutinosa*) carrs in NE Germany. Dissertation. Greifswald: Universität Greifswald.
- Bauer, H.-G., Bezzel, E. & Fiedler, W. (Hrsg.) (2012) *Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Ein umfassendes Handbuch zu Biologie, Gefährdung und Schutz.* Wiebelsheim: AULA-Verlag.
- Bauer, K. & Grabner, R. (2012) *Mutterkuhhaltung.* 192 S. Graz: Leopold Stocker Verlag.
- Beetz, S., Liebersbach, H., Glatzel, S., Jurasinski, G., Buczko, U. & Höper, H. (2013) Effects of land use intensity on the full greenhouse gas balance in an Atlantic peat bog. *Biogeosciences* 10(2): 1067–1082.
- Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) (2019) Vom Acker bis zum Teller – Rindfleisch: Erzeugung. <https://www.bzfe.de/inhalt/rindfleisch-erzeugung-456.html>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Behrendt, A., Schalitz, G. & Warncke, D. (2000) Raum-zeitliche Nährstoffdynamik auf extensiv genutzten Niedermoorweiden. In: *Verhalten von Rindern und Schafen auf großräumigen Niedermoorweiden und Ableitungen für das Weidemanagement* (hrsg. vom Deutschen Grünlandverband e.V.), S. 33–45. Berlin: Deutscher Grünlandverband e.V.
- Behrendt, A., Fischer, A., Kaiser, T., Eulenstein, F., Ortmann, S., Berger, A. & Mueller, L. (2014) Multi-Species Grazing on Deer Farms. In: *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia* (hrsg. von L. Mueller, A. Saparov & G. Lischeid), S. 491–501. Basel: Springer International Publishing.
- Beintema, A., Moedt, O. & Ellinger, D. (1995) *Ecologische atlas van de Nederlandse weidevogels.* Haarlem: Schuyt & Co.
- Beintema, A. J. & Müskens, G. J. D. M. (1987) Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology* 24(3): 743–758.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller W. & Courchamp F. (2012) Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters* 15(4): 365–377.
- Bellebaum, J. (1996) *Die Brutvogelgemeinschaften westfälischer Kulturlandschaften. Ornithologische Grundlagen für das Landschafts-Monitoring.* Ruppichterorth: NIBUK.
- Bellebaum, J. & Bock, C. (2009) Influence of ground predators and water levels on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding success in two continental wetlands. *Journal of Ornithology*

150(1): 221–230.

- Bellebaum, J. & Tanneberger, F. (Hrsg.) (2017) Schutz von Seggenrohrsänger, Wachtelkönig und Brenndoldenwiesen am Beispiel des Unteren Odertals. Ergebnisse des Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E + E) „Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensräumen des global bedrohten Seggenrohrsängers durch neue Wege im Management von Feuchtgrünland am Beispiel des Nationalparks Unteres Odertal“ des Bundesamtes für Naturschutz. Naturschutz und biologische Vielfalt, Heft 161. 132 S. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Benton, T. G., Vickery, J. A. & Wilson, J. D. (2003) Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology & Evolution 18(4): 182–188.
- Berg, M., Joyce, C. & Burnside, N. (2012) Differential responses of abandoned wet grassland plant communities to reinstated cutting management. Hydrobiologia 692(1): 83–97.
- Beyer, C., Liebersbach, H. & Höper, H. (2015) Multiyear greenhouse gas flux measurements on a temperate fen soil used for cropland or grassland. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 178(1): 99–111.
- BfN (Hrsg.) (2018) Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. Naturschutz und biologische Vielfalt, 70(7). Münster: Landwirtschaftsverlag.
- Bhullar, G. S., Edwards, P. J. & Olde Venterink, H. (2014) Influence of different plant species on methane emissions from soil in a restored Swiss wetland. PloS one 9(2): e89588.
- Bieringer, G. (2008) Auswirkung der Beweidung auf die Heuschreckenfauna (Orthoptera) im Nationalpark Neusiedler See- Seewinkel. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Österreich 37: 145–153.
- Birr, F. & Strüber, V. (2016) Die Lehtseeniederung im Naturpark „Uckermärkische Seen“ – Stand der biotischen Besiedlung eines stark degradierten Niedermoores mit reaktiviertem perkolutiven Wasserregime 15 Jahre nach Wiedervernässung. Master-Arbeit. 201 S. Eberswalde: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.
- BLE (2017) ELER in Deutschland. Übersicht über die in den Programmen der Länder angebotenen Maßnahmen. <https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/service/publikationen/eler-leader/eler-massnahmensteckbriefe/>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Bleicher, M.-T. & Albrecht, H. (2019) "Ausdunkelung" - Eine Möglichkeit das Wasserkreuzkraut (*Senecio aquaticus*) zu reduzieren? Anliegen Natur 41(1), 2019: 172–174.
- Blom, C. W. P. M. (1999) Adaptations to Flooding Stress: From Plant Community to Molecule. Plant Biology 1: 261–273.
- Bockholt, R. & Buske, F. (1997) Variationsbreite des Futterwertes von Niedermoorgrünland unter Berücksichtigung der häufigsten autochthonen Pflanzen. Das wirtschaftseigene Futter 43: 5–20.
- Bogner, H. (1991) Damwild und Rotwild in landwirtschaftlichen Gehegen. 178 S. Hamburg: Paul Parey.
- Bosshard, A., Andres, F., Stromeyer, S. & Wohlgemuth, T. (1988) Wirkung einer kurzfristigen Brache auf das Ökosystem eines anthropogenen Kleinseggenriedes - Folgerungen für den Naturschutz. Berichte des Geobotanischen Instituts ETH Zürich (54): 181–220.
- Bölscher, B. (1994) Fauna der Niedermoores. NNA Berichte 7(2): 91–99.
- Brade, W. & Flachowsky, G. (Hrsg.) (2007) Rinderzucht und Rindfleischherzeugung - Empfehlungen für die Praxis. Sonderheft 313. 299 S. Braunschweig: Landbauforschung

Völkenrode.

- Brendieck-Worm, C., Melzig, M.F., Stöger, E. & Vollstedt, S. (2018) Erkrankungen des Verdauungstrakts. In: Phytotherapie in der Tiermedizin (hrsg. von C. Brendieck-Worm & M.F. Melzig), S. 86–198. Stuttgart, New York: Thieme.
- Briemle, G., Eickhoff, D. & Wolf, R. (1991) Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht: Praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften. 160 S. Karlsruhe: Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60.
- Briemle, G. (2000) Giftpflanzen des Grünlandes. Wirkung auf Nutztier und Mensch, sowie Bekämpfungsmaßnahmen. Wissenstand: 2000. 24 S. Aulendorf: Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (LVVG).
- Briemle, G. (2001) Problem-Unkraut Herbst-Zeitlose und ihre Bekämpfung. 5 S. Aulendorf: Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (LVVG).
- Brix, H. (2003) Plants used in constructed wetlands and their functions. In: Proceedings of the 1st international seminar on the use of aquatic macrophytes for wastewater treatment in constructed wetlands, Lisboa, Portugal (May 2013): 1–30.
- Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) (2012) Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. 37 S. Flintbek: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- Bunzel-Drüke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M. & Zimball, O. (2008) Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung - „Wilde Weiden“. 215 S. Bad Sassendorf-Lohne: Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.
- Bystron, S., March, S. & Brinkmann, J. (2018) Weideparasiten-Management. 42 S. Westerau: Thünen Institut für Ökologischen Landbau.
- Carius, W., Främbis, H., Hellbernd, L., Stahl, R. & Hellberg, F. (2008) BUND-Projekt Grünlandmanagement und Biogaserzeugung am Beispiel „Mittleres Delmetal“ - Abschlussbericht 2008 - Kurzfassung.
- Cattin, M.-F., Blandenier, G., Banašek-Richter, C. & Bersier, L.-F. (2003) The impact of mowing as a management strategy for wet meadows on spider (Araneae) communities. *Biological Conservation* 113(2): 179–188.
- CBD (1992) Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Chiffard, H. (2008a) Herden- und Koppelgebrauchshunde – Hütetechnik. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 115–127. Stuttgart: Ulmer.
- Chiffard, H. (2008b) Stallbau – Stalleinrichtung. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 75–97. Stuttgart: Ulmer.
- Claassen, P.W. (1919) A Possible New Source of Food Supply. *The Scientific Monthly*: 179–185.
- Claßen, A., Hirler, A. & Oppermann, R. (1996) Auswirkungen unterschiedlicher Mähgeräte auf die Wiesenfauna in Nordost-Polen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 28: 139–144.
- Couwenberg, J. (2009) Methane emissions from peat soils. Facts, MRV-ability, emission factors. 26 S. Ede: Wetlands International.
- Couwenberg, J. (2011) Vegetation as a proxy for greenhouse gas fluxes – the GEST approach.

- In: Carbon credits from peatland rewetting. Climate - biodiversity - land use; science, policy, implementation and recommendations of a pilot project in Belarus (hrsg. von F. Tanneberger & W. Wichtmann), S. 37–42. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis, D., Wichtmann, W. & Joosten, H. (2008) Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. 33 S. Greifswald: DUENE e. V.
- Couwenberg, J. & Fritz, C. (2012) Towards developing IPCC methane 'emission factors' for peatlands (organic soils). *Mires and Peat* 10: 1–17.
- Couwenberg, J. & Joosten, H. (2001) Bilanzen zum Moorverlust - Das Beispiel Europa. In: Landschaftsökologische Moorkunde (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 406–408. Stuttgart: Schweizerbart.
- Couwenberg, J., Reichelt, K.-F. & Jurasinski, G. (in Vorb.) Vegetation as a proxy for greenhouse gas emissions from peatlands: an update of the GEST list.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärish, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & Joosten, H. (2011) Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 674(1): 67–89.
- Cowie, N. R., Sutherland, W. J., Dittlhog, M. K. M. & James, R. (1992) The effects of conservation management of reed beds. II. The Flora and Litter Disappearance. *Journal of Applied Ecology* 29(2): 277–284.
- Czybulka, D. & Kölsch, L. (2016) Rechtliche Rahmenbedingungen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, W., C. Schröder & H. Joosten): S. 143–149. Stuttgart: Schweizerbart.
- Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W. & Schröder, C. (2017) Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 63 S. Greifswald: Universität Greifswald.
- Darinot, F. & Morand, A. (2001) Management of wet meadows in the Lavours marsh implementing grazing. In: Tools for preserving biodiversity in the nemoral and boreonemoral biomes of Europe (hrsg. von L. Andersson), S. 86–93: Naconex.
- DBBW & BfN - Dokumentations- und Beratungsstelle Wolf & Bundesamt für Naturschutz (2019) Empfehlungen zum Schutz von Weidetieren und Gehegewild vor dem Wolf. Konkrete Anforderungen an die empfohlenen Präventionsmaßnahmen. BfN-Skripten 530. 12. S. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Deák, B., Valkó, O., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Migléc, T. & Tóthmérész, B. (2015) Reed cut, habitat diversity and productivity in wetlands. *Ecological Complexity* 22: 121–125.
- De Buhr, H. (2007) Auswirkung unterschiedlicher Nutzungsbedingungen auf Schilfbestände am Großen Meer bei Emden und Möglichkeiten der qualitativen Optimierung des Mahdgutes. 168 S. Diplomarbeit an der Universität Oldenburg. Oldenburg: Fakultät V Mathematik und Naturwissenschaften.
- Decleer, K. (1990) Experimental cutting of reedmarsh vegetation and its influence on the spider (Araneae) fauna in the Blankaart Nature Reserve, Belgium. *Biological Conservation* 52(3): 161–185.
- Demartin, G. (2005) Beweidung von Naturschutzflächen – Effekte auf Flora und Fauna am Beispiel des NSG „Gundelfinger Moos“. *Laufener Seminarbeiträge* 1/2005: 93–98.

- Detzel, P. (1985) Die Auswirkungen der Mahd auf die Heuschreckenfauna von Niedermoorwiesen. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 63: 253–258.
- Detzel, P. & Wancura, R. (1998) Gefährdung. In: Die Heuschrecken Baden-Württembergs. (hrsg. von P. Detzel), S. 161–177. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Deutscher Tierschutzbund e.V. (2011) Anforderungen an die Haltung von Enten und Gänsen. https://www.tierschutzbund.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Positionspapiere/Landwirtschaft/Anforderungen_an_das_Halten_von_Gaensen_und_Enten.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Dias, A. T. C., Hoorens, B., Van Logtestijn, R. S. P., Vermaat, J. E. & Aerts, R. (2010) Plant Species Composition Can Be Used as a Proxy to Predict Methane Emissions in Peatland Ecosystems After Land-Use Changes. *Ecosystems* 13(4): 526–538.
- Diemer, M., Oetiker, K. & Billeter, R. (2001) Abandonment alters community composition and canopy structure of Swiss calcareous fens. *Applied Vegetation Science* 4(2): 237–246.
- Dierschke, H. & Briemle, G. (2008) Kulturgrasland. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. 239 S. Stuttgart: Ulmer.
- Dierßen, K. (1998) Zerstörung von Mooren und Rückgang von Moorpflanzen – Tendenzen, Ursachen, Handlungsbedarf. *Schriftenreihe Vegetationskunde* 29: 229–240.
- Dierßen, K. & Dierßen, B. (2001) Moore. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. 230 S. Stuttgart: Ulmer.
- Dietrich O., Quast J., Blankenburg J. & Heidt P. (2001) Hydrologische Gebietsanalysen zur Einschätzung der Vernässbarkeit. In: Ökosystemmanagement für Niedermoore (hrsg. von R. Kratz & J. Pfadenhauer), S. 53–73. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.
- Dise, N. B. (2009) Peatland response to global change. *Science* 326(5954): 810–811.
- Distler, C. & Distler, H. (2004) Die Entwicklung der Libellenfauna an den neuangelegten Wiedervernässungsflächen. In: Renaturierung von niedermoor typischen Lebensräumen - 10 Jahre Niedermoormanagement im Donaumoos (hrsg. von J. Pfadenhauer & S. Heinz). Naturschutz und biologische Vielfalt, Band 9, S. 159–183. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Ditlhogo, M. K. M., James, R., Laurence, B. R. & Sutherland, W. J. (1992) The effects of conservation management of reed beds. I. The invertebrates. *Journal of Applied Ecology* 29(2): 265–276.
- Dolek, M. (2000) Der Einsatz der Beweidung in der Landschaftspflege: Untersuchungen an Tagfaltern als Zeigergruppe. *Laufener Seminarbeiträge* 4/2000: 63–77.
- Dolek, M. & Radlmair, S. (1997) Vergleich der Tagfalter- und Heuschreckenfauna extensiv beweideter und streugemähter Moorstandorte in Süddeutschland. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Angewandte Entomologie* 11: 107–109.
- Dolek, M., Radlmair, S. & Geyer, A. (1999) Der Einfluss der Nutzung (Weide, Mahd, Brache) voralpiner Mooregebiete auf die Insektenfauna (Tagfalter, Heuschrecken). *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz* 150: 133–140.
- Donald, P. F., Sanderson, F. J., Burfield, I. J. & van Bommel, F. P. J. (2006) Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116(3–4): 189–196.
- Drobnik, J., Finck, P. & Riecken, U. (2013) Die Bedeutung von Korridoren im Hinblick auf die Umsetzung des länderübergreifenden Biotopverbunds in Deutschland. *BfN-Skripten* 345.

- Drösler, M., Adelmann, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Pfadenhauer, J., Schaller, L., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A. & Wehrhan, M. (2013) Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens "Klimaschutz - Moornutzungsstrategien" 2006-2010. Freising: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.
- Drösler, M., Freibauer, A., Adelmann, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Pfadenhauer, J., Schaller, L., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A. & Wehrhan, M. (2011) Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. Braunschweig, Berlin, Freising, Jena, Müncheberg, Wien: o. V.
- Drösler, M., Verchot, L. V., Freibauer, A. & Pan, G. (2014) Chapter 2: Drained inland organic soils. In: 2013 Supplement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands (hrsg. von T. Hiraishi, T. Krug, K. Tanabe, N. Srivastava, B. Jamsranjav, M. Fukuda & T. Troxler), 2.1-2.79. Genf: The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Dubbe, D.R., Garver, E.G. & Pratt, D.C. (1988) Production of Cattail (*Typha* spp.) Biomass in Minnesota, USA. Biomass 17: 79–104.
- DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2014) Vom Landschaftspflegematerial zum Biogas – ein Beratungsordner. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“, Nr. 22. 94 S. Ansbach: DVL e.V.
- DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Hrsg.) (2019) Kooperativer Klimaschutz durch angepasste Nutzung organischer Böden – Ein Leitfaden, Nr. 26 der DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“. 73 S. Ansbach: DVL e.V.
- Eglington, S. M., Gill, J. A., Bolton, M., Smart, M. A., Sutherland, W. J. & Watkinson, A. R. (2008) Restoration of wet features for breeding waders on lowland grassland. *Journal of Applied Ecology* 45(1): 305–314.
- Eickenscheidt, T. (2015) Assessment and modeling of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from different land-use types and management practices on drained fen peatlands and associated organic soils – case study Freisinger Moos. Dissertation. 176 S. München: TU.
- Eickenscheidt, T., Heinichen, J., Augustin, J., Freibauer, A. & Drösler, M. (2014) Nitrogen mineralization and gaseous nitrogen losses from waterlogged and drained organic soils in a black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) forest. *Biogeosciences* 11(11): 2961–2976.
- El Bassam, N. (2010) Handbook of bioenergy crops. A complete reference to species, development and applications. 516 S. London, Washington, D.C.: Earthscan.
- Elsgaard, L., Görres, C.-M., Hoffmann, C. C., Blicher-Mathiesen, G., Schelde, K. & Petersen, S. O. (2012) Net ecosystem exchange of CO₂ and carbon balance for eight temperate organic soils under agricultural management. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 162: 52–67.
- Emmer, I. & Couwenberg, J. (2017) Methodology for Rewetting Drained Temperate Peatlands. VCS Methodology VM0036. <https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VM0036-Rewetting-Drained-Temperate-Peatlands-v1.0.pdf>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Enge, D. (2009) Landschaftspflege mit Wasserbüffeln. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 41: 277–285.

- ETI, MUGV Brandenburg, MIL Brandenburg (Hrsg.) (2013) Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen. Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg. 68 S. Potsdam: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH.
- Fahrig, L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics* 34(1): 487–515.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., Sirami, C., Siriwardena, G. M. & Martin, J.-L. (2011) Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters* 14(2): 101–112.
- Fey, A. (2016) Schlachter auf Rädern. *Süddeutsche Zeitung* vom 10.09.2016. Online verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/leben/mobiler-metzger-schlachter-auf-raedern-1.3152660>. Zuletzt geprüft: 02/2019.
- Fell, H., Roszkopf, N., Bauriegel, A., Hasch, B., Schimmelmann, M. & Zeitz, J. (2015) Erstellung einer aktualisierten Moorbodenkarte für das Land Brandenburg. *Telma* Bd. 45: 75–104.
- Fischer, S. F., Poschlod, P. & Beinlich, B. (1996) Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*: 1206–1222.
- Fischer, U. (2004) Entwicklung der Kulturlandschaft im Peene-Talmoor seit 1700. Historisch-landschaftsökologische Untersuchung eines nordostdeutschen Flußtalmoores unter besonderer Berücksichtigung des frühneuzeitlichen Zustandes. Dissertation. Greifswald: Universität Greifswald.
- Flade, M. (1994) Die Brutvogelgemeinschaften Mittel-und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. 879 S. Eching: IHW-Verlag.
- Flessa, H., Wild, U., Klemisch, M. & Pfadenhauer, J. (1998) Nitrous oxide and methane fluxes from organic soils under agriculture. *European Journal of Soil Science* 49: 327–335.
- Franz, D., Koebsch, F., Larmanou, E., Augustin, J. & Sachs, T. (2016) High net CO₂ and CH₄ release at a eutrophic shallow lake on a formerly drained fen. *Biogeosciences* 13(10): 3051–3070.
- Frohne, D. & Pfänder, H.J. (2004) Giftpflanzen. Ein Handbuch für Apotheker, Ärzte, Toxikologen und Biologen. 456 S. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
- Frolking, S., Talbot, J., Jones, M. C., Treat, C. C., Kauffman, J. B., Tuittila, E.-S. & Roulet, N. (2011) Peatlands in the Earth's 21st century climate system. *Environmental Reviews* 19: 371–396.
- Frömel, R. (1980) Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westlichen Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für Vögel. *Die Vogelwarte* 30: 218–254.
- Fuchs, S. & Stein-Bachinger, K. (2008) Naturschutz im Ökolandbau. Praxishandbuch für den ökologischen Ackerbau im nordostdeutschen Raum. 144 Seiten. Mainz: Bioland-Verlags GmbH.
- Fuellhaas, U. (1998) Restitution von Feuchtgrünland auf Niedermoor - Der Einfluss mehrjähriger Überstau und Vernässungsmaßnahmen auf Laufkäferzönosen. *Angewandte Carabidologie* 1: 4–12.
- Fuellhaas, U. (2000) Restitution von Feuchtgrünland auf ehemaligem Niedermoor - Der Einfluß mehrjähriger Überstauungs- und Vernässungsmaßnahmen auf die Laufkäferfauna

- (Coleoptera, Carabidae). Dissertation. Osnabrück: Hochschule Osnabrück.
- Geber, U. (2002) Cutting frequency and stubble height of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.): influence on quality and quantity of biomass for biogas production. Grass and Forage Science 57: 389–394.
- Gelbrecht, J., Zak, D. & Augustin, J. (Hrsg.) (2008) Phosphor- und Kohlenstoff-Dynamik und Vegetationsentwicklung in wiedervernässten Mooren des Peenetales in Mecklenburg-Vorpommern: Status, Steuergrößen und Handlungsmöglichkeiten. Berichte des IGB, Band 26. 190 S. Berlin: IGB.
- Geurts, J. & Fritz C. (Hrsg.) (2018) Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report Cinderella Project. 71 S. Nijmegen: Radboud University.
- Geurts, J., van Duinen, G.-J., van Belle, J., Wichmann, S., Wichtmann, W. & Fritz, C. (2019) Recognize the high potential of paludiculture on rewetted peat soils to mitigate climate change. Landbauforschung 69(1): 5–8.
- Gierk, M. & Kalbe, L. (2001) Ökologische Bewertung von Wiedervernässungsgebieten in Brandenburg - dargestellt am Beispiel der Nuthe-Nieplitz-Niederung. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10(2): 52–61.
- Gigon, A., Rocker, S. & Walter, T. (2010) Praxisorientierte Empfehlung für die Erhaltung der Insekten- und Pflanzenvielfalt mit Ried-Rotationsbrachen. ART-Bericht 721: 1–12.
- Gilbert, G., Tyler, G. A., Dunn, C. J. & Smith, K. W. (2005) Nesting habitat selection by bitterns *Botaurus stellaris* in Britain and the implications for wetland management. Biological Conservation 124(4): 547–553.
- Gillandt, K. & Kemper, N. (2018) Weideparasiten – vermindern und vermeiden. Fleischrinder Journal 3/18: 6–10.
- GMC - Greifswald Moor Centrum (2016a) Schilf (*Phragmites australis*) - Landwirtschaft auf nassen Mooren.
https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Schilf.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- GMC - Greifswald Moor Centrum (2016b) Rohrkolben (*Typha* ssp.) - Landwirtschaft auf nassen Mooren.
https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Rohrkolben.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- GMC - Greifswald Moor Centrum (2016c) Nasswiesen (*Carex* ssp.) - Landwirtschaft auf nassen Mooren.
https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Nasswiese.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- GMC - Greifswald Moor Centrum (2016d) Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) - Landwirtschaft auf nassen Mooren.
https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Rohrglanzgras.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- GMC - Greifswald Moor Centrum (2016e) Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) - Forstwirtschaft auf nassen Mooren.
https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Erle.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Goc, M., Iliszko, L. & Kopiec, K. (1997) The effect of reed harvesting on reedbed birds community. The Ring 19(1-2): 135–148.

- Golze, M. (2006) Rotwild in landwirtschaftlichen Gehegen. <https://wildhalter-sachsen.de/documents/rotwild.pdf>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Golze, M. (2007) Landwirtschaftliche Wildhaltung. Damwild, Rotwild, Muffelwild, Schwarzwild und andere Wildarten. 155 S. Stuttgart: Ulmer.
- Golze, M. (2009) Haltung von Mastgänsen. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Tierhaltung/Andere_Tiere/Gaense_Haltung/Gaensehaltung.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Golze, M., Balliet, U., Baltzer, J., Görner, C., Pohl, G., Stockinger, C., Triphaus, H. & Zens, J. (1997) Extensive Rinderhaltung: Fleischrinder – Mutterkühe; Rassen, Herdenmanagement, Wirtschaftlichkeit. 159 S. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.
- Görn, S., Dobner, B., Suchanek, A. & Fischer, K. (2014) Assessing human impact on fen biodiversity: effects of different management regimes on butterfly, grasshopper, and carabid beetle assemblages. *Biodiversity and Conservation* 23(2): 309–326.
- Görn, S. & Fischer, K. (2011) Niedermoore Nordostdeutschlands bewerten. Vorschlag für ein faunistisches Bewertungsverfahren. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43(7): 211–217.
- Görn, S. & Fischer, K. (2015) Measuring the efficiency of fen restoration on carabid beetles and vascular plants: a case study from north-eastern Germany. *Restoration Ecology* 23(4): 413–420.
- Görn, S., Schulze, F. & Fischer, K. (2015) Effects of fen management on bird communities in north-eastern Germany. *Journal of Ornithology* 156(1): 287–296.
- Görres, C.-M., Kutzbach, L. & Elsgaard, L. (2014) Comparative modeling of annual CO₂ flux of temperate peat soils under permanent grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 186: 64–76.
- Graf, R. (2014) Rohrkolbenanbau - eine Chance für die Artenvielfalt? *Ornithologische Beobachter* 111(2): 93–106.
- Graf, M. & Rochefort, L. (2009) Examining the peat-accumulating potential of fen vegetation in the context of fen restoration of harvested peatlands. *Écoscience* 16(2): 158–166.
- Graunke, W. (2008) Grundlagen der Tiergesundheit. In: *Praktische Schafhaltung* (hrsg. von C. Mendel), S. 173–193. Stuttgart: Ulmer.
- Graveland, J. (1999) Density and breeding success of Reed Warbler *Acrocephalus scirpaceus* and Sedge Warbler *A. schoenobaenus* in relation to reed cutting. *J. Avian Biol* 30: 469–482.
- Grein, G. (2005) Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken mit Gesamtartenverzeichnis. 3. Fassung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 25(1): 1–20.
- Groh, K. & Richling, I. (2014) Monitoring der Windelschnecken des Anhangs II der FFH-Richtlinie und Erhebung fachlicher Grundlagen im Rahmen der Berichtspflichten in ausgewählten FFH-Gebieten Brandenburgs. Endbericht 2014. Unveröff. Gutachten.
- Grosshans, R. (2016) Kanada – Nutzung von Rohrkolben (*Typha* spp.) zur Nährstoffreduktion und Bio-Ökonomie am Winnipegsee. In: *Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 226–228. Stuttgart: Schweizerbart.
- Gruber, R. (2002) Pferde in Weidehaltung. 142 S. Stuttgart: Ulmer.
- Grünberg, C., Bauer, H.-G., Haupt, H., Hüppop, O., Ryslavy, T. & Südbeck, P. (2015) Rote

Liste der Brutvögel Deutschlands. 5. Fassung, 30. November 2015. Berichte zum Vogelschutz 52: 19–68.

- Grzelak, M., Waliszewska, B., Sieradzka, A. & Speak-Dzwigala, A. (2011) Ecological meadow communities with participation of species from sedge (*Carex*) family. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 56: 122–126.
- Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebsch, F. & Couwenberg, J. (2020) Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature Communications* 11: 1–5.
- Günther, A., Huth, V., Jurasinski, G. & Glatzel, S. (2015) The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. *GCB Bioenergy* 7(5): 1092–1106.
- Güsewell, S. & Le Nédic, C. (2004) Effects of winter mowing on vegetation succession in a lakeshore fen. *Applied Vegetation Science* 7(1): 41–48.
- Haberl, A., Schroeder, P. & Schröder, C. (2016) Flächenverfügbarkeit. Kriterien der Flächenauswahl. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 180–181. Stuttgart: Schweizerbart.
- Hahn, J., Köhler, S., Glatzel, S. & Jurasinski, G. (2015) Methane Exchange in a Coastal Fen in the First Year after Flooding - A Systems Shift. *PloS one* 10(10): 1–25.
- Hahn-Schöfl, M., Zak, D., Minke, M., Gelbrecht, J., Augustin, J. & Freibauer, A. (2011) Organic sediment formed during inundation of a degraded fen grassland emits large fluxes of CH₄ and CO₂. *Biogeosciences* 8(6): 1539–1550.
- Hanski, I. & Cambefort, Y. (1991) The dung insect community. In: *Dung beetle ecology* (hrsg. von I. Hanski & Y. Cambefort), S. 5–21. Princeton: Princeton University Press.
- Hardegg, F. & Müller, W. (2007) *Robustrinder. Highland Cattle & Galloway. Geschichte – Haltung – Zucht*. 93 S. Wien: Österreichischer Agrarverlag.
- Hartje, W.C. (2009) *Therapieren mit Pferden. Heilpädagogik – Hippotherapie – Psychiatrie*. 112 S. Stuttgart: Ulmer.
- Hasch, B. (2016) Umsetzung und Genehmigung in Deutschland. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 193–195. Stuttgart: Schweizerbart.
- Hasch, B., Schütze, S., Haberl, A., Schulz, J., Wichtmann, W. & Schwill, S. (2012) Übergeordnete Machbarkeitsstudie Moorschutz zur Umsetzung des Moorschutzplans im Rahmen einer wirkungsorientierten Umsetzung des EPLR 2007-2013. Hier: Paludikulturen und angepasste Moornutzung. Abschlussbericht Teil A: Landesweite Gebietskulisse. 169 S. Potsdam: LUGV.
- Haslam, S. M. (1969) The development and emergence of buds in *Phragmites communis* Trin. *Annals of Botany* 33: 289–301.
- Haslam, S. M. (2010) *A book of reed. (Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel)*. 254 S. Cardigan: Forrest.
- Hawke, C. & José, P. (Hrsg.) (1996) *Reedbed management for commercial and wildlife interests*. 212 S. London: Royal Society for the Protection of Birds.
- Heinsoo, K., Hein, K., Melts, I., Holm, B. & Ivask, M. (2011) Reed canary grass yield and fuel quality in Estonian farms' fields. *Biomass and Bioenergy* 35: 617–625.
- Heinz, S. (2012) *Population Biology of Typha latifolia L. and Typha angustifolia L.*

- Establishment, Growth and Reproduction in a Constructed Wetland. 103 S. Aachen: Shaker Verlag.
- Helfter, C., Campbell, C., Dinsmore, K. J., Drewer, J., Coyle, M., Anderson, M., Skiba, U., Nemitz, E., Billett, M. F. & Sutton, M. A. (2015) Drivers of long-term variability in CO₂ net ecosystem exchange in a temperate peatland. *Biogeosciences* 12(6): 1799–1811.
- Hellberg, F. (1995) Entwicklung der Grünlandvegetation bei Wiedervernässung und-periodischer Überflutung. Vegetationsökologische Untersuchungen in nordwestdeutschen Überflutungspoldern. *Dissertationes Botanicae* 243.
- Hemes, K. S., Chamberlain, S. D., Eichelmann, E., Anthony, T., Valach, A., Kasak, K., Szutu, D., Verfaillie, J., Silver, W. L. & Baldocchi, D. D. (2019) Assessing the carbon and climate benefit of restoring degraded agricultural peat soils to managed wetlands. *Agricultural and Forest Meteorology* 268: 202–214.
- Herbst, M., Friberg, T., Schelde, K., Jensen, R., Ringgaard, R., Vasquez, V., Thomsen, A. G. & Soegaard, H. (2013) Climate and site management as driving factors for the atmospheric greenhouse gas exchange of a restored wetland. *Biogeosciences* 10(1): 39–52.
- Herold, B. (2012) Neues Leben in alten Moore. Brutvögel wiedervernässter Flusstalmoore. Bristol-Schriftenreihe, Band 34. 200 S. Bern: Haupt.
- Hertwig, F., Wacker, J. & Schuppenies, R. (2017) Ergebnisse 20-jähriger Untersuchungen zur Phosphor- und Kaliumdüngung von Niedermoorgrünland in Nordostdeutschland als Basis für eine entzugsgerechte Düngungsempfehlung. Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue: 19–24.
- Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Jamsranjav, B., Fukuda, M. & Troxler, T. (Hrsg.) (2014) 2013 Supplement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Genf: The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Hobritz, K. (2019) Potentiale extensiver Wasserbüffelnutzung für die Erhöhung der Phytodiversität eines degradierten Quellmoorkomplexes im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg). Master Arbeit. 117 S. Stiftung Universität Hildesheim.
- Hochberg, H., Hochberg, E. & Zart, S. (2017) Nachhaltige Bewirtschaftung der Rohrglanzgraswiesen auf Niedermoor. Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue (2017): 69–72.
- Hoffmann, H., Kleeberg, A., Görn, S. & Fischer, K. (2018) Riverine fen restoration provides secondary habitat for endangered and stenotopic rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae). *Insect Conservation and Diversity* 11(2): 194–203.
- Hoffmann, H., Michalik, P., Görn, S. & Fischer, K. (2016) Effects of fen management and habitat parameters on staphylinid beetle (Coleoptera: Staphylinidae) assemblages in north-eastern Germany. *Journal of Insect Conservation* 20(1): 129–139.
- Hofmann, M., Kinert, C., Fischer, S. & Riehl, G. (2008) Produktivität einer extensiven Mähstandweide mit Rindern. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, Band 9: 91–94.
- Holsten, B., Neumann, H., Wiebe, C. & Wriedt, S. (2001) Die Wiedervernässung der Pohnsdorfer Stauung – eine Zwischenbilanz unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Vegetation sowie die Amphibien- und Brutvogelbestände. *Die Heimat* 11(12): 195–205.
- Holsten, T. (2012) Geographische Untersuchung zur Anwendbarkeit von Paludikultur in Schleswig-Holstein. Diplomarbeit. 95 S. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität.
- Huhta, A. (2007) To cut or not to cut? - The relationship between Common Reed, mowing and

- water quality. In: Read up on reed (hrsg. von I. Ikonen & E. Hagelberg), S. 30–39. Turku: Southwest Finland Regional Environment Centre.
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J., Richner, N. & Walter, T. (2012) Uncut grass refuges mitigate the impact of mechanical meadow harvesting on orthopterans. *Biological Conservation* 152: 96–101.
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J. & Walter, T. (2009) Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 130(1-2): 1–8.
- Hundt, R. (1957) Pflanzensoziologische Methoden zur Beurteilung der Grünlandwasserstufen und des Ertragswertes. *Die deutsche Landwirtschaft* 8(7): 333–338.
- Hundt, R. (1964) Vegetationskundliche Verfahren zur Bestimmung der Wasserstufen im Grünland. *Z. Landeskultur* 5: 161–187.
- Huth, V., Hoffmann, M., Bereswill, S., Popova, Y., Zak, D. & Augustin, J. (2018) The climate warming effect of a fen peat meadow with fluctuating water table is reduced by young alder trees. *Mires and Peat* 21(4): 1–18.
- Huth, V., Vaidya, S., Hoffmann, M., Jurisch, N., Günther, A., Gundlach, L., Hagemann, U., Elsgaard, L. & Augustin, J. (2017) Divergent NEE balances from manual-chamber CO₂ fluxes linked to different measurement and gap-filling strategies: A source for uncertainty of estimated terrestrial C sources and sinks? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 180(3): 302–315.
- Hutter, C.-P. (Hrsg.) (1993) Wiesen, Weiden und anderes Grünland: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. 152 S. Stuttgart, Wien: Weinbrecht Verlag in K. Thienemanns Verlag.
- IPCC (2003): Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Hayama, Kanagawa: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2018) Global warming of 1.5 °C. 32 S. Genf: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jabłońska, E., Pawlikowski, P., Jarzombkowski, F., Chormański, J., Okruszko, T. & Kłosowski, S. (2011) Importance of water level dynamics for vegetation patterns in a natural percolation mire (Rospuda fen, NE Poland). *Hydrobiologia* 674(1): 105–117.
- Jacobs, C. M. J., Moors, E. J. & Van der Bolt, F. J. E. (2003) Invloed van waterbeheer op gekoppelde broeikasgasemissies in het veenweidegebied by ROC Zegveld. Alterra-rapport, 840. Wageningen: Alterra.
- Jauhiainen, J., Alm, J., Bjarnadottir, B., Callesen, I., Christiansen, J. R., Clarke, N., Dalsgaard, L., He, H., Jordan, S., Kazanavičiūtė, V., Klemetsson, L., Lauren, A., Lazdins, A., Lehtonen, A., Lohila, A., Lupikis, A., Mander, Ü., Minkinen, K., Kasimir, Å., Olsson, M., Ojanen, P., Óskarsson, H., Sigurdsson, B. D., Søgaard, G., Soosaar, K., Vesterdal, L. & Laiho, R. (2019) Reviews and syntheses: Greenhouse gas exchange data from drained organic forest soils – a review of current approaches and recommendations for future research. *Biogeosciences Discussions*: 1–26.
- Jennemann, L., Peters, W., Rosenthal, S. & Schöne, F. (2012) Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. 32 S. Berlin: NABU-Bundesverband, Bosch & Partner GmbH (Hrsg.).
- Jensen, K. & Gutekunst, K. (2003) Effects of litter on establishment of grassland plant species: the role of seed size and successional status. *Basic and Applied Ecology* 4(6): 579–587.
- Jensen, K. & Schrautzer, J. (1999) Consequences of abandonment for a regional fen flora and mechanisms of successional change. *Applied Vegetation Science* 2(1): 79–88.

- Jensen, R., Couwenberg, J. & Trepel, M. (2010) Bilanzierung der Klimawirkung von Moorböden in Schleswig-Holstein. *Telma* 40: 215–228.
- Jermaczek, A., Pawlaczyk, P. & Ruta, R. (2019) The Fauna Of Alkaline Fens. In: *Alkaline fens in Poland – diversity, resources, conservation* (hrsg. von L. Wolejko, P. Pawlaczyk & R. Stańko), S. 67–87. Świebodzin: Naturalists' Club.
- Joosten, H., Brust, K., Couwenberg, J., Gerner, A., Holsten, B., Permien, T., Schäfer, A., Tanneberger, F., Trepel, M. & Wahren, A. (2013) MoorFutures®. Integration von weiteren Ökosystemdienstleistungen einschließlich Biodiversität in Kohlenstoffzertifikate. Standard, Methodologie und Übertragbarkeit in andere Regionen. BfN-Skripten, Band 350. 130 S. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- Joosten, H., Brust, K., Couwenberg, J., Gerner, A., Holsten, B., Permien, T., Schäfer, A., Tanneberger, F., Trepel, M. & Wahren, A. (2015) MoorFutures®. Integration of additional ecosystems services (including biodiversity) into carbon credits. Standard, methodology and transferability to other regions. BfN-Skripten, Band 407. 119 S. Bonn: BfN Federal Agency for Nature Conservation.
- Joosten, H., Moen, A., Couwenberg, J. & Tanneberger, F. (2017a) Mire diversity in Europe: mire and peatland types. In: *Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation* (hrsg. von H. Joosten, F. Tanneberger & A. Moen), S. 5–64. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Joosten, H. & Tanneberger, F. (2017) Peatland use in Europe. In: *Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation* (hrsg. von H. Joosten, F. Tanneberger & A. Moen), S. 151–172. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Joosten, H., Tanneberger, F. & Moen, A. (Hrsg.) (2017b) *Mires and peatlands of Europe*. 780 S. Status, distribution and conservation. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Jordan, R., Kessel, R., Kundel, W., Brunken, H., Müller, H.-U., Nagler, A., Schirmer, M., Werner, S. & Zacharias, D. (2010) Marschengraben ökologisch verträglich unterhalten. Leitfaden zur ökologischen Grabenunterhaltung auf Grundlage der Ergebnisse des Forschungs- und Kooperationsvorhabens in Bremen zum Erhalt der Krebschere. Bremen: Hanseatische Naturentwicklung GmbH.
- Jungkunst, H. F. & Fiedler, S. (2007) Latitudinal differentiated water table control of carbon dioxide, methane and nitrous oxide fluxes from hydromorphic soils: feedbacks to climate change. *Global Change Biology* 13: 2668–2683.
- Jurasinski, G., Günther, A., Huth, V., Couwenberg, J. & Glatzel, S. (2016) Treibhausgasemissionen. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 79–94. Stuttgart: Schweizerbart.
- Kaltschmitt, M., Hartmann, H. & Hofbauer, H. (Hrsg.) (2009) *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren*. 2. Auflage. 1030 S. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer.
- Kamphues, J., Wolf, P., Blüml, V., Weil, C., Müller, J. & Lange, G. (2012) Sicherung wirtschaftlicher Nutzung von Feuchtgrünlandstandorten unter Berücksichtigung der Sporenpflanze Sumpfschachtelhalm. DBU-Abschlussbericht AZ 26540. 156 S. Hannover: LWK Niedersachsen.
- Kandel, T. P., Elsgaard, L. & Lærke, P. E. (2013) Measurement and modelling of CO₂ flux from a drained fen peatland cultivated with reed canary grass and spring barley. *GCB Bioenergy* 5(5): 548–561.
- Kandel, T. P., Elsgaard, L. & Lærke, P. E. (2017) Annual balances and extended seasonal

- modelling of carbon fluxes from a temperate fen cropped to festulolium and tall fescue under two-cut and three-cut harvesting regimes. *GCB Bioenergy* 9(12): 1690–1706.
- Kandel, T. P., Lærke, P. E., Hoffmann, C. C. & Elsgaard, L. (2019) Complete annual CO₂, CH₄, and N₂O balance of a temperate riparian wetland 12 years after rewetting. *Ecological Engineering* 127: 527–535.
- Kaphengst, T.; Prochnow, A. & Hampicke, U. (2005) Ökonomische Analyse der Rinderhaltung in halboffenen Weidelandschaften - Volks- und betriebswirtschaftliche Kostenanalyse aus sechs Gebieten. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 37: 369–375.
- Karki, S., Elsgaard, L., Audet, J. & Lærke, P. E. (2014) Mitigation of greenhouse gas emissions from reed canary grass in paludiculture: effect of groundwater level. *Plant and Soil* 383(1-2): 217–230.
- Karki, S., Elsgaard, L., Kamp, T. & Lærke, P. E. (2015a) Full GHG balance of a drained fen peatland cropped to spring barley and reed canary grass using comparative assessment of CO₂ fluxes. *Environmental monitoring and assessment* 187(3): 62.
- Karki, S., Elsgaard, L. & Lærke, P. E. (2015b) Effect of reed canary grass cultivation on greenhouse gas emission from peat soil at controlled rewetting. *Biogeosciences* 12(2): 595–606.
- Kastberg, S. & Burvall, J. (1998) Perennial rhizomatous grass – Reed canary grass as an upgraded bio-fuel: experiences from combustion tests in Sweden. In: *Sustainable agriculture for food, energy and industry* (hrsg. von N. El Bassam, R. K. Behl & B. Prochnow), S. 932-937. London: James & James Ltd.
- Kersten, U., Lindner, H., Melzer, R., Rehberg, U., Staack, R., Werner, W. (1999) Ergebnisse des Projektes "Regeneration und alternative Nutzung von Niedermoorflächen im Landkreis Ostvorpommern". 57 S. Anklam: Stiftung Odermündung, Regionalverband für dauerhafte Entwicklung e.V.
- Kiessling, U. & Zehm, A. (2014) Inwertsetzung von bunten Streuwiesen durch optimierte Nutzung als Markenzeichen. *Anliegen Natur* 36(1): 108–116.
- Klapp, E. & Opitz von Boberfeld, W. (2006) Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 264 S. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Klimkowska, A., Kotowski, W., van Diggelen, R., Grootjans, A. P., Dzierża, P. & Brzezińska, K. (2010a) Vegetation Re-development After Fen Meadow Restoration by Topsoil Removal and Hay Transfer. *Restoration Ecology* 18(6): 924–933.
- Klimkowska, A., van Diggelen, R., Grootjans, A. P. & Kotowski, W. (2010b) Prospects for fen meadow restoration on severely degraded fens. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12(3): 245–255.
- Knoll, T. (1986) Der Schilfschnitt am Neusiedler See. Analyse einer Landschaftsnutzung für Landschaftsplanung. *Geographisches Jahrbuch Burgenland* 1987: 34–67.
- Koch, S., Jurasinski, G., Koebisch, F., Koch, M. & Glatzel, S. (2014) Spatial variability of annual estimates of methane emissions in a *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. dominated restored coastal brackish fen. *Wetlands* 34(3): 593–602.
- Koebisch, F., Glatzel, S., Hofmann, J., Forbrich, I. & Jurasinski, G. (2013a) CO₂ exchange of a temperate fen during the conversion from moderately rewetting to flooding. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 118(2): 940–950.
- Koebisch, F., Glatzel, S. & Jurasinski, G. (2013b) Vegetation controls methane emissions in a

- coastal brackish fen. *Wetlands Ecology and Management* 21(5): 323–337.
- Koebisch, F., Jurasinski, G., Koch, M., Hofmann, J. & Glatzel, S. (2015) Controls for multi-scale temporal variation in ecosystem methane exchange during the growing season of a permanently inundated fen. *Agricultural and Forest Meteorology* 204: 94–105.
- Kołos, A. & Banaszuk, P. (2018) Mowing may bring about vegetation change, but its effect is strongly modified by hydrological factors. *Wetlands Ecology and Management* 26(5): 879–892.
- Koim, N. & Murach, D. (2015) Kurzumtriebsplantagen auf Grenzertragsstandorten: Erträge, Nährstoffhaushalt, Potenziale und Einschränkungen. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 27: 43–44.
- Konrad, H. (2010) Faunistische Untersuchung der Schilfeulen im Ainringer Moor (Lepidoptera: Noctuidae). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 59(3/4): 72–78.
- Koppisch, D., Roth, S. & Hartmann, M. (2001) Vom Saatgrasland zum wieder torfspeichernden Niedermoor - die Experimentalanlage in Am Fleetholz/Friedländer Große Wiese. In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 497–504. Stuttgart: Schweizerbart.
- Koppitz, H. & Buddrus, K. (2004) Wachstum, Produktivität, Stickstoffhaushalt und genetische Diversität einer Schilfpflanzung auf degradiertem Niedermoor. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 43(2): 5–26.
- Koska, I. (2001) Ökohydrologische Kennzeichnung. In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 92–111. Stuttgart: Schweizerbart.
- Koska, I., Succow, M. & Clausnitzer, U. (2001) Vegetationskundliche Kennzeichnung von Mooren (topische Betrachtung). In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 112–184. Stuttgart: Schweizerbart.
- Kotowski, W., Jabłońska, E. & Bartoszek, H. (2013) Conservation management in fens: Do large tracked mowers impact functional plant diversity? *Biological Conservation* 167: 292–297.
- Kotowski, W., van Andel, J., van Diggelen, R. & Hogendorf, J. (2001) Responses of fen plant species to groundwater level and light intensity. *Plant Ecology* 155(2): 147–156.
- Kotowski, W. & van Diggelen, R. (2004) Light as an environmental filter in fen vegetation. *Journal of Vegetation Science* 15(5): 583–594.
- Kowarik, I. (2003) *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. 380 S. Stuttgart: Ulmer.
- Kowatsch, A., Schäfer, A. & Wichtmann, W. (2008): Nutzungsmöglichkeiten auf Niedermoorstandorten. Umweltwirkungen, Klimarelevanz und Wirtschaftlichkeit sowie Anwendbarkeit und Potenziale in Mecklenburg-Vorpommern. Endbericht im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern. 57 S. Greifswald: DUENE e.V. und EMAU Greifswald.
- Köbbing, J., Thevs, N. & Zerbe, S. (2013) The utilisation of Reed (*Phragmites australis*) – a review. *Mires and Peat* 13(1): 1–14.
- Kölsch, L., Witzel, S., Czybulka, D. & Fock, T. (2016) Agrarpolitische Rahmenbedingungen. In: *Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, W., C. Schröder & H. Joosten), S. 149–152. Stuttgart: Schweizerbart.
- König, U., Burgstaler, J. & Wiedow, D. (2016) Box 3.9: Ein ökologischer Dämmputz mit Schilf. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder &

- H. Joosten), S. 44. Stuttgart: Schweizerbart.
- Köster, H., Nehls, G. & Thomsen, K. M. (2001) Hat der Kiebitz noch eine Chance? Untersuchungen zu den Rückgangsursachen des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) in Schleswig-Holstein. *Corax* 18(2): 121–132.
- Kratz, R., Belting, S., Fischer, M., Gasse, M., Hielscher, K., Huk, T., Sandkühler, K. & Suhling, F. (2001) Management für Tierarten im Niedermoorgrünland. In: *Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung* (hrsg. von R. Kratz & J. Pfadenhauer), S. 154–176. Stuttgart: Ulmer Verlag.
- Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.) (2001) *Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung*. 317 S. Stuttgart: Ulmer.
- Krawczynski, R. (2009) Erfahrungen mit Wasserbüffeln bei Ganzjahresweide. *Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal* (6): 86–99.
- Krawczynski, R., Biel, P. & Zeigert, H. (2008) Wasserbüffel als Landschaftspfleger. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40(5): 133–139.
- Kreil, W., Simon, W. & Wojahn, E. (1982) Futterpflanzenanbau: Empfehlungen, Richtwerte, Normative. Bd. 1 Grasland. 152 S. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- Kristan, W. B. (2003) The role of habitat selection behavior in population dynamics: source – sink systems and ecological traps. *Oikos* 103(3): 457–468.
- Kristiansen, J. N. (1998) Nest site preference by Greylag Geese *Anser anser* in reedbeds of different harvest age. *Bird Study* 45(3): 337–343.
- KTBL (2018) *Faustzahlen für die Landwirtschaft*, 15. Auflage. 1385 S. Darmstadt: KTBL e.V.
- KTBL (2019) *Großvieheinheitenrechner 2.1*. <https://daten.ktbl.de/gvrechener/gvHome.do#start>. Zuletzt geprüft: 12/2019.
- Kube, J. & Probst, S. (1999) Bestandsabnahme bei schilfbewohnenden Vogelarten an der südlichen Ostseeküste: Welchen Einfluss hat die Schilfmahd auf die Brutvogeldichte. *Vogelwelt* 120: 27–38.
- Kühl, H., Woitke, P. & Kohl, J.-G. (1997) Strategies of nitrogen cycling of *Phragmites australis* at two sites different in nutrient availability. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 82: 57–66.
- Kühne, I., Arlettaz, R., Pellet, J., Bruppacher, L. & Humbert, J.-Y. (2015) Leaving an uncut grass refuge promotes butterfly abundance in extensively managed lowland hay meadows in Switzerland. *Conservation Evidence* 12: 25–27.
- Lambert, K. & Nehls, H. W. (2006) Erste Bruten der Weißflügel-Seeschwalbe *Chlidonias leucopterus* in Mecklenburg-Vorpommern. *Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern* 45(4): 332–337.
- Landgraf, L. (2010) Wo steht der Moorschutz in Brandenburg? *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 19: 126–131.
- Länder-AK Moorschutz & BfN (2017) *Paludikultur – nasse torferhaltende und klimaschonende Bewirtschaftung von organischen Böden*. Positionspapier des Länder-AK Moorschutz der Landesfachbehörden für Naturschutz der moorreichen Bundesländer und des BfN. <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/paludikultur.pdf>. Zuletzt geprüft: 09/2019.
- Lederbogen, D., Rosenthal, G., Scholle, D., Trautner, J., Zimmermann, B. & Kaule, G. (2004) *Allmendweiden in Südbayern: Naturschutz durch landwirtschaftliche Nutzung*.

Angewandte Landschaftsökologie, Band 62. 532 S. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.

- Lees, K. J., Quaife, T., Artz, R. R. E., Khomik, M. & Clark, J. M. (2018) Potential for using remote sensing to estimate carbon fluxes across northern peatlands - A review. *The Science of the total environment* 615: 857–874.
- Leiber-Sauheitl, K., Fuß, R., Burkart, S., Buegger, F., Dänicke, S., Meyer, U., Petzke, K. J. & Freibauer, A. (2015) Sheep excreta cause no positive priming of peat-derived CO₂ and N₂O emissions. *Soil Biology and Biochemistry* 88: 282–293.
- Leiber-Sauheitl, K., Fuß, R., Voigt, C. & Freibauer, A. (2014) High CO₂ fluxes from grassland on histic Gleysol along soil carbon and drainage gradients. *Biogeosciences* 11(3): 749–761.
- LELF (Hrsg.) (2014) Nutzung und Schutz grundwasserbeeinflusster Böden Brandenburgs. Ratgeber für die Grünlandbewirtschaftung. 76 S. Frankfurt (Oder): LELF Brandenburg.
- Lemm, R. (2005) Anbau von Schilf als nachwachsender Rohstoff für die Verwendung auf Reithdächern. Oldenburg: Fakultät V Mathematik- und Naturwissenschaften.
- Lengerer, A. (2018) Der Treibhausgasaustrausch von landwirtschaftlich genutzten Niedermoorflächen im Pfrunger-Burgweiler Ried. Identifikation von Einflussfaktoren und Bezug zur Landnutzungsintensität. Dissertation. 139 S. Ulm: Universität Ulm.
- Lenz, A. (2001) Wassermanagement, Wassermengenbilanz und Nährstoffrückhaltefunktion wiedervernässter Niedermoorflächen. In: Rohrkolbenanbau in Niedermooren. Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept. Abschlussbericht zum DBU-Projekt Nr. 10628 (hrsg. von J. Pfadenhauer & U. Wild), S. 41-54. Freising-Weihenstephan: TU München.
- Lepš, J. (1999) Nutrient status, disturbance and competition: an experimental test of relationships in a wet meadow. *Journal of Vegetation Science* 10(2): 219–230.
- Lewandowski, I., Scurlock, J.M., Lindvall, E. & Christou, M. (2003) The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* 25: 335–361.
- LfULG - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) (2014) Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb – Anbauempfehlungen. 72 S. Dresden: LfULG.
- Liebenow, H. & Liebenow, K. (1993) Giftpflanzen. 251 S. Jena: Fischer.
- Lieckweg, T. & Niedringhaus, R. (2010) Auswirkungen von Rückdeichungen an der Nordseeküste auf die Arthropodenfauna am Beispiel einer Maßnahme auf der Insel Langeoog. *Naturschutz und biologische Vielfalt* 91: 111–122.
- Limberg, J. (2015) Ergebnisse der Recherche zu Verwertungsoptionen der Biomasse des Fördervereins „Naturschutz im Peenetal“ e.V. Bericht im Auftrag des Fördervereins „Naturschutz im Peenetal“ e.V. 37 S.
- Linke, C., Wirner, M., Koska, I., Spangenberg, A., Barthelmes, A. & Prager, A. (2013) Bewirtschaftung von nassen Waldstandorten aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. *AFZ-Der Wald* 18/2013: 17–19.
- Lischeid, G., Schäfer, M., Steinhardt, U., Moss, T., Nölting, B., Koeppe, P. & das ELaN Konsortium (2015) Nachhaltiges Landmanagement durch integrierte Wasser- und Stoffnutzung. Kernaussagen des ELaN-Forschungsverbunds. 12 S. München: ZALF e.V.

- LLUR (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein) (2015) Moore in Schleswig-Holstein. Geschichte – Bedeutung – Schutz. 161 S. Flintbek: LLUR.
- LM M-V (Hrsg.) (2017) Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzeskonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.
- Lobenstein, U. (2004) Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Großschmetterlinge mit Gesamtartenverzeichnis. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 3: 1–32.
- Loucougaray, G., Bonis, A. & Bouzille, J.-B. (2004) Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France. *Biological Conservation* 116(1): 59–71.
- LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (2017) Moorschutzprogramm Baden-Württemberg. 40 S. Karlsruhe: LUBW.
- Lucas-Moffat, A. M., Huth, V., Augustin, J., Brümmer, C., Herbst, M. & Kutsch, W. L. (2018) Towards pairing plot and field scale measurements in managed ecosystems: Using eddy covariance to cross-validate CO₂ fluxes modeled from manual chamber campaigns. *Agricultural and Forest Meteorology* 256-257: 362–378.
- Luthardt, V. (2014a) Moore als Lebensraum für ausgewählte Tiergruppen. In: Moore in Brandenburg und Berlin (hrsg. von V. Luthardt & J. Zeitz), S. 69–92. Rangsdorf: Natur+Text.
- Luthardt, V. (2014b) Naturnahe Moore und ihre Gefährdungen. In: Moore in Brandenburg und Berlin (hrsg. von V. Luthardt & J. Zeitz), S. 135–156. Rangsdorf: Natur+Text.
- Luthardt, V. (2014c) Gefäßpflanzen. In: Moore in Brandenburg und Berlin (hrsg. von V. Luthardt & J. Zeitz), S. 52–54. Rangsdorf: Natur+Text.
- Luthardt, V. & Zeitz, J. (Hrsg.) (2014) Moore in Brandenburg und Berlin. 384 S. Rangsdorf: Natur+Text.
- LUP - Luftbild Umwelt Planung GmbH (2012) Aktivierung der Klimaschutzfunktion von Niedermoorflächen in der Landeshauptstadt Potsdam. Handlungsleitfaden "Paludikultur". https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/Leitfaden-Paludikultur_2012.12_21%5B1%5D.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- LWK Niedersachsen (2012) Gefährdete einheimische Nutztierassen in Niedersachsen. 36 S. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- LWK NRW (2015a) Vertragsnaturschutz – Bewirtschaftungspakete zur Richtlinie vom 08.09.2015. <https://www.landwirtschaftskammer.de/foerderung/formulare/aum-vertragsnaturschutz-pakete.pdf>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- LWK NRW (2015b) Richtlinien zur Förderung der Zucht und Haltung bedrohter Haus- und Nutztierassen. RdErl. d. Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz II A 2 – 2406.11, v. 24.2.2015.
- Malkus, J. (1997) Habitatpräferenzen und Mobilität der Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum* L. 1758) unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. *Articulata* 12(1): 1–18.
- Markkula, I. (1986) Comparison of the communities of the oribatids (Acari: Cryptostigmata) of virgin and forest-ameliorated pine bogs. *Ann. Zool. Fenn.* 23: 33–38.
- Mauersberger, R., Gunnemann, H., Rowinsky, V. & Bukowsky, N. (2010) Das Mellenmoor bei

Lychen – ein erfolgreich revitalisiertes Braunmoosmoor im Naturpark Uckermärkische Seen. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 19: 182–186.

- Mäck, U. (2015) Die Wiedervernässung des Leipheimer Moores. In: Natura 2000 und Management in Mooregebieten. Referate und Ergebnisse der gleichnamigen Fachtagung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) vom 4. bis 8. November 2013 an der Internationalen Naturschutzakademie der Insel Vilm (hrsg. von M. Vischer-Leopold, G. Ellwanger, A. Ssymank, K. Ullrich & C. Paulsch). Naturschutz und biologische Vielfalt, Band 140, S. 89–114. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Mährlein, A. (2005) Sachverständigen-Gutachten: Einsatz von Wasserbüffeln zur Naturschutzpflege. 84 S. Sankt Augustin: HLBS Verlag GmbH.
- McBride, A., Diack, I., Droy, N., Hamill, B., Jones, P., Schutten, J., Skinner, A. & Street, M. (Hrsg.) (2011) The Fen Management Handbook. 332 S. Perth: Scottish Natural Heritage.
- Meisel, K. (1984) Landwirtschaft und „Rote Liste“-Pflanzenarten. Natur und Landschaft, 59 (7/8): 301–307.
- MELUND Schleswig-Holstein (2017) Flächenbezogene Instrumente des freiwilligen Naturschutzes mit der Landwirtschaft, Stand 03/2017. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/V/vertragsnaturschutz/Downloads/vnsGrundsaeetzeAnlage1.pdf?__blob=publicationFile&v=2. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- MELUND Schleswig-Holstein (2018) „Vertragsnaturschutz“ des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) vom 22.02.2016, zuletzt geändert am 24.08.2018. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/V/vertragsnaturschutz/Downloads/vnsGrundsaeetze.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Mendel, C. (Hrsg.) (2008) Praktische Schafhaltung. 264 S. Stuttgart: Ulmer.
- Mennerich-Bunge, B. (2015) Rechtliche Hürden beim Kugelschuss. Interview von N. Orthen. LandInFormSpezial 5/2015: 42–43.
- Middleton, B. A., Holsten, B. & Van Diggelen, R. (2006) Biodiversity management of fens and fen meadows by grazing, cutting and burning. Applied Vegetation Science 9(2): 307–316.
- Minayeva, T. (2008) Peatlands and Biodiversity. In: Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change (hrsg. von F. Parish, A. Sirin, D. Charman, H. Joosten, T. Minayeva, M. Silvius & L. Stringer), S. 60–98. Wageningen: Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International.
- Minayeva, T., Bragg, O. & Sirin, A. (2016) Peatland biodiversity and its restoration. In: Peatland Restoration and Ecosystem Services. Science, Policy and Practice (hrsg. von A. Bonn, T. Allott, M. Evans, H. Joosten & R. Stoneman), S. 44–62. Cambridge: Cambridge University Press.
- Minke, M., Augustin, J., Burlo, A., Yarmashuk, T., Chuvashova, H., Thiele, A., Freibauer, A., Tikhonov, V. & Hoffmann, M. (2016) Water level, vegetation composition, and plant productivity explain greenhouse gas fluxes in temperate cutover fens after inundation. Biogeosciences 13(13): 3945–3970.
- ML Niedersachsen (2016) Punktwerttabelle, Anlage 10. <http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&psml=bsvorisprod.psml&feed=bsvoris-vv&docid=VVND-VVND000041227>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- MLR Baden-Württemberg (2019) Förderwegweiser – Direktzahlungen und Ausgleichsleistungen für landwirtschaftliche Betriebe „Agrarumwelt, Klimaschutz und

Tierwohl (FAKT)“. C Tierrassen https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/MLR.Foerderung,Lfr/Startseite/Foerderwegweiser/C_Tierrassen. Zuletzt geprüft: 02/2020.

MLUL Brandenburg (2015) Moorschutz in Brandenburg. 69 S. Potsdam: MLUL.

MLUL Brandenburg (2018) Richtlinie des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg zur Förderung umweltgerechter landwirtschaftlicher Produktionsverfahren und zur Erhaltung der Kulturlandschaft der Länder Brandenburg und Berlin (KULAP 2014 in der Fassung vom 05. September 2018). https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Richtlinie-KULAP%202014_STAND%2005-09-2018.pdf. Zuletzt geprüft: 02/2020.

MLUV MV (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern) (2009) Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore. http://service.mvnet.de/_php/download.php?datei_id=11159. Zuletzt geprüft: 02/2020.

Moen, A., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. (2012) Boreal rich fen vegetation formerly used for haymaking. *Nordic Journal of Botany* 30(2): 226–240.

Moen, A. & Øien, D.-I. (2002) Ecology and survival of *Nigritella nigra*, a threatened orchid species in Scandinavia. *Nordic Journal of Botany* 22(4): 435–461.

Molnár, Á., Hegedüs, R., Kriska, G. & Horváth, G. (2011) Effect of cattail (*Typha* spp.) mowing on water beetle assemblages: changes of environmental factors and the aerial colonization of aquatic habitats. *Journal of Insect Conservation* 15(3): 389–399.

Morton, J.F. (1975) Cattail (*Typha* ssp.) - Weed problem or potential crop? *Economic botany* 29: 7–29.

MULE Sachsen-Anhalt (2018) Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung (MSL-Richtlinie) (Stand 11.04.2018). https://www.inet17.sachsen-anhalt.de/Profilinet_ST_P/public/Hilfe/Info/ST18_MSL_Richtlinie.pdf. Zuletzt geprüft: 02/2020.

Müller, J., Kayser, M. & Belting, H. (2010) Concepts for nutrient management in nature conservation areas on organic soils. *Grassland Science in Europe* 15: 1075–1077.

Müller, J. & Sweers, W. (2016a) Produktion von Futter in Paludikultur. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten), S. 39–43. Stuttgart: Schweizerbart.

Müller, J. & Sweers, W. (2016b) Vegetationsmuster nach langjähriger Teilbeweidung. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 99–101. Stuttgart: Schweizerbart.

Müller, P. (2015) Rindfleisch – das ist Qualität! *Fleischrinder Journal* 4/15: 24–26.

MV Mecklenburg-Vorpommern (2015) Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen in Mecklenburg-Vorpommern: Förderperiode 2015 bis 2020. https://www.regierung-mv.de/static/Regierungsportal/Ministerium%20f%C3%BCr%20Landwirtschaft%2C%20Umwelt%20und%20Verbraucherschutz/Dateien/Downloads/F%C3%B6rderungen/Agrarumwelt-_und_Klimaschutzmassnahmen_2015_in_Mecklenburg-Vorpommern.pdf. Zuletzt geprüft: 02/2020.

Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J. & Huang, J. (2013) Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* (hrsg. von T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen & J.

- Boschung), S. 659–740. Cambridge: Cambridge University Press.
- Naderer, J. & Huber, A. (2004) Landwirtschaftliche Wildhaltung – Ein Leitfaden. 46 S. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).
- Närmann, F. (2018) Impacts of machine mowing on selected soil properties in near-natural fens. A case study from north-eastern Germany. Master Arbeit. 32 S. Universität Greifswald.
- Neitzke, A. & Berendonk, C. (2011) Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea*). Eine Giftpflanze auf dem Vormarsch. 26 S. Münster, Recklinghausen: Landwirtschaftskammer NRW und Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW.
- Neuner, J. & Burger, F. (2015) KUP auf Grünland – wie geht das? LWF aktuell 105/2015: 8–10.
- Neuß, R. & Schröder, J. (2013) Mythos und Moor. AFZ-Der Wald 18/2013: 14–16.
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S., Favila, M. E. & Network, T. S. R. (2008) Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141(6): 1461–1474.
- Nickel, H. & Achtziger, R. (2005) Do they ever come back? Responses of leafhopper communities to extensification of land use. *Journal of Insect Conservation* 9(4): 319–333.
- Nitsche, S. & Nitsche, L. (1994) Extensive Grünlandnutzung. 247 S. Radebeul: Neumann.
- Obernberger, I. & Thek, G. (2010) The pellet handbook. The production and thermal utilisation of biomass pellets. 549 S. London, Washington: Earthscan.
- Oehmke, C. & Abel, S. (2016) Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22–38. Stuttgart: Schweizerbart.
- Oehmke, C. & Wichtmann, W. (2016) Kritische Inhaltsstoffe von Festbrennstoffen aus Paludikultur In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, W., C. Schröder & H. Joosten), S. 50–51. Stuttgart: Schweizerbart.
- Opitz v. Boberfeld, W. (1994) Grünlandlehre. 336 S. Stuttgart, Ulmer.
- Oppermann, R. & Claßen, A. (1998) Naturverträgliche Mähtechnik: moderne Mähgeräte im Vergleich. 48 S. Stuttgart: Naturschutzbund NABU, Landesverband Baden-Württemberg.
- Ostendorp, W. (1994) Bonitierung von Schilfröhrichten. Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 8: 65–84.
- Pahlow, M. (1993) Das große Buch der Heilpflanzen. 526 S. München: Gräfe und Unzer Verlag GmbH.
- Pech, P., Dolanský, J., Hrdlička, R. & Lepš, J. (2015) Differential response of communities of plants, snails, ants and spiders to long-term mowing in a small-scale experiment. *Community Ecology* 16(1): 115–124.
- Peschel, T. (2016) KUP, quo vadis? Erfahrungen eines Dienstleisters bei der Etablierung und Bewirtschaftung von KUP. Vortrag auf der 21. Fachtagung: Nutzung nachwachsender Rohstoffe – Bioökonomie 3.0 am 16./17. März 2016, Dresden. https://www.lignovis.com/fileadmin/user_upload/PDF/LIGNOVIS_-_Erfahrung_bei_Etablierung_und_Bewirtschaftung_von_KUP_-_21_Fachtagung_Nachwachsende_Rohstoffe_Dresden.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Peters, J. & von Unger, M. (2019) Moore im Rechtssystem der Europäischen Union. *Natur und Landschaft* 94 (2): 45–51.

- Petersen, A. (1952) Die neue Rostocker Grünlandschätzung. 20 S. Berlin: Akademie-Verlag.
- Petersen, A. (1953) Die Gräser: als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker. 225 S. Berlin: Akademie-Verlag.
- Petersen, S. O., Hoffmann, C. C., Schäfer, C.-M., Blicher-Mathiesen, G., Elsgaard, L., Kristensen, K., Larsen, S. E., Torp, S. B. & Greve, M. H. (2012) Annual emissions of CH₄ and N₂O, and ecosystem respiration, from eight organic soils in Western Denmark managed by agriculture. *Biogeosciences* 9(1): 403–422.
- Petrescu, A. M. R., Lohila, A., Tuovinen, J.-P., Baldocchi, D. D., Desai, A. R., Roulet, N. T., Vesala, T., Dolman, A. J., Oechel, W. C., Marcolla, B., Friborg, T., Rinne, J., Matthes, J. H., Merbold, L., Meijide, A., Kiely, G., Sottocornola, M., Sachs, T., Zona, D., Varlagin, A., Lai, D. Y. F., Veenendaal, E., Parmentier, F.-J. W., Skiba, U., Lund, M., Hensen, A., van Huissteden, J., Flanagan, L. B., Shurpali, N. J., Grünwald, T., Humphreys, E. R., Jackowicz-Korczyński, M., Aurela, M. A., Laurila, T., Grüning, C., Corradi, C. A. R., Schrier-Uijl, A. P., Christensen, T. R., Tamstorf, M. P., Mastepanov, M., Martikainen, P. J., Verma, S. B., Bernhofer, C. & Cescatti, A. (2015) The uncertain climate footprint of wetlands under human pressure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112(15): 4594–4599.
- Pfadenhauer, J. & Wild, U. (2001) Rohrkolbenanbau in Niedermooren. Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept. Abschlussbericht zum DBU-Projekt Nr. 10628. 115 S. Freising-Weihenstephan: TU München.
- Pingel, H. (2008) Enten und Gänse. 182 S. Stuttgart: Ulmer.
- Pohl, M., Hoffmann, M., Hagemann, U., Giebels, M., Albiac Borraz, E., Sommer, M. & Augustin, J. (2015) Dynamic C and N stocks – key factors controlling the C gas exchange of maize in heterogenous peatland. *Biogeosciences* 12(9): 2737–2752.
- Poptcheva, K., Schwartze, P., Vogel, A., Kleinebecker, T. & Hölzel, N. (2009) Changes in wet meadow vegetation after 20 years of different management in a field experiment (North-West Germany). *Agriculture, Ecosystems & Environment* 134(1-2): 108–114.
- Poulin, B. & Lefebvre, G. (2002) Effect of winter cutting on the passerine breeding assemblage in French Mediterranean reedbeds. *Biodiversity & Conservation* 11(9): 1567–1581.
- Poulin, B., Lefebvre, G. & Mathevet, R. (2005) Habitat selection by booming bitterns *Botaurus stellaris* in French Mediterranean reed-beds. *Oryx* 39(3): 265–274.
- Poyda, A., Reinsch, T., Kluß, C., Loges, R. & Taube, F. (2016) Greenhouse gas emissions from fen soils used for forage production in northern Germany. *Biogeosciences* 13(18): 5221–5244.
- Poyda, A., Reinsch, T., Skinner, R. H., Kluß, C., Loges, R. & Taube, F. (2017) Comparing chamber and eddy covariance based net ecosystem CO₂ exchange of fen soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 180(2): 252–266.
- Prange, H. (Hrsg.) (2016) Die Welt der Kraniche. Leben - Umfeld - Schutz, Verbreitung aller 15 Arten. 895 S. Minden, Halle (Saale): MediaNatur.
- Prösl, K.-H., Dittmann, T., Demartin, G. & Mäck, U. (2016) Wiedervernässung des Leipheimer Moores. *TELMA* 46: 39–60.
- Puglisi, L., Claudia Adamo, M. & Emilio Baldaccini, N. (2005) Man-induced habitat changes and sensitive species: a GIS approach to the Eurasian Bittern (*Botaurus stellaris*) distribution in a Mediterranean wetland. *Biodiversity and Conservation* 14(8): 1909–1922.

- Quinger, B. & Brudi, M. (1995) Verbreitung und Pflegezustand von Rinderweiden auf moor- und streuwiesenartigen Standorten im Oberbayrischen Alpenvorland. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Regierung von Oberbayern.
- Radlmair, S. & Dolek, M. (2002) Auswirkung der Beweidung auf die Insektenfauna von Feuchtgrünland unter besonderer Berücksichtigung von Tagfaltern und Heuschrecken. Laufener Seminarbeiträge 1/2002: 23–34.
- Rebhann, M. F. (2018) Bewirtschaftung von Niedermooren in der gemäßigten Klimazone: Treibhausgasemissionen und Rentabilität. Dissertation. 163 S. Berlin: HU.
- Reeg, T., Bemann, A., Konold, W., Murach, D. & Spiecker, H. (Hrsg.) (2009) Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 355 S. Weinheim: Wiley-VCH.
- Reichelt, K. F. (2015) Evaluierung des GEST-Modells zur Abschätzung der Treibhausgasemissionen aus Mooren. Masterarbeit. 47 S. Greifswald: Universität Greifswald.
- Richert, M., Dietrich, O., Koppisch, D. & Roth, S. (2000) The Influence of Rewetting on Vegetation Development and Decomposition in a Degraded Fen. *Restoration Ecology* 8(2): 186–195.
- Riehl, G. (2005) Mähstandweide – Grünland „aktuell“. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13854/documents/16128>. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Riemelmoser, R. (2015) Landwirtschaftliche Wildtierhaltung. Dam- und Rotwild im Gehege. 158 S. Graz: Leopold Stocker Verlag.
- Ringel, H. (2018) Kartierung der Laufkäfer in den Anklamer Wiesen/Fernen Wiesen nördlich von Anklam. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Fördervereins „Naturschutz im Peenetal“ e.V.
- Rodewald-Rodescu, L. (1974) Das Schilfrohr. Die Binnengewässer 17. 302 S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Rosenthal, G. & Hölzel, N. (2009) Renaturierung von Feuchtgrünland, Auengrünland und mesophilem Grünland. In: Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa (hrsg. von S. Zerbe & G. Wiegand), S. 283–316. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Roth, L., Dauberer, M. & Kormann, K. (1994) Giftpflanzen, Pflanzengifte. Vorkommen, Wirkung, Therapie, allergische und phototoxische Reaktionen. 1090 S. Hamburg: Nikol.
- Roth, S., Koppisch, D., Wichtmann, W. & Zeitz, J. (2001): „Moorschonende Grünlandnutzung“ – Erste Erfahrungen auf nordostdeutschen Mooren. In: Landschaftsökologische Moorkunde (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 472–480. Stuttgart: Schweizerbart.
- Roth, S., Seeger, T., Poschlod, P., Pfadenhauer, J. & Succow, M. (2001) Etablierung von Röhrichten und Seggen. In: Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung (hrsg. von R. Kratz & J. Pfadenhauer), S. 125–134. Stuttgart: Ulmer.
- Röder, N. & Wendland, I. (2009) Entwicklung der Vegetation und ausgewählter Tiergruppen im Naturschutzgebiet „Arnegger Ried“ zwischen 2000 und 2009. Gutachten im Auftrag der NABU Gruppe Ulm/Neu-Ulm.
- Röhe, P. & Schröder, J. (2010) Grundlagen und Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Roterle in Mecklenburg-Vorpommern. 49 S. Schwerin: MLUV M-V.
- Rydin, C. H., Jeglum, J. K. & Bennett, K. D. (2013) The biology of peatlands. The biology of habitats series. 432 S. Oxford: Oxford Univ. Press.

- Salomon, C. (2012) Wasserbüffel weiden im Hafenlohrthal. *Spessart* 106(3): 3–9.
- Sambras, H.H. (2001) Farbatlas Nutztierassen. 304 S. Stuttgart: Ulmer.
- Sambras, H.H. (2006) Exotische Rinder: Wasserbüffel, Bison, Wisent, Zwergzebu, Yak. 120 S. Stuttgart: Ulmer.
- Sambras, H.H. & Spann-Flor, M. (2005) Artgerechte Haltung von Wasserbüffeln. TVT-Merkblatt Nr. 102. 17 S. Bramsche: Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V.
- Schaich, H. & Barthelmes, B. (2012) Management von Feuchtgrünland wiedervernässter Auen: Effekte von Beweidung und Mahd auf die Vegetationsentwicklung. *Tuexenia* 32: 207–231.
- Schaich, H., Rudner, M. & Konold, W. (2010) Short-term impact of river restoration and grazing on floodplain vegetation in Luxembourg. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139(1-2): 142–149.
- Schalitz, G. & Behrendt, A. (2007) Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen auf Grünlandstandorten. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, Band 7 (2. Auflage): 67–70.
- Schäfer, A. & Joosten, H. (Hrsg.) (2005, 2019) Erlenaufforstung auf wieder vernässten Niedermooren - ALNUS-Leitfaden. 68 S. Greifswald: DUENE e.V.
- Schäfer, J. & Yilmaz, Y. (2019) Aktuelle Hemmnisse und Weiterentwicklungsoptionen im Ordnungs- und Planungsrecht zugunsten der Moorrevitalisierung als Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen. *Rechtswissenschaftliche Studie*. 67 S. Greifswald: Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 04/2019 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X).
- Schätzl, R., Schmitt, F., Wild, U. & Hoffmann, U. (2006) Gewässerschutz und Landnutzung durch Rohrkolbenbestände. *Wasserwirtschaft* 96: 24–27.
- Schiffer, K.J. (2015) On-farm slaughter of cattle via gunshot method. 260 S. Herzogenrath: Shaker.
- Schlaipfer, M., Rechl, A. & Drösler, M. (2018) Carbon balance of short-rotation forestry on a drained and rewetted fen. 20th EGU General Assembly, EGU2018, Proceedings from the conference held 4-13 April, 2018 in Vienna, Austria. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2018EGUGA.2016148S>. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Schliemann, S. (2007) Zum Einfluss der Beweidung auf Laufkäfergesellschaften (Coleoptera, Carabidae) in den Küstenüberflutungsmooren der südlichen Ostseeküste. Dissertation. Universität Greifswald.
- Schmidt, H. (1988) Die Wiese als Ökosystem. Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Schmidt, M. H., Lefebvre, G., Poulin, B. & Tschardtke, T. (2005) Reed cutting affects arthropod communities, potentially reducing food for passerine birds. *Biological Conservation* 121(2): 157–166.
- Schmidt, M. H., Rocker, S., Hanafi, J. & Gigon, A. (2008) Rotational fallows as overwintering habitat for grassland arthropods: the case of spiders in fen meadows. *Biodiversity and Conservation* 17(12): 3003–3012.
- Schneider, K.-H. (2002) Gänsehaltung für jedermann: Das Handbuch für die Praxis. 182 S. Reutlingen: Oertel + Spörer.
- Schrier-Uijl, A. P., Kroon, P. S., Hendriks, D. M. D., Hensen, A., Van Huissteden, J., Berendse, F. & Veenendaal, E. M. (2014) Agricultural peatlands: towards a greenhouse gas sink - a

- synthesis of a Dutch landscape study. *Biogeosciences* 11(16): 4559–4576.
- Scholz (2019) Preisliste für Galloway-Fleisch <http://www.galloway-fleisch.de/preise.html>. Zuletzt geprüft: 05/2019.
- Schoof, N., Luick, R., Beaufoy, G., Jones, G., Einarsson, P., Ruiz, J., Stefanova, V., Fuchs, D., Windmaier, T., Hötker, H., Jeromin, H., Nickel, H., Schumacher, J. & Ukhanova, M. (2019) Grünlandschutz in Deutschland. Treiber der Biodiversität, Einfluss von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen, Ordnungsrecht, Molkereiwirtschaft und Auswirkungen der Klima- und Energiepolitik. BfN-Skripten 539.
- Schröder, C. (2017) Erfassung und Charakterisierung der Vegetationseinheiten auf den Fernen und Murchiner Wiesen im Jahr 2017 nach 10 Jahren Pflegemahd. 31 S. Greifswald: Förderverein „Naturschutz im Peenetal“.
- Schröder, C., Dahms, T., Paulitz, J., Wichtmann, W. & Wichmann, S. (2015) Towards large-scale paludiculture: addressing the challenges of biomass harvesting in wet and rewetted peatlands. *Mires and Peat* 16: 1–18.
- Schröder, C., Oehmke, C., Vegelin, K. & Tanneberger, F. (2017) 10 Jahre Mahd im Unteren Peenetal (2006-2016). Zusammenfassende Darstellung von Mahd und Monitoring des Fördervereins „Naturschutz im Peenetal“ e.V. 119 S. Greifswald: Förderverein „Naturschutz im Peenetal“ e.V.
- Schröder, C., Schulze, P., Luthardt, V. & Zeitz, J. (2015) Steckbriefe für Niedermoorbewirtschaftung bei unterschiedlichen Wasserverhältnissen. 88 S. Münchenberg: ZALF e.V.
- Schulz, C. (2008) Entwicklung der Vegetation in entwässerten Durchströmungsmooren der westlichen Uckermark zwei Jahre nach Wiedervernässung. Bachelor-Arbeit. 211 S. Eberswalde: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.
- Schulz, K. (2005) Vegetations- und Standortentwicklung des wiedervernässten Grünlandes im Anklamer Stadtbruch (Mecklenburg-Vorpommern). Diplomarbeit. Greifswald: Universität Greifswald.
- Schulz, K., Timmermann, T., Steffenhagen, P., Zerbe, S. & Succow, M. (2011) The effect of flooding on carbon and nutrient standing stocks of helophyte biomass in rewetted fens. *Hydrobiologia* 674: 25–40.
- Schulze, P., Schröder, C., Luthardt, V. & Zeitz, J. (2016) Das Entscheidungsunterstützungssystem TORBOS. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder, C. & H. Joosten), S. 184-188. Stuttgart: Schweizerbart.
- Schwartz, P. (2010) Artenreiche Feuchtwiesen: seltene Pflanzengesellschaften. Vortrag auf dem Jubiläums-Kolloquium „20 Jahre AK Feuchtwiesenschutz Westniedersachsen e.V.“. http://www.ak-feuchtwiesen.de/Vortrag_Dr_Schwartz.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Schweier, J., Becker, G. & Jaeger, D. (2013) Bewertung alternativer Bereitstellungsverfahren für Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen. Vortrag auf dem Internationalen Kongress Agrarholz der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, Berlin, 19.02.2013.
- Seegerström, U. & Emanuelsson, M. (2002) Extensive forest grazing and hay-making on mires – vegetation changes in south-central Sweden due to land use since Medieval times. *Vegetation History and Archaeobotany* 11(3): 181–190.
- Seither, M. & Elsässer, M. (2014) Bekämpfungsstrategien gegen Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) und deren Auswirkungen auf die botanische Zusammensetzung artenreicher Wiesen. In: Multifunktionalität des Dauergrünlands erhalten und nutzen (hrsg. von

- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.), S. 61–67. Jena: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Sellin, D. & Schirmeister, B. (2012) Der Limikolenbrutbestand im unteren Peenetal bei Anklam im Zeitraum von 2001 bis 2012. Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern 47: 219–236.
- Siedenschnur, G., Linke, J. & Hübner, K. (2018) Halboffene Weidelandschaften in der Hammeniederung – Bereich Pferdeweiden. Osterholz-Scharmbeck.
- SIG Rohrkolben (2009) Rohrkolben und Lehmbau Nutzung nachhaltiger Ressourcen für die Regionalentwicklung. Ein Regio Plus Projekt. Schlussbericht 2009. 69 S. Menznau.
- Silvan, N., Laiho, R. & Vasander, H. (2000) Changes in mesofauna abundance in peat soils drained for forestry. *Forest Ecology and Management* 133(1-2): 127–133.
- Sommer, M., Fiedler, S., Glatzel, S. & Kleber, M. (2004) First estimates of regional (Allgäu, Germany) and global CH₄ fluxes from wet colluvial margins of closed depressions in glacial drift areas. *Agriculture Ecosystems & Environment* 103: 251–257.
- Spangenberg, A. (2011) Einschätzung der Treibhausgasrelevanz bewaldeter Moorstandorte in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich des Minderungspotentials nach Wiedervernässung. 29 S. Greifswald: DUENE e. V.
- Spindler, B. (2008) Erhebung von Grund- und Planungsdaten für die heimische Haltung von Bisons und Wasserbüffeln. Interner Abschlussbericht im Rahmen des KTBL-Arbeitsprogramms „Kalkulationsunterlagen (KU)“. 18 S. Hannover: Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie an der Tierärztlichen Hochschule.
- Stammel, B., Kiehl, K. & Pfadenhauer, J. (2003) Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing. *Applied Vegetation Science* 6(2): 245–254.
- Standen, V. & Latter, P. M. (1977) Distribution of a population of *Cognettia sphagnetorum* (Enchytraeidae) in relation to microhabitats in a blanket bog. *The Journal of Animal Ecology* (46): 213–229.
- Steffenhagen, P., Zerbe, S., Frick, A., Schulz, K. & Timmermann, T. (2010) Wiederherstellung von Ökosystemleistungen der Flusstalmoore in Mecklenburg-Vorpommern. Ein aktiver Beitrag zum Moorschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42(10): 304–311.
- Steffenhagen, P., Timmermann, T., Schulz, K. & Zerbe, S. (2008) Biomassenreproduktion sowie Kohlenstoff- und Nährstoffspeicherung durch Sumpfpflanzen (Helophyten) und Wasserpflanzen (Hydrophyten). In: Phosphor- und Kohlenstoff-Dynamik und Vegetationsentwicklung in wiedervernässten Mooren des Peenetales in Mecklenburg-Vorpommern. Status, Steuergrößen und Handlungsmöglichkeiten (hrsg. von J. Gelbrecht, D. Zak & J. Augustin). *Berichte des IGB* 26. S. 45–154. Berlin: Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V.
- Steidl, I. (2002) Beweidung von Feuchtgrünland – Ökologische, naturschutzfachliche und betriebsökonomische Aspekte im Landschaftspflegekonzept Bayern (LPK). *Laufener Seminarbeiträge* 1/2002: 67–83.
- STMELF Bayern (2018) Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) und Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm inkl. Erschwernisausgleich (VPN) – Anlage 1: Merkblatt Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUM). http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/m_aum_verpflichtungszeitraum_2019_2023.pdf. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- STMELF Bayern (2018) Richtlinien für die Förderung von Maßnahmen zur Erhaltung gefährdeter einheimischer landwirtschaftlicher Nutztierassen. Bekanntmachung des

Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, vom 26.11.2018, Az. L5-7407-1/598.
<http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/003663/index.php>. Zuletzt geprüft: 02/2020.

- Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N. D., Herzon, I., van Doorn, A., Snoo, G. R. de, Rakosy, L. & Ramwell, C. (2009) Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. *Journal of environmental management* 91(1): 22–46.
- Strachan, I. B., Nugent, K. A., Crombie, S. & Bonneville, M.-C. (2015) Carbon dioxide and methane exchange at a cool-temperate freshwater marsh. *Environmental Research Letters* 10(6): 65006.
- Streck, T., Ingwersen, J., Lamers, M., Van den Berg, M., Kazda, M., Werth, M., Lengerer, A., Dickopp, J.-E., Fiedler, S. & Ebli, M. (2017) Repräsentative Erfassung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Mooren Badens-Württembergs (EmMo). http://fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/125953/bwm11001_5.pdf?command=downloadContent&filena me=bwm11001_5.pdf&FIS=203. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Strobel, C. & Hölzel, N. (1994) Lebensraumtyp Feuchtwiesen - Landschaftspflegekonzept Bayern Band II.6. 204 S. München: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen/Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege.
- Strohm, K., Schweinle, J., Liesebach, M., Osterburg, B., Rödl, A., Baum, S., Nieberg, H., Bolte, A. & Walter, K. (2012) Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. 55 S. Braunschweig: Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie.
- Strykstra, R. J., Verweij, G. L. & Bakker, J. P. (1997) Seed dispersal by mowing machinery in a Dutch brook valley system. *Acta Botanica Neerlandica* 46(4): 387–401.
- Succow, M. (2001a) Kurzer Abriss der Nutzungsgeschichte mitteleuropäischer Moore. In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 404–406. Stuttgart: Schweizerbart.
- Succow, M. (2001b) Ökologisch(-phytozoenologische) Moortypen. In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 229–234. Stuttgart: Schweizerbart.
- Succow, M. (2001c): Zusammenfassende Beurteilung der Folgen tiefgreifender agrarischer Nutzungsintensivierung der letzten Jahrzehnte auf die Niedermoorstandorte Nordostdeutschlands. In: *Landschaftsökologische Moorkunde* (hrsg. von M. Succow & H. Joosten), S. 463–470. Stuttgart: Schweizerbart.
- Succow, M. & Joosten, H. (Hrsg.) (2001) *Landschaftsökologische Moorkunde*. 622 S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Sweers, W., Möhring, T. & Müller, J. (2014) The economics of water buffalo (*Bubalus bubalis*) breeding, rearing and direct marketing. *Archiv Tierzucht* 57 (2014) 22: 1–11.
- Šumpich, J. & Konvička, M. (2012) Moths and management of a grassland reserve: regular mowing and temporary abandonment support different species. *Biologia* 67(5): 973–987.
- Tanneberger, F. (2011) Relation between peatland condition and biodiversity values. In: *Carbon credits from peatland rewetting. Climate - biodiversity - land use, science, policy, implementation and recommendations of a pilot project in Belarus* (hrsg. von F. Tanneberger & W. Wichtmann), S. 68–77. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Tanneberger, F. (2018) Species portrait. In: *The Aquatic Warbler Conservation Handbook* (hrsg. von F. Tanneberger & J. Kubacka), S. 14–19. Potsdam: Landesamt für Umwelt.

- Tanneberger, F. & Bellebaum, J. (2018) Grazing. In: The Aquatic Warbler Conservation Handbook (hrsg. von F. Tanneberger und J. Kubacka), S. 158–163. Potsdam: Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg.
- Tanneberger, F., Bellebaum, J., Völlm, C., Sellin, D. & Vegelin, K. (2012) Wiesenbrüter im Schilf? – Ergebnisse der sommerlichen Pflegemahd eines LIFE-Projektes im Unteren Peenetal mit Vorschlägen zur Optimierung als Wiesenbrütergebiet. Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern 47(1): 52–65.
- Tanneberger, F., Gatkowski, D. & Krogulec, J. (2016) Poland – Paludiculture for biodiversity and peatland protection. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder, C. & H. Joosten), S. 207–208. Stuttgart: Schweizerbart.
- Tanneberger, F. & Wichtmann, W. (Hrsg.) (2011) Carbon credits from peatland rewetting. Climate - biodiversity - land use; science, policy, implementation and recommendations of a pilot project in Belarus. 223 S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Theuerkorn, W. (2014) Neuer Baustoff aus Rohrkolben. In: Neuer Baustoff für umweltfreundliche und bautechnische Sanierung in der Denkmalpflege (hrsg. von Deutsche Bundesstiftung Umwelt), S. 20–27. Osnabrück: DBU.
- Thomann, W. (2008) Grünland, Weidewirtschaft. In: Praktische Schafhaltung (hrsg. von C. Mendel), S. 128–152. Stuttgart: Ulmer.
- Tiemeyer, B., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Drösler, M., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Leiber-Sauheittl, K., Peichl-Brak, M., Roßkopf, N., Sommer, M. & Zeitz, J. (2016) High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils. *Global Change Biology* 22(12): 4134–4149.
- Tiemeyer, B., Bechtold, M., Belting, S., Freibauer, A., Förster, C., Schubert, E., Dettmann, U., Frank, S., Fuchs, D., Gelbrecht, J., Jeuther, B., Laggner, A., Rosinski, E., Leiber-Sauheittl, K., Sachteleben, J., Zak, D. & Drösler, M. (2017) Moorschutz in Deutschland. Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen; Bewertungsinstrumente und Erhebung von Indikatoren. BfN-Skripten, Band 462. 319 S. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Drösler, M., Albiac-Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Belting, S., Bernrieder, M., Beyer, C., Eberl, J., Eickenscheidt, T., Fell, H., Fiedler, S., Förster, C., Frahm, E., Frank, S., Giebels, M., Glatzel, S., Grünwald, T., Heinichen, J., Hoffmann, M., Hommeltenberg, J., Höper, H., Laggner, A., Leiber-Sauheittl, K., Leppelt, T., Metzger, C., Peichl-Brak, M., Röhling, S., Roskopf, N., Rötzer, T., Sommer, M., Wehrhan, M., Werle, P. & Zeitz, J. (2013) Klimarelevanz von Mooren und Anmooren in Deutschland. Ergebnisse aus dem Verbundprojekt "Organische Böden in der Emissionsberichterstattung". Thünen Working Paper, Band 15. 21 S. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- Timmermann, T. (1999) Anbau von Schilf (*Phragmites australis*) als ein Weg zur Sanierung von Niedermooeren — eine Fallstudie zu Etablierungsmethoden, Vegetationsentwicklung und Konsequenzen für die Praxis. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung*, Bd. 38: 111–143.
- Timmermann, T. (2003) Nutzungsmöglichkeiten der Röhrichte und Riede wiedervernässter Niedermooere Mecklenburg-Vorpommerns. *Greifswalder Geographische Arbeiten* 31: 31–42.
- Timmermann, T. (2009) Biomasse- und Standortskatalog (Standortpotenzial). In: Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooeren (ENIM) (hrsg.

- von S. Wichmann & W. Wichtmann), S. 37–52. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald. DUENE e.V.
- Timmermann, T., Margóczy, K., Gábor, T. & Vegelin, K. (2006) Restoration of peat-forming vegetation by rewetting species-poor fen grasslands. *Applied Vegetation Science* 9: 241–250.
- Titze, A. & Jacobs, M. (2004) Grünlandbewirtschaftung mit differenzierter Intensität - Ausgewählte Ergebnisse eines Parzellenversuchs am Standort Dummerstorf. *Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern*, 33: 27–31
- Tołpa, S., Jasnowski, M. & Pałczyński, A. (1967) System der genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 76: 9–99.
- Török, P., Valkó, O., Deák, B., Kelemen, A. & Tóthmérész, B. (2014) Traditional cattle grazing in a mosaic alkali landscape: Effects on grassland biodiversity along a moisture gradient. *PLoS One* 9(5): 1–8.
- Trepel M., Pfadenhauer J., Zeitz J. & Jeschke L. (2017): Germany. In: *Mires and peatlands of Europe: Status, distribution and conservation* (hrsg. von H. Joosten, F. Tanneberger & A. Moen), S. 413–424. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. & Thies, C. (2005) Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology letters* 8(8): 857–874.
- Tschoeltsch, S. (2008) Reet: Vom Anbau bis zum Dach. Das Reetprojekt aus der Eider-Treene-Sorge Niederung. 59 S. Horstedt: Verein zur Förderung der Kulturlandschaft e.V.
- UM Baden-Württemberg (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft) (2017) LPR Anhang 1 – Kalkulation von Landschaftspflege-Leistungen. Aktenzeichen 73-8872.00.
- Umweltbundesamt (UBA) (2018) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2016. Dessau: Umweltbundesamt (UBA).
- Umweltbundesamt (UBA) (2019) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2019. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2017. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-28_cc_23-2019_nir-2019_0.pdf. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Universität Greifswald (2013) Endbericht VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur. <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/projekte/vip/endbericht/Endbericht%20%20BMBF%20Verbundprojekt%20VIP%20-%20Vorpommern%20Initiative%20Paludikultur.pdf>. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Vadász, C., Németh, Á., Biró, C. & Csörgő, T. (2008) The effect of reed cutting on the abundance and diversity of breeding passerines. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54(1): 177–188.
- Valkama, E., Lyytinen, S. & Koricheva, J. (2008) The impact of reed management on wildlife: A meta-analytical review of European studies. *Biological Conservation* 141(2): 364–374.
- Van de Akker, J. J. H., Kuikman, P. J., De Vries, F., Hoving, I., Pleijter, M., Hendriks, R. F. A., Wolleswinkel, R. J., Simões, T. L. & Kwakernaak, C. (2008) Emission of CO₂ from agricultural peat soils in the Netherlands and ways to limit this emission. In: *Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use – The Future of Peatlands*. Vol. 1 Oral Presentations. Tullamore, Ireland, 8–13 June 2008 (hrsg. von C. Farrell & J. Feehan),

- S. 645–648. Jyväskylä: International Peat Society.
- Van den Berg, M., Ingwersen, J., Lamers, M. & Streck, T. (2016) The role of Phragmites in the CH₄ and CO₂ fluxes in a minerotrophic peatland in southwest Germany. *Biogeosciences* 13(21): 6107–6119.
- Van den Bos, R. (2003) Human influence on carbon fluxes in coastal peatlands: process analysis, quantification and prediction. PhD Thesis. 129 S. Amsterdam: VU.
- Van den Pol-Van Dasselaar, A., Van Beusichem, M. L. & Oenema, O. (1999) Methane emissions from wet grasslands on peat soil in a nature reserve. *Biogeochemistry* 44: 205–220.
- Van de Poel, D. & Zehm, A. (2014) Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen - Eine Literatursauswertung für den Naturschutz. *Anliegen Natur* 36(2): 36–51.
- Van Diggelen, R., Grootjans, A. P., Kemmers, R. H., Am Kooijman, Succow, M., Vries, N. P.J. de & van Wirdum, G. (1991) Hydro-ecological analysis of the fen system Lieper Posse, eastern Germany. *Journal of Vegetation Science* 2(4): 465–476.
- Van Huissteden, J., Van den Bos, R. & Marticorena Alvarez, I. (2006) Modelling the effect of water-table management on CO₂ and CH₄ fluxes from peat soils. *Geologie en Mijnbouw* 85: 3–18.
- Vegelin, K. (2010) Vegetationskundliches Monitoring 2010 im EU-LIFE Projektgebiet „Moore und Große Rohrdommel an der oberen Havel“. Unveröff. Gutachten.
- Vegelin, K., Schulz, K., Olsthoorn, G. & Wachlin, V. (2009) Erfolgskontrolle Polder Randow-Rustow 2008. Abiotisches, vegetationskundliches und faunistisches Monitoring der Ersatzmaßnahme „Polder Randow-Rustow“ - Gebietszustand im 9. Jahr der geregelten Wiedervernässung (2008). Unveröff. Gutachten im Auftrag der Stiftung Umwelt- & Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern.
- Vischer-Leopold, M., Ellwanger, G., Ssymank, A., Ullrich, K. & Paulsch, C. (Hrsg.) (2015) Natura 2000 und Management in Mooregebieten. Referate und Ergebnisse der gleichnamigen Fachtagung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) vom 4. bis 8. November 2013 an der Internationalen Naturschutzakademie der Insel Vilm. *Naturschutz und biologische Vielfalt*, Band 140. 312 S. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Voigtländer, G. & Jacob, H. (1987) Grünlandwirtschaft und Futterbau. 450 S. Stuttgart: Ulmer.
- Voigtländer, U. & Henker, H. (2005) Rote Liste der Farn und Blütenpflanzen Mecklenburg-Vorpommerns. 5. Fassung. Schwerin: Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern.
- Voith, J., Beckmann, A., Sachtleben, J., Schlumprecht, H. & Waeber, G. (2016) Rote Liste und Gesamtartenliste der Heuschrecken (Saltatoria) Bayerns. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Volmering Regnerbau+Landtechnik (2019) Wiesen- & Ackerwalzen. <https://www.volmering.eu/unsere-produkte/wiesen-ackerwalzen.php>. Zuletzt geprüft: 02/2020.
- Von Arnold, K. (2004) Forests and Greenhouse gases. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained forests on organic soils. *Linköping Studies in Arts and Science* 302. 48 S. Linköping: Linköping University.
- Waddington, J. M. & Roulet, N. T. (1996) Atmosphere-wetland carbon exchanges: Scale dependency of CO₂ and CH₄ exchange on the developmental topography of a peatland. *Global Biogeochemical Cycles* 10(2): 233–245.

- Wagner, A. (2016) Weide- und Tiermanagement. *Fleischrinder Journal* 3/16: 6–7.
- Walter, R. (2008) Betriebsformen. In: *Praktische Schafhaltung* (hrsg. von C. Mendel), S. 19–24. Stuttgart: Ulmer.
- Wenzl, F. & Höfer, L. (2017) Vegetationskundliche, malakologische und hydrologische Erfolgskontrolle nach Wiedervernässung im Sernitztal (Brandenburg). Bachelor-Arbeit. Eberswalde: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.
- Wheeler, B. D. & Shaw, S. (1995) A Focus on Fens - Controls on the Composition of Fen Vegetation in Relation to Restoration. In: *Restoration of Temperate Wetlands* (hrsg. von B. D. Wheeler, S. Shaw & Fojt, W., Robertson, A), S. 49–72. Chichester: Wiley.
- Wichmann, S. (2016a) Betriebswirtschaftliche Aspekte von Paludikultur. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 109–119. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wichmann, S. (2016b) Bereitstellungskosten für Energiebiomasse: Schilf, Stroh und *Miscanthus* im Vergleich. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), Box S. 112–113. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wichmann, S. (2017) Commercial viability of paludiculture: A comparison of harvesting reeds for biogas production, direct combustion, and thatching. *Ecological Engineering* 103 (2017): 497–505.
- Wichmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016) Landtechnik für nasse Moore. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 63–70. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wichmann, S. & Köbbing, J. F. (2015) Common reed for thatching – A first review of the European market. *Industrial crops and products* 77: 1063–1073.
- Wichmann, S. & Wichmann, W. (Hrsg.) (2009) Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). 190 S. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald und DUENE e. V.
- Wichtmann, W., Abel, S., Drösler, M., Freibauer, A., Harms, A., Heinze, S., Jensen, R., Kremkau, K., Landgraf, L., Peters, J., Rudolph, B.-U., Schiefelbein, U., Ullrich, K. & Winterholler, M. (2018) Gute fachliche Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden. *Zusatzmaterial zu Natur und Landschaft* 93 (8): 391.
- Wichtmann, W. & Joosten, H., (2007) Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peatlands. *IMGC Newsletter* 2007/3: 24–28.
- Wichtmann, W., Oehmke, C., Bärish, S., Deschan, F., Malashevich, U. & Tanneberger, F. (2014) Combustibility of biomass from wet fens in Belarus and its potential as a substitute for peat in fuel briquettes. *Mires and peat* Volume 13 (2013/14): 1–10.
- Wichtmann, W. & Schröder, C. (2016) Kulturtechnische Maßnahmen für die Umsetzung von Paludikultur. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 188–193. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. (Hrsg.) (2016) *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore*. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wild, U., Kamp, T., Lenz, A., Heinz, S. & Pfadenhauer, J. (2001) Cultivation of *Typha* spp. in constructed wetlands for peatland restoration. *Ecological Engineering* 17: 49–54.
- Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., Evans, C. D., Murdiyarso, D., Page, S. E., Renou-Wilson, F., Rieley, J. O., Sirin, O., Strack, M. & Tuittila, E.-S. (2016) Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. *Mires and Peat* 17(4): 1–28.

- Woike, M. & Zimmermann, P. (1997) Biotop pflegen mit Schafen. 62 S. Bonn: aid e.V.
- Wojahn, E. & Schmidt, W. (1987) Ergebnisse und Probleme der landwirtschaftlichen Moornutzung in der DDR. Internationales Symposium zum Thema "Bodenentwicklung auf Niedermoor und Konsequenzen für die landwirtschaftliche Nutzung" Bd. 1: 3–47.
- Wollert, A. (2016) Box 3.4: Brandschutzplatte aus Schilf. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 33. Stuttgart: Schweizerbart.
- Wulf, A. (2009) Brennstoff-Charakterisierung, Verbrennungstests und Ascheanalysen. In: Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM) (hrsg. von S. Wichmann & W. Wichtmann): S. 53–64. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald. DUENE e. V.
- Zahn, A. (2014a) Beweidung von feuchtem, nährstoffreichem Offenland. – In: Online-Handbuch "Beweidung im Naturschutz" (hrsg. von B. Burkart-Aicher et al.), Kap. 6.1.2. Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Zahn, A. (2014b) Beweidung mit Rothirschen. – In: Online-Handbuch "Beweidung im Naturschutz" (hrsg. von B. Burkart-Aicher et al.), Kap. 7.11. Laufen: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm. Zuletzt geprüft: 01/2020.
- Zahn, A., Englmaier, I. & Drobny, M. (2010) Food availability for insectivores in grasslands - Arthropod abundance in pastures, meadows and fallow land. *Applied Ecology and Environmental Research* 8(2): 87–100.
- Zahn, A. & Herzog, F. (2015) Wasserbüffel als Habitatkonstrukteure. Das Verhalten von Wasserbüffeln auf einer Standweide und die Auswirkungen auf Amphibienpopulationen. *Anliegen Natur* 37(1): 46–54.
- Zahn, A., Juen, A., Traugott, M. & Lang, A. (2007) Low density cattle grazing enhances arthropod diversity of abandoned wetland. *Applied Ecology and Environmental Research* 5(1): 73–86.
- Zahn, A., Lang, A., Meinl, M. & Schirlitz, T. (2002) Die Beweidung einer Feuchtbrache mit Galloway-Rindern - Flora, Fauna und wirtschaftliche Aspekte einer kleinflächigen Standweide. *Laufener Seminarbeiträge* 1/2002: 35–45.
- Zahn, A., Meinl, M. & Niedermeier, U. (2003) Auswirkungen extensiver Rinderbeweidung auf die Vegetation einer Feuchtbrache. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 35(6): 171–178.
- Zahn, A. & Niedermeier, U. (2004) Zur Reproduktionsbiologie von Wechselkröte (*Bufo viridis*), Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*) im Hinblick auf unterschiedliche Methoden des Habitatmanagements. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 11(1): 41–64.
- Zak, D., Goldhammer, T., Cabezas, A., Gelbrecht, J., Gurke, R., Wagner, C., Reuter, H., Augustin, J., Klimkowska, A. & McInnes, R. (2018) Top soil removal reduces water pollution from phosphorus and dissolved organic matter and lowers methane emissions from rewetted peatlands. *Journal of Applied Ecology* 55(1): 311–320.
- Zak, D., Reuter, H., Augustin, J., Shatwell, T., Barth, M., Gelbrecht, J. & McInnes, R. J. (2015) Changes of the CO₂ and CH₄ production potential of rewetted fens in the perspective of temporal vegetation shifts. *Biogeosciences* 12(8): 2455–2468.

- Zak, D., Wagner, C., Payer, B., Augustin, J. & Gelbrecht, J. (2010) Phosphorus mobilization in rewetted fens: the effect of altered peat properties and implications for their restoration. *Ecological Applications* 20(5): 1336–1349.
- Zeitz, J. (2016a) Moordegradierungsprozesse bei Entwässerung. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 7–9. Stuttgart: Schweizerbart.
- Zeitz, J. (2016b) Niedermoornutzung in Nordostdeutschland. In: *Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore* (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 3–7. Stuttgart: Schweizerbart.
- Zerbe, S., Steffenhagen, P., Parakenings, K., Timmermann, T., Frick, A., Gelbrecht, J. & Zak, D. (2013) Ecosystem service restoration after 10 years of rewetting peatlands in NE Germany. *Environmental management* 51(6): 1194–1209.

Anhang

Anhang 1: Datengrundlage für GIS-Analyse der Flächenkulisse

Schleswig-Holstein

Kriterium	Datenname	Datengrundlage
	DLM250 (Auszug Gebietsgrenze)	© GeoBasis-DE / BKG 2017
Bodensystematische Einheiten	Karte der Torf-, Moor- und Anmoorverbreitung im 2m-Raum unter GOF	© LLUR, Abteilung 6 – Geologie und Boden, Stand: 2014
Derzeitige Landnutzung	Tatsächliche_Flächennutzung (ALKIS)	© GeoBasis-DE / AdV 2018
Naturschutzfachlicher Flächenstatus	LSG_Bestand (Landschaftsschutzgebiete)	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2012
	Biosphärenreservate	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2005
	FFH-Gebiete	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2017
	NSG-5000 (Naturschutzgebiete)	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2018
	SH2_Register_ges_gesch_Biotope	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2017
	NP_Zonen (Nationalpark)	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2012
	SPA-Gebiete	© LLUR, Abteilung 5 – Naturschutz und Forst, Stand: 2014
	Eigentum_VFL_SNSH (Stiftungseigentum)	© Stiftung Naturschutz, Stand: 2018

Brandenburg

Kriterium	Datenname	Datengrundlage
	DLM250 (Auszug Gebietsgrenze)	© GeoBasis-DE / BKG 2017

Kriterium	Datenname	Datengrundlage
Bodensystematische Einheiten	Moorkarte	© Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MIL) 2013; MoorFIS Brandenburg
Derzeitige Landnutzung	DFBK (FB)	© Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MLUL) 2018, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de
Naturschutzfachlicher Flächenstatus	SPA	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2016, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de
	Biotope LRT	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2018, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de
	GSG	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2016, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de
	Zonierung BRSP	© Biosphärenreservat Spreewald 2019
	Zonierung BRFLEL	© Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe 2019
	LSG	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2016, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de
	FFH	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2017, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de
	NSG	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2016, dl-de/by-2-0; https://geobroker.geobasis-bb.de

Baden-Württemberg

Kriterium	Datenname	Datengrundlage
	Landesgrenze 1:2.000	LGL BW, RIPS LUBW
Bodensystematische Einheiten	Moorkarte BK50	LGL BW, RIPS LUBW, Stand 2018
Derzeitige Landnutzung	Nutzungsflächen	GISEL, MLR, Stand 2018
Naturschutzfachlicher Flächenstatus	MAP Erfassungseinheit Lebensstätten	RIPS LUBW, Stand 2018
	Biosphärengebiet Zone	RIPS LUBW, Stand 2016
	FFH-Lebensraumtyp	RIPS LUBW, Stand 2018
	Naturschutzgebiete	RIPS LUBW, Stand 2018
	Biotop nach BNatSchG NatSchG LWaldG	RIPS LUBW, Stand 2018
	Naturdenkmal flächenhaft	RIPS LUBW, Stand 2018
	Nationalpark	RIPS LUBW, Stand 2015
	Vogelschutzgebiet	RIPS LUBW, Stand 2018

Anhang 2: Einteilung der Flächen in Eignungsklassen für eine nasse Bewirtschaftung in Baden-Württemberg

Klasse 1 geeignet	Klasse 2 Grundsätzlich für Nutzart Nasswiese/ -weide und Anbaukultur geeignet, vorbehaltlich Prüfauflage in jedem Einzelfall	Klasse 3 Grundsätzlich nur für Nutzart Nasswiese/ -weide geeignet, vorbehaltlich Prüfauflage in jedem Einzelfall	Klasse 4 ungeeignet
Flächen auf Moorboden (ohne Grünland) ohne naturschutzfachliche & landschaftsplanerische Einschränkung	Biosphärengebiete: Entwicklungszonen, keine Angabe der Zone	Biosphärengebiete: Pflegezonen	Biosphärengebiete: Kernzone
	Vogelschutzgebiete (SPA): SPA-Habitate	gesetzlich geschützte Biotop: Feuchtbiotop, Gewässerbiotop	Nationalparke
	FFH-MAP – Habitate für Arten nach Anhang II der FFH-RL	geschützte Landschaftsbestandteile	gesetzlich geschützte Biotop: Trockenbiotop, Gehölzbiotop
	SPA- und MAP-Habitat- Entwicklungsflächen	Dauergrünland	FFH-LRT nach Anhang I der FFH-RL: Trocken- LRT, Gehölz-LRT
		Maßnahmenflächen nach Landschaftspflege- Richtlinie (LPR)	Artenschutzprogramm (ASP): ASP-Flächen, Flurstücke mit ASP- Punkten
		Naturschutzgebiete	
		Landschaftsrahmenplan / Regionalplan	
		FFH-LRT nach Anhang I der FFH-RL	
		Flächennaturdenkmäler	
		MAP-Entwicklungsflächen für LRT	

Angang 3: Verwendete GESTs und ihre Grundlagen; Werte auf ganze Zahlen gerundet.

Name GEST	CH ₄ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	GWP in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	Literatur
Very wet <i>Phragmites</i> reeds	<1	12	-12	~0	Drösler et al. (2013), Jungkunst & Fiedler (2007), Koch et al. (2014), Minke et al. (2016)
Very wet tall sedges and <i>Typha</i>	<1	7	<1	~7	Günther et al. (2015), Minke et al. (2016)
Wet tall reeds	<1	7	-1	~6	Audet et al. (2013), Augustin (2003), Augustin (unveröffentlicht), Augustin & Merbach (1998), Günther et al. (2015), Jurasinski (unveröffentlicht), Koch et al. (2014),
Wet tall sedges	<1	6	1	7	Augustin (2003), Augustin (unveröffentlicht), Günther et al. (2015), Koch et al. (2014), Von Arnold (2004)
Wet grassland with shunt species	<1	3	-4	~-1	Augustin & Chojnicki (2008), Drösler et al. (2013), Van den Bos (2003)
Very moist tall sedges	<1	2	11	~12	Drösler et al. (2013), Günther et al. (2015), Jurasinski (unveröffentlicht), Koch et al. (2014), Sommer et al. (2004), Von Arnold (2004)
Very moist grassland	<1	<1	6	~7	Augustin (2003), Augustin (unveröffentlicht), Drösler et al. (2013), Koch et al. (2014)
Very moist grassland with shunt species	<1	2	6	~9	Augustin (2003), Augustin (unveröffentlicht), Augustin & Chojnicki (2008), Drösler et al. (2013), Koch et al. (2014), Van den Bos (2003), Van den Pol-Van Dasselaar et al. (1999)
Moist to very moist grassland	0	0	13	~13	Augustin & Chojnicki (2008), Drösler et al. (2013), Jacobs et al. (2003), Van de Akker et al. (2008)
Periodically flooded grasslands	<1	<1	13	~14	Augustin & Chojnicki (2008), Drösler et al. (2013), Jacobs et al. (2003), Koch et al. (2014), Van de Akker et al. (2008)
Moist to very moist grassland with shunt species	<1	1	13	~14	Augustin & Chojnicki (2008), Drösler et al. (2013), Jacobs et al. (2003), Jurasinski (unveröffentlicht), Leiber-Sauheitl et al. (2014), Petersen et al. (2012), Van de Akker et al. (2008)
Moist to very moist acidic <i>Molinia</i> meadows	<1	5	13	~18	Augustin & Chojnicki (2008), Drösler et al. (2013), Jacobs et al. (2003), Van de Akker et al. (2008), Van den Pol-Van Dasselaar et al. (1999)
Moist grassland	0	0	19	~19	Augustin (2003), Augustin (unveröffentlicht), Augustin & Merbach (1998), Augustin et al. (1996), Beetz et al. (2013), Beyer et al. (2015), Drösler et al. (2013), Elsgaard et al. (2012), Jungkunst & Fiedler (2007), Jurasinski (unveröffentlicht), Kandel et al. (2013), Karki et al. (2015a), Leiber-Sauheitl et al. (2014), Petersen et al. (2012), Van de Akker et al. (2008), Van den Bos (2003), Van den Pol-Van Dasselaar et al. (1999)
Dry to moderately	0	0	31	~31	Augustin (2003), Augustin (unveröffentlicht), Beetz et al. (2013), Drösler et al. (2013), Elsgaard et al. (2012), Flessa et

Name GEST	CH ₄ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ in t CO ₂ - Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ in t ha ⁻¹ a ⁻¹	GWP in t CO ₂ - Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	Literatur
moist grassland					al. (1998), Görres et al. (2014), Jacobs et al. (2003), Jungkunst & Fiedler (2007), Jurasinski (unveröffentlicht), Lengerer (2018), Petersen et al. (2012), Streck et al. (2017), Tiemeyer et al. (2016) , Van de Akker et al. (2008), Van den Bos (2003), Van Huissteden et al. (2006), Wild et al. (2001)
Dry to moderately moist arable land	0	0	37	~37	Drösler et al. (2013), Elsgaard et al. (2012), Flessa et al. (1998), Petersen et al. (2012), Pohl et al. (2015)

Anhang 4: Ausschnitt aus den Kostensätzen des Bayrischen Kulturlandschaftsprogramms und des Bayrischen Vertragsnaturschutzprogramms (STMELF Bayern 2018).

Anlage 1

Stand: Dezember 2018

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN
BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) und
Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm inkl. Erschwernisausgleich (VNP)

Merkblatt

2019 bis 2023

Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUM)

0.3 Erschwernisse

Kombinierbar nur mit der Grundleistung H21-H26 bzw. F22-F26 ggf. in Verbindung mit der Grundleistung H20. Die Erschwernisse W08-W12 können auch dann gewährt werden, wenn sie sich auf den überwiegenden Teil (über 50 %) der Fläche beziehen.

Nr.	Beschreibung	Satz
0.3/02	Weite Anfahrt mind. 5,00 km einfach – W02	50 €/ha
0.3/03	Bewirtschaftungseinheit max. 0,50 ha – W03	60 €/ha
<u>oder</u>		
0.3/04	Bewirtschaftungseinheit max. 0,30 ha – W04	220 €/ha
0.3/07	Erhalt der Streuobstbäume – W07, H28	8 €/Baum
	Obergrenze	Max 800 €/ha
0.3/08	Verwendung eines Messermähwerks – W08	120 €/ha
	Kombinierbar auch mit W09 (Spezialmaschinen)	
0.3/09	Verwendung von Spezialmaschinen – W09	190 €/ha
	Förderfähig sind speziell für die Mahd oder Mähgutbergung von schwierig zu bewirtschaftenden Standorten (z. B. Steilhänge, nasse, wenig tragfähige Böden) konstruierte Maschinen folgender Bauarten: o Hang-Geräteträger. o Spezialschlepper mit tiefem Schwerpunkt und vier gleich großen Reifen, die aufgrund einer besonderen technischen Ausstattung wie z. B. einem Mitteldrehgelenk bei einer Hangneigung von mind. 40 % eingesetzt werden können. Dies muss durch TÜV, DLG-Prüfbericht oder Herstellerbescheinigung attestiert werden. o Raupen-Mähgeräte. o Sonstige Spezialmaschinen sofern diese vorwiegend für die Landschaftspflege verwendet werden und für die konventionelle ldw. Nutzung weitgehend ungeeignet sind nach Rücksprache mit dem StMUV. o Maschinen üblicher Bauweise mit demontierbaren Anbauten	

Nr.	Beschreibung	Satz
	(Breitreifen, Gitterräder o. ä.) oder mit lediglich verbesserter Berggängigkeit zählen nicht zu den Spezialmaschinen.	
<u>oder</u>		
0.3/10	Verwendung von Motormähern – W10 ☐ Förderfähig sind handgeführte, selbstfahrende Einachsmäher mit Mähbalken (=Balkenmäher).	270 €/ha
<u>oder</u>		
03/11	Handmahd – W11	680 €/ha
0.3/12	Zusammenrechnen per Hand – W12	220 €/ha
0.3/13	Naturschutzfachlich erforderlicher Zusatzschnitt – W13 Mahd mit Abfuhr des Mähgutes	100 €/ha
0.3/14	Verpflichtender Erhalt von ganzjährigen Altgrasstreifen/-flächen auf 5 bis 20 % der Fläche – W14	50 €/ha
0.3/15	Feuchtezuschlag auf Feucht-, Nass- und Streuwiesen – W15 ☐ Kombinierbar nur bei Einstufung der Antragsfläche in die Wiesenlebensräume C und E.	80 €/ha
0.3/16	Tierschonende Mahd – W16 ☐ (☐) Die Mahd ist tierschonend durchzuführen. (Mahd von innen nach außen oder Mahd von einer Seite der Fläche zur anderen). ☐ Kombinierbar nur mit der Grundleistung H22/F22 oder H23/F23 in bestimmten Wiesenbrütergebieten (keine Kombinierbarkeit mit W10 und W11). ☐ Die Zuwendung ist beschränkt auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gemäß der Empfehlung der Kommission 2003/361/EG. Nicht förderfähig sind ferner Unternehmen in Schwierigkeiten sowie Unternehmen mit EU-Rückforderungsanordnungen (vgl. hierzu jeweils die entsprechende Erläuterung im Formular „KMU-Erklärung“). Dem Grundantrag ist daher zwingend das Formular „KMU-Erklärung“ beizufügen.	50 €/ha
0.3/17	Bewirtschaftungsruhe ab 15.3. bzw. 1.4. bis zum vereinbarten Schnittzeitpunkt – W17	20 €/ha

- 0.3/02 (*): Weite Anfahrt mind. 5,00 km einfach – W02**
- Höhe der Zuwendung – W02: 50 €/ha
- 0.3/03 (*): Bewirtschaftungseinheit max. 0,50 ha – W03**
- Höhe der Zuwendung – W03: 60 €/ha
- oder
- 0.3/04 (*): Bewirtschaftungseinheit max. 0,30 ha – W04**
- Höhe der Zuwendung – W04: 220 €/ha
- 0.3/07 Erhalt der Streuobstbäume – W07, H28**
- (*) Erhalt der Streuobstbäume.
 - (*) Verzicht auf Beseitigung von stehenden Totholzbäumen oder absterbenden Bäumen. Die Beseitigung umgefallener Bäume ist zulässig und dem AELF zu melden.
 - Förderfähige Streuobstbäume sind Hochstämme von Kernobst, Steinobst oder Nussbäumen mit einer Stammhöhe von mind. 1,6 m, die in 1,00 m Höhe einen Stammumfang von mind. 30 cm aufweisen.
 - Es können max. 100 Streuobstbäume pro ha LF bzw. ldw. nutzbarer Fläche des Feldstücks gefördert werden.
 - Als Zusatzleistung (W07) kombinierbar nur mit der Grundleistung H21-H26 in den Wiesenlebensraumtypen B, D und F (in Wiesenlebensraum F ist die Kombination verpflichtend).
 - Als Einzelleistung (H28) möglich im Wiesenlebensraum F (ohne Kombination mit einer Grundleistung und anderen Zusatzleistungen), jedoch Kombination mit Einzelleistung H27 (Verzicht auf jegliche Düngung und chem. Pflanzenschutz, siehe 0.1) möglich (zulässiger NC: 592, 822).
 - Höhe der Zuwendung – W07 und H28: 8 €/Baum
 - Obergrenze max. 800 €/ha
- 0.3/08 (*): Verwendung eines Messermähwerks – W08**
- Kombinierbar auch mit W09 (Spezialmaschinen).
 - Höhe der Zuwendung – W08: 120 €/ha
- 0.3/09 (*): Verwendung von Spezialmaschinen – W09**
- Förderfähig sind speziell für die Mahd oder Mähgutbergung von schwierig zu bewirtschaftenden Standorten (z. B. Steilhänge, nasse, wenig tragfähige Böden) konstruierte Maschinen folgender Bauarten:
 - Hang-Geräteträger.
 - Spezialschlepper mit tiefem Schwerpunkt und vier gleich großen Reifen, die aufgrund einer besonderen technischen Ausstattung wie z. B. einem Mitteldrehgelenk bei einer Hangneigung von mind. 40 % eingesetzt werden können. Dies muss durch TÜV, DLG-Prüfbericht oder Herstellerbescheinigung attestiert werden.
 - Raupen-Mähgeräte.
 - Sonstige Spezialmaschinen sofern diese vorwiegend für die Landschaftspflege verwendet werden und für die konventionelle ldw. Nutzung weitgehend ungeeignet sind nach Rücksprache mit dem StMUV.
 - Maschinen üblicher Bauweise mit demontierbaren Anbauten (Breitreifen, Gitterräder o. ä.) oder mit lediglich verbesserter Berggängigkeit zählen nicht zu den Spezialmaschinen.
 - Höhe der Zuwendung – W09: 190 €/ha
- oder
- 0.3/10(*): Verwendung von Motormähern – W10**
- Förderfähig sind handgeführte, selbstfahrende Einachsmäher mit Mähbalken (=Balkenmäher).
 - Höhe der Zuwendung – W 10: 270 €/ha
- oder
- 0.3/11 (*): Handmahd – W11**
- Höhe der Zuwendung – W11: 680 €/ha

- 0.3/12(*): Zusammenrechnen per Hand – W12**
- Höhe der Zuwendung – W12: 220 €/ha
- 0.3/13(*): Naturschutzfachlich erforderlicher Zusatzschnitt – W13**
- Mahd mit Abfuhr des Mähgutes
 - Höhe der Zuwendung – W13: 100 €/ha
- 0.3/14 (*): Verpflichtender Erhalt von ganzjährigen Altgrasstreifen/-flächen auf 5 bis 20 % der Fläche – W14**
- Höhe der Zuwendung – W14: 50 €/ha
- 0.3/15 (*): Feuchtezuschlag auf Feucht-, Nass- und Streuwiesen – W15**
- Kombinierbar nur bei Einstufung der Antragsfläche in die Wiesenlebensräume C und E.
 - Höhe der Zuwendung – W15: 80 €/ha
- 0.3/16: Tierschonende Mahd – W16**
- (*) Die Mahd ist tierschonend durchzuführen. (Mahd von innen nach außen oder Mahd von einer Seite der Fläche zur anderen).
 - Kombinierbar nur mit der Grundleistung H22/F22 oder H23/F23 in bestimmten Wiesenbrüteregebieten (keine Kombinierbarkeit mit W10 und W11).
 - Die Zuwendung ist beschränkt auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gemäß der Empfehlung der Kommission 2003/361/EG. Nicht förderfähig sind ferner Unternehmen in Schwierigkeiten sowie Unternehmen mit EU-Rückforderungsanordnungen (vgl. hierzu jeweils die entsprechende Erläuterung im Formular „KMU-Erklärung“). Dem Grundantrag ist daher zwingend das Formular „KMU-Erklärung“ beizufügen.
 - Höhe der Zuwendung – W16: 50 €/ha
- 0.3/17 (*): Bewirtschaftungsruhe ab 15.3. bzw. 1.4. bis zum vereinbarten Schnittzeitpunkt – W17**
- Höhe der Zuwendung – W17: 20 €/ha
- Kombination mit folgenden unentgeltlichen Nebenbestimmungen möglich:
- U02 – Vorweide der Fläche bis Ende April verboten**
- kombinierbar mit den Grundleistungen H21-H26 bzw. F22-F26.
 - In Wiesenbrüteregebieten (Wiesenlebensraum A, teilweise C und E) verpflichtend, sonst optional.
- U03 – Frühmahdstreifen bzw. -flächen auf max. 20 % der Fläche**
- kombinierbar mit den Grundleistungen H21-H25 bzw. F22-F25.

Anhang 5: Ausschnitt aus den Kostensätzen der Landschaftspflege-Richtlinie Baden-Württembergs (UM Baden-Württemberg 2015), (<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/naturschutz/instrumente-des-naturschutzes/landschaftspflege-richtlinie/>).

Gesamtvorschrift in der Gültigkeit zum 01.01.2017 bis 31.12.2020

Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg zur Förderung und Entwicklung des Naturschutzes, der Landschaftspflege und Landeskultur (Landschaftspflege-richtlinie 2015 – LPR)

vom 28.10.2015 – Az.: 73-8872.00 –

Fundstelle: GABl. 2015, S. 834

Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 30.06.2017 (GABl. 2017, S. 412)

A. Zuwendungsbeträge bei LPR-Teil A1 (LPR Codes 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206)

Die Zuwendungsbeträge berücksichtigen Arbeitsaufwand und Einkommensverluste bei der Ausführung der vereinbarten Tätigkeiten.

1. **Einführung oder Beibehaltung einer extensiven Ackerbewirtschaftung ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Nutzungsaufgabe der Ackerbewirtschaftung**
 - 1.1 Beibehaltung ohne Stickstoffdüngung 590 €/ha
 - 1.2 Beibehaltung mit angepasster Stickstoffdüngung 350 €/ha
 - 1.3 Aufgabe der Ackerbewirtschaftung zur Schaffung höherwertiger Biotope 370 €/ha
2. **Umstellung von Acker- auf extensive Grünlandbewirtschaftung ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln**
 - 2.1 ohne Stickstoffdüngung 510 €/ha
 - 2.2 mit angepasster Stickstoffdüngung 390 €/ha
3. **Grünlandbewirtschaftung ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln**
 - 3.1 einschürige Mahd und keine Stickstoffdüngung 310 €/ha
 - 3.2 zweischürige Mahd und keine Stickstoffdüngung 400 €/ha
 - 3.3 mehr als zweischürige Mahd und keine Stickstoffdüngung zur Aushagerung von brachgefallenem Grünland 440 €/ha
 - 3.4 mehr als zweischürige Mahd und keine Stickstoffdüngung zur Aushagerung von Intensivgrünland 410 €/ha
 - 3.5 zweischürige Mahd und angepasste Stickstoffdüngung 350 €/ha
 - 3.6 mehr als zweischürige Mahd und angepasste Stickstoffdüngung 310 €/ha
 - 3.7 Aufgabe der Bewirtschaftung zur Schaffung höherwertiger Biotope 520 €/ha
4. **Beweidung ohne Einsatz von Pflanzenschutz- und (nicht auf der Weide angefallenen) Stickstoff-Düngemitteln**
 - 4.1 Hüteweidung – ein bis zwei Weidegänge 360 €/ha
 - 4.2 Hüteweidung – mehr als zwei Weidegänge 550 €/ha
 - 4.3 Extensive Standweide 250 €/ha
 - 4.4 Koppelweide 310 €/ha

5. **Zulagen Ackerbewirtschaftung**
 - 5.1 zusätzliche Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Arten
 - 5.1.1 bei hohem Arbeits- und Beratungsaufwand 340 €/ha
 - 5.1.2 bei geringerem Arbeits- und Beratungsaufwand 260 €/ha
 - 5.2 Bewirtschaftung in Form von Ackerrandstreifen 100 €/ha
 - 5.3 Maßnahmen auf Flächen mit hoher Bonität (Ackerzahl >60) 150 €/ha

6. **Zulagen Grünlandbewirtschaftung**
 - 6.1 zusätzliche Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Arten
 - 6.1.1 bei hohem Arbeits- und Beratungsaufwand 75 €/ha
 - 6.1.2 bei geringerem Arbeits- und Beratungsaufwand 40 €/ha
 - 6.2 Gesonderte Behandlung von Teilflächen: beispielsweise Stehenlassen von Altgrasbeständen auf 5–20 % der Fläche
 - 6.2.1 Stehenlassen von Altgrasbeständen, einjährig 60 €/ha
 - 6.2.2 Stehenlassen von Altgrasbeständen, überjährig 90 €/ha
 - 6.3 Einsatz von speziellen technischen Einrichtungen (beispielsweise Messerbalkenmähdwerk, Zwillingsbereifung) 50 €/ha
 - 6.4 Mechanische Nachpflege (bei Beweidung) 85 €/ha
 - 6.5 Ziegen mitführen bei Hüttehaltung 150 €/ha
 - 6.6 Ziegen mitführen bei Koppelhaltung/ Standweide 150 €/ha