

**Matthias Drösler, Jürgen Augustin, Lindsey Bergmann,
Christoph Förster, Daniel Fuchs, Julia-Maria Hermann,
Jochen Kantelhardt, Alois Kapfer, Gerd Krüger, Lena Schaller,
Michael Sommer, Manuel Schweiger, Peggy Steffenhagen,
Bärbel Tiemeyer und Marc Wehrhan**

Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung



Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung

**Abschlussbericht des gleichnamigen
F+E-Vorhabens (FKZ 3509 85 0500)**

**Matthias Drösler, Jürgen Augustin,
Lindsey Bergmann, Christoph Förster,
Daniel Fuchs, Julia-Maria Hermann,
Jochen Kantelhardt, Alois Kapfer,
Gerd Krüger, Lena Schaller,
Michael Sommer, Manuel Schweiger,
Peggy Steffenhagen, Bärbel Tiemeyer
und Marc Wehrhan**

Titelbild: Renaturierter Torfstich in den Kendlmühlfilzen mit Sukzession von *Sphagnum fallax* und etwas *S. cuspidatum* ca. 5 Jahre nach Anstau (M. Drösler 2009)

Adressen der Bearbeiterinnen und Bearbeiter:

Prof. Dr. Matthias Drösler	Professur für Vegetationsökologie
Lindsey Bergmann	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Christoph. Förster	Am Hofgarten 4, 85354 Freising;
Dr. Julia-Maria Hermann	E-Mail: matthias.droesler@hswt.de
Prof. Dr. Jochen Kantelhardt	Institut für Agrar- und Forstökonomie
Lena Schaller	Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
	Universität für Bodenkultur
	Feistmantelstr. 4, A – 1180 Wien
	E-Mail: jochen.kantelhardt@boku.ac.at
Daniel Fuchs	PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH
Manuel Schweiger	Rosenkavalierplatz 10, 81925 München; E-Mail: info@pan-gmbh.com
Prof. Dr. Jürgen Augustin	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
	Institut für Landschaftsstoffdynamik
	Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg; E-Mail: jaug@zalf.de
Prof. Dr. Michael Sommer	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
Marc Wehrhan	Institut für Bodenlandschaftsforschung
Peggy Steffenhagen	Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg; E-Mail: sommer@zalf.de
Dr. Bärbel Tiemeyer	Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, Thünen Institut
	Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
	E-Mail: baerbel.tiemeyer@vti.bund.de
Gerd Krüger	Dr. Blasy - Dr. Øverland
	Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG
	Moosstraße 3, 82279 Eching am Ammersee
	E-Mail: gerd.krueger@blasy-overland.de
Dr. Alois Kapfer	Ingenieurbüro DR. KAPFER
	Landschaftsplanung und Landentwicklung
	Gartenstraße 3, 78532 Tuttlingen; E-Mail: info@dr-kapfer.de

Fachbetreuung im BfN:

Dr. Uwe Riecken Leiter der Abt. II 2 „Biotopschutz und Landschaftsökologie“

Diese Veröffentlichung ist das Ergebnis des F+E-Vorhabens „Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung.“ (FKZ 3509 85 0500) im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz, gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter <http://www.bfn.de> heruntergeladen werden.

Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
Telefon: 0228/8491-0
Fax: 0228/8491-9999
URL: www.bfn.de

Der 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 Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: BMU-Druckerei

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-063-7

Bonn-Bad Godesberg 2012

Vorwort

Seit mehr als 30 Jahren fördern das Bundesumweltministerium und das Bundesamt für Naturschutz im Rahmen des Programms „chance.natur“ die „Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung“. Dabei standen und stehen in unterschiedlichen Regionen Deutschlands auch große Moorlandschaften immer wieder im Fokus, in denen oft umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen und hier vor allem Verbesserungen des Wasserhaushaltes durchgeführt wurden bzw. werden. Dabei ist jedoch vor allem in der Vergangenheit die Zielrichtung Klimaschutz noch nicht unmittelbar in die ursprüngliche Planung der Maßnahmen und die Mittelverwendung in diesen Großschutzgebieten eingeflossen.

Ziel des in dieser Publikation dokumentierten Forschungs- und Entwicklungsvorhabens war es daher, zu bewerten, inwieweit die Mittel, die in (Groß-)Schutzgebiete für Naturschutzmaßnahmen geflossen sind, neben den Naturschutzzielen auch zur Erreichung von Klimaschutzzielen beigetragen haben.

Ob auch in weiterem Umfang diese Synergien eintreten, hängt zentral davon ab, wie die Maßnahmen gestaltet und ausgeführt werden. So können sich bestimmte Renaturierungsmaßnahmen letztlich hinsichtlich ihrer Bilanz an klimarelevanten Treibhausgasen negativ auswirken, wenn sie z. B. die kritischen Wasserstände, die zur Methanemission beitragen, nicht berücksichtigen. Andererseits kann der ggf. negative Effekt von kleinflächigen Überstausituationen durch großflächige Reduktion der Emissionen aus den nicht überstauten Bereichen überkompensiert werden. Daher wurden die Bewertungen im Flächenverbund durchgeführt und die untersuchten Naturschutzgroßprojekte hinsichtlich des Mittelflusses und der Spurengasbilanz jeweils als eine Einheit betrachtet.

Im Ergebnis zeigt sich, dass alle untersuchten Projekte einen substanziellen Beitrag zum Klimaschutz leisten und dabei selbst dann hinsichtlich der eingesetzten Finanzmittel mit anderen Verfahren zur Reduktion von klimaschädlichen Gasen konkurrieren können, wenn alle eingesetzten Mittel nur auf dieses Teilziel bezogen werden.

Die Ergebnisse unterstreichen die große Bedeutung der durch den Bund geförderten Projekte nicht nur im Hinblick auf die eigentliche Zielsetzung – den Schutz von Arten und Biotopen – sondern auch im Zusammenhang mit dem Schutz und der Verbesserung der Ökosystemleistungen solcher Gebiete.

Moore werden auch künftig einen wichtigen Schwerpunkt des Bundesprogramms „chance.natur“ bilden. Die im Rahmen des vorliegenden F+E-Vorhabens erzielten Ergebnisse geben für diese Projekte, aber auch für eine Vielzahl vergleichbarer lokaler und regionaler Vorhaben wichtige Handreichungen für die Optimierung der Maßnahmen im Hinblick auf Synergien zwischen dem Biotop- und Artenschutz und dem Klimaschutz.

Prof. Dr. Beate Jessel

Präsidentin des Bundesamts für Naturschutz

Inhaltsverzeichnis

0	EINLEITUNG.....	1
1	AUFGABENSTELLUNG.....	3
2	CO₂-SENKEN- UND QUELLFUNKTION VON MOOREN (MODUL 1) UND GESAMTBILANZIERUNG FÜR KLIMARELEVANTE GASE FÜR MOORE (MODUL 2)	5
3	ENTWICKLUNG EINES VERFAHRENS, UM DIE WIRKUNGEN VON SCHUTZ- UND MANAGEMENTMAßNAHMEN AUF DIE QUELL- BZW. SENKEN-FUNKTION VON MOOREN FÜR KLIMAAKTIVE GASE BILANZIEREN BZW. PROGNOTIZIEREN ZU KÖNNEN (MODUL 3).....	8
3.1	CHRONOSEQUENZEN DER QUELL- UND SENKENFUNKTION - HOCHMOOR.....	8
3.2	CHRONOSEQUENZEN DER QUELL- UND SENKENFUNKTION - NIEDERMOOR	9
3.3	RÄUMLICHE EXTRAPOLATIONS-MODELLIERUNG	11
3.4	RAUM-ZEITLICHE EXTRAPOLATIONS-MODELLIERUNG.....	16
4	ERARBEITUNG EINER ÜBERSICHT ÜBER SCHUTZGEBIETE MIT MOORFLÄCHEN UND ANDEREN BIOTOPTYPEN MIT CO₂-SENKENFUNKTION (MODUL 5).....	17
5	GEBIETSAUSWAHL (MODUL 6).....	25
5.1	VORGEHENSWEISE	25
5.2	AUSWAHL	25
6	THG-BILANZIERUNG IN GEBIETEN, IN DENEN MANAGEMENT STATTEGEFUNDEN HAT (MODUL 7.1).....	30
6.1	WURZACHER RIED.....	30
6.1.1	Steckbrief.....	30
6.1.2	Maßnahmen	31
6.1.3	Hydrologie.....	31
6.1.3.1	Aufgabenstellung	31
6.1.3.2	Datengrundlagen.....	31
6.1.3.3	Methodik und Vorgehensweise.....	32
6.1.3.4	Flurabstandsklassen 1993 und 2004	35
6.1.4	Nutzung und Vegetation	37
6.1.5	Modellierung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation	39
6.2	OCHSENMOOR	42
6.2.1	Steckbrief.....	42
6.2.2	Hydrologie.....	44
6.2.2.1	Verfügbare Daten & Vorgehensweise.....	45
6.2.2.2	Ergebnisse	49
6.2.2.3	Diskussion.....	56
6.2.3	Nutzung und Vegetation	58
6.2.3.1	Verfügbare Daten.....	58
6.2.3.2	Vorgehensweise und Ergebnisse	59
6.2.4	Modellierung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation	62
6.3	PEENETAL	65
6.3.1	Steckbrief.....	65
6.3.2	Maßnahmen	66
6.3.3	Vegetationskartierung vor Maßnahmen	66
6.3.4	Fernerkundungsbasierte Vegetationskartierung nach Maßnahmen.....	69
6.3.4.1	Fernerkundungsdaten	69
6.3.4.2	Vergleichbarkeit der Datengrundlagen vor (Vegetationsformenkartierung) und nach (Satellitenaufnahmen) den Maßnahmen.	71
6.3.4.3	Klassifizierungsansatz	74
6.3.4.4	Klassifizierungsergebnis	77
6.3.5	Berechnung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation	78
6.3.5.1	Vorgehensweise.....	78
6.3.5.2	Resultate der THG-Bilanzierung.....	81
6.4	PFRUNGER-BURGWEILER RIED.....	82
6.4.1	Steckbrief.....	82
6.4.2	Maßnahmen	83

6.4.3	Hydrologie.....	83
6.4.4	Nutzung und Vegetation	86
6.4.5	Modellierung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation	87
6.5	KLIMARELEVANZ DER TESTGEBIETE IM VERGLEICH	90
7	THG-PROGNOSE IN GEBIETEN, IN DENEN MANAGEMENT GEPLANT IST (MODUL 7.2) ..	91
7.1	ALLGÄUER MOORALLIANZ	91
7.1.1	Steckbrief.....	91
7.1.2	Planungsgrundlagen	91
7.1.3	Input zu Klimaschutz durch Moorschutz	93
8	ÖKONOMIE (MODUL 8).....	94
8.1	METHODIK UND DATENGRUNDLAGE.....	94
8.1.1	Analyse der Mittelflüsse.....	94
8.1.2	Analyse der Kostenpositionen	98
8.1.3	Ableitung jährlicher Kosten	101
8.1.4	Datengrundlage	104
8.2	ERGEBNISSE - DARSTELLUNG DER MITTELFLÜSSE	111
9	GEBIETSSPEZIFISCHE CO₂-VERMEIDUNG UND DEREN KOSTEN	120
10	INTERPOLATION AUF DIE GESAMTMOORFLÄCHE (MODUL 9)	130
11	DISKUSSION	132
11.1	ERGEBNISSE DER ÖKOLOGISCHEN ANALYSE: KLIMARELEVANZ DER MAßNAHMEN.....	132
11.2	ERGEBNISSE DER ÖKONOMISCHEN ANALYSE: KOSTEN.....	134
12	AUSBLICK UND WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	138
13	ZUSAMMENFASSUNG.....	141
14	SUMMARY	143
15	LITERATUR	146

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Angepasster Zeitplan grau: Antragsplanung – grün angepasste Planung (Stand 11/2010)	1
Abb. 2: Einsparungspotenziale durch Hochmoorrenaturierung: Differenzierte Effekte nach Vegetationstyp, Maßnahmentyp und Zeit seit der Renaturierung	9
Abb. 3: Einsparungspotenziale durch Niedermoormanagement: Differenzierte Effekte nach Vegetationstyp und Maßnahmentyp. Zuordnung zum Biotoptyp	10
Abb. 4: Hochmoore: Klimawirksamkeit vs. Wasserstand *	12
Abb. 5: Niedermoore: Klimawirksamkeit vs. Wasserstand *	12
Abb. 6: Abhängigkeit der jährlichen THG-Bilanzen der Standorte vom Jahresmittel des Wasserstands und dem jährlichen Export von Kohlenstoff mit dem Erntegut, als Maß für die Nutzungsintensität	13
Abb. 7: Wasserstände vs. Biotoptypen (Hochmoor) Quelle: Eigene Auswertung	15
Abb. 8: Wasserstände vs. Biotoptypen (Niedermoor) Quelle: Eigene Auswertung	15
Abb. 9: Biotopflächen der landesweiten selektiven Biotopkartierungen mit Anteilen intakter oder degenerierter Hochmoorbestände	20
Abb. 10: Biotopflächen der landesweiten selektiven Biotopkartierungen mit Anteilen kalkreicher oder kalkarmer Niedermoorbestände	21
Abb. 11: Biotopflächen der landesweiten selektiven Biotopkartierungen mit Anteilen von Pfeifengraswiesen	22
Abb. 12: Lage der in die Auswahl einbezogenen Schutzgebiete	26
Abb. 13: Änderung der Flurabstandsklassen im Wurzacher Ried der Mittelwasserstände zw. 1993 und 2004	35
Abb. 14: Wasserstand WR vor Maßnahmen (Basis 1993; Aus Teilbericht BLASY & OVERLAND)	36
Abb. 15: Wasserstand WR nach Maßnahmen (Basis 2004; Aus Teilbericht BLASY & OVERLAND)	36
Abb. 16: Wurzacher Ried: Ausgangszustand Nutzung basierend auf dem Ökologischen Entwicklungskonzept (PFADENHAUER, KRÜGER & MUHR 1990)	38
Abb. 17: Wurzacher Ried: Zielzustand basierend auf der Planung der „Pflegekonzeption Wurzacher Ried“ (METZ & REICHEGGER 1991)	39
Abb. 18: THG-Bilanz im Wurzacher Ried	40
Abb. 19: Stauziele im NSG Ochsenmoor (H. BELTING, 2011a)	45
Abb. 20: Grundwassergleichenplan 1991	50
Abb. 21: Grundwassergleichenplan nach den Maßnahmen	50
Abb. 22: Verteilung der Höhenverluste zwischen 1984 und 2010	51
Abb. 23: Interpoliertes Höhenmodell 1984	51
Abb. 24: Höhenmodell 2010 (transformiert aus HM 1984)	52
Abb. 25: Grundwasserflurabstände 1991	53
Abb. 26: Mittlere Grundwasserflurabstände nach den Wiedervernässungsmaßnahmen	54
Abb. 27: Flurabstandsklassen im Ochsenmoor vor und nach der Wiedervernässung	55
Abb. 28: Mittlere jährliche Grundwasserstände (1991, 1994-2000) ausgewählter Pegel außerhalb des aktiven Vernässungsbereiches in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag	57
Abb. 29: Landnutzung im Ochsenmoor. Datenstand vor Maßnahmendurchführung: Differenziert ist in dieser Darstellung die Nutzungsart und falls möglich in Klammern die Nutzungsintensität. (Quelle: BELTING/BLÜML unveröff.)	60

Abb. 30: Landnutzung im Ochsenmoor. Datenstand nach Maßnahmendurchführung: Differenziert ist in dieser Darstellung die Nutzungsart und falls möglich in Klammern die Nutzungsintensität. (Quelle: BELTING/BLÜML unveröff.).....	61
Abb. 31: THG-Bilanz im Ochsenmoor	63
Abb. 32: Vegetationsformen der Niedermoore im Peenetal (aus PEPL)	67
Abb. 33: Aggregierte und mit der Kartierung verschnittene Verbreitung der Niedermoore im Peenetal	68
Abb. 34: Flächenanteile der Vegetationsformen auf Niedermooren bis 1996.....	69
Abb. 35: Atmosphärisch und geometrisch korrigierte Satellitenaufnahme (RapidEye (RGB): 11.07.-16.07.2010 und 02.08.2009) des Peenetals. Ausschnitt: Aggregierte Moorverbreitung	70
Abb. 36 (a): Großflächig kartiertes Nachtschatten-Schilf-Röhricht nordöstlich von Anklam ..	72
Abb. 36 (b): Satellitenbild (RapidEye (RGB): 11.07.2010) einer Nachtschatten-Schilf-Röhricht Fläche nordöstlich von Anklam mit kleinräumig differenziertem Reflexionsmuster.....	72
Abb. 37 (a): Kartierte Vegetationsformen des Saatgraslands nordwestlich des Anklamer Stadtwalds.....	72
Abb. 37 (b): Nutzungsbedingte Muster von Grünlandflächen nordwestlich des Anklamer Stadtwalds im Satellitenbild (RapidEye (RGB): 16.07.2010)	72
Abb. 38 (a): Nutzung des Polders bei Zarnekow vor der Flutung	73
Abb. 38 (b): Offene Wasserflächen und Vegetationsinseln des Polder bei Zarnekow nach der Flutung im Satellitenbild (RapidEye (RGB): 16.07.2010)	73
Abb. 39 (a): Mittlere Reflexion von Trainingsgebieten der Klassen Typha und Schilf 1-4 in den fünf Spektralkanälen von RapidEye	76
Abb. 39 (b): Mittlere Reflexion von Trainingsgebieten der Klassen Rohrglanzgras unterschiedlicher Bewirtschaftungszustände und Standortverhältnisse in den fünf Spektralkanälen von RapidEye	76
Abb. 39 (c): Mittlere Reflexion von Trainingsgebieten für die Klassen der Vegetationsformen Riede, Wälder, Gebüsche sowie der Klassen Wasser, Wasservegetation und Torfstiche_nicht überstaut in den fünf Spektralkanälen von RapidEye	76
Abb. 40: Flächenanteile der Vegetationsformen der Satellitenbildklassifizierung 2009 auf Niedermooren.....	78
Abb. 41: Flurabstände vor Maßnahmen.....	84
Abb. 42: Flurabstände nach Maßnahmen.....	85
Abb. 43: Änderung der Flurabstandsklassen im Pfrunger-Burgweiler Ried der Mittelwasserstände zw. 1996 und Prognose.....	86
Abb. 44: Nutzungskarte vor Maßnahmen.....	86
Abb. 45: Prognose der Nutzungen	87
Abb. 46: THG-Bilanz im Pfrunger-Burgweiler Ried	88
Abb. 47: Typische Mittelflüsse, Mittelherkünfte und Projektphasen	95
Abb. 48: Vergleich der verfügbaren Datenbasis in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten (*Anmerkungen siehe Folgeseite)	109
Abb. 49: Teilgebietsspezifische Vermeidungskosten im Teilgebiet der Emissionsmodellierung im Pfrunger-Burgweiler Ried (Angaben in €/t CO ₂ -Äquivalent)	123
Abb. 50: Synergien zwischen Ökosystemfunktionen in Mooren – optimierbar durch Moormanagement	140

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verfügbare CO ₂ -Messtechniken und deren Eigenschaften.....	5
Tab. 2: Messergebnisse der Treibhausgasbilanzen nach Moortyp und Nutzungskategorie. Angaben sind Mittelwert (Minimum bis Maximum).....	7
Tab. 3: Vorauswahl von Biotoptypen mit Relevanz für Klimaschutzaspekte.....	19
Tab. 4: Charakteristika der Untersuchungsregionen und der Naturschutzprojekte.....	28
Tab. 5: Wasserstandsmessungen.....	47
Tab. 6: Flächen und Flächenanteile der Grundwasserflurabstandsklassen nach den Maßnahmen in Bezug auf die Stauziele (Flächenanteile in %).....	56
Tab. 7: Wellenlängenbereich und Bandbreite der fünf RapidEye – Kanäle	70
Tab. 8: Statistische Kenngrößen der Trainingsgebiete von 20 Vegetations- Nutzungs- und Landbedeckungsklassen im Peenetal.....	75
Tab. 9: Den Vegetationsformen zugeordnete Emissionsfaktoren und Herkunft der entsprechenden Daten	80
Tab. 10: Vergleich der Klimawirkung vor und nach der Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen im Peenetal.....	81
Tab. 11: Vergleich der Einsparungsleistungen der verschiedenen betrachteten Gebiete	90
Tab. 12: Darstellung der Kostenpositionen	98
Tab. 13: Ableitung jährlicher Kosten für die relevanten Kostenpositionen unter den unterschiedlichen Szenarienbedingungen	103
Tab. 14: Mittelflüsse im Pfrunger-Burgweiler Ried (Gegenwartswerte 2012 [p=2,5%] und <i>Mitteleinsatz</i> [p=0%] in Euro)	112
Tab. 15: Flächenspezifische Mittelflüsse für den Flächenausschnitt der Emissionsmodellierung im Pfrunger-Burgweiler Ried (Gegenwartswerte 2012 [p=2,5%] und <i>Mitteleinsatz</i> [p=0%] in Euro)	113
Tab. 16: Mittelflüsse im Wurzacher Ried (Gegenwartswerte 2012 [p=2,5%] in Euro und <i>Mitteleinsatz</i> [p=0%] in DM)	114
Tab. 17: Mittelflüsse im Ochsenmoor (Gegenwartswerte 2012 [p=2,5%] in Euro und <i>Mitteleinsatz</i> [p=0%] in DM)	116
Tab. 18: Mittelflüsse im Peenetal (Gegenwartswerte 2012 [p=2,5%] in Euro und <i>Mitteleinsatz</i> [p=0%] in Euro)	118
Tab. 19: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Teilgebiet Obere Schnöden, Großer Trauben und Tisch im Pfrunger-Burgweiler Ried *, jährliche Emissionsvermeidung (in t CO ₂ - Äquiv.) und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO ₂ -Äquiv.)	121
Tab. 20: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Wurzacher Ried* und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO ₂ -Äquiv.)	124
Tab. 21: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Ochsenmoor*	125
Tab. 22: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Ochsenmoor*, jährliche Emissionsvermeidung (in t CO ₂ -Äquiv.) und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO ₂ - Äquiv.)	127
Tab. 23: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Peenetal*, jährliche Emissionsvermeidung (in t CO ₂ -Äquiv.) und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO ₂ -Äquiv.)	129
Tab. 24: Vergleich der Einsparungsleistungen der verschiedenen betrachteten Gebiete ...	142
Tab. 25: Emission reductions in the project areas	145

Danksagung

An erster Stelle möchten wir den Auftraggebern des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) für die Projektvergabe und Projektsteuerung sehr herzlich danken. Besonders bedanken wir uns dabei für die fachlich instruktive Begleitung und auch den flexiblen Umgang mit notwendigen Nachsteuerungen, wie der Änderung der Partnerstruktur durch den Wechsel von Jochen Kantelhardt an die Uni Wien, der Neu-Einbindung von zwei Werkverträgen während des laufenden Projekts und der kostenneutralen Verlängerung. Namentlich möchten wir uns hier insbesondere bei Herrn Dr. Riecken, Frau Dr. Ullrich, Herrn Dr. Scherfose, Herrn Dr. Schröder und Herrn Woithe bedanken. Sie waren als Projektsteuerer und Mitglieder der Projekt begleitenden Arbeitsgruppe (PAG) sehr aktiv am Gelingen des Projektes beteiligt.

In der Ersten Runde der Gebietsauswahl wurden Fragebögen an die Großschutzgebiete verschickt. Hier haben uns viele Gebietskenner mit ihren z.T. sehr detaillierten Rückmeldungen geholfen, die Vorauswahl für die zu betrachtenden Gebiete durchzuführen. Für die Mitwirkung an den Fragebögen möchten wir uns ganz herzlich bedanken bei:

Friedwart Pütz, uNB Stadt Neumünster

Frank Tessendorf, StAUN Stralsund

Dr. Ulf Schiefelbein, LUNG, Regierung Mecklenburg-Vorpommern

Dr. Rüdiger Mauersberger, Förderverein Feldberg-Uckermärkische Seenlandschaft

Detlef Tänzer, Naturpark Dümmer

Michael Thiel, Naturpark Dümmer

Heinrich Belting, Naturschutzstation Dümmer

Franz Renner, Naturschutzzentrum Bad Wurzach

Dr. Alois Kapfer, Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landentwicklung

Bernd Reißmüller, Stiftung Naturschutz Pfrunger-Burgweiler Ried

Bettina Gebhard, Amt für das Biosphärenreservat Schaalsee

Antje Middelschulte, Amt für das Biosphärenreservat Schaalsee

Mathias Hippke, Amt für das Biosphärenreservat Schaalsee

Dr. Bettina Friebe, Landkreis Osterholz

Frau Grundmann, Landkreis Osterholz

Gunnar Oertel, Northwest Natur

Thomas Arkenau, Landkreis Arkenau

Heike Garbe, LUA Brandenburg (Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe)

Martin Zenk, Landkreis Gifhorn

Friedhelm Niemeyer, BUND Diepholzer Moorniederung

Enrico Schilling, Naturpark Dübener Heide

Thomas Klepel, Naturpark Dübener Heide

Klaus Streicher, uNB Garmisch-Partenkirchen

Für die Unterstützung der Datenrecherche zur Bearbeitung der ökonomischen und ökologischen Fragestellungen im Projekt gilt der ausgesprochene Dank:

Herrn Bernd Reißmüller von der Stiftung Naturschutz Pfrunger-Burgweiler Ried

Herrn Ralf Schanz am Landratsamt Ravensburg

Herrn Heinrich Belting von der Naturschutzstation Dümmer

Herrn Ulf Schiefelbein und Herrn Uwe Lenschow am Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) in Güstrow

Herrn Rainer Jeske und Herrn Dr. Frank Henneke vom Projektbüro „Zweckverband Peenetal Landschaft“ und den Autoren des Abschlussberichts „Das Naturschutzgroßprojekt Peenetal-/Peenehaffmoor“,

Herrn Franz Renner vom Naturschutzzentrum Bad Wurzach sowie

Frau Dr. Ulla Steer und Herrn Volker Scherfose am BfN in Bonn

Herrn Dr. Schall am Regierungspräsidium Tübingen

Herrn Blüml

Frau Peggy Steffenhagen

Die Bereitstellung der dem Ergebnis zugrunde liegenden RapidEye (RGB) Daten wurde im Auftrag des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie sichergestellt. Der Verantwortung für das Ergebnis liegt beim Datennutzer.

Schließlich danken wir allen Freunden und Mitarbeitern aus dem BMBF-Vorhaben (Klimaschutz Moornutzungsstrategien): Ohne deren Einsatz wäre eine ausreichende Datenbasis für die erfolgreiche Durchführung dieses Vorhabens nicht vorhanden gewesen.

0 Einleitung

Das F&E Projekt „**Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und ihre Monetäre Bewertung**“ (FKZ: 3509 85 0500) wurde erfolgreich durchgeführt. Der hier vorgelegte Endbericht enthält Teilergebnisse der Zwischenberichte, um die Thematik und das Projekt in seiner gesamten Breite darstellen zu können.

Die Bearbeitung des Projektes wurde entsprechend des in Abb. 1 gezeigten Zeitplanes durchgeführt. Dabei mussten, wie in einem Forschungsprojekt üblich, die Zeitschienen leicht an die neuen Erkenntnisse und die abgestimmte Bearbeitungslogik angepasst werden. Wesentlich für die Verzögerungen war die sehr aufwändige Datenrecherche zu den naturwissenschaftlichen und insbesondere den ökonomischen Daten in den Modellgebieten, die ohne die tatkräftige Unterstützung vieler Gebietsverantwortlicher nicht gelungen wäre. Des Weiteren war aber auch bei den Flächendaten, insbesondere zu Nutzungsintensität und Wasserstand erheblicher Zusatzaufwand erforderlich, der gebietsspezifisch entweder durch die Vergabe von Unteraufträgen (Blasy & Overland - Krüger; Kapfer) oder die verstärkte Einbringung von Eigenleistung durch kooperierende Institutionen (vTI-AK - Dr. Bärbel Tiemeyer; ZALF-BLF – Prof. Dr. Michael Sommer und Marc Wehrhahn und ZALF-LSD - Prof. Dr. Jürgen Augustin und Peggy Steffenhagen) ermöglicht wurde. Schließlich konnte erst ab Mitte 2010 auf die Ergebnisse des BMBF-Verbundvorhabens Klimaschutz durch Moorschutz (2006-2010) zurückgegriffen werden, die sowohl für die Ableitung von Emissionsfaktoren für Nutzungsvarianten als auch für die Modellierung von THG-Bilanzen die entscheidende Basis liefern.

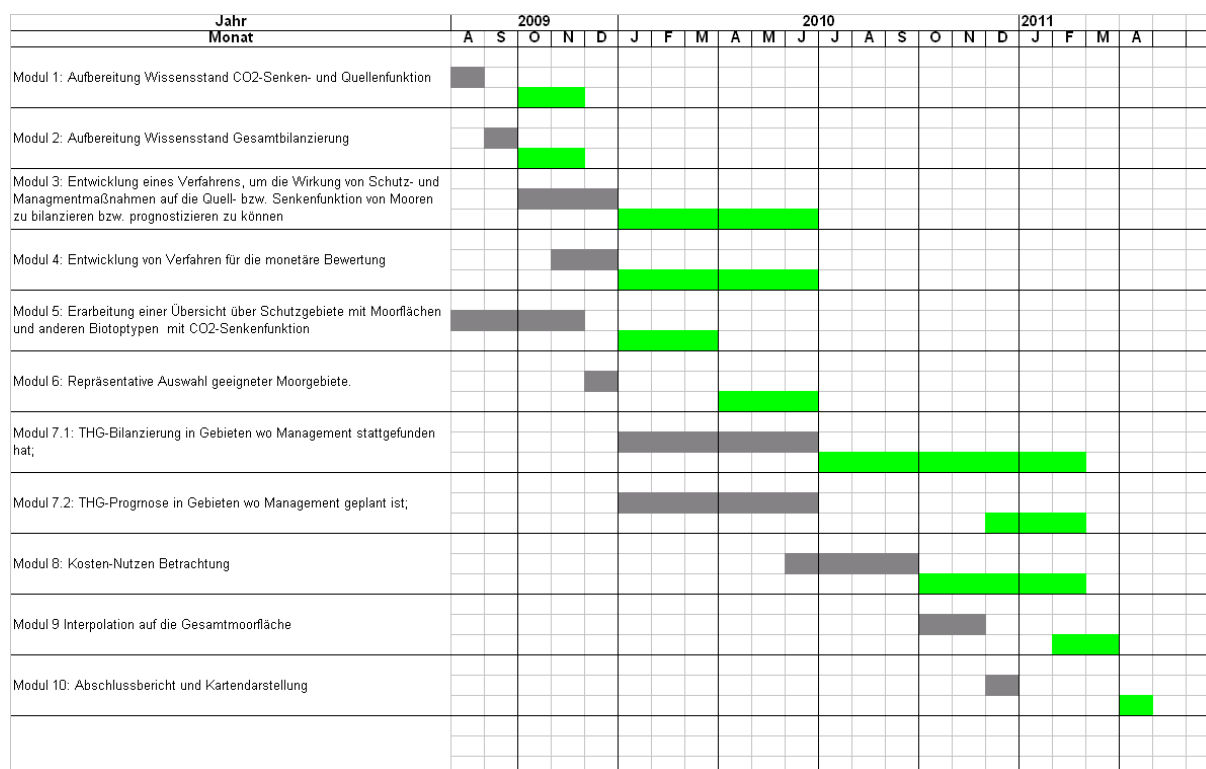


Abb. 1: Angepasster Zeitplan grau: Antragsplanung – grün angepasste Planung (Stand 11/2010)

Dennoch sind nicht alle im ursprünglichen Arbeitsplan vorgesehenen Module komplett bearbeitbar gewesen. Denn beispielsweise für das ausgewählte Gebiet der Allgäuer Moorallianz (zu Modul 7.2) wurde der Pflege- und Entwicklungsplan als Basis für unsere Berechnungen nicht im Zeitrahmen dieses Vorhabens fertig gestellt. Damit fehlte die flächen- und aktivitäts-scharfe Vorlage für die Prognose der Emissionssituation. Auch das Modul 9 Interpolation auf die Gesamtmoorfläche ist in der ursprünglich geplanten Form nicht bearbeitbar gewesen, da die Voraussetzung, dass die vorhandenen Flächeninformationen (Biotopkartierung, FFH-Kartierung) in ausreichender Güte und v.a. flächendeckend in zwei Zeitscheiben vor und nach Maßnahmen vorhanden sind, nicht gegeben war. Diese Skalierung der Vorher-Nachher Effekte ist daher seriös nur in Einzelgebietsbetrachtung zu erreichen.

Dennoch sehen wir das Projekt als sehr erfolgreich durchgeführt und die Evaluierung der Klimaschutzleistung und der ökonomischen Effekte anhand der betrachteten Beispielsgebiete erstmals zuverlässig dargestellt.

Die Rolle der Großschutzgebiete für die Etablierung von Synergien zwischen Naturschutz und Klimaschutz konnte hier beispielhaft nachgewiesen werden.

1 Aufgabenstellung

Naturschutzgroßprojekte in Deutschland haben es sich zur Aufgabe gemacht, gesamtstaatlich bedeutsame, schutzwürdige Komponenten von Natur und Landschaft zu sichern und zu entwickeln. Die Projekte werden zu einem großen Teil unter Inanspruchnahme öffentlicher Mittel, die vom Bund und/oder von der Europäischen Kommission zur Verfügung gestellt werden, umgesetzt. So wurden in Deutschland im Laufe der vergangenen vierzig Jahre mehr als 350 Millionen Euro an Bundesmitteln plus rund 150 Millionen Euro an Mitteln von Ländern und Projektträgern für die Umsetzung derartiger Naturschutzgroßprojekte aufgewendet (BfN, 2008). Des Weiteren wurden bis zum heutigen Zeitpunkt 75 deutsche Naturschutzprojekte mit einem finanziellen Aufwand von 72 Millionen Euro von der Europäischen Kommission unter dem Programm „LIFE – Nature“ ko-finanziert (European Commission, 2010a).

Meist gehen mit der Umsetzung solcher Projekte signifikante Landnutzungsänderungen einher und fast immer sind dabei landwirtschaftliche Betriebe unmittelbar betroffen; entweder weil sie Naturschutzauflagen auf ihren Flächen akzeptieren und berücksichtigen oder weil sie ihre landwirtschaftliche Produktion auf den betroffenen Flächen vollständig einstellen müssen. Zur Kompensation der Einkommensverluste, die die landwirtschaftlichen Betriebe aufgrund der Projekte erfahren, entfällt zumeist ein erheblicher Anteil der öffentlichen Mittel auf den Ankauf von Flächen oder auf Ausgleichszahlungen für die entstehenden Opportunitätskosten der Landwirtschaft. Dem gegenüber erscheint der Aufwand an finanziellen Mitteln, der für Pflege- und Entwicklungsplanung, für biotoplenkende und einrichtende Maßnahmen, für Organisation und Management sowie für Personal und Material aufgewendet wird, in vielen Vorhaben verhältnismäßig gering. Nichtsdestotrotz, um die Naturschutzziele der Vorhaben zu erreichen sind eben jene „Kosten“ der landwirtschaftlichen Kompensation unvermeidbar. Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden die „Kosten“ von Naturschutzvorhaben in erster Linie mit deren positivem Beitrag zu gesellschaftlich relevanten Aspekten wie die Artenvielfalt, den Biotopschutz, den Schutz natürlicher Ressourcen, den Schutz und die Wiederherstellung natürlicher Prozesse, den Schutz regionaler Kulturlandschaften sowie – quasi als Nebeneffekt – die Schaffung von Erholungsräumen begründet und in gewisser Weise auch gerechtfertigt. Vor dem Hintergrund aktuellster wissenschaftlicher Erkenntnisse im Bereich Klimaforschung und Klimaschutz könnte nun ein weiterer gesellschaftlich relevanter Beitrag, den eine Umsetzung von Naturschutzvorhaben leistet, berücksichtigt werden: Gegenwärtige wissenschaftliche Studien belegen dass Landnutzungsänderungen, vor allem in „hot-spot Gebieten“ wie Mooren, signifikante Effekte auf die Emission von Treibhausgasen haben (Byrne et al., 2004; Drösler et al., 2008). Da viele Naturschutzgroßprojekte in Deutschland gerade in solchen „hot-spot Mooren“ stattgefunden haben und es auch weiterhin tun, könnten die „Kosten“ der Projekte auch mit den resultierenden Einsparungen an Treibhausgasen kontrastiert werden.

Zusammenfassend ist es also das **Ziel des Projektes**, zu bewerten, inwieweit die Bundes- oder EU-Mittel, die in (Groß-)Schutzgebiete für Naturschutzmaßnahmen geflossen sind, neben den Naturschutzziele auch zu Klimaschutzziele beigetragen haben. Ob diese Synergien eintreten hängt zentral davon ab, wie die Maßnahmen gestaltet und ausgeführt werden. So können gut gemeinte Renaturierungsmaßnahmen letztlich klimarelevant negativ wirken,

wenn sie z.B. die kritischen Wasserstände, die zur Methanemission beitragen, nicht berücksichtigen. Andererseits kann der ggf. negative Effekt von kleinflächigen Überstausituationen durch großflächige Reduktion der Emissionen auf den nicht-überstauten Bereichen überkompensiert werden. Daher sind diese Bewertungen nur im Flächenverbund durchzuführen. Insofern ist der Ansatz, die Großschutzgebiete jeweils als Einheit zu betrachten und als Ganzes hinsichtlich des Mittelflusses und der Spurengasbilanz zu bewerten, eine sinnvolle Herangehensweise.

Da die Zielrichtung Klimaschutz nicht in die ursprüngliche Planung der Mittelverwendung in den Großschutzgebieten eingeflossen ist, besteht nun die Möglichkeit, unabhängig zu prüfen, ob und in welchem Maße die naturschutzfachlich motivierte Mittelverwendung zu einer Klimaschutzleistung beigetragen hat und wie effizient aus Klimaschutzsicht damit die öffentlichen Mittel eingesetzt wurden.

Dabei ergeben sich drei Bewertungsebenen:

- Maßnahmenbezogene Klimaschutzeffekte im Vergleich zu einer Ausgangssituation (baseline): Umnutzungs-, Extensivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen
- Senkenleistung absolut: was leisten die Schutzgebiete in ihrer derzeitigen Ausstattung
- Vermeidung von Emissionen: Vergleich der derzeitigen Leistung mit einer potentiellen Belastung durch Degradierung und Intensivierung / Inkulturnahme

Schwerpunkt des Vorhabens ist die Betrachtung der maßnahmenbezogenen Klimaschutzeffekte (s. 1), denn hier ist die sog. „additionality“ also die Zusätzlichkeit der Leistung durch aktives menschliches Handeln am eindeutigsten gegeben. Zudem folgen aus aktiven Extensivierungs- oder Renaturierungsmaßnahmen bei entsprechend degradierter Ausgangssituation die signifikantesten Veränderungen in der standortbezogenen Klimawirksamkeit. Bei entsprechender Ausgangsinformation lässt sich diese wiederum anhand der Steuerfaktoren für die Klimawirksamkeit (Wasserstand, Nutzungsintensität und Vegetationstyp) abbilden und einem maßnahmenbezogenen Mittelfluss für den Betrachtungs-Zeitraum zuordnen. Die weiteren Betrachtungsebenen sollten in einem möglichen Folge-Vorhaben mitbetrachtet werden.

2 CO₂-Senken- und Quellfunktion von Mooren (Modul 1) und Gesamtbilanzierung für klimarelevante Gase für Moore (Modul 2)

Um die Quellen und Senkenfunktion von Mooren für CO₂ bemessen zu können, sind die Netto CO₂-Flüsse zu erheben. Diese setzen sich zusammen aus der photosynthetischen Aufnahme von CO₂ durch die Vegetation (Bruttoprimärproduktion) und den Atmungsverlusten (Ökosystematmung). Die Differenz zwischen beiden Komponenten entspricht dem Netto-CO₂-Austausch. Die Erfassung und Modellierung des Netto-CO₂-Austauschs ermöglicht dann die Einschätzung der CO₂-Senken und -Quellfunktion. Um zu soliden Bilanzen zu kommen, sind mehrere Bedingungen zu erfüllen:

- Messung des CO₂-Austauschs mit geeigneten Techniken
- Erfassung von mindestens einem kompletten Jahr
- Erfassung von Steuerfaktoren für die Modellierung der Flüsse (Temperatur, Wasserstand, Landnutzung, Vegetationsentwicklung etc.)

Messung von CO₂-Austausch

1. Eddy-Kovarianz,
2. automatische und
3. manuelle Hauben



ungestörter Gasaustausch	++	+/- (Methodentests erforderlich)	+/- (Methodentests erforderlich)
Einschätzung größerer Flächen	++	+/- (Anzahl Hauben vs. Variabilität der Landschaft)	+/- (Anzahl Hauben vs. Variabilität der Landschaft)
Erfassung der räumlichen Variabilität / Management	--	+	++
Abbildung der zeitlichen Variabilität	++	++	+/- (kampagnen-orientierter Ansatz / Basis für Modellierung)
Kosten	--	--	++
Arbeitsbelastung	++	+	--
Gesamtjahresmessungen und alle drei Gase	--	+/-	++
Funktion ohne Stromanschluss	--	+/-	++

Tab. 1: Verfügbare CO₂-Messtechniken und deren Eigenschaften

In Tab. 1 sind die Eigenschaften der verfügbaren CO₂-Messtechniken im Vergleich dargestellt. Gerade bei einem kleinteiligen Muster der Vegetations- und Landnutzungsausstattung, wie in Mooren oft gegeben, ist es i.d.R. sinnvoll, eine hauben-basierte Methode (s. Drösler 2005) einzusetzen.

Die Zusammenstellung des Wissensstandes zum Thema CO₂-Senken- und Quelfunktion von Mooren erfolgte in Form einer kontinuierlich wachsenden Datenbank im Wesentlichen aus den laufenden Untersuchungen, die vom Projektleiter durchgeführt bzw. koordiniert werden. Dies ist insofern erforderlich, da die Recherchen im Vorfeld der Verbundprojekte gezeigt haben, dass die Datenlage insbesondere für Messungen zum Netto-CO₂-Austausch für Moore sehr lückig ist. Die Bilanzierung des Netto-CO₂-Austauschs auf Mooren wurde in Deutschland erstmals 1999-2000 vom Projektleiter durchgeführt (Drösler 2005). Auch ein EU-weiter Vergleich (s. Byrne et al. 2004) hat im Wesentlichen die lückige Datenabdeckung gerade auch in Bezug zu den temperaten Mooren hervorgebracht. Daher wurde das Verbundvorhaben „Klimaschutz durch Moorschutz“ (BMBF) (2006-2010) initiiert, um diesen Kenntnisstand zu verbessern. Innerhalb des Projekts wurde dabei mit einheitlicher Technik und Vorgehensweise gemessen und modelliert (nach Drösler 2005). Nur durch die Einbeziehung dieser aktuellen Daten wurde das Ziel des BfN-Projekts erreichbar. Insofern kann das BfN-Projekt auf der Expertise aus anderen (z.T. noch laufenden) Projekten aufbauen und diese unmittelbar in einer politikrelevanten Form interpretieren.

Gerade in den Mooren ist es essentiell, dass alle drei klimarelevanten Spurengase (CO₂, CH₄ und N₂O) und der Import und Export von C in der Gesamtbilanzierung berücksichtigt werden, denn am entwässerten und degradierten Ende sind die Lachgasemissionen für die Klimawirksamkeit mitentscheidend und am nassen oder gar überstauten Ende sind es die Methanemissionen die sich auf die Gesamtbilanz entscheidend auswirken.

Die Prüfung der neueren Tendenzen, neben dem GWP alternativ auch das „radiative forcing“ für die Berechnung der Klimawirksamkeit (Gesamtbilanzen) einzubeziehen, ergab, dass die Klimawirksamkeit transienter Emissionen zwar potentiell besser beschrieben werden kann. Für Umnutzungseffekte und Chronosequenzen ist aber das GWP als Vergleichsmaß der Klimawirksamkeit zuverlässig einsetzbar. Zudem ist in allen politikrelevanten Feldern das Verrechnungsmaß GWP etabliert. Hier kommt der Bezugszeitraum 100 Jahre und die Einheiten nach IPCC (1996; auf Molekülbasis CO₂=1, CH₄=21; N₂O=310; bzw. auf Atombasis: CH₄-C=7.6; N₂O-N=133) zum Einsatz.

Die Gesamtbilanz wird nach folgender Formel berechnet:

$$(1): \text{GWP} = \text{CO}_2\text{-C Bilanz} + \text{CH}_4\text{-C Bilanz} \cdot 7.6 + \text{N}_2\text{O-N Bilanz} \cdot 133 + \text{C-Import} - \text{C-Export}$$

Die Einheit, in der die Gesamtklimabilanz ausgedrückt wird sind die sog. CO₂-C Äquivalente (engl. CO₂-C equiv.). Hier wird die Einheit g CO₂-C Äquiv./m²*Jahr verwendet. Diese Einheit erlaubt den direkten Vergleich mit C-Export Raten.

Alternativ wird auch die Einheit t CO₂-Äquiv./ha*a verwendet (s. Tab 2). Diese ist besser geeignet um mit den technischen Maßnahmen und den Größen der Berichterstattung zu vergleichen.

Der Gesamtdatensatz, der unter Einbeziehung von Vorläuferprojekten im BMBF-Projekt erzeugt wurde umfasst 130 site-Jahre für alle drei Gase.

Im Rahmen des Projekts konnten folgende Landnutzungskategorien unterschieden werden (s. Tab. 2). Im Folgenden werden die CO₂-Äquivalente dargestellt, die als Basisdatensätze in das BfN-Projekt eingeflossen sind.

	Niedermoor	Hochmoor
	Tonnen CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr	
Acker	33,8 (14,2 bis 50,0)	keine Daten
Grünland intensiv / mittel	30,9 (21,3 bis 40,7)	28,3
Grünland extensiv trocken	22,5 (19,5 bis 30,9)	20,1
Grünland extensiv nass	10,3 (5,8 bis 16,3)	2,2 (0 bis 4,4)
Hochmoor trocken		9,6 (5,3 bis 12,1)
Naturnah/Renaturiert	3,3 (-4,3 bis 11,9)	0,1 (-1,8 bis 2,9)
Überstau	28,3 (10,6 bis 71,7)	8,3 (6,1 bis 10,4)

Tab. 2: Messergebnisse der Treibhausgasbilanzen nach Moortyp und Nutzungskategorie. Angaben sind Mittelwert (Minimum bis Maximum)

Die Wasserstände je Nutzungskategorie unterschieden sich nicht zwischen Niedermoor und Hochmoor. Aus: Drösler, Freibauer et al. 2011.

3 Entwicklung eines Verfahrens, um die Wirkungen von Schutz- und Managementmaßnahmen auf die Quell- bzw. Senken-Funktion von Mooren für klimaaktive Gase bilanzieren bzw. prognostizieren zu können (Modul 3)

Dieses Modul ist der methodische Kern des Vorhabens. Für die mögliche Vorgehensweise gibt es verschiedene Schritte, die je nach Datenlage, Datenverfügbarkeit und Unsicherheiten der Skalierungsparameter durchgeführt werden können.

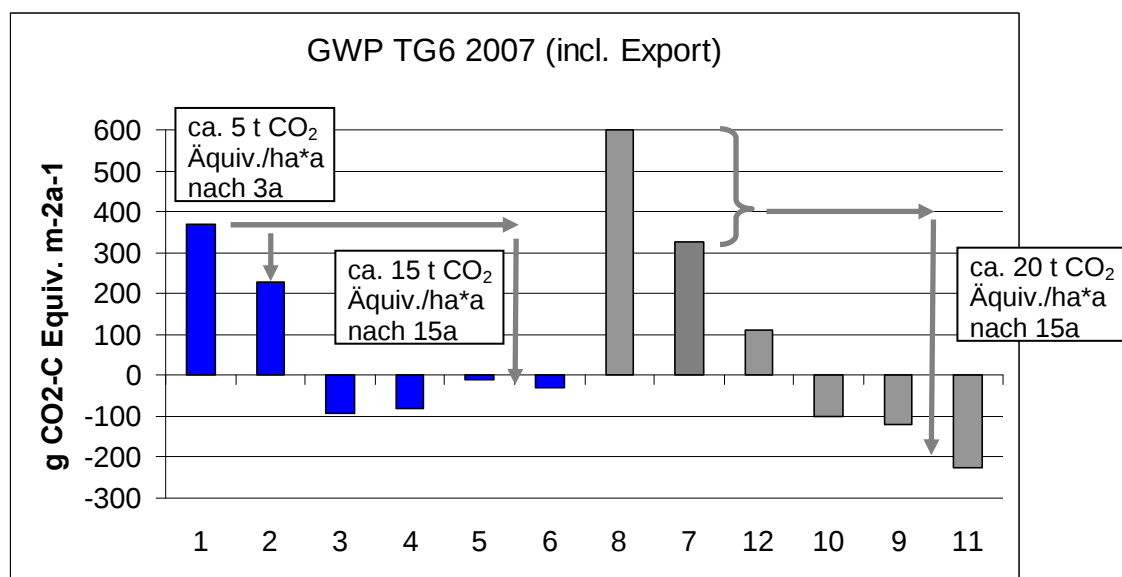
Die Herausforderung für die Entwicklung eines Verfahrens ist, dass sowohl räumliche als auch zeitliche Skalen bedient werden müssen, um den Einfluss von Schutz- und Management-Maßnahmen in Großschutzgebieten auf geänderte Spurengasbilanzen abbilden zu können. I.d.R. sind diese Maßnahmen großflächig durchgeführt worden und liegen bei den meisten Gebieten auch schon Jahre zurück. Eine direkte messende Begleitung der Maßnahmen hat nicht stattgefunden und ist in der notwendigen räumlichen Auflösung auch nicht durchführbar.

Daher ist es erforderlich eine Methodik für die raum-zeitliche Übertragung und Indikation von Spurengasbilanzen zugeordnet zu geänderten Flächenparametern zu entwickeln.

3.1 Chronosequenzen der Quell- und Senkenfunktion - Hochmoor

Für die Veranschaulichung der Vorgehensweise werden Beispiele aus Mooseurach und dem Freisinger Moos herangezogen. Die Chronosequenzen haben eine besondere Bedeutung, da sie unterschiedliche Entwicklungsstadien repräsentieren, bei räumlicher Nähe meist ähnliche Standortbedingungen (Moortyp) aufweisen und der Spurengasaustausch unter gleichen Klimabedingungen erfasst werden kann.

Die Synthese der Ergebnisse zur Klimaentlastungswirkung durch Renaturierung von Hochmooren (s. Abb. 2) bestätigt die im Einzelgebiet Mooseurach belegte Größenordnung von 15-20 t CO₂ Äquivalenten / ha *Jahr als konservative Schätzung bei optimal durchgeführter Renaturierung (s. Abb. 2). Höhere Werte sind vermutlich als vorübergehende Sukzessionseffekte einzustufen. Die zeitliche Dimension des vollständigen Eintretens der Renaturierungseffekte ist je nach Ausgangssituation unterschiedlich (s. Abb. 2). Generell ist aber davon auszugehen, dass die stark überschießenden Aufnahmen nur ein Zeitphänomen sind und sich dauerhaft auf Größenordnungen der langjährigen Akkumulationsraten (ca. 50 g C m⁻² a⁻¹) einpendeln werden. Allerdings können signifikante Entlastungseffekte bereits sehr schnell (z.B. innerhalb von 3 Jahren) eintreten (s. Abb. 2). Dies liegt vorwiegend daran, dass im Falle einer Wasserstandsanhhebung die Bodenatmungsverluste sehr schnell reduziert werden. Die Vegetationssukzession setzt erst verzögert ein und je nach Vegetationstyp kann es Jahre bis Jahrzehnte dauern, bis sich ein Gleichgewicht der Vegetationsausprägung mit den Standortbedingungen eingestellt hat. Daher ist eine rein über die Vegetation geleitete Einschätzung der Einsparungseffekte gerade für die managementbedingten Übergangsphase nur mit Einschränkung zu interpretieren.

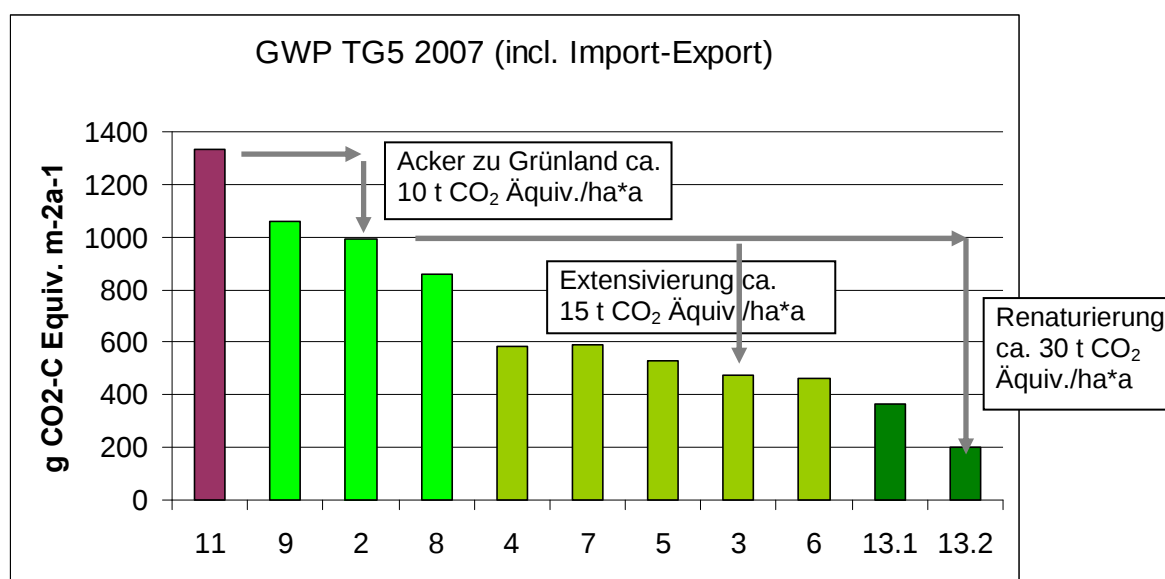


Site	Vegetationstyp	Biotoptyp
1	trockene Hochmoorheide	36.03.02
2	feuchte Hochmoorheide (renat.2005)	36.05
3	Sphagnenrasen (ehem. Schlitzgraben; renat. 2005)	36.05
4	Wollgras (ehem. Schlitzgraben; renat. 1993)	36.05
5	Sphagnenerasen (renat. 1993)	36.05 oder 36.01
6	Wollgras-Kiefern-Bulte (renat. 1993)	36.05 oder 36.01
7	ext. Wiese (Rücken)	
8	ext. Wiese (Graben)	
9	Sphagnenrasen (Graben; renat. 1993)	
10	ext. Wiese (Graben; renat.1993)	
11	Sphagnenrasen (Rücken; renat. 1993)	
12	ext. Wiese (Rücken; renat.1993)	

Abb. 2: Einsparungspotenziale durch Hochmoorrenaturierung: Differenzierte Effekte nach Vegetationstyp, Maßnahmentyp und Zeit seit der Renaturierung

3.2 Chronosequenzen der Quell- und Senkenfunktion - Niedermoor

Aufgrund des kleinteiligen Nutzungsmusters und der Besitzstrukturen können großflächige Niedermoores in der Regel nicht unmittelbar in größerem Umfang renaturiert werden. Aus Artenschutz Gesichtspunkten sind aber gerade auch (programm-finanzierte) Extensivierungen von Moorlebensräumen durchgeführt worden, die ein differenziertes Muster an Vegetationstypen hervorgebracht haben.



Site-Nr.	Niedermoorstandorte im Freisinger Moos	Biotoptyp
2	inten. Wiese	(35.02.06)
3	ext. Wiese	35.02.03
4	ext. Wiese mit Seggen	35.02.03
5	Großseggen	37.02.02
6	Pfeifengraswiese (verbracht)	35.02.01
7	Pfeifengraswiese (verbracht)	35.02.01
8	inten. Wiese	(35.02.06)
9	inten. Wiese	(35.02.06)
11	Acker (Bio-Roggen)	(33.05.03)
13.1	Kalkkleinseggenried (renat.) MW 22 cm	35.01.02
13.2	Kalkkleinseggenried (renat.) MW 14 cm	35.01.02

Abb. 3: Einsparungspotenziale durch Niedermoormanagement: Differenzierte Effekte nach Vegetationstyp und Maßnahmentyp. Zuordnung zum Biotoptyp

Oft ist die Nutzungsintensität für die Ausprägung der Typen ebenso entscheidend wie der Wasserstand, was z.B. an dem engen räumlichen nebeneinander extensiv und intensiv genutzter Flächen mit vergleichbaren Wasserständen augenscheinlich wird. Daher sind Vegetationstypen gerade für die kurzfristige Prognose von Wasserständen in Niedermooren nur eingeschränkt geeignet. Erst unter langfristig stabilen (und naturnahen) Bedingungen stellen sich Vegetationstypen ein, die eine zuverlässige Indikation des Wasserstands erlauben.

In Abb. 3 ist die Klimawirksamkeit von Managementstufen entlang von Chronosequenzen für Niedermoorlebensräume im Freisinger Moos gezeigt. In diesem Beispiel weist der Acker auf Niedermoor die höchste Belastung auf. Dies ist nicht immer zwingend so, denn weitere Beispiele zeigen, dass sich Äcker z.T. nicht von den intensiven Grünländern differenzieren las-

sen (s. auch Tab 2). Im Beispiel des Freisinger Moores aber, kann eine Umnutzung zu Grünland eine signifikante Klimaentlastung erbringen. Die intensiven Grünländer folgen mit einer Belastung von ca. 35 t CO₂-Äquiv/ha und Jahr. Durch die Extensivierung dieser Flächen lassen sich, wie die Beispiele im Freisinger Moos zeigen, ca. 15 t CO₂-Äquiv/ha und Jahr einsparen. Allerdings stellen die verbliebenen extensiven Vegetations- und Nutzungstypen immer noch eine erhebliche Klimabelastung dar. Erst durch eine Renaturierung hin zum Zielbestand der Kalk-Kleinseggenrieder können die Entlastungsmöglichkeiten mit einer Einsparung von ca. 30 t CO₂-Äquiv/ha und Jahr voll ausgeschöpft werden. Die Zeitschiene der Entwicklung hin zu diesem Beispiels-Zielbestand ist aber eher in Jahrzehnten einzuschätzen. Dies erfordert in der Bewertung eine differenzierte Betrachtung. Hier wird es entscheidend sein, ob die zeitlichen Abstände seit den ergriffenen Maßnahmen ausreichen, bereits Vegetationsveränderungen ablesen zu können.

Die Synthese des Datensatzes zu temperaten Niedermoores (BMBF-Projekt einschließlich der naturnahen Standorte eines polnischen Niedermoores) bestätigt den optimalen Wert einer Einsparung von ca. 30 t CO₂-Äquiv/ha und Jahr bei Niedermoorrenaturierung (s. Abb. 3).

Die im Rahmen des BMBF-Projektes aufgebaute Emissionsfaktoren-Datenbank enthält für einen Großteil der Landnutzungs-/Vegetationstypen auf Mooren robuste und regionalisierte Emissionsfaktoren. Diese können auf der ersten Ebene der Bilanzvergleiche (Chronosequenzen) für Vorher-Nachher Vergleiche differenziert genutzt werden.

3.3 Räumliche Extrapolations-Modellierung

Die einfache Flächen-Übertragung von Chronosequenzen (3.3 und 3.4) auf die Fläche ist ein robustes Verfahren, sofern die jeweiligen Vegetations-Nutzungskombinationen ausreichend mit Spurengasbilanzen belegt sind und eine ausreichend scharfe Vegetations-Nutzungskarte vorliegt, um die Flächenzuweisungen durchführen zu können. Die Limitierung dieser Vorgehensweise ist aber der statische Ansatz, der nur Zustandsvergleiche zulässt sowie die Problematik der Übertragung in Vegetations-Nutzungskombinationen, für die bisher keine Bilanzen vorliegen. Daher werden in der Extrapolations-Modellierung Indikatoren gesucht, die es erlauben die Bilanzen in die Fläche zu extrapolieren.

Daher wurde auf der Basis der einheitlichen BMBF-Datenbank im Rahmen einer Meta-Analyse geprüft, welche Indikatoren sich für eine Extrapolations-Modellierung eignen. Der mittlere Jahres-Wasserstand wurde dabei als der Indikator mit der größten Erklärungsstärke für die Klimawirksamkeit identifiziert, allerdings mit der Einschränkung, dass er als alleiniger Erklärungsparameter für die Hochmoore ca. 59 % der Variabilität und für die Niedermoores ca. 50 % der Variabilität erklärt. Abb. 4 zeigt für Hochmoore die Abhängigkeit der Klimawirksamkeit vom Wasserstand, Abb. 5 für Niedermoores.

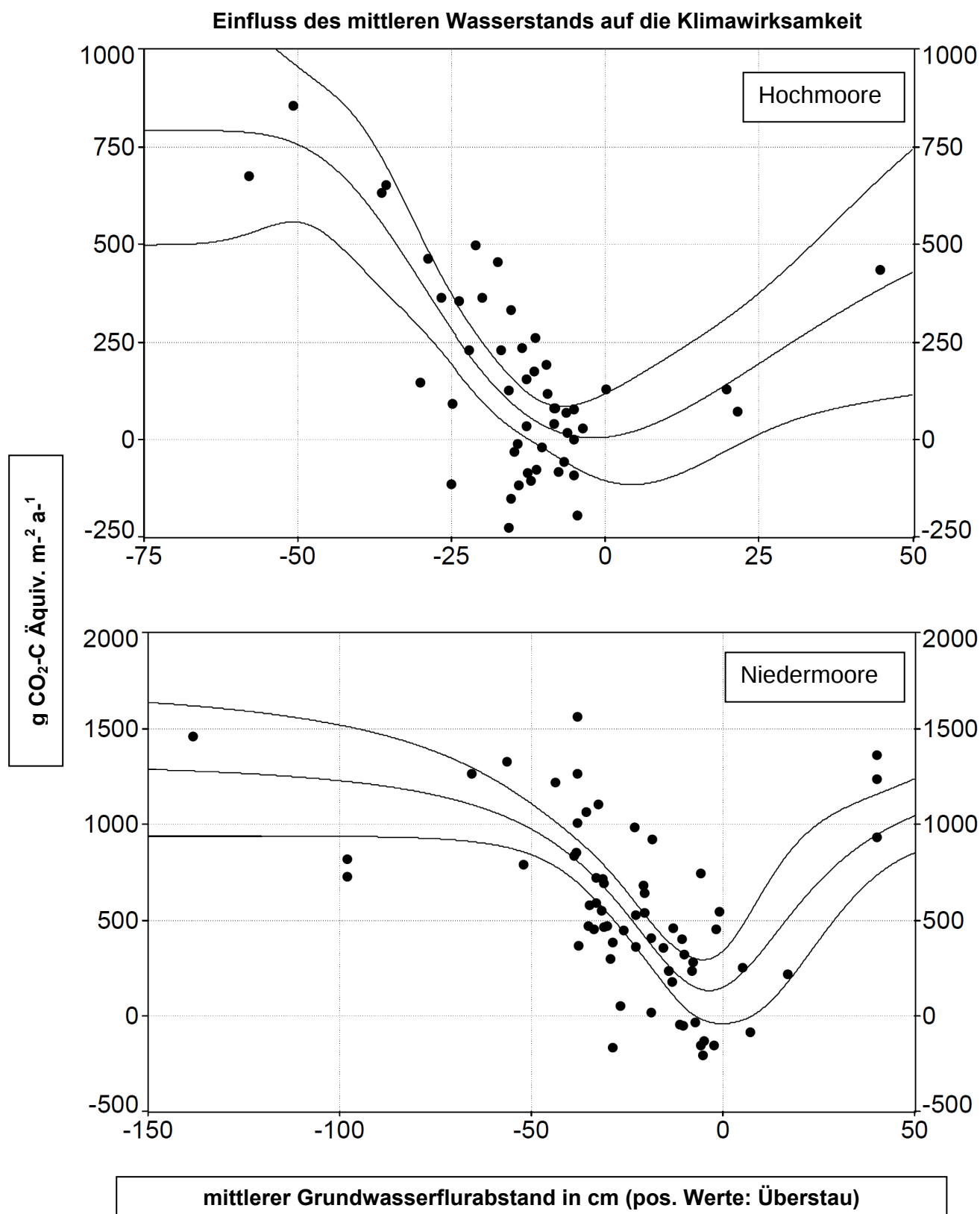


Abb. 4: Hochmoore: Klimawirksamkeit vs. Wasserstand *

Abb. 5: Niedermoore: Klimawirksamkeit vs. Wasserstand *

* Daten aus der BMBF Synthese 2011 (Drösler et al 2011)

Auffällig ist in beiden Abbildungen, dass der Wasserstand alleine die Klimawirksamkeit nur mit Einschränkungen parametrisieren lässt, denn gerade in dem für das Management der Klimawirksamkeit wichtigen Wasserstandsbereich zwischen 0 und minus 50 cm ist eine erhebliche Streuung gegeben, die durch einen weiteren überlagerten Faktor erklärt werden muss. Des Weiteren ist sichtbar, dass der aus Klimagesichtspunkten optimale Wasserstand bei ca. 10 cm unter der Oberfläche liegt. Überstau im Jahresmittel führt dagegen wegen der ansteigenden Methanemissionen zu einem erneuten Anstieg der Klimawirksamkeit. Damit scheiden Methoden, die die Klimawirksamkeit alleine aus der Wasserstandsabhängigkeit skalieren aus, denn der umfassende BMBF-Datensatz zeigt, dass die Unsicherheit in den wichtigen Bereichen der Abhängigkeitskurve größer sein kann als die erreichbaren Einsparungsbeiträge.

Die Variabilität der Klimarelevanz lässt sich durch die Hinzunahme eines weiteren Parameters, nämlich der Nutzungsintensität, deutlich verbessert erklären. Die Nutzungsintensität ist durch den C-Export ausgedrückt und über den Entzug durch die Ernte gut parametrisierbar. Mit dieser bi-faktoriellen Abhängigkeit, die auf der Basis des BMBF-Datensatzes entwickelt wurde, sind bis zu 72 % der Variabilität der Klimawirksamkeit der Standorte erklärbar (Abb. 6).

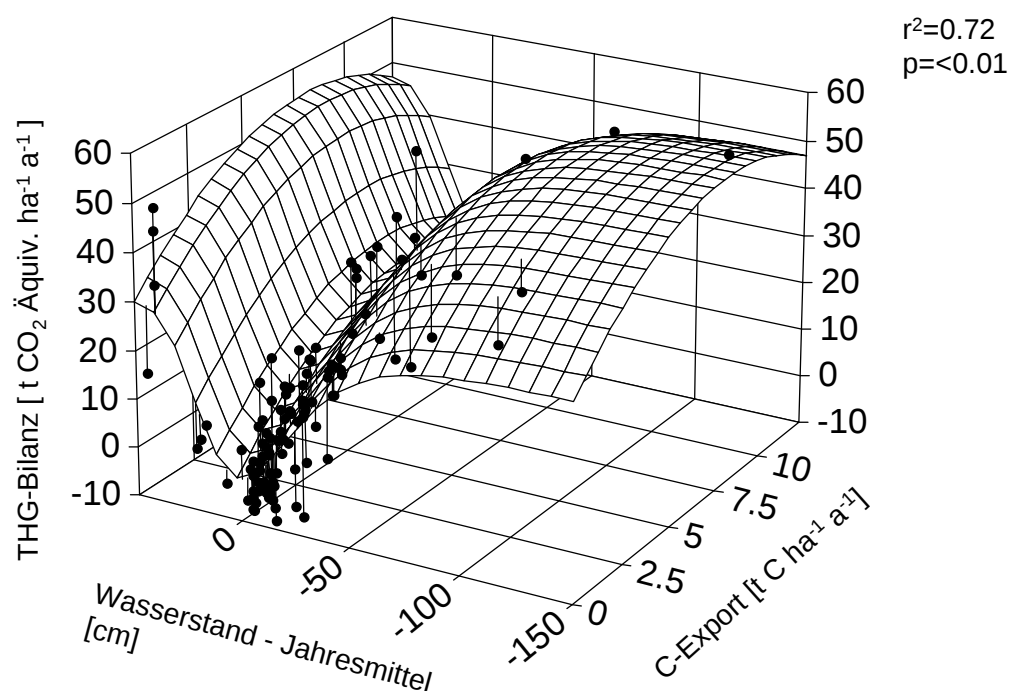


Abb. 6: Abhängigkeit der jährlichen THG-Bilanzen der Standorte vom Jahresmittel des Wasserstands und dem jährlichen Export von Kohlenstoff mit dem Erntegut, als Maß für die Nutzungsintensität

Quelle: Drösler et al. (2012).

Die immer noch vorhandene Streuung, gerade im Bereich der oberflächennahen Grundwasserstände kann vermutlich mit einem weiteren Faktor, nämlich der Vegetation und ihren jeweiligen Anteilen an aerenchymatischen funktionellen Typen erklärt werden.

Mit dieser Beziehung ist es nun bei ausreichender Datenlage erstmals möglich, beide gängigen Managementaktivitäten, die bei der Moorentwicklung vorgenommen werden, nämlich Renaturierung (Wasserstandsanhebung) und Extensivierung in ihren Klimaauswirkungen räumlich zu modellieren. Des Weiteren ermöglicht diese Beziehung auch die dynamische Berechnung im Vergleich verschiedener Zustände, sei es geänderter Wasserstand oder geändertes Management zwischen Betrachtungszeiträumen (s. Kap. 3.4).

Da nun der Wasserstand als ein wesentlicher Steuerfaktor für die Abschätzung der Klimawirksamkeit identifiziert wurde, wurde in der Folge die aktuelle Diskussion beleuchtet, inwieweit eine indirekte Indikation des Wasserstandes über Flächeninformationen sinnvoll ist und gelingen kann. Es wurde daher eine umfassende Literaturlauswertung zur Zuordnung von Wasserstandsdaten zu Biototypen und Vegetationstypen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die naturnahen Gruppen relativ gut trennen lassen, aber auch weite Überlappungen zwischen den Gruppen vorhanden sind. Offensichtlich ist aber auch, dass trotz einer sehr detaillierten und umfassenden Literaturstudie Fragen offen bleiben: So ist bspw. Auffällig, dass zwei Moordegenerationsstadien in dieser Analyse mit aus Klimagesichtspunkten sehr günstigen Wasserständen belegt werden. Zu der Gruppe der (intakten) „Hochmoore der montanen bis hochmontanen Stufe“ aber offensichtlich so viele Einzelstandorte zusammengefasst wurden, dass eine weite Streuung und relativ niedrigere Wasserstände ermittelt wurden. Vor einer unmittelbaren Ableitung von Wasserständen aus Vegetationstypen bedarf es einer eingehenden Analyse unter Einbeziehung von konkreten Erhebungen der Vegetationsausstattung an Messpunkten der Wasserstände.

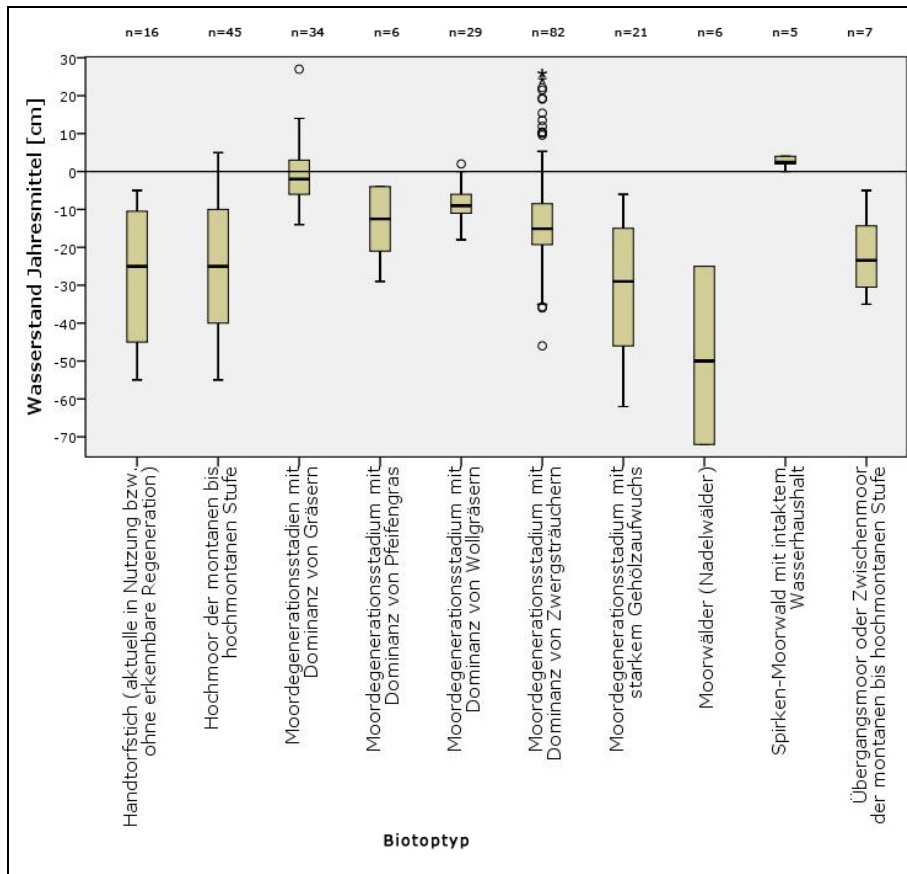


Abb. 7: Wasserstände vs. Biototypen (Hochmoor) Quelle: Eigene Auswertung.

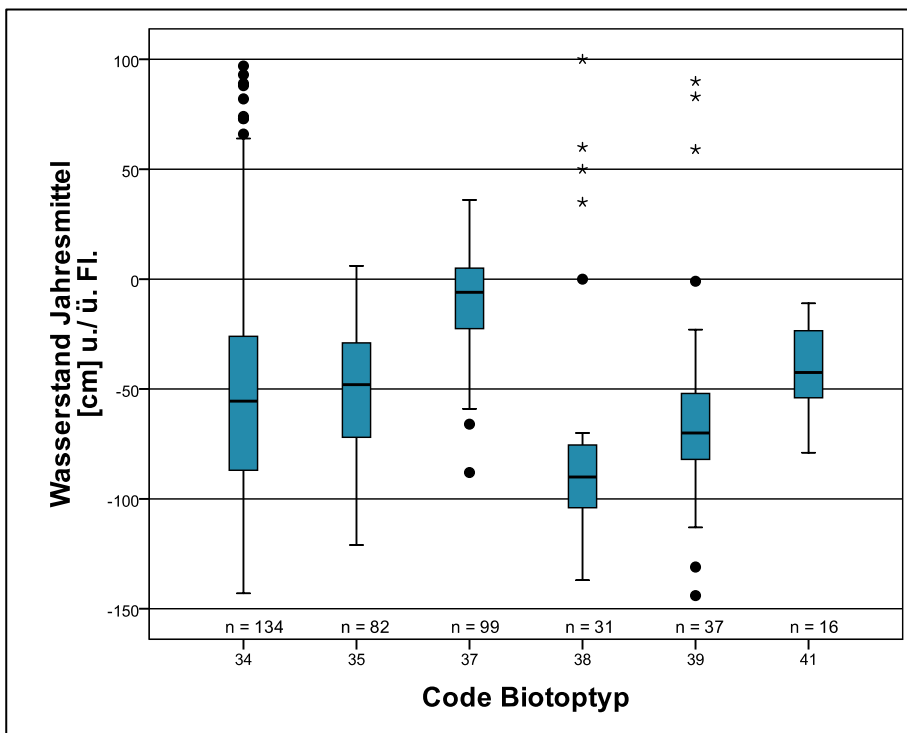


Abb. 8: Wasserstände vs. Biototypen (Niedermoore) Quelle: Eigene Auswertung.

Die Abb. 7 und 8 zeigen, dass es bei vertiefter zukünftiger Analyse vermutlich durchaus gelingen kann, den Vegetationstypen robuste Wasserstände zuzuordnen. Dies ist bisher nur in Teilen möglich. Statistisch signifikant lassen sich die allermeisten Gruppen nicht voneinander trennen. Die Wasserstandsindikation aus der Vegetation heraus hat daher bisher aufgrund der sehr heterogenen Datenlage ihre Grenze. Hier ist für ein mögliches Folgevorhaben eine vertiefte Analyse erforderlich, die sowohl aktuell gemessene Wasserstandsganglinien als auch gezielte Vegetationserfassungen im Umfeld der Pegel erforderlich machen.

Eine Wasserstandsindikation aus der Vegetation gerade auf den für die Emissionen von den Flächenanteilen und den absoluten Höhen relevanten intensiv genutzten Flächen scheidet aus, da hier das Management die Wasserstände und die Vegetation individuell und unabhängig prägen. Des Weiteren ist die Beziehung eine statische, die nicht erlaubt, geändertes Management oder geänderte Wasserstände in die Skalierung mit einzubeziehen. Für dieses Vorhaben werden daher die Wasserstände und die Nutzungsintensität in der Fläche als die zentralen Eingangsgrößen für die Skalierung der Klimawirksamkeit direkt verwendet. Nur wenn sich diese Daten nicht generieren oder ableiten lassen, dann wird auf die robusten den Landnutzungs-/Vegetationskombinationen zugeordneten Emissionsfaktoren entlang der Chronosequenzen zurückgegriffen, die auch und gerade für die Landgenutzten Typen entlang von Intensitätsgradienten robuste Werte liefern.

3.4 Raum-Zeitliche Extrapolations-Modellierung

Die Methodik der raum-zeitlichen Extrapolations-Modellierung fußt auf der Anwendung der Wasserstand-Nutzungs-Klimawirksamkeits-Beziehung (s. Abb. 6) für die Zeitpunkte vor und nach den Maßnahmen. Für den Zeitpunkt vor den Maßnahmen wurde die Basislinie auf 1990 gelegt, wofür in den allermeisten Fällen eine zeitnahe Wasserstands- und Nutzungsinformation aus den Testgebieten abgeleitet werden konnte. Für die Zeit nach den Maßnahmen ist in der Regel ein ca. 15-20 jähriger Abstand von der Vorher-Situation dokumentiert. Grundsätzlich wäre es möglich in jährlichen Schritten transient zu modellieren, aber die Auflösung der Steuerfaktoren reicht hier in der Regel nicht aus. Daher ist es ein robuster Ansatz, die Vorher/Nachher-Vergleiche zu zwei Zeitpunkten durchzuführen. Die Emissionsänderung ist dann jeweils aus dem Vergleich der Basislinienemission mit der THG-Bilanz nach Maßnahmendurchführung (Zeitpunkt 2) ableitbar.

4 Erarbeitung einer Übersicht über Schutzgebiete mit Moorflächen und anderen Biototypen mit CO₂-Senkenfunktion (Modul 5)

Dieses Modul war in der ursprünglichen Konzeption des Forschungsvorhabens aufgenommen worden, um die Abschätzung der Gesamtpotenziale der Klimawirksamkeit der Schutzgebietsflächen zu unterstützen und für die Hochskalierung zu Nutzen (s. Modul 9). Die Recherche der vorhandenen Datengrundlagen hat aber gezeigt, dass die Abschätzung in dieser vereinfachten zum derzeitigen Kenntnisstand nur eingeschränkt sinnvoll durchführbar ist. Dies hat folgende Gründe: Den Biototypen sind bisher immer noch nur mit großen Unsicherheiten zuverlässige CO₂-Bilanzen zu zuordnen. Hinweise auf eine CO₂-Senkenfunktion sind nur aus den naturnahen Niedermoor- und Hochmoor-Ökosystemen gewonnen worden. Hier ist aber für den Bewertungsmaßstab nicht die CO₂-Senkenfunktion sondern die Klimarelevanz wichtig. Daher müsste die Übersicht inhaltlich auf die Klimarelevanz der Standort-/Nutzungs-/Vegetationskombination ausgedehnt werden. Die Abschätzung dieser Netto-Klimawirksamkeit ist mit geringerer Unsicherheit nur unter Einbeziehung von standörtlichen Parametern (wie Wasserstand und Nutzungsintensität; s. Kap. 3.3) ausreichend sicher leistbar. Dies geht allerdings nur zuverlässig im Einzelgebietsbezug, wie anhand der Testgebiete erläutert (s. Kap. 6).

In der folgenden Zusammenstellung wurde ein Indikator, die moorbezogenen Biototypen, hinsichtlich der verfügbaren Gesamtflächeninformation dargestellt. Unter der Voraussetzung einer verbesserten Zuordnung von Wasserstands und Nutzungsintensitätsklassen (s. Kap. 3.3) zu den Biototypen im Rahmen eines Folgevorhabens, könnte es durchaus gelingen, diese Flächeninformation für die Verbesserung der Abschätzung der flächenhaften Klimawirksamkeit einzusetzen. Inwieweit die Biotopkartierungen der Länder aber ausreichend vergleichbar erhoben sind, um als homogene Flächeninformation in die Hochskalierung von Bilanzen eingehen zu können wird im Folgenden dargestellt.

Die selektiven Biotopkartierungen (BK) der Bundesländer wurden daher vergleichend geprüft. Datengrundlage für diesen Auswertungsschritt waren die BK der Bundesländer, die für das F+E-Vorhaben „Länderübergreifende Achsen des Biotopverbunds“ (FKZ 804 850 05) von der Universität Kassel und PAN GmbH bereits bundeseinheitlich aufbereitet worden waren. Ergänzt wurden diese um Daten aus einigen Gebieten, die erst 2008 und 2009 für das laufende F+E-Vorhaben „Biotopverbundachsen im europäischen Kontext“ (FKZ 08 85 0400) akquiriert werden konnten (östlichster Landesteil von Mecklenburg-Vorpommern, westfriesische Inseln in Niedersachsen, Teile der Alpenbiotopkartierung Bayern, Ergänzung fehlender Kartenblätter in Sachsen und Aktualisierung der Biotopkartierung in Thüringen). Leider konnten schon wie in den Jahren 2004 bis 2009 keine digitalen Daten der Biotopkartierung aus Hessen mit einbezogen werden, da die Landesbehörden diese derzeit nicht zur Verfügung zu stellen bereit sind.

Die Universität Kassel hatte bei der Aufbereitung der BK-Daten im genannten F+E-Vorhaben bereits die unterschiedlichen Länderschlüssel auf den Biototypenschlüssel des BfN umgerechnet, um landesweit einheitliche Auswertungsschritte vornehmen zu können. Für die

Extraktion der relevanten Flächen aus den Länderbiotopdaten musste zuerst geprüft werden, welche Typen dieses Schlüssels für Vegetationstypen mit hoher (negativer oder positiver) Klimawirksamkeit stehen. Folgende Biotoptypen sind auch ohne das Vorliegen von Zusatzinformationen (s. Tab. 3) mit hoher Wahrscheinlichkeit als indikatorisch wirksam einzustufen (in der Tabelle sind die Biotoptypen zu indikatorisch ähnlich wirksamen Gruppen zusammengefasst, die für die kartographische Darstellung verwendet werden):

Code	Biototyp	Indikatorgruppe
35.01.01	oligo- bis mesotrophe, kalkarme Niedermoore	Kalkarme Niedermoore
35.01.01.01	oligo- bis mesotrophes, kalkarmes Niedermoor der planaren bis submontanen Stufe	Kalkarme Niedermoore
35.01.01.02	oligo- bis mesotrophes, kalkarmes Niedermoor der montanen bis hochmontanen Stufe	Kalkarme Niedermoore
35.01.02	oligo- bis mesotrophe, kalkreiche Niedermoore	Kalkreiche Niedermoore
35.01.02.01	oligo- bis mesotrophes, kalkreiches Niedermoor der planaren bis submontanen Stufe	Kalkreiche Niedermoore
35.01.02.02	oligo- bis mesotrophes, kalkreiches Niedermoor der montanen bis hochmontanen Stufe	Kalkreiche Niedermoore
35.02.01	Pfeifengraswiesen (auf mineralischen und organischen Böden)	Pfeifengraswiesen
35.02.01.01	Pfeifengraswiese auf kalkarmem Standort	Pfeifengraswiesen
35.02.01.02	Pfeifengraswiese auf kalkreichem Standort	Pfeifengraswiesen
35.02.01.03	brachgefallene Pfeifengraswiese	Pfeifengraswiesen
36.01	Hochmoore (intakt)	intakte Hochmoore
36.01.01	Hochmoor der planaren bis submontanen Stufe	intakte Hochmoore
36.01.02	Hochmoor der montanen bis hochmontanen Stufe	intakte Hochmoore
65.01	Hoch- und Übergangsmoor der subalpinen bis alpinen Stufe	intakte Hochmoore
36.03	Moordegenerationsstadien	Moordegenerationsstadien
36.03.01	Moordegenerationsstadien mit Dominanz von Gräsern	Moordegenerationsstadien Gräser
36.03.01.01	Moordegenerationsstadium mit Dominanz von Wollgräsern	Moordegenerationsstadien Gräser
36.03.01.02	Moordegenerationsstadium mit Dominanz von Pfeifengras	Moordegenerationsstadien Gräser
36.03.02	Moordegenerationsstadium mit Dominanz von Zwergsträuchern	Moordegenerationsstadien Sträucher

Code	Biotoptyp	Indikatorgruppe
36.03.03	Moordegenerationsstadium mit starkem Gehölzaufwuchs	Moordegenerationsstadien Gehölz
36.03.04	Moordegenerationsstadium mit Dominanz von Hochstauden und Binsen	Moordegenerationsstadien Stauden

Tab. 3: Vorauswahl von Biotoptypen mit Relevanz für Klimaschutzaspekte

Aus den Sachdaten zu den einzelnen Biotopkartierungen wurden im ersten Auswertungsschritt die Flächenanteile der o.g. Biotoptypen an den Biotopflächen errechnet und in Tabellenform gespeichert. Diese Tabellen wurden mit den Geodaten der Landesbiotopkartierungen verknüpft und alle Flächen mit Anteilen der relevanten Typen als neue Geodaten gespeichert. Die einzelnen Landesdaten wurden zuletzt zu einem bundesweiten Geodatensatz verbunden. Die Ergebnisse dieser Auswertungen sind den Abbildungen 9 bis 11 zu entnehmen.

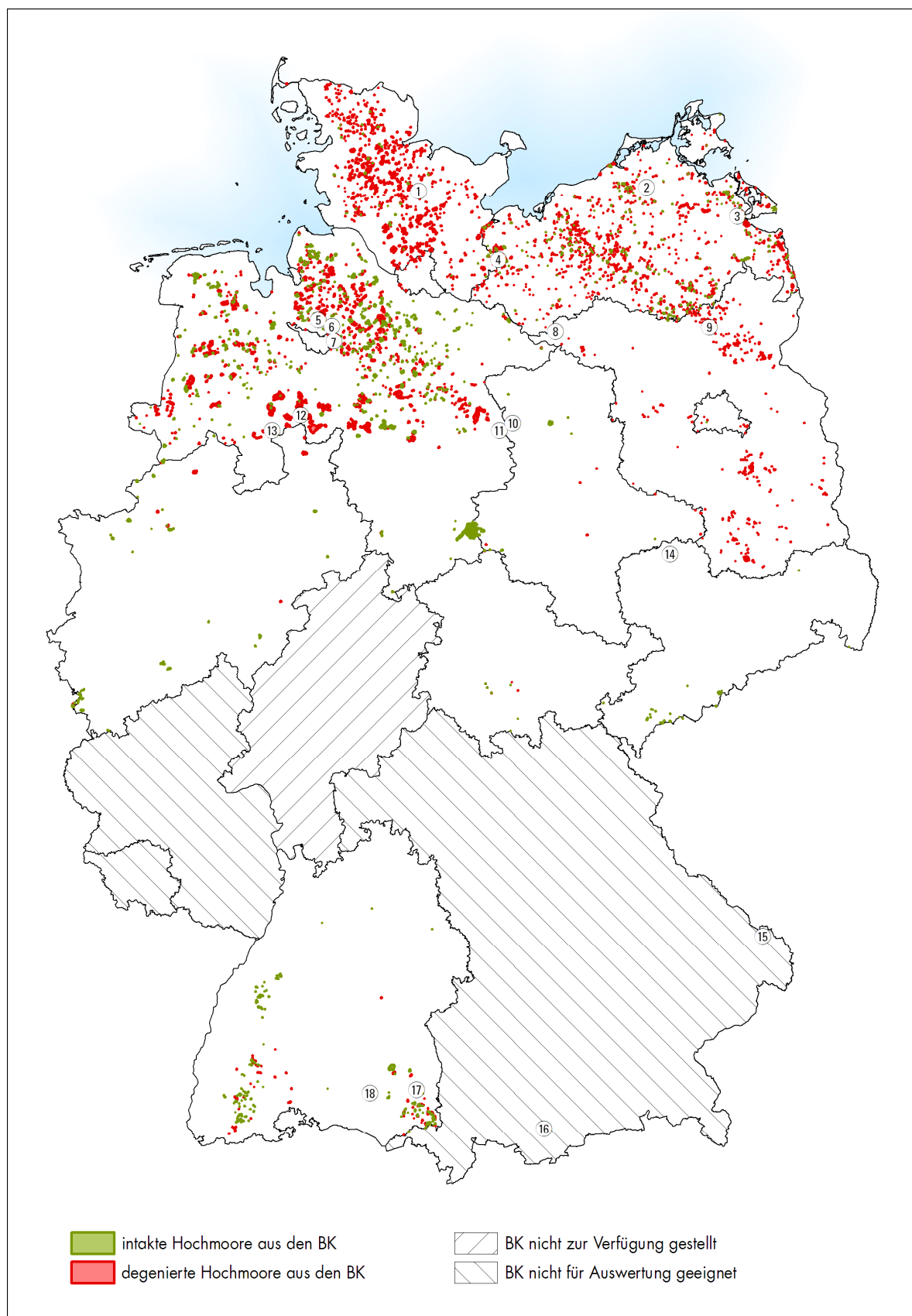


Abb. 9: Biotopflächen der landesweiten selektiven Biotopkartierungen mit Anteilen intakter oder degenerierter Hochmoorbestände

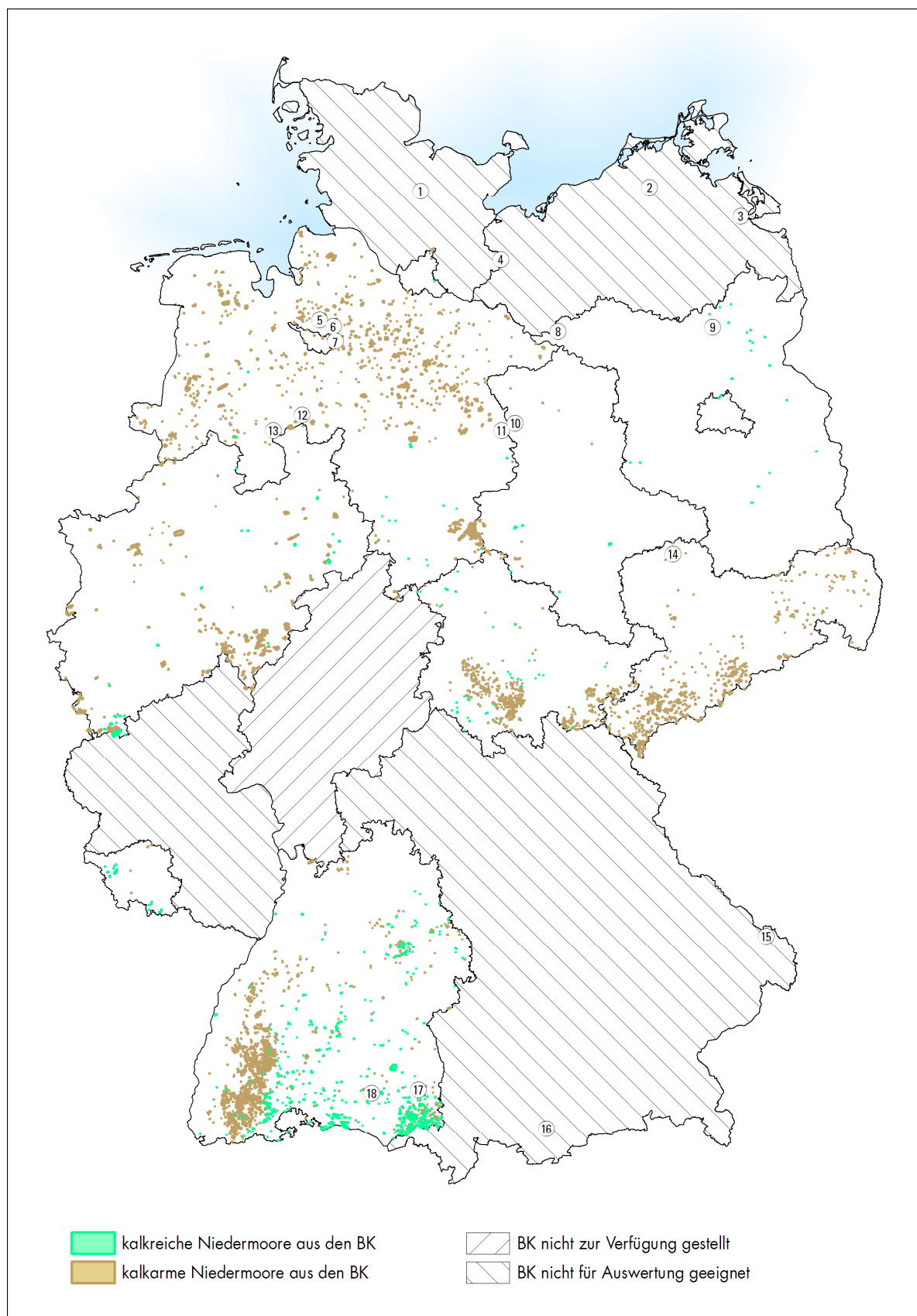


Abb. 10: Biotopflächen der landesweiten selektiven Biotopkartierungen mit Anteilen kalkreicher oder kalkarmer Niedermoorbestände

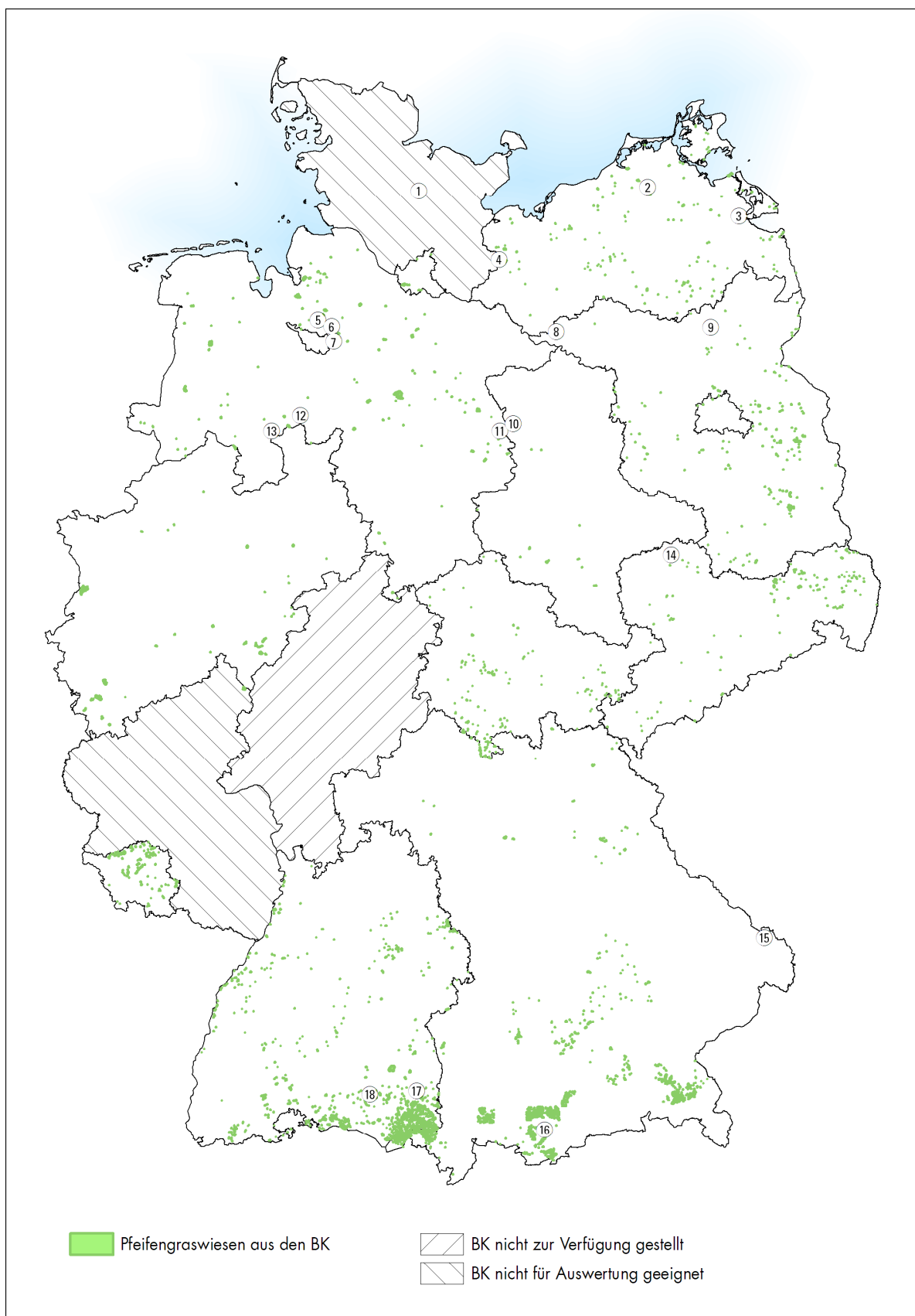


Abb. 11: Biotopflächen der landesweiten selektiven Biotopkartierungen mit Anteilen von Pfeifengraswiesen

Das Ergebnis dieser Auswertungsrunde ist, dass die Biotopkartierungen der Länder nur teilweise ausreichend detailliert gegliederte Biotoptypenschlüssel verwenden, um die Daten direkt für die Abschätzung der Klimarelevanz von Beständen verwenden zu können. Bezüglich der einzelnen Länder kann dies wie folgt zusammengefasst werden (die folgenden Ausführungen beruhen teilweise auf den ausführlichen Informationen zu den Biotopkartierungen aus Fuchs et al. 2007: 220ff).

Bayern: Hauptproblem der bayerischen Biotopkartierung in Bezug auf die Vergleichbarkeit ist, dass der Kartierungsschlüssel seit Beginn der Kartierungen Ende der 1980er Jahre sukzessive geändert und erweitert wurde. Dies betrifft leider gerade auch die relevanten Biotoptypen. Hochmoore werden erst seit Integration der FFH-LRT im Jahr 2007 in den Biotopschlüssen in intakte und degenerierte Hochmoore sowie Übergangsmoore getrennt. Der Großteil der Daten fällt unter den Sammeltyp „Hochmoor/Übergangsmoor“. Ebenso wurden Niedermoorbestände bis vor wenigen Jahren unter dem Typ „Flachmoor/Streuwiesen“ erfasst. Die Trennung in kalkreiche und kalkarme Flachmoore wurde erst vor kurzem vollzogen. Mit genügender Trennschärfe können nur die Pfeifengraswiesen aus den bayerischen Biotopdaten extrahiert werden, soweit die entsprechenden Landkreise nach dem Jahr 2000 kartiert wurden.

Brandenburg: Während die Typzuordnung der brandenburgischen Biotopkartierung zum Bundesschlüssel gut verwendet werden kann, liegt das Hauptproblem dieser Daten darin, dass nur die jeweiligen Hauptbiotoptypen digital zur Verfügung gestellt wurden, und für diese keine Angaben zum Flächenanteil existieren. Zahlreiche Flächen, in denen die relevanten Biototypen nur Nebenbestandteil sind, erscheinen in den Daten daher nicht. Insgesamt dürfte der Anteil der Moorbiootope in Brandenburg daher deutlich unterschätzt werden.

Mecklenburg-Vorpommern: Pfeifengraswiesen und Hochmoore werden im Bundesland mit zahlreichen Untertypen erfasst. Hingegen werden auf Niedermoorböden nur Feuchtgrünlandtypen kartiert, die keine Unterscheidung in kalkarme oder –reiche Bestände zulassen.

Rheinland-Pfalz: Die Biotopkartierung Rheinland-Pfalz ist grundsätzlich nicht für eine Auswertung im laufenden Projekt geeignet. Zum einen wurde sie bereits 1997 abgeschlossen, die Daten sind damit relativ alt. Zum anderen wurden überwiegend Biotopkomplextypen kartiert, die sich nur den Obertypen im Bundesschlüssel zuordnen lassen und keine Aufgliederung in einzelne Vegetationsbestände zulassen. Zudem wurden für die Anteile dieser Komplextypen i.d.R. keine Flächenangaben gemacht. Schließlich existiert für das Bundesland kein Kartierschlüssel mehr, der zu Validierung von Problemfällen hätte herangezogen werden können.

Sachsen: Für Sachsen besteht das einzige Problem darin, dass zwar kalkarme Niedermoore als Kleinseggenried erfasst werden, daneben aber ein undifferenzierter Biototyp „Niedermoore/Sümpfe“ besteht, in dem auch die kalkreichen Bestände aufgehen. Diese können daher nicht getrennt dargestellt werden.

Saarland: Während die verschiedenen Niedermoortypen im Saarland detailliert aufgeschlüsselt erfasst wurden, besteht für Hochmoore nur ein Biototyp ohne Trennung in intakte und degenerierte Moore. Zu diesen können daher keine Aussagen gemacht werden.

Schleswig-Holstein: Auch die Biotopkartierung in Schleswig-Holstein dürfte in Teilbereichen veraltet sein, da die flächendeckende Kartierung schon 1991 abgeschlossen worden war. Dazu kommt, dass nur die Hochmoore getrennt in natürliche und degenerierte Bestände erfasst wurden, während Niedermoore summarisch unter dem Biototyp „Niedermoor, Sumpf“ und Pfeifengraswiesen als Teil des Biototyp „Feuchtgrünland“ kartiert wurden. Für diese Typen sind die Daten aus Schleswig-Holstein daher nicht zu verwenden.

Für die übrigen Bundesländer konnten zunächst keine grundlegenden Probleme festgestellt werden.

Nach einer zukünftig eingehenderen Prüfung und Validierung der Biototypen – Wassestandsbeziehung (s. Abb 7 und 8) können aus der Biotopkartierung Zusatzinformationen für die bundesweite Hochskalierung der THG-Bilanz generiert werden. Die hier festgestellten Einschränkungen bezüglich der Auswertung der Biotopkartierung aus Sicht der Forschungsnehmer stellen die Biotopkartierung als alleinige Basis für die Skalierung aber in Frage.

Die Auswertung wurde hier aber primär vorgenommen, um die Auswahl der genauer zu untersuchenden Gebiete zu unterstützen. Die dargestellten Einschränkungen zeigen aber, dass auf Basis einer Auswertung der Biotopkartierungen die Gebietsauswahl nicht getroffen werden kann. Größte Einschränkung ist hierbei, dass für die Nutzung der Biotopkartierung eine ausreichend aufgelöste, einheitliche Flächen-Datenbasis für die Situation vor und nach den Maßnahmen gegeben sein muss.

Daher mussten für potenziell geeignete Gebiete aus einer vom BfN gestellten Vorauswahl detailliertere Informationen zu vorliegenden Flächeninformationen erhoben werden (s. folgendes Kapitel).

5 Gebietsauswahl (Modul 6)

5.1 Vorgehensweise

Vom BfN wurde eine Liste mit 18 Projektgebieten (siehe Abb. 12) zur Verfügung gestellt, aus denen vereinbarungsgemäß eine Auswahl für das Vorhaben getroffen werden sollte. Es wurde ein Fragebogen entwickelt, mit dem Kriterien für die Gebietsauswahl bedient werden (siehe Anhang). Das Ziel bestand darin, in den 18 Projektgebieten lediglich die Datenverfügbarkeit abzufragen, um vorab zu klären, für welche Gebiete eine tiefergehende Analyse des Datenbestandes sinnvoll ist. Für einen möglichst schnellen und vollständigen Rücklauf der Fragebögen wurden die Fragen so formuliert, dass diese im digital versendeten Formularbogen vornehmlich durch das Markieren von Kästchen beantwortet werden konnten. Bevor der Fragebogen versendet wurde, wurden in Telefonaten die geeigneten Ansprechpartner in Erfahrung gebracht und diese kurz über die Ziele des Vorhabens informiert. Für die 13 Projektgebiete mit Rücklauf kann auf eine Übersicht der Datenverfügbarkeit zurückgegriffen werden.

5.2 Auswahl

In einem ersten Schritt wurden 13 Kernkriterien abgefragt, die darauf hinweisen, ob das betreffende Gebiet für das Vorhaben geeignet ist. Die Kriterien teilen sich ungleich auf die Kategorien Flächeninformation, Maßnahmen und Monetärer Mittelfluss auf und beruhen auf dem Kriterienkatalog (s. Anhang 1), der die Daten aufführt, die für eine monetäre CO₂-Bilanzierung erforderlich sind. Es wurde abgefragt, ob für die Kriterien die jeweiligen Daten zur Verfügung stehen. Daraus resultiert für jedes Gebiet eine sog. Trefferzahl, die bei den ausgewerteten Fragebögen zwischen 2 und 11 liegt.

Es wurden zusätzlich Datenquellen berücksichtigt, die von den Ansprechpartnern entweder im Fragebogen angemerkt wurden oder durch mitgesendete Zusatzinformationen integriert werden konnten. Außerdem waren in Einzelfällen die Daten nur teilweise oder in minderer Qualität verfügbar. Die Zusatzinformationen und die unvollständigen Daten können Kernkriterien, die bei der einfachen Abfrage nicht erfüllt wurden, ergänzen. Diese können in der weiteren Auswahl berücksichtigt werden und wurden in Klammern durch die Anzahl der „kompensierenden“ Zusatzinformationen an die Trefferzahl ergänzt. Anhand der Trefferzahl konnte eine erste Auswahl potenziell geeigneter Gebiete getroffen werden. Es gab kein Gebiet, wo alle erforderlichen Daten in der ausreichenden zeitlichen oder räumlichen Auflösung vorhanden waren. Dies ist hinsichtlich einer Erfolgskontrolle der Maßnahmen durchaus zu bedenken, denn gerade die Maßnahmen die in den Wasserstand und die Nutzungsintensität eingreifen, könnten relativ leicht gemonitort werden.



Abb. 12: Lage der in die Auswahl einbezogenen Schutzgebiete

Im weiteren Verlauf des Projektes wurde die Gebietsauswahl weiter eingegrenzt. Eine eingegrenzte Liste wurde mit dem Auftraggeber im Rahmen der BfN Projektsitzung vom 3. März 2010 festgelegt. In der Sitzung kamen zunächst sämtliche Gebiete in Diskussion, die in einer ersten schriftlichen Auswahlrunde zu Projektbeginn angefragt wurden und deren Gebietsverantwortliche Bereitschaft zur Teilnahme und Unterstützung bekundeten sowie einen Vorabeblick in die gebiets- und projektspezifische Datenlage gewährten. In der Projektsitzung erfolgte eine vertiefte Auswertung und Diskussion der Angaben der Verantwortlichen, wobei insbesondere Verfügbarkeit, Format und Qualität der vorhandenen Daten betrachtet wurden. Die Sitzung führte schließlich zur Auswahl von Regionen, in denen die Datengrundlage als größtenteils gegeben, bzw. zum Ausschluss von Regionen, in denen die Datengrundlage als nicht ausreichend angesehen werden kann.

Für die ausgewählten Gebiete mit einer potenziellen Eignung mussten im weiteren Verlauf des F+E-Vorhabens jeweils die Qualität der vorhandenen Daten auf ihre spezielle Eignung für die monetäre CO₂-Bilanzierung geprüft werden.

Die finale Liste der Gebietsauswahl entsprach nun folgenden Kriterien:

A: Alte Gebiete (Projektbeginn um 1990; Renaturierungsmaßnahmen abgeschlossen);

B: Junge Gebiete (Projektbeginn um 2000; Renaturierungsmaßnahmen Planung abgeschlossen, Umsetzungsphase);

C: Perspektivgebiete (Projektbeginn nach 2005; Planungen im laufen).

Da es sich um eine exemplarische Behandlung von typischen Vertretern handelt und der Bearbeitungsaufwand der einzelnen Gebiete erheblich ist, wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber entschieden, dass folgende fünf Gebiete den Kern der Untersuchungen bilden (Tab. 4):

A: Wurzacher Ried, Ochsenmoor, Peenetal

B: Pfrunger-Burgweiler Ried

C: Allgäuer Moorallianz

Diese Auswahl hatte aber unter Einbeziehung der Ergebnisse der systematischen Fragebogenaktion die Konsequenz, dass z.T. erheblicher Aufwand in die Erschließung bzw. Erst-Auswertung von Basis-Daten investiert werden musste.

Dafür wurde nun innerhalb des Projektverlaufs eine gebietsspezifische Bearbeitungs-Struktur aufgebaut, die die entsprechenden Grundlagendaten aufbereitet bzw. weiter bearbeitet hat.

Region	<i>“Pfrunger-Burgweiler Ried”</i>	<i>“Wurzacher Ried”</i>	<i>“Ochsenmoor”</i>	<i>“Peenetal”</i>	<i>“Allgäuer Moorallianz”</i>
Bundesland	Baden-Württemberg	Baden-Württemberg	Niedersachsen	Mecklenburg-Vorpommern	Bayern
Gebietsumfang	Kerngebiet 1.453 ha Pufferzone 1.392 ha	Projektgebiet 1.700 ha	Kerngebiet 800 ha Projektgebiet 1.116 ha <u>Projekt I:</u> Naturschutz-großprojekt <u>Projekt II:</u> EU “LIFE – Nature” Projekt	Kerngebiet 10.090 ha Projektgebiet 20.000 ha	Kerngebiet 14.245 ha
Art des Projekts	Naturschutz-großprojekt	Naturschutz-großprojekt		Naturschutz-großprojekt	Naturschutz-großprojekt (idee.natur)
Laufzeit	2002 - 2012	1987 - 1997	1987 - 1995 1998 - 2000	1992 - 2009	2009 - 2020
Finanzierung	Bund Land Baden-Württemberg Stiftung Naturschutz Pfrunger - Burgweiler Ried	Bund Landkreis Ravensburg (Land Baden-Württemberg) (ober-schwäbische Moorheilbäder)	<u>Projekt I:</u> Bund Landkreis Diepholz <u>Projekt II:</u> Europäische Kommission Land Niedersachsen	Bund Land Mecklenburg-Vorpommern, Zweckverband "Peenetal-Landschaft" (plus zusätzliche Spendenmittel und Mittel aus dem Moor-schutzprogramm MV)	Bund Freistaat Bayern Zweckverband Allgäuer Moorallianz

Tab. 4: Charakteristika der Untersuchungsregionen und der Naturschutzprojekte

Für das **Wurzacher Ried** wurde aus dem laufenden Projekt kostenneutral ein Unterauftrag an das Büro Blasy & Overland (Bearbeitung durch Gerd-Michael Krüger) vergeben, zur Ableitung der Mittelwasserstände vor und nach Maßnahmen-Durchführung.

Für das **Pfrunger-Burgweiler Ried** wurde aus dem laufenden Projekt kostenneutral ein Unterauftrag an das Büro Kapfer vergeben, zur Abbildung der Mittelwasserstände vor und der prognostizierten Mittelwasserstände nach Maßnahmendurchführung, sowie der Aufbereitung und Prognose zu weiteren Flächeninformationen wie Vegetation und Nutzung.

Für das **Ochsenmoor** konnte aus der Synergie mit den Aktivitäten des vTI-Projektes die Arbeitsgruppe Hydrologie des vTI-AK Zeit und Know-How in die Ableitung der Mittelwasserstände vor und nach der Maßnahmen-Durchführung investieren. Hier wurde eng mit Herrn Belting und Herrn Blüml kooperiert sowie technischen Teilschritten durch PAN unterstützt.

Für das **Peenetal** konnten aus der Synergie mit den Aktivitäten des vTI-Projektes das ZALF mit den Instituten BLF (Prof. Sommer, Marc Wehrhahn) und LSD (Prof. Augustin) sowie Peggy Steffenhagen, Zeit und Know-How in die Ableitung, bzw. Interpretation von Vegetations-Nutzungskarten vor und nach der Maßnahmen-Durchführung und die Zuordnung von regionsspezifischen Emissionsfaktoren investieren.

Für die **Allgäuer Moorallianz** kam das BfN Projekt etwas zu früh, denn die Basis für die Abschätzung der Klimawirksamkeit wäre ein fertiggestellter Pflege- und Entwicklungsplan mit flächenscharfen Entwicklungszielen gewesen. Dieser ist derzeit im Entstehen und daher wäre im Rahmen eines Folgevorhabens eine Einbeziehung der Flächen der Allgäuer Moorallianz möglich.

6 THG-Bilanzierung in Gebieten, in denen Management stattgefunden hat (Modul 7.1)

6.1 Wurzacher Ried

6.1.1 Steckbrief

Das Wurzacher Ried ist eines der bedeutendsten Hochmoorgebiete in Süddeutschland. Es liegt nördlich der Gemeinde Bad Wurzach im Landkreis Ravensburg. Die Moorfläche bildet ein sich von Nordost nach Südwest erstreckende Fläche von ungefähr acht mal vier Kilometer. Die Fläche des gesamten Naturschutzgebietes beträgt heute 1.812 Hektar wovon ca. 1.700 ha Moorfläche sind. Von diesen 1.700 ha ist etwa ein Drittel unberührtes Hochmoor. Ein weiteres Drittel bilden Niedermoorbereiche. Das verbleibende Drittel besteht aus Hochmoorbereichen, die bis in die 1990er Jahre für den Abbau von Torf genutzt wurden (zuletzt vor allem als Badetorf für die Bad Wurzacher Kurbetriebe). Infolge von Entwässerung, Torfabbau und intensiver Landnutzung haben sich vor allem die Randbereiche des Wurzacher Riedes stark verändert. Das Wurzacher Ried wurde 1987 in das Förderprogramm des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung aufgenommen (nach BfN 1993) und als solches bis zum Jahr 1997 gefördert. Das Finanzvolumen des Vorhabens teilten sich die Projektförderer BMU, das Landratsamt Ravensburg (LRA) als Projektträger (auch Bauoberleitung) und das Naturschutzzentrum. Zusätzliche Mittel für biotopeinrichtende Maßnahmen und zum Ankauf der Torfabbaurechte flossen zudem vom Land Baden-Württemberg und den Oberschwäbischen Moorheilbädern.

Die Hauptziele der zwischen 1987 und 1997 im Rahmen des Naturschutzgroßprojekts durchgeführten Maßnahmen waren insbesondere (1) die Sanierung des Wasserhaushalts, (2) die naturschutzgerechte Umgestaltung des Grünlandes sowie (3) die Entwicklung naturnaher Waldbestände. Die Planungsphase des Projektes lief von 1987 bis 1991. Mit Fertigstellung des Planungskonzeptes fand ab 1992/1993 die Phase der ersten großen Vorfluterbaumaßnahmen statt. 1997 folgte die zweite Phase von Großbaumaßnahmen.

Zu (1): Zur Sanierung des Wasserhaushaltes wurden die meisten Entwässerungsgräben mit über 3000 Torf- oder Holzdämmen verschlossen. Dieser Grabenverschluss sollte den weiteren Abfluss von Regenwasser verhindern und die Regenerationsvorgänge einleiten.

Zu (2): Das Wurzacher Ried wird von einem Gürtel aus Riedwiesen umschlossen, die aufgrund der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktionsmethoden in den letzten Jahrzehnten zu einem großen Teil entwässert wurden. Zum Erhalt der verbliebenen Riedwiesen und zur Verringerung des Nährstoffeintrages werden heute rund 300 ha der Riedwiesenfläche extensiv gepflegt (Vertragsnaturschutz). Dazu wurden mit über 50 Landwirten Pflegeverträge abgeschlossen. Über die Pflegeverträge ist geregelt, dass die Wiesen nur ein- bis zweimal mit dem Balkenmäher gemäht werden dürfen. Eine Düngung ist ausgeschlossen.

Zu (3): Letzte Nutzungsform im Wurzacher Ried war bis 1995 der Abbau von Torf für medizinische Zwecke. Nachdem am 31.12.1995 die Genehmigung für den Abbau von Badetorf im Wurzacher Ried auslief kam der Torfabbau zum Erliegen. Die ehemaligen Abbauflächen

wurden über entsprechende Wiedervernässungsmaßnahmen renaturiert. Die Lösungsansätze zum Schutz des Riedes beinhalteten zudem besucherlenkende Maßnahmen. Das Ried ist mit einem Wander- und Radwegenetz, einem Torfmuseum, einer Torfbahn sowie Bildungs- und Erlebnisangeboten ausgestattet (NAZ, 2011).

6.1.2 Maßnahmen

Im Wurzacher Ried wurden in den Jahren 1994 bis 1997 umfangreiche wasserbauliche Maßnahmen zur Wiedervernässung und Stabilisierung des Wasserhaushaltes durchgeführt. Als Grundlage der Maßnahmenplanung wurde ab 1991 ein Pegelmessnetz im Wurzacher Ried installiert. Dazu wurden teilweise vorhandene Pegel, die bereits im Rahmen des ökologischen Entwicklungskonzeptes ab 1987 gesetzt worden waren bzw. bestehende Pegel des damaligen Wasserwirtschaftsamtes mit neu installierten Pegeln kombiniert. Nach Durchführung der Maßnahmen wurden die Pegelmessungen zur Beweissicherung bzw. zur Dokumentation der Entwicklung des Wasserhaushalts bis heute weitergeführt. Zur Reduzierung des Aufwands wurde das Pegelmessnetz im Laufe der Jahre erheblich verringert und zur Klärung bestimmter Fragestellungen auch verändert.

6.1.3 Hydrologie

6.1.3.1 Aufgabenstellung

Mit dem moorhydrologischen Fachbeitrag wurden die Veränderungen der Grundwasserverhältnisse bzw. des mittleren Moorwasserspiegels im Wurzacher Ried durch die zwischen 1993 und 1997 im Wurzacher Ried erfolgten Maßnahmen zur Wiedervernässung ermittelt und flächenbezogen dargestellt. Neben der Nutzungsintensität ist der mittlere Grundwasserflurabstand der Schlüsselparameter zur Beschreibung der Zielerreichung der Vernässungsmaßnahmen und zur Ermittlung der Klimarelevanz von Vernässungswirkungen. Das geeignete Instrument zur Darstellung der unterschiedlichen Feuchteverhältnisse sind flächenbezogene Darstellungen des mittleren Flurabstands des Moorwasserspiegels.

6.1.3.2 Datengrundlagen

Als Datengrundlagen wurden herangezogen:

- Pegelmessungen (1992 bis 2004) im Naturschutzgebiet Wurzacher Ried (Quelle: Pegelmessungen 1992 bis 2004 im Naturschutzgebiet Wurzacher Ried, AGL Ulm, Mai 2006, in Zusammenarbeit mit und im Auftrag Naturschutzzentrum Bad Wurzach);
- Pegeldaten 2004 bis 2010 als Tabellen (Quelle: Naturschutzzentrum Bad Wurzach);
- TK 1:25.000, Luftbildkarte und DGM (Quelle: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg) [über AG]
- Renaturierung Wurzacher Ried – Wiedervernässung der Bereiche Torfwerk- und Stadtkanal. Abschlussbericht der Untersuchungsphase mit Vorentwurf vom 10.03.1994. Erläuterungen mit Anlagen 1- 3 und Anhängen (Anhang 1: Vorentwurf, Fachbericht Geologie und Hydrogeologie, Fachbericht Moorwasserverhältnisse; Anhang 2: Niederschlag-Abfluss-Modell, Datenauswertung Abfluss). Dr. Blasy – Dr. Øverland Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG.

- Pfadenhauer J., Krüger, G.M. & Muhr, E. (1990): Ökologisches Entwicklungskonzept Wurzacher Ried. TU München-Weihenstephan, Lehrgebiet Geobotanik/Vegetationsökologie. Erläuterungen und Karten.

6.1.3.3 Methodik und Vorgehensweise

Grundlage der Auswertungen zu den Grundwasserverhältnissen im Wurzacher Ried sind die vom Naturschutzzentrum Bad Wurzach in wöchentlichem Turnus durchgeführten Pegelablesungen. Diese erfolgten an Grundwasserpegeln (GW) im Randbereich des Moores, die in den mineralischen Grundwasserleiter einbinden und für den Moorwasserspiegel nicht unmittelbar gelten, für Rohrpegel (RP) im Moor und Lattenpegel (LP) in den Gewässern des Riedes.

In Vorbereitung der Planung und nach der Durchführung von Maßnahmen wurden in folgenden Bereichen Pegelablesungen durchgeführt: Bereich Wurzacher Ach, Stadtkanal, Dietmannser Ach / Dietmannser Ried, Willis, Wengener Mühlbach - Bereich Riedhöfe, Wengener Mühlbach - Bereich Ziegolz, Torfwerkkanal / Kramerser Bach, Haidgauer Ach, Oberried Graben. Die Lage der verwendeten Pegel ist aus den betreffenden GIS-Dateien zu ersehen.

Ziel dieser Auswertung ist es, anhand der langjährig erfassten Pegeldaten die mittleren Grundwasserverhältnisse vor Umsetzung der Vernässungsmaßnahmen (Ausgangszustand) und nach Umsetzung der Maßnahmen (Zielzustand) zu charakterisieren. Dabei ist der mittlere Grund- bzw. Moorwasserflurabstand der maßgebliche Parameter. Statistische Auswertungen zur Entwicklungstendenz des gesamten für den Zeitraum 1992 bis 2004 vergleichbaren Pegelkollektivs liegen von Seiten des Naturschutzzentrums vor (Pegelmessungen 1992 bis 2004 im Naturschutzgebiet Wurzacher Ried, AGL Ulm, Mai 2006, in Zusammenarbeit mit und im Auftrag vom Naturschutzzentrum Bad Wurzach). Diese Untersuchungen zeigen neben mehr oder minder klar ableitbaren mittleren Tendenzen für Pegelgruppen, wie schwierig es ist, mit den heterogenen Datensätzen und den beeinflussenden Parametern Wetter- und Klimageschehen, insbesondere Temperatur, Verdunstung, Niederschläge und Bodenvorfeuchte Aussagen über die Veränderung des Standortfaktors Bodenfeuchte in der Fläche abzuleiten. Als weitere wesentliche Schwierigkeit kommt das heterogene Relief, besonders im Bereich ehemaliger Torfstich- bzw. Frästorfflächen hinzu. Aktuellere Vegetationskartierungen, die die Veränderung der Bodenfeuchte flächenbezogen dokumentieren könnten, sofern die Vernässungsmaßnahmen den oberflächennahen Grundwasserspiegel maßgeblich beeinflusst haben, liegen nicht vor.

Um die Veränderungen der Grundwasserverhältnisse bzw. des Moorwasserspiegels im Wurzacher Ried im Vergleich Ausgangs- und Zielzustand mit vertretbarem Aufwand darstellen zu können, werden die gemessenen Wasserspiegel zweier möglichst repräsentativer Stichtage ausgewählt, ausgewertet und als flächendeckende Flurabstandskarte dargestellt. Allerdings ist es nicht sinnvoll, ein komplettes Grundwassermodell für das zu betrachtende Gebiet zu erstellen. Generell ist die Pegeldichte für die Größe des Gebiets hinsichtlich hydrologischer Berechnungen zu gering. Bereichsweise sind keine Pegel vorhanden. Für den Einsatz eines Grundwassermodells sind weiter die Höhenverhältnisse insbesondere in den Randbereichen und in den Torfstichgebieten zu komplex. Das Pegelnetz enthält in Anbetracht der Höhenverhältnisse zu wenige Informationen über den tatsächlichen Verlauf von Grundwassergleichen in Abhängigkeit der Geländehöhen. Hier müssten aus der Geländekenntnis heraus Anpassungen erheblichen Ausmaßes erfolgen, um zu plausiblen Ergeb-

nissen zu gelangen. Das Höhenmodell der Landesvermessungsverwaltung müsste implementiert werden, enthält aber keine Informationen zu Bruchkanten, Vorfluterverläufen und Ähnlichem, die von Hand einzugeben bzw. anzupassen wären, um ein plausibles Modell zu erhalten. Berechnungen können deshalb allenfalls als Arbeitshilfe in Gebieten herangezogen werden, in denen die Pegeldichte ausreicht. Die Abgrenzung der Grundwasserstufen erfolgt händisch gemäß der Pegeldaten und in Orientierung an den genannten Modellrechnungen, anhand der Höhenverhältnisse bzw. der bekannten Torfstichen bzw. Geländedepressionen und der allgemeinen Gebietskenntnis (das beauftragte Büro hat seinerzeit Voruntersuchungen und die Planungen wasserrechtlich genehmigungsbedürftiger Maßnahmen im Wurzacher Ried und die Bauleitung durchgeführt). Weiter sind die 1997/1988 erhobenen Vegetationseinheiten und -abgrenzungen für den hydrologischen Ausgangszustand vor Vernässung eine indikatorisch aussagekräftige Basis. Letztlich können auf der Grundlage der Pegeldaten und der angesprochenen weiteren Informationen Flächen mit in etwa gleichem Vernässungszustand im Stichtagszustand abgebildet werden.

Deshalb wird eine Berechnung mit einem Grundwassermodell, das den Verlauf von Grundwassergleichen zwischen den Wasserspiegeln der Pegel erzeugt, lediglich als Arbeitsschritt in Bereichen eingesetzt, in dem die Pegeldichte groß genug ist und in dem die Stauhöhen der Bauwerke bekannt sind (Bereich Torfwerkkanal und Stadtkanal). Die Berechnungen liefern aufgrund einiger Einschränkungen, wie das bereits angesprochene, teils sehr heterogene Relief, allein kein plausibles Ergebnis. Es sind weitere interpretierende Schritte erforderlich, die anhand der Vegetationskartierungen vor Umsetzung der Vernässungsmaßnahmen und Kenntnis der örtlichen Verhältnisse (z.B. in den Torfstichgebieten) grundsätzliche Abhängigkeiten des hydraulischen Gefälles in stark terrassierten Hochmoorgebieten, wie etwa aus Pegeln ermittelt (die zu Beginn der Planung eingerichtet, dann aber nicht mehr abgelesen wurden, z.B. Haidgauer Frästorfgebiet), abgeleitet werden.

Untersuchungsgebiet ist das gesamte Wurzacher Ried innerhalb der Moorgrenze mit Konzentration auf die relevanten Maßnahmen- bzw. Wirkbereiche (Fläche ca. 17 km²). Als Abgrenzungshilfe für den heutigen Vorfluterverlauf und aktuelle Wasserflächen wird die aktuelle, georeferenzierte amtliche Luftbildkarte des Gebiets verwendet. Die Moorgrenze nach dem damaligen Ökologischen Entwicklungskonzept für das Wurzacher Ried wurde anhand der aktuellen Höhendaten bzw. des DGM der Landesvermessungsverwaltung in Teilbereichen angepasst.

Zur Ermittlung der Grundlagen und der Moorwasserverhältnisse wurde im Einzelnen wie folgt vorgegangen:

- Recherche und Prüfung der vorliegenden Daten bzw. der bereits erfolgten Auswertungen (Grundwasserpegel, Oberflächengewässerpegel) hinsichtlich der Verwendbarkeit, zeitlichen Konstanz der Ablesung, Plausibilität der Daten und der Richtigkeit vermessungstechnischer Angaben zu Lage und Höhe der Pegel. Ein Bezug der Pegeldaten auf NN-Höhen und die Umsetzung in rechnerlesbaren Excel-Tabellen wird hergestellt (Messstellen als Spalte, zugehörige Messdaten als Zeilen angeordnet);
- Identifizierung geeigneter Stichtage der Pegelablesungen, die für den Zustand vor Umsetzung der Vernässungsmaßnahmen und danach einen mittleren Grundwasserstand repräsentieren. Zur Darstellung der Grundwasserverhältnisse vor dem Bau der Stauanlagen wird ein anhand des Niederschlagsverlaufs für den mittleren Grundwasserstand (in den Vorflutern Trockenwetterabfluss mit einem mittleren Was-

Wasserspiegel) charakteristischer Stichtag ausgewählt. Als für etwa mittlere Verhältnisse repräsentativ wurden aus dem Datenkollektiv die beiden Stichtage 09.06.1993 für den Ausgangszustand und der 07.06.2004 für den Zielzustand ausgewählt. Der Stichtag 09.06.1993 wurde bereits für entsprechende Darstellungen im Rahmen der Planungen bzw. des wasserrechtlichen Antrags für Wiedervernässungsmaßnahmen am Torfwerkkanal und am Stadtkanal gewählt (Unterlagen vom 10.03.1994). Die damaligen Stichtagsdaten und -auswertungen basierten zu diesem Zeitpunkt allerdings auf einem örtlich dichteren Pegelsystem und einem anderen, teils wesentlich stärker differenzierten Geländemodell aus damaligen Luftbilddauswertungen. Das Jahr 2004 stellt das letzte Jahr mit noch umfangreicheren und vergleichbaren Pegelablesungen dar und bildet den Renaturierungszustand etwa eine Dekade nach Vernässung ab. Bis zu diesem Jahr reichen auch die oben erwähnten statistischen Auswertungen;

- Darstellung der Grundwasserverhältnisse: Eingabe der Stichtagsdaten und Ermittlung der Wasserspiegelmesshöhen aus den Wasserstandsablesungen und den jeweiligen Pegeloberkanten (POK), Ermittlung der Flurabstände über Subtraktion der gemessenen Wasserspiegel von den Geländehöhen des DGM; Ermittlung und Darstellung weiterer hydrologischer Randbedingungen (z.B. Vorflutersystem und Stillgewässer, Definition mittlerer Flurabstandshöhen in naturnahen Bereichen ohne Maßnahmenwirkung anhand des Vegetations- bzw. Standortstyps (aus der Vegetationskartierung im Ökologischen Entwicklungskonzept), sofern dort keine Pegel vorhanden sind; Abschätzung des Moorwasserspiegelverlaufs für Hochmoorrücken in Torfstichgebieten, die bekanntermaßen einen steilen hydraulischen Gradienten aufweisen können, anhand der Torfart und der Leitfähigkeit und der örtlich erfassten Wasserspiegel). Die Ermittlung von NN-Höhen des mittleren Grundwasserspiegels an den Messstellen und der Wasserspiegel von Oberflächengewässern sowie der aus Verschneidung mit dem Höhenmodell resultierenden Flurabstände) erfolgt für beide Zeitpunkte;
- Übernahme/Erstellung des Geländemodells aus dem amtlichen DGM der Landesvermessungsverwaltung als Arbeitsgrundlage zur Ableitung der Flurabstände bei Mittelwasser. Das aktuelle DGM der Landesvermessungsverwaltung wurde vom AG zur Verfügung gestellt;
- Übernahme und Darstellung der digitalen Kartengrundlage (TK 1:25.000) des Gebiets; Abgrenzung von Einzelelementen aus der aktuellen digitalen Luftbildkarte (aktuelle Lage von Vorflutern, Stillgewässern und Einstauflächen sowie Gehölz- und Vegetationsbeständen, soweit interpretierbar);
- Erstellung von Flurabstandskarten für beide Zeitpunkte aus den Pegeldaten bzw. den ermittelten Grundwasserverhältnissen, dem Geländemodell, den vorhandenen Vegetationsdaten, der aktuellen Luftbildkarte und Geländekenntnissen sowie den im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens bereits bearbeiteten Teilgebieten Torfwerkkanal und Stadtkanal; Plausibilitätsprüfung (unter Beteiligung der Geländekenner im Naturschutzzentrum) und ggf. Anpassungen; die Flurabstände werden für Flächen gleicher mittlerer Grundwasserverhältnisse in den Flurabstandskategorien >0 , $0,0-0,2$; $0,2-0,4$; $0,4-0,6$; $0,6-0,8$ und $<0,8$ m unter GOK ermittelt und dargestellt; wenn möglich, wird die Stufe $0,0-0,2$ in $0,0-0,1$ und $0,1-0,2$ m unter GOK differenziert; die Pegeldaten lassen diese Differenzierung nur in einigen Bereichen zu.

Aus der standortkundlichen Bewertung des Ökologisches Entwicklungskonzepts (Standortkarte Wurzacher Ried, Trophiegrad und Säure-/Basenprägung - Indikation über ökologische Artengruppen) werden die grundlegenden Substrattypen im Wurzacher Ried abgeleitet (Scannen, Vermaßstäblichung in GK-Koordinaten, Digitalisierung der analogen Karte).

6.1.3.4 Flurabstandsklassen 1993 und 2004

Die Abb.13 zeigt die Verteilung der Flurabstandsklassen auf die Gesamtfläche innerhalb der hier neu definierten Moorgrenze zum Stichtag 09.06.1993 im Vergleich zu den Flurabstandsklassen für den Stichtag 07.06.2004.

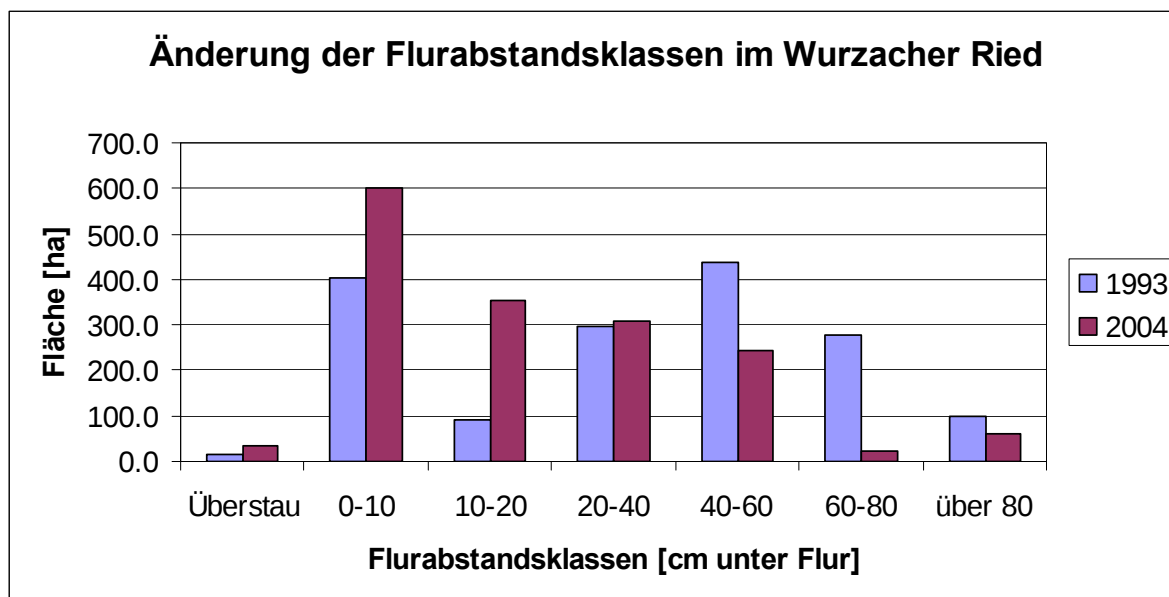


Abb. 13: Änderung der Flurabstandsklassen im Wurzacher Ried der Mittelwasserstände zw. 1993 und 2004

Die entsprechende Darstellung bzw. flächenbezogene Verteilung ist aus Abb. 14 zu ersehen. Insgesamt dominieren die Klasse 1a (im Wesentlichen die naturnahen Bereiche und bereits im Ausgangszustand nasse Flächen und Torfstiche) und die Klassen 3 bis 5 (stark vorentwässerte Moorflächen). Die als Stillgewässer separat erfassten Wasserflächen nehmen 1993 eine Fläche von 14,65 ha ein. Die Fließgewässer sind als Linienobjekte nicht separat erfasst. Die Flurabstandsklassen sind in m unter Geländeoberkante (GOK) angegeben.

Für die Periode nach Maßnahmen wurde die Verteilung der Flurabstandsklassen auf die Gesamtfläche innerhalb der hier neu definierten Moorgrenze zum Stichtag 07.06.2004 dargestellt. Die entsprechende Darstellung bzw. flächenbezogene Verteilung ist aus Abb. 15 zu ersehen. Insgesamt dominieren die Klasse 1a (im Wesentlichen die naturnahen Bereiche und bereits im Ausgangszustand nasse Flächen und Torfstiche sowie zusätzlich stark vernässte Flächen) und die Klassen 1b und 2 (wenig bis mittel vorentwässerte Moorflächen). Die stark entwässerten Flächen haben insgesamt stärker abgenommen.

Die als Stillgewässer separat erfassten Wasserflächen nehmen (aktueller Stand nach Luftbild) mit 35,28 ha die 2,4-fache Fläche wie im Ausgangszustand ein.

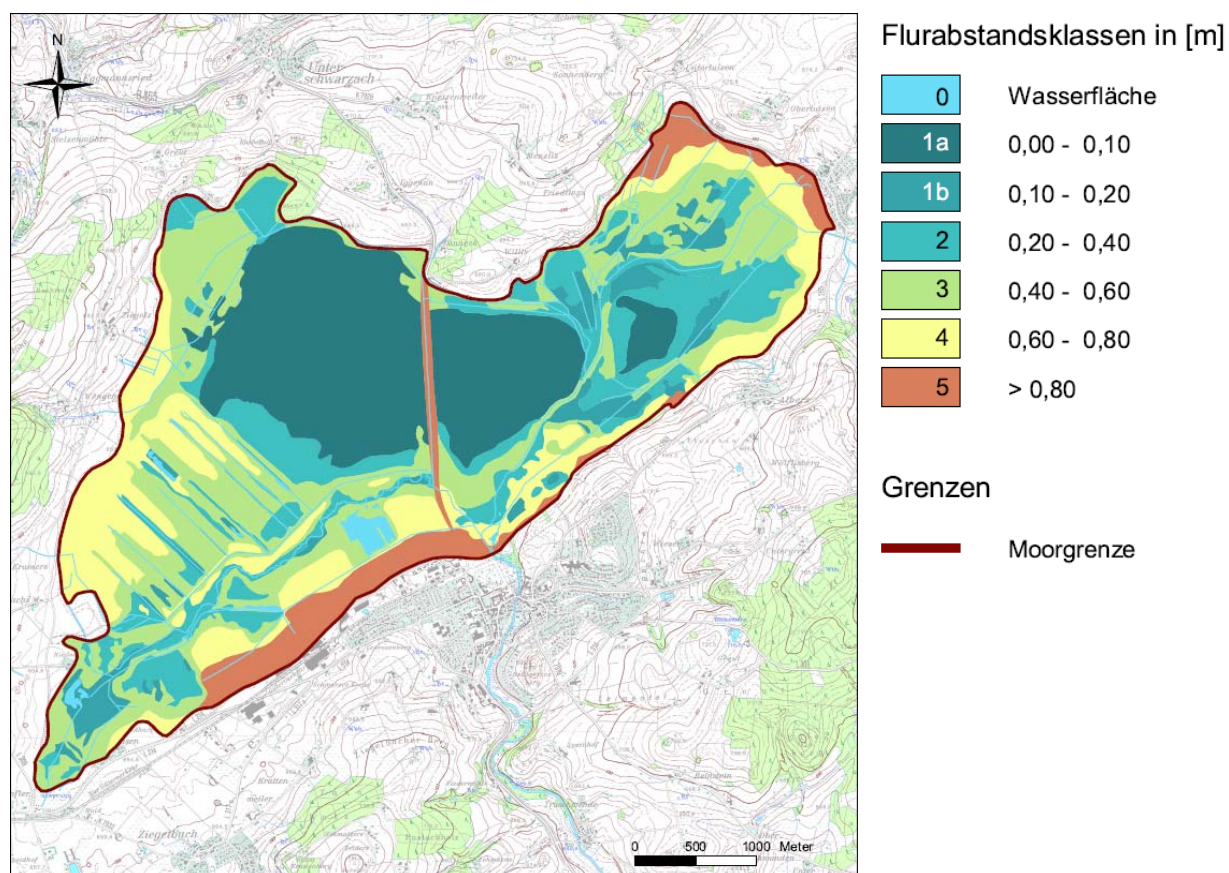


Abb. 14: Wasserstand WR vor Maßnahmen (Basis 1993; Aus Teilbericht BLASY & OVERLAND)

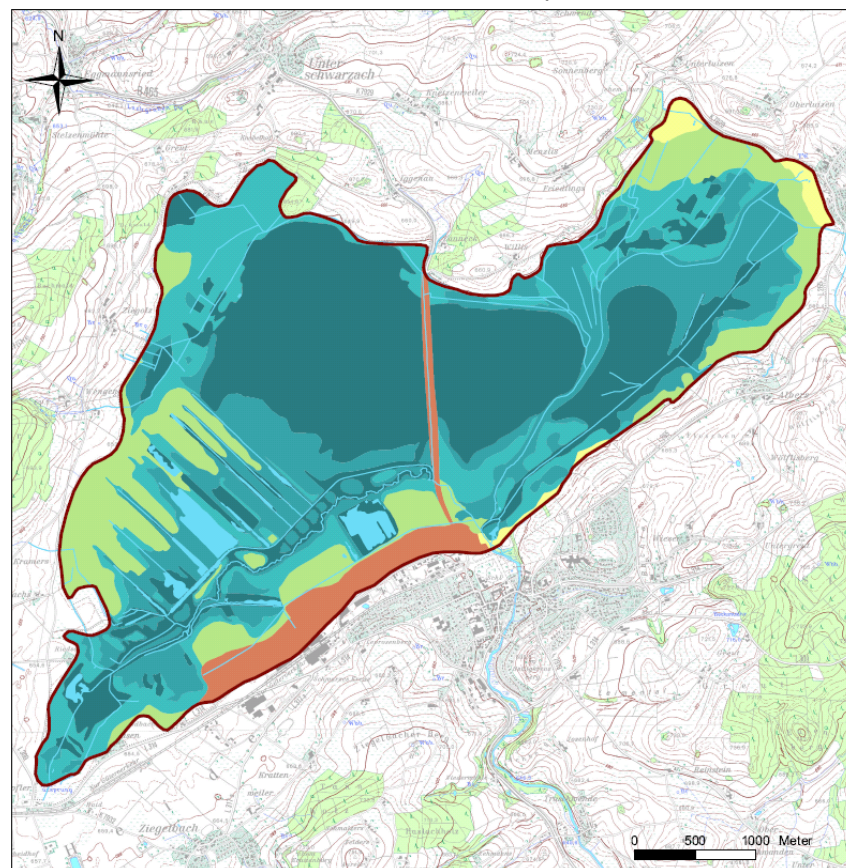


Abb. 15: Wasserstand WR nach Maßnahmen (Basis 2004; Aus Teilbericht BLASY & OVERLAND)

6.1.4 Nutzung und Vegetation

Als Datengrundlagen wurden folgende Quellen verwendet:

1. Moorhydrologischer Fachbeitrag Wurzacher Ried (BLASY & ØVERLAND 2011):
 - Flurabstandskarte; Ausgangszustand 09.06.1993
 - Flurabstandskarte; Zielzustand 07.06.2004
 - Moor- bzw. Substrattypen
2. Planung der „Pflegekonzepktion Wurzacher Ried als Zielzustand“ (METZ & REICHEGGER 1991)
 - Digitalisierung der Maßnahmenkarte 2 „Vegetationsmanagement“ (Berücksichtigung der Mahd-Maßnahmen)
3. Ökologisches Entwicklungskonzept Wurzacher Ried als Ausgangszustand (PFADENHAUER et al. 1990)
 - Digitalisierung Karte 4 „Grünlandvegetation und Nutzung“
 - Digitalisierung Karte 3 „Gehölzstruktur im Ried“

Anmerkung: Die Inhalte beider Karten wurden in ein Thema zusammengefasst, wobei es nur in Einzelfällen zu Überlappungen von Offenlandbereichen der Karte 4 und gehölzreichen Standorten aus Karte 3 kam. Bei diesen Überschneidungen handelte es sich meist um Ungenauigkeiten in den Datengrundlagen. Sie wurden unter Zuhilfenahme von Luftbildinformationen korrigiert, indem vom heutigen Zustand der Flächen auf den damaligen geschlossen wurde.

Der Analyseraum ist die „Moorgrenze“ nach BLASY & OVERLAND (2011), wobei nachträglich im Süden des Gebiets alle Bereiche ausgespart wurden, die in den Kartierungen des Ausgangszustandes (PFADENHAUER et al. 1990) als Siedlungsbereich von Bad Wurzach ausgewiesen waren, wenn gleichzeitig eine Luftbildkontrolle bestätigte, dass diese Bereiche noch immer von Siedlungsstrukturen geprägt sind.

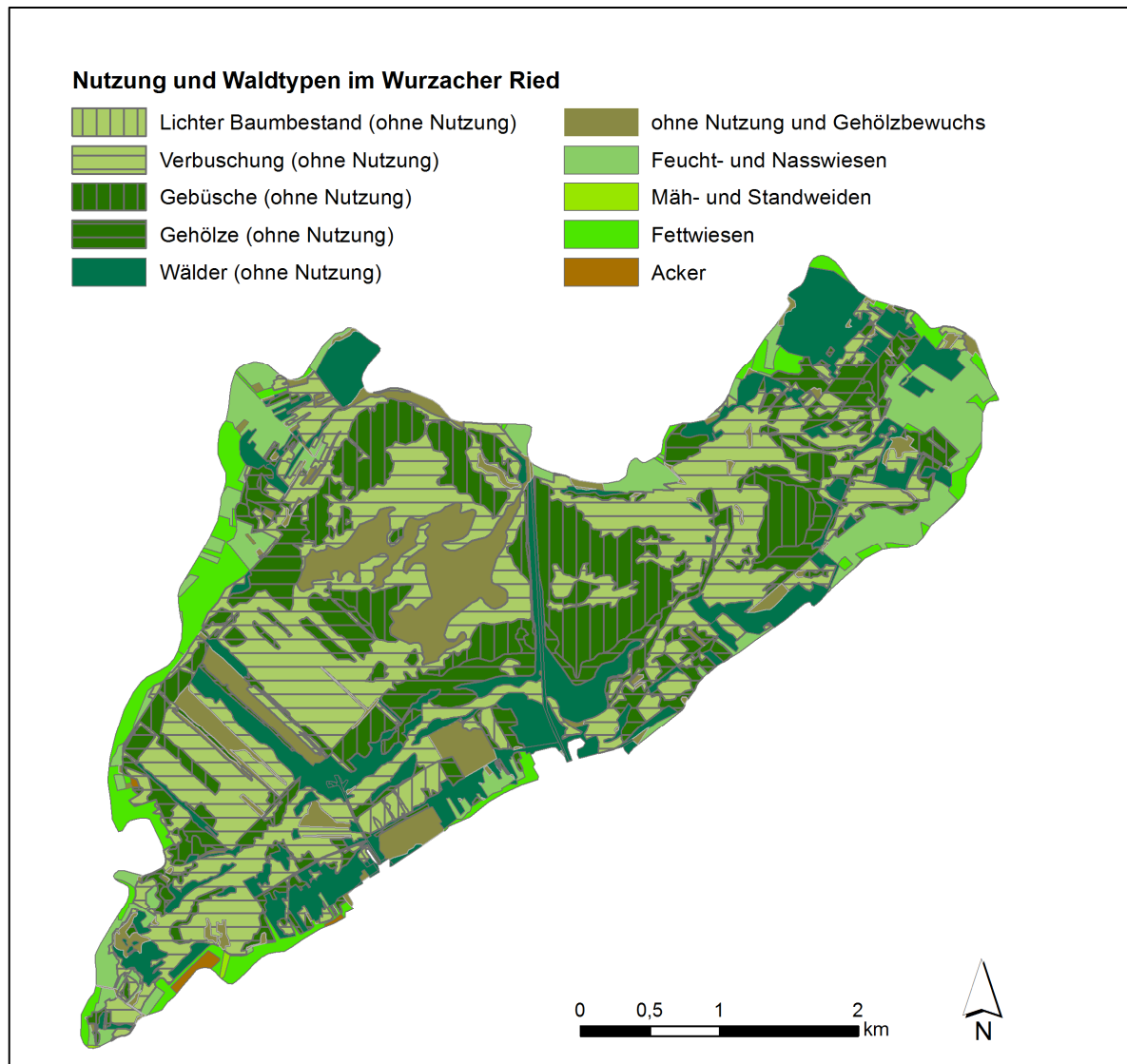


Abb. 16: Wurzacher Ried: Ausgangszustand Nutzung basierend auf dem Ökologischen Entwicklungskonzept (PFADENHAUER, KRÜGER & MUHR 1990)

Eine Auswertung der Nutzung zeigte Überschneidungen von Flächen, auf denen von PFADENHAUER et al. (1990) Waldausprägungen kartiert wurden, für die aber im Pflegekonzept Mahdmanagement vorgesehen ist. Dabei handelte es sich um unvermeidbare Ungenauigkeiten in der Datengrundlage. Eine Kontrolle anhand von Luftbildern ergab, dass Verschiebungen der tatsächlichen Flächenbeschaffenheit in beide Richtungen vorliegen: Es gibt also fälschlicherweise als Wald kartierte Flächen genauso wie bewaldete Flächen für die ein Mahdmanagement vorgesehen wurde. Insgesamt beläuft sich der Fehler aber auf unter 5 ha und kann vernachlässigt werden. In der Bilanzierung wurden die entsprechenden Flächen deshalb nicht berücksichtigt.

Die Inhalte der oben aufgeführten Datengrundlagen konnten mit den Wasserabstandsklassen vor und nach Maßnahmendurchführung verschnitten und ausgewertet werden.

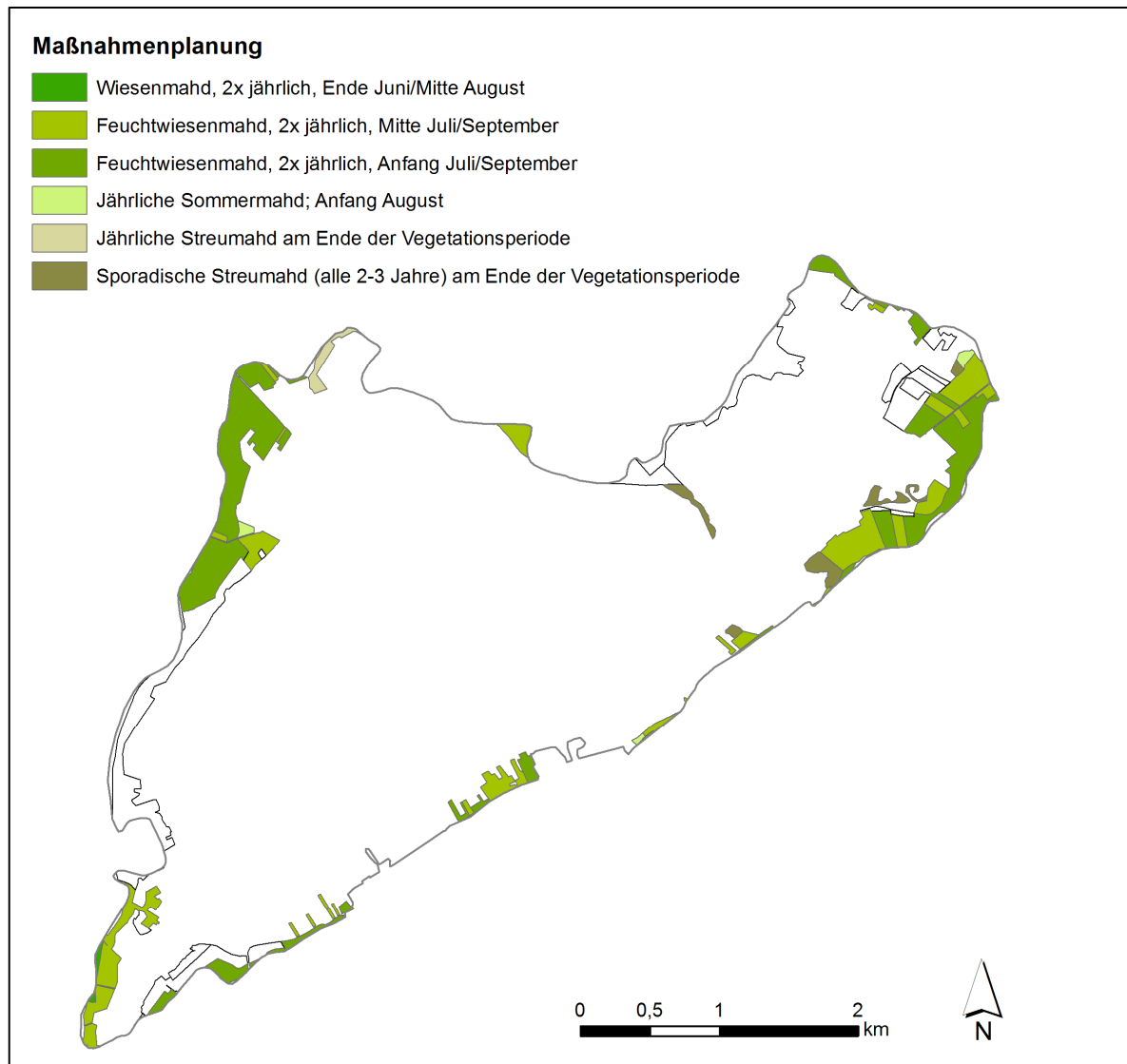


Abb. 17: Wurzacher Ried: Zielzustand basierend auf der Planung der „Pflegekonception Wurzacher Ried“ (METZ & REICHEGGER 1991)

Den Nutzungen wurden entsprechend der Nutzungsform aus der BMBF-Datenbank Exportwerte in $\text{t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ zugeordnet. Damit konnte der Steuerfaktor Nutzungsintensität für die Modellierung der Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz; s. Kap 6.1.5) flächenbezogen abgeleitet werden.

6.1.5 Modellierung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation

Für die vorliegende Studie konnte kein eigenes Spurengas-Messprogramm im Wurzacher Ried durchgeführt werden, zumal die Zeiten vor und nach der Renaturierung im Vergleich betrachtet werden sollten. Daher wurden die Jahresbilanzen für den Netto-Klimaeffekt der drei Gase (CO_2 -Äquivalente) in die Fläche modelliert. Methodisch wurde das Modell angewendet, das auf der Basis des BMBF-Projektes „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“ mit dem vorhandenen Gesamtdatensatz erstellt wurde (DRÖSLER et al. 2011; s. Abb. 6).

Grundlage für die Modellierung sind damit die Wasserstandsmittelwerte und Landnutzungsintensitäten (siehe Kap. 6.1.3 und 6.1.4), die für die Situation vor und nach den Maßnahmen in ihrer jeweiligen Flächenausdehnung für die Flurabstandsklassen bestimmt wurden.

Die Modellierungsergebnisse werden als Statusvergleich ausgedrückt, d.h. es wird keine transiente Modellierung der Übergangsphasen durchgeführt, sondern dem Vergleich wird die Modellierung von stabilen Zuständen nach Managementänderung bzw. Wasserstandsänderung zu Grunde gelegt. Klassisch ist der Betrachtungszeitraum von 20 Jahren, der mit den vorhandenen Datensätzen abgebildet werden kann. Als Baseline wurde 1990 angenommen. Die Wasserstandssituation für 2004 ist als Mittel für die 20 Jahresperiode nach 1990 angenommen, da die Maßnahmen vor 2004 abgeschlossen waren und keine Mittelwasserstandsänderung mehr zu erwarten ist.

Die Ergebnisse zeigen folgende Emissionssituation:

Für die Baseline 1990 (mit Wasserstandsmodell für 1993) wurde eine Gesamtemission für das Wurzacher Ried von 26.780 t CO₂-Äquiv. pro Jahr modelliert, mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von 16,5 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹. Für die Vergleichssituation nach den Maßnahmen, die für 2010 angenommen wurde (mit Wasserstandsmodell 2004) wurde eine Gesamtemission für das Wurzacher Ried von 15.384 t CO₂-Äquiv. pro Jahr modelliert, mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von 9,5 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹.

In Abb. 18 sind die Beiträge der einzelnen Wasserstands-Klassen zu den jährlichen Gesamtgebietsemissionen aufgetragen. Die größten Emissionsreduktionen stammen aus den Wasserstandsklassen von 60-80 cm und von 40-60 cm unter Flur. Diese Klassen haben an Gesamtfläche verloren (s. Abb. 13) und zudem wurde im Rahmen der Pflege die Nutzungsintensität reduziert.

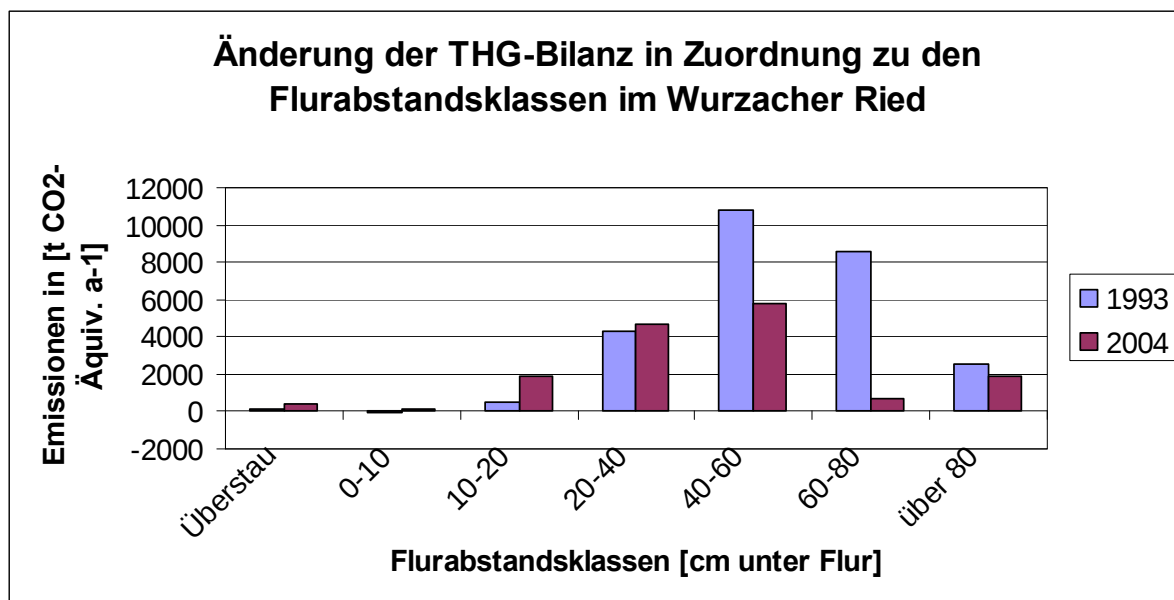


Abb. 18: THG-Bilanz im Wurzacher Ried

Die mittleren Emissionen der Überstauplächen im Wurzacher Ried betragen ca. 10,5 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹. In der Gesamtbilanz spielt aber die Flächenzunahme von ca. 14 auf ca. 35 ha Fläche keine entscheidende Rolle für die Beeinflussung der Gesamtgebietsemissionen: 365 t CO₂-Äquiv. a⁻¹ von den Überstauplächen gegenüber 15.384 t CO₂-Äquiv. a⁻¹ aus dem Ge-

samtgebiet. Diese Gesamtemissionen werden immer noch maßgeblich von den leicht bis mittel entwässerten Flächen zwischen 20 und 60 cm mittlerem Wasserstand und den tief entwässerten Flächen unter 80 cm Flurabstand geprägt (s. Abb. 18).

- **Insgesamt haben in der Summe die naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen im Wurzacher Ried zu einer mittleren Einsparung von ca. 11.400 t CO₂-Äquiv. pro Jahr geführt.**

Allerdings verbleibt nach wie vor eine Emission von ca. 15.384 t CO₂-Äquiv. Dies liegt unter anderem an den nicht zuverlässig vernässten großflächigen trockenen Hochmoorheiden und den im Randbereich immer noch vorhandenen tiefen Wasserständen. Die überstauten Flächen fallen in der Gesamtbilanz weniger ins Gewicht als ursprünglich erwartet. Auch hier sind aber besiedlungsfördernde Maßnahmen möglich, wie die Kappung der Baumleichen knapp über dem Wasserstand um damit die Besiedlungsmöglichkeiten für Schwimmdecken zu verbessern. Damit ließe sich langfristig die Emission der offenen Wasserflächen erheblich reduzieren.

In einer Vision für die Gesamtgebietsentwicklung sind die maximalen Einsparungspotenziale auf der Basis der Zielwasserstände der 0-10 cm Klasse berechnet worden. Könnte diese Klasse im Gesamtgebiet (außerhalb der Überstauungsflächen) etabliert werden, würde sich die Gesamtgebietsbelastung auf 610 t CO₂-Äquiv. pro Jahr reduzieren lassen. Es bestünde also ein weiteres theoretisches Einsparungspotenzial von fast ca. 14.770 t CO₂-Äquiv. pro Jahr. Wichtig ist dies aber auch aus naturschutzfachlicher Sicht, weil die heute noch verbliebenen Flurabstandsklassen von 20 bis über 80 cm unter Flur auch zu einer weiteren dauerhaften Torfmineralisation beitragen und erst die Klasse 10-20 cm bzw. 0-10 cm zu einem aktiven Torfwachstum nach der Etablierung der entsprechenden Vegetationstypen beitragen kann.

6.2 Ochsenmoor

6.2.1 Steckbrief

Das Naturschutzgebiet "Ochsenmoor" liegt im Landkreis Diepholz in Niedersachsen. Es bildet den südlichen Teil der Niederung des Dümmers im Bereich der Huntemündung. Bei dem Gebiet handelt es sich um ein ehemaliges Verlandungsniedermoor, das trockengelegt und in Weideland umgewandelt wurde. Heute ist das 1.029 Hektar umfassende Ochsenmoor (NSG HA 172) Teil eines großräumigen Feucht- und Vogelschutzgebietes. (Überlagerung mit Natura 2000-Gebieten: FFH-Gebiet Nr.065; Flächenanteil 1.029 ha, EU-Vogelschutzgebiet V39 Dümmer, Flächenanteil 1.029 ha). Schutzbedürftig sind insbesondere die Lebensräume bzw. die Rast- und Brutgebiete typischer Vogelgemeinschaften der großräumig offenen, baumarmen bis baumfreien, störungsarmen Niederungslandschaft. Das Gebiet selbst besteht heute aus Weiden und Mähweiden, artenreichen Feucht- und Nasswiesen, Sumpfdotterblumenwiesen, Großseggenriedern, Röhrichten, Gräben und vereinzelt Bruchwaldbereichen.

Bis zur Erreichung seines gegenwärtigen Zustandes war das Gebiet Gegenstand zweier großer, öffentlich geförderter Schutzvorhaben. Beide Vorhaben waren nicht ausdrücklich auf "Moorschutz" ausgerichtet, vielmehr zielten sie auf die Schaffung eben jenes Lebensraumes für gefährdete Brut-, Wiesen- und Zugvogelarten ab. Die beiden Naturschutzprojekte, die die Entwicklung des Gebiets herbeiführten, fanden in den Jahren 1987 bis 1995 sowie in den Jahren 1998 bis 2000 statt: 1987 wurde das Gebiet in das Förderprogramm des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung aufgenommen und als solches bis zum Jahr 1994 gefördert. Als Folge wurde das Ochsenmoor 1995 als Naturschutzgebiet ausgewiesen (damaliges Kerngebiet 1.116 ha). (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2010))

Maßnahmen

Im Rahmen dieses BfN-Vorhabens zielte die Gebietsentwicklung innerhalb der großflächigen Kernzone insbesondere ab auf (1) die Wiedervernässung des Niedermoorkörpers, (2) die Wiederherstellung saisonal schwankender, möglichst hoher Grundwasserstände, (3) die Schaffung möglichst offener und störungsfreier Brut- und Rastgebiete für Wasser-, Wat- und Wiesenvogelarten, (4) die Sicherung und Entwicklung von Sumpfdotterblumenwiesen sowie von Klein- und Großseggenriedern über eine Aushagerung der Wuchsstandorte, (5) die Entwicklung von Hochstaudenfluren und Röhrichten in tiefliegenden Teilgebieten, in denen Grünlandpflege oder Grünlandnutzung künftig nicht möglich ist, sowie (6) die naturschutzorientierte Nutzung der kultivierten Flächen als Nass- und Feuchtgrünland unterschiedlicher Nutzungsart und Nutzungsintensität oder deren Pflege. Innerhalb der in das Naturschutzgebiet einbezogenen Pufferzone zielte die Gebietsentwicklung ab auf (1) die Erhaltung bzw. Wiederherstellung einer möglichst störungsfreien, großräumig offenen Kulturlandschaft im südlichen Teil der Dümmerniederung, (2) die dauerhafte Grünlandnutzung auf Niedermoorböden und (3) die Erhaltung und Entwicklung von Dauergrünland im Bereich mineralischer und anmooriger Böden. Im Rahmen des BfN-Vorhabens wurden rund 90% der Fläche des Naturschutzgebietes Ochsenmoor in seiner heutigen Ausdehnung angekauft.

Ab 1998 wurde das Naturschutzgebiet Ochsenmoor im Rahmen eines EU-LIFE Projektes (LIFE98 NAT/D/005085, Generation LIFE II, „Wiedervernässung des Ochsenmoores“) weiterentwickelt. Ziele der Gebietsentwicklung im Rahmen des LIFE-Projektes waren insbesondere (1) der Ankauf der restlichen Flächen, (2) die Durchführung großflächiger Wiedervernässungsmaßnahmen und (3) die Einstellung saisonal schwankender Höchstwasserstände (Überflutung im Winter) zum Schutz und zur Wiederherstellung möglichst natürlicher und diversifizierten Habitaten und Biotopen (Erklärtes Ziel Vogelschutz).

Im Rahmen des LIFE-Vorhabens kam es zu Ankauf und Tausch der restlichen 19 ha Flächen innerhalb des Projektgebietes. Zudem wurde ein Grabensystem zur Sammlung und direkten Einleitung von Regenwasser in das Gebiet geschaffen. Im Gebiet wurden insgesamt 23 regelbare Stauwehre zur Wasserstandsregulierung errichtet (14 davon LIFE-finanziert). Insgesamt wurden so 20 verschiedene Polder geschaffen, deren Wasserstände individuell eingestellt werden können. Im Winter werden die Wasserstände oberflächennah angestaut, die zentralen Teilbereiche des Ochsenmoores werden so bis in den Frühsommer hinein mit Wasser überstaut. Die Wasserstände im Sommer werden auf ca. 40 cm unter Flur eingestellt um die erwünschte extensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung zu ermöglichen. Zusätzlich wurden, zur Gewährleistung des Schutzes der landwirtschaftlichen Nutzflächen außerhalb des Gebietes, Pumpstationen, Fanggräben und Wehre geschaffen, die eine Drift von Wasser aus dem Gebiet verhindern. Zusätzlich zu den tatsächlichen Schutzmaßnahmen erfolgten Maßnahmen der Besucherlenkung (Erlebnispfad, Aussichtsturm). Das Finanzvolumen während der Laufzeit des LIFE-Vorhabens teilten sich EU und das Land Niedersachsen als Projektträger.

Die Entwicklung des Gebietes im Rahmen der beiden Projekte war erheblich: Insgesamt wurde eine Fläche von 1.116 ha, inklusive einer Kernregion von ca. 800 ha, von intensivem Grün- und Ackerland in eine Kulturlandschaft umgewandelt, die sich heute durch extensive Wiesen, extensive Weiden und artenreiche Feuchtgrünländer auszeichnet, die von den Zielvogelarten sehr gut als Rast- und Brutstätten angenommen werden. Die wiedervernässten Flächen sind zur Nullpacht langfristig an Landwirte verpachtet, die die Flächen in Abstimmung mit der Naturschutzstation unter naturschutzfachlichen Auflagen bewirtschaften. So werden die Flächen – zur Gewährleistung des Wiesenvogelschutzes – durch kontrollierte, extensive Nutzung erhalten und offengehalten; das Ziel ist demnach nicht die Rückverwandlung der Flächen in naturbelassenes Niedermoor.

6.2.2 Hydrologie

Das im Süden des Dümmers gelegene „Ochsenmoor“ gehört zur Dümmerniederung, die wiederum einen Teil Diepholzer Moorniederung darstellt (HEIDT, 1998). Der Dümmer ist ein Flachsee in einem Grundmoränenbecken der Saaleeiszeit, das in der Weichseleiszeit überformt wurde und im Verlauf des Holozäns stark wechselnde Größen aufwies. Unter limnischen Bedingungen entstanden zunächst verschiedene Mudden, die dann im Laufe des Verlandungsprozesses durch Schilf-, Seggen- und Bruchwaldtorfe überlagert wurden.

Die Grundwasseranströmung erfolgt vom Süden aus Richtung der Dammer Berge, einer saalezeitlichen Stauchendmoräne. Der Grundwasserleiter wird als durchgängig, mächtig und hoch durchlässig eingeschätzt (WAHREN et al., 2010). Gleichzeitig liegt der Wasserspiegel des eingedeichten Dümmers mit Zielwasserständen von bis zu 37,20 m teilweise über den Grundwasserständen im Moor. Dabei ergeben sich durch die Kombination von Mudden und Grundwasserleiter teilweise gespannte Grundwasserverhältnisse.

Das langjährige korrigierte Mittel (1971-2008; HERA, 2009) des Niederschlags beträgt 793 mm und die Grasreferenzverdunstung 585 mm, so dass sich bei einer mittleren klimatischen Wasserbilanz von 208 mm gute Bedingungen für das Moornwachstum ergeben.

Neben den natürlichen Randbedingungen beeinflusst ein kleinräumiges Management durch zahlreiche regulierbare Stau das hydrologische Regime im Ochsenmoor selbst. Im Norden des Gebiets entwässern die Gräben in den Randkanal, während im Süden ein Fanggraben die Nutzung der angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen gewährleistet. Bei Bedarf kann über ein Schöpfwerk Wasser aus dem Fanggraben in die Hunte (oder umgekehrt) gepumpt werden. Die ebenfalls eingedeichte Hunte liegt westlich des Ochsenmoores und durchfließt den Dümmer. Die Stauziele an den regulierbaren Stauen ergeben sich aus den Naturschutzzielen, d.h. der Schaffung von Rast- und Brutgebieten für Wat- und Wiesenvögel (Abb. 19). Somit soll im Winterhalbjahr ein flacher Überstau eingestellt werden, während im Sommer eine extensive Grünlandbewirtschaftung ermöglicht wird.

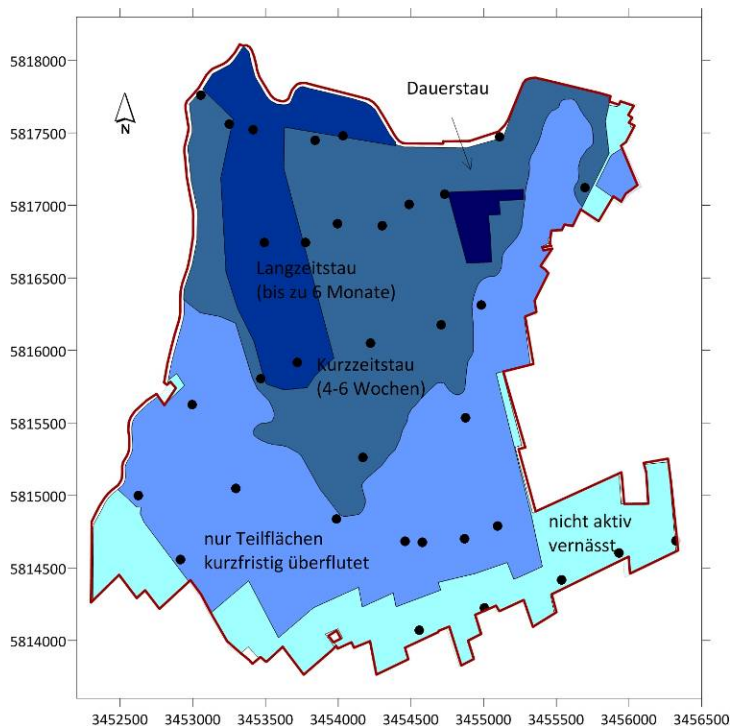


Abb. 19: Stauziele im NSG Ochsenmoor (H. BELTING, 2011a)

6.2.2.1 Verfügbare Daten & Vorgehensweise

Wasserstände

Im Untersuchungsgebiet befinden sich zahlreiche Grundwasserpegel (GW) sowie Pegellatten in Gräben und an den regulierbaren Staubaauwerken (Tab. 5). Die Messdaten wurden vom H. BELTING (Naturschutzstation Dümmer) erhoben (BELTING, 2011a) und von V. BLÜML auf Plausibilität geprüft, zusammengestellt und zur Verfügung gestellt (BLÜML, 2011). Eine besondere Herausforderung bei der Auswertung der Wasserstandsdaten stellt die räumlich und zeitlich variierende Verfügbarkeit – auch innerhalb einzelner Jahre – der Daten dar. Weitere vorhandene Pegel, die außerhalb des Naturschutzgebietes liegen, wurden nicht berücksichtigt.

Pegel	Typ	Datenverfügbarkeit	Mittlerer Wasserstand (m HN) 1991	Mittlerer Wasserstand (m HN) nach Maßnahmen	Anzahl Messwerte
S1	GW	1991	37,43	-	17
S2	GW	1991, 1994-2000	37,37	37,53	146
S3	GW	1991	37,85	-	17
S5	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,77	37,94	161
S6	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,64	37,76	168
S7	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,58	37,68	167
S8	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,57	37,59	169
S9	GW	1991, 1994-2000	37,84	37,96	155
S11	GW	1991	37,73	-	17
S12	GW	1991	37,42	-	17
S13	GW	1991	37,44	-	17
S14	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,31	37,47	168
S15	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,23	37,42	168
S16	GW	1991	37,36	-	17
S17	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,20	37,42	161
S18	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,05	37,27	149
S19	GW	1991	37,10	-	17
S20	GW	1991	37,31	-	17
S23	GW	1991	37,25	-	17
S24	GW	1991, 1994-2000, 2010	37,18	37,31	169
S25	GW	1991	36,88	-	17
S26	GW	1991, 1994-2000, 2010	36,95	37,15	170
S27	GW	1991, 1994-97, 1999-2000, 2010	36,83	37,03	147
S28	GW	1991, 1994-97, 1999-2000, 2010	36,84	36,99	142
S29	GW	1991	37,07	-	17
W1	Staubauwerk	2001-2010	-	36,79	207
W2	Staubauwerk	2001-2004, 2006-2010	-	36,83	125
W3	Staubauwerk	2004, 2006-2010	-	37,15	83
LP4	Lattenpegel	2001, 2004, 2006-2010	-	37,20	76
W5	Staubauwerk	2002-2003, 2006-2010	-	36,93	137
W6	Staubauwerk	1998, 2002, 2006-2010	-	37,13	118

W7	Staubauwerk	1998, 2002, 2006-2010	-	37,15	75
W8	Staubauwerk	1998, 2004, 2006-2010	-	36,85	141
W9	Staubauwerk	1998, 2002, 2006-2010	-	37,00	87
W10	Staubauwerk	1998, 2001, 2004, 2006-2010	-	37,09	85
LP11	Lattenpegel	2001, 2004, 1991, 2006-2010	36,36	37,20	80
W12	Staubauwerk	1991, 2001, 2006-2010	36,44	37,00	80
W13	Staubauwerk	1991, 2001, 2003-04, 2006-2010	36,83	37,09	120
W14	Staubauwerk	1991, 2006-2008	36,68	37,17	25
LP15	Lattenpegel	1991, 2006-2010	37,03	37,22	74
W16	Staubauwerk	1991, 2006-2010	37,32	37,43	63
W17	Staubauwerk	1991, 2009-2010	36,56	37,04	28
W18	Staubauwerk	1991, 2001-2002, 2006-2010	36,94	37,12	56
LP19	Lattenpegel	1991, 2007-2010	36,69	37,21	70
W20	Staubauwerk	1991, 2007-2008	37,24	37,38	20

Tab. 5: Wasserstandsmessungen

Wasserstände vor den Wiedervernässungsmaßnahmen

Bei der Ermittlung der Wasserstände vor den Vernässungsmaßnahmen stellte sich das Problem, dass nur Wasserstände aus dem Jahr 1991 vorlagen. Das Jahr 1991 war mit einem Jahresniederschlag von 632 mm im Vergleich zum langjährigen Mittel von 793 mm (HERA, 2009) sehr trocken. Im Untersuchungszeitraum war nur das „Rekordjahr“ 2003 mit 631 mm trockener. Aus diesem Grund scheidet das Jahr 1991 als Referenzjahr für die hydrologischen Bedingungen vor dem Beginn der Wiedervernässungsmaßnahmen aus; es kann aber zum Abgleich mit anderweitig geschätzten Grundwasserständen genutzt werden.

Aus diesem Grund wurden aufgrund der Erfahrungen vor Ort den Nutzungsklassen „Acker“, „Grünland intensiv“, „Grünland extensiv trocken“, „Grünland extensiv nass“ und „ungenutzt/naturnah“ Wasserstandsklassen zugewiesen (BELTING, 2011b, PAN GmbH). Zur Plausibilitätsprüfung wurden diese Wasserstandsklassen mit den Wasserständen des Trockenjahres 1991 verglichen.

Wasserstände nach den Wiedervernässungsmaßnahmen

Da für die verschiedenen Messpunkte und Messstellenarten ein recht unterschiedlicher Datenumfang und unterschiedliche Messzeiträume vorliegen, wurde für die Situation nach den Wiedervernässungsmaßnahmen ein einziger **mittlerer jährlicher Grundwasserstand** berechnet und dieser für die weiteren Berechnungen eingesetzt (Tab. 5). Zudem liegt der komplette Datensatz nur für das Jahr 2010 vor, das aber aufgrund eines starken Hochwassers im August für sich allein genommen nicht repräsentativ ist. Aus diesem Grund wurden auch die älteren Daten mit einbezogen, auch wenn die Vernässungsmaßnahmen in den ersten Jahren noch nicht vollständig abgeschlossen waren.

Da die Gräben und Grundwasser korrespondieren – erkennbar an den sehr ähnlichen Wasserständen z.B. der benachbart liegenden Grundwasserpegel S27 und S28 sowie des Grabenpegels W9 – und da eine relativ geringe Punktdichte vorhanden ist, wurden Gräben- und Grundwasserstände gleich behandelt und zur Ermittlung der Grundwassergleichen genutzt. Die Grundwasserstände wurden per Variogrammanalyse untersucht (Surfer®). Darauf aufbauend wurde mittels Kriging ein 25-m Grid der Grundwasserhöhen erstellt.

Geländehöhen

Höhenmodell 1984

Das Untersuchungsgebiet wurde im Jahr 1984 in einem Raster von ca. 30 m vermessen. Die analogen Daten wurden ebenfalls durch H. BELTING zur Verfügung gestellt und durch das Planungsbüro PAN GmbH digitalisiert. Zur Erstellung eines konsistenten Höhenmodells war es notwendig, die Rohdaten um offensichtliche „Ausreißer“ zu bereinigen (Einzelpunkte auf Wegen etc.). Ebenso war es nicht möglich, Gräben explizit im Höhenmodell zu berücksichtigen, da diese nicht vermessen wurden. Aus den Geländehöhen wurde ebenfalls zunächst ein Variogramm und dann per Kriging ein 25 m-Grid erstellt.

Höhenmodell 2010

Da die Geländeoberfläche seit 1984 trotz der Wiedervernässungsmaßnahmen aufgrund von Torfschwund abgesunken ist, wurden im Jahr 2010 ca. 140 Punkte im Gebiet neu vermessen. Auch diese Daten wurden von H. BELTING zur Verfügung gestellt. Da die Vermessung im Jahr 2010 deutlich weniger und ungleichmäßig verteilte Punkte aufweist, war es nicht möglich, aus diesen Daten ein aktuelles Höhenmodell zu erstellen. Zur Korrektur des alten Höhenmodells wurde folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wurde jedem Höhenpunkt von 2010 eine Geländehöhe von 1984 zugeordnet, indem ein Puffer (Radius = 25 m) um jeden Punkt gelegt und die darin befindlichen Werte ermittelt wurden. Daraus können Höhenverluste berechnet werden. Da sich keine Abhängigkeit der Höhenverluste von der Geländehöhe oder räumliche Trends ermitteln ließen, wurde eine lineare Regressionsgleichung ($R^2 = 0,87$) aufgestellt, die die neue Höhe als Funktion der alten Höhe berechnet. Mit dieser Funktion wurde das Höhenmodell 1984 in das Höhenmodell 2010 transformiert. Bei dieser Vorgehensweise bleiben Punktzahl und Grid des detaillierten Höhenmodells von 1984 erhalten. Dabei wird der mittlere Höhenverlust korrekt wiedergegeben, Details können aber verloren gehen.

Grundwasserflurabstände

Die Grundwasserflurabstände ergeben sich aus der Differenz von Grundwasserhöhen und Geländehöhen. Dabei wurden Wasserstände unter Flur als positiv und Wasserstände über Flur als negativ definiert. Das sich ergebende Grid wurde in ArcGIS reklassifiziert (Grundwasserflurabstandsklassen < 0 cm, 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm, 80-100 cm und > 100 cm) und zu einer shape-Datei (Polygon) umgewandelt, die dann weiter mit Nutzungsdaten verschnitten werden kann.

6.2.2.2 Ergebnisse

Grundwassergleichen

Abbildung 20 und 21 zeigen Grundwassergleichenpläne, die die generelle Grundwasserfließrichtung von Süden nach Norden bestätigen. Trotz der zeitlich und räumlich ungleichmäßig verteilten Daten lässt sich ein plausibles mittleres Strömungsbild ableiten. Die Anströmung zu den Gräben bzw. eine Exfiltration in die Fläche – die zudem jahreszeitlich dynamisch ist –, lässt sich allerdings mit den vorhandenen Daten noch nicht ableiten; die Grundwassergleichenpläne „glätten“ somit die realen Verhältnisse.

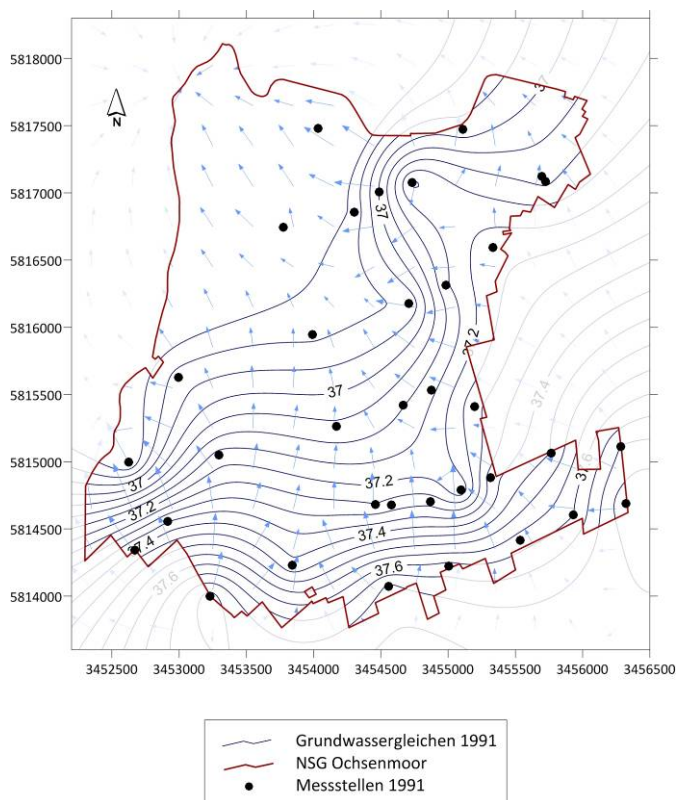


Abb. 20: Grundwassergleichenplan 1991

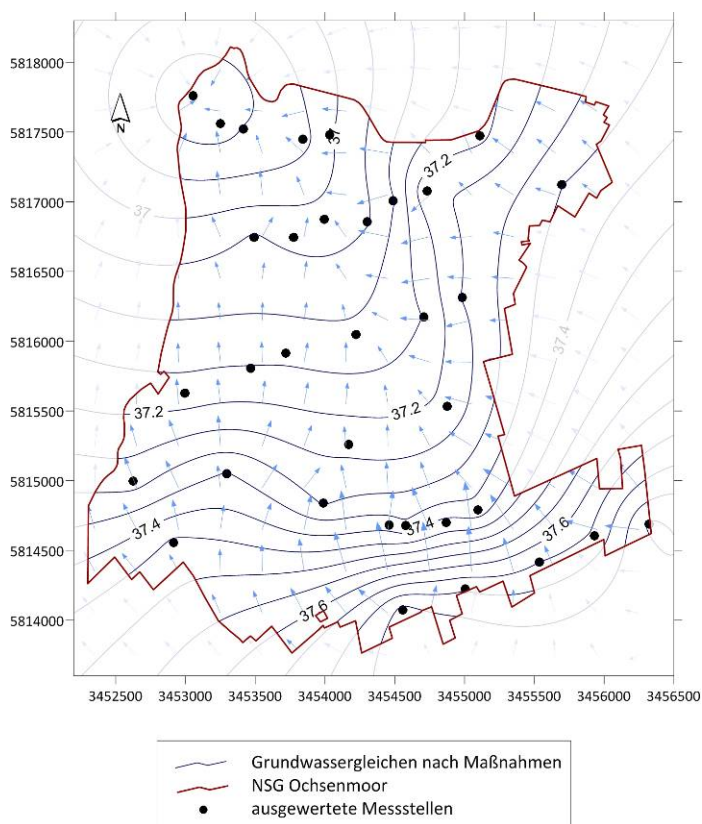


Abb. 21: Grundwassergleichenplan nach den Maßnahmen

Höhenmodell

Abbildung 22 zeigt die Verteilung der Höhenverluste. Im Mittel sind in den 26 Jahren zwischen den beiden Vermessungskampagnen trotz der Wiedervernässungsmaßnahmen Torfverluste von 15 cm aufgetreten. Tendenziell traten die höchsten Verluste im nordwestlichen Bereich des Untersuchungsgebiets auf, in dem noch die höchsten Moormächtigkeiten zu finden sind.

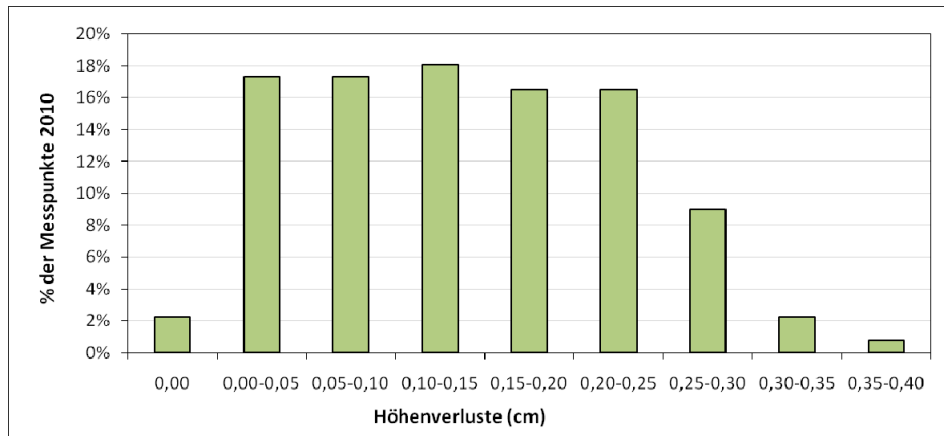


Abb. 22: Verteilung der Höhenverluste zwischen 1984 und 2010

Abbildung 23 und 24 stellen die Höhenmodelle 1984 und 2010 dar. Da die Rohdaten nur eine relativ geringe räumliche Auflösung hatten, können lokale Strukturen nur begrenzt abgebildet werden.

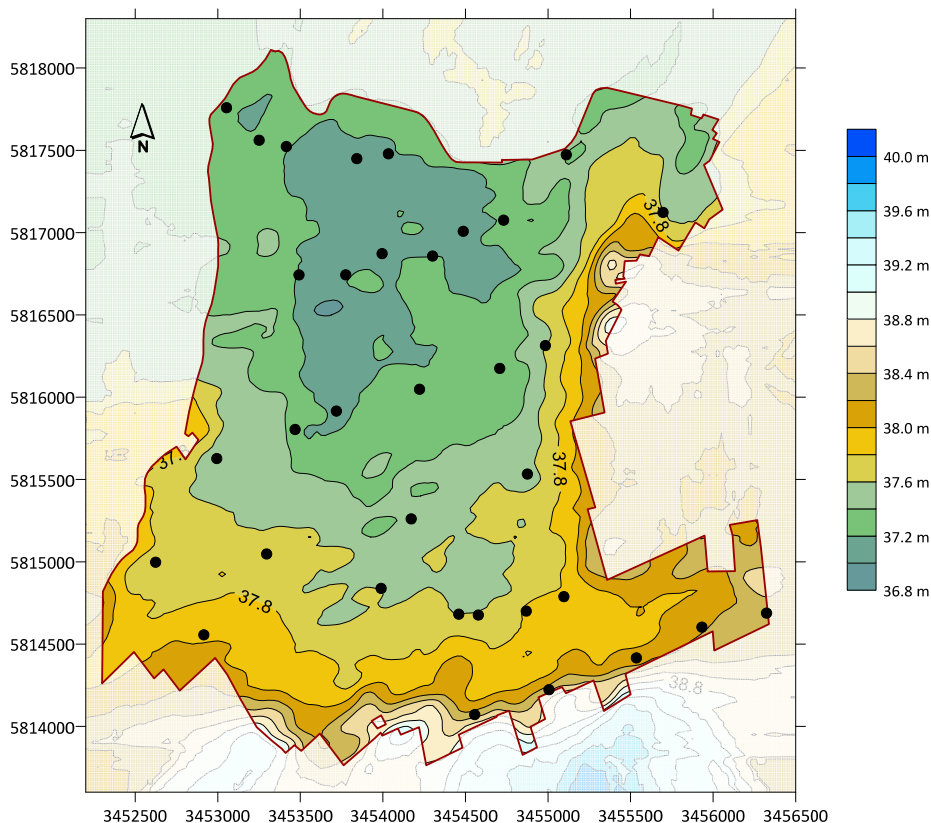


Abb. 23: Interpoliertes Höhenmodell 1984

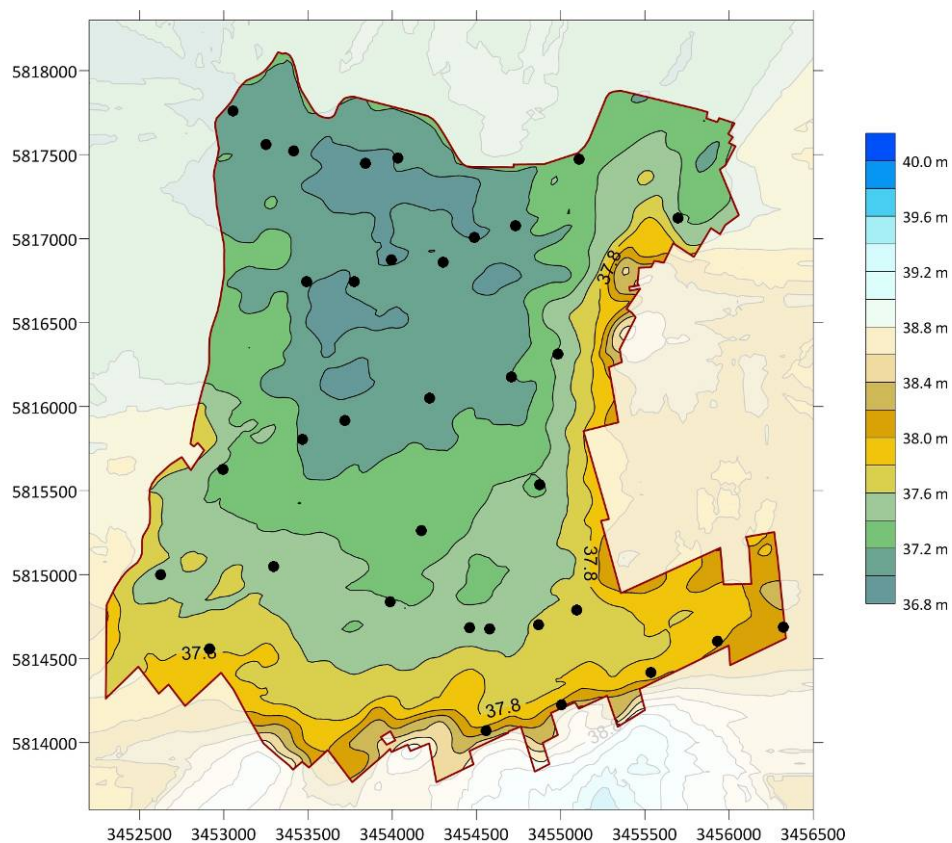


Abb. 24: Höhenmodell 2010 (transformiert aus HM 1984)

Grundwasserflurabstände

Grundwasserflurabstände vor den Wiedervernässungsmaßnahmen

Abbildung 25 zeigt die mittleren Grundwasserflurabstände des Jahres 1991, von denen anzunehmen ist, dass sie aufgrund der trockenen Witterung höher als die *mittleren* Grundwasserflurabstände vor Beginn der Maßnahmen sind.

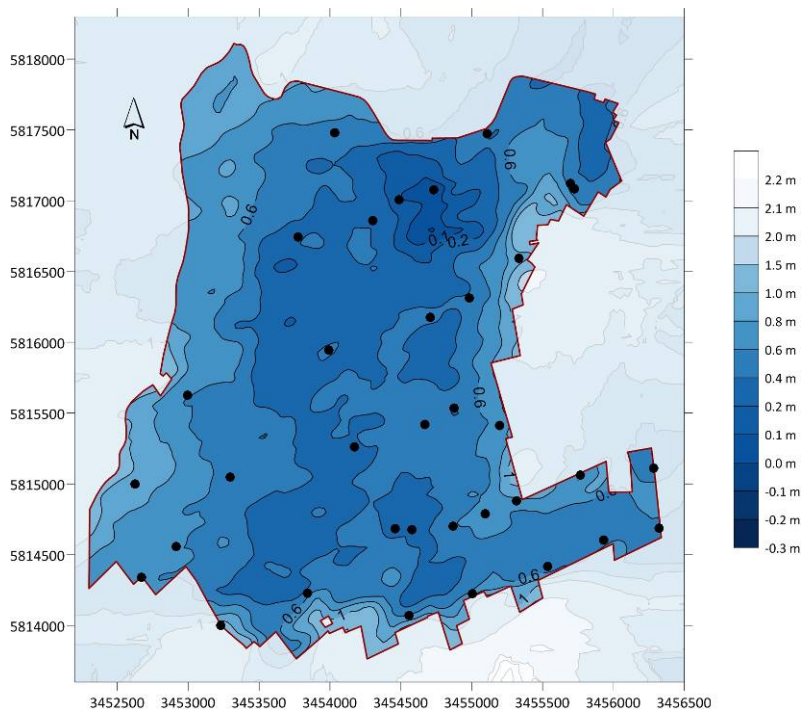


Abb. 25: Grundwasserflurabstände 1991

In Abb. 25 sind die Flächenanteile der Grundwasserflurabstandsklassen 1991 im Vergleich zu den Zuordnungen zu den Nutzungsklassen und den Wasserständen für 2008 als Nachmaßnahmen-Mittel aufgeführt. Wie zu erwarten war, liegen die Wasserstände 1991 unter den mittleren geschätzten Werten. Daneben sind die Grundwasserflurabstände 1991 räumlich differenzierter, da das Höhenmodell in die Berechnung einbezogen wurde. Entsprechend liegen die nach Nutzungen geschätzten Grundwasserstände tendenziell im Zentrum des Gebiets tiefer, und am Rand höher als die von 1991.

Als flächengewichtetes Mittel ergibt sich für 1991 ein Grundwasserflurabstand von 52 cm und für die Nutzungsklassen – die ein langjähriges Mittel repräsentieren sollen – ein Flurabstand von 39 cm. Die Differenz von 13 cm ist aufgrund des im Vergleich zum langjährigen Mittel geringen Niederschlags im Jahr 1991 durchaus plausibel: Zumindest nach den Maßnahmen ist eine starke lineare Abhängigkeit des Grundwasserflurabstands vom Jahresniederschlag festzustellen. Berechnet man z.B. für den Pegel S18 den durch eine Niederschlagsdifferenz von 161 mm hervorgerufenen Unterschied im Grundwasserstand (Jahresmittel), ergibt sich eine Differenz von 9 cm. Dies ist als Indiz für die Plausibilität der mittleren Wasserstände zu werten; allerdings können diese Regressionsgleichungen aufgrund der veränderten hydrologischen Bedingungen nicht direkt auf die Zeit vor Beginn der Maßnahmen übertragen werden.

Grundwasserflurabstände nach den Wiedervernässungsmaßnahmen

Die berechneten mittleren Grundwasserflurabstände werden in Abb. 26 dargestellt, wobei sich die relativ heterogene Struktur v.a. aus dem Höhenmodell ergibt. Insgesamt erscheinen die berechneten Flurabstände jedoch plausibel. Die nassesten Flächen befinden sich demnach im zentralen, tiefliegenden Teil des Untersuchungsgebietes, während trockene Flächen im Wesentlichen am Südrand des Untersuchungsgebiets anzutreffen sind, die derzeit nicht aktiv vernässt werden. Aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse sind die Grundwasserflurabstände im südlichen Teil des Gebietes wahrscheinlich unterschätzt worden (siehe Abschnitt 4.1), ein Maßnahmeneffekt ist dort nicht feststellbar (Abschnitt 4.3). Die dauerhaft überstauten Flächen im Norden des Gebiets können in etwa korrekt erfasst werden.

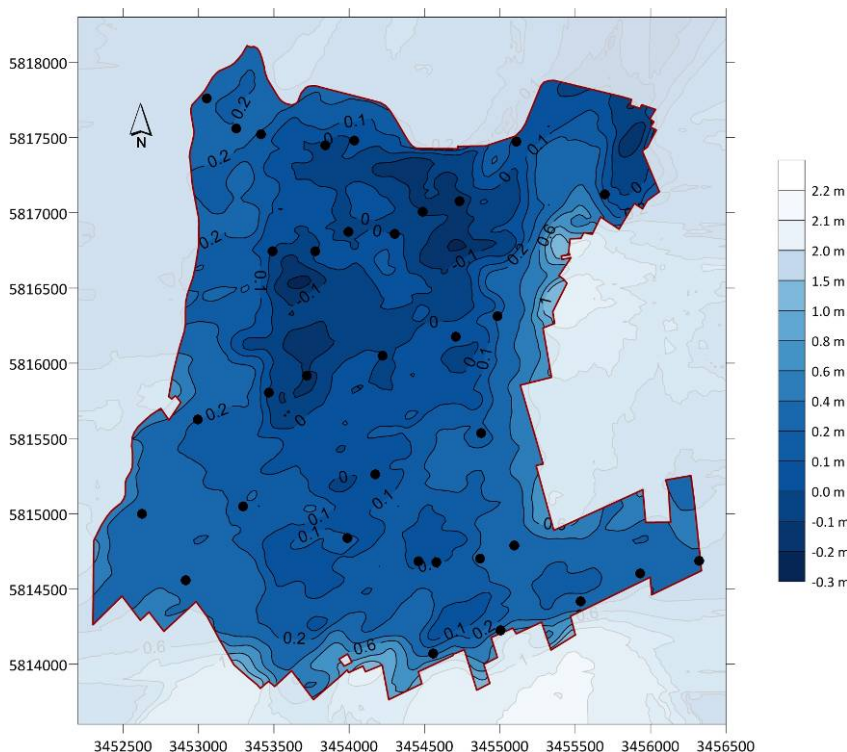


Abb. 26: Mittlere Grundwasserflurabstände nach den Wiedervernässungsmaßnahmen

Abb. 27 zeigt die von den abgeleiteten Grundwasserflurabstandsklassen eingenommen Flächen bzw. auf das Gesamtgebiet des NSG Ochsenmoor bezogenen Flächenanteile. Auch wenn ein Teil des Ochsenmoores im Winter zumindest zeitweilig überstaut ist, sind nur in relativ geringen Anteilen mittlere Grundwasserstände über Gelände anzutreffen. Ein Großteil der Flächen befindet sich dagegen im Bereich von 0-40 cm unter Flur. Sowohl im Vergleich zu 1991 als auch zu den nach Nutzungsklassen geschätzten Wasserständen ist eine deutliche Vernässung zu erkennen.

In die Berechnung der mittleren Wasserstände wurden auch die Jahre 1996-2000 einbezogen, in denen die Vernässungsmaßnahmen noch nicht vollständig abgeschlossen waren. Demnach könnten die realen mittleren Wasserstände nach den Maßnahmen noch etwas

höher liegen, was aber durch die im Vergleich zum langjährigen Mittel leicht erhöhten Niederschläge in diesem Zeitraum kompensiert werden kann.

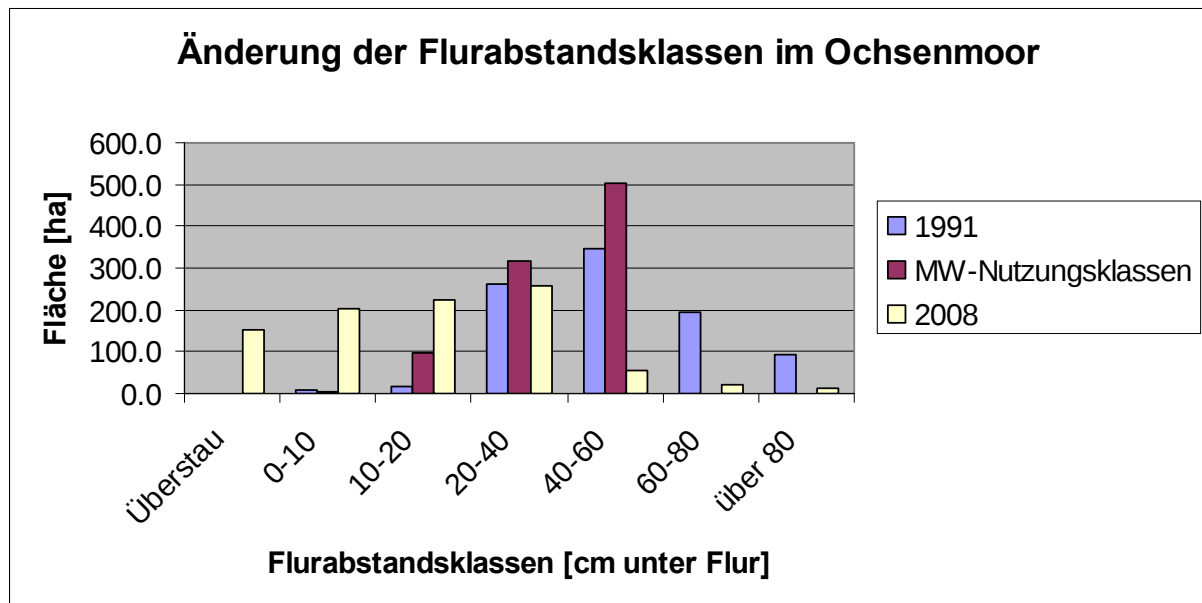


Abb. 27: Flurabstandsklassen im Ochsenmoor vor und nach der Wiedervernässung

Tab. 6 führt die Flächenanteile der Grundwasserflurabstandsklassen in Abhängigkeit von den in Abb. 19 dargestellten Stauzielen auf. Die Kategorie „Dauerstau“, „teilweiser Kurzzeitstau“ und „nicht aktiv vernässt“ werden plausibel wiedergegeben. Nach den Berechnungsergebnissen sind die Flächen der Kategorie „Kurzzeitstau“ in Teilen feuchter als die der Kategorie „Langzeitstau“. Dies lässt sich aber durch den relativ großen Anteil tiefliegender Flächen im Bereich „Kurzzeitstau“ erklären.

Flurabstands-klasse	Dauerstau	Langzeitstau	Kurzzeitstau	Teilweiser Kurzzeitstau	Nicht aktiv vernässt
Überstau	73 %	34 %	37 %	1 %	3 %
0-10 cm	16 %	22 %	44 %	11 %	4 %
10-20 cm	9 %	28 %	12 %	37 %	8 %
20-40 cm	2 %	17 %	7 %	40 %	48 %
40-60 cm	-	-	-	7 %	23 %
60-80 cm	-	-	-	3 %	9 %
80-100 cm	-	-	-	1 %	4 %
> 100 cm	-	-	-	1 %	2 %
Flächenanteil am Gesamtgebiet	1 %	12 %	32 %	39 %	17 %

Tab. 6: Flächen und Flächenanteile der Grundwasserflurabstandsklassen nach den Maßnahmen in Bezug auf die Stauziele (Flächenanteile in %)

6.2.2.3 Diskussion

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollten einige kritische Punkte beachtet werden, die v.a. die (teilweise) Verfilterung der Grundwasserpegel und die eingesetzten Höhenmodelle betreffen.

Verfilterung der Pegel

Ein Problem ergibt sich aus den gespannten Grundwasserverhältnissen und der Verfilterung der Grundwasserpegel im Sand. Diese zeigen somit je nach Vorhandensein und Durchlässigkeit der Mudde nicht notwendigerweise die realen Grundwasserstände im Torf an: So kann es sowohl zu tiefen Grundwasserständen im Sand mit gleichzeitiger Stauwasserbildung an der Bodenoberfläche als auch zu hohen Grundwasserständen (=Druckhöhen) bei gleichzeitig trockenem Torf kommen. Während im nördlichen Teil die Gräben und Grundwasserstände korrespondieren bzw. gleiche Höhen aufweisen (S27-W9-S28), sind im südlichen Teil die mittleren Grundwasserstände teilweise höher als die Wasserstände der Gräben (S15-LP11-S14), was die in der Literatur aufgeführten (HEIDT, 1998) gespannten Grundwasserverhältnisse bestätigt. Entsprechend sind die Grundwasserflurabstände im südlichen Teil des Gebietes tendenziell überschätzt worden.

Zwar sind in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Messzeiträume der Grund- und Grabenwasserstände zu berücksichtigen; da aber die jeweiligen Messzeiträume im Nord- und Südteil des Gebietes gleich waren, lässt sich dieser Kontrast zwischen verschiedenen Bereichen des Untersuchungsgebietes dennoch deutlich zeigen. Durch die Einbeziehung der Grabenwasserstände in die Herleitung der Grundwassergleichen wurde versucht, eine allzu starke Unterschätzung der Grundwasserflurabstände zu vermeiden.

Höhenmodell 1984 vs. Grundwasserflurabstände 1991

Es ist anzunehmen, dass die geschätzten Torfverluste von im Mittel 15 cm eher vor als nach der Durchführung der Vernässungsmaßnahmen auftraten. Aus diesem Grund entsprach die Geländeoberfläche 1991 wahrscheinlich nicht mehr der Situation 1984, so dass die in Abb. 23 und Abb. 25 aufgeführten Grundwasserflurabstände evtl. um einige cm überschätzt worden sind. Auf die Berechnung eines gemittelten Höhenmodells wurde jedoch verzichtet, da i) die Streuung der realen Torfverluste durch den Regressionsansatz schon geglättet wurde, ii) die Vernässungsmaßnahmen zeitlich gestaffelt und räumlich unterschiedlich intensiv durchgeführt wurden, was zur räumlichen und zeitlichen Differenzierung der Torfverluste beigetragen haben wird, und da iii) aufgrund der teilweise recht tiefen Grundwasserstände im Sommer ein Torfschwund auch im vernässten Zustand nicht auszuschließen ist. Aufgrund dieser Unsicherheiten erscheint es unwahrscheinlich, dass die Korrektur des Höhenmodells um wenige cm eine reale Verbesserung der Genauigkeit mit sich bringen würde.

Grundwassermessstellen außerhalb des aktiven Vernässungsbereiches

Zur Interpolation der Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet wurden auch die Pegel im Randbereich ohne Vernässungsmaßnahmen mit einbezogen, um Grundwasserflurabstände im gesamten NSG Ochsenmoor berechnen zu können. Der enge Zusammenhang zwischen Jahresniederschlägen und Grundwasserstand – sowohl vor als auch nach den Wiedervernässungsmaßnahmen – an diesen Pegeln zeigt, dass die Variabilität der Grundwasserstände an diesen Messstellen auf die Witterung zurückzuführen ist. Eine Auswirkung der Vernässungsmaßnahmen auf diese Pegel ist nicht nachweisbar (Abb. 28).

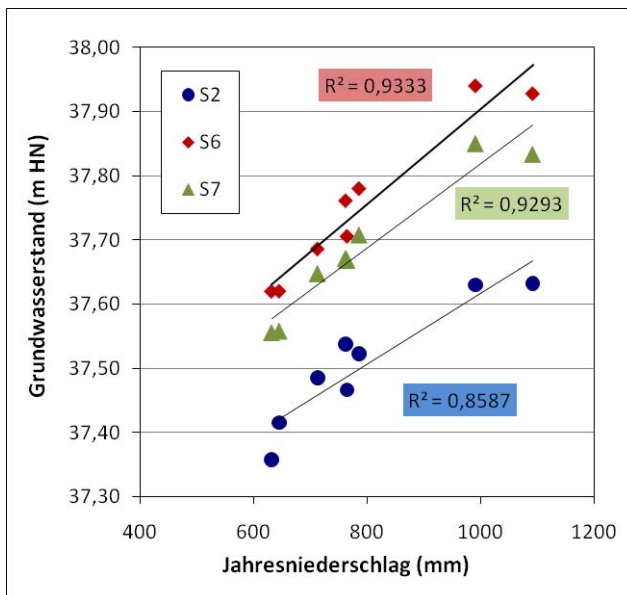


Abb. 28: Mittlere jährliche Grundwasserstände (1991, 1994-2000) ausgewählter Pegel außerhalb des aktiven Vernässungsbereiches in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag

6.2.3 Nutzung und Vegetation

Seit Ende der 1990er Jahre befindet sich das Ochsenmoor überwiegend in öffentlichem Eigentum. Das zuvor intensiver genutzte Grünland wird seither nicht mehr gedüngt und durch regelmäßige Mahd- und/oder Weidenutzung ausgehagert. Aufgrund der Wiedervernässungsmaßnahmen ist das Ochsenmoor heute geprägt von weitflächigen mageren und feuchten bis nassen Wiesen, Weiden und Flutrasen. Nassgrünlandgesellschaften sowie Großseggenriede nehmen im Gebiet wieder zu, während sich Landröhrichte auf die ungenutzten Bereiche beschränken. Die wenigen Flächen mit Ackerbau liegen in den Randbereichen und befinden sich in Privatbesitz. Im Nordosten findet sich ein aufgeforsteter Erlenbruch. Ansonsten werden Gehölze turnusgemäß auf Stock gesetzt. (BLÜML 2009).

6.2.3.1 Verfügbare Daten

Im Ochsenmoor stehen folgende Nutzungs- und Vegetationskartierungen zur Verfügung:

1. jährliche Bewirtschaftungskartierungen von 1993 bis einschließlich 2009
2. Vegetationskartierung aus dem Jahr 2008 mit Biotoptypen nach VON DRACHENFELS (2004)
3. Kartierung von Pflanzengesellschaften aus dem Jahr 1987 nach GANZERT & PFADENHAUER (1988) digitalisiert von Volker BLÜML (Lagekorrektur auf Basis der digitalen Flurkarte).

Für die Einschätzung der Nutzungsänderung wurde die Bewirtschaftungskartierung von 1993 mit der Kartierung der Pflanzengesellschaften (1987) überlagert und als Zustand vor Maßnahmendurchführung (Datenstand vorher) definiert. Als Zustand nach Maßnahmendurchführung (Datenstand nachher) wurde die Bewirtschaftungskartierung von 2008 mit der Vegetationskartierung (2008) verschnitten. Basierend auf diesen Informationen wurde den durch die Überschneidung neu entstandenen Polygonen neue Nutzungsbezeichnungen verliehen, die sich an folgender Einteilung orientiert, die für die spätere Analyse relevant ist:

1. Acker, intensives Grünland: 3-4 Schnitte oder mehr
2. mittelintensives Grünland: 2-3 Schnitte
3. extensives Grünland trocken: 1-2 Schnitte
4. extensives Grünland nass (Feuchtwiesen): 1-2 Schnitte
5. Pflegeflächen: 0,5-1 Schnitte
6. ungenutzte Flächen trocken
7. naturnahe Flächen nass (Seggenriede)
8. Gebüsch und Wald

6.2.3.2 Vorgehensweise und Ergebnisse

Die oben aufgeführte Einteilung in 8 Punkte wurde wie folgt für die Einschätzung der Nutzungsänderung zugeordnet:

Zu 1. und 2.: Einteilung lässt sich aus der Nutzungskartierung 2008 m. o. w. eindeutig ableiten (Plausibilitätsprüfung durch Vegetationskartierung 1987 bzw. 2008).

Zu 3. und 4.: Einteilung muss anhand der beiden Vegetationskartierungen in „trocken“ und „feucht“ differenziert werden.

Zu 5.: Einteilung kann nicht differenziert werden. Flächen fallen mit 3. und 4. zusammen.

Zu 6. & 7.: Flächenkategorie „Brache“ aus Nutzungskartierung wird anhand der beiden Vegetationskartierungen in „trocken“ und „feucht“ differenziert.

Zu 8.: Wird anhand der Vegetationskartierungen ergänzt, da (die relativ kleinflächigen) Gehölzflächen in der Nutzungskartierung nicht berücksichtigt werden.

Bei der Zuweisung musste die Nutzung einzelner Flächen gutachterlich unter Berücksichtigung von Luftbildern, angrenzender Nutzung oder Gebietskennerbefragung interpretiert werden. Für den **Datenstand vorher** wurde wie folgt vorgegangen:

Auch wenn zwischen der Kartierung der Pflanzengesellschaften und der Nutzungskartierung fünf Jahre liegen, so ließ sich aus diesen beiden Datengrundlagen dennoch ein schlüssiger Zustand vor Maßnahmendurchführung ableiten, da die Wiedervernässungsmaßnahmen im Wesentlichen erst nach 1993 durchgeführt wurden. Deshalb wurde die Nutzungskartierung zu Grunde gelegt und diese für alle oben genannten Kategorien (1-8) anhand der Vegetationskartierung überprüft. Gegebenenfalls wurden die für die Auswertung u. U. zu groben Kategorien anhand der Vegetationskartierung spezifiziert und konkretisiert. Dabei musste ein großer Teil der Flächen auch einzeln betrachtet und bewertet werden und je nach Einzelfall anhand von weiteren Informationsquellen (s. o.) der Nutzungseinteilung zugeordnet werden.

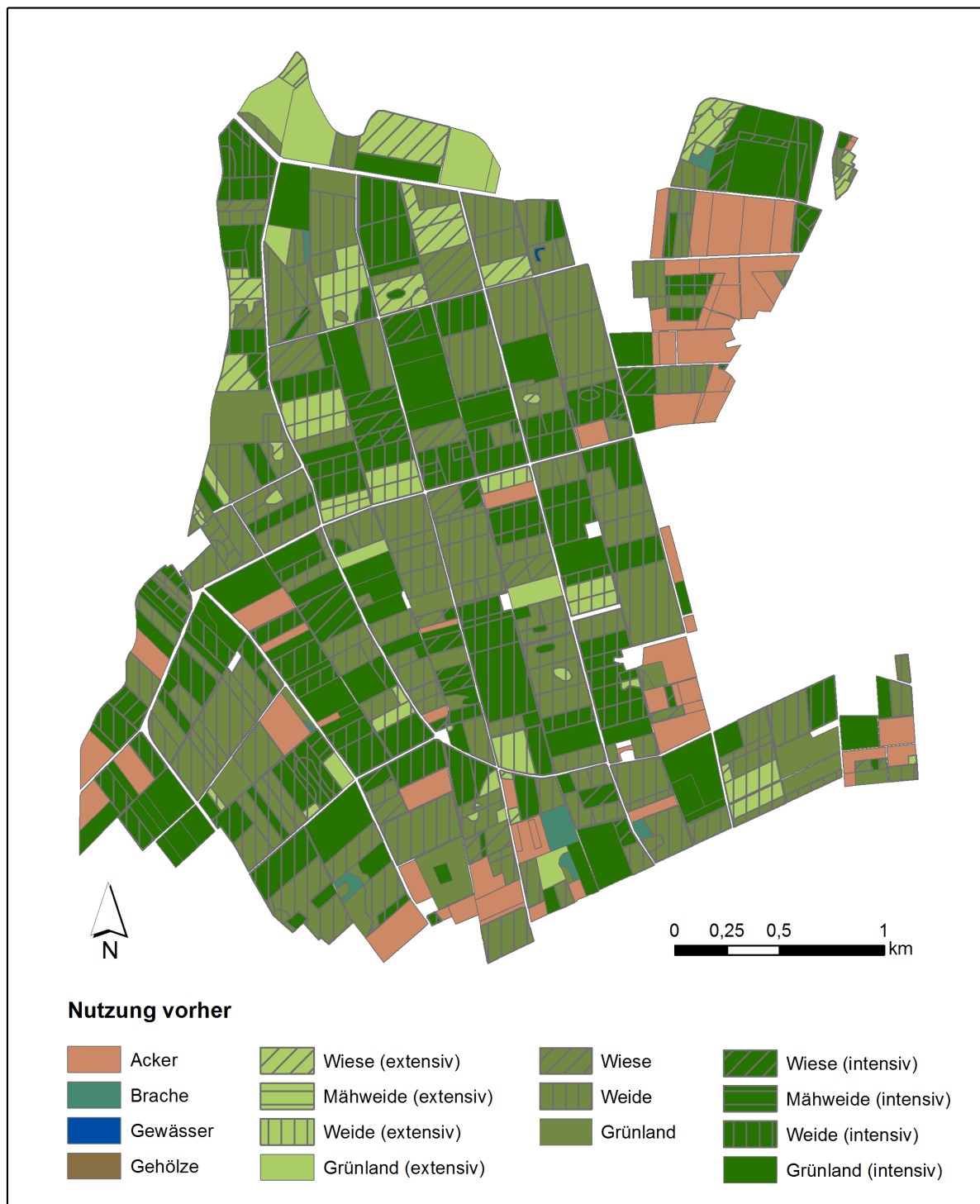


Abb. 29: Landnutzung im Ochsenmoor. Datenstand vor Maßnahmendurchführung: Differenziert ist in dieser Darstellung die Nutzungsart und falls möglich in Klammern die Nutzungsintensität.
(Quelle: BELTING/BLÜML unveröff.)

Für den **Datenstand nachher** mussten lediglich die Zuordnungen einzeln überprüft werden, die nicht eindeutig durch die Nutzungskartierung zuzuordnen waren. Allerdings wurden über Abfragen auch Plausibilitätsprüfungen für alle weiteren Einteilungen durchgeführt und ggf. im Einzelfall gutachterlich zugeordnet.

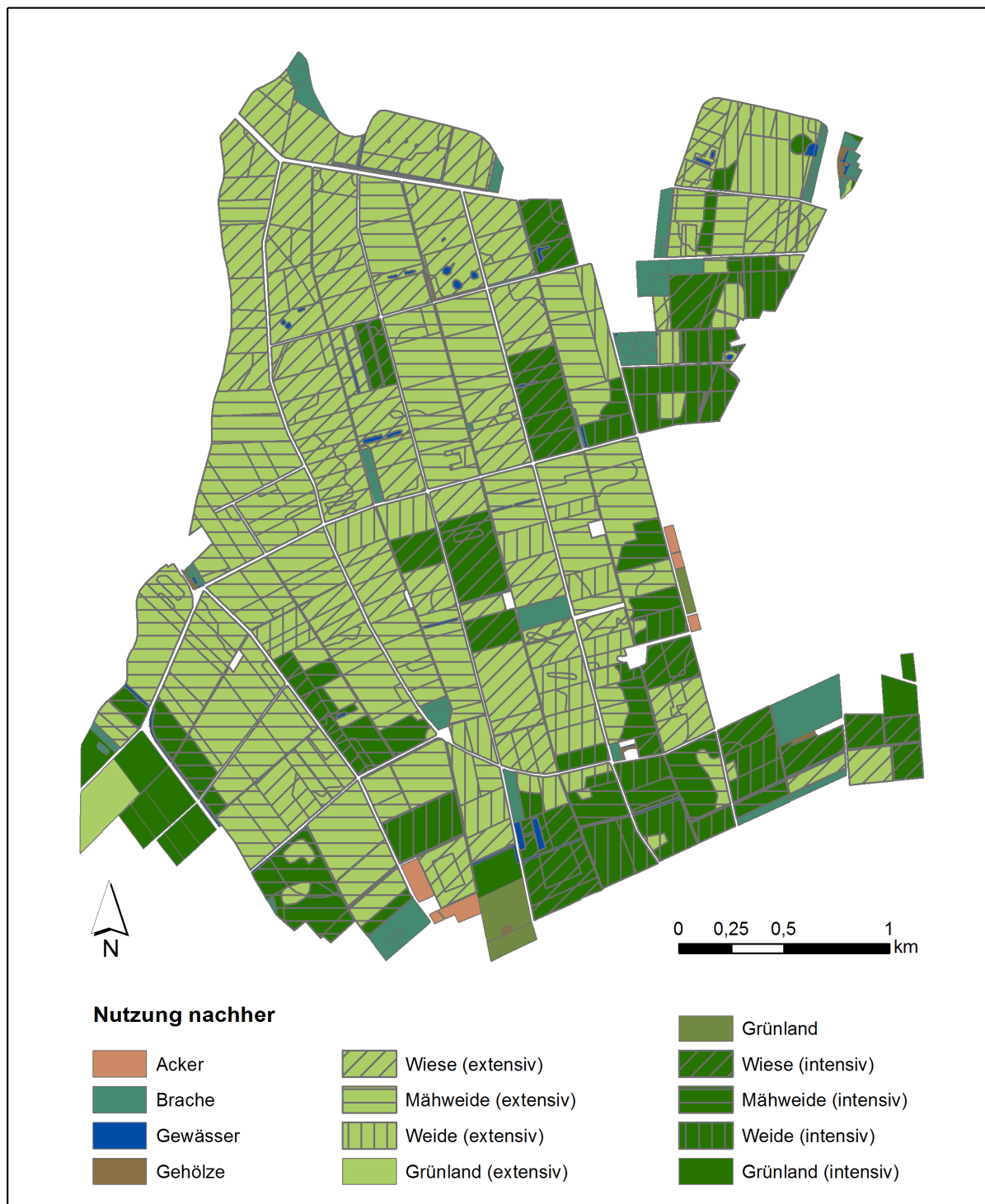


Abb. 30: Landnutzung im Ochsenmoor. Datenstand nach Maßnahmendurchführung: Differenziert ist in dieser Darstellung die Nutzungsart und falls möglich in Klammern die Nutzungsintensität. (Quelle: BELTING/BLÜML unveröff.)

Schließlich gab es in beiden Datenständen wenige Fälle (Datenstand vorher: 17 und nachher: 3 Flächen) in denen bestimmten Flächen aufgrund widersprüchlicher Informationen keine ausreichend konkrete Einteilung zugeordnet werden konnte. Diese wurden später aus der Analyse ausgeschlossen.

Den Nutzungen wurden entsprechend der Nutzungsform aus der BMBF-Datenbank Exportwerte in $\text{t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ zugeordnet. Damit konnte der Steuerfaktor Nutzungsintensität für die Modellierung der Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz; s. Kap 6.2.4) flächenbezogen abgeleitet werden.

6.2.4 Modellierung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation

Für die vorliegende Studie konnte auch im Ochsenmoor kein eigenes Spurengas-Messprogramm durchgeführt werden, zumal die Zeiten vor und nach der Renaturierung im Vergleich betrachtet werden sollten. Allerdings wurden und werden im Rahmen des BMBF- und des vTI-Projekts Spurengasmessungen an ausgewählten Stellen des Ochsenmoors durchgeführt. Diese Daten gingen in die Modellierung mit ein. Die Jahresbilanzen für den Netto-Klimaeffekt der drei Gase (CO_2 -Äquivalente) wurden wie im Wurzacher Ried in die Fläche modelliert. Methodisch wurde das Modell angewendet, das auf der Basis des BMBF-Projektes „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“ mit dem vorhandenen Gesamtdatensatz erstellt wurde (DRÖSLER et al. 2011; s. Abb. 6).

Grundlage für die Modellierung sind damit die Wasserstandsmittelwerte und Landnutzungsintensitäten (siehe Kap. 6.2.2 und 6.2.3), die für die Situation vor und nach den Maßnahmen in ihrer jeweiligen Flächenausdehnung für die Flurabstandsklassen bestimmt wurden.

Die Modellierungsergebnisse werden als Statusvergleich ausgedrückt, d.h. es wird keine transiente Modellierung der Übergangsphasen durchgeführt, sondern dem Vergleich wird die Modellierung von stabilen Zuständen nach Managementänderung bzw. Wasserstandsänderung zu Grunde gelegt. Klassisch ist der Betrachtungszeitraum von 20 Jahren, der mit den vorhandenen Datensätzen abgebildet werden kann. Als Baseline wurde 1990 angenommen. Der Wasserstand für 1991 entspricht eigentlich einem Trockenjahr, wodurch die Maßnahmeneffekte ggf. überschätzt werden. Andererseits wurde ein Vergleich mit mittleren Wasserständen durchgeführt, die aus den Nutzungstypen abgeleitet wurden. Im Ergebnis unterschieden sich die Gesamtemissionen, die mit diesen Klassen gerechnet wurden, nur um ca. 10 %. Aber sowohl die räumliche Verteilung als auch die Flächenaufteilung auf die Wasserstandsklassen ist im Fall des 1991er Mittelwasserstands deutlich realistischer, weshalb mit diesem hier weitergerechnet wurde.

Die Wasserstandssituation für 2008 ist als Mittel für die 20 Jahresperiode nach 1990 angenommen, da die Maßnahmen vor 1995 abgeschlossen waren und keine Mittelwasserstandsänderung mehr zu erwarten ist. Die Wasserstandsänderungen sind allerdings durch die jahreszeitlichen Schwankungen sehr ausgeprägt. Daher wurde für das nach-Maßnahmen-Mittel ein Mittelwert aus verschiedenen Jahren abgebildet (s. Kap 6.2).

Die Ergebnisse zeigen folgende Emissionssituation:

Für die Baseline 1990 (mit Wasserstandsmodell für 1991) wurde eine Gesamtemission für das Ochsenmoor von ca. 28.890 t CO_2 -Äquiv. pro Jahr modelliert, mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von 31,3 t CO_2 -Äquiv. $\text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$. Dieser ist nahe am Mittel des Gesamtdatensatzes für intensives Grünland und Acker (s. Tab. 2). Wendet man das aus den Nutzungen extrapolierte Wasserstandsmittel an, dann ergeben sich leicht reduzierte Emissionen von ca. 25.620 t CO_2 -Äquiv. pro Jahr und mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von 27,8 t CO_2 -Äquiv. $\text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$. Für die Vergleichssituation nach den Maß-

nahmen, die für 2010 angenommen wurde (mit dem mittleren Wasserstandsmodell 2008) wurde eine Gesamtemission für das Ochsenmoor von ca. 14.600 t CO₂-Äquiv. pro Jahr modelliert, mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von 15,8 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹.

In Abb. 31 sind die Beiträge der einzelnen Wasserstands-Klassen zu den jährlichen Gesamtgebietsemissionen aufgetragen. Die größten Emissionsreduktionen stammen aus den Wasserstandsklassen von 40-60 cm, 60-80 cm größer 80 cm unter Flur. Diese Klassen haben an Gesamtfläche verloren (s. Tab. 5 und 6) und zudem wurde im Rahmen der Pflege die Nutzungsintensität deutlich reduziert.

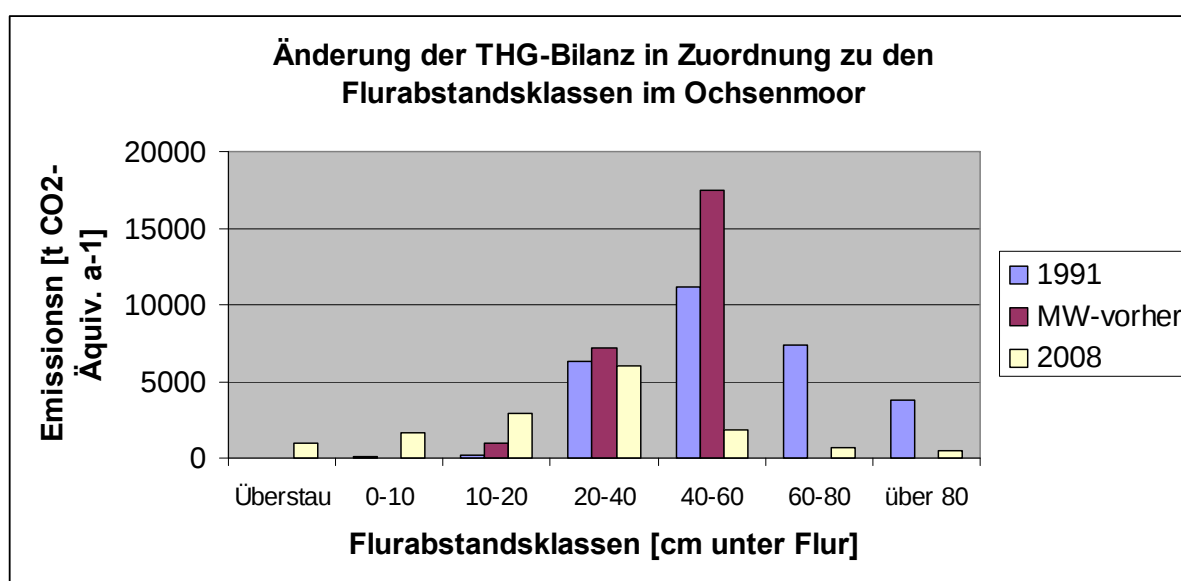


Abb. 31: THG-Bilanz im Ochsenmoor

Offensichtlich ist, dass durch den Überstau im Ochsenmoor mit einer Flächenzunahme von 0 auf ca. 150 ha Fläche ein Beitrag von ca. 1.000 t CO₂-Äquiv. a⁻¹ zu den Gesamtgebietsemissionen dazukommt: Dies entspricht ca. 8 Prozent der Gesamtgebietsemissionen von ca. 14.600 t CO₂-Äquiv. a⁻¹. Diese Gesamtemissionen werden aber maßgeblich von den leicht entwässerten Flächen zwischen 20 bis 40 cm und 10 bis 20 cm Flurabstand geprägt (s. Abb. 31). Auch die generell günstigste Klasse zwischen 0 und 10 cm weist aufgrund ihres großen Flächenumfangs und der immer noch stattfindenden C-Exporte durch Pflege einen verbleibenden Beitrag von ca. 10 % an den Gesamtgebietsemissionen auf.

- **Insgesamt haben in der Summe die naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen im Ochsenmoor zu einer mittleren Einsparung von 11.020 bis 14.300 t CO₂-Äquiv. pro Jahr geführt.**

Allerdings verbleibt nach wie vor eine Emission von ca. 14.600 t CO₂-Äquiv. Dies liegt unter anderem an dem spezifischen Management, das gezielt die Wasserstände im Sommerhalbjahr auf großen Flächen für die Bewirtschaftung wieder absenkt und weiterhin für das Pflegemanagement C-Exporte von den Flächen stattfindet. Dieses Management ist vorrangig aus Sicht des Vogelschutzes etabliert worden. Zu einer kompletten Konservierung des Torfkörpers führt das Management aber nicht, wie sich an den Werten der Klimawirksamkeit zeigt, die in den Wasserstandsklassen ab 20 cm und tiefer von den CO₂-Emissionen domi-

niert werden und diese wiederum sind der gasförmige Pfad der Mineralisationsverluste. In einer Vision für die Gesamtgebietsentwicklung sind die maximalen Einsparungspotenziale auf der Basis der Zielwasserstände der 0-10 cm Klasse und der Nutzungsaufgabe berechnet worden. Könnte dieses Management im Gesamtgebiet (außerhalb der Überstauungsflächen) etabliert werden, würde sich die Gesamtgebietsbelastung auf 1.300 t CO₂-Äquiv. pro Jahr reduzieren lassen. Es bestünde also ein weiteres theoretisches Einsparungspotenzial von ca. 13.300 t CO₂-Äquiv. pro Jahr. Dies würde eine Zielstellungsdiskussion für die naturschutzfachliche Ausrichtung des Managements bedeuten. Aber gerade die Vision von großflächigen Großseggen- und Röhrichtbeständen könnte hinsichtlich der Avifauna auch einen eigenständigen Wert darstellen (z.B. Seggenrohrsänger, Wachtelkönig etc.).

6.3 Peenetal

6.3.1 Steckbrief

[Die folgende Beschreibung der Untersuchungsregion „Peenetal“ zitiert im Wesentlichen die Ausführungen des Abschlussberichts „Das Naturschutzgroßprojekt Peenetal-/ Peenehaffmoor“ des Projektbüros „Zweckverband Peenetal Landschaft“ (ZPL, 2011, unveröff.). Der Abschlussbericht wurde dem Projekt „Monetäre CO₂-Bilanzierung von ausgewählten Naturschutzgebieten“ in Abstimmung mit dem Auftraggeber in seiner gegenwärtig noch nicht vollständig abgeschlossenen, unveröffentlichten Version zur Verfügung gestellt.]

Das Untersuchungsgebiet „Peenetal-/ Peenehaffmoor“ liegt in Mecklenburg-Vorpommern in den Landkreisen Demmin und Ostvorpommern. Bei dem Gebiet handelt es sich um ein „Flusstalmoor“ im Flusstal der Peene, welches sich durch eine „charakteristische Talmoorstruktur mit Quellmoorstandorten an den Talrändern, flusswärts anschließenden Durchströmungsmooren und Überflutungsmooren in Fluss- bzw. Küstennähe auszeichnet.“ (ZPL, 2011, unveröff.). Das Peenetal gilt hinsichtlich seiner Schutzwürdigkeit als Flusstalmoor als „einzigartig“: Im Vergleich zu anderen nordostdeutschen Flusstälern war das Peenetal am wenigsten von anthropogenen Umwandlungen betroffen. Des Weiteren ist das Peenetal eine der größten vermoorten Niederungen außerhalb Osteuropas: „Die Flussniederung mit ca. 20.000 ha [stellt] eines der größten geschlossenen und zusammenhängenden Niedermoorgebiete Mittel- und Westeuropas dar, mit dem flächenmäßig größten Anteil an den ursprünglichen Pflanzenassoziationen“. Sie sticht dabei [...] „hinsichtlich des Artspektrums, der Populationsgrößen für einzelne Arten und dem Anteil an heute gefährdeten Arten gegenüber allen anderen nordostdeutschen Tieflandflüssen heraus“ [...] „Einige Moorpflanzen und -tiere sind heute in Deutschland nur noch hier zu finden oder haben in der Peeneniederung derzeit ihren Verbreitungsschwerpunkt.“ (ZPL, 2011, unveröff.). Ausschlaggebend für eine Forcierung des Schutzes und des Erhalts des Peenetals im Rahmen eines Naturschutzgroßvorhabens war allerdings nicht nur diese gegebene naturschutzfachliche Bedeutung. Vielmehr war die naturfachlich wertvolle Ausstattung des Peenetals aufgrund der Nutzungsgeschichte des Gebietes stark gefährdet. Um die Flächen für eine landwirtschaftliche Nutzung verfügbar zu machen fanden bereits im Zeitraum 1835 bis 1865 erste umfassende Entwässerungsmaßnahmen statt, gefolgt von ständigen großflächigen, intensiven und planmäßigen Meliorationen bis hin in die 1980er Jahre (PIETSCH 1974). Die Meliorationen umfassten dabei insbesondere intensive Entwässerungsmaßnahmen in Form der Errichtung eines großflächigen Poldersystems. Dieses wurde über engmaschige Grabennetze, Drainagen, Deiche und Schöpfwerke aufrechterhalten und musste fortwährend auf die durch die Schädigung des Moorkörpers (Torfmineralisierung, Schrumpfung, Verdichtung) herbeigeführte Moorsackung angepasst werden. Resultat der langjährigen Meliorationsgeschichte des Peenetals war eine grundsätzlich intensive, landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzflächen wurden zu ca. 46% als intensive Saatgrasländer genutzt welche in Abständen von 4 bis 7 Jahren umgebrochen und neu angesät wurden. Riede und Feuchtwiesen machten dagegen lediglich 12% der Nutzung aus. Neben dieser landwirtschaftlichen Nutzung „bedingte die immer stärker aufklappende Schere zwischen dem permanent steigenden Aufwand bei der wasserwirtschaftlichen Unterhaltung und den dennoch sinkenden landwirtschaftlichen Erträgen eine Nutzungsaufgabe in

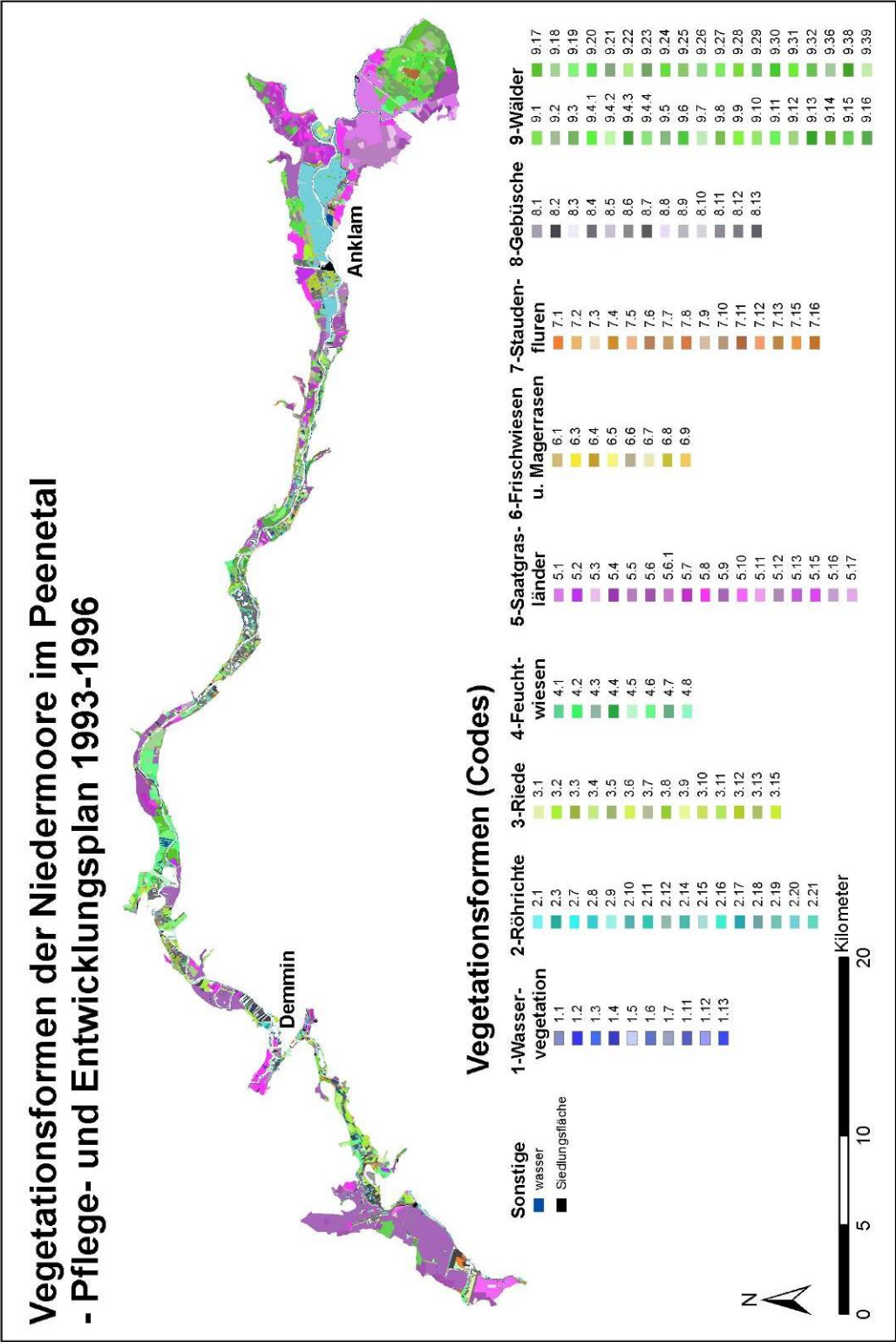
zunehmendem Flächenumfang. Röhrichte und Staudenfluren mit starker Verbuschungstendenz breiteten sich auf den entwässerten, aber nicht mehr genutzten Arealen aus“ (ZPL, 2011, unveröff.).

6.3.2 Maßnahmen

Um die aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten bedenkliche, kontinuierliche Moordegradation im Gebiet aufzuhalten und um den vorhandenen Moorkörper zu erhalten und bestenfalls wiederherzustellen wurde das Peenetal im Jahr 1992 in das Förderprogramm des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung aufgenommen und bis zum 31.12.2009 als Naturschutzgroßprojekt umgesetzt. Hauptziel des Projektes war dabei die Unterschutzstellung des gesamten Peenetals mit einer Kernzonenfläche von rund 20.000 ha und einer Gesamtfläche von ca. 40.000 ha. Die Maßnahmen im Rahmen des Projektes zielten insbesondere ab auf (1) den Stopp der weiteren Moordegradation und der resultierenden Immissionsbelastung der Gewässer und der Atmosphäre, insbesondere verursacht durch intensive Landwirtschaft und oxidativen Torfabbau, (2) die Erhaltung und Sicherung der Peene als weitgehend unverbauten Flusslauf, (3) die Erhaltung und weitgehende Wiederherstellung des Flusstalmoores, d.h. eines lebenden Moorkörpers durch Verbesserung der hydrologischen Verhältnisse sowie durch Rückbau der in den letzten Jahrzehnten angelegten Polder, (4) die Wahrung bzw. Wiederherstellung der durch verschiedene traditionelle extensive Bewirtschaftungsformen entstandenen reichhaltigen Biotopvielfalt, welche sehr vielen Arten als letzte Rückzugsgebiete diente bzw. durch die Großflächigkeit des Gebietes deren Überleben sichert, (5) die Renaturierung geschädigter Moorstandorte durch Einleitung von Sukzessionen, sowie (6) die Sicherung der Flussniederung als bedeutsames Durchzugs-, Rast- und Brutgebiet für die Avifauna. Die Mittel, die für die Realisierung des Vorhabens im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes aufgebracht wurden stammten vom Bund, dem Land Mecklenburg-Vorpommern sowie vom Zweckverband „Peenetal-Landschaft“, welchem die Landkreise Demmin und Ostvorpommern, die Städte Demmin, Loitz, Jarmen, Gützkow und Anklam sowie der Förderverein „Naturschutz im Peenetal e. V.“ angehören. Des Weiteren wurden für die Maßnahmen Gelder aus dem Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern (MV), aber auch aus Kompensationsverpflichtungen Dritter ins Peenetal gelenkt sowie Spendengelder der Kurt-Lange-Stiftung Bielefeld herangezogen.

6.3.3 Vegetationskartierung vor Maßnahmen

Bevor es zu umfangreichen Umnutzungsmaßnahmen kam, wurde in den Jahren 1993 bis 1996 eine umfassende Kartierung der Vegetationsformen im Rahmen des Pflege- und Entwicklungsplanes (PEPL) für das Peenetal durchgeführt (Abb. 32). Der Vektor-Datensatz wurde vom Zweckverband „Peenetal – Landschaft“ zur Verfügung gestellt. Auf einer Gesamtfläche von 22.079 ha wurden insgesamt 152 Vegetationsformen in 12 Klassen einschließlich Äcker erfasst.



Eine Abschätzung der THG-Emissionen für die gesamte Fläche des PEPL konnte aufgrund fehlender Emissionsfaktoren für die wesentlichen Vegetationsformen und Nutzungstypen auf Böden außerhalb von Mooren nicht durchgeführt werden.

Daher wurde der Gebietsausschnitt auf die Verbreitung der vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern kartierten Niedermoore des Peenetales eingengt.

Die Fläche der kartierten Niedermoore beträgt insgesamt 16.952 ha. Die zum Zeitraum der Kartierung bereits überfluteten Polder wurden jedoch ausgespart. Für die Abschätzung der Emissionen sind diese aber von großer Bedeutung. Auf der anderen Seite wurden kleinere Flächen in den Randbereichen nicht von der Vegetationskartierung erfasst. Der Kompromiss bestand in der Generierung einer Moorverbreitungskarte, in der die ausgesparten Flächen über einen Aggregierungsalgorithmus gefüllt und mit der Vegetationskartierung verschnitten wurden. Im Ergebnis beträgt die größte gemeinsame Fläche 14.902 ha, auf die sich die Berechnungen im Folgenden beziehen. (Abb. 33).

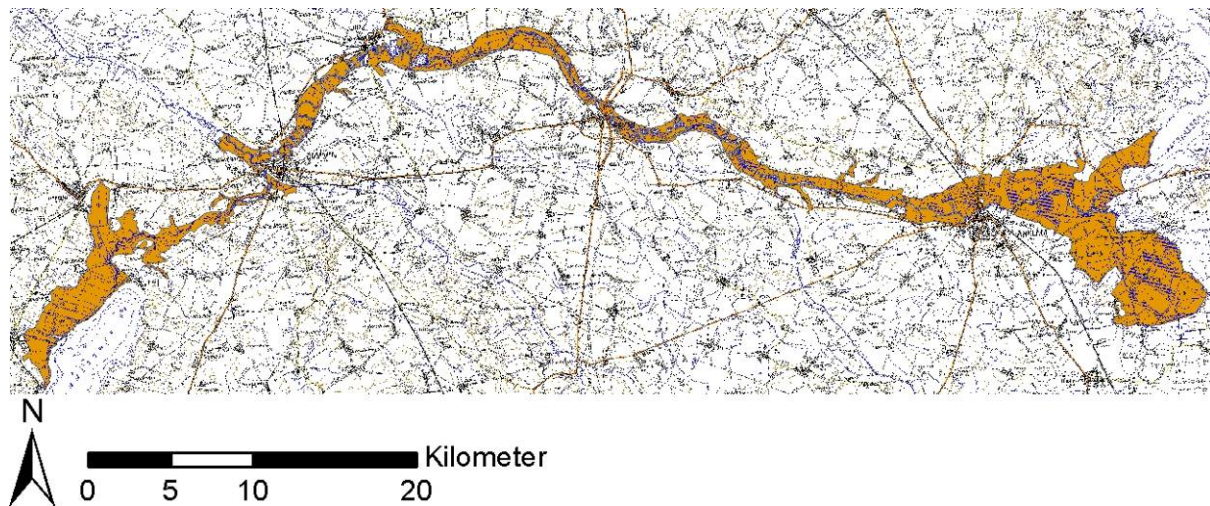


Abb. 33: Aggregierte und mit der Kartierung verschnittene Verbreitung der Niedermoore im Peenetal

Für die Flächenanteile der Vegetationsformen auf Niedermoorstandorten (Abb. 34) ergibt sich daraus nur eine geringfügige Veränderung gegenüber den Flächenanteilen im PEPL. Nutzungsbedingt dominieren die Saatgrasländer mit ca. 43% (PEPL ca. 42%). Etwas größere Flächenanteile nehmen die Röhrichte Gebüsche, Riede und Feuchtwiesen ein (jeweils ca. 1%). Im Gegenzug sinkt der Anteil der Wälder auf ca. 18% (PEPL ca. 21%).

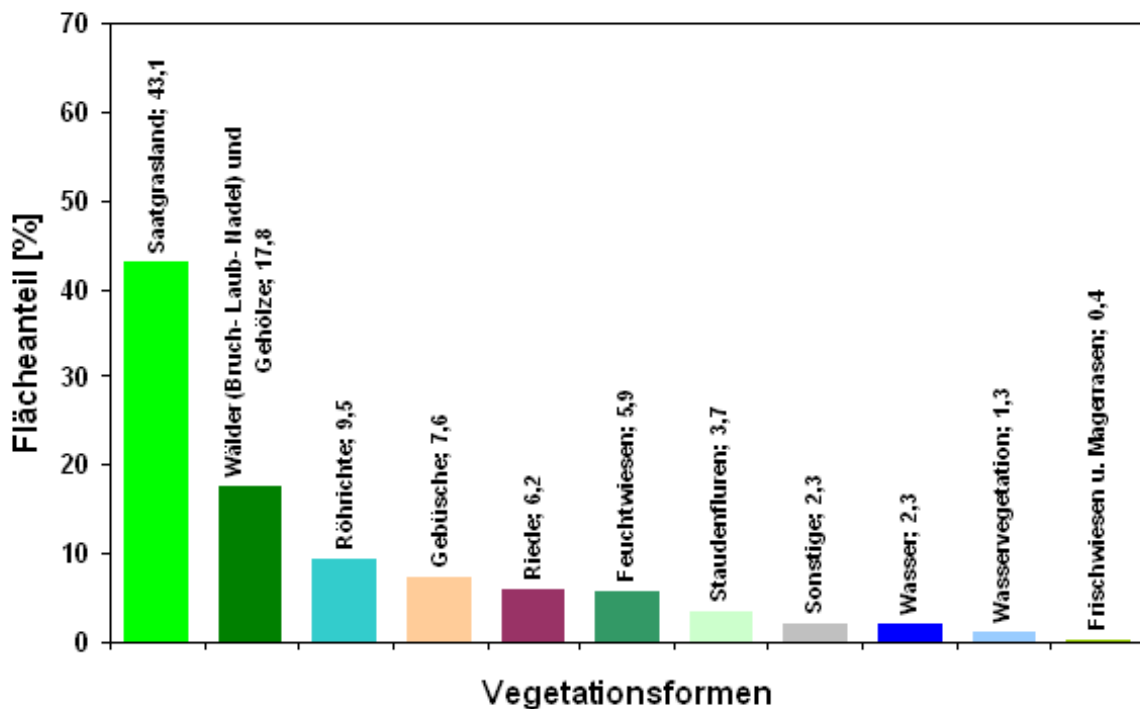


Abb. 34: Flächenanteile der Vegetationsformen auf Niedermooren bis 1996

6.3.4 Fernerkundungsbasierte Vegetationskartierung nach Maßnahmen

Für große Untersuchungsgebiete wie das Peenetal mit einer Vielzahl unterschiedlicher Vegetationsformen und zum Teil unzugänglicher Gebiete sind terrestrische Kartierungen mit hohem zeitlichem und finanziellem Aufwand verbunden. Moderne Fernerkundungsdaten und -methoden stellen, in Verbindung mit punktuellen Kartierungen im Gelände (Ground Truth), eine Alternative dar.

6.3.4.1 Fernerkundungsdaten

Im Rahmen des vTI-Projekts „Organische Böden“ wurden Aufnahmen des Peenetals vom deutschen Satellitensystem RapidEye durch das RapidEye Science Archive (RESA) zur Verfügung gestellt. Die hier dargestellten Ergebnisse wurden für das vTI-Projekt erarbeitet und sind wesentlicher Bestandteil des Teilprojekts 6: Unsicherheitsanalyse: Landnutzung Testgebiete.

RapidEye besteht aus fünf baugleichen Satelliten, die jeweils mit einer identischen, multispektralen Kamera ausgestattet sind. Das Multisensorkonzept ist zusammen mit der spektralen Auslegung (Tab. 7) der Kameras und der geometrischen Auflösung von 5 Meter (ortho-rectifiziert) besonders für Vegetationsklassifizierungen und -monitoring geeignet.

Vis [nm]		RE [nm]		NIR [nm]
B	G	R	red edge	near infrared
440-510	520-590	630-685	690-730	760-850

Tab. 7: Wellenlängenbereich und Bandbreite der fünf RapidEye – Kanäle

Große Untersuchungsgebiete wie das von Westen nach Osten verlaufende Peenetal können von hochauflösenden Sensoren aufgrund der Aufnahmegeometrie nur selten in einer Aufnahme abgebildet werden. Für einen flächenmäßig vollständigen Vergleich mit der Vegetationskartierung mussten daher mehrere Szenen zusammengesetzt (mosaikiert) werden, die von verschiedenen Aufnahmetermenen stammen. Etwa 98% der Fläche wurden jedoch innerhalb weniger Tage im Juli 2010 aufgenommen (11. – 16.07.) Ein fehlendes Teilstück wurde durch eine vom 02.07.2009 stammende Aufnahme ergänzt. Der entsprechende Abschnitt des Peenetals ist an dieser Stelle schmal und wird im Wesentlichen von der Peene selbst sowie einigen landwirtschaftlichen Nutzflächen dominiert. Die Aufnahme zur gleichen Jahreszeit hat somit nur geringen Einfluss auf das Klassifizierungsergebnis und die daraus ermittelten THG-Bilanzen für das Gesamtgebiet.

Vor der Klassifizierung wurden die einzelnen Szenen vorprozessiert. Darunter wird die Eliminierung von Störeinflüssen durch die Atmosphäre sowie die Korrektur geometrischer Verzerrungen verstanden. Die Atmosphärenkorrektur wurde mit dem in der Bildverarbeitungssoftware ENVI 4.7 implementierten FLAASH – Algorithmus durchgeführt. Danach wurden die Szenen mosaikiert und mit Hilfe von 25 Passpunkten mit dem „Nearest Neighbourhood“ - Verfahren geokorrigiert. Als Referenz wurden überlagerte Vektor-Layer aus dem Basis DLM 1:25.000 verwendet.

Im letzten Vorerarbeitungsschritt wurde die Szene mit dem aggregierten Polygon der Moorverbreitung im Peenetal überlagert und ausgeschnitten (Abb. 35)

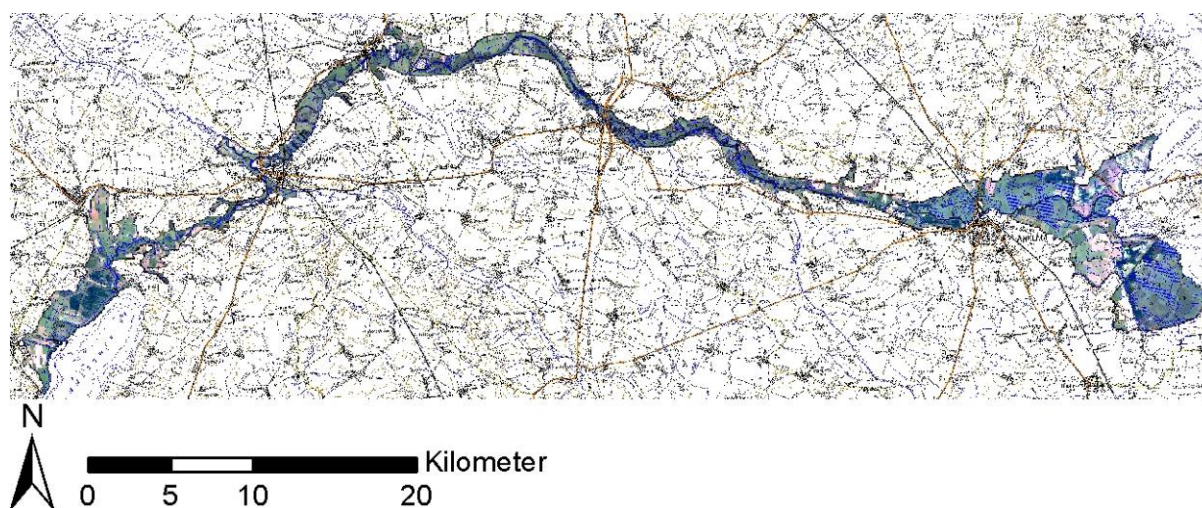


Abb. 35: Atmosphärisch und geometrisch korrigierte Satellitenaufnahme (RapidEye (RGB): 11.07.-16.07.2010 und 02.08.2009) des Peenetals. Ausschnitt: Aggregierte Moorverbreitung

6.3.4.2 Vergleichbarkeit der Datengrundlagen vor (Vegetationsformenkartierung) und nach (Satellitenaufnahmen) den Maßnahmen.

Ein direkter Vergleich der Reflexionseigenschaften aus dem Satellitenbild mit der „historischen“ Kartierung der Vegetationsformen ist nur bedingt möglich, da sich die Inhalte der Kartierung von den spektralen Eigenschaften, wie sie vom Satelliten aufgezeichnet werden, in einiger Hinsicht unterscheiden.

Satellitenbilder sind Momentaufnahmen, die den aktuellen Zustand der aufgenommenen Landoberfläche abbilden. Die Vegetation unterliegt aber einem stetigen Wandel im Laufe einer Vegetationsperiode. Damit ändern sich auch die spektralen Reflexionseigenschaften. Verschiedene Aufnahmezeitpunkte können daher zu unterschiedlichen Klassifizierungsergebnissen führen.

Die kartierten Vegetationsformen sind in der Regel Assoziationen verschiedener Spezies, die an Standortbedingungen (z. B. Wasserstufe) gebunden sind. Für eine Identifizierung einzelner Spezies ist die spektrale und geometrische Auflösung von Satellitenbildern unzureichend. Darüber hinaus erlauben Satellitenbilder keine direkte Ableitung von Standorteigenschaften. Die von optischen Sensoren detektierte Reflexion wird stets von den physiologischen Eigenschaften und der Architektur der Vegetationsschicht dominiert.

Umgekehrt können in Satellitenbildern verschiedene Zustände der Vegetation abgebildet werden. Vegetationskartierungen sind jedoch inhaltlich unabhängig vom phänologischen Stadium. Die Abbildungen 36 (a) und 36 (b) zeigen einen Ausschnitt des Peenetales nordöstlich von Anklam. In der Vegetationskartierung wird die große zusammenhängende Fläche als Nachtschatten-Schilf-Röhrich ausgewiesen. Im Satellitenbild ist eine deutliche Differenzierung innerhalb der Fläche zu erkennen. Als Ursache kommen kleinräumige Standortunterschiede aber auch zwischenzeitliche Einwanderungen anderer Arten in Frage.

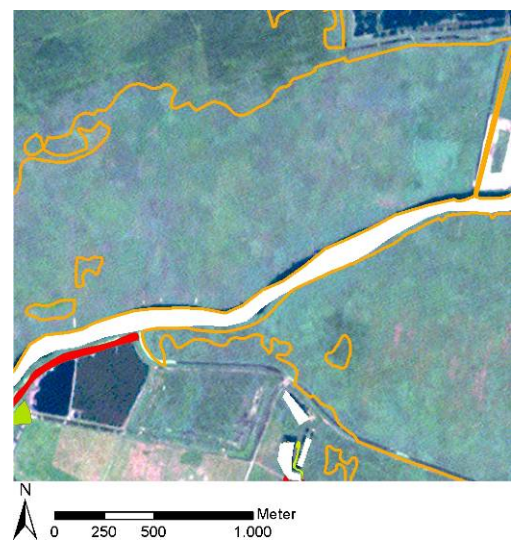
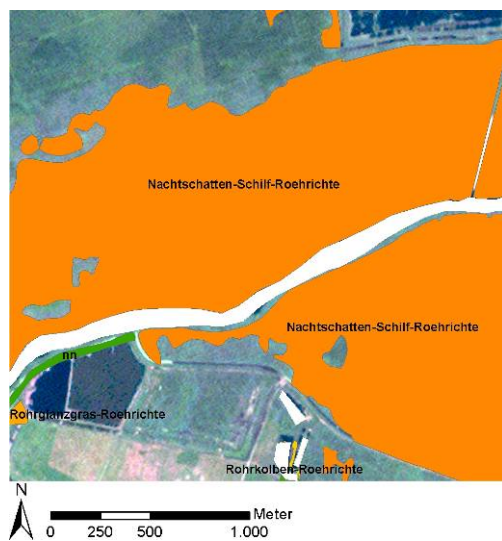


Abb. 36 (a): Großflächig kartiertes Nachtschatten-Schilf-Röhricht nordöstlich von Anklam

Abb. 37 (b): Satellitenbild (RapidEye (RGB): 11.07.2010) einer Nachtschatten-Schilf-Röhricht Fläche nordöstlich von Anklam mit kleinräumig differenziertem Reflexionsmuster

Noch gravierender sind die Unterschiede auf landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen. Der in Abbildung 37 (a) dargestellte Ausschnitt nordwestlich des Anklamer Stadtwalds wird von den Vegetationsformen Sumpfrispengras- Sumpfkressen- und Distel-Rohrglanzgras-Saatgrasland dominiert. Diese Flächen werden auch heute noch bewirtschaftet, in der Satellitenaufnahme wird das Reflexionsverhalten aber deutlich von unterschiedlichen Nutzungseinflüssen und Standortunterschieden bestimmt (Abb. 37 (b)).

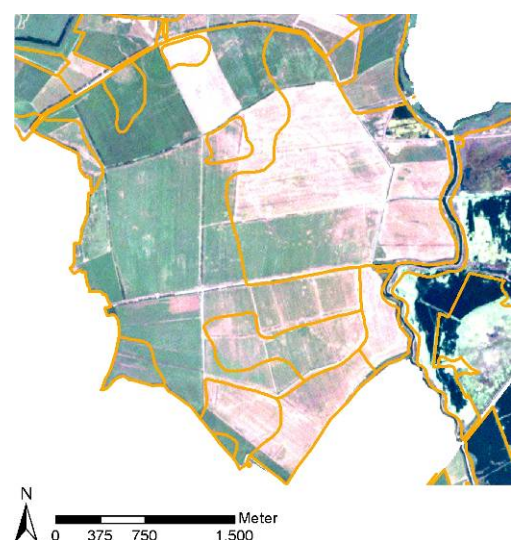
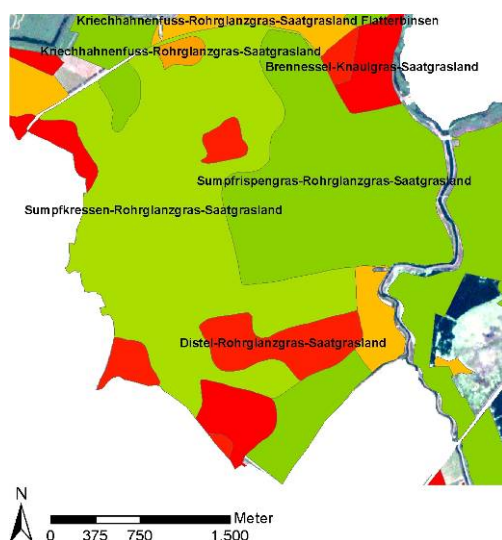


Abb. 37 (a): Kartierte Vegetationsformen des Saatgraslands nordwestlich des Anklamer Stadtwalds

Abb. 37 (b): Nutzungsbedingte Muster von Grünlandflächen nordwestlich des Anklamer Stadtwalds im Satellitenbild (RapidEye (RGB): 16.07.2010)

Einer der wichtigsten Eingriffe in das Peenetal war nach der Nutzungsumstellung die großflächige Auflösung und Flutung der Polderflächen. Neben der Aufgabe bzw. Extensivierung der verbleibenden Grünlandflächen wird von diesen Maßnahmen das größte Einsparpotenzial für Treibhausgase erwartet. Diese z. T. noch offenen Wasserflächen lassen sich in Satellitenbildern eindeutig identifizieren. Innerhalb der meisten gefluteten Polder haben sich seitdem geschlossene Vegetationsbestände und Wasservegetation entwickelt, die ebenfalls gut zu identifizieren sind.

Die Abbildungen 38 (a) und 38 (b) zeigen den Polder bei Zarnekow vor und nach der Flutung. Im Satellitenbild ist der Überflutungsbereich ebenso wie die Vegetationsinseln (b) der zuvor landwirtschaftlich genutzten Fläche (a) zu erkennen.

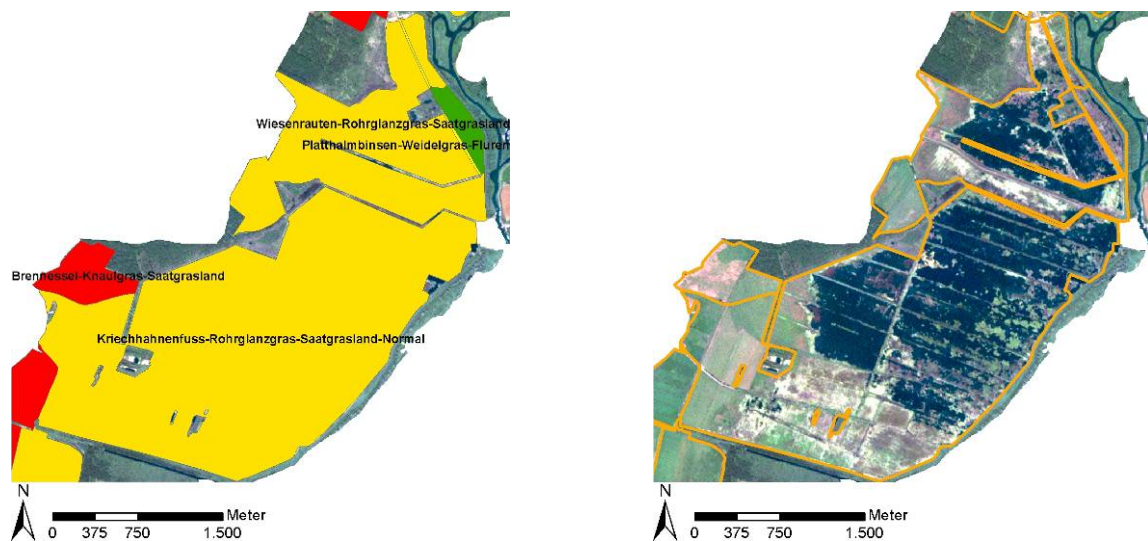


Abb. 38 (a): Nutzung des Polders bei Zarnekow vor der Flutung

Abb. 38 (b): Offene Wasserflächen und Vegetationsinseln des Polder bei Zarnekow nach der Flutung im Satellitenbild (RapidEye (RGB): 16.07.2010)

In der Satellitenaufnahme des gesamten Peenetals konnten über eine zunächst rein visuelle Beurteilung 20 Klassen identifiziert werden. Mit Unterstützung von Frau Peggy Steffenhagen vom Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Universität Greifswald wurden die meisten Klassen durch eine Geländebegehung lokalisiert und entsprechenden Vegetationsformen und Nutzungen zugeordnet.

Im Einzelnen wurden vier Schilf-Klassen sowie Typha der Vegetationsform Röhrichte zugeordnet.

Ebenfalls fünf Klassen wurden allgemein als Rohrglanz mit den unterschiedlichen Bearbeitungszuständen gemäht (mit Vegetationsdecke), nicht gemäht, Brache, Boden (frisch gemäht, keine grüne Vegetation) dem Saatgrasland zugeordnet. Ergänzt wurde das Saatgrasland durch die fünfte Klasse mitteltrocken, die Grünlandflächen in höher gelegenem Gelände mit geringerer Wasserstufe repräsentiert.

Riede wurden mit insgesamt drei Klassen belegt. Jede Klasse entspricht einem Reflexionstyp. Bekannt ist jedoch nur, dass es sich in einer Klasse um Großseggen handelt.

Im PEPL werden insgesamt 44 Vegetationsformen unterschiedlicher Typen von Wäldern ausgewiesen. In Satellitenbildern ist eine derart hoch aufgelöste Differenzierung nicht möglich. Insgesamt wurden nur die Klassen Wald_feucht, Wald_trocken und Wald (wegen unklarer

rer Standortverhältnisse ohne Zusatz, dennoch unterschiedlicher Reflexionstyp) ausgewiesen.

Die Vegetationsform Gebüsche ist nur die Klasse Grauweiden vertreten. Allerdings beträgt der Flächenanteil von Typen der Grauweiden-Gebüsche fast 90% an der Gesamtfläche der Gebüsche.

Die Vegetationsform der Wasservegetation ist ebenso durch eine Klasse vertreten wie offene Wasserflächen (Wasser) und mit Sonstige bezeichnete ehemalige Torfstiche, die noch nicht geflutet wurden (Torfstich_nicht überstaut).

Die wenigen versiegelten Flächen (Siedlung, Autobahn etc.) wurden manuell aus der Satellitenszene entfernt, so dass keine Klasse hierfür eingeführt wurde.

Für die kartierten Vegetationsformen Feuchtwiesen, Staudenfluren sowie Frischwiesen und Magerrasen konnte keine eindeutige Entsprechung in den Satellitenaufnahmen identifiziert werden.

6.3.4.3 Klassifizierungsansatz

Unter Klassifizierung wird allgemein die Segmentierung von Bildinhalten in Klassen gleicher Reflexionseigenschaften verstanden. Für die Klassifizierung der vorliegenden Satellitenaufnahme wurde die „Maximum Likelihood“ Methode angewendet. Das Verfahren zählt zu den überwachten Klassifizierungstechniken, dass bedeutet, dass vor der Klassifizierung die gewünschte Anzahl der Klassen bekannt sein und für jede der Klassen ein Trainingsgebiet definiert werden muss. Die Güte der Schätzung hängt maßgeblich von der Qualität der Trainingsgebiete ab.

Diese sollten eine möglichst große Anzahl von Pixeln umfassen, in sich homogen sein und keine Überlappungen mit benachbarten Klassen aufweisen. Eine weitere Voraussetzung für das Verfahren ist die Normalverteilung der Werte.

Nach der Definition der Trainingsgebiete stehen verschiedene Evaluierungsverfahren zur Qualitätsprüfung zur Verfügung.

Der Trainingsdatensatz selbst kann mit dem gewählten Verfahren klassifiziert werden. Ausgegeben wird eine Matrix der Klassen, in der die korrekt klassifizierten Pixel prozentual dargestellt sind. Bei Zuweisungen zu einer anderen Klasse, sollten die Trainingsgebiete neu definiert werden.

Die Trennbarkeit der Klassen kann mit Hilfe verschiedener Distanzmaße evaluiert werden. Mit Hilfe des „Transformed Divergence“ Algorithmus kann überprüft werden, ob Klassen eindeutig, ziemlich gut (fairly good) oder nicht getrennt werden können.

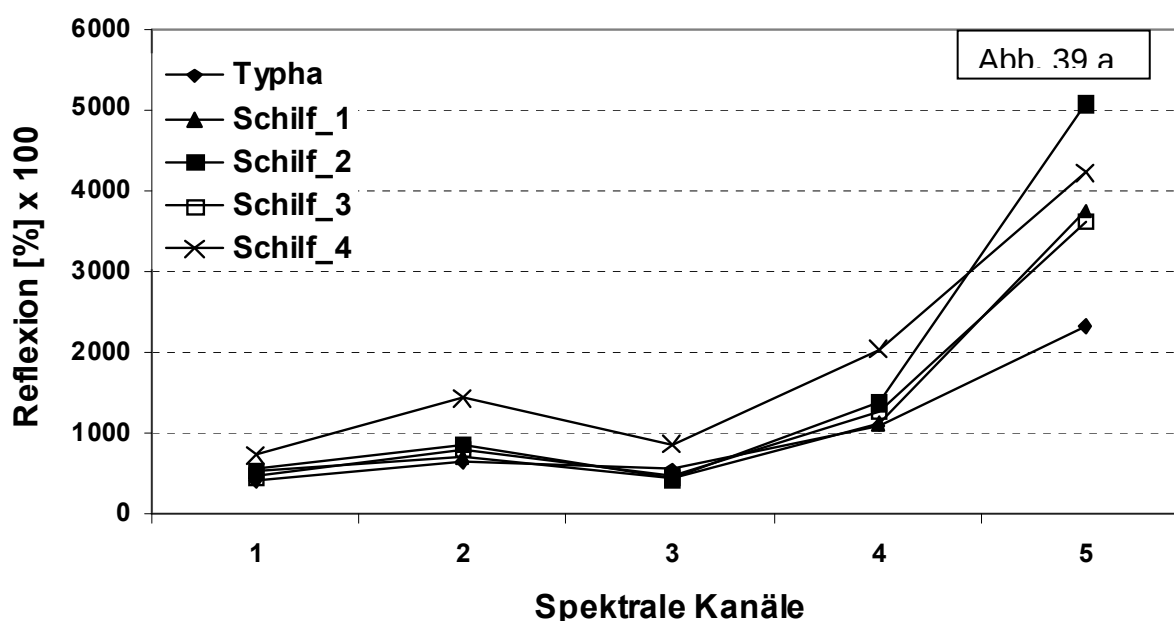
Für die Klassifizierung der vorliegenden Satellitenaufnahme waren daher zahlreiche Testläufe notwendig, um die Trainingsgebiete der 20 Klassen zu optimieren.

In Tabelle 8 sind die statistischen Kennwerte der 20 Trainingsgebiete zusammengefasst, mit denen die Klassifizierung der gesamten Aufnahme durchgeführt wurde.

Vegetationsform	Klasse	Anzahl Pixel	Mittelwerte der Reflexions [%] *100					Standardabweichung				
			K1	K2	K3	K4	K5	K1	K2	K3	K4	K5
Wasservegetation	Wasservegetation	1578	333	353	273	406	195	50	40	32	46	44
Röhrichte	Typha	1013	407	664	547	1098	2333	64	84	64	101	218
	Schilf_1	1890	510	713	435	1111	3761	59	51	38	68	464
	Schilf_2	1436	541	866	438	1388	5098	51	53	34	69	340
	Schilf_3	1456	481	804	469	1280	3631	52	49	35	61	198
	Schilf_4	3622	734	1428	870	2046	4229	66	121	69	169	403
Saatgrasland	Rohrglanzgras_gemäht	10173	676	1014	1094	1687	3399	83	103	167	147	221
	Rohrglanzgras_mitteltrocken	529	536	864	732	1522	3683	64	46	64	73	157
	Rohrglanzgras_nicht gemäht	4516	485	829	531	1444	4268	55	52	60	67	225
	Rohrglanzgras_Brache	710	695	843	1032	1297	2052	82	81	138	117	230
	Rohrglanzgras_Boden	401	1427	1976	2403	2932	4290	100	117	139	155	176
Riede	Großseggen	310	399	797	489	1526	4211	32	36	48	70	312
	Seggen_1	439	377	680	451	1288	3810	54	50	51	64	350
	Seggen_2	212	321	602	328	1327	5272	33	33	40	72	204
Gebüsche	Grauweiden	1279	362	620	403	1129	3056	56	44	28	57	186
Wald	Wald_feucht	3171	268	477	303	998	2971	32	37	42	64	191
	Wald_trocken	1592	269	474	293	1061	3700	31	34	44	67	195
	Wald	1003	288	448	205	836	3602	57	76	42	109	315
	Wasser	2383	300	240	171	243	141	50	44	28	48	92
Sonstige	Torfstich_nicht überstaut	304	376	608	516	513	329	26	28	29	59	218

Tab. 8: Statistische Kenngrößen der Trainingsgebiete von 20 Vegetations- Nutzungs- und Landbedeckungsklassen im Peenetal

Die Abbildungen 39 (a-c) zeigen die mittleren Reflexionen der 20 Trainingsgebiete in den fünf spektralen Kanälen von RapidEye. Gut erkennbar ist der für Vegetation typische Anstieg der Reflexion vom sichtbaren (Kanäle 1-3) Licht zum nahen Infrarot (Kanal 5) mit einem schwachen Reflexionspeak im Grün (Kanal 2) in allen Klassen. Davon deutlich unterscheidbar die nahezu monoton ansteigende Reflexion einer fast vegetationsfreien Oberfläche (Klasse Rohrglanzgras_Boden in Abb. 39 (b)) und der schwachen Reflexion von Wasser über den gesamten Wellenlängenbereich. Ein ähnlicher Verlauf, jedoch auf höherem Reflexionsniveau, ist für die Klasse der Wasservegetation erkennbar. Das Gleiche gilt für die nicht überstauten Torfstiche, die zwar ebenfalls schwach aber insgesamt stärker als die Wasservegetation reflektieren (Abb. 39 (c)).



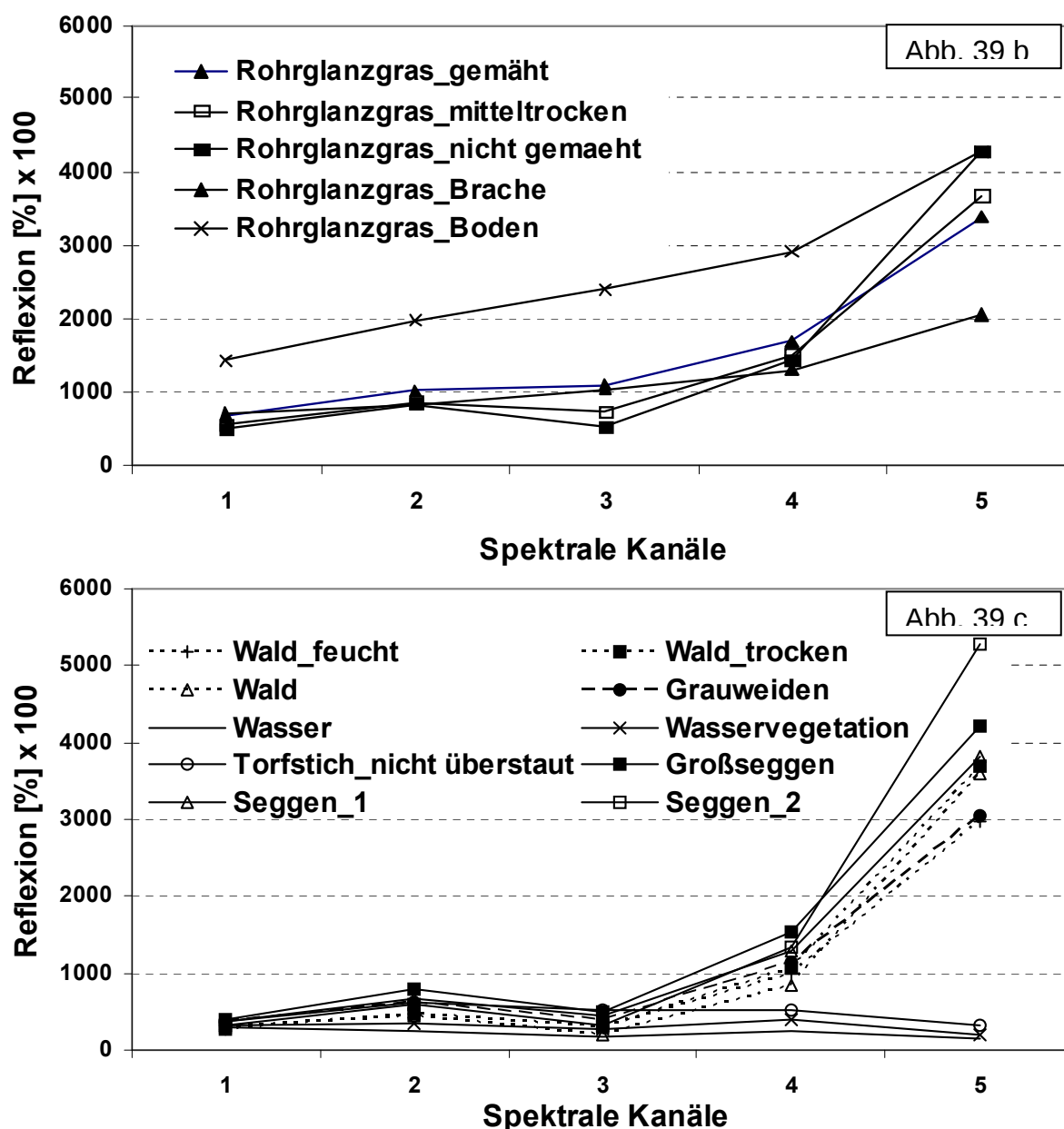


Abb. 39 (a): Mittlere Reflexion von Trainingsgebieten der Klassen Typha und Schilf 1-4 in den fünf Spektralkanälen von RapidEye

Abb. 39 (b): Mittlere Reflexion von Trainingsgebieten der Klassen Rohrglanzgras unterschiedlicher Bewirtschaftungszustände und Standortverhältnisse in den fünf Spektralkanälen von RapidEye

Abb. 39 (c): Mittlere Reflexion von Trainingsgebieten für die Klassen der Vegetationsformen Riede, Wälder, Gebüsche sowie der Klassen Wasser, Wasservegetation und Torfstiche_nicht überstaut in den fünf Spektralkanälen von RapidEye

Die Klassen innerhalb der Vegetationsform Röhrichte lassen sich mit Ausnahme von Schilf_4 im sichtbaren Licht kaum unterscheiden, zeigen aber im nahen Infrarot deutlich voneinander abweichendes Reflexionsverhalten (Abb. 39 (a)). Bei gleicher Spezies deutet abnehmende Reflexion im nahen Infrarot auf Veränderungen der Blattstruktur, wie sie mit zunehmender

Alterung auftreten, hin. Bei verschiedenen Spezies wird die Reflexion durch spezifische Blattstrukturen und die Bestandesarchitektur (Blattgrößen und –stellung) beeinflusst.

Bei den Rohrglanzgräsern wird das Reflexionsverhalten maßgeblich vom Bewirtschaftungszustand beeinflusst (Abb. 39 (b)). Sowohl im Rot, das von grüner Vegetation für Photosynthese absorbiert wird, als auch im nahen Infrarot ist die Trennbarkeit der Klassen gut sichtbar.

In Abb. 39 (c) sind neben den schwach reflektierenden Klassen Wasser, Wasservegetation und Torfstich_nicht überstaut die Klassen der Riede, Wälder und Gebüsche dargestellt. Insgesamt lassen sich die Klassen der Riede durch ein höheres Reflexionsniveau über fast alle Wellenlängenbereiche von den übrigen Klassen unterscheiden. Die Klasse Grauweiden weist gegenüber den Klassen der Wälder ein erhöhtes Reflexionsniveau im sichtbaren Licht, reflektiert aber im nahen Infrarot schwächer.

Die Trennbarkeit der Klassen innerhalb der Vegetationsformen Riede und Wälder ist wie bei den Röhrichten auf deutliche Unterschiede des Reflexionsverhaltens im nahen Infrarot zurückzuführen.

6.3.4.4 Klassifizierungsergebnis

Das Klassifizierungsergebnis ist in Abb. 40 dargestellt. Im Gegensatz zu den Trainingsgebieten lässt sich über die Qualität der Klassifizierung ohne eine abschließende Validierung keine Aussage treffen. Diese konnte bisher nicht durchgeführt werden. Eine visuelle Beurteilung der Ergebnisse zeigte jedoch zufriedenstellende Übereinstimmungen mit Vor-Ort Kenntnissen aus den Testgebieten Zarnekow und Anklam.

Die Flächenanteile der klassifizierten Vegetationsformen (Abb. 40) zeigen ein vollständig verändertes Bild gegenüber dem PEPL.

Der Anteil der Saatgrasländer hat sich seit den Umnutzungsmaßnahmen von 43 % in 1996 auf 23 % im Jahre 2009 nahezu halbiert.

Im Gegenzug haben sich Flächenanteile der Röhrichte und Riede mehr als verdreifacht. Lag der Anteil vor den Maßnahmen noch bei ca. 10 % bzw. 6 %, nahmen die Röhrichte im Jahr 2009 fast ein Drittel (ca. 32 %) und die Riede ein Fünftel (ca. 20 %) der Fläche ein.

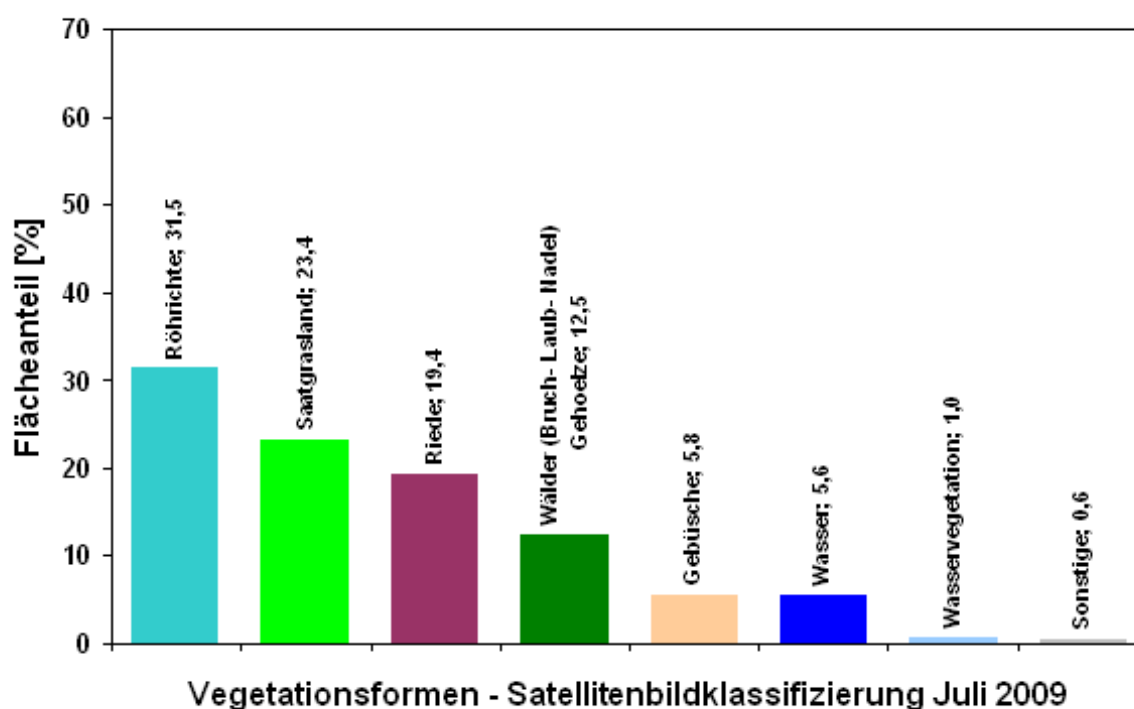


Abb. 40: Flächenanteile der Vegetationsformen der Satellitenbildklassifizierung 2009 auf Niedermoo-
ren

Der Anteil der Wälder ging von rund 18 % auf 12,5 % zurück. Bei den Gebüsches sind leichte Rückgänge zu verzeichnen (von 7,8 % auf 5,6 %). In etwa stabil blieb der Anteil der Wasservegetation mit je rund 1%.

Durch die Polderauflösungen und -flutungen erhöhte sich der Anteil offener Wasserflächen von 2,3 % auf 5,8 % im Jahr 2009.

6.3.5 Berechnung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation

6.3.5.1 Vorgehensweise

Angesichts der speziell im Bereich der Hydrologie lückenhaften Daten erscheint es sinnvoll, die Modellierung der Bilanz auf Grundlage der Zuordnung von Emissionsfaktoren zu den mittels Flächenkartierung und/oder Fernerkundung bestimmten Vegetationsformen vorzunehmen (Tabelle 9). Soweit aus den Vegetationsformen ersichtlich, fand dabei auch die aktuelle Intensität der Landnutzung Berücksichtigung (vgl. 6.3.3 und 6.3.4). Grundsätzlich wurde zuerst auf Emissionswerte zurückgegriffen, die im Schutzgebiet selbst ermittelt wurden. Das betrifft vor allem die Angaben mit der Kennzeichnung Zarnekow, vTI und Alnus. War dies nicht möglich, fanden gemittelte Werte Verwendung, die im Rahmen des BMBF-Verbundes „Klimaschutz durch Moorschutz“ entstanden sind (BMBF). Da das Peenetal sich innerhalb der im BMBF-Verbund untersuchten Region befand, sollten diese Daten prinzipiell auch hierfür repräsentativ sein. Erst wenn auch diese Datenquelle ausgeschöpft war, wurden

auch Befunde herangezogen, die bei analogen Vegetationsformen und sehr ähnlichen Standortbedingungen andernorts gewonnen wurden (Hydrobiologia). Das betrifft leider vor allem die sich nach Moorrenaturierung neu etablierenden Röhrichte, für die bisher nur sehr wenige Angaben vorliegen. Wegen partieller Diskrepanzen bei der Identifizierung und Differenzierung der Vegetationsformen vor und nach der Durchführung der Managementmaßnahmen konnte im Fall der Röhrichte und Wälder der Renaturierungseffekt nur auf der Grundlage sogenannter flächengewichteter Mittelwerte der Emissionsfaktoren erfolgen. Dieser Mittelwert ergab sich aus den Flächenanteilen identifizierter Röhricht- und Waldtypen (Tab. 9).

Besonders hervorzuheben ist der extrem hohe Emissionsfaktor von 72,8 t CO₂-Äquivalenten pro ha und Jahr für offene Wasserflächen. Dieser resultiert aus mehrjährigen Untersuchungen im Polder Zarnekow, welcher sich im Peenetal bei Demmin befindet. Ursache dafür sind die hier nach Überstau noch immer extrem hohen Methanemissionen. Einige Indizien sprechen dafür, dass dieser Wert vor allem wegen der spezifischen Verhältnisse im Polder Zarnekow derart ungünstig ausfällt, und daher wahrscheinlich nicht für alle überstauten Moorflächen ohne Vegetation zutreffen muss. Solange keine weiteren Messwerte für solche Flächen vorliegen, ist diese Vermutung aber nicht zu klären. Bis dahin muss dieser allein verfügbare Emissionsfaktor Verwendung finden. Insgesamt resultiert daraus eine sehr konservative Vorgehensweise, die mit großer Wahrscheinlichkeit die Klimawirkung der Moorrenaturierung im Peenetal nicht überschätzt, sondern vielleicht sogar unterschätzt.

Vegetationsform	Emissionsfaktor [t CO ₂ äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	Datenquelle
Wasser	72,80	Mittelwert Zarnekow überstaut
Wasservegetation	8,50	Hydrobiologia_very_moist_reeds
Röhrichte		
schilf_1_blaue	3,50	Hydrobiologia_wet_reeds
typha_1_dunkelgrün	8,50	Hydrobiologia_very_moist_reeds
schilf_2_türkis	3,50	Hydrobiologia_wet_reeds
schilf_3_grün	3,50	Hydrobiologia_wet_reeds
schilf_4_hellgrün	3,50	Hydrobiologia_wet_reeds
<i>Röhricht flächengewichtet</i>	<i>4,84</i>	
Riede	-0,90	BMBF_renaturiert
Feuchtwiesen	-0,90	BMBF_renaturiert
Saatgrasland		
rohrglanzgras_2_gemäht	29,00	BMBF_GL_NM_mittel_trocken
rohrglanzgras_3_mitteltrocken	18,10	BMBF_GL_NM_ext_trocken
rohrglanzgras_4_nicht_gemäht	7,50	BMBF_GL_NM_ext_nass
rohrglanzgras_1_brache	5,80	Mittelwert Zarnekow_wechselfeucht
rohrglanzgras_5_boden	7,50	BMBF_GL_NM_ext_nass
Frischwiesen u. Magerrasen		
Strandnelken-Schafschwingel-Rasen	18,10	BMBF_GL_NM_ext_trocken
Glatthafer-Straussgras-Weiderasen	29,00	BMBF_GL_NM_mittel_trocken
Staudenfluren		
ruderales Staudenfluren auf Mineralböden	0,00	Abschätzung_Mineralboden_Carbo_Europe

Schlankseggen-Pfeifengras-Staudenfluren	7,50	BMBF_GL_NM_ext_nass
Kammfarn-Pfeifengras-Fluren	18,10	BMBF_GL_NM_ext_trocken
Brennessel-Maedesuess-Staudenfluren	29,00	BMBF_GL_NM_mittel_trocken
Gebüsch	-5,93	Abschätzung VTI-Anklam
Wälder (Bruch- Laub- Nadel, Gehölze)		
wald_1_feucht	0,00	Abschätzung_Alnus
wald_2_trocken	-13,27	Abschätzung_vTI_Spreewald
wald_3	0,00	Abschätzung_Alnus
<i>Wälder flächengewichtet</i>	-4,34	
Sonstige		
torfstich_nicht_überstaut	19,36	BMBF_sonstiges
Acker	41,00	BMBF_Acker

Tab. 9: Den Vegetationsformen zugeordnete Emissionsfaktoren und Herkunft der entsprechenden Daten

Im Detail stehen die in Tabelle 9 angegebenen Abkürzungen für folgende Datenquellen:

- Abschätzung_ALNUS

BARTHELMES, A. JOOSTEN, H., KAFFKE, A. et al. (2005): Leitfaden Erlenaufforstung auf entwässerten Niedermooren. Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE) e.V., Greifswald

- BMBF

DRÖSLER, M. et al. (2011): Schlussbericht des BMBF-Vorhabens „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“.

- Abschätzung_vTI

Verbundprojekt „Organische Böden“ – Ermittlung und Bereitstellung von Methoden, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren für die Klimaberichterstattung LULUCF/AFOLU, Laufzeit 2009-2012, aktuelle Ergebnisse

- Mittelwert_Zarnekow

DRÖSLER, M. et al. (2011): Schlussbericht des BMBF-Vorhabens „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“.

„Hydrologische Umgestaltung des Kleinen Landgrabens und des Tollensetals“, Teilprojekt „Klimawirkung von Niedermooren“ Laufzeit: 2009-2012, aktuelle Ergebnisse

-Hydrobiologia

COUWENBERG, J., THIELE, A., TANNEBERGER, F., AUGUSTIN, J., BÄRISCH, S., DUBOVİK, D., LIASHCHYNSKAYA, N., MICHAELIS, D., MINKE, M., SKURATOVICH, A., JOOSTEN, H. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. Hydrobiologia (in press)

- Abschätzung_Mineralboden_Carbo_Europe

SCHULZE, E.D., LUYSSAERT, S., CIAIS, P., FREIBAUER, A., JANSSENS, I. A. et al. (2009): Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. NatureGeoscience 2, 842-850

6.3.5.2 Resultate der THG-Bilanzierung

Infolge der durchgeführten Maßnahmen hat sich die Klimawirkung (Gesamtemission) wenigstens um ca. 57.271 t CO₂-Äquivalente pro Jahr verringert. Das entspricht einer Reduktion um ca. 30% (Tabelle 10). Der Beitrag der einzelnen Vegetationsformen dazu fällt aber sehr differenziert aus. Infolge der Vernässungsmaßnahmen ging die Klimawirkung des Saatgraslandes sehr stark, um ca. 100.000 t CO₂-Äquivalente pro Jahr, zurück. Dafür stieg aber die Klimawirkung von Wasserflächen und Röhrichten wegen ihres jetzt viel größeren Flächenanteils deutlich an. Demgegenüber fielen die Veränderungen bei allen anderen Vegetationsformen vergleichsweise gering aus. Das betrifft auch die Staudenfluren, Magerrasen und Feuchtwiesen, deren Verschwinden vermutlich sowohl auf die Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen als auch die veränderte Methodik beim Erfassen von Vegetationsformen zurückzuführen ist.

Wegen der oben angedeuteten Probleme bei den Daten speziell für die renaturierten Flächen, d.h. den Wasserflächen und den Röhrichten, weist das Ergebnis dieser Modellierung noch erhebliche Unsicherheiten auf. So kann vor allem nicht ausgeschlossen werden, dass die hier verwendeten Emissionsfaktoren eine deutliche Unterschätzung der positiven Klimawirkung der Moorrenaturierung im Peenetal zur Folge haben. Um das zu klären, müssen zielgerichtet Gasflussmessungen bei den genannten Vegetationsformen durchgeführt werden.

	Emissionsrate vorher [t CO ₂ äq a ⁻¹]	Emissionsrate nachher [t CO ₂ äq a ⁻¹]	Reduktion [t CO ₂ äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	Reduktion (%)
Wasser	24.867,8	61.259,7		
Wasservegetation	1.600,5	1.261,8		
Röhrichte	6.844,9	22.789,2		
Riede	-828,1	-2.610,0		
Feuchtwiesen	-787,4	-		
Saatgrasland	159.457,0	59.773,7		
Frischwiesen u. Magerrasen	1.392,5	-		
Staudenfluren	12.268,7	-		
Gebüsche	-6.731,2	-5.143,0		
Wälder (Bruch-, Laub-, Nadel- gehölze)	-11.540,8	-8.120,8		
Sonstige	1.812,2	1.874,2		
Gesamtemission	188.356,1	131.084,8	5.7271,4	30,4
Emissionsrate pro Flächeneinheit [t CO ₂ äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	12,7	8,8	3,9	30,9

Tab. 10: Vergleich der Klimawirkung vor und nach der Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen im Peenetal

6.4 Pfrunger-Burgweiler Ried

6.4.1 Steckbrief

Das „Pfrunger-Burgweiler Ried“ liegt in Baden - Württemberg, im Grenzbereich der Landkreise Ravensburg und Sigmaringen zwischen den Gemeinden Ostrach und Wilhelmsdorf und zählt zum Naturraum Oberschwäbisches Hügelland.

Das Gebiet wurde 2002 in das Förderprogramm des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamt-staatlich repräsentativer Bedeutung aufgenommen. Das Naturschutzgroßprojekt startete somit im Jahr 2002 und endet im Jahr 2012.

Das Finanzvolumen des Vorhabens teilen sich die Projektförderer Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), das Land Baden-Württemberg und der Projektträger „Stiftung Naturschutz Pfrunger - Burgweiler Ried“.

Das Gebiet umfasst überwiegend Hoch-, Zwischen- und Niedermoorflächen sowie die Talniederung der Ostrach. Es besteht somit weitestgehend aus dem zusammenhängenden Torfkörper des Pfrunger-Burgweiler Rieds sowie unmittelbar angrenzenden Teilen seines oberirdischen Einzugsgebietes. Das Projektgebiet ist in zwei Teile gegliedert: Die zentralen Mooregebiete mit den bestehenden Naturschutzgebieten Pfrunger-Burgweiler Ried, Laubachmühle und Überwachsener See zählen zum 1.453 Hektar großen Projektkerngebiet. Dieses Projektkerngebiet wird von dem 1.392 ha großen, so genannten „Übrigen Projektgebiet“ umgeben, das vornehmlich als Pufferzone für das Kerngebiet dienen soll.

Bei dem Projekt handelt es sich um ein definiertes „Moorschutz“-Projekt dessen Hauptziele (1) die Unterbindung moorabbauender Prozesse, (2) die Wiederherstellung der ursprünglichen Wasserströme, (3) die Regeneration torfbildender, hydrologisch-trophisch ungestörter Moor-Ökosysteme und (4) die Erhaltung und Entwicklung der moor-typischen Faunen- und Florenelemente und ihrer Lebensgemeinschaften sind.

Zur Erreichung der Projektziele soll das gesamte Projektkerngebiet angekauft werden und somit in Besitz der öffentlichen Hand übergehen. Innerhalb des Kerngebiets kommt es zur Errichtung dreier „Schutzzonen“: Für die 642 ha große „Regenerationszone“ gilt das Leitbild „Naturnahes Moor“: Hier wird die Wiederherstellung von naturnahen Bedingungen angestrebt, unter denen Torferhalt und Torfwachstum garantiert sind. Dazu werden die mittleren Grundwasserstände auf ein Niveau von ca. 10 cm unter Geländeoberkante angehoben, als Zielnutzung ist lediglich natürliche Sukzession vorgesehen. Weiteres, menschliches Eingreifen in der „Regenerationszone“ ist ausgeschlossen. Innerhalb einer 472 ha großen „Stabilisierungszone“ gilt das Leitbild „Bedingt naturnahes Moor“. Dazu werden die Grundwasserstände auf ca. - 20 cm unter Geländeoberkante eingestellt. In dieser Zone soll über „Pflege im weiteren Sinn“, sprich über Nutzung als großflächige extensive Standweiden, als Heu-/Streuwiesen oder in Form sehr extensiver, naturnaher Waldwirtschaft der Torferhalt und eventuell auch ein Torfwachstum garantiert werden. Das Leitbild der dritten, 357 ha großen „Extensivierungszone“ ist das „Kulturbetonte Moor“. Mit dem Ziel starker Torfschonung erlaubt diese Zone eine angepasste, extensive Land- und Waldwirtschaft in Form von Öhmdwiesen, Silage-Heuwiesen, extensiven Stand- und Koppelweiden oder extensive naturnahe Waldwirtschaft.

Im Gegensatz zum Kerngebiet soll das umgebende „Übrige Projektgebiet“ nicht angekauft werden, sondern vielmehr im Privatbesitz der betroffenen Landwirte verbleiben. Die 1.932 ha gelten als „Bewirtschaftungszone“, deren Leitbild ebenso das eines „Kulturgeprägten Moores“ ist, wobei hier nur schwache Torfschonung angestrebt wird. Zielnutzung stellt hier eine angepasste Land- und Forstwirtschaft dar (BfN, 2011a, Riedstiftung, 2011).

Wie bereits erwähnt befindet sich das Naturschutzprojekt zum heutigen Zeitpunkt noch in der Umsetzung. Phase I des Projektes dauerte von 2002 bis 2005 und beinhaltete die Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplans (BfN, 2011a, Riedstiftung, 2011).

6.4.2 Maßnahmen

Nach Prüfung, Zustimmung und In-Kraft-Setzung des Pflege und Entwicklungsplans schloss sich unmittelbar Phase II (2005 bis 2012) an, die insbesondere den Grunderwerb sowie biotopersteinrichtende Maßnahmen (wie z.B. Wiedervernässung, Entbuschung und Erstmahd) sowie Maßnahmen zur Besucherlenkung umfasst (BfN 2011).

6.4.3 Hydrologie

Flurabstände Bestand

Aufgrund der durch Kapfer seit 2004 durchgeführten terrestrischen Vermessungen wurde festgestellt, dass das 2003 durch Befliegung erstellte DGM tendenziell im Mittel um 15 cm zu hoch liegt. Bei einem Moorschwind von 10 bis 15 mm pro Jahr dürften die aus dem (zu hohen) DGM erstellten Höhenlinien somit der Geländesituation von 1995 nahe kommen.

Der Moorwasserstandsgleichenplan aus dem Gutachten BLASY & MADER (1996) gründet auf einer Stichtagsmessung vom 21.08.1995. Da das Jahr 1995 relativ feucht war, entspricht diese Stichtagsmessung eher dem mittleren sommerlichen Wasserstand eines Durchschnittsjahres. Die Wasserstandsgleichen von BLASY & MADER wurden von Kapfer auf der Basis des Digitalen Geländemodells in Teilen angepasst.

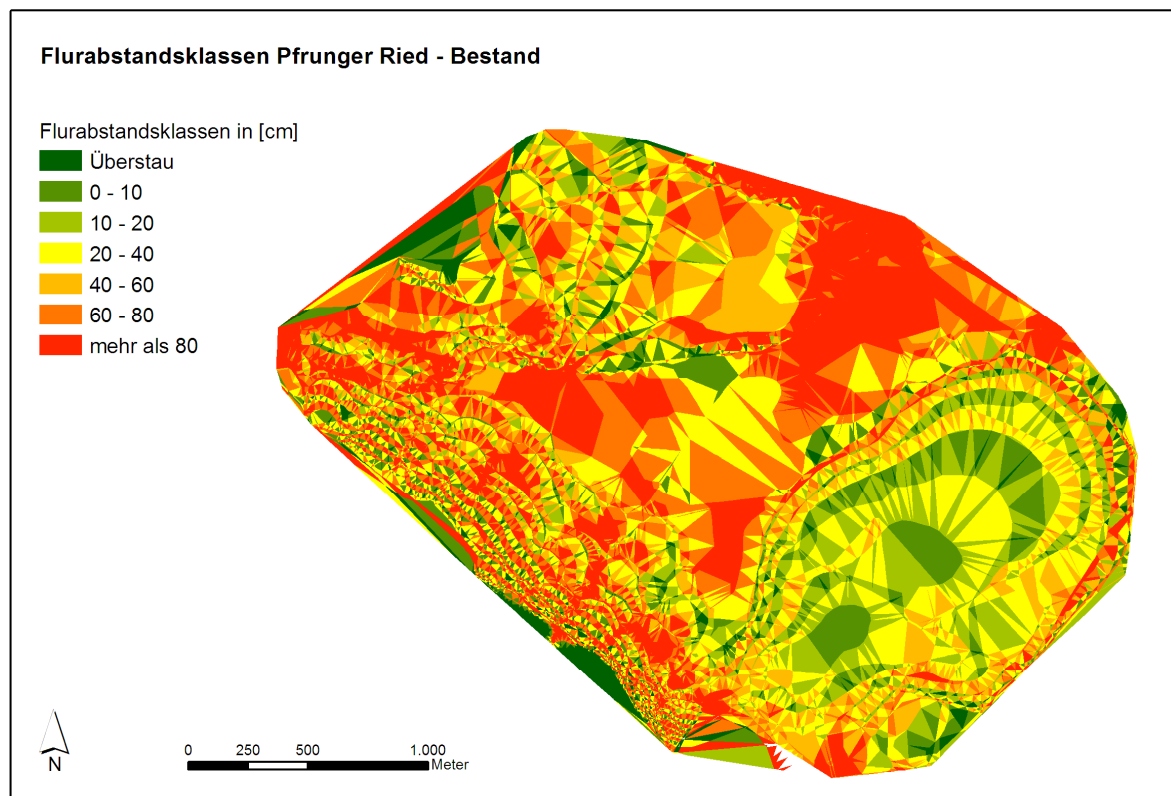


Abb. 41: Flurabstände vor Maßnahmen

Die abgebildeten Flurabstände wurden aus den Höhenlinien berechnet. Dazu wurde aus den Linien ein TIN erstellt. Bei dieser Triangulierung wird aus den Stützpunkten der jeweiligen Höhenlinien ein Netz aus jeweils dreieckigen Polygonen gebildet und für jedes dieser Polygone der mittlere Höhenwert errechnet. Dann wurde das TIN für die Geländehöhe mit dem TIN für die Wasserstände verschnitten und für jede der Verschnittflächen (ca. 20.000) der Flurabstand ermittelt. Der Flurabstand wurde dann noch in die festgelegten Flurabstandsklassen eingeteilt.

Flurabstände Prognose

Hierzu wurden Höhenlinien aus dem um -0,15 m umgerechneten DGM generiert und digitalisiert, da dieses besser der Situation von 2020 unter Berücksichtigung des weiteren Moorschwunds seit 2003 und des erwarteten Akrotelm-Wachstums bis 2020 entsprechen dürfte.

Die Wasserstandsgleichen von 2020 wurden anhand der Stauziele der Vernässungsbauwerke sowie den Werten des umgerechneten DGM abgeschätzt.

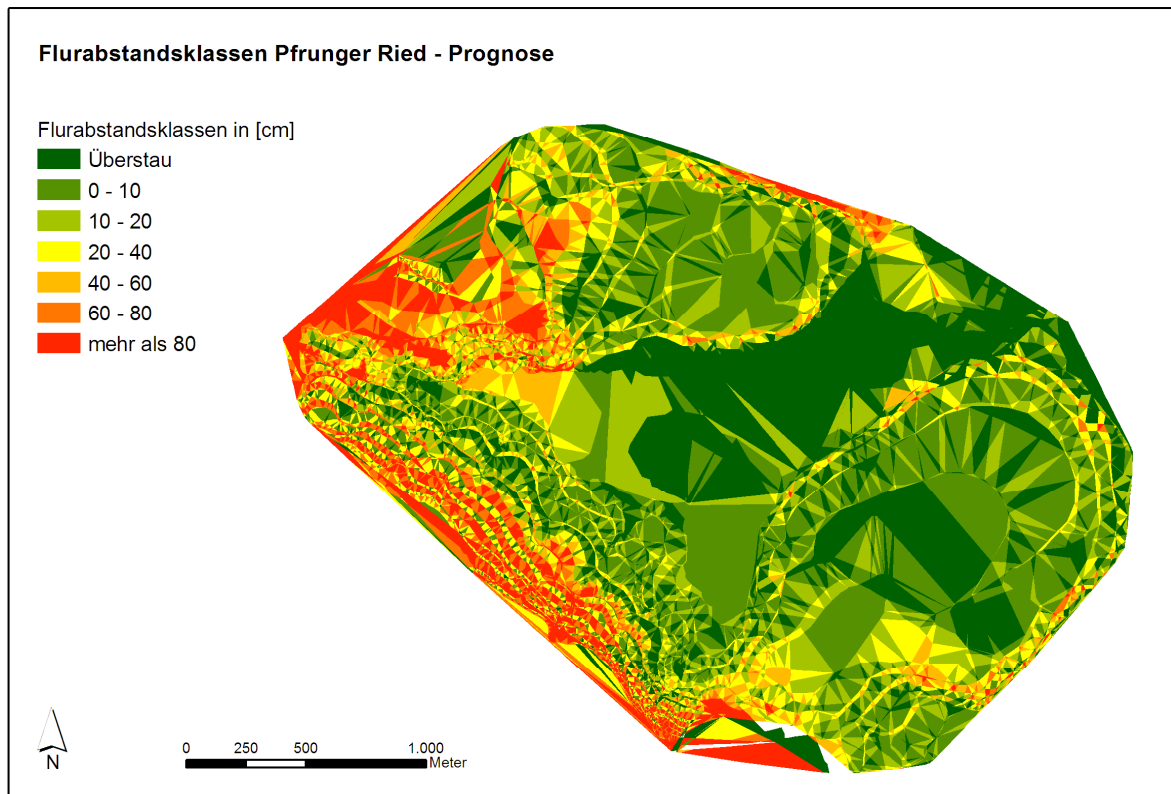


Abb. 42: Flurabstände nach Maßnahmen

Die abgebildeten Flurabstände wurden entsprechend der in Abb. 41 erläuterten Vorgehensweise aus den Höhenlinien berechnet.

Die Flächenanteile der Flurabstandsklassen sind in Abb. 42 im Vergleich vor und nach Maßnahmen (Prognose 20 Jahreszeitraum) dargestellt. Die relativ großen errechneten Überstauflächen sind mit der Unsicherheit des Höhenmodells versehen. Die geringen Überstauhöhen scheinen sich aber auf die gesamte Klimawirksamkeit nicht signifikant auszuwirken (s. Kap. 6.4.5).

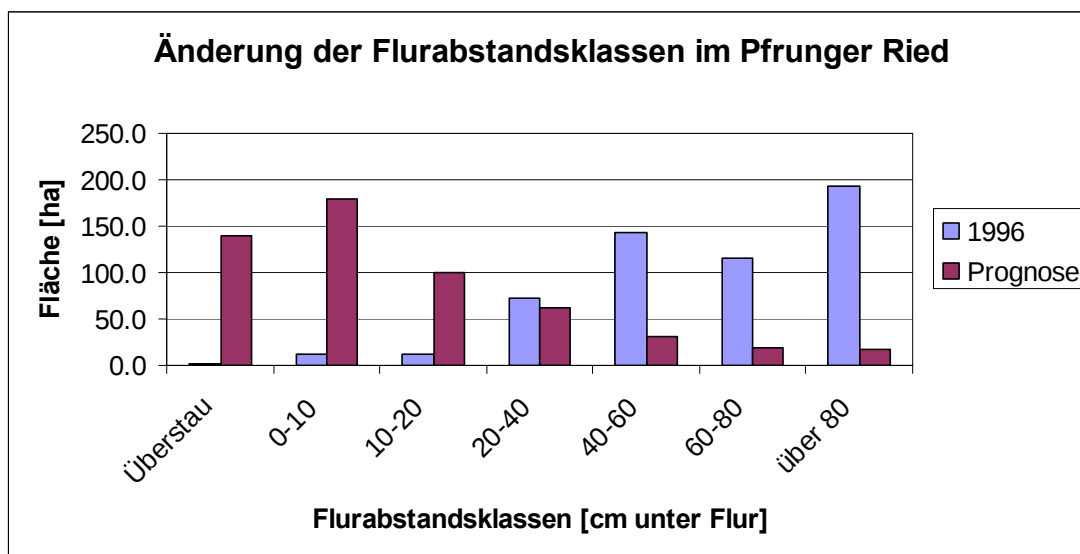


Abb. 43: Änderung der Flurabstandsklassen im Pfrunger-Burgweiler Ried der Mittelwasserstände zw. 1996 und Prognose

6.4.4 Nutzung und Vegetation

Für das Pfrunger-Burgweiler Ried wurden für die Planung des Vorhabens vorhandene Unterlagen ausgewertet und aufbereitet. Abb. 44 zeigt die Nutzung des Gebiets vor Maßnahmenbeginn.



Abb. 44: Nutzungskarte vor Maßnahmen



Abb. 45: Prognose der Nutzungen

Durch Kapfer wurde eine flächenscharfe Nutzungsdatei für die Situation vor Maßnahmen und die Prognose nach den Maßnahmen zusammengestellt. Diesen Nutzungen wurde dann aus der BMBF-Datenbank entsprechende Nutzungsintensitäten und Export-Werte zugeordnet, die dann mit den überlagerten Wasserstandsklassen in die Spurengasmodellierung (s. Kap 6.4.5) eingingen.

6.4.5 Modellierung der THG-Bilanz vor und nach den Maßnahmen: Mitigation

Für die vorliegende Studie konnte kein eigenes Spurengas-Messprogramm im Pfrunger-Burgweiler Ried durchgeführt werden, zumal die Zeiten vor und nach der Renaturierung im Vergleich betrachtet werden sollten und die Effekte nach Renaturierung prognostiziert werden sollten. Daher wurden die Jahresbilanzen für den Netto-Klimaeffekt der drei Gase (CO_2 -Äquivalente) in die Fläche modelliert. Methodisch wurde das Modell angewendet, das auf der Basis des BMBF-Projektes „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“ mit dem vorhandenen Gesamtdatensatz erstellt wurde (DRÖSLER et al. 2011; s. Abb. 6). Hier ist allerdings die Einschränkung zu berücksichtigen, dass ein Teil der Maßnahmenflächen bewaldet ist und die Modellparameter für diese Bestände noch nicht validiert sind. Im laufenden vTI-Projekt werden nun erstmals Moor-Wälder gemessen bzw. modelliert. Hier werden ab Ende 2012 belastbare Werte vorliegen.

Unter diesen Einschränkungen wurde das bestehende Modell dennoch auch für die Gesamtbestände angewendet, mit der Hypothese, dass sich in den meist lockeren Waldbeständen, die im Wesentlichen von Spirken mit sehr langsamem Wachstum bestockt sind, die Veränderung der Spurengasflüsse nach Management vorrangig durch die veränderten Mineralisationsbedingungen einstellen und andererseits die Spirken auch nach der Wiedervernässung keine signifikanten Wachstumsunterschiede aufweisen. Damit ist der Unterwuchs und Bodenpool derjenige, der den veränderten THG-Austausch bestimmt und diese Komponenten sind mit dem derzeitigen Modellansatz modellierbar. Damit sind wiederum die Wasserstandsmittelwerte und Landnutzungsintensitäten (siehe Kap. 6.4.3 und 6.4.4) für die Modellierung die entscheidenden Eingangsgrößen, die für die Situation vor und nach den Maßnahmen in ihrer jeweiligen Flächenausdehnung für die Flurabstandsklassen bestimmt bzw. prognostiziert wurden.

Die Modellierungsergebnisse werden als Statusvergleich ausgedrückt, d.h. es wird keine transiente Modellierung der Übergangsphasen durchgeführt, sondern dem Vergleich wird die Modellierung von stabilen Zuständen nach Managementänderung bzw. Wasserstandsänderung zu Grunde gelegt. Klassisch ist der Betrachtungszeitraum von 20 Jahren, der mit den vorhandenen Datensätzen abgebildet werden kann. Als Baseline wurde 2000 angenommen. Die Ergebnisse zeigen folgende Emissionssituation:

Für die Baseline 2000 (mit Wasserstandsmodell für 1996) wurde eine Gesamtemission für das Pfrunger-Burgweiler Ried von 15.323 t CO₂-Äquiv. pro Jahr modelliert, mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von ca. 27 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹. Für die Prognosesituation nach den Maßnahmen, wurde eine Gesamtemission von 4.132 t CO₂-Äquiv. pro Jahr modelliert, mit einem flächengewichteten mittleren Emissionsfaktor von ca. 7,5 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹.

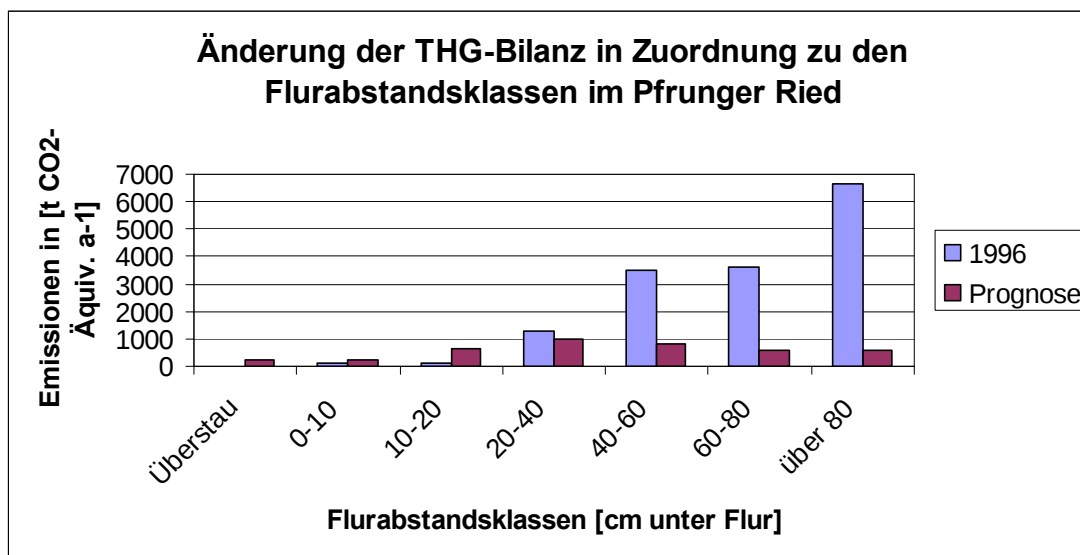


Abb. 46: THG-Bilanz im Pfrunger-Burgweiler Ried

In Abb. 46 sind die Beiträge der einzelnen Wasserstands-Klassen zu den jährlichen Gesamtgebietsemissionen aufgetragen. Die größten Emissionsreduktionen stammen aus den Wasserstandsklassen von über 80 cm unter Flur und den Klassen 60-80 cm und 40-60 cm

unter Flur. Diese Klassen haben an Gesamtfläche verloren (s. Abb. 43). allerdings sind hier unter den Flächen mit über 80 cm unter Flur auch große Waldbereiche, deren Gesamtbilanz mit dem bestehenden Modellierungsansatz Unsicherheiten aufweist (s.o.).

- **Insgesamt können in der Summe die naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen im Pfrunger-Burgweiler Ried zu einer mittleren Einsparung von ca. 7.415 t CO₂-Äquiv. pro Jahr führen.**

Diese prognostischen Aussagen bedürfen aber an dieser Stelle eines direkten Monitorings der Emissionsreduktionsprofile. Die Maßnahmenplanung für die erzielbaren Wasserstände hat bereits die Zielvorstellungen aus Sicht der Klimarelevanz miteinbezogen. Die prognostizierten Zustände sind damit bereits ein Ergebnis der Einbeziehung des aktuellen Kenntnisstandes zu den Maßnahmenausprägungen für die Erreichung der Synergien zwischen Naturschutz und Klimaschutz. Hier erscheint kein Bedarf, die Planungen in eine bestimmte Richtung weiterzuentwickeln. Allerdings wäre ein stoffhaushaltliches Monitoring zur Absicherung der THG-Einsparungspotenziale gerade in den Waldflächen dringend geboten. Hier kann ggf. das anlaufende Baden-Württembergische Programm zur Spurengasmessung in Mooren eine Lücke füllen.

6.5 Klimarelevanz der Testgebiete im Vergleich

In dieser Zusammenschau wird die Klimarelevanz der vier betrachteten Großschutzgebiete vor und nach den Maßnahmen im Vergleich tabellarisch dargestellt (s. Tab. 11). In allen Gebieten haben die naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen zu einer erheblichen Reduktion der Klimabelastung geführt. Diese Einsparungen liegen zwischen ca. 7.415 und mind. 57.000 t CO₂-Äquiv. / Jahr. Damit ergibt sich je nach Gebiet und durchgeführten Maßnahmen ein Fächer von ca. 4 bis 15,5 t CO₂-Äquiv. /ha und Jahr als Einsparungsbetrag. In den Perspektiv-Berechnungen für die Vision der Einstellung von optimierten Wasserständen für die Gesamtgebiete sind bis zu 26 t CO₂-Äquiv. /ha und Jahr Einsparung als Mittelwert zu erwarten. Im Peenetal war es leider nicht möglich, den bi-faktoriellen Modellierungsansatz zu verwenden, da aufgrund fehlender Eingangsdaten (z.B. Höhenmodell) die Methodik nicht anwendbar war. Daher wurde hier, wie in Kap. 3.1. beschrieben mit Chronosequenzen gerechnet. Beide Verfahren sind aber robust, so dass die Ergebnisse als vergleichbar eingeschätzt werden.

Gebiet	Gesamtgebietsgröße [ha]	CO ₂ -Vermeidung [t CO ₂ -Äquiv. a ⁻¹]	CO ₂ -Vermeidung pro Hektar [t CO ₂ -Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]	Berechnungsmethode
Wurzacher Ried	1.625 ^A 1.221 ^B	11.397 26.184 ^C	7 9.3 21.5	Modellierung (nach Drösler et al. 2011; s. Kap. 3.2)
Ochsenmoor	923	11.020 ^D 14.293 ^E 24.321 ^C	12 15.5 26.3	Modellierung (nach Drösler et al. 2011; s. Kap. 3.2)
Peenetal	14.925	57.271 ^F 79.516 ^G	3.8 5.3	Chronosequenz über Vegetations-/Nutzungstyp (s. Kap.3.1)
Pfrunger-Burgweiler Ried	549	7.415	13.5	Modellierung (nach Drösler et al. 2011; s. Kap. 3.2)

Tab. 11: Vergleich der Einsparungsleistungen der verschiedenen betrachteten Gebiete

A: Gesamtgebietsfläche; B Flächen-Einfluss der Maßnahmen; C Vision bei gesamtflächenhaft optimiertem Wasserstand (Klasse 0-10 cm) und Nutzungsaufgabe; D Modellierung mit Vorher-Wasserstand aus 1991; E Modellierung mit Vorher Wasserstand aus dem Mittelwert der Nutzungstypen der BMBF-Datenbank; F Konservativer Ansatz mit Überstau-EF aus dem Polder Zarnekov (Peenetal). G mit Überstau-Mittelwert aus der BMBF-Datenbank

7 THG-Prognose in Gebieten, in denen Management geplant ist (Modul 7.2)

7.1 Allgäuer Moorallianz

7.1.1 Steckbrief

Das Projekt „Allgäuer Moorallianz“ steht als Repräsentant für ein Gebiet, in welchem ein Moormanagement unmittelbar bevorsteht und somit eine Kostenmodellierung in die Zukunft erfolgen sollte. Die Region liegt im bayerischen Allgäu in den Landkreisen Oberallgäu und Ostallgäu. Kerngebiete sind die Vorland-Moore der Iller- und Lech-Vorberge. Die Allgäuer Moorallianz wurde 2009 als Gewinner des BfN Wettbewerbs IDEE.NATUR in das Förderprogramm des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung aufgenommen. Das rund 15.000 ha große Projekt-Kerngebiet besteht aus fünf Teilgebieten (800-6.100 ha) und umfasst 15% der bayerischen Hoch- und Übergangsmoore. Ziele der Gebietsentwicklung im Rahmen des BfN-Projektes sind insbesondere (1) der Erhalt und die Renaturierung wertvoller Mooregebiete durch Flächenankauf und Wiedervernässung, (2) eine angepasste Streu- und Nasswiesennutzung durch extensivierte Mahd bzw. Beweidung sowie (3) die Initiierung von Wertschöpfungsketten in Tourismus und Landnutzung. Für eine Laufzeit von 11 Jahren stehen dem Projekt rund 8,7 Mio. Euro zur Verfügung, davon rund 7,1 Mio. Euro für den Teilbereich Naturschutz, 1,6 Mio. Euro für den Teilbereich Ländliche Entwicklung. Förderphase I des Teilprojekts Naturschutz, die den Zeitraum von 2009 bis 2011 einnehmen wird, beschäftigt sich mit der Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplans und ist mit einem Finanzvolumen von 0,9 Mio. Euro ausgestattet. Förderphase II, im Zeitraum 2012 – 2020, hat ein geplantes Budget von 6,2 Mio. Euro und beinhaltet die Umsetzung der im PEPL erarbeiteten Maßnahmen. Das Finanzvolumen im Teilprojekt Naturschutz während der Laufzeit des Vorhabens teilen sich BMU/BfN (75%) das Land Bayern (15%) und die projekttragenden Landkreise (10%). (BfN, 2011c; BfN, 2011d)

7.1.2 Planungsgrundlagen

Derzeit ist ein Pflege- und Entwicklungsplan in Arbeit, der durch den „Zweckverband Naturschutzgroßprojekt Allgäuer Moorallianz“ beauftragt wurde.

Im Folgenden ein Auszug aus dem ersten Zwischenbericht zum Pflege- und Entwicklungsplan (WAGNER & WAGNER (2011): Erster Zwischenbericht zum Pflege und Entwicklungsplan Naturschutzgroßprojekt Allgäuer Moorallianz. Im Auftrag des Zweckverbands Naturschutzgroßprojekt Allgäuer Moorallianz, Marktoberdorf. S. 126) hinsichtlich der Grundausrichtung der Pflege- und Entwicklungsplanung:

„12.5 Ziele des abiotischen Ressourcenschutzes

In den Naturschutzgesetzen sind Ziele formuliert, die sich allein auf die abiotischen Ressourcen, also zum Beispiel Klima, Böden und Gewässergüte beziehen. Beispielsweise besteht das Ziel "Böden so zu erhalten, dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können", wobei "Naturgüter, die sich nicht erneuern, ... schonend zu nutzen" sind (Bundesnaturschutzgesetz §1). Aus Sicht des abiotischen Ressourcenschutzes bestehen im Projektgebiet mit seinem hohen Anteil an Moorböden insbesondere folgende Umweltschutzziele:

- Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen aus der Zersetzung entwässerter Torfe. Wiederherstellung der Kohlenstoff-Senkenfunktion der Moore.
- Vermeidung von Nährstoffausträgen aus der Torfmineralisation.
- Erhöhung des Retentionsvermögens der Landschaft aus Gründen der Hochwasservorsorge.

In vielen Fällen gehen diese Ziele mit den zentralen Naturschutzzielen, wie zum Beispiel dem der Erhaltung und Entwicklung naturnaher Moorökosysteme, einher. Dann kommt ihnen eine hohe Priorität zu. In alleiniger Form wird ihnen im Rahmen des Pflege- und Entwicklungsplans aber keine hochrangige Bedeutung beigemessen. So wird beispielsweise dem Ziel, durch Torfmineralisation bedingte Nährstoff- und Gasausträge zu reduzieren, dann höhere Bedeutung zuteil, wenn hierdurch gleichzeitig Arten- und Biotopschutzziele erreicht werden können. Dies ist im Bereich "ausgeräumter", weiträumig intensiv genutzter Moorflächen, in denen sich für den Artenschutz kaum noch ein Entwicklungspotential ergibt, häufig der Fall.“

Es scheint, entsprechend der bisherigen Zielsetzung des Förderinstrumentes „Naturschutz-Großprojekte“ (vor Positionspapier BfN, 2010), dass die Grundausrichtung der Pflege- und Entwicklungsplanung schwerpunktmäßig auf Arten- und Biotopschutzziele ausgerichtet wird. Die Ökosystemfunktionen und ökologischen Serviceleistungen und hier die Regelungsfunktion für klimarelevante Spurengase werden hier wohl bisher nicht vorrangig berücksichtigt. Im sozioökonomischen Fachbeitrag (Auftragnehmer: TU München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus mit Boku Wien) für die AMA war geplant, die Ergebnisse des BfN-Projektes über die Klimawirksamkeit der geplanten Maßnahmen (Modellierung Vegetationsökologie Weihenstephan) in der Allgäuer Moorallianz aufzunehmen und mit den eigenen Ergebnissen zu den Kosten der Maßnahmen zu verknüpfen. Dies kann nun aufgrund der fehlenden Ergebnisse des BfN-Projektes nicht in dieser Form bedient werden. Die Klimawirksamkeit der Maßnahmen konnte wegen den fehlenden Planungsgrundlagen (PEPL) nicht berechnet werden.

Die derzeitige Aussageschärfe erlaubt noch nicht, dass die Pflege- und Entwicklungsplanung hinsichtlich ihrer Klimarelevanz modelliert werden kann. Hierzu sind flächenscharfe Aussagen zu den einzelnen zu renaturierenden bzw. zu entwickelnden Mooregebieten erforderlich, die den Vergleich der Bestands- mit der Zielsituation zulassen. Dies sollte in Zukunft mit einem eigenen Schwerpunkt im Rahmen eines Folgeprojektes geleistet werden. Voraussetzung ist aber, dass die Datenlage die Modellierungen zulässt.

7.1.3 Input zu Klimaschutz durch Moorschutz

Die Maßnahmen in der Allgäuer Moorallianz werden von Günter Riegel koordiniert, der wachsam die weitere Entwicklung des Wissensstandes verfolgt. Zu verschiedenen Gelegenheiten nahm er an Veranstaltungen teil, in denen der Projektleiter den Stand des Wissens zu Klimaschutz durch Moorschutz in Vorträgen oder Workshops vermittelt hat. Auch im Rahmen der angekoppelten Klip2020-Aktivitäten wurde immer wieder Austausch gepflegt, um die Ziele des Klimaschutzes mit den Moorschutz- und Naturschutzzielen abzugleichen.

Beim „Aktionstag Moore, Klima – Zukunft“, Sonthofen – 25.02.2011 war der Projektleiter eingeladen, um mit einem Vortrag die Synergien zwischen Moorschutz und Klimaschutz umfassend zu erläutern. Einer der beiden im Zweckverband Allgäuer Moorallianz vertretenen Landräte wurde dadurch für die Thematik sensibilisiert.

In einem Folgeprojekt müsste formalisiert die Klimaschutzleistung in die Planungen mit eingebracht werden und dann auch auf der Basis eines fertig gestellten Pflege- und Entwicklungsplans entsprechend die Quellen- und Senkenfunktion modelliert werden. Dies sollte durch die im Rahmen des BMBF-Projektes aufgebaute Expertise erfolgen, die von der Vegetationsökologie Weihenstephan (HSWT) gehalten wird.

8 Ökonomie (Modul 8)

8.1 Methodik und Datengrundlage

Im folgenden Kapitel wird die Methode und Datengrundlage zur monetären Bewertung der Effekte (der Minderung) klimarelevanter Gase beschrieben. Das Kapitel gliedert sich dabei in vier Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die Hintergründe und das Vorgehen zur Analyse der Mittelflüsse dargestellt. Im zweiten Abschnitt werden die bei der Bewertung herangezogenen Kostenpositionen und die Behandlung der Positionen im Modell beschrieben. Im dritten Abschnitt wird das ökonomische Modell dargestellt, welches zur Ableitung jährlicher Kosten entwickelt wurde. Außerdem werden im dritten Abschnitt die Szenarien erläutert, unter denen das Modell angewendet wurde. Ferner beinhaltet der dritte Abschnitt das Vorgehen zur Ableitung der „Vermeidungskosten“, sprich, hier wird die Gegenüberstellung der jährlichen Kosten mit den jährlichen Einsparungen an Treibhausgasen erläutert. Der vierte Abschnitt gibt einen regionenweisen Überblick über die zur ökonomischen Bewertung zur Verfügung stehende Datenbasis. Zudem wird hier die zur Verfügung stehende Datenbasis diskutiert.

8.1.1 Analyse der Mittelflüsse

Zur monetären Bewertung einer Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen, die durch Naturschutzvorhaben realisiert werden kann, muss der Fluss an finanziellen Mitteln betrachtet werden der über den gesamten Zeitraum der Umsetzung der Vorhaben aufgebracht wurde bzw. werden soll. Dabei ist es essentiell, den Mittelfluss vollständig erfassen zu können. Vollständigkeit kann nur dann erreicht werden, wenn **sämtliche** Mittel die zur Herbeiführung einer Minderung der Treibhausgasemissionen eingesetzt wurden bekannt und in ihrer Höhe definiert sind. Des Weiteren - um erreichte Minderungen an Treibhausgasemissionen dem „Einsatz“ und der Förderung unterschiedlicher Geldgeber zuweisen zu können – müssen die unterschiedlichen Herkünfte der Mittel nachvollzogen werden. Abbildung 47 stellt die typischen Mittelflüsse und Mittelherkünfte öffentlich geförderter Naturschutzvorhaben im zeitlichen Ablauf dar.

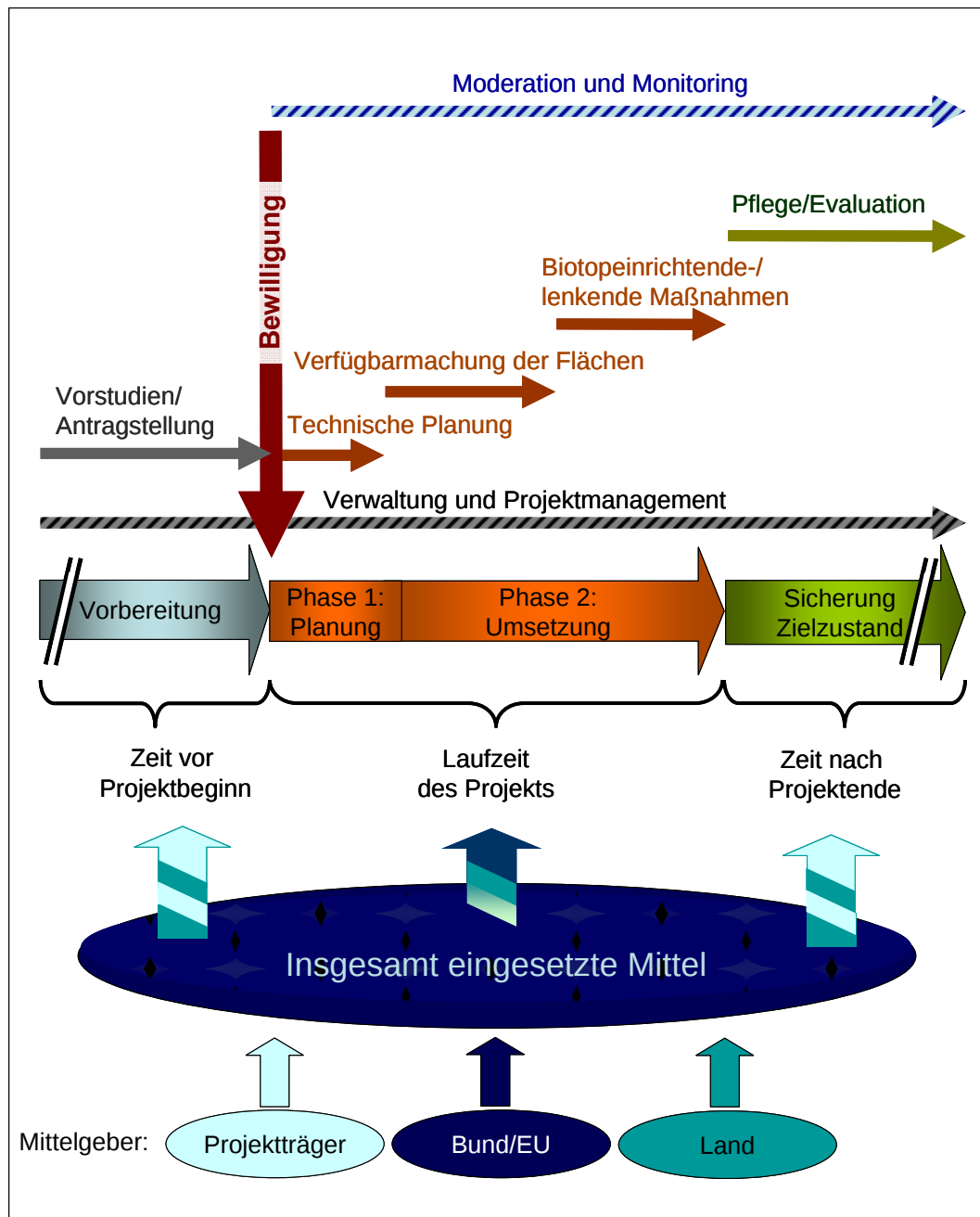


Abb. 47: Typische Mittelflüsse, Mittelherkünfte und Projektphasen

Quelle: eigene Darstellung

Generell sind Naturschutzprojekte – unabhängig ob oder unter welchem Programm sie gefördert werden – durch einen vergleichbaren Ablauf zeitlich aufeinanderfolgenden „Phasen“ charakterisiert: Vor Beginn des eigentlichen (geförderten) Naturschutzprojekts findet immer ein Vorlauf statt, der bereits personelle und somit auch finanzielle Kapazitäten beansprucht (selbst im Falle „ehrenamtlicher“ oder auch „freizeitlicher“ Tätigkeiten könnten hier durchaus die Opportunitätskosten der eingesetzten Arbeit angesetzt werden). Der Vorlauf in der Zeit vor Projektbeginn beinhaltet einerseits eine zumeist konkrete Phase, in der das Projekt aktiv vorbereitet wird (Projektkonzeption für die Antragstellung). Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwieweit auch weitaus differenziertere Vorläufe berücksichtigt werden müssten. So können öffentlich geförderten Projekten bereits Vorläuferprojekte oder sonstige Renaturierungsvorhaben vorangegangen sein, aus denen sich ein Projekt bzw. eine Projektidee überhaupt

erst entwickelte. Auch können bereits umfassende Planungen oder Gutachten über die schutzwürdige Region erstellt worden sein, deren Expertise sich das Projekt bedient. Hierbei ist anzumerken, dass dieser „Vorlauf“ bereits einen erheblichen zeitlichen Umfang eingenommen haben und der verbundene finanzielle Aufwand durchaus bedeutend gewesen sein kann.

Mit der Bewilligung des Projektantrages beginnt die eigentliche Laufzeit des Projektes. Diese lässt sich normalerweise in zwei Hauptprojektphasen gliedern, nämlich die Phase für Planung (Phase 1), sowie die Implementierungs-Phase (Phase 2) in welcher die vorausgegangenen Planungen umgesetzt werden. Die Phase der Planung ist zeitlich begrenzt und macht meist nicht mehr als ein Viertel der gesamten Projektlaufzeit aus. Den größten zeitlichen Umfang innerhalb der Projekte nimmt somit die Phase der Umsetzung ein.

Nach Abschluss der Naturschutzvorhaben folgt die Phase der Sicherung und des Erhalts des Zielzustandes. Sie zeichnet sich insbesondere aus durch die fortlaufende Pflege pflegebedürftiger Flächen, durch die Durchführung von Evaluation und Monitoring und die Instandhaltung und gegebenenfalls Erneuerung der benötigten Infrastruktur (z.B. wasserbauliche Anlagen, Besucherlenkung, etc.). Die Phase der Sicherung des Zielzustandes kann dabei im Grunde genommen einen „unendlichen“ Zeitraum einnehmen bzw. zum einen zumindest den Zeitraum, in dem der erlangte Zielzustand der „erwünschte“ Zielzustand ist, zum anderen sicherlich solange es möglich ist, den finanziellen Aufwand zum Erhalt des Zielzustandes zu leisten.

Die Quellen der Finanzierung der einzelnen Phasen sind vielfältig. Dies gilt insbesondere für die Deckung von Kosten, die vor der tatsächlichen Projektlaufzeit anfallen. Je nachdem, welche Art von eventuellen Vorläuferprojekten und Vorlaufplanungen stattgefunden oder auch private Interessen in die Region bestanden haben, können unterschiedlichste Institutionen oder Personen die Entwicklung des Gebietes finanziell unterstützt haben (z.B. Landkreise, Gemeinden, Vereine, Stiftungen, Privatpersonen, etc.). Der einzige Zeitraum in der Phase vor Projektbeginn, in welchem die Finanzierung transparenter erscheint, ist die Phase der Antragsstellung für das konkrete Projekt; jene entfällt zumeist auf die jeweiligen Förderungsempfänger.

Eine „klar geregelte“ Finanzierung – und somit die Möglichkeit einer eindeutigen Zuweisung der Mittelflüsse – ist normalerweise während der tatsächlichen Projektlaufzeit und zumeist auch nach Abschluss der Projekte gegeben. Wie in Abbildung 47 dargestellt, werden die finanziellen Mittel zur Umsetzung öffentlich geförderter Naturschutzvorhaben in der Regel zwischen Bund oder Europäischer Kommission, den Ländern und den jeweiligen Projektträgern (Landkreise, Gemeinden, Naturschutzzentren, Zweckverbände, etc.) anteilig aufgeteilt. Für deutsche Naturschutzgroßprojekte, die im Rahmen des Förderprogrammes des Bundes zur Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung unterstützt werden, werden in der Regel 75% der Kosten vom Bund, 15% vom jeweiligen Land und 10% vom jeweiligen Projektträger übernommen (BfN 2011b).

Was den Beitrag der Europäischen Kommission zu deutschen Naturschutzgroßvorhaben betrifft, ist es in erster Linie das Förderprogramm „LIFE-Nature“ das betrachtet werden sollte. „LIFE-Nature“ unterstützt Naturschutzprojekte, die dazu beitragen natürliche Lebensräume oder Artenpopulationen in einem naturschutzfachlich vorteilhaften Zustand im Sinne der FFH-Richtlinie zu erhalten oder in einen solchen zurückzuführen. (European Commission, 2011c). In EU-geförderten Projekten (z.B. LIFE- Nature/Natura 2000) deckt die Ko-

finanzierung der Europäischen Kommission in der Regel 50% der förderfähigen Kosten, die restlichen Kosten müssen vom jeweiligen Förderungsempfänger (z.B. Länder, Projektträger) gedeckt werden. Ausnahmen von dieser Mittelverteilung werden gemacht wenn die Projekte prioritäre natürliche Lebensraumtypen oder prioritären Arten, die in der FFH-Richtlinie beschrieben sind, berücksichtigen. In solchen Fällen kann die Förderung der „LIFE-Nature“ Projekte durch die EU auch bis zu 75% betragen (EUROPEAN COMMISSION, 2011c).

Die Regelung der Finanzierung nach Abschluss der Vorhaben erfolgt in der Regel vor Beginn der Projektumsetzung und ist inzwischen prüfungsrelevanter Bestandteil des jeweiligen Antrags auf Förderung des Projektes. So führen zum Beispiel die „LIFE+ Nature and biodiversity - Guidelines for applicants“ im Inhaltspunkt „General principles of LIFE+ Nature funding“ zum Thema „Long term sustainability of the project and its actions“ aus, dass “[...] LIFE+ Nature projects will often represent a considerable investment, and the Commission attaches a great importance to the long term sustainability of these investments. For this reason, it is obligatory that throughout the duration of the project, the beneficiaries consider how these investments will be secured, maintained, developed and made use of after the end of the project. This should be built into the proposal. This aspect will be carefully checked during the evaluation process“ (European Commission, 2011). Getragen wird die Finanzierung der Folgekosten zur Sicherung des Zielzustandes nach Projektende in der Regel durch die jeweiligen Förderungsempfänger, sprich von den Ländern und/oder den unterschiedlichen Projektträgern.

Analyse der Mittelflüsse im Rahmen des Projektes:

Im Rahmen des Projektes erfolgt die Analyse der Mittelflüsse für die untersuchten Naturschutzgroßprojekte entlang der vorangegangenen Beschreibung der typischen Mittelflüsse in öffentlich finanzierten Naturschutzgroßvorhaben. Soweit es die gegebene Datengrundlage zulässt (vergleiche Abschnitt 4 und 5), erfolgt zunächst die Erfassung sämtlicher Mittel, die in den unterschiedlichen Phasen der Projekte geflossen sind, nach deren Höhe und Mittelherkunft. Wie bereits aus der Beschreibung der Projekte ersichtlich, fanden die untersuchten Projekte in unterschiedlichen Zeiträumen statt, zum Teil bereits vor oder während der Währungsumstellung von DM auf Euro. Um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsobjekte zu gewährleisten, wurden daher sämtliche Mittelflüsse über die Endwertmethode auf das Jahr 2012 mit dem Zinsfuß einer langfristigen Kapitalanlage aufgezinnt ($i=0,025$) und unter Verwendung des Umrechnungsfaktors 1,95583 auf Euro umgerechnet.

$$K_T = \sum_{t=t_0}^T K_t * q^{T-t}$$

Dabei sind:

- t_0 = erstes Jahr der Investition
- T = 2012
- K = Gegenwartswert des eingesetzten Kapitals zum Zeitpunkt t)
- i = Kalkulationszinssatz und $q = 1 + i$

8.1.2 Analyse der Kostenpositionen

Die Bestimmungen der verschiedenen Förderprogramme öffentlich geförderter Naturschutzgroßvorhaben beinhalten „förderfähige Kostenpositionen“ die sich im Grunde – über die unterschiedlichen Programme hinweg – entsprechen: Die Förderungen werden zu einem großen Anteil für die Verfügbarmachung der schutzwürdigen Flächen gewährt. Des Weiteren stellen die Umsetzungsplanung, biotopeinrichtende und lenkende Maßnahmen, anfallender Personal- und Sachmittelaufwand, projektbezogenen Informationstätigkeiten (z.B. Stakeholder-Prozesse) sowie die im Rahmen des Projekts vollzogene Evaluierung förderfähige Kostenpositionen dar (BfN, 2011; European Commission, 2010b). Tabelle 12 gibt einen detaillierten Überblick über die Kostenpositionen, die in der Regel innerhalb der Laufzeit eines Naturschutzgroßprojektes und im Anschluss an die Projekte zur Sicherung der Zielzustände bedient werden.

	Kostenpositionen	Beschreibung
Projekt Phase 1: Planung (P 1)	Vorbereitende Maßnahmen	Den Projektzielen klar zuordenbare Vorbereitungen z.B.: • Vorstudien (z.B. sozioökonomische Analyse) • Stakeholderprozess/Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Akzeptanzanalyse, Einbezug von Expertenwissen) • Genehmigungsverfahren
	Projektplanung	Den Projektzielen klar zuordenbare Planungen z.B.: • Pflege- und Entwicklungsplan
Projekt Phase 2: Umsetzung (P.2)	Verfügbarmachung der Flächen	• Flächenankauf • Langfristige Flächenpacht • Ausgleichszahlungen für entgangenen Gewinn
	Biotop-einrichtende und biotoplenkende Maßnahmen	• Initiierung des Zielzustandes • Anschaffung von Infrastruktur (Maschinen, Viehherden, Wegebau, etc.) • Bauplanung (inkl. Genehmigungen) • Maßnahmenspezifische Stakeholderprozesse • Maßnahmen zur Renaturierung und Management (Wassermanagement, Initiierung der Sukzessionsprozesse, etc.) • Maßnahmen für die Besucherlenkung
Projekt phasenübergreifend (P.3)	Organisation/ Management	• Personalkosten für Projektmanager und Bearbeiter • Sach-, Reisekosten
	Öffentlichkeitsarbeit / Monitoring	• Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit • Evaluierung
Anschlussphase (A)	Folgekosten	Sicherung des Zielzustandes • Wartung und Instandhaltung der geschaffenen Infrastruktur • Pflege von Flächen Auftragspflege, Vertragsnaturschutzprogramme • Monitoring und die Evaluierung • Personalkosten

Tab. 12: Darstellung der Kostenpositionen

In der Planungsphase (Phase 1) öffentlich gefördert werden Kosten für Vorbereitungen und Planungen, die den Projektzielen klar zuordenbar sind. Dazu gehört zum einen die Durchführung von Maßnahmen, welche eine Umsetzung überhaupt erst ermöglichen (z.B.: Akzeptanzförderung, Genehmigungen, etc., und, falls nötig, Schlichtungsprozesse) und zum anderen die notwendige „technische Projektplanung“ (z.B.: Erstellung des PEPL inklusive sozio-ökonomischer Untersuchungen). Die Kostenpositionen der Planungsphase müssen im Finanzierungsplan eines Projektes ausgewiesen und detailliert dokumentiert werden.

In der Implementierungsphase (Phase 2) gefördert werden Kosten für Maßnahmen, die konkret die naturschutzfachlichen Ziele des Projekts umsetzen und Landnutzungsänderungen herbeiführen.

Verfügbarmachung von Flächen: Landnutzungsänderungen haben Auswirkungen auf alle relevanten Landnutzer und können sich – je nach Interessenslage der Nutzer – sowohl positiv als auch negativ auf deren gegenwärtige (ggf. ökonomische) Situation auswirken. Im Regelfall ist davon auszugehen, dass derartige Landnutzungsänderungen am stärksten den Bereich der Landwirtschaft betreffen. Für die Landwirtschaft bedeuten Umnutzungen im Rahmen naturschutzfachlicher Entwicklungsvorhaben oftmals eine Verschlechterung der ökonomischen Ausgangssituation. Die Höhe der entstehenden Opportunitätskosten der Landnutzung wird dabei entscheidend davon bestimmt, welche Wertschöpfung auf landwirtschaftlichen Flächen vor einem Eingriff möglich war und welche Wertschöpfung nach einer Veränderung der gegenwärtigen Flächennutzung bzw. des Flächenmanagements möglich sein wird (Opportunitätskosten der Landnutzung). Aus vergleichbaren Projekten (z.B. BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz-Moornutzungsstrategien“) wurde ersichtlich, dass die auf landwirtschaftlichen (Moor-) Flächen generierte, betriebliche Wertschöpfung sowohl regional, als auch einzelflächenspezifisch (innerhalb von Regionen) stark variiert. Unterschiede resultieren insbesondere aus der jeweiligen Ertragsfähigkeit der Standorte und der damit verbundenen Art und Intensität der Flächennutzung. Demnach variiert für unterschiedliche Regionen und Flächennutzungsverfahren auch die Höhe des landwirtschaftlichen Verlustes, der durch die Landnutzungsänderungen entsteht. Um die Verfügbarkeit der schutzwürdigen Flächen zur Umsetzung der Projektziele zu gewährleisten, muss daher ein entsprechender Ausgleich geschaffen werden, welcher die entstehenden Opportunitätskosten der Landwirtschaft kompensiert. Dabei sind dabei nicht nur Maßnahmen auszugleichen, die eine aktive (extensivierende) Umstellung der gegenwärtigen Landnutzung hin zu einem aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten verbesserten Zielzustand bedeuten, sondern auch Regulationen, die eine landwirtschaftliche Weiterentwicklung oder Veränderung der Flächennutzung einschränken oder verbieten. Die Kompensation der jeweiligen Flächennutzer und -eigentümer und somit die Verfügbarmachung der Flächen in Naturschutzprojekten erfolgt in der Regel auf zwei Arten: Zum einen wird ein signifikanter Anteil der Fördergelder für den Ankauf der aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten besonders wertvollen Flächen aufgewendet. Dies ist bei den meisten Vorhaben erklärtes Ziel vor allem für die Kernzonen der Projektgebiete. Die Kostenposition des Flächenankaufes hat hierbei den Charakter einer einmaligen „Investition“. An dieser Stelle ist anzumerken, dass durch den Ankauf der Flächen eine Flächeninstandhaltung durch den ursprünglichen Flächennutzer nicht mehr gegeben ist. Je nach wünschenswertem Zielzustand für die Fläche können somit mit einem Flächenankauf auch jährlich anfallende Folgekosten zur Finanzierung von Pflegemaßnahmen einhergehen. Erfolgt keine „Kompensation“ des landwirtschaftlichen Verlustes durch Flächenankauf, z.B. im Falle einer aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten wünschenswerten Weiterbewirtschaftung

der Flächen durch die Landwirtschaft, muss der entstehende ökonomische Nachteil für den Landwirt durch jährliche Ausgleichszahlungen kompensiert werden. Im Rahmen von Naturschutzgroßprojekten erfolgt dies zumeist über langfristige Flächenpacht oder Ausgleichszahlungen unter der Auflage des Rechts auf Umsetzung der Maßnahmen. Langfristige Flächenpacht sowie Ausgleichszahlungen werden dabei als abgezinste, kapitalisierte Summe einmalig geleistet und erhalten somit ebenfalls den Charakter einer einmaligen „Investition“.

Biotopeinrichtende und biotopenkende Maßnahmen: Neben der Verfügbarmachung der schützenswerten Flächen werden in der Implementierungsphase der Projekte auch die Kosten gefördert, die für biotopeinrichtende und biotopenkende Maßnahmen zur Renaturierung und zum Management der Flächen anfallen. Diese Maßnahmen sind notwendig um den Zielzustand herbeizuführen (z.B. Bauwerke zur Anhebung des Wasserstandes, Bauwerke zur Regulierung der Wasserstände, Initiierung der Zielarten, Anpassungen und Umstrukturierungen im Bereich Wegebau, Stromnetze, Telefonnetze, Besucherlenkung, etc.).

Organisation/Management, Öffentlichkeitsarbeit und Monitoring: Zusätzlich zu den Kostenpositionen, die sich klar den Projektphasen 1 und 2 zuordnen lassen, werden während der Projektlaufzeit auch phasenübergreifende, laufende Kosten gefördert. Hierunter fallen insbesondere die Kosten für Projektorganisation und -management (Personal, Sachmittel, etc.), sowie für Öffentlichkeitsarbeit und Monitoring (Web-Auftritte, Flyer, touristische Einrichtungen, Evaluierung).

Folgekosten: Wie bereits im Abschnitt 8.1.1 gezeigt, werden die Förderungen von Bund, bzw. von der Europäischen Kommission nur während der Laufzeit der tatsächlichen Vorhaben gewährt. Die Finanzierung der vielfältigen Kostenpositionen, die nach Abschluss der Projekte zur Aufrechterhaltung der jeweiligen Zielzustände anfallen, muss von den jeweiligen Förderungsempfängern sichergestellt werden. Unter diese auf lange Sicht und zumeist jährlich entstehenden „Folgekosten“ fallen zum Beispiel die Kosten für den Betrieb sowie die Wartung und Instandhaltung der geschaffenen Infrastruktur. Auch die Pflege von Flächen bedingt den Aufwand finanzieller Mittel, entweder in Form von Auftragspflege, die zum Beispiel von Pflegeverbänden oder landwirtschaftlichen Maschinenringen übernommen wird, oder auch in Form von Zahlungen im Rahmen landwirtschaftlicher Vertragsnaturschutzprogramme. Neben der Sicherung der Zielzustände stellen auch das Monitoring und die Evaluierung der Erfolge der Projekte Folgekosten dar.

Analyse der Kostenpositionen im Rahmen des Projektes:

Soweit es die Datenbasis zulässt werden die aufgewendeten Mittel so differenziert wie möglich den verschiedenen Kostenpositionen zugeordnet. Nur unter dieser Voraussetzung ist es möglich diejenigen Kosten, welche unterschiedliche Niveaus an Landnutzungsänderungen bedingen, dem entsprechenden Nutzen, der über eine Veränderung der THG Emissionen entsteht, gegenüberzustellen. Generell wird dabei eine Einteilung angestrebt, die sich an den typischen Förderpositionen der jeweiligen Mittelgeber orientiert.

Alle im Projekt untersuchten Kostenpositionen werden nach der im Abschnitt 8.1.1 beschriebenen Methode auf deren Gegenwartswert zum Jahre 2012 aufgezinnt.

8.1.3 Ableitung jährlicher Kosten

Landnutzungsänderungen, die durch Naturschutzgroßprojekte herbeigeführt werden, haben Emissionsminderungen zur Folge die nach aktuellem Stand des Wissens zumindest für den Zeitraum von 20 Jahren als stetig angesehen werden. Die Vermeidung an Emissionen wird als jährlich erzielbare Einsparung an Tonnen CO₂ Äquivalent pro Hektar und Jahr ausgewiesen. Um diese jährlichen Einsparungen an THG-Emissionen den aufgezinsten „Investitionskosten“ (Gegenwartswerten) eines Naturschutzgroßprojektes gegenüber stellen zu können, werden im Projekt jährliche Kosten der eingesetzten Mittel modelliert. Die ermittelten Gegenwartswerte der eingesetzten Mittel stellen dabei die Basis der Modellierung jährlicher Kosten dar. Um dem Vorhersagehorizont der Emissionsmodellierung zu entsprechen, wird auch für die Modellierung der jährlichen Kosten ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren angesetzt. Die jährlichen Kosten werden dabei unter Berücksichtigung zweier Szenarien berechnet, die sich im Grunde genommen lediglich in der Behandlung der Kostenposition „Verfügbarmachung von Fläche“ unterscheiden:

Szenario 1 liegt die Annahme zu Grunde, dass der Gegenwartswert der Investitionen für die Verfügbarkeit von Flächen keinerlei „Entwertung“ unterliegt. Das bedeutet, dass die Investoren die angekauften Flächen nach Ablauf des Betrachtungszeitraumes zum Anschaffungswert wieder veräußern können. Diese Annahme begründet sich folgendermaßen: Zum einen ist Grund und Boden im Allgemeinen ein Gegenstand des Anlagevermögens dessen Wert normalerweise keiner Veränderung unterliegt – im Sinne, dass Fläche nicht weniger oder zerstört werden kann. Normalerweise wird Grund und Boden daher auch nicht abgeschrieben. Des Weiteren kann insbesondere für Moorflächen angenommen werden, dass mit dem Beginn von Maßnahmen, die auf Moorschutz (und somit auch Torfkörperschutz) angelegt sind, die Torfkörper aus dem Fortschreiten der kontinuierlichen Degradierung herausgenommen werden und in dem Zustand (Anteil organischer Substanz, Bodenstruktur), in dem sie erworben wurden, zumindest „konserviert“ oder unter Umständen durch die Maßnahmen verbessert werden. Eine weitere Begründung für die Annahme des Szenario 1 ist die Tatsache, dass der Wert der geschützten Flächen – selbst wenn die Flächen vor dem Ankauf landwirtschaftlich genutzt wurden und der „landwirtschaftliche Wert“ der Flächen durch Umsetzung der Maßnahmen vermindert wird – dennoch vergleichbar hoch sein kann: Schließlich können die ökosystemaren Leistungen, die die unter Schutz gestellten Flächen nach Umsetzung der Maßnahmen aufweisen, sowohl einen ökologischen als auch gesellschaftlichen (volkswirtschaftlichen) Wert haben (z.B. der Nutzen einer erhöhten Wasserrückhaltung, Biodiversität, Emissionsminderung, etc.). Vor dem Hintergrund der Annahmen für Szenario 1, werden für die Verfügbarmachung von Flächen als jährliche Kosten der Investition lediglich die ewige Rente einer langfristigen Kapitalanlage angesetzt (Basis: Gegenwartswert der Investition 2012)

$$r = K_T * i$$

Dabei sind:

- r = Rentenbetrag
- T = 2012
- K = Anfangskapital (hier der Gegenwartswert des eingesetzten Kapitals zum Zeitpunkt t)
- i = Kalkulationszinssatz

Für alle verbleibenden Kostenpositionen wird die jährliche Annuität (Abschreibung und Zinsanspruch) des eingesetzten Kapitals berechnet: Dies begründet sich in der Annahme, dass nach Ablauf des Betrachtungszeitraumes gleichartige Investitionen wie zum Beispiel neuerliche Planungen zur Anpassung, Nachsteuerung oder Verbesserung der Zielzustände oder die Erneuerung der technischen Infrastruktur notwendig werden. Vor diesem Hintergrund wurde für diese Kostenpositionen ein Abschreibungszeitraum von ebenfalls 20 Jahren angenommen, über welchen hinweg die Gegenwartswerte der Investitionen im Rahmen des Projektes linear abgeschrieben werden. Des Weiteren wird der Zinsanspruch des eingesetzten Kapitals berücksichtigt, indem für die investierten Mittel der jährliche interne Zinsfuß einer wiederum langfristigen Kapitalanlage angesetzt wird.

$$\text{Annuität} = K_T * \frac{(q - 1) * q^n}{q^n - 1}$$

Dabei sind:

- $T = 2012$
- K = Gegenwartswert: Wert des eingesetzten Kapitals
- $q = 1-i$; mit i = Zinssatz/100
- n = „Abschreibungszeitraum“ des Gegenwartswerts der eingesetzten Mittel ab dem Betrachtungszeitpunkt in Jahren

Für *Szenario 2* wird angenommen, dass der Wert des Grund und Bodens, der im Rahmen der Projekte angekauft wurde, einem Wertverlust unterliegt. Diese Annahme wird getroffen, da die landwirtschaftliche Nutzbarkeit der Flächen nach Umsetzung insbesondere von wiedervernässenden Maßnahmen in der Regel signifikant sinkt und es den Investoren nicht möglich sein wird, die Flächen zum Preis des Anschaffungswerts zu veräußern. Die Wertminderung (Abschreibungswert) wird im Model mit 40% des Gegenwartswerts angesetzt, entsprechend der Ankaufspreise für landwirtschaftliche Flächen mit vergleichbarer Qualität. Der Abschreibungswert wird wiederum über den Zeitraum von 20 Jahren linear abgeschrieben, des Weiteren werden für den Abschreibungswert die Opportunitätskosten des eingesetzten Kapitals angesetzt. Als jährliche Kosten für den Restwert wird die ewige Rente angesetzt.

Für die verbleibenden Kostenpositionen gelten die gleichen Annahmen wie unter *Szenario 1*. Tabelle 13 zeigt eine kurze Zusammenstellung der Ableitung der jährlichen Kosten für die einzelnen Kostenpositionen unter den Bedingungen von *Szenario 1* und *2*.

Neben den jährlichen Kosten der eingesetzten Mittel werden – soweit die Datengrundlage vorhanden ist – zusätzlich die jährlichen Folgekosten angesetzt.

	Verfügbar- machung von Flächen	Biotop- einrichtung / Biotoplenkung	Vorbereitende Maßnahmen / Projektplanung	Organisation / Management	Öffentlichkeitsarb eit / Monitoring	Folgekosten
Szenario 1	Ewige Rente	Annuität*	Annuität*	Annuität*	Annuität*	Jährliche Folgekosten
Szenario 2	Annuität (der Wertminderung) Ewige Rente (auf Restwert)	Annuität*	Annuität*	Annuität*	Annuität*	Jährliche Folgekosten

* Annuität: Abschreibung und Zinsanspruch des eingesetzten Kapitals

Tab. 13: Ableitung jährlicher Kosten für die relevanten Kostenpositionen unter den unterschiedlichen Szenarienbedingungen

8.1.4 Datengrundlage

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über die für die monetäre Bewertung zur Verfügung stehende Datengrundlage. Generell werden als Datengrundlage projektbezogene Abschlussberichte und Finanzaufstellungen verwendet, welche vom jeweiligen Projektträger/-management vor Ort unter Unterstützung des Bundesamtes für Naturschutz zur Verfügung gestellt wurden.

PFRUNGER-BURGWEILER RIED

Informationen über die Mittelflüsse im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes „Pfrunger-Burgweiler Ried“ wurden ausschließlich von der „Stiftung Naturschutz Pfrunger-Burgweiler Ried“ und hier in der Person des Projektleiters Bernd Reißmüller zur Verfügung gestellt. Herr Reißmüller setzte sich dabei extrem dafür ein, uns eine vollständige Datenbasis zu schaffen – mit dem verbundenen, hohen zeitlichem Aufwand.

Im Pfrunger-Burgweiler Ried ist die Dokumentation der Mittelflüsse innerhalb der Laufzeit des Naturschutzgroßprojektes gemäß den Vorgaben des Bundes in der Naturschutzstiftung digital vorhanden. Insofern konnte von der Stiftung der auf den Zeitpunkt 31.12.2010 aktualisierte (tatsächlich geflossene Mittel) Projektfinanzierungsplan zur Verfügung gestellt werden. Für die Jahre 2011 und 2012 liegen Planungsdaten vor. Die Mittelflüsse, die im Finanzierungsplan ausgewiesen werden, liegen als jährliche, auf die jeweiligen Mittelgeber aufteilbare Gesamtsummen vor. Unter der Kostenposition „Verfügbarmachung von Flächen“ berücksichtigt, ist der Grunderwerb für ca. 485 ha Fläche im Projektkerngebiet. Des Weiteren ausgewiesen sind die Kostenpositionen „biotopeinrichtende u. lenkende Maßnahmen“, „Organisation/Management“, „Öffentlichkeitsarbeit“, „Evaluierung“ sowie „Sach- und Reisekosten“ für die Projektphasen 1 und 2. Außerdem liegen für die Kostenposition „Projektplanung“ jährlich verteilte Kostenermittlungen (Jahre 2003 bis 2005) für die Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplans, für die Kostenposition „Vorbereitende Maßnahmen“ die Kostenaufstellung für die Erstellung einer Agrarstudie vor. Die im Projekt betrachtete Fläche zur Emissionsmodellierung entspricht nicht der gesamten Projektfläche und auch nicht der gesamten Fläche des Kerngebietes. Sie umfasst mit rund 550 ha (38% des eigentlichen Kerngebietes) die Bereiche Großer Trauben, Tisch sowie Obere Schnödenwiesen und somit 63% der Regenerationszone, 10% der Stabilisierungszone und 22% der Extensivierungszone. Für diese 550 ha existieren flächenspezifische Kostenaufstellungen für „biotopeinrichtende und -lenkende Maßnahmen“. Für den Bereich Obere Schnöden bestehen diese in jährlichen Kostenaufstellungen für Bauausführung, technische Bauplanung, Stakeholderintegration, Genehmigungsverfahren und Besucherlenkung. Für die Bereiche Großer Trauben und Tisch beinhaltet die Kostenposition jährliche Umsetzungskosten für Baumaßnahmen und technische Bauplanung.

Bezüglich der durch das Projekt entstehenden Folgekosten konnten die Planungswerte des Pflege- und Entwicklungsplanes herangezogen werden. Diese weisen zum einen Kosten für Monitoring/Evaluierung als Gesamtsumme über 10 Folgejahre nach Projektabschluss aus. Zum anderen sind die Folgekosten für Flächenpflege als jährlich anfallende Kosten, in ihrer Höhe unterschieden in die jeweiligen Renaturierungszonen „Stabilisierungszone“, „Extensivierungszone“ sowie „Übriges Projektgebiet“ in Euro pro Hektar, ausgewiesen.

Die Ermittlung von Mittelflächen insbesondere in der Vorlaufphase des Projektes stellte sich erwartungsgemäß als schwierig heraus. Große Teile des Gebietes wurden weit vor Beginn der Projektlaufzeit über Ankäufe und Flurbereinigungsverfahren in Landesbesitz gebracht. Von den 1.453 ha Kerngebiet sind bereits 689 ha im Besitz des Landes Baden-Württemberg, 54 ha im Besitz der Gemeinden, 178 ha im Besitz des Naturschutzbundes und des Schwäbischen Heimatbundes 20 ha im Besitz des NABU sowie 25 ha im Besitz der Stiftung. Ein Einbezug der damals flächenspezifisch geleisteten Investitionen konnte im Rahmen des Projektes nur insofern geleistet werden, die durchschnittlichen Kosten des Flächenerwerbs pro Hektar zu ermitteln.

WURZACHER RIED

Die ökonomische Datengrundlage im Wurzacher Ried wurde von Herrn Schanz am Landratsamt Ravensburg (LRA) zur Verfügung gestellt. Dazu ist anzumerken, dass das Projekt bereits in den Jahren 1987 bis 1997 durchgeführt wurde und die Daten im LRA nicht digital sondern lediglich analog zur Verfügung standen. Insofern mussten die Mittelflässe von Herrn Schanz unter erheblichem zusätzlichem Aufwand zusammengestellt werden.

Ungeachtet der erschwerten Bedingungen war es möglich, die relevanten Kostenpositionen jährlich und nach der jeweiligen Mittelherkunft verteilt auszuweisen. So bestehen für die Kostenposition „Projektplanung“ Angaben zur Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplans, der in den Jahren 1987 bis 1992 erarbeitet wurde. Unter der Kostenposition „Verfügbarmachung von Flächen“ konnten jährliche Kosten für Grunderwerb für die Zeitspanne 1987 bis 1998 erfasst werden. Unter dieser Kostenposition ist des Weiteren die Summe ausgewiesen, die für den Erwerb der Torfabbaurechte im Reicheremoos geleistet wurde. Unter der Kostenposition „Biotopeinrichtende/-lenkende Maßnahmen“ sind die Kosten für Pflege der Wiesen und für Wiedervernässungsmaßnahmen ausgewiesen (wiederum für die Zeitspanne 1987 bis 1998), dies jedoch lediglich als Gesamtsumme und nicht unterschieden in Pflege und Wiedervernässung. Bezüglich der phasenübergreifenden Kostenpositionen „Organisation und Management“, „Öffentlichkeitsarbeit“ sowie „Monitoring“ liegen keine vollständigen Kostenaufstellungen vor. Dies begründet sich in der Tatsache, dass diese Kostenposition im Rahmen des Projektes nicht zuwendungsfähig war. Lediglich ausgewiesen werden konnten hier die jährlichen Kosten für Landsiedlung (Betreuung des Grunderwerbs) über die Jahre 1987 bis 1998. Angaben über Folgekosten konnten nicht gemacht werden. Die Datenbasis zur ökonomischen Analyse ist somit leider unvollständig. Wie die Daten aus den anderen Untersuchungsregionen zeigen ist gerade der Aufwand für Organisation und Management in der Regel signifikant, ebenso die jährlich anfallenden Folgekosten. Auf der im Wurzacher Ried vorhandenen Datenbasis ist die Ermittlung von korrekten „Vermeidungskosten“ in diesem Sinne nicht vollständig und unterschätzt den tatsächlichen Wert um die fehlenden jährlich anfallenden Folgekosten sowie um die Abschreibung und die Opportunitätskosten des eingesetzten Kapitals für Organisation, Management, Moderation und Monitoring.

OCHSENMOOR

Die ökonomische Datengrundlage im Ochsenmoor wurde von der Naturschutzstation Dümmer durch Herrn Belting zur Verfügung gestellt. Die Dokumentation der Mittelflässe für die zwei Projekte im Ochsenmoor (Naturschutzgroßprojekt und LIFE-Projekt) lag wiederum lediglich in analoger Form in der Naturschutzstation vor.

Im Rahmen des BfN Naturschutzgroßprojektes (1987 bis 1995) liegen für das Ochsenmoor Daten über die Kostenpositionen „Projektplanung“ (Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplans), „Verfügbarmachung von Flächen“ (Ankauf von 721 ha), sowie „biotopeinrichtende und -lenkende Maßnahmen“ vor. Über die allgemeine Verteilung der Mittelflüsse im Projekt können die eingesetzten Mittel anteilmäßig den einzelnen Fördergebern zugewiesen werden. Die Kostenpositionen selbst sind als Gesamtsummen der Investitionen über die Projektlaufzeit ausgewiesen und können somit nur über eine gleichmäßige Aufteilung der Summenwerte über den Zeitraum der Entstehung der Kosten jährlich verteilt werden. Die Verteilung der Kosten für die Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplanes erfolgte so über die Jahre 1987 bis 1992, für den Grunderwerb über die Jahre 1987 bis 1995 und für die Maßnahmen für Pflege und Wiedervernässung über die Jahre 1993 bis 1995. Die Kostenaufstellung enthielt keine Angaben über den Aufwand für „Organisation/Management“, „Öffentlichkeitsarbeit“ und „Monitoring“, es besteht aber eine Differenz zwischen den im Rahmen der aufgeführten Kostenpositionen eingesetzten Mittel zur Gesamtinvestitionssumme des Projektes. Diese Differenz wurde bei der Modellierung als Position „Sonstiges“ behandelt, sie entspricht aber vermutlich dem personellen Aufwand für Organisation, Management, Öffentlichkeitsarbeit und Monitoring.

Zudem ausgewiesen werden Kosten für den Ankauf von Flächen, der nicht im Rahmen des eigentlichen Projektes geschah. Darunter fällt der Flächenankauf von 105 ha, der im Rahmen des Dümmer-Sanierungskonzeptes 1986 stattfand. Des Weiteren kam es zu Flächenankäufen von rund 68 ha, die parallel zur Umsetzung jedoch außerhalb des Projektes durch das Land Niedersachsen und dem Landkreis Diepholz erfolgten.

Im Rahmen des EU-LIFE Projektes sind für die Kostenposition „Verfügbarmachung von Flächen“ die Gesamtsumme der Mittel für den Ankauf der restlichen 10,2 ha Flächen sowie für die Kostenposition „biotopeinrichtende/-lenkende Maßnahmen“ die Gesamtsummen der Errichtung zweier Fanggräben, zweier elektrischen Schöpfwerken, einem Windschöpfwerk sowie von 20 regulierbaren Stauwerken erfasst. Zudem ist der Unterhaltungsaufwand für das Wegenetz als einmaliger Abschlag für den Zeitraum von 20 Jahren enthalten. Kosten für Organisation und Management sowie für Öffentlichkeitsarbeit und Monitoring wurden nicht im Rahmen des EU Projektes gefördert, sondern über den laufenden Dienstbetrieb des Landes Niedersachsen abgedeckt. Hierbei konnte der Aufwand lediglich geschätzt werden.

Die Verteilung der als Summen ausgewiesenen Mittelflüsse auf die Laufzeit des Projektes erfolgte wie beim Naturschutzgroßprojekt gleichmäßig über die Jahre der Laufzeit. Die Verteilung der Mittelflüsse auf die Projektförderer erfolgte als Schlüssel entlang der Verteilung der Gesamtinvestitionssummen die von Europäischer Kommission und dem Land Niedersachsen im Projekt übernommen wurde.

Neben der Ausweisung der Mittelflüsse während der Laufzeit der beiden Projekte liegt für das Ochsenmoor eine Abschätzung der jährlichen „Folgekosten“ nach Abschluss der Projekte vor. Dabei ausgewiesen sind Kosten für die Pflege der Flächen und hierbei für Gehölzrückschnitt und -pflege, für Spezialpflege z.B. für besondere Artenschutzmaßnahmen und für die jährliche Brutvogelkartierung als Grundlage der Steuerung der Flächenbewirtschaftung. Zudem liegen Angaben über die jährlichen Flächenabgaben in Form von Grundsteuern und Abgaben an die Wasser und Bodenverbände, die von den jeweiligen Flächeneigentümern getragen werden. Zur Instandhaltung der wasserbaulichen Anlagen konnten die Kostenpositionen Unterhaltung der Fanggräben (Räumung einmal jährlich), Stromkosten für die Schöpfwerke sowie die Wartung der Bauwerke erfasst werden. Was die Kosten für die land-

wirtschaftliche Pflege der Flächen betrifft, fallen keine gesonderten Kosten an, da diese über die Pachtverträge (Nullpacht) mit den Landwirten durch jene abgegolten ist. Auch die generelle Grabenunterhaltung (außerhalb des Unterhalts der Fanggräben) wird über die Wasser- und Bodenverbände abgewickelt und über die entsprechenden Flächenbeiträge finanziert. Die Beschreibung der Folgekosten umfasst auch Gesamtkosten für die Gebietsbetreuung. Diese konnten von Herrn Belting lediglich geschätzt werden. Hierbei wurde jedoch darauf hingewiesen, dass sowohl die mit einzubeziehenden Kostenpositionen sowie deren Anteile durchaus diskutiert werden können und somit die Gesamtsumme für die Gebietsbetreuung stark dehnbar ist. Somit könnten auch stark abweichende Beträge gerechtfertigt sein. Die letzte ausgewiesene Position der Folgekosten stellt das Monitoring dar. Hierunter fallen insbesondere spezielle Untersuchungen zu ausgewählten Themen.

PEENETAL

Die ökonomische Datengrundlage im Peenetal stammt aus zwei Quellen. Zum einen wurde dem Projekt die Vorabfassung des Abschlussberichts „Das Naturschutzgroßprojekt Peenetal-/ Peenehaffmoor“ vom Projektbüro „Zweckverband Peenetal Landschaft“ von Herrn Jeske zur Verfügung gestellt (ZPL, 2011, unveröff.). Der Abschlussbericht fasst die ökonomischen Daten zum BfN Naturschutzgroßprojekt zusammen. Des Weiteren erstellte das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) in Güstrow, in den Personen von Dr. Ulf Schiefelbein und Dr. Uwe Lenschow, eine Übersicht über die ins Peenetal geflossenen Mittel aus dem EU-kofinanzierten Moorschutzprogramm von Mecklenburg-Vorpommern.

Im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes (1992 bis 2009) liegen für das Peenetal die jährlich aufgelaufenen Summen des finanziellen Aufwands für die „Verfügbarmachung von Flächen“ in Form von Grunderwerb (5.355ha) und Pachtablöse (2.054 ha), sowie der Leistung von Ausgleichszahlungen für entgangene Gewinne im Gefolge von naturschutzbedingten Bewirtschaftungsauflagen im Rahmen des Extensivierungsprogramms auf 2.239 ha (langfristige Extensivierungsverträge mit Vertragslaufzeiten von zumeist 20 bis 30 Jahren) vor. Des Weiteren liegen die Kosten für „Projektplanung“ (PEPL-Erstellung) vor. Unter der Kostenposition „biotopeinrichtende/-lenkende Maßnahmen“ sind Angaben verfügbar über die Kosten im Rahmen des Fonds „Planungs- und Genehmigungsverfahren/Polderrückbau“ und für „Optimierung“. Zudem liegen für die Kostenposition „Organisation und Management“ die Ausgaben für Personal und Sachkosten vor. Sämtliche jährlich ausgewiesenen Mittel sind dabei auf die Mittelgeber des Projektes aufgeteilt. Der vorläufige Abschlussbericht des Naturschutzgroßprojektes enthält außerdem Angaben zu den jährlichen Folgekosten, die im Rahmen des einzurichtenden Naturparks die langfristige Sicherung des Zielzustandes gewähren sollen. Darunter fällt der Beitrag des Landes M-V zur Finanzierung der Naturschutzwacht, der sächlichen Ausgabe- und Investitionsmittel und der Folgepflege, der Beitrag der Landkreise zur Finanzierung der Planstellen des Leitungspersonals sowie der Beitrag des Zweckverbands „Peenetal-Landschaft“ zur Finanzierung aller Aufgaben, die sich aus dem im Peenetal getätigten Grunderwerb und den geschlossenen Verträgen ergeben. Die Folgekosten für Monitoring und Erfolgskontrolle werden im Bericht zwar angesprochen, sind aber nicht monetär ausgewiesen.

Für die Mittelflüsse, die über das EU ko-finanzierte Moorschutzprogramm in der Förderperiode 2000-2006 ins Peenetal flossen, liegen laufzeitübergreifende, „einzelprojektbezogene“ ökonomische Daten zu „biotopeinrichtenden/-lenkenden Maßnahmen“ für die jeweiligen Polder vor. Die ausgewiesenen Kostenpositionen umfassen dabei die Kosten für Grundla-

genermittlung und Vorplanung, für Entwurfs- und Genehmigungsplanung, für die Erstellung von Umweltverträglichkeitsstudien, für Ausführungsplanung, Vorbereitung der Mitvergabe, Mitwirkung bei der Vergabe, Objektüberwachung/Bauüberwachung und Objektbetreuung/Dokumentation, für Verfahrenskosten, für Umsetzungsmaßnahmen, für die Verfügbarmachung von Flächen, für Maßnahmen zur Akzeptanzsteigerung sowie für weitere Leistungen und für sonstige Zuwendungen. Nicht enthalten ist die Verteilung der Mittel auf die Mittelgeber, insofern erfolgt die Verteilung prozentual. Für das Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommerns wurde ein 75%iger Beitrag von der Europäischen Union geleistet, das Land Mecklenburg-Vorpommern übernahm die restlichen 25%.

ALLGÄUER MOORALLIANZ

Für die Allgäuer Moorallianz muss eine Kostenmodellierung in die Zukunft erfolgen. Gegenwärtig befindet sich das Naturschutzgroßprojekt in der Planungsphase bei der Erstellung des Pflege- und Entwicklungsplans. Die Umsetzungskonzepte sind insofern noch nicht konkret ausgearbeitet, es besteht aber eine kulissenhafte Vorstellung über die Zielzustände. Kosten, die aus der Veränderung der Landnutzung entstehen und entsprechende Kostenpositionen der Umsetzung sind derzeit daher nicht abschätzbar.

DISKUSSION DER DATENGRUNDLAGE

Wie die Datenlage in den einzelnen Untersuchungsgebieten zeigt, konnten die „detailliertesten“ ökonomischen Daten für die Mittelflüsse während der tatsächlichen Projektlaufzeit erhoben werden. Wie bereits dargestellt werden die Projekte hier im Rahmen geregelter Förderprogramme finanziert. Voraussetzung für eine Förderung durch Bund oder EU ist ein detaillierter Finanzierungsplan über die gesamte Laufzeit eines Projekts hinweg. Dieser Finanzierungsplan muss in der Regel eine detaillierte Aufschlüsselung der Kosten, gegliedert nach Jahren, Finanzierungsquellen und förderfähigen Maßnahmen enthalten. Im Allgemeinen ist der Projektträger zudem dazu verpflichtet, ein analytisches Buchführungssystem (Kostenstellenrechnung) einzuführen und fortlaufend Buch zu führen um Ausgaben und Einnahmen zurückverfolgen zu können. Beispielsweise ist im Falle von EU-LIFE-Projekten der Zuschussempfänger verpflichtet, die Belege für sämtliche der Kommission gemeldeten Ausgaben und Einnahmen des Projekts in klarer, präziser und zweckdienlicher Form aufzubewahren. (z.B. entsprechende Belege von Partnern und Unterauftragnehmern, Rechnungen, Bestellscheine, Zahlungsnachweise, Gehalts-/Lohnzettel, Arbeitszeitznachweise sowie sonstige Unterlagen zur Berechnung und Vorlage der Kosten). Diese Dokumentation sowie die entsprechende Dokumentation der Mittelanforderung sollten zudem bei den jeweiligen Mittelgebern als Datengrundlage vorhanden sein.

Trotz dieser Voraussetzung war es im Rahmen des Projektes nicht möglich, in allen Projektgebieten den während und nach der Projektlaufzeit erfolgten Mittelfluss vollständig zu erfassen und nach Mittelherkunft und Mittelverwendung zu verteilen.

Abbildung 48 stellt in einem Vergleich dar, welche Daten in den einzelnen Untersuchungsgebieten zur Verfügung standen und wo essentielle Datenlücken hinsichtlich der ökonomischen Datengrundlage bestanden.

	Kosten- positionen	Beschreibung	Pfrunger Ried	Wurzacher Ried	Ochsenmoor		Peenetal
					(NGP)	(LIFE)	
(P.1)	Vorbereitende Maßnahmen	• Vorstudien	X	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹
		• Stakeholderprozess/Moderation	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹
		• Genehmigungsverfahren	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹
(P.2)	Projektplanung	• Pflege- und Entwicklungsplan	X	X	X	— ¹	X
		• Flächenankauf	X	X ³	X ³	X ⁵	X ²
	Verfügbar- machung der Flächen	• Langfristige Flächenpacht	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹	— ³
		• Ausgleichszahlungen	— ¹	— ¹	— ¹	— ¹	X
	Biotop- einrichtende und -lenkende Maßnahmen	• Initiierung des Zielzustandes	X	X	X	X	X ⁴
(P.3)	Organisation / Management	• Personalkosten	X	(X) ⁴	— ²	(X) ⁵	X
		• Sach-, Reisekosten	X	— ²	— ²	(X) ⁵	— ⁵
	Öffentlichkeitsar- beit / Monitoring	• Öffentlichkeitsarbeit	X	— ²	— ²	(X) ⁵	— ⁵
		• Evaluierung	X	— ²	— ²	(X) ⁵	— ⁵
(A)	Folgekosten	• Instandhaltung Infrastruktur	— ²	— ²	X	X	X
		• Pflege von Flächen	X	— ²	X	X	X
		• Monitoring/Evaluierung	X	— ²	X	X	— ¹
		• Personal	— ²	— ²	(X) ⁴	(X) ⁴	X

Abb. 48: Vergleich der verfügbaren Datenbasis in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten (*Anmerkungen siehe Folgeseite)

Pfrunger-Burgweiler Ried: ¹vermutlich nicht angefallen; ²Daten nicht verfügbar

Wurzacher Ried: ¹vermutlich nicht angefallen; ²Daten nicht verfügbar; ³inklusive Torfabbaurechte; ⁴Kostenposition unvollständig, ausgewiesen sind lediglich Kosten für die Betreuung des Grunderwerbs, es fehlen die Personalkosten für Organisation und Management im Rahmen des Projektes

Ochsenmoor: ¹nicht angefallen; ²Daten nicht verfügbar, es wird angenommen dass die Position „Sonstiges“ die für das Ochsenmoor besteht, diese Kosten enthalten könnte, dies konnte aber nicht bestätigt werden; ³Flächenankauf sowohl aus Projektmitteln als auch aus externen Mitteln zum Teil vor Projektbeginn; ⁴Gesamtkosten für die Gebietsbetreuung liegen lediglich als Schätzwert vor; ⁵inklusive einmaliger Abschlag für Unterhaltung des Wegenetzes; ⁶Kosten für Verwaltung und Management sowie Öffentlichkeitsarbeit und Monitoring wurden nicht im Rahmen des EU Projektes gefördert sondern über den laufenden Dienstbetrieb des Landes Niedersachsen abgedeckt. Hierbei konnte der Aufwand lediglich geschätzt werden.

Peenetal: ¹keine Angaben; ²Grunderwerb inklusive Pachtablöse; ³nicht angefallen; ⁴Mittel aus BfN-Projekt und Moorschutzprogramm MV; ⁵Sach und Reisekosten, Öffentlichkeitsarbeit und Evaluierung vermutlich in Personalkosten enthalten

Abb. 48 macht deutlich, dass die Datenlage und Datenqualität in den einzelnen Gebieten sehr unterschiedlich ist und zum Teil essentielle Daten nicht erfasst werden konnten. So fehlen beispielsweise im Wurzacher Ried die Angaben über den Aufwand für Organisation, Management, Öffentlichkeitsarbeit und Monitoring. Auch im Ochsenmoor sind die Kosten für Organisation und Management nicht erfasst, zudem war es hier nicht möglich, nachträglich eine individuell für die einzelnen Jahre der Projektlaufzeit aufgegliederte Aufzeichnung der Mittelflüsse zu erstellen.

Die Verfügbarkeit von Informationen über Kosten, die in der Vorlaufphase der Projekte entstanden sind, stellte sich in allen Untersuchungsgebieten als nicht gegeben heraus. Diese Daten sind häufig über eine Vielzahl von Verantwortlichen verstreut und, je weiter der Vorlauf zurückreicht, entweder nicht mehr bzw. nicht digital vorhanden.

Was die Höhe und die Finanzierung der Mittelflüsse nach Abschluss der Projekte betrifft, zeigte die Datenrecherche im Rahmen des Projektes, dass diese Erfassung und Ausweisung zum großen Teil nicht vollständig erfolgen kann. Für vollständig umgesetzte Projekte liegt das zum großen Teil daran, dass die Folgefinanzierung tatsächlich nicht in einen Projektzusammenhang gebracht und als solche erfasst und dokumentiert wird. Vielmehr, wie zum Beispiel bei den Kosten für Gebietsbetreuung im Ochsenmoor, welche „über den laufenden Dienstbetrieb des Landes“ abgedeckt werden, werden diese Kosten von den jeweiligen Institutionen als laufende Kosten getragen und „verschwinden“ somit auf gewisse Weise bzw. sind sehr schwer zu erheben, aufzuschlüsseln und zuzuweisen; ungeachtet der Tatsache, dass die Folgekosten der Projekte erheblich sein können und der Blick auf lediglich die konkreten Investitionssummen der Projekte in keinem Fall ausreicht um die Höhe öffentlicher Kosten von Naturschutzprojekten zu beziffern. Im Rahmen von Projekten die noch nicht abgeschlossen sind und für die der zukünftig benötigte Finanzbedarf insofern nur abgeschätzt werden kann, stellt sich immer die Frage inwieweit die Abschätzungen der Realität entsprechen (zum Beispiel die Annahmen des PEPL zu den Folgekosten im Pfrunger-Burgweiler Ried). Grundsätzlich besteht hier immer die Möglichkeit, dass die ursprünglich angenommenen Kosten die tatsächlich entstehenden Kosten unter- bzw. überschätzen.

Ein letzter Punkt, der bei der Diskussion der im Projekt verwendeten Datengrundlage erwähnt werden muss, sind Kostenpositionen die schlicht und einfach nicht berücksichtigt werden, da sie den Projekten auf den ersten Blick nicht zugeordnet werden oder auch nicht zugeordnet werden können. Neben den bereits angesprochenen Kosten im Vorlauf eines Projektes, z.B. zeitlich lange zurückliegende Planungen, kontinuierliche Entwicklungen in Richtung des Vorhabens über lange Zeitspannen etc., muss hier auch die Problematik einer Eingrenzung projektzuordenbarer Verantwortlichkeiten angesprochen werden. So werden z.B. Beiträge informeller Expertenrunden, Beiträge lokaler Interessensvertretern und Meinungsbildnern oder auch die Transaktionskosten zur Herbeiführung einer Förderung derartiger Projekte (Erarbeitung und Organisation von Förderprogrammen, Auswahl förderfähiger Projekte, Kosten für politische Entscheidungen etc.) nicht auf die konkreten Projekte umgelegt.

8.2 Ergebnisse - Darstellung der Mittelflüsse

Auf Basis der dem Projekt zur Verfügung stehenden Datengrundlage stellt das folgende Kapitel Mittelflüsse dar, die zur Umsetzung der jeweiligen Naturschutzprojekte erfasst und aus-

gewertet werden konnten. Die hier gezeigten Ergebnisse liefern die Grundlage der im Kapitel 9 beschriebenen, regionenweisen Abschätzung von „Vermeidungskosten“.

PFRUNGER-BURGWEILER RIED

Tabelle 14 stellt die Mittelflüsse im Rahmen des gesamten Naturschutzgroßprojekts „Pfrunger-Burgweiler Ried“ dar. Dargestellt werden zum einen die Gegenwartswerte der Investitionen, welche nach der in Kapitel 8.1.1 beschriebenen Methode auf das Jahr 2012 aufgezinst wurden. Zum anderen dargestellt werden die Summen der den Gegenwartswerten entsprechenden eingesetzten Mittel.

	Gesamtkosten	Verfügbarmachung von Flächen	Biotop-einrichtung/-lenkung	Agrarstudie/ PEPL	Organisation/ Management	Sonstige*
Bund	5.164.398 (4.641.920)	2.082.974 (1.828.670)	1.983.093 (1.854.971)	178.596 (145.230)	805.649 (706.915)	114.086 (106.134)
Land	1.986.306 (1.785.354)	801.144 (703.335)	762.729 (713.450)	68.691 (55.858)	309.865 (271.890)	43.879 (40.821)
Stiftung	794.523 (714.142)	320.458 (281.334)	305.091 (285.802)	27.476 (22.343)	123.946 (108.756)	17.552 (16.328)
Σ	7.945.227 (7.141.415)	3.204.575 (2.813.339)	3.050.913 (2.853.802)	274.763 (223.430)	1.239.459 (1.097.561)	175.516 (163.283)

* Öffentlichkeitsarbeit: 50.472 (45.965); Evaluation: 36.750 (36.000); Reise und Sachmittel: 88.294 (81.318)

Tab. 14: Mittelflüsse im Pfrunger-Burgweiler Ried (**Gegenwartswerte** 2012 [p=2,5%] und *Mitteleinsatz* [p=0%] in Euro)

Das Naturschutzgroßprojekt „Pfrunger Burgweiler Ried“ befindet sich gegenwärtig in der Umsetzungsphase und wird Ende 2012 zum Abschluss gebracht werden. Der Gegenwartswert der gesamten im Projekt getätigten Investitionen zum Referenzjahr 2012 wird auf 7.945.227 Euro geschätzt. Die Investitionen im Rahmen des Projektes erfolgen zu einem Großteil für die Verfügbarmachung von ca. 485 ha Fläche (40%) und für die Umsetzung der biotopeinrichtenden und -lenkenden Maßnahmen (38%). Die Erstellung des PEPL und der Agrarstudie macht mit ca. 3,5% nur einen geringeren Anteil der Gesamtausgaben aus. Die verbleibende Finanzierung entfällt in erster Linie auf die Deckung des Personalaufwandes (15,6%) sowie auf die Kostendeckung der Öffentlichkeitsarbeit (0,63%), der Evaluation (0,46%) und der Reise und Sachmittel (1,1%). Die Mittelverteilung im Projekt erfolgt nach dem Schlüssel 65% Bundesmittel, 25% Landesmittel und 10% an Mitteln der Naturschutzstiftung.

Bezüglich der durch das Projekt entstehenden Folgekosten weisen die Planungswerte des Pflege- und Entwicklungsplanes für die Position „Monitoring/Erfolgskontrolle“ einen überschlägigen Mittelbedarf von insgesamt 130.000 Euro für 10 Folgejahre nach Projektabschluss aus. Der überschlägige jährliche Förderbedarf für langfristige Pflege / extensive Bewirtschaftung wird mit 0 €/ha für die Renaturierungszone, mit 310 €/ha für die Stabilisierungszone, mit 250 €/ha für die Extensivierungszone sowie mit 120 €/ha für das übrige Pro-

jektgebiet angesetzt. Die Positionen der Folgepflege sollen dabei aus Fördermitteln des Landes Baden-Württemberg gedeckt werden.

Wie bereits im Kapitel 8.1.4 beschrieben, werden für die Emissionsmodellierung nicht das gesamte Projektgebiet, sondern die Bereiche Großer Trauben, Tisch sowie Obere Schnödenwiesen herangezogen. Für diesen Ausschnitt des Kerngebietes bestehen flächenspezifische Kostenaufstellungen für die Umsetzung der biotopeinrichtenden/-lenkenden Maßnahmen. Tabelle 15 weist die für die Berechnung der jährlichen Kosten ausgewiesenen Gegenwartswerte sowie die Summen der eingesetzten Mittel für dieses Teilgebiet aus.

	Gesamtkosten	Biotopeinrichtende/-lenkende Maßnahmen				
		Bauausführung	Bauplanung	Stakeholderprozess	Baugenehmigungen	Besucherlenkung
Obere Schnöden (Flächenumfang der Emissionsmodellierung: 231,23 ha)						
Bund	698.003 (664.159)	504.546 (481.299)	105.223 (97.557)	113 (102)	5.681 (5.488)	82.438 (79.712)
Land	268.462 (255.446)	194.056 (185.115)	40.471 (37.522)	43 (39)	2.185 (2.111)	31.707 (30.659)
Stiftung	107.385 (102.178)	77.622 (74.046)	16.188 (15.009)	17 (16)	874 (844)	12.683 (12.263)
Σ	1.073.850 (1.021.783)	776.225 (740.460)	161.882 (150.088)	174 (157)	8.740 (8.443)	126.828 (122.634)
Großer Trauben (Flächenumfang der Emissionsmodellierung: 209,16 ha)						
Bund	220.800 (199.972)	155.469 (142.030)	65.332 (57.943)	-	-	-
Land	84.923 (76.912)	59.796 (54.627)	25.128 (22.286)	-	-	-
Stiftung	33.969 (30.765)	23.918 (21.851)	10.051 (8.914)	-	-	-
Σ	339.693 (307.650)	239.183 (218.507)	100.511 (89.143)	-	-	-
Tisch (Flächenumfang der Emissionsmodellierung: 110,73 ha)						
Bund	209.472 (187.002)	183.395 (164.131)	26.077 (22.871)	-	-	-
Land	80.566 (71.924)	70.537 (63.127)	10.030 (8.797)	-	-	-
Stiftung	32.226 (28.770)	28.215 (25.251)	4.012 (3.519)	-	-	-
Σ	322.265 (287.695)	282.147 (252.509)	40.118 (35.186)	-	-	-

Tab. 15: Flächenspezifische Mittelflüsse für den Flächenausschnitt der Emissionsmodellierung im Pfrunger-Burgweiler Ried (**Gegenwartswerte** 2012 [p=2,5%] und *Mitteleinsatz* [p=0%] in Euro)

Die Bau- und Bauplanungskosten für die Teilgebiete Großer Trauben und Tisch umfassen den gesamten Flächenumfang der Emissionsmodellierung von 209 und 111 ha. Bei den flächenspezifischen Kosten für die Oberen Schnöden fehlen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch flächenspezifische Kostenangaben für 49 ha, die hauptsächlich in der rund 80 ha gro-

ßen Extensivierungszone der Oberen Schnöden liegen. Bezüglich einer Verfügbarmachung von Flächen bestehen keine flächenspezifischen Kosten für die drei Teilgebiete. Kapitel 8.1.4 stellte bereits dar, dass große Teile des Projektkerngebietes bereits vor Projektstart angekauft wurden und direkt in das Projekt eingebracht werden konnten. Im betrachteten Ausschnitt selbst waren so nahezu sämtliche Flächen (außer 1,5 ha) ohne Ankäufe bereits für das Projekt verfügbar.

WURZACHER RIED

Tabelle 16 zeigt die Mittelflüsse im Rahmen des gesamten Naturschutzgroßprojekts „Wurzacher Ried“. Wie bereits im Kapitel 8.1.4 dargestellt, umfasst die zur Verfügung stehende Datenbasis ausschließlich die Ausgaben, die während des Projektes entweder förderfähige Positionen darstellten oder im direkten Zusammenhang mit dem Projekt extern hinzukamen. Das Projekt fand in den Jahren 1987 bis 1998, also vor Währungsumstellung statt. Dargestellt sind wiederum die Gegenwartswerte der eingesetzten Mittel für das Referenzjahr 2012 in EURO. Des Weiteren dargestellt (Kursiv-Werte in Klammern) sind die unaufgezinster Summen der eingesetzten Mittel (Zinssatz=0) in DM.

		Verfügbarmachung von Flächen		Biotopereinrichtung/-lenkung	Projektplanung	Organisation/Management
	Gesamtkosten	Flächenankauf	Torfabbau-rechte		PEPL	Overhead für Landsiedlung
Bund (in €)	21.944.461	14.505.233	777.991	6.165.661	259.407	236.169
<i>(in DM)</i>	<i>(25.684.294)</i>	<i>(16.271.051)</i>	<i>(1.000.000)</i>	<i>(7.852.377)</i>	<i>(290.218)</i>	<i>(270.648)</i>
LK (in €)	3.449.505	1.611.693	777.991	717.490	28.823	272.169
<i>(in DM)</i>	<i>(4.107.549)</i>	<i>(1.807.895)</i>	<i>(1.000.000)</i>	<i>(914.153)</i>	<i>(32.247)</i>	<i>(353.255)</i>
Land (in €)	291.747	-		291.747	-	
<i>(in DM)</i>	<i>(375.000)</i>			<i>(375.000)</i>		
Sponsor (€)	777.991	-	777.991	-	-	-
<i>(in DM)</i>	<i>(1.000.000)</i>		<i>(1.000.000)</i>			
Σ	26.463.703	16.116.926	2.333.973	7.174.898	288.229	549.678
	<i>(31.166.844)</i>	<i>(18.078.946)</i>	<i>(3.000.000)</i>	<i>(9.141.530)</i>	<i>(322.465)</i>	<i>(623.903)</i>

Tab. 16: Mittelflüsse im Wurzacher Ried (**Gegenwartswerte** 2012 [p=2,5%] in Euro und *Mittleinsatz* [p=0%] in DM)

Das Naturschutzgroßprojekt „Wurzacher Ried“ ist das „älteste“ der im Rahmen dieses Projektes betrachteten Untersuchungsgebiete. Im Vergleich zu den anderen untersuchten Projekten und bezogen auf die Projektgebietsfläche von 1.700 ha, ist das „Wurzacher Ried“ das bei weitem teuerste Projekt. Der Gegenwartswert des gesamten getätigten Mittleinsatzes beträgt für das Referenzjahr 2012 26.463.703 Euro. Somit übertrifft der Gegenwartswert des Mittleinsatzes im Wurzacher Ried die Projekte „Ochsenmoor“ und „Pfrunger-Burgweiler Ried“ um 40% bzw. um 200% wobei die Umsetzungsfläche des Wurzacher Rieds die Kernregion zum Beispiel des Pfrunger-Burgweiler Rieds lediglich um 17% übertrifft.

Der größte Teil der Förderungen im Wurzacher Ried wurde mit rund 70% der Kosten für den Flächenankauf und den Ankauf der Torfabbau-rechte aufgebracht. 27% Prozent der Gelder

flossen in biotopeinrichtende und -lenkende Maßnahmen. Dagegen wurden lediglich 3% der Mittel in die Erstellung des PEPL und in die Personalkosten zur Betreuung des Grunderwerbs gelenkt. Was die Verteilung der Mittel betrifft übernahm der Bund den größten Anteil (83% des Gegenwartswerts), vom Landkreis Ravensburg wurden 13% der Kosten übernommen. Wie bereits in Kapitel 8.1.4 beschrieben, wurden zusätzliche Mittel (nicht im Rahmen der Projektförderung) für biotopeinrichtende Maßnahmen und zum Ankauf der Torfabbaurechte vom Land Baden-Württemberg und den Oberschwäbischen Moorheilbädern in das Projekt eingebracht. Der Anteil dieser Mittel am gesamten Gegenwartswert macht 4% aus.

OCHSENMOOR

Tabelle 17 stellt die Mittelflüsse dar, die für die Erreichung der naturschutzfachlichen Zielsetzung im Ochsenmoor über das Naturschutzgroßprojekt „Ochsenmoor“ sowie über das EU-LIFE Projekt in das Gebiet geflossen sind wiederum Ausgaben, die während des Projektes entweder förderfähige Positionen darstellten oder im direkten Zusammenhang mit dem Projekt extern hinzukamen. Die beiden Projekte fanden in den Jahren 1987 bis 1995 sowie 1998 bis 2000 statt, also wiederum vor Währungsumstellung. Dargestellt in Tabelle 17 sind die Gegenwartswerte der eingesetzten Mittel für das Referenzjahr 2012 in Euro. Des Weiteren dargestellt sind entsprechende Summen der eingesetzten Mittel in DM.

Gesamtkosten	Verfügbarmachung von Flächen Flächenankauf	Biotopeinrichtung/-lenkung	Projektplanung PEPL	Organisation Management	Sonstiges*
Naturschutzgroßprojekt					
Bund (in €) 13.744.124	11.739.131	228.141	75.805		1.701.046
(in DM) (15.990.000)	(13.642.174)	(286.034)	(84.988)		(1.976.804)
LK 1.529.993	1.304.348	25.349	8.423		191.873
(in DM) (1.780.000)	(1.515.797)	(31.782)	(9.443)		(222.978)
Σ (in €) 15.274.117	13.043.479	253.490	84.228	Keine Daten	1.892.920
(in DM) (17.770.000)	(15.157.971)	(317.851)	(94.431)		(2.199.783)
EU LIFE					
EC (in €) 489.107	57.511	431.596	-	-	-
(in DM) (693.804)	(81.579)	(612.224)			
Land (in €) 858.424	92.647	695.281	-	70.496	-
(in DM) (1.217.683)	(131.420)	(986.263)		(100.000)	
Σ (in €) 1.347.531	150.157	1.126.877	-	70.496	-
(in DM) (1.911.487)	(213.000)	(1.598.487)		(100.000)	
Externe Mittel (Flächenankauf)					
Land (in €) 1.632.140	1.632.140		-	-	-
(in DM) (1.761.160)	(1.761.160)				
LK (in €) 611.955	611.955		-	-	-
(in DM) (711.160)	(711.160)				
Σ (in €) 2.244.095	2.244.095		-	-	-
(in DM) (2.472.320)	(2.472.320)				

Tab. 17: Mittelflüsse im Ochsenmoor (**Gegenwartswerte** 2012 [p=2,5%] in Euro und *Mitteleinsatz* [p=0%] in DM)

*Differenz zwischen den Investitionen im Rahmen der angegebenen Kostenpositionen zur Gesamtinvestitionssumme des Projektes (siehe Kapitel 8.1.4)

Auf Basis der dem Projekt zur Verfügung stehenden Datengrundlage wurden für die beiden Projekte Gegenwartswerte von €15.274.117 und €1.347.531 errechnet. Im Naturschutzgroßprojekt wurde der größte Anteil der Mittel für die Verfügbarmachung von Fläche verwendet (82,2%). Biotopeinrichtung und -lenkung machten einen Anteil von 1,7% aus, in die Erstellung des PEPL flossen lediglich 0,5% der Gesamtmittel. Der Rest der Kosten (Sonstiges: 12,4%) konnte im Rahmen der zur Verfügung stehenden Datenbasis nicht spezifiziert werden (vgl. Kapitel 8.1.4). Die Mittel im Naturschutzgroßprojekt stammten zu 90% vom Bund und zu 10% vom Landkreis Diepholz.

Im EU-LIFE Projekt wurde der Großteil der Mittel (83%) für biotopeinrichtende und – lenkende Maßnahmen eingesetzt. Der Anteil für den Ankauf der verbleibenden 10,2 ha Fläche machte lediglich 11,1% aus. Dies liegt insbesondere daran, dass das EU-LIFE Projekt in erster Linie die Naturschutzziele des Naturschutzgroßprojektes umsetzen sollten die in dessen Rahmen – aufgrund der hohen Aufwendungen für den Ankauf von Flächen – nicht verwirklicht werden konnten. Die insgesamt aufgewendeten Mittel im EU-LIFE Projekt wurden zu 36% von der Europäischen Kommission, zu 64% vom Land Niedersachsen getragen.

Wie bereits im Kapitel 8.1.4 dargestellt, wurden im Ochsenmoor zusätzliche Ankäufe von Flächen realisiert, die nicht aus Mitteln des eigentlichen Projektes finanziert wurden. Der Flächenankauf von 105 ha, der bereits vor Beginn des Projektes im Rahmen des Dümmer-Sanierungskonzeptes durch das Land Niedersachsen erfolgte, erzeugt im Referenzjahr 2012 einen Gegenwartswert von €1.020.184, die Flächenankäufen von rund 68 ha, die parallel zur Umsetzung jedoch außerhalb des Projektes durch das Land Niedersachsen und dem Landkreis Diepholz erfolgten, entsprechen einem Gegenwartswert von €1.223.911.

Bezüglich der Abschätzung der Folgekosten übernimmt das Land Niedersachsen pro Jahr für die Gesamtregion im Rahmen der Flächenpflege €10.000 für Gehölzrückschnitt und -pflege, €10.000 für besondere Artenschutzmaßnahmen sowie €10.000 für die jährliche Brutvogelkartierung. Zudem finanziert das Land Niedersachsen die jährliche Unterhaltung der Fanggräben mit €2.000, die Stromkosten für die Schöpfwerke mit €1.000, die Wartung der Bauwerke mit €500 sowie die unter dem Begriff Monitoring erfassten Untersuchungen zu ausgewählten Themen mit €12.000. Die Gesamtkosten für die Gebietsbetreuung wurden von Herrn Belting (unter den in Kapitel 8.1.4 geschilderten Vorbehalten) auf ca. €50.000 geschätzt.

Zusätzlich zur Finanzierung durch das Land Niedersachsen werden von den jeweiligen Flächeneigentümern jährlich ca. 20 Euro pro ha (€18.000 für 922ha) in Form von Grundsteuern und Abgaben an die Wasser und Bodenverbände aufgebracht.

PEENETAL

Tabelle 18 weist zum einen die Mittel aus, die im Rahmen des Naturschutzgroßprojekts „Peenetal-/ Peenehaffmoor“ von Bund, Land und dem Zweckverband „Peenetal-Landschaft bereitgestellt wurden. Des Weiteren standen - wie bereits im Rahmen der Projektbeschreibung dargestellt - zur Umsetzung der Projektziele auch Spendengelder der Kurt-Lange-Stiftung Bielefeld sowie aus dem EU-ko-finanzierten Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommerns zur Verfügung. Diese Mittelflüsse sind ebenso in der Tabelle 18 dargestellt. Das Naturschutzgroßprojekt fand in den Jahren 1992 bis 2009 statt, also über die Währungsumstellung hinweg. Dargestellt in der Tabelle sind die Gegenwartswerte der Investitionen für das Referenzjahr 2012 in Euro. Des Weiteren dargestellt sind die Summen der eingesetzten Mittel ebenso in Euro. Hierbei wurden die Zahlungsflüsse in DM, die vor der Umstellung stattfanden auf Euro umgerechnet und zu den Zahlungsflüssen nach Umstellung hinzuaddiert.

Gesamtkosten	Verfügbarmachung von Flächen		Biotopeinrichtung/-lenkung		Projektplanung	Organisation/ Management
	Grunderwerb Pachtablässe	Ausgleichs- zahlungen	Planung/Genehmigung/ Polderrückbau	Optimierung		
Naturschutzgroßprojekt						
Bund (in €)	8.293.190	9.124.472	2.138.952	1.205.086	2.084.969	3.430.566
(in €)	(6.350.782)	(6.876.896)	(1.741.352)	(907.257)	(1.311.775)	(2.635.170)
Land (in €)	2.240.428	2.462.413	589.053	324.565	533.943	935.804
(in €)	(1.719.368)	(1.858.197)	(480.908)	(245.268)	(336.063)	(723.302)
Zweckvb.	950.074	954.104	255.444	143.874	211.266	447.084
(in €)	(728.943)	(721.045)	(206.870)	(107.551)	(132.751)	(337.617)
KL-Stiftung	23.356	22.098	14.557	10.281	-	29.611
(in €)	(20.363)	(19.239)	(12.809)	(9.346)	-	(26.725)
Σ (in €)	11.507.048	12.563.087	2.998.006	1.683.807	2.830.177	4.843.064
(in €)	(8.819.456)	(9.475.378)	(2.441.939)	(1.269.422)	(1.780.589)	(3.722.813)
Moorschutzprogramm MV						
EC (in €)	-	-	12.422.201			
(in €)			(10.428.576)			
Land (in €)	-	-	4.140.734			
(in €)			(3.476.192)			
Σ (in €)	-	-	16.562.934			
(in €)			(13.839.379)			

Tab. 18: Mittelflüsse im Peenetal (**Gegenwartswerte** 2012 [p=2,5%] in Euro und *Mitteleinsatz* [p=0%] in Euro)

Der zur Realisierung des Naturschutzgroßvorhabens aufgebrauchte Mitteleinsatz drückt sich in einem Gegenwartswert von insgesamt 36.425.190 Euro zum Referenzjahr 2012 aus. Die Verteilung des Gegenwartswerts macht für den Bund 72,14 %, für das Land Mecklenburg-Vorpommern 19,45 %, für den Zweckverband „Peenetal-Landschaft“ 8,13 % und für die Spendengelder der Kurt-Lange-Stiftung Bielefeld 0,27 % aus. Dabei nimmt wiederum die Verfügbarmachung von Flächen einen großen Teil der Gesamtsumme ein: Der Grunderwerb von insgesamt ca. 5.500 ha und die Aufhebung von Pachtverträgen gegen Entschädigung auf 2.054 ha machen allein 31,59 % der Gesamtinvestitionen des Naturschutzvorhabens aus. Die Investitionen in Ausgleichszahlungen/Extensivierung auf rund 2.134 ha Grünland übertreffen diesen Wert sogar mit 34,49 % des Gesamtgegenwartswerts. Die Anteile für Biotopeinrichtung und -lenkung machen für Planung/Genehmigungen und Polderrückbau 8,23 %, sowie für Optimierung 4,62 % aus. Die Mitteleinsätze für die Erstellung des PEPL und für die entstehenden Personal- und Sachmittel nehmen mit Anteilen von 7,77 % sowie 13,3 % rund ein Viertel des Gegenwartswertes ein.

Bezüglich der Gelder aus dem Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern beträgt der Gesamtgegenwartswert der investierten Mittel im Referenzjahr 2012 16.652.934 Euro. Die eingesetzten Mittel unterstützten dabei in 23 Einzelprojekten die Renaturierung und Renaturierungsplanung von 23 Poldern mit einem Flächenumfang von insgesamt 3.950,66 ha. Für das Moorschutzprogramm MV gibt es eine EU-Kofinanzierung, nach der auch die Aufteilung des Gesamtgegenwartswerts erfolgt: 75 % der Mittel kommen aus dem Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds zur Entwicklung ländlicher Räume der Europäischen Union, 25 % sind Mittel des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

Bezüglich der Sicherung des Zielzustandes weist der vorläufige Abschlussbericht des Zweckverband „Peenetal/Landschaft“ folgende Folgekosten aus: Im Rahmen des entstehenden Naturparks übernimmt das Land Mecklenburg-Vorpommern die Finanzierung der Naturschutzwacht (163.000€/Jahr), der sächlichen Ausgabe- und Investitionsmittel (93.000€/Jahr) und der Folgepflege (90.000€/Jahr). Zudem übernehmen die Landkreise im Naturpark Peenetal die Finanzierung der Planstellen des Leitungspersonals (133.700€/Jahr), der Zweckverband „Peenetal-Landschaft“ übernimmt die Finanzierung aller Aufgaben, die sich aus dem im Peenetal getätigten Grunderwerb und den geschlossenen Verträgen ergeben (85 – 100 T€/Jahr).

9 Gebietsspezifische CO₂-Vermeidung und deren Kosten

Nachdem im vorausgehenden Kapitel die regionenspezifischen Mittelflüsse und die jeweilig resultierenden Gegenwartswerte für das Referenzjahr 2012 dargestellt wurden, wird in diesem Abschnitt die „Effizienz“ der eingesetzten Mittel hinsichtlich der Vermeidung von THG-Emissionen beschrieben. Dazu erfolgt eine Gegenüberstellung der jährlichen Kosten der erfolgten Investitionen mit den jährlichen Einsparungen an THG-Emissionen, welche durch die Renaturierungsmaßnahmen erreicht werden konnten.

PFRUNGER-BURGWEILER RIED

Die Emissionsmodellierung für das Pfrunger-Burgweiler Ried erfolgte für die Teilgebiete Obere Schnöden, Tisch und Großer Trauben. Zur Ableitung der jährlichen Kosten wurden die in Tabelle 15 des Kapitels 8.2 dargestellten Gegenwartswerte für biotopeinrichtende und –lenkende Maßnahmen herangezogen [vgl. Tabelle 19]). Neben dieser gebietsausschnittsspezifischen Kostenposition fließen in die Ableitung der jährlichen Kosten „Overheadkosten“ aus dem Gesamtprojekt ein. Diese umfassen die Kosten für die PEPL Erstellung, für Organisation und Management, für Öffentlichkeitsarbeit, für Evaluation sowie für Reise und Sachmittel. Die Verteilung dieser „Overheadkosten“ erfolgte nach den anteiligen Baukosten für die Teilbereiche Obere Schnöden, Tisch und Großer Trauben (Bauausführung und Bauplanung) an den Gesamtbaukosten des Projektes (Biotopeinrichtung/-lenkung). Des Weiteren fließen die jährlichen Folgekosten pro Hektar ein. Wie vorausgehend beschrieben, waren im betrachteten Ausschnitt nahezu sämtliche Flächen bereits in öffentlicher Hand und somit für das Projekt verfügbar. Insofern bestehen keine flächenspezifischen Ankaufskosten. Zur Ableitung der jährlichen Kosten des in den Flächen gebundenen Kapitals werden daher Kaufpreise angesetzt, die für vergleichbare, zu Naturschutzzwecken angekaufte Flächen in der Region bezahlt werden. Aufgrund der sehr detaillierten ökonomischen Datenbasis war es im Pfrunger-Burgweiler Ried möglich, für das Gebiet der Emissionsmodellierung flächenspezifische, teilgebietsindividuelle „Vermeidungskosten“ abzuleiten. Tabelle 19 stellt die jährlichen Kosten des Mitteleinsatzes in den einzelnen Umsetzungszonen der Teilgebiete Obere Schnöden, Großer Trauben und Tisch dar und kontrastiert die Kosten mit den teilgebietspezifischen Emissionsminderungen.

	Verfügbar- machung Flächen	Biotopeinrichtung g/-lenkung**	Over- head	Flächen- pflege (Folge)	Erfolgs- kontrolle (Folge)	Summe jährlicher Kosten	Jährliche Vermeidung (t CO ₂ -Äquiv)	€t CO ₂ -Äquiv.
Obere Schnöden (Flächenumfang der Emissionsmodellierung: 230,12 ha)								
Stabilisierungszone (73,67 ha)	Szenario 1	14.884	12.155	22.839	385	72.189	-1.396 (18,54 t/ha)	51,72
	Szenario 2	24.173				81.499		58,39
Extensivierungszone (83,97 ha)	Szenario 1	16.941	13.854	20.992	438	77.240	-1.158 (15,09 t/ha)	66,72
	Szenario 2	27.552				87.851		75,88
Renaturierungszone (73,59 ha)	Szenario 1	14.847	12.142	-	384	49.296	-1.240 (16,30 t/ha)	39,75
	Szenario 2	24.147				58.596		47,25
Großer Trauben (Flächenumfang der Emissionsmodellierung: 208,66 ha)								
Renaturierungszone (209,16 ha)	Szenario 1	26.145	12.069	-	1.092	61.096	-1.920 (9,14 t/ha)	31,81
	Szenario 2	42.521				77.472		40,33
Tisch (Flächenumfang der Emissionsmodellierung: 110,73 ha)								
Renaturierungszone (110,76 ha)	Szenario 1	13.842	11.449	-	578	46.541	-1.701 (15,37 t/ha)	27,36
	Szenario 2	22.511				55.211		32,46
GESAMT (551 ha)	Szenario 1					306.363	7.416	Ø 41,31
	Szenario 2					360.629	7.416	Ø 48,63

Tab. 19: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Teilgebiet Obere Schnöden, Großer Trauben und Tisch im Pfrunger-Burgweiler Ried *, jährliche Emissionsvermeidung (in t CO₂-Äquiv.) und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO₂-Äquiv.)

* in Euro, Basis Gegenwartswert 2012, Betrachtungszeitraum 20 Jahre, jährliche Folgekosten geschätzt laut PEPL, Folgekosten beinhalten keine Daten über Personalkosten.

** Bauausführung, Bauplanung, Stakeholderprozess, Baugenehmigungen, Besucherlenkung

Für die prognostizierte Nutzung (Nutzung im Jahr 2022) auf den rund 550 ha des Gebietsausschnitts der Emissionsmodellierung ergibt sich eine Gesamtemission von 3.502 t CO₂-Äquiv. a⁻¹. Im Vergleich zur Situation vor Umsetzung des Projektes (10.918 t CO₂-Äquiv. a⁻¹) wurde somit eine jährliche Emissionsreduktion von 7.416 t CO₂-Äquivalent für das Gesamtgebiet modelliert (13,45 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹). Dieser jährlichen Emissionsreduktion stehen jährliche Gesamtkosten von 306.363 Euro (Szenario 1) bzw. 360.629 Euro (Szenario 2) gegenüber. Die durchschnittlichen Vermeidungskosten unter den Bedingungen des Szenario 1 liegen somit bei 41,31 € und bei 48,63 €/t CO₂-Äquivalent für Szenario 2. Die Untersuchung im Pfrunger-Burgweiler Ried zeigt, dass die durchschnittlichen „Vermeidungskosten“ für ein Gesamtgebiet nicht zwingendermaßen die Kosten für unterschiedliche Teilgebiete mit unterschiedlichen Ausgangsnutzungen sowie unterschiedlichen Naturschutzmaßnahmen widerspiegeln. Dies sieht man insbesondere im Teilgebiet Obere Schnöden. Hier liegen die Kosten in der Stabilisierungs- und Extensivierungszone für beide Szenarien deutlich über den durchschnittlichen Vermeidungskosten für das Gesamtgebiet. In der Extensivierungszone ist dafür das mit 15,09 t/ha vergleichsweise geringere mögliche Vermeidungspotenzial verantwortlich, in der Stabilisierungszone dagegen der höhere Aufwand für die Folgepflege. Ausschlaggebend dafür, dass das Teilgebiet der Oberen Schnöden die „Kosten in die Höhe treibt“ ist außerdem die Ausgangsnutzung in diesem Bereich. Bei den Flächen der Oberen Schnöden handelte es sich zum großen Teil um genutzten landwirtschaftlichen Grund, der mit einem höheren Ankaufspreis von 8.070€/ha im Vergleich zum Ankaufspreis der Flächenkategorien des Großen Traubens und des Tisches mit 5.000€/ha angesetzt wurde.

In allen Fällen sind die Vermeidungskosten innerhalb der Renaturierungszonen am geringsten. Dies liegt zum einen an den zum Teil hohen Vermeidungspotenzialen pro ha, zum anderen aber daran, dass in der Renaturierungszone keine Folgekosten für Flächenpflege anfallen. Abb. 49 zeigt die Verteilung der unterschiedlichen „Vermeidungskosten“ für die einzelnen Teilbereiche und Umsetzungszonen im Teilgebiet der Emissionsmodellierung im Pfrunger-Burgweiler Ried.

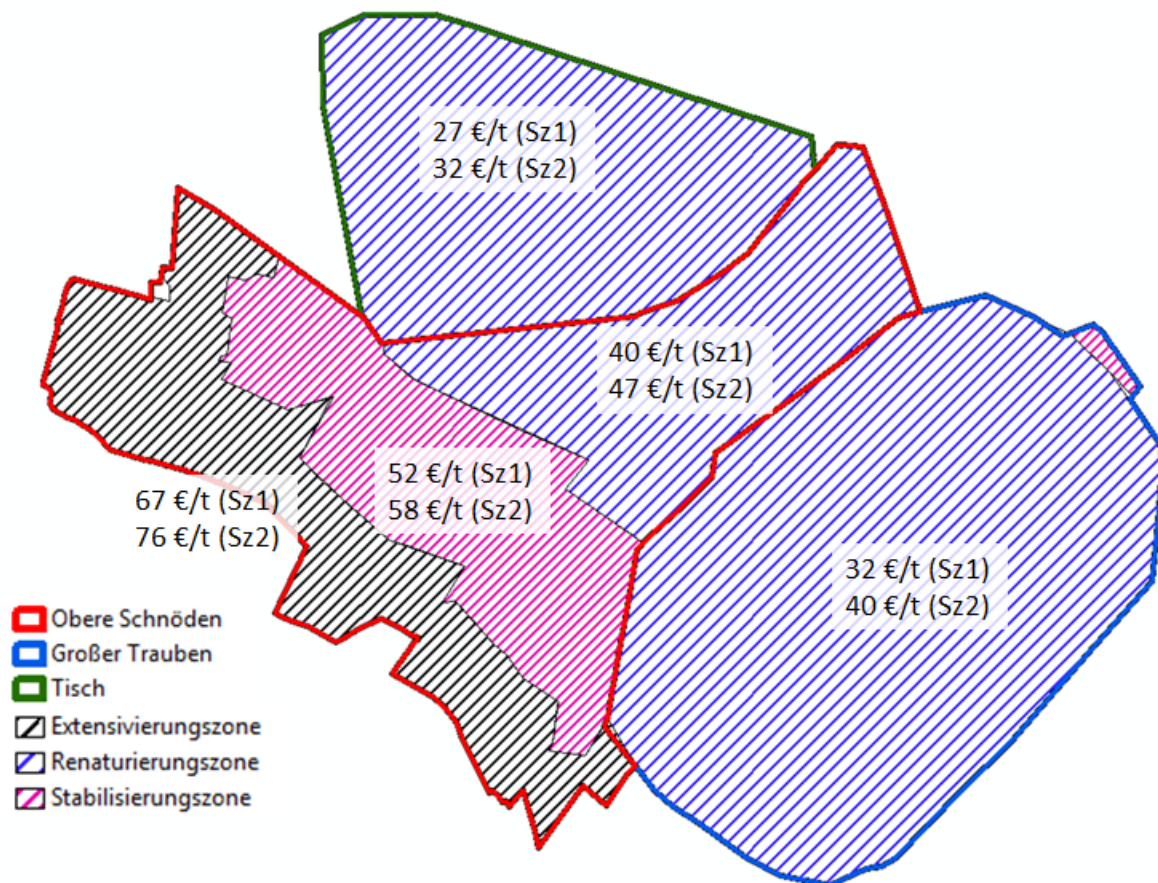


Abb. 49: Teilgebietsspezifische Vermeidungskosten im Teilgebiet der Emissionsmodellierung im Pfrunger-Burgweiler Ried (Angaben in €/t CO₂-Äquivalent)

WURZACHER RIED

Die Emissionsmodellierung für das Wurzacher Ried erfolgte für die Gesamtprojektfäche des Naturschutzgroßprojektes. Zur Ableitung der jährlichen Kosten der Investitionen wurden die in Tabelle 16 des Kapitels 8.2 ausgewiesenen Gegenwartswerte der Verfügbarmachung von Flächen (Flächenankauf, Ankauf von Torfabbaurechten), der biotopeinrichtenden und –lenkenden Maßnahmen sowie der Erstellung des PEPL und der Betreuung für Landsiedlung herangezogen. Auf Grundlage der vorhandenen Datenbasis konnten die Mitteleinsätze des Projektes Wurzacher Ried nicht flächenspezifisch zugeordnet werden. Insofern konnte keine flächenspezifische, teilgebietsindividuelle Abschätzung der Vermeidungskosten sondern lediglich eine Ableitung der durchschnittlichen Vermeidungskosten für das Gesamtgebiet erfolgen. Tabelle 20 bildet zum einen die jährlichen Kosten ab, die sich für die einzelnen Investitionen unter den Annahmen des Szenario 1 und 2 ergeben, zum anderen werden die „Vermeidungskosten“ ausgewiesen, die sich aus der Gegenüberstellung der jährlichen Kosten mit den jährlichen Einsparungen an THG Emissionen ergeben.

	Flächenan- kauf	Torfabbau- rechte	Biotop- ein- richtung/- lenkung	PEPL	Land- siedlung	Summe jährlicher Kosten**	€/t CO ₂ - Äquiv.**
Szenario 1	402.923	58.349	460.249	18.489	35.260	975.271	Ø 85,58
Szenario 2	655.296	58.349	460.249	18.489	35.260	1.227.643	Ø 107,72

Tab. 20: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Wurzacher Ried* und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO₂-Äquiv.)

*in Euro, Basis Gegenwartswert 2012, Betrachtungszeitraum 20 Jahre

**Bei der Ermittlung der Kosten konnten einige Positionen nicht, einige Positionen nur eingeschränkt berücksichtigt werden: Nicht berücksichtigt sind Folgekosten des Projektes, sowie Moderation und Monitoring, eingeschränkt berücksichtigt sind Kosten für Organisation und Management (vgl. Abb. 48)

Die Maßnahmen im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes „Wurzacher Ried“ hatten signifikante Veränderungen der THG-Emissionen des Gebietes zur Folge. Im Vergleich zur Situation vor Umsetzung des Projektes konnte eine jährliche Emissionsreduktion von 11.396,56 t CO₂-Äquivalent für das Gesamtgebiet erreicht werden (7,1 t CO₂-equiv. ha⁻¹ a⁻¹). Unter den Bedingungen des Szenario 1 ergeben sich durchschnittliche Vermeidungskosten für das Gesamtgebiet von 85,58 €/t CO₂-Äquivalent. Hier ergeben die eingesetzten Mittel für Biotop-einrichtung/-lenkung mit 47,19 % einen verhältnismäßig großen Anteil an jährlichen Kosten. Die jährlichen Kosten, die aus der Verfügbarmachung der Flächen resultieren, nehmen mit 47,30 % einen annähernd gleich großen Anteil ein. Unter den Bedingungen des Szenario 2 ergeben sich durchschnittliche Vermeidungskosten von 107,72 €/t CO₂-Äquivalent. Die Abschreibung der Wertminderung der angekauften Flächen führt zu hohen jährlichen Kosten aus der Verfügbarmachung von Flächen, die insgesamt einen Anteil von 58,13 % einnehmen. Der Anteil der jährlichen Kosten, die sich aus Biotop-einrichtung/-lenkung ergeben, sinkt auf 37,5 %. Die Anteile der jährlichen Kosten der PEPL-Erstellung und der Organisation der Landsiedlung sind mit 5,51% (Sz.1) und 4,37 % (Sz.2) verhältnismäßig gering. Hierbei muss aber nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die Datengrundlage zur ökonomischen Analyse im Wurzacher Ried unvollständig ist. Wie bereits im Kapitel 8 diskutiert, liegen keine Kostenaufstellungen für die Positionen „Organisation und Management“, „Moderation und Monitoring“ sowie „Folgekosten“ vor. Wie bereits aus den Ergebnissen des Pfrunger-Burgweiler Riedes ersichtlich, sind diese Kostenpositionen aber signifikant. Die Ergebnisse für das Wurzacher Ried unterschätzen somit die Vermeidungskosten in jedem Falle um die jährlichen Kosten des Mitteleinsatzes zur Deckung der Kosten für „Organisation und Management“, „Öffentlichkeitsarbeit“ und „Monitoring“ sowie für die aus dem Projekt resultierenden „Folgekosten“.

OCHSENMOOR

Zur Ableitung der jährlichen Kosten der Investitionen wurden die in Tabelle 17 des Kapitels 8.2 ausgewiesenen Gegenwartswerte des Mitteleinsatzes im Rahmen des BfN Naturschutzgroßprojektes, des EU-LIFE Projektes sowie die zusätzlichen Mittel des Landes Niedersachsen und des Landkreises Diepholz für Flächenankäufe herangezogen. Wie bereits im Kapitel 8 beschrieben, wurden im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes quasi alle Mittel für die Verfügbarmachung der Flächen ausgegeben, wohingegen die Mittel des deutlich „billigeren“ EU-LIFE Projekts fast ausschließlich für biotop-einrichtende und -lenkende Maßnahmen auf-

gewendet wurden. Aus diesem Grund scheint es an dieser Stelle interessant, einen tieferen Blick in die Verteilung der Mittel hinsichtlich der verschiedenen Quellen zu werfen. Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Verteilung der jährlichen Kosten, die aus dem Mitteleinsatz der verschiedenen Mittelgeber resultieren.

	Flächenankauf	Biotopeinrichtung/-lenkung	PEPL	Organisation und Management	Sonstiges	Summe jährliche Kosten**
Naturschutzgroßprojekt						
Szenario 1	326.087	16.261	5.403		121.425	469.176
Szenario 2	530.333	16.261	5.403		121.425	673.422
EU-LIFE Projekt						
Szenario 1	3.754	72.286		4.522		80.562
Szenario 2	6.105	72.286		4.522		82.913
Externe Mittel für Flächenankauf						
Szenario 1	56.102					56.102
Szenario 2	91.242					91.242

Tab. 21: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Ochsenmoor*

* in Euro, Basis Gegenwartswert 2012, Betrachtungszeitraum 20 Jahre

**Bei der Ermittlung der Kosten konnten einige Positionen nicht, einige Positionen nur eingeschränkt berücksichtigt werden: Folgekosten des Projektes (Gebietsbetreuung) liegen lediglich als Schätzwerte vor, im NGP liegen keine ausgewiesenen Kosten für Organisation und Management vor. (vgl. Abb. 48)

Die jährlichen Kosten, die aus dem Mitteleinsatz des Naturschutzgroßprojektes resultieren, liegen bei 469.176 € (Szenario 1) bzw. 673.422 € (Szenario 2). Sie sind damit um ein Vielfaches höher als die jährlichen Kosten aus dem Mitteleinsatz des EU-LIFE Projektes und können aber – allein gesehen – nahezu keiner Emissionsminderung gegenübergestellt werden: die klimawirksamen Landnutzungsänderungen im Ochsenmoor waren hauptsächlich das Ergebnis des EU-LIFE Projektes, insofern könnten die erreichten Emissionen allein dem geringen aber „klimawirksamen“ Mitteleinsatz des EU-LIFE Projektes gegenübergestellt werden. Dies ist insofern ungerechtfertigt, da die Maßnahmen des EU-LIFE Projektes nur auf Basis der im Naturschutzgroßprojektes realisierten Verfügbarmachung von Flächen umsetzbar waren. Die Projekte im Ochsenmoor sind somit ein „Paradebeispiel“ für die **Problematisierung der Zuschreibung von Emissionsminderungen auf einzelne Umsetzungsprojekte**. Im Ochsenmoor sind die maßgeblich durch das EU-LIFE Projekt erreichten Emissionsminderungen direkt abhängig von den Flächenankäufen im Naturschutzgroßprojekt. Insofern müssen zur Ableitung gerechtfertigter und korrekter Vermeidungskosten die jährlichen Kosten sämtlicher Investitionen, die (projektübergreifend) zu der letztendlichen Landnutzung geführt haben, der erreichten Emissionsminderung gegenübergestellt werden. Tabelle 22 fasst die jährlichen Kosten des Mitteleinsatzes aller Projekte und Mittelgeber im Ochsenmoor zusammen und vergleicht sie mit den erreichten Emissionsminderungen. Neben den jährlichen

Kosten aus den Mittelflächen während der Laufzeit der Projekte sind außerdem die jährlichen Folgekosten, die zur Sicherung des Zielzustandes aufgebracht werden, erfasst. Die Emissionsmodellierung für das Ochsenmoor erfolgte für eine Fläche von insgesamt 923 ha und umfasst somit den gesamten Bereich des Kerngebietes. Der Modellierungsansatz im Ochsenmoor untersucht dabei zwei Emissionsszenarien: Zunächst wird die Veränderung der Emissionen zwischen der Situation vor Projektbeginn und der Situation 2008 modelliert. Ein zweites Minderungsszenario vergleicht die Situation 1991 – 2008. Wie auch im Wurzacher Ried war es aufgrund der ökonomischen Datenbasis im Ochsenmoor nicht möglich, flächenspezifische Vermeidungskosten auszuweisen. Insofern erfolgte auch für das Ochsenmoor eine Ableitung der durchschnittlichen Vermeidungskosten für das Gesamtgebiet. Tabelle 22 zeigt die Zusammenfassung der jährlichen Kosten für den Mitteleinsatz über die verschiedenen Projekte hinweg unter den Annahmen des Szenario 1 und 2. Ausgewiesen sind weiterhin die „Vermeidungskosten“, die sich aus der Gegenüberstellung der jährlichen Kosten mit den jährlichen Einsparungen an THG Emissionen unter den beiden Szenarien der Emissionsmodellierung ergeben.

	Flächenankauf	Biotopeinrichtung/-lenkung	PEPL Erstellung	Organisation und Management	Sonstiges	Folgekosten**	Summe jährliche Kosten***	Jährliche Emissionsvermeidung (vor Beginn – 2008) ***	€/t CO ₂ -Äquiv. (vor Beginn – 2008)*****	Jährliche Emissionsvermeidung (1991–2008)****	€/t CO ₂ -Äquiv. (1991 – 2008)*****
Naturschutzgroßprojekt (NGP) EU-LIFE Projekt (EU), externe Mittel (EX)											
Szenario 1	326.087(NGP) 3.754 (EU) 56.102 (EX)	16.261 (NGP) 72.286 (EU)	5.403 (NGP)	4.522 (EU)	121.425 (NGP)	113.500	719.340	11.020	Ø 65,27	14.293	Ø 50,33
Szenario 2	530.333(NGP) 6.105 (EU) 91.242 (EX)	16.261 (NGP) 72.286 (EU)	5.403 (NGP)	4.522 (EU)	121.425 (NGP)	113.500	961.078	11.020	Ø 87,21	14.293	Ø 67,24

Tab. 22: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Ochsenmoor*, jährliche Emissionsvermeidung (in t CO₂-Äquiv.) und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO₂-Äquiv.)

* in Euro, Basis Gegenwartswert 2012, Betrachtungszeitraum 20 Jahre

** Kostenpositionen der Folgekosten: Gehölzrückschnitt und –pflege (€10.000), Artenschutzmaßnahmen (€10.000), jährliche Brutvogelkartierung(€10.000), Unterhaltung der Fanggräben (€2.000), Stromkosten Schöpfwerke (€1.000), Wartung Bauwerke (€500), Monitoring (€12.000), Gebietsbetreuung (ca. €50.000 [geschätzt]), sowie Grundsteuern und Abgaben an Wasser und Bodenverbände (€18.000) (vgl. Kapitel 8)

*** Emissionsmodellierung vergleicht die Emissionen des Zustandes vor Projektbeginn mit dem Zustand 2008

**** Emissionsmodellierung vergleicht die Emissionen des Zustandes 1991 mit dem Zustand 2008

*****Bei der Ermittlung der Kosten konnten einige Positionen nicht, einige Positionen nur eingeschränkt berücksichtigt werden: Folgekosten des Projektes (Gebietsbetreuung) liegen lediglich als Schätzwerte vor, im NGP liegen keine ausgewiesenen Kosten für Organisation und Management vor. (vgl. Abb. 48)

Im Rahmen der Emissionsmodellierung im Ochsenmoor ergibt sich für die untersuchte Fläche von 923 ha eine Einsparung an THG-Emissionen von jährlich 11.020 Tonnen CO₂-Äquivalent für den Vergleich der Situation vor Projektbeginn mit der Situation 2008. Im Vergleich der Situation 1991 mit der Situation 2008 ist diese Einsparung mit 14.203 Tonnen CO₂-Äquivalent höher. Den jährlichen Einsparungen der beiden Szenarien stehen Gesamtsummen an jährlichen Kosten von insgesamt 719.340 € (Szenario 1) bzw. 961.078 € (Szenario 2) gegenüber. Somit ergeben sich für die Emissionsmodellierungsvariante „vor Beginn bis 2008“ durchschnittliche „Vermeidungskosten“ von 65,27 €/t CO₂-Äquivalent für das ökonomische Szenario 1, für das ökonomische Szenario 2 von 87,21 €/t CO₂-Äquivalent. Für die Emissionsmodellierungsvariante „1991 bis 2008“ liegen die durchschnittlichen „Vermeidungskosten“ für das ökonomische Szenario 1 bei 50,33 €/t CO₂-Äquivalent, für das ökonomische Szenario 2 bei 67,24 €/t CO₂-Äquivalent.

PEENETAL

Die Emissionsmodellierung für das Peenetal erfolgte für eine Fläche von insgesamt 14.925 Hektar. Zur Ableitung der jährlichen Kosten des Mitteleinsatzes wurden die in Tabelle 18 des Kapitels 8.2 ausgewiesenen Gegenwartswerte aus den Mittelflächen im Rahmen des BfN Naturschutzgroßprojektes und der Zusatzfinanzierung aus Mitteln des Moorschutzprogrammes MV herangezogen. Die Mittel, die im Rahmen des Naturschutzgroßprojektes für die Maßnahmen im Peenetal aufgebracht wurden, konnten anhand der vorhandenen Datenbasis nicht flächenspezifisch zugeordnet werden. Die Mittelflächen, die im Rahmen des Moorschutzprogrammes MV in das Peenetal gelenkt wurden, liegen dagegen flächen(polder)-spezifisch vor; aus verschiedenen Gründen konnte diese sehr detaillierte flächenspezifische Information im Rahmen dieses Projektes aber bedauerlicherweise nicht ausgewertet werden: Aufgrund der fehlenden flächenspezifischen Datengrundlage aus dem Naturschutzgroßprojekt konnte nicht ermittelt werden, ob die im Rahmen des Naturschutzprogrammes geförderten 3.950,66 ha Fläche ausschließlich aus dem Naturschutzprogramm finanziert wurden, oder ob zusätzlich Mittel aus dem BfN-Vorhaben in die Umsetzung der Maßnahmen auf diesen Flächen geflossen sind. Zudem erfolgte die Emissionsmodellierung für das Peenetal nicht polderspezifisch, wie bereits erwähnt wurde die Minderung an Emissionen im Rahmen des Projektes für die Gesamtfläche von 14.925 ha modelliert. Selbst wenn die Datengrundlage des BfN-Vorhabens eine polderspezifische Zuweisung der Kosten zugelassen hätte, wäre es somit nicht möglich gewesen die flächenspezifischen Kosten flächenspezifischen Emissionen gegenüberzustellen. Insofern konnten die „Vermeidungskosten“ im Peenetal wiederum nur als durchschnittlicher Wert pro Tonne vermiedenen CO₂-Äquivalents für das Gesamtgebiet abgeleitet werden. Tabelle 23 bildet die jährlichen Kosten ab, die sich für den Mitteleinsatz unter den Annahmen für Szenario 1 und 2 im Peenetal ergeben. Zudem abgebildet werden die Einsparung an Treibhausgasemissionen und die resultierenden „Vermeidungskosten“.

	Grunderwerb/ Pachtablässe	Ausgleichs- zahlungen*	Planungs- u. Genehmigungsver- fahren /Polderrückbau	Optimierung	PEPL Erstellung	Personal und Sachkosten	Folge- kosten***	Summe jährlicher Kosten****	Jährliche EmissionsV ermeidung	€/t CO ₂ - Äquiv. ****
Naturschutzgroßprojekt (NGP) Peenetal/Peenehaffmoor / Moorschutzprogramm MV (MpMV)										
Szenario 1	287.676 (NGP)	805.886 (NGP)	192.313 (NGP)	108.011 (NGP)	181.548 (NGP)	310.669 (NGP)	572.200	3.520.768	57.271	Ø 61,48
			1.062.465 (MpMV)							
Szenario 2	467.863 (NGP)	805.886 (NGP)	192.313 (NGP)	108.011 (NGP)	181.548 (NGP)	310.669 (NGP)	572.200	3.700.955	57.271	Ø 64,62
			1.062.465 (MpMV)							

Tab. 23: Jährliche Kosten des Mitteleinsatzes im Peenetal*, jährliche Emissionsvermeidung (in t CO₂-Äquiv.) und resultierende „Vermeidungskosten“ (in €/t CO₂-Äquiv.)

* in Euro, Basis Gegenwartswert 2012, Betrachtungszeitraum 20 Jahre

** Die Fristigkeit der Extensivierungsverträge lag zumeist zwischen 20 und 30 Jahren. Es wurden aber auch Verträge mit deutlich kürzeren Laufzeiten geschlossen.

Aus diesem Grund schien es gerechtfertigt auch für die Abschreibung der Ausgleichszahlungen einen Zeitraum von 20 Jahren (entsprechend dem allgemeinen Betrachtungszeitraumes im Rahmen des Projektes) anzusetzen.

*** Kostenpositionen der Folgekosten: Finanzierung der Naturschutzzwacht (163.000€/Jahr), der sächlichen Ausgabe- und Investitionsmittel (93.000€/Jahr),

der Folgepflege (90.000€/Jahr), der Planstellen des Leitungspersonals Naturpark (133.700€/Jahr), aller Aufgaben, die sich aus dem Grunderwerb und den geschlossenen Verträgen ergeben (85 – 100 T€/Jahr) (vgl. Kapitel 8)

****Bei der Ermittlung der Kosten konnten einige Positionen nicht, einige Positionen nur eingeschränkt berücksichtigt werden: Eingeschränkt berücksichtigt sind die Folgekosten des Projektes (Evaluierung/Erfolgskontrolle fehlend). (vgl. Abb. 48).

Im Rahmen der Emissionsmodellierung im Peenetal ergibt sich für die untersuchte Fläche von 14.925ha eine Einsparung an THG-Emissionen von jährlich 57.271 Tonnen CO₂-Äquivalent. Dieser jährlichen Einsparung stehen jährliche Kosten aus den eingesetzten Mitteln sowie aus der langfristigen Sicherung und Folgepflege von insgesamt 3.520.768 € (Szenario 1) bzw. 3.700.955 € (Szenario 2) gegenüber. Somit ergeben sich unter den Annahmen des Szenario 1 durchschnittliche „Vermeidungskosten“ für das Gesamtgebiet von 61,48 €/t CO₂-Äquivalent, unter den Annahmen des Szenario 2 von 64,62 €/t CO₂-Äquivalent.

Betrachtet man die jährlichen Kosten der getätigten Investitionen zur Umsetzung des Projektes (unter Vernachlässigung der Folgekosten) unter der Prämisse einer Zuordnung der erreichten Emissionseinsparung auf die Förderung der unterschiedlichen Mittelgeber, zeigt das Naturschutzprojekt Peenetal deutlich, wie signifikant Mittelflüsse „von außen“ den Erfolg eines Naturschutzprojektes bestimmen können. Für die Annahmen des Szenario 1 entstehen 36% der jährlichen Investitionskosten (ohne Folgepflege) aus den Mitteln, die projektextern über das Moorschutzprogramm MV in das Peenetal gelenkt wurden. Auch unter den Annahmen des Szenarios 2 ist der Anteil dieser Kosten mit 34% nur unwesentlich geringer. Dabei ist offensichtlich, dass die hohe erreichte Minderung der THG Emissionen allein aus den Mitteln des Naturschutzgroßvorhabens nicht hätte erreicht werden können; schließlich hatten die Mittel des Moorschutzprogramms MV eine Flächenwirkung von 3.951 ha. Damit verdeutlicht das Untersuchungsgebiet Peenetal **die Schwierigkeit einer „Zuschreibung“ von Emissionsvermeidung auf einzelne Mittelgeber**. In derart großräumigen Naturschutzgroßprojekten können die erzielten Erfolge nur über die gemeinsame finanzielle Förderung verschiedenster Mittelgeber erreicht werden, die sich nach Abschluss der Projekte die Erfolge an sich als „Gemeinschaftswerk“ teilen müssen. Eine Zuweisung anteiliger Emissionseinsparung über den Schlüssel des Anteils eingesetzten Kapitals erscheint an dieser Stelle willkürlich, insbesondere wenn nicht bekannt ist und zugeordnet werden kann, wessen Mittel in welche Flächen mit welchen „klimawirksamen“ Folgen geflossen sind. Und selbst hier stellt sich die Frage, ob dieser Mitteleinsatz ohne den Mitteleinsatz der übrigen Akteure erfolgt wäre bzw. hätte erfolgen können.

10 Interpolation auf die Gesamtmoorfläche (Modul 9)

In diesem Modul war bei der Projektkonzeption geplant, die in den Testgebieten erzielten Ergebnisse auf die gesamten moorgeprägten Großschutzgebiete zu interpolieren. Diese Planung wurde bereits zu Beginn des Projekts bei den Besprechungen durch die Forschungsnehmer relativiert und seitens des Auftraggebers wurden diese Bedenken auch frühzeitig wahrgenommen.

Das zentrale Projektergebnis ist nicht die Skalierung von Status Quo Emissionen, so wie das beispielsweise in der Berichterstattung über die organischen Böden im Rahmen des vTI-Projektes gerade erprobt wird. Vielmehr war es das Ziel in diesem Vorhaben (1) die Einsparung von Emissionen nach der Durchführung von Maßnahmen und (2) die spezifischen Kosten dieser Maßnahmen zu ermitteln.

Für die Einsparungsmodellierung ist ein Vorher-Nachher-Vergleich die Basis, der aber detaillierte und vor allem vergleichbare Flächeninformationen (Wasserstand, Nutzungsintensität oder auch Vegetation/Nutzungskombinationen) vor und nach Maßnahmendurchführung als Eingangsgrößen erforderlich macht. Diese Eingangsgrößen sind aber in ihrer Ausprägung

immer gebietsspezifisch. Daher ist eine Übertragung/Interpolation auf die Gesamtmoorfläche nur über einen Verhältniswert nicht seriös zu machen. Die spezifischen Kosten der Maßnahmen sind je nach Gebietscharakteristik, durchgeführten Maßnahmen oder auch der Kombination an Fördermitteln ebenfalls sehr individuell. Informationen hierzu sind nur aufgrund aufwändiger Datenrecherche zu erreichen, wie in dem hier präsentierten Vorhaben erläutert. Daher ist auch aus Sicht der Ökonomie eine simple Durchschnitts-Skalierung von CO₂-Vermeidungskosten nicht seriös.

Aus diesen Gründen wurde auch die ursprünglich geplante Mittelwert-Hochskalierung der Einsparungsbeträge und der mittleren CO₂-Vermeidungskosten wieder verworfen. Nur auf Projektgebietsebene mit den entsprechenden Eingangsdaten kann seriös skaliert werden. Andererseits sind die erforderlichen Eingangsdaten nun klar und auch die Methodik und Vorgehensweise ist erprobt. Daher sollten sukzessive alle weiteren Gebiete vergleichbar durchgerechnet werden, um dann schließlich eine Skalierung auf die Gesamtfläche der moorgeprägten Großschutzgebiete durchführen zu können.

Die Emissionen der Moore bzw. organischen Böden Deutschlands werden derzeit mit ca. 45 Mio. t CO₂ Äquiv. pro Jahr angegeben (NIR 2010). Damit sind die Moore die größte Einzelquelle nach dem Energiesektor und für ca. 5 % der Gesamt-Emissionen Deutschlands verantwortlich. Sektor übergreifende Maßnahmen sind erforderlich, um die Kohlenstoffspeicher zu erhalten und die hohen Emissionen zu reduzieren. Erste generalisierte Abschätzungen gehen von einem möglichen Einsparungspotenzial von ca. 35 Mio. t CO₂ Äquiv. pro Jahr aus (FREIBAUER et al. 2009). Hier haben die Maßnahmen in den Großschutzgebieten Beispielscharakter insbesondere in Hinblick auf das Wasserstands Management bzw. die Renaturierung sowie die Nutzungsextensivierung.

11 Diskussion

11.1 Ergebnisse der ökologischen Analyse: Klimarelevanz der Maßnahmen

Der Ansatz des Vorhabens, die naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen in den Großschutzgebieten hinsichtlich ihrer Klimawirkung zu bilanzieren war die Leitschnur für die Bearbeitung der ökologischen Arbeitspakete.

Datenbasis:

Den methodischen und inhaltlichen Vorlauf dieses Projektes bildete im Wesentlichen das BMBF-Projekt „Klimaschutz –Moornutzungsstrategien“ (2006-2010), aus dem sowohl die Datenbasis für die Spurengas-Emissionsfaktoren (Chronosequenzen) als auch die Modellierungsstrategie (DRÖSLER et al. 2011) stammt.

Aus diesem Vorlauf konnte die erforderliche Qualität und Auflösung der Eingangsdaten abgeleitet werden. Diese Anforderungen wurden dann als Abfrageparameter in die Fragebögen aufgenommen, die zur Charakterisierung und Auswahl der Gebiete verwendet wurden. Es stellte sich hierbei schnell heraus, dass keines der Gebiete alle Daten in ausreichender Güte und Form bereitstellen konnte. Daher war es erforderlich, in der Folge in denjenigen Gebieten, die in eine engere Auswahl kamen, eine erweiterte Datenrecherche bzw. Neuauswertung von zentralen Eingangsgrößen der Spurengasbilanzierung bzw. Modellierung vorzunehmen. Mit diesem zusätzlichen Aufwand beschränkte sich aber auch die Bearbeitbarkeit der Gebietsanzahl von ursprünglich geplanten ca. 6 Gebieten, auf 4 Gebiete in denen die Maßnahmen bereits durchgeführt wurden. Ein weiteres Gebiet (Allgäuer Moorallianz) sollte hinsichtlich einer Perspektivischen Modellierung mit aufgenommen werden. Die Basis für die Modellierung war aber wegen bis zum Schluss des Vorhabens nicht rechtzeitig fertig gestelltem Pflege- und Entwicklungsplan nicht gegeben, so dass dieses Gebiet dringend in Zukunft ggf. in einem Folgeprojekt bilanziert werden müsste.

Insgesamt hat sich die gebietsbezogene Vorgehensweise aus folgenden Gründen bewährt:

- die Maßnahmen können räumlich zugeordnet werden.
- die Wirkbereiche liegen in der Regel innerhalb der Gebietsgrenzen.
- die klimarelevanten Extreme von Einzelmaßnahmen (wie z.B. Überstau) werden über die Gesamtbilanzierung der Emissionsänderung aller Flächen i.d.R. gepuffert.

Systemgrenzen:

Um den Kriterien MRV zu entsprechen (siehe z.B. VCS-Standard) muss die Frage der Systemgrenze gestellt werden. Diese ist der gesamte Einflussbereich der durch die Maßnahme betroffenen Ressourcen und kann damit über die Großschutzgebietsgrenze hinausgehen. Damit kommen in dem Fall der hier betrachteten Gebiete aus ökologischer Sicht z.B. folgende Themenbereiche in Frage, die über die eigentlichen Gebietsgrenzen hinauswirken könnten:

- Wasserstandsänderungen in umliegenden Flächen in Folge von Renaturierungsmaßnahmen

- Ausgleich des Gebietswasserhaushalts (Abflussspitzen, regionales Kleinklima durch kühlende Wirkung von Wiedervernässungsflächen)
- Intensivierung umliegender Flächen nach Extensivierung oder Nutzungsaufgabe von Idw. Flächen innerhalb der Gebiete

Diese Themen können in der Summe die durch die Maßnahmen in den Gebieten erreichten Klimaentlastungsleistungen sowohl positiv als auch negativ beeinflussen.

Hinsichtlich der Auswirkungen von Wasserstandsänderungen in den umliegenden Flächen ist aber kein signifikanter Effekt zu erwarten, da gerade die wasserrechtlichen Rahmenbedingungen während der Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen immer sehr darauf ausgelegt sind, die potenziellen Folgen auf Unterlieger abzuschätzen bzw. auszuschließen.

Die Änderung des Gebietswasserhaushalts mit potenziell positiver kühlender Wirkung für das Regionalklima und ggf. auch Ausgleich der Hochwasserspitzen kann grundsätzlich in allen Gebieten erwartet werden. Die Bemessung der Effekte ist allerdings nicht einfach und daher nicht unmittelbar in die Klimaentlastungsrechnungen mit einzubeziehen. Derzeit laufen im vTI-Projekt „organische Böden“ Untersuchungen, die regionale Verdunstungsleistung von wiedervernässten Moorflächen für die Regionalklimakühlung zu erfassen. Ende 2012 sollte hier eine verbesserte Einschätzbarkeit gegeben sein.

Hinsichtlich des „leakage-Effekts“ (Intensivierung der Landnutzung auf umliegenden Flächen zur Kompensation der Extensivierung bzw. Nutzungsaufgabe in den Gebieten) liegen keine belastbaren Zahlen aus den betrachteten Gebieten vor. Generell ist es i.d.R. so, dass die Extensivierungen bzw. Nutzungsaufgaben in den Gebieten auf org. Böden stattgefunden haben. Wenn ggf. in der Umgebung Intensivierungen durchgeführt werden, dann betrifft das i.d.R. eher die mineralischen Böden. Hier sind aber dann die klimabelastenden Effekte um eine Dimension geringer als auf den organischen Böden. Insofern würde sich der Gesamteffekt der Einsparungsleistungen vermutlich nur geringfügig ändern.

Zeitschiene

Klassisch ist der Ansatz des Statusvergleichs gewählt worden, wo für 20 Jahre Betrachtungszeitraum die vorher nachher Situation verglichen wurde. Vorher wurde hier der Baseline gleichgesetzt, da ohne die Großprojekte keine Veränderungen in den Gebieten zu erwarten gewesen wären. Was mit diesem Ansatz aber nicht gelingt, ist transiente Emissionen zu berechnen. Grundsätzlich wäre das eingesetzte Modell für die Berechnung sich jährlich ändernder Emissionen geeignet. Die Steuerfaktoren liegen aber nicht in der ausreichenden Auflösung vor. Einzig im Ochsenmoor sind jährliche Nutzungskarten vorhanden, die hinsichtlich der Nutzungsintensität ausgewertet werden könnten. Jährliche Wasserstandsdaten fehlen aber in der Regel nach den Maßnahmen. Daher ist der Vergleich der mittleren Zustände vor und nach Maßnahmen robust im Sinne der Klimaentlastungsberechnungen, vor allem wenn ein Zeitraum von 20 Jahren nach Maßnahmen als Berechnungszeitraum verwendet wird, da sich nach dieser Zeit i.d.R. signifikant unterschiedliche Zustände eingestellt haben.

Methodik

Eine Besonderheit des Vorhabens ist, dass aufgrund der gebietsspezifischen Datenlage die Klimarelevanz der Gebiete nach 2 Verfahren berechnet wurde:

- Erste Ebene basierend auf Vegetations-/Nutzungsformen mit Chronosequenzen-Extrapolation (Peenetal)

- Zweite Ebene basierend auf bifaktoriellem Modellierungsansatz über Wasserstand und Nutzung (Wurzacher Ried, Ochsenmoor und Pfrunger-Burgweiler Ried).

Grundsätzlich sind beide Verfahren robust, wobei die Modellierungsvariante bei ausreichender Güte der Ausgangsdaten vorzuziehen ist, da sie auf der Basis des Gesamtdatensatzes (130 site-Jahre) des BMBF-Projekts aufbaut und damit die Unsicherheit reduziert werden kann. Bei der Übertragung von Chronosequenzen ist immer die Notwendigkeit einer Experteneinschätzung erforderlich, die sich hinsichtlich der Übertragung von Werten zudem aus einem Pool innerhalb und außerhalb des Gebietes bedient.

Datenvergleich

Insgesamt liegen die ermittelten gebietsbezogenen mittleren Emissionen (vorher 31,3 – 11,6 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹ bzw. nachher 15,8 – 6,3 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹) und die Einsparungsbeträge pro ha (4 - 20 bzw. 26 (Vision) t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹) innerhalb der Erwartungswerte. Die Werte aus dem Ahlenmoor und aus dem Freisinger Moos (s. BMBF-Bericht; DRÖSLER et al. 2011) weisen ähnliche Größenordnungen auf. Eine aktuelle Studie aus der JVA-Bernau (DRÖSLER 2011, unveröffentlicht) weist dagegen auf noch höhere Einsparungspotenziale hin, wenn die Ausgangsflächen hohe Emissionen aufweisen und die Renaturierung komplett durchgeführt werden kann. Einzelflächen bezogene Einsparungswerte können ebenfalls höher liegen als die Gebietsmittelwerte (bis über 30 t CO₂-Äquiv. ha⁻¹ a⁻¹; s. DRÖSLER et al. 2011) wenn die am höchsten emittierenden Flächen in Senkenflächen überführt werden können.

Validierung

Alle Abschätzungen und Modellierungen basieren auf dem Modellansatz des Vergleichs der Vorher- und Nachher-Situation. Was aber weitgehend fehlt sind die Validierungen durch konkrete Messungen nach Maßnahmendurchführung auf den Flächen in Form eines Monitoringprogramms. Z.T. kann das durch Chronosequenz-Messungen kompensiert werden, wie auch in anderen Gebieten bereits gezeigt werden konnte. Diese Validierungsmessungen können natürlich nicht gesamtflächenhaft erfolgen. Aber gebietsspezifische Werte nach Management-Änderung sind für die Validierung essentiell. Insofern ist eine räumlich und inhaltlich differenzierte Monitoringplanung (Steuerfaktoren und Gasflüsse) erforderlich. Dafür fehlt bisher ein Standard für Senkenprojekte in Mooren, der im Rahmen eines möglichen Folgeprojektes für Deutschland entwickelt werden sollte (s. Ausblick).

11.2 Ergebnisse der ökonomischen Analyse: Kosten

Die ökonomische Analyse im Rahmen des Projektes untersucht, inwieweit der zum Teil sehr hohe Einsatz an öffentlichen Mitteln für die Durchführung von Naturschutzgroßprojekten in deutschen Moorgebieten zur Verminderung von Treibhausgasemissionen beigetragen hat. Zudem wird über die Ableitung von „Vermeidungskosten“ abgeschätzt wie „teuer bzw. günstig“ eine Minderung von Treibhausgasemissionen aufgrund der Umsetzung von „Moorschutzprojekten“ im Vergleich zu anderen Vermeidungsstrategien erscheint.

Die Ergebnisse, die im Rahmen der ökonomischen Analyse erarbeitet wurden, deuten darauf hin, dass sich die Kosten pro Tonne CO₂-Äquivalent, die mit Verminderungen an Treibhaus-

gasemissionen durch die Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen einhergehen, in einem akzeptablen Bereich bewegen. Selbst wenn die Preise für Emissionsrechte, die momentan an der European Energy Exchange gehandelt werden, deutlich unter den im Rahmen des Projektes ermittelten Kosten liegen (der Preis der Emissionszertifikate lag im Verlauf des letzten Jahres zwischen 13,50 € und 17 € pro Tonne CO₂-Äquivalent [EEX, 2011]) könnten die Ergebnisse durchaus mit den Kosten gängiger Vermeidungsstrategien konkurrieren. So verursachen zum Beispiel Biomassestrategien im Transportsektor Vermeidungskosten zwischen rund 150 € und 470 € (z.B. Rapsmethylester, BTL, Biodiesel, Ethanol, Biogas) (WBA, 2007). Die Umrüstung gängiger Automobile in Richtung emissionsarmer Fahrzeuge erzeugt Vermeidungskosten zwischen 130 und 150 € pro Tonne (McKINSEY, 2007) und manche Vermeidungsstrategien im Transportsektor sind mit Vermeidungskosten von bis hin zu mehr als 1000 € pro Tonne CO₂-Äquivalent verbunden (Bioethanol aus Getreide oder Zuckerrüben, Hybrid-Antriebe) (WBA, 2007; McKINSEY, 2007). Auch im Energiesektor übersteigen die Vermeidungskosten häufig die 200 € Marke (z.B. Stromerzeugung aus Biomasse, Photovoltaik) (WBA, 2007; KÖNIG, 2009, McKINSEY, 2007). Des Weiteren existieren auch andere Ansätze zur Bewertung der Kosten von Treibhausgasemissionen, die die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kosten in einen akzeptablen Bereich rücken: Zur Ableitung von CO₂-Vermeidungskosten verweist das deutsche Umweltbundesamt beispielsweise auf die externen Kosten der CO₂-Emissionen. In der „Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten“ des Umweltbundesamtes (UBA, 2007) vertritt das Amt die Ergebnisse einer Studie die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Auftrag gegeben wurde. Im Rahmen dieser Studie empfehlen die Autoren die Verwendung des besten Schätzwertes von 70 € / t CO₂ für die Internalisierung der externen Kosten von Treibhausgasemissionen. Da die Varianz der existierenden Schätzungen groß ist, wird zudem die Durchführung von Sensitivitätsrechnungen mit den Werten 20 € / t CO₂ und 280 € / t CO₂ empfohlen.

Betrachtet man diese angeführten Bewertungsansätze und Vermeidungskosten bereits umgesetzter Verfahren, wird offensichtlich, dass die im Rahmen dieser Studie ermittelten Vermeidungskosten aus der Umsetzung von Naturschutzvorhaben in „Hot-Spot-Emissions-Gebieten“ in allen Fällen Werte umfassen, die inner- und zum Teil durchaus auch unterhalbhalb der Kosten existierender Verfahren liegen. An dieser Stelle muss zudem darauf hingewiesen werden, dass die zum Teil sehr hohen Aufwendungen an öffentlichen Geldern, die im Rahmen dieser Studie zur Berechnung von Emissionsvermeidungskosten herangezogen werden, in erster Linie nicht zugunsten einer Vermeidung des Klimawandels eingesetzt werden. Vielmehr ist die Initiierung und Umsetzung der untersuchten Naturschutzgroßprojekte vor allem dem Schutz und Erhalt ökologisch wertvoller Gebiete und Kulturlandschaften, gefährdeter Arten, natürlicher Ressourcen etc. geschuldet; die durch die Naturschutzgroßvorhaben entstehende Vermeidung an Treibhausgasemissionen ist ein zwar durchaus erwünschter Erfolg der Maßnahmen, die Emissionsminderung ist aber an sich nur ein „Nebeneffekt“ der Vorhaben. Insofern können auch die aufgewendeten Mittel, die für die Umsetzung von Naturschutzgroßprojekten benötigt werden, nicht allein mit dem Nutzen einer Einsparung an Treibhausgasemissionen kontrastiert werden. In einer „umfassenden“ monetären Bewertung der Emissionsvermeidung müssten somit – neben dem Nutzen der Emissionseinsparung – auch weitere Nutzenpositionen, z.B. aus einer Erhöhung der Biodiversität, aus dem Schutz der natürlichen Ressourcen oder auch dem Beitrag der Gebiete zum regionalen Tourismus etc. berücksichtigt werden. In einer derartigen Bewertung – mit dem Einbezug weiteren „monetarisierten Nutzen“ – würden aller Wahrscheinlichkeit nach die Vermeidungskosten

noch weiter sinken. Neben der Notwendigkeit des Einbezuges weiterer Nutzenpositionen ist es des Weiteren offensichtlich, dass gewisse Kostenpositionen, die im Rahmen von Naturschutzgroßprojekten bedient werden, in keinem Zusammenhang mit einer erreichten Emissionsvermeidung stehen. So nehmen beispielsweise im Ochsenmoor Aufwendungen für Evaluierungsgutachten zur Entwicklung des Brutpaarbestandes der Zielvogelarten, die als Folgekosten in die Vermeidungskostenberechnung einfließen, natürlich keinen Einfluss auf die Emission von Treibhausgasen und dürften konsequenterweise auch in eine derartige Berechnung nicht einfließen. Sollte also der monetäre Einbezug des Nutzens derartiger Aufwendungen in eine umfassende Vermeidungskostenberechnung nicht möglich sein, dürften an sich lediglich die Kosten herangezogen werden, die zu klimarelevanten Maßnahmen führen; die Folge wäre auch hier eine Verringerung der Vermeidungskosten. An dieser Stelle bleibt allerdings anzumerken, dass es im Rahmen dieser Studie und auf Grundlage der vorhandenen Datenbasis weder möglich war die „nicht-klimarelevanten“ Positionen herauszufiltern noch weitere Nutzenpositionen zu monetarisieren (vgl. auch nächsten Abschnitt). Bezüglich einer Vernachlässigung „nicht-klimarelevanter“ Positionen ist des Weiteren anzumerken, dass jenes Vorgehen nicht zwangsläufig sinnvoll erscheint und die Monetarisierung weiterer Nutzenpositionen als Verfahren als vorzüglicher erscheint: Inhalte von Naturschutzgroßprojekten, welche keine „klimarelevanten“ Umsetzungsmaßnahmen bedingen sondern mit ihren Umsetzungsmaßnahmen andere naturschutzfachliche Ziele verfolgen sind und waren eben zum Teil auch Ursache des Vorhabens (z.B. Primärziel Vogelschutz im Ochsenmoor), insofern haben diese Inhalte auch die gewählten Umsetzungsmaßnahmen mit den verbundenen Kosten direkt beeinflusst – mit dem resultierenden Effekt auf die Emission von Treibhausgasen.

Gleich welcher Art die Einschätzung der Ergebnisse der ökonomischen Analyse hinsichtlich der Konkurrenzfähigkeit der abgeleiteten Vermeidungskosten erfolgt, müssen bei der Interpretation der Ergebnisse jedoch verschiedene wichtige und kritische Punkte beachtet werden, die v.a. – wie bereits angesprochen - die vorhandene Datenbasis sowie die Systemgrenzen, innerhalb welcher die Studie durchgeführt wurde, betreffen.

Datenbasis:

Wie bereits bei der Beschreibung der Methodik und der Diskussion der Datengrundlage betont wurde, können „korrekte“ Vermeidungskosten nur dann ausgewiesen werden, wenn der gesamte Mittelfluss der Projekte während sämtlicher Phasen eines Projektes bekannt ist, sowie erfasst und ausgewertet werden kann. Die Datenrecherche im Rahmen dieses Forschungsprojektes machte deutlich, dass insbesondere für „alte“ Projekte, selbst wenn der eingesetzte Mittelaufwand groß war, keine vollständigen Datenaufzeichnungen über die Mittelflüsse zur Verfügung stehen. So war es zum Beispiel im „Wurzacher Ried“ nicht möglich Daten zu erhalten, die die Aufwendungen für Organisation und Management des Projektes ausweisen. Der Grund hierfür ist, dass diese Kostenposition im Rahmen des Projektes keinen Förderungsgegenstand darstellte. Nichtsdestotrotz ist offensichtlich, dass die Umsetzung des Projektes ohne Organisation und Management und ohne die Aufwendungen zur Deckung der entsprechenden Kosten nicht möglich gewesen wäre. Angesichts der Tatsache, dass das Projekt eine Laufzeit von 10 Jahren hatte, ist es offensichtlich, dass diese Kostenposition einen signifikanten Einfluss auf die Modellierung der „Vermeidungskosten“ hätte.

Des Weiteren existiert im Wurzacher Ried keine Datengrundlage, welche die Aufwendungen zur Sicherung des Zielzustandes (z.B. für Ausgleichszahlungen, Erhalt/Erneuerung der Infrastruktur, Evaluation, etc.) ausweist. Die Regionen, in denen derartige Folgekosten ausgewiesen werden, zeigen aber deutlich wie signifikant der Einfluss der Folgekosten auf die gesamten jährlichen Kosten sein kann. So machen beispielsweise die Folgekosten im „Pfrunger-Burgweiler Ried“ bei einzelnen Teilgebieten sogar mehr als 30% der gesamten jährlichen Kosten aus, im „Ochsenmoor“ immerhin je nach ökonomischem Szenario 12 – 16 %. Obwohl die Information über die Folgekosten im „Ochsenmoor“ vorhanden ist, gibt es auch hier signifikante Datenlücken. Sowohl für das Naturschutzgroßprojekt als auch für das EU-LIFE Projekt stehen lediglich die Summenwerte der einzelnen Kostenpositionen zur Verfügung. Insofern konnte die Aufzinsung auf den Gegenwartswert 2012 nur erfolgen, indem die Summenwerte gleichmäßig auf die Dauer der Projektabschnitte verteilt wurden, über welche hinweg die Kostenpositionen bedient wurden. Des Weiteren fehlen im „Ochsenmoor“ wiederum Daten über die Kosten von Organisation und Management – mit den gleichen Konsequenzen die für das Wurzacher Ried angenommen wurden. Die beste Datenbasis besteht im Pfrunger-Burgweiler Ried – dem „neuesten“ Projekt. Dies liegt vor allem daran, dass die Verantwortlichen des Projektes unmittelbar an der Umsetzung arbeiten und somit die Daten aktuell zur Verfügung haben. Vermutlich wurden aber auch die Controlling-Systeme der aktuellsten Förderprogramme verbessert, was zu einer Verbesserung der Datenaufzeichnung und -haltung führte.

Systemgrenzen:

Ein anderer Punkt, der beachtet werden muss wenn eine Abschätzung von „Vermeidungskosten“ durchgeführt werden soll, sind die Systemgrenzen innerhalb derer diese Abschätzungen getroffen werden. Im Rahmen dieses Projektes werden projektindividuelle Kosten berechnet, die für die Entwicklung eines definierten Schutzgebietsausschnitts aufgewendet wurden. Insofern werden Effekte der Naturschutzprojekte auf Flächen außerhalb des Schutzgebietsausschnittes nicht berücksichtigt. Grundlegende, großräumige Veränderungen der Flächenstrukturen und Flächenfunktionen in zum Teil großräumigen Ökosystemen können aber weitreichende Folgen in dem das Projektgebiet umgebenden Raum haben. Zum einen können die Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit innerhalb des Projektgebiets „Produktions-Exporte“, bzw. eine Intensivierung der Produktion auf alternativen Flächen bedingen. Derartige landwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen können auch negative Wirkungen auf die Emission von Treibhausgasen bedingen (z.B. Intensivierung der Düngung, erhöhter Transportaufwand, Landnutzungsänderungen zur Schaffung alternativer landwirtschaftlicher Nutzfläche, etc.). Aus diesem Grund müssten zur Ableitung von volkswirtschaftlichen und auch globalen Kosten-Nutzen-Relationen als Basis einer Vermeidungskostenmodellierung profunde Szenarien analysiert werden, welche die Effekte in deutlich weiter gefassten Systemgrenzen berücksichtigen.

12 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Der Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und ihre Monetäre Bewertung wurde in diesem Vorhaben schwerpunktmäßig aus der Sicht der Maßnahmenebene (Umnutzungs-, Extensivierungs- und Renaturierungsmaßnahmen) beleuchtet. Dies entspricht dem Kriterium der Zusätzlichkeit (Additionality), das bei gezielt geplanten und angerechneten Senkenprojekten erfüllt sein muss. Diese Zusätzlichkeit ist Voraussetzung, dass eine erreichte Klimaentlastung dem menschlichen Handeln zugeschrieben werden kann und nicht ein Nebeneffekt einer laufenden Veränderung von Steuerfaktoren ist (wie z.B. Verlängerung der Vegetationsperiode und damit steigender Aufnahme von C in die Vegetation).

Gerade in Moorengebieten ist die Zusätzlichkeit eindeutig gegeben, da die Maßnahmen der Umnutzung, Extensivierung und Renaturierung sowohl an den Steuerfaktoren Wasserhaushalt, Nutzungsintensität und Vegetationsausstattung eindeutige Veränderungen hervorrufen und diese wiederum die Klimawirksamkeit maßgeblich bestimmen.

Diese Zusätzlichkeit ist auch gegeben, wenn die ursprüngliche Zielstellung der Maßnahmen vorrangig der Verbesserung der Arten- und Biotopschutzsituation in den Gebieten diene.

Im Vordergrund dieses Vorhabens stand die Bemessung der ökologischen Serviceleistung „Klimaschutz“, die quasi als Nebenprodukt der in den betrachteten Gebieten vorrangig aus naturschutzfachlicher Sicht durchgeführten Planungen und Maßnahmen entstand.

Es konnte gezeigt werden, dass in allen Gebieten ein positiver Klimaschutzeffekt erzeugt wurde, obwohl die Maßnahmen i.d.R. nicht gezielt für die Optimierung der Klimaschutzeleistung geplant worden sind. Die ökonomische Bewertung ergab zudem, dass die CO₂-Vermeidungskosten innerhalb eines konkurrenzfähigen Rahmens im Vergleich zu anderen landnutzungsorientierten Maßnahmen liegen.

Im Konzert der verschiedenen ökologischen und gesellschaftlichen Funktionen, die die Großschutzgebiete erfüllen können (s. BfN-Positionspapier; Nov 2010) konnten in diesem Vorhaben der Beitrag der untersuchten Schutzgebiete zur Abpufferung des Klimawandels quantifiziert und die jeweiligen Kosten monetarisiert werden.

Die Bewertung der ökologischen Funktionserfüllung weiterer Funktionen und Leistungen und deren ökonomische Effizienz waren nicht Gegenstand des Vorhabens. Ebenso fehlt bisher ein Standard (Weiterentwicklung VCS), im Sinne eines Leitfadens für die Durchführung eines Funktionen-übergreifenden Moormanagements, sowohl innerhalb von Großschutzgebieten als auch im Rahmen von einzelnen Senkenprojekten.

2.4 Beitrag zur Abpufferung des Klimawandels

Großschutzgebiete und die in ihnen lebenden Menschen können einen nicht unerheblichen Beitrag zur Minderung der Auswirkungen bzw. Abschwächung des Klimawandels leisten und müssen ihr Management auch darauf abstellen. Dazu sollte die Landnutzung so erfolgen, dass möglichst wenig Treibhausgase freigesetzt werden. Beispielsweise sollte der Umbruch von Grünland zu Äckern vermieden werden, weil hierdurch viel CO₂ freigesetzt wird. Eine Vermeidung oder Reduzierung der Freisetzung von CO₂ zur Minderung des Klimawandels kann durch Wiedervernässung von entwässerten Mooren und Feuchtgebieten einschließlich landwirtschaftlich intensiv genutzter Moorböden sichergestellt werden. Immerhin befinden sich rund 50 % der für das Schutzgebietsnetz Natura 2000 gemeldeten Moore in Deutschland innerhalb der Kulisse der Großschutzgebiete.

Handlungserfordernisse

Im Wasserhaushalt geschädigte Moore und Feuchtgebiete (inkl. Feuchtwälder) in Großschutzgebieten sollten wiedervernässt werden. Ackerbaulich genutzte Moorböden sollten zumindest in Grünland umgewandelt werden.

(Auszug aus: Großschutzgebiete in Deutschland – Ziele und Handlungserfordernisse – Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz; Nov 2010)

Daraus ergibt sich aufbauend auf den Erkenntnissen des hier vorgelegten Forschungsvorhabens folgender weiterer Handlungs- und Forschungsbedarf:

- Entwicklung und Etablierung eines Monitoringprogramms für die Erfolgskontrolle in Schutzgebieten, das insbesondere die für die THG-Modellierung wichtigen Steuerparameter (Wasserstand, Nutzungsintensität, Vegetationsdynamik) in der Fläche abbildet.
- Bemessung der Effekte des Moormanagements auf weitere Ressourcenbereiche (Wasserhaushalt, Nährstoffe, Biodiversität etc.)
- Bearbeitung weiterer moorgeprägter Schutzgebiete
- Validierung der durchgeführten Modellierungen im Rahmen von ausgewählten Messungen insbesondere in Vegetation-/Nutzungstypen, die nicht ausreichend mit konkreten Messwerten belegt sind

Damit: Vorbereitung eines deutschen Standards für die Anrechnung von Klimaschutzleistungen durch Moormanagement der MRVT-Kriterien (measureable, reportable, verifiabel tradeable) genügt.

Im Rahmen des Vorhabens „**Moorschutz in Deutschland**“ FKZ: 3511 82 0500, könnte dieser identifizierte Handlungs- und Forschungsbedarf aufgenommen werden. (s. Text aus der Aufforderung zur Interessensbekundung):

In diesem Vorhaben sollen aufbauend auf verschiedenen wissenschaftlichen Vorläuferprojekten (BMBF-Projekte, BMU/BfN F+E-Vorhaben „Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und ihre Monetäre Bewertung“, FKZ: 3509 85 0500) Grundlagen für eine Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystem(dienst)leistungen (u. a. Klimaschutz, Wasserhaushalt) entwickelt und zu in der Praxis einsetzbaren Handreichungen aufgearbeitet werden. Darüber hinaus sollen u. a. die folgenden Instrumente entwickelt werden:

- *Ein Instrument zur Beurteilung verschiedener Nutzungsverfahren der Landwirtschaft im Hinblick auf ihre potenzielle Klimarelevanz.*
- *Ein übertragbares Instrument zur Zustandsbeurteilung verschiedener Moordegenerationsstadien in Hinblick auf ihre jeweilige Klimarelevanz.*
- *Ein Prognoseinstrument zur Abschätzung des Entwicklungspotenzials der Moordegenerationsstadien (in Hinblick auf Biodiversität und Ökosystemleistungen) unter verschiedenen Rahmenbedingungen.*
- *Ein zielorientiertes Monitoringsystem für eine effektive Erfolgskontrolle von Moorschutz- und Revitalisierungsprojekten.*

Die Ergebnisse sollen unter Einbindung von ökonomischen Aspekten einschließlich Finanzierungsmechanismen (u. a. unter Anpassung von Verfahrensregeln des VCS-Standards) in einem bzw. mehreren Handlungsleitfäden münden sowie im Rahmen einer wissenschaftlichen Fachtagung vorgestellt, ausgewertet und diskutiert werden.

Moore gehören zu denjenigen Ökosystemtypen, wo die Synergien zwischen Klimaschutz, Wasserschutz und Biodiversitätsschutz besonders offensichtlich sind. Die Optimierung der Synergien erfordert ein an den Anforderungen der Ressourcenbereiche ausgerichtetes Management. Hierfür können im Rahmen des Folgevorhabens Standards für das Moormanagement in Deutschland gesetzt und Handlungsleitfäden zur Optimierung der Synergien unter Einbindung von Finanzierungsaspekten entwickelt werden.

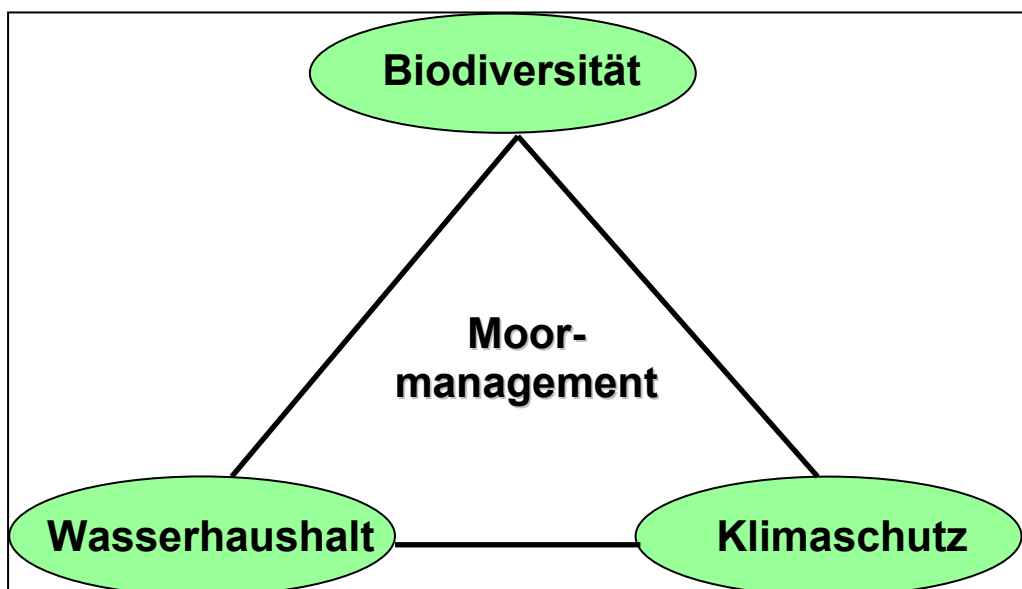


Abb. 50: Synergien zwischen Ökosystemfunktionen in Mooren – optimierbar durch Moormanagement

13 Zusammenfassung

Der Bund finanziert seit Jahrzehnten Naturschutzgroßprojekte für die Erhaltung und Wiederherstellung insbesondere der Lebensraumfunktion für Fauna und Flora. Die dafür durchgeführten Maßnahmen setzen in der Regel an Management-Änderungen (Extensivierung) und in moorgeprägten Großschutzgebieten auch an den Änderungen der Standortbedingungen durch Renaturierung/Wasserstandsanhebung an.

Übergeordnetes Ziel: Ziel des BMU/BfN-Vorhabens „Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und ihre Monetäre Bewertung“ (FKZ: 3509 85 0500) war es, die ökologische Serviceleistung „Klimaschutz“ in Großschutzgebieten zu quantifizieren und die Kosten für die CO₂-Vermeidung zu berechnen. Da die Maßnahmen in den Großschutzgebieten nicht gezielt auf den Klimaschutz ausgerichtet waren, sondern insbesondere die Lebensraumfunktion verbessern sollten, war es mit diesem Projekt möglich, den Nebeneffekt dieser naturschutzfachlichen Maßnahmen für den Klimaschutz zu evaluieren und den Gesamt-Kosten der jeweiligen Naturschutzgroßprojekte gegenüberzustellen. Im Rahmen des Vorhabens sollte also geprüft werden, ob Schutzgebiete einen positiven Beitrag zum „Klimaschutz“ leisten und wie diese Ökosystemdienstleistung monetär zu bewerten ist.

Methodisches Vorgehen: Für die Ex-Post-Evaluierung war es entscheidend zu identifizieren, welche Gebiete einen Datenstand zur Verfügung stellen konnten, der sowohl die ökologischen als auch ökonomischen Bearbeitungen ermöglicht. Hierfür wurden in einem ersten Schritt die ökologischen und ökonomischen Datenanforderungen als Fragebogen formuliert und an 18 moorgeprägte Schutzgebiete versendet. Dabei stellte sich heraus, dass keines der Gebiete *alle* Daten in der ausreichenden Auflösung und gewünschten Datenhaltung zur Verfügung stellen konnte. Insbesondere wurde offensichtlich, dass das Monitoring der für die ökologischen Fragestellungen wichtigen Eingangs-Parameter (Wasserstand, Vegetation, Nutzungsform und Kurzintensität etc.) nicht komplett und flächenhaft durchgeführt wird. Dies ist aber auch vor dem Hintergrund einer Erfolgskontrolle der naturschutzfachlichen Zielerreichung ungünstig. Je nach Gebiet sind dennoch einzelne Ressourcenbereiche gut gemonitort, wie z.B. die Nutzungsform und der Bruterfolg der Avifauna im Ochsenmoor. Für die ökonomischen Daten galt insbesondere, dass die Datenhaltung gerade vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Förder- und Trägerorganisationen sowie der teilweise langen Zeit seit Beginn der Projekte sehr unterschiedlich war und die größte Hürde für die ökonomische Analyse darstellte.

Nach einer Vorauswahl unter denjenigen Gebieten mit der größten Datenabdeckung erfolgte die Festlegung der endgültigen Liste in Abstimmung mit dem Auftraggeber: Wurzacher Ried, Ochsenmoor, Peenetal, Pfrunger-Burgweiler Ried, Allgäuer Moorallianz.

Die auch in diesen Gebieten immer noch vorhandenen Datenlücken mussten in der Folge durch eine vertiefte Auswertung vorhandener Unterlagen kompensiert werden. So wurden für das Wurzacher Ried (UA BLASY & OVERLAND), das Ochsenmoor (Eigenleistung vTI) und das Pfrunger-Burgweiler Ried (UA KAPFER und Aufbereitung PAN) erstmals Vorher-Nachher-Wasserstände flächig modelliert. Für alle drei Gebiete wurden darüber hinaus aus den Nutzungs- und Vegetationskarten flächenhaft Nutzungsintensitäten abgeleitet. Diese Parameter wurden als Eingangsgrößen für die Spurengasmodellierung in ihrer jeweiligen Flächenaus-

dehnung für die Situation vor und nach den Maßnahmen genutzt. Als methodische Basis für die Flächenmodellierung wurde das bifaktorielle Modell verwendet, das auf der Basis der BMBF- und Vorläufer-Projektdaten auf dem aktuellsten und umfassendsten Datensatz für Spurengasemissionen aus Mooren in Deutschland (Klimaschutz durch Moorschutz; 2006-2010; DRÖSLER et al. 2011) die Berechnung und Skalierung der Klimawirksamkeit der Moore ermöglicht.

Für das Peenetal wurde eine Vegetations-Nutzungstypen basierte Zuweisung von Emissionsfaktoren durchgeführt, da hier keine ausreichenden Daten für die Modellierung auf der Basis der Wasserstände und Nutzungsintensitäten generiert werden konnten. Dafür musste eine Vegetationskartierung vor den Maßnahmen mit einer aktuellen Vegetationskarte, die mittels Fernerkundung erstellt wurde, verglichen werden (Eigenleistung ZALF-BLF und ZALF-LSD). Für das Gebiet der Allgäuer Moorallianz war geplant, den Pflege- und Entwicklungsplan als Basis für die prognostische Modellierung zu verwenden. Dieser war aber zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Vorhabens noch nicht fertig.

Die Auswertung der ökonomischen Daten war mit einem gebietsspezifisch erheblichen Aufwand verbunden, da die verschiedenen Quellen und Zeiten der Finanzierungen erst aufgeschlüsselt werden mussten. Hier wurde die BOKU aus den Gebieten heraus und direkt vom BfN tatkräftig unterstützt.

Ergebnisse: Die Modellierung der Klimawirksamkeit der Gebiete vor und nach Maßnahmen ergab für alle vier Gebiete eine Einsparung von CO₂-Äquivalenten und damit eine Klimaentlastungswirkung. Diese liegt je nach Gebiet zwischen ca. 7.415 und mindestens 57.000 t CO₂-Äquiv. pro Jahr. Die gemittelte Einsparungsleistung pro Gebiet beträgt zwischen ca. 4 und 15,5 t CO₂-Äquiv. pro ha und Jahr.

Gebiet	Gesamtgebiets-Größe [ha]	CO ₂ -Vermeidung gesamt [t CO ₂ -Äquiv. a ⁻¹]	CO ₂ -Vermeidung je Hektar [t CO ₂ -Äquiv.ha ⁻¹ a ⁻¹]	Anmerkungen zur Ermittlung der CO ₂ -Vermeidung	Jährliche Kosten ¹⁾ gesamt [€ a ⁻¹] Wert Szenario 1 / Wert Szenario 2	Jährliche Kosten ¹⁾ je Hektar [€ ha ⁻¹ a ⁻¹] Wert Szenario 1 / Wert Szenario 2	Anmerkungen zur Ermittlung der Kosten der CO ₂ -Vermeidung
Wurzacher Ried	1.625 ^A 1.221 ^B	11.397 26.184 ^C	7 9.3 21.5	Modellierung (nach Drösler et al. 2011)	975.271 / 1.227.643	600 / 756	Nicht vorliegend und dementsprechend nicht berücksichtigt sind Folgekosten des Projektes, sowie Moderation und Monitoring, eingeschränkt berücksichtigt sind Kosten für Organisation und Management
Ochsenmoor	923	11.020 ^D 14.293 ^E 24.321 ^C	12 15.5 26.3	Modellierung (nach Drösler et al. 2011)	719.340 / 961.078	780 / 1.040	Folgekosten des Projektes (Gebietsbetreuung) liegen lediglich als Schätzwerte vor, im NGP liegen keine ausgewiesenen Kosten für Organisation und Management vor.
Peenetal	14.925	57.271 ^F 79.516 ^G	3.8 5.3	Chronosequenz über Vegetations-/Nutzungstyp	3.520.768 / 3.700.955	236 / 248	Nicht vorliegend und dementsprechend nicht berücksichtigt sind Mittelaufwendungen für vorbereitende Maßnahmen, nur eingeschränkt berücksichtigt sind die Folgekosten des Projektes (Evaluierung/Erfolgskontrolle fehlen).
Pfrunger-Burgweiler Ried	549	7.415	13.5	Modellierung (nach Drösler et al. 2011)	306.363 / 360.629	556 / 654	jährliche Folgekosten geschätzt laut PEPL, Folgekosten beinhalten keine Personalkosten.

Tab. 24: Vergleich der Einsparungsleistungen der verschiedenen betrachteten Gebiete

A: Gesamtgebietsfläche; B Flächen-Einfluss der Maßnahmen; C Vision bei gesamtflächenhaft optimiertem Wasserstand (Klasse 0-10 cm) und Nutzungsaufgabe; D Modellierung mit Vorher-Wasserstand 1991; E Modellierung mit Vorher-Wasserstand aus dem Mittelwert der Nutzungstypen der Datenbank aus dem BMBF-Projekt; F Konservativer Ansatz mit Überstau-Emissionsfaktor aus dem Polder Zarnekow (Peenetal). G mit Überstau-Mittelwert aus der Datenbank aus dem BMBF-Projekt

Die ökonomischen Berechnungen aller zur Verfügung stehender Kostenbereiche ergeben gebietsindividuelle CO₂-Vermeidungskosten von 27 bis 107 € / t CO₂. Allerdings mit der Einschränkung, dass die Werte zwischen den Gebieten aufgrund unterschiedlich vollständiger Kostendokumentation nur bedingt vergleichbar sind. Generell liegen diese Werte aber in einer durchaus konkurrenzfähigen Kostenmarge im Vergleich zu anderen landnutzungsorientierten CO₂-Vermeidungsmaßnahmen (wie z.B. Biodiesel- oder Biogaserzeugung).

Fazit: Es konnte nachgewiesen werden, dass (1) die naturschutzfachlich motivierten Maßnahmen mit ihren Mittelflächen in die Schutzgebiete einen positiven Klimaentlastungseffekt haben und (2) dass die ökonomische Effizienz dieser Maßnahmen durchaus positiv abschneidet.

Der Evaluierung der Ausprägung der kompletten Palette von ökologischen Serviceleistungen vor und nach Maßnahmen und die umfassende Monetarisierung des daraus generierbaren gesellschaftlichen Nutzens waren nicht Gegenstand des Forschungsvorhabens. Es ist aber zu unterstellen, dass die Leistungen, wie Biodiversitätsschutz, Ausgleich des Wasserhaushalts, Nährstoffrückhaltung etc. die Bilanz zu Gunsten der gesellschaftlichen Wohlfahrtswirkung der Schutzgebiete weiter verbessert.

Ein wesentliches Ergebnis ist, dass die in der Einzelflächen-Betrachtung wegen der erhöhten Klimawirksamkeit als problematisch identifizierten Überstauplächen in der Summe der Reduktion der Klimabelastung durch die positiven Effekte auf den umliegenden Flächen in der Gesamtgebietsbetrachtung überkompensiert wurden. Dies gilt auch für das Peenetal, das die größten Überstauplächen der verglichenen Gebiete aufweist.

Für die Praxis ist es aber wichtig zu wissen in welchem Umfang auf welchen Flächen welche Funktionen beim Moormanagement optimiert werden können und wie dann die Auswirkungen auf die jeweils anderen Funktionen bzw. Serviceleistungen ausfallen. Daher werden nun in einem Folgevorhaben (Moorschutz in Deutschland FKZ 3511 82 0500) die Wechselwirkungen zwischen der Biodiversität und den verschiedenen Ökosystemleistungen identifiziert und Ressourcen übergreifende Handlungsanleitungen für das Moormanagement entwickelt. Auftrag ist es, daraus einen einheitlichen Standard für das Monitoring und die Zertifizierung von moororientierten Klimaschutzleistungen für Deutschland abzuleiten.

14 Summary

Since decades Germany funds Large-Scale Conservation Projects for the maintenance and restoration specifically of the habitat function for fauna and flora. The activities comprise mainly the change of management-practices, like the reduction of land use intensity and (specifically in peat land ecosystems) the development of appropriate site conditions via water table management.

Goal: The goal of the BMU/BfN-Project "contribution of selected protected areas for mitigation and their economic evaluation" (FKZ: 3509 85 0500) was to quantify the ecological service "climate protection" in Large-Scale Conservation Projects and to assess the costs for the CO₂-abatement. As the measures in these areas were originally not oriented to enhance the climate protection potential, but were specifically planned to optimize the habitat function, this study allowed to analyze the independent co-benefit of nature protection measures for cli-

mate protection. Thus the goal was to assess if Large-Scale Conservation areas show a positive effect for climate protection and to evaluate this ecological service economically.

Methods: For the approach of an ex-post evaluation the key was to identify, which areas could deliver the required data both for the ecological as for the economical evaluation. To assess the data coverage a query was established and sent to 18 Large-Scale Conservation Projects dominated by peat lands. The result was that none of the areas could offer all of the required data in an adequate resolution and storage format. Specifically it was obvious, that the key set of parameters, like water table, vegetation, land use and land use intensity, who are important input variables for answering ecological questions, were not sampled completely and spatially explicit. But selected themes with special emphasis for individual areas were sampled sufficiently like e.g. land use form and intensity and breeding success of bird-life in the Ochsenmoor. In respect to the economic data, the major challenge was that the form of the data storage was very individual according to the history of the funding and managing institutions.

After a pre-selection among the areas with the best data-coverage, the final list of test areas was decided in tight cooperation with the BfN: Wurzacher Ried, Ochsenmoor, Peenetal, Pfrunger-Burgweiler Ried and Allgäuer Moorallianz.

Even in these areas, gaps of necessary data appeared. Therefore additional research had to be done to get the input-data in sufficient temporal and/or spatial resolution. Thus for the Wurzacher Ried, the Ochsenmoor and the Pfrunger-Burgweiler Ried, spatially explicit water-tables prior and after the restoration measures were modelled for the first time. For all areas land use intensity was derived from land use and vegetation maps. These parameters were used for the spatial GHG-modelling, based on the bi-factorial model derived from the BMBF-project (Drösler et al. 2011).

For the Peene-Valley the lack of water table data did not allow for using the model. Therefore as an alternative approach, vegetation/land-use specific emission-factors were used for up-scaling. Here an available vegetation map before the measures was compared with a satellite based new vegetation map, which was developed by ZALF.

For the area of the Allgäuer Moorallianz it was planned to use as data-base for the prognostic modelling the first management plan. However, this plan was not finished within the time of this study; therefore this test area could not be included in the analysis.

The analysis of the economic data was a challenge as the different times and sources of the funding had to be assessed individually. Here the Partner BOKU got big support by the responsible people from the areas as well as directly from the BfN.

Results: The modelling of the climatic relevance of the areas before and after restoration measures derived for all four areas a significant reduction of the emissions. This reduction was between 7.415 t CO₂-equiv. per year (Pfrunger-Burgweiler Ried) and at least 57.271 t CO₂-equiv. per year. The averaged up to date reduction span between ca. 4 to 15,5 t CO₂-equiv. per ha and year.

project area	size of project area [ha]	CO ₂ -avoidance total [t CO ₂ -equiv. a ⁻¹]	CO ₂ -avoidance per Hectare [t CO ₂ -equiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]	notes on evaluation of CO ₂ -avoidance	annual costs ¹⁾ total [€ a ⁻¹] value scenario 1/ value scenario 2	annual costs ¹⁾ per Hectare [€ ha ⁻¹ a ⁻¹] value scenario 1/ value scenario 2	notes on evaluation of cost of CO ₂ -avoidance
Wurzacher Ried	1.625 ^A 1.221 ^B	11.397 26.184 ^C	7 9.3 21.5	modelling (after Drösler et al. 2011)	975.271 / 1.227.643	600 / 756	not available and therefore not considered are consequential costs of the project as well as moderation and monitoring; considered with restrictions are costs for organization and management
Ochsenmoor	923	11.020 ^D 14.293 ^E 24.321 ^C	12 15.5 26.3	modelling (after Drösler et al. 2011)	719.340 / 961.078	780 / 1.040	consequential costs of the project (local coordination) are available only as estimated values; in the NGP no declared costs for organization and management are available
Peenetal	14.925	57.271 ^F 79.516 ^G	3.8 5.3	chronosequences of vegetation-/use-type	3.520.768 / 3.700.955	236 / 248	not available and therefore not considered are financial means used for preliminary activities; considered with restrictions are consequential costs of the project (evaluation/result control are missing)
Pfrunger-Burgweiler Ried	549	7.415	13.5	modelling (after Drösler et al. 2011)	306.363 / 360.629	556 / 654	annual consequential costs are estimated according to PEPL; consequential costs do not include personnel costs

¹⁾ resulting from the use of public and other financial means

Tab. 25: Emission reductions in the project areas

A: whole project area; B: project area with conservation measures; C: prognosis with optimised water table (class 0 - 10 cm below ground) and cessation of land use; D: modelled on basis of water-level in 1991 (before conservation measures); E: modelled on basis of water-level according to the mean value of land use classes according to the database from the BMBF-project; F conservative approach with emission factor for waterlogged areas after measurements on Zarnekow Polder (Peenetal); G: mean value for waterlogged areas according to the database from the BMBF-project

The economic calculations based on all available cost-sources derived area specific CO₂-abatement costs of 27 to 107 Euro per t CO₂. But because of different coverage of finance sectors and cost sources the comparison between the test areas is limited. However, the detected cost range can compete with, or is even cheaper than other land-use oriented mitigation options, like bio-fuel and bio-gas.

Conclusion: It could be shown, that conservation measures in Large-Scale Conservation Projects led to a positive effect of climate mitigation and that they are economically viable.

An in depth evaluation of all ecosystem services prior and after the measures and a complete quantification of economic effects of these services was not the scope of this study. However, we expect that the inclusion of services, like biodiversity protection, smoothing the regional water balance, nutrients trapping a.s.o. could even make the macroeconomic welfare from these measures more pronounced.

One key finding is that the climatically negative effect of flooding can be over-compensated in a whole area balance, because of the positive effect of the rising water table on the surrounding areas, if they are big enough. This is even true for the Peenetal, with the biggest proportion of flooded areas.

For the practitioners it is important to know, how far single ecosystem-functions can be optimised on a single spot, and who to assess the subsequent effects on the other ecosystem-functions. Therefore a follow-up project ("Peatland conservation in Germany" FKZ 3511 82 0500) focus on the interactions between the different ecosystem functions and will develop good practice guidance for peatland-management. The mandate is to develop the German-Standard for monitoring and certification of climate mitigation via peatland-management, which fits within MRV-criteria.

15 Literatur

- BARTHELMES A., JOOSTEN H., KAFFKE A. ET AL. (2005): Leitfaden Erlenauaufforstung auf entwässerten Niedermooren. Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE) e.V., Greifswald
- BELTING, H. (2011a), briefliche Mitteilung der NLWKN-Naturschutzstation Dümmer.
- BELTING, H. (2011b), persönliche Mitteilung, 12.05.2011.
- BLASY & MADER (1996): Renaturierung Pfrunger Ried im Bereich Schnöden und Großer Trauben. Unveröffentlichter Abschlussbericht zur ökologisch-hydrogeologischen Situation und Vorschläge für Vernässungsmaßnahmen. – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege am Regierungspräsidium Tübingen; Tübingen.
- BLASY & OVERLAND (2011): Moorhydrologischer Fachbeitrag zum Wurzacher Ried.
- BLÜML, V. (2009): Biotop- und FFH-Lebensraumtypenkartierung sowie floristische Erfassung im FFH-Gebiet 065 „Dümmer“, Teilgebiet NSG „Ochsenmoor“ (BMS-Umweltplanung). Im Auftrag des: Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Hannover-Hildesheim.
- BLÜML, V. (2011), persönliche Mitteilung.
- Bundesamt für Naturschutz (1993): Richtlinien zur Förderung der Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung einschließlich der Förderung von Gewässerrandstreifen, abrufbar am 01.08.2010 unter www.bfn.de/fileadmin/IDN/documents/Downloads/Foerderrichtlinien_NGP.pdf
- Bundesamt für Naturschutz (2008): Daten zur Natur 2008, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (ed.), Bonn 2008, ISBN 978-3-7843-3858-3
- Bundesamt für Naturschutz (2010): Großschutzgebiete in Deutschland - Ziele und Handlungserfordernisse. Positionspapier, Bonn 2010: http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/wiruberuns/bfn-positionspapier_grossschutzgebiete.pdf
- Bundesamt für Naturschutz (2011a): Pfrunger - Burgweiler Ried, abrufbar unter (29.03.2011): http://www.bfn.de/0203_pfrunger+M52087573ab0.html
- Bundesamt für Naturschutz (2011b): Large scale conservation projects, abrufbar unter (29.03.2011): http://www.bfn.de/0203_grossprojekte+M52087573ab0.html
- Bundesamt für Naturschutz (2011c): Allgäuer Moorallianz, abrufbar unter (04.05.2011): http://www.bfn.de/0203_allgaeuer-moorallianz.html
- Bundesamt für Naturschutz (2011d): Die Allgäuer Moorallianz, abrufbar unter (04.05.2011): <http://www.idee-natur.de/allgaeu110.html>
- BYRNE, K.A., B. CHOJNICKI, T.R. CHRISTENSEN, M. DRÖSLER, A. FREIBAUER, et al. (2004): EU peatlands: Current carbon stocks and trace gas fluxes. CarboEurope-GHG Concerted Action - Synthesis of the European Greenhouse Gas Budget, Report 4/2004, Specific Study, Tipo-Lito Recchioni, Viterbo, October 2004, ISSN 1723-2236.
- COUWENBERG, J., THIELE, A., TANNEBERGER, F., AUGUSTIN, J., BÄRISCH, S., DUBOVİK, D. LIASHCHYNSKAYA, N., MICHAELIS, D., MINKE, M., SKURATOVICH, A., JOOSTEN, H. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* (in press)
- DRACHENFELS, O. v. (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach § 28 a und § 28 b NNatG geschützten Biotope sowie der Lebensräume von Anhang 1 der FFH- Richtlinie, Stand März 2004. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen A/4. Hildesheim, 6. Aufl.
- DRÖSLER, M. (2005): Trace gas exchange and climatic relevance of bog ecosystems, Southern Germany. Dissertation, 179 pp. TUM-München; <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-diss20050901-1249431017>
- DRÖSLER M., FREIBAUER A., CHRISTENSEN T., FRIBORG T. (2008): Observation and status of peatland greenhouse gas emission in Europe. In: *The Continental-Scale*

- Greenhouse Gas Balance of Europe. DOLMAN, H.; VALENTINI, R.; FREIBAUER, A. (Eds.) Series: Ecological Studies, Vol. 203 2008, 305 p. ISBN: 978-0-387-76568-6; pp. 237-55.
- DRÖSLER, M., A. FREIBAUER, W. ADELMANN, J. AUGUSTIN, L. BERGMANN, C. BEYER, B. CHOJNICKI, C. FORSTER, M. GIEBELS, S. GORLITZ, H. HOPER, J. KANDELHARDT, H. LIEBERSBACH, M. HAHN-SCHÖFL, M. MINKE, U. PETSCHOW, J. PFADENHAUER, L. SCHALLER, P. SCHÄGNER, M. SOMMER, A. THUILLÉ, M. WEHRHAN (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis, Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, Vorabfassung, abrufbar unter (11.04.2011)
http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Klimaschutz_Moorschutz_Praxis_BMBF_vTI-Bericht_20110404.pdf
 - DRÖSLER M., SCHALLER L., KANTELHARDT J., SCHWEIGER M., FUCHS D., TIEMEYER B., AUGUSTIN J., WEHRHAN M., FÖRSTER C., BERGMANN L., KAPFER A. UND KRÜGER G.M. (2012): Beitrag von Moorschutz- und -revitalisierungsmaßnahmen zum Klimaschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten. *Natur und Landschaft*, 87, Heft 02, pp 70-76, OP-978-3-00-153144-5
 - Europäische Kommission (2010): Allgemeine Bestimmungen für EU-LIFE Projekte abrufbar am 01.08.2010 unter: <http://ec.europa.eu/environment/life/>
 - European Commission (2010a): Life Projects in Germany, abrufbar unter: http://ec.europa.eu/environment/life/countries/documents/germany_en_sep08.pdf.
 - European Commission (2010b): LIFE – Common Provisions, abrufbar unter (29.03.2011):
http://ec.europa.eu/environment/life/funding/lifeplus/components/documents/lifeplus_commprov.pdf
 - European Commission (2010c): Components: LIFE Nature, abrufbar unter (29.03.2011):
http://ec.europa.eu/environment/life/funding/life3/components/components_nat.htm
 - European Commission (2011): LIFE+ Nature and Biodiversity, Guidelines for applicants 2011, p.25, abrufbar unter (05.05.2011):
<http://ec.europa.eu/environment/life/funding/lifeplus2011/call/index.htm#pkg>
 - European Energy Exchange (2010): abrufbar unter
<http://www.eex.com/de/Marktdaten/Handelsdaten/Emissionsrechte>.
 - European Energy Exchange (EEX), 2011, Abrufbar unter (10.04.2011):
[HTTP://WWW.EEX.COM](http://WWW.EEX.COM)
 - FREIBAUER A., DRÖSLER M., GENSIO A., SCHULZE E.-D. (2009): Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. *Natur und Landschaft*. Heft 1/2009. Sonderheft Biodiversität und Klimawandel. pp 20-25.
 - FUCHS, D., J. SACHTELEBEN, A. LIPSKI, M. REICH, K. HÄNEL, J. JERBERGER & H. RECK (2007): F+E-Vorhaben „Länderübergreifende Achsen des Biotopverbunds“ (FKZ 804 850 05) – Schlussbericht.- München, Hannover, Kassel, Kiel: 273 S.
 - GANZERT CH. & PFADENHAUER J. (1988): Vegetation und Nutzung des Grünlandes am Dümmer. – *Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen* 16: 1-64.
 - HEIDT, P. (1998): Steuerung des Wasserhaushalts zur Wiedervernässung von Niedermooren. *Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover*, Heft 86, S. 1-121.
 - HERA, U. (2009): Aufbereitung und Berechnung von Witterungsdaten für 27 Standorte des vTI-Projektes „Organische Böden“ anhand von vorliegenden Daten des DWD. *geoKLIM consulting Karlsfeld im Auftrag des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde (TU München)*.
 - Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden Württemberg (2011): TK 25:000, Luftbildkarte und Digitales Geländemodell [über AG]
 - KÖNIG, A. (2009): Ganzheitliche Analyse und Bewertung konkurrierender energetischer Nutzungspfade für Biomasse im Energiesystem Deutschland bis zum Jahr 2030. Dissertation an der Univ. Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle

- Energieanwendung -IER- (Herausgeber); abrufbar unter (26.05.2011) http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2009/4521/pdf/Andreas_Koenig_Dissertation.pdf
- MCKINSEY & COMPANY (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Sektorsperspektive Transport, Studie im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“, abrufbar am 02.08.2011 unter http://www.mckinsey.com/Client_Service/Sustainability/Latest_thinking/~/_media/McKinsey/dotcom/client_service/Sustainability/cost%20curve%20PDFs/Sektorbericht_Transport.ashx
 - METZ, S. & REICHEGGER, M. (1991): Pflegekonzeption „Wurzacher Ried“. Maßnahmenkarte 2 – Vegetationsmanagement. Teilkarten 1-5. M: 1 : 5.000, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Tübingen.
 - Naturschutzgroßprojekt Allgäuer Moorallianz (2010): Die Allgäuer Moorallianz, abrufbar am 01.08.2010 unter: <http://www.moorallianz.de>
 - Naturschutzzentrum Bad Wurzach (NAZ) (2011): Das Wurzacher Ried, abrufbar unter (26.05.2011) <HTTP://WWW.NATURSCHUTZ.LANDBW.DE/SERVLET/IS/69329/>
 - PFADENHAUER J., KRÜGER, G.M. & MUHR, E. (1990): Ökologisches Entwicklungskonzept Wurzacher Ried. Ressourcenbezogene Schutz- und Entwicklungskonzeption im Europareservat und dem umgebenden Wassereinzugsgebiet. – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg, TU München/Weihenstephan, 304 S.
 - SCHULZE, E.D., LUYSSAERT, S., CIAIS, P., FREIBAUER, A., JANSSENS, I. A. et al. (2009): Importance of methane and nitrous oxide for europe's terrestrial greenhouse-gas balance. *NatureGeoscience* 2, 842-850
 - UBA 2007: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden - Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, abrufbar unter (26.05.2011): <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3482.pdf>
 - UBA 2010: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2008, abrufbar unter (26.05.2011): http://www.umweltbundesamt.de/uba-infomedien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3957
 - WAGNER, A. & WAGNER, J. (2011): Zwischenbericht zum Pflege und Entwicklungsplan des Naturschutzgroßprojekts Allgäuer Moorallianz, Zweckverband Naturschutzgroßprojekt Allgäuer Moorallianz, Marktoberdorf (unveröffentlicht)
 - WAHREN, A.; MÜNCH, A.; DITTRICH, I.; EDM, F. & K. KESSLER (2010): vTI-Verbundprojekt Organische Böden: Testgebietskompendium Dümmer-Westerbruch – Teil Hydrologie. Unveröffentlichter Bericht an das vTI Braunschweig.
 - Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, abrufbar unter (10.04.2011): http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA.pdf?__blob=publicationFile
 - Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik (WBA) beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats Agrarpolitik "Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung - Empfehlungen an die Politik, abrufbar unter (10.02.2010): http://www.bmelv.de/cln_182/SharedDocs/Standardartikel/Ministerium/Organisation/Beiraete/Veroeffentlichungen/NutzungBiomasseEnergiegewinnungVorwort.html
 - Zweckverband Peenetal - Landschaft (2011): Das Naturschutzgroßprojekt Peenetal/Peenehaffmoor - Abschlussbericht (unveröffentlicht)

Anhang 1: Fragebogen

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und ihre Monetäre Bewertung“

Auftraggeber: Bundesamt für Naturschutz

Auftragnehmer: Technische Universität München,

Universität für Bodenkultur Wien, Planungsbüro PAN

Fragebogen zu Mooregebieten, in denen großflächige Renaturierungsmaßnahmen erfolgt sind

Die Markierung der Kästchen entspricht einer Beantwortung der Frage mit „ja“. Sind die Daten nur unter bestimmten Umständen bzw. in schlechter Qualität (ungeordnet, lückig, usw.) vorhanden, vermerken Sie dies bitte ggf. im Anmerkungsfeld am Ende jedes Fragenkomplexes.

Flächeninformationen

Vegetationstypen (auf der Basis der Biotoptypen):

Ist eine Biotop-/Vegetationskartierung vor Maßnahmenbeginn vorhanden?

digital

☐

analog

☐

aus dem Jahr

Ist eine zweite Erfassung nach Maßnahmenabschluss vorhanden?

digital

☐

analog

☐

aus dem Jahr

Falls keine Biotopkartierung vor bzw. nach Maßnahmendurchführung vorliegt:

Sind weitere Quellen (wie z. B. Vegetationskarten aus PEPL, FFH-Lebensraumtypkartierungen, Luftbilddauswertungen etc.) vorhanden/nutzbar, die über die Vegetationsausstattung vor bzw. nach Maßnahmendurchführung Auskunft geben?

☐

ggf. Anmerkung:

Landnutzung/Management

Sind in den Vegetationskarten die Landnutzungstypen differenziert abgebildet (z. B. Acker in Hackfrüchte, Mais und Getreide getrennt; Grünland nach Intensitätsstufen; Ertragsfähigkeit etc.)

☐

ggf. Anmerkung:

Sind Umnutzungen (z. B. Grünland zu Acker oder umgekehrt) dokumentiert?

☐

Wenn ja, in welcher Form?

flurstücksscharf

☐

anteilig

☐

Gibt es Informationen über die Betriebe/Betriebstypen die von den Maßnahmen betroffen waren/sein werden (Ackerbaubetriebe, Futterbaubetriebs, Veredelungsbetriebe, Betriebsgrößen, Umfang der betroffenen Flächen pro Betrieb)?

Wasserstandsstufen/Ganglinien

Sind hydrologische Messungen vor Maßnahmenbeginn vorhanden? ☐
ggf. Angaben zum Umfang (Einzelmessungen, Messnetz, manuelle Pegel, automatische Pegel, zeitliche Auflösung etc.)

Sind hydrologische Messungen nach Maßnahmendurchführung vorhanden? ☐
ggf. Angaben zum Umfang (Einzelmessungen, Messnetz, manuelle Pegel, automatische Pegel, zeitliche Auflösung etc.)?

Sind weitere Informationsquellen vorhanden (z. B. Gewässerpflegepläne, Aufzeichnungen der Wasser & Bodenverbände etc.), die über den Grundwasserhaushalt der Gebiete Aufschluss geben können?

Boden

Sind lokale Bodenkarten (Moor-Karten) vorhanden?

digital ☐
analog ☐

Wenn ja,
welches Erhebungsdatum? ,
welcher Maßstab? 1 :

Gibt es weitere Bodeninformationen (chem. und physikal. Parameter)?

Anmerkungen:

MaßnahmenWelche Art der Maßnahmen wurden wann und in welchem Umfang durchgeführt?

Wasserstandsmaßnahmen (Grabenanstau etc.)

Vegetations-Etablierungsmaßnahmen

Pflegetmaßnahmen

Andere:

*Anmerkungen:***Monetärer Mittelfluss**

Wie detailliert kann der Mittelfluss nachvollzogen werden?

Wie viele Mittel sind insgesamt geflossen? €

Welche Arten von Mitteln sind geflossen (inkl. jeweilige Mittelgeber)?

Öffentliche Gelder	☐	()
EU-Gelder	☐	()
Stiftungen	☐	()
Ausgleichsflächenfonds	☐	()
Andere ()		

Kann der Mittelfluss zugeordnet werden zu:

konkreten Umsetzungsstadien (Planung, Flächenkauf, Umsetzung)	☐
konkreten Maßnahmen der technischen Umsetzung der Extensivierung, Renaturierung, Wiedervernässung (z. B. Kosten für Gräbenverschluss, Drainagenstich, Einsaat von Zielarten, etc.)	☐
Konkreten Flächen, Flächengrößen	☐
→ Ist der Raumbezug evtl. auf Kartenwerk nachvollziehbar? (GIS)	☐

Welche Mittel (Umfang, Art, Geber) fließen für „Begleitwirkungen“ der Maßnahmen

Folgekosten an Gebäuden und Infrastruktur , ,

ländliche Entwicklung , ,

touristische Einrichtungen , ,

andere: , ,

andere: , ,

andere: , ,

Welche Mittel (Umfang, Geber, Zeitraum) fließen nach Umsetzung der konkreten Maßnahmen für Monitoring, Pflege etc.?

LPV € von , (bis)

VNP € von , (bis)

Agrarumweltprogramme € von , (bis)

Andere: € von , (bis)

Anmerkungen:

Datenverfügbarkeit

Gibt es Ansprechpartner die die Daten verwalten und kennen?

Name und Kontakt: ,

Name und Kontakt: ,

Name und Kontakt: ,