

Kathrin Januschke, Hannah Jachertz und Daniel Hering

Machbarkeitsstudie zur biozönotischen Auenzustandsbewertung



Machbarkeitsstudie zur biozönotischen Auenzustandsbewertung

**Kathrin Januschke
Hannah Jachertz
Daniel Hering**



Titelbild: oben: renaturierter Abschnitt der Ruhr bei Arnsberg (Foto: K. Januschke);
unten: *Bembidion striatum* als wertgebende Art in den Uferbereichen der
Lippemündung bei Wesel (Foto: G. Jacobs, Emschergenossenschaft/Lippeverband)

Adressen der Autorinnen und des Autors:

Dr. Kathrin Januschke
Hannah Jachertz
Prof. Dr. Daniel Hering

Universität Duisburg-Essen
Abteilung Aquatische Ökologie
Universitätsstr. 5
45141 Essen
E-Mail: kathrin.januschke@uni-due.de



Offen im Denken



Fachbetreuung im BfN:

Dr. Thomas Ehlert

Fachgebiet II 3.2 „Binnengewässer,
Auenökosysteme und Wasserhaushalt“

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).

Diese Veröffentlichung wird 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/0502_skripten.html heruntergeladen werden.

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

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

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des institutionellen Herausgebers unzulässig und strafbar.

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

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-221-1

DOI 10.19217/skr484

Bonn - Bad Godesberg 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele der Machbarkeitsstudie	7
2	Vorgehensweise	9
3	Bestehende Bewertungsansätze und -verfahren für Fließgewässerufer und Auen.....	10
3.1	Biozönotische Bewertungsansätze für den ökologischen Zustand sowie zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen	10
3.1.1	Hintergrund und Vorgehensweise.....	10
3.1.2	Ergebnisse.....	11
3.2	Sonstige Bewertungsverfahren als zukünftige Anknüpfungspunkte	18
3.2.1	Auenzustandsbewertung nach KOENZEN (2015, 2016).....	18
3.2.2	Erfolgskontrolle von Fließgewässerrenaturierungen	18
4	Entwicklung einer biozönotischen Auentypologie	21
4.1	Leitbilder zur Habitatausstattung	21
4.1.1	Grundlagen	22
4.1.2	Erstellung eines Katalogs biozönotisch relevanter Schlüsselhabitats für eine leitbildgestützte Bewertung	23
4.1.3	Vorkommen und Ausprägung biozönotisch relevanter Schlüsselhabitats in den Auenabschnittstypen nach KOENZEN (2005).....	25
4.2	Leitbilder zur Artenausstattung	28
4.2.1	Grundsätzlich geeignete Organismengruppen zur biozönotischen Bewertung von Fließgewässeruffern und Auen	28
4.2.2	Grundschema zur Ermittlung biozönotischer Leitbilder	32
4.2.3	Bundesweite Zuordnung von Indikatorarten zu Schlüsselhabitats am Beispiel der Laufkäfer (Carabidae)	33
4.2.4	Exemplarische Zuordnung von Indikatorarten zu Schlüsselhabitats am Beispiel der Vegetation	38
4.3	Entwicklung eines biozönotischen Steckbriefs	39
5	Grundzüge eines leitbildbasierten, biozönotischen Verfahrens zur Auenzustandsbewertung.....	43
5.1	Anforderungen	43
5.2	Bewertung des Habitatzustands	45
5.3	Biozönotische Bewertung eines konkreten Auenabschnittes	46
5.4	Modellhafte Anwendung des Bewertungsverfahrens für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“	47

5.4.1	Leitbildgestützte Bewertung der Habitatausstattung	49
5.4.2	Leitbildgestützte Bewertung der Artenausstattung am Beispiel der Laufkäfer	52
5.5	Abschätzen des Zeit- und Personalaufwandes einer biozönotische Auenzustandsbewertung .	54
6	Empfehlungen zum weiteren Vorgehen für die Erarbeitung eines leitbildbasierten, biozönotischen Verfahrens zur Auenzustandsbewertung	56
7	Zusammenfassung	57
8	Literaturverzeichnis	59
Anhänge		

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über das Verfahren zur Erfolgskontrolle von Renaturierungen (DAHM et al., 2014)	19
Abbildung 2: Grundschemata eines Typdiagramms für die Beschreibung der Auentypen und Auenabschnittstypen (KOENZEN, 2005).....	23
Abbildung 3: Grundschemata zur Ableitung von Indikatorartenlisten, das bei Vorliegen entsprechender Datengrundlagen auf verschiedene Organismengruppen angewandt werden kann.	32
Abbildung 4: Schema für die Ableitung von Indikatorartenlisten am Beispiel der Laufkäfer.	33
Abbildung 5: (a) Großnaturräume nach GAC (2009) und (b) Gewässergroßlandschaften nach KOENZEN (2005). NÖ-Tiefland = Nordöstliches Tiefland, NW-Tiefland = Nordwestliches Tiefland, Ö-Mittelgebirge = Östliches Mittelgebirge, W-Mittelgebirge = Westliches Mittelgebirge, SW-Mittelgebirge = Südwestliches Mittelgebirge.	36
Abbildung 6: Schema zur Ableitung von Indikatorartenlisten am Beispiel der Vegetation.	38
Abbildung 7: Übersicht über Aufbau und Inhalte eines biozönotischen Steckbriefes für Auenabschnittstypen.	39
Abbildung 8: Grundschemata eines modularen Verfahrens zur biozönotischen Auenzustandsbewertung.....	43
Abbildung 9: Vergleich der Artenzusammensetzung zwischen einem degradierten und einem renaturierten Abschnitt als mögliche biozönotische Bewertung des Artenzustands.	44
Abbildung 10: Lage des Untersuchungsgebietes an der Ruhr in Nordrhein-Westfalen (a) und in Arnsberg (b); D = degradiertes Abschnitt; R1, R2 und R3 = zwischen 2008 und 2010 renaturierte Abschnitte.	48
Abbildung 11: Habitatzustand der untersuchten Probestellen (D = degradiert; R1, R2 und R3 = renaturierte Abschnitte in den Jahren 2010 bis 2012) basierend auf (a) Präsenz-Absenz-Daten (grüne Linie = auenabschnitts-spezifischer Sollwert des Habitatzustands ($HZ_{max} = 3,8$) und (b) dem Deckungsanteil in %.	51
Abbildung 12: Artenzustand der untersuchten Probestellen (D = degradiert; R1, R2 und R3 = renaturierte Abschnitte in den Jahren 2010 bis 2012) basierend auf (a) Präsenz-Absenz-Daten und (b) Abundanzklassen.....	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeine Charakteristika bestehender biozönotischer Bewertungsansätze; Erfassungs- und Bewertungsaufwand.	13
Tabelle 2: Abschätzung der Übertragbarkeit des Grundkonzepts, der Eignung der Berechnungs- und Bewertungsformeln, der autökologischen Hintergrundinformationen bestehender Bewertungsansätze sowie deren Eignung als Grundlage für ein bundesweites Verfahren.	17
Tabelle 3: Biozönotisch relevante Schlüsselhabitats (Mesohabitat-Ebene) und Kurzbeschreibungen, abgeleitet aus dem Formenschatz und den vegetationskundlichen Charakterisierungen nach KOENZEN (2005).	24
Tabelle 4: Biozönotisch relevante Substrate.	25
Tabelle 5: Übersicht zum Vorkommen und zur Häufigkeit biozönotisch relevanter Mesohabitats für die Fluss- und Stromauenabschnittstypen von Gewässern mit einer Einzugsgebietsgröße >1000 km ² (verändert nach KOENZEN, 2005).	26
Tabelle 6: Übersicht zum Vorkommen und zur Häufigkeit biozönotisch relevanter Substrate (Basis- und Deckschubstrate nach KOENZEN, 2005) für Fluss- und Stromauen mit einer Einzugsgebietsgröße >1000 km ² (verändert nach KOENZEN, 2005).	27
Tabelle 7: Eignung von Organismengruppen der Ufer- und Auenbereiche für ein biozönotisches Bewertungssystem.	30
Tabelle 8: Charakterisierung der ausgewählten Organismengruppen im Hinblick auf ihren Raumbedarf, die Ausbreitungsfähigkeit (aktiv und passiv) und die Indikation von Morpho- und Hydrodynamik (Anteil Indikatorarten).	31
Tabelle 9: Klassifizierung der Lebensraumtypen für Laufkäfer (verändert nach GAC, 2009).	34
Tabelle 10: Verbreitung und Häufigkeit der für Laufkäfer relevanten leitbildtypischen Lebensraumtypen (verändert nach GAC, 2009) in den Fluss- und Stromauenabschnittstypen nach KOENZEN (2005).	35
Tabelle 11: Leitbildspezifische Indikatorartenlisten für Laufkäfer am Beispiel von vier verschiedenen Flussauenabschnittstypen.	37
Tabelle 12: Betrachtungsskalen der biozönotischen Bewertung eines konkreten Auenabschnittes.	46
Tabelle 13: Zuordnung von Habitatwerten als Maß für eine leitbildspezifische Ausprägung.	49
Tabelle 14: Zuordnung von Habitatwerten zu biozönotisch relevanten Schlüsselhabitats für den Auenabschnittstyp "Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)".	49
Tabelle 15: Prozentuale Deckung erfasster Habitats in den Probestellen und Zuordnung von Habitatwerten sowie Berechnung des Habitatzustands HZ _{pA} und HZ _D	50
Tabelle 16: Verbreitungswerte von Laufkäferarten in Habitattypen sowie abgeleitete Habitatwerte und Indikationsgewichte (Auszug; Gesamttabelle für die an der Ruhr erfassten Arten siehe Anhang 3).	52
Tabelle 17: Zeitaufwand in Personenstunden für die Habitaterfassung auf 10 Transekten innerhalb eines Ufer- und Auenabschnittes von 200 m Länge.	55
Tabelle 18: Zeitaufwand in Personenstunden für die Laufkäfererfassung innerhalb eines Ufer- und Auenabschnittes von 200 m Länge; * = Bestimmungsaufwand variiert in Abhängigkeit des Artenreichtums.	55

1 Ziele der Machbarkeitsstudie

Flussauen sind diverse, dynamische und hochfunktionale Ökosysteme. Geprägt durch regelmäßig wiederkehrende Überflutungen und damit einhergehenden Grundwasserschwankungen bieten sie auf engem Raum ein Mosaik von aquatischen, semiterrestrischen und terrestrischen Lebensräumen, die miteinander verzahnt sind und deren Konfiguration sich stetig ändert (TÖCKNER & STANFORD, 2002). Jedoch zieht die menschliche Nutzung von Gewässern und ihrer Auen seit Jahrhunderten eine Vielzahl von Belastungen nach sich, mit negativen Auswirkungen auf die Biodiversität sowohl aquatischer als auch (semi-)terrestrischer Organismengruppen. Vor allem im Hinblick auf die Zielerreichung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) werden zahlreiche Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt, um Gewässer und ihre Auen in einen naturnäheren Zustand zu bringen.

Nach den Vorgaben der WRRL gibt es bundesweit einheitliche Verfahren zur Bewertung des ökologischen Zustands. Seit dem Jahr 2000 wurden standardisierte biologische Monitoring-Systeme erarbeitet und ein umfangreiches Netz an Monitoring-Stellen etabliert. Das WRRL-Monitoring umfasst dabei allerdings ausschließlich aquatische Lebensräume und Organismengruppen. Die Wirkung von Renaturierungen erstreckt sich jedoch meist auch auf die Ufer und die angrenzenden Auenbereiche. Die standardisierten Bewertungsverfahren der WRRL bilden den generellen Zustand der Gewässer gut ab, jedoch reagieren die aquatischen Organismengruppen oft nur in geringem Maße und zeitverzögert auf hydromorphologische Maßnahmen in Gewässer und Aue. Dies führt zu einer Verunsicherung der Maßnahmenträger bezüglich der Ausrichtung und generellen Sinnhaftigkeit der Maßnahmen. Zudem liegen die Monitoring-Messstellen für die WRRL in der Regel nicht in renaturierten Abschnitten, da das Messnetz meist nur eine Messstelle pro Wasserkörper vorsieht. Standardisierte Verfahren zur Bewertung des Erfolges von Renaturierungen gibt es bislang nur in Ansätzen (DAHME et al., 2014).

Ausgewählte Organismengruppen in Ufer- und Auenbereichen zeigen nach der Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen hingegen deutliche Verbesserungen im Hinblick auf die Artenanzahl und Artenzusammensetzung, die in der Regel viel stärker ausfallen als für aquatische Organismengruppen (JANUSCHKE, 2010; JANUSCHKE et al., 2009, 2011, 2014). Ein standardisiertes biozönotisches Verfahren zur Bewertung von Flussauen gibt es bislang nicht, hingegen existiert eine Vielzahl unterschiedlichster Ansätze (SCHNEIDER et al., in Vorbereitung; HAASE et al., 2015). Mit der Auentypologie für Fluss- und Stromauen in Deutschland (KOENZEN, 2005) wurde eine wichtige Grundlage zukünftiger Bewertungsverfahren gelegt. Hier wurden erstmals auentypspezifische Leitbilder für Gewässer mit einer Einzugsgebietsgröße über 1000 km² entwickelt. Die Klassifizierung und Beschreibung der regional unterschiedlichen Auen- und Auenabschnittstypen basiert, ähnlich wie in der Gewässertypologie nach POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008), auf morphologischen, hydraulischen und hydrologischen Grundlagen. Dabei handelt es sich um einen überwiegend abiotischen Ansatz, auch wenn vegetationskundliche Aspekte integriert sind. Aufbauend auf der Auentypologie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz ein leitbildspezifisches Verfahren zur Bewertung des Auenzustands erstellt, das Flussauen anhand ihrer standörtlichen Eigenschaften (Morphodynamik und Hydrodynamik) und der Landnutzung bewertet (BRUNOTTE et al., 2009).

KOENZEN (2015, 2016) entwickelte diesen Ansatz unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit aktueller und verbesserter Datengrundlagen weiter, um künftigen Nutzern eine anwenderfreundliche Soft-

ware für die Auenzustandsbewertung zu bieten. Aussagen zum biologischen Zustand von Auen bzw. zur Wirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen auf die Lebensgemeinschaften sind mit diesem Verfahren jedoch nicht möglich.

Insgesamt fehlt bislang eine detaillierte Beschreibung der Lebensgemeinschaften im Sinne biozönotischer Leitbilder für Gewässerufer und Auen, die mittelfristig Gewässer-Aue-Ökosysteme als Gesamtheit bewertbar machen. In Bezug auf die WRRL und die zunehmende Anzahl von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern wird zusehends deutlich, dass die Erhaltung und Wiederherstellung des „guten Zustands“ von Gewässern nur durch Einbeziehung der Ufer und Auen erreichbar ist. Zudem wurde im Jahr 2017 das Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“ beschlossen. Ziel des Programms ist die Entwicklung eines Biotopverbunds von nationaler Bedeutung durch Renaturierungsmaßnahmen an Bundeswasserstraßen und deren Auen. Dabei sollen Flusslandschaften und Gewässer-Aue-Ökosysteme als Einheit betrachtet werden. In der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt ist das Ziel formuliert, dass bis 2020 Fließgewässer und ihre Auen in ihrer Funktion als Lebensraum soweit gesichert sind, dass eine für Deutschland naturraumtypische Vielfalt gewährleistet ist (BMUB, 2007).

Damit steigt bundesweit das Interesse an einer biozönotischen Bewertung von Gewässeruffern und Auen, die Erfolge von Renaturierungsmaßnahmen messbar macht und weiteren Handlungsbedarf aufzeigt. Maßnahmenträgern von Wasserwirtschaft und Naturschutz soll ein einfach anwendbares, standardisiertes Erfassungs- und Bewertungssystem, das vorhandene Ansätze aufgreift und verbindet, zur Verfügung gestellt werden.

Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist es, die oben genannten Lücken zu schließen und Grundlagen eines bundesweiten leitbildbasierten, standardisierten und praxistauglichen Verfahrens für eine biozönotische Bewertung des Auenzustands und zur biologischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen für die Bereiche Ufer und Aue an Fließgewässern zu erarbeiten.

2 Vorgehensweise

Ein zukünftiges biozönotisches Verfahren soll der Bewertung des ökologischen Zustands von Gewässerufern und Auen und zur Erfolgskontrolle von Renaturierungen dienen. Dabei sind natürliche und naturnahe Lebensräume wie Feuchtgebiete und Auwald, aber auch genutzte Kulturökosysteme wie Grünland und Forste einzubeziehen. Im Rahmen dieser Studie liegt der Fokus zunächst auf der Entwicklung einer biozönotischen Auentypologie als Grundlage für eine leitbildbasierte Bewertung. Die Grundzüge einer leitbildbasierten biozönotischen Bewertung werden aufgezeigt und beispielhaft angewendet. Dies erfolgt in mehreren Arbeitsschritten.

Zunächst wird in **Kapitel 3** ein Überblick über bestehende biozönotische Bewertungsansätze für Fließgewässerufer und Auen sowie zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen für die Bereiche Ufer und Aue gegeben. Die Eignung dieser Ansätze wird im Hinblick auf eine bundesweite biozönotische Auenzustandsbewertung abgeschätzt. Zudem werden Anknüpfungspunkte an die abiotisch ausgerichtete Auenzustandsbewertung nach KOENZEN (2015, 2016) und an ein Verfahren zur Erfolgskontrolle von Renaturierungen für den aquatischen Bereich (DAHM et al., 2014) aufgezeigt.

In **Kapitel 4** erfolgt die Entwicklung einer biozönotischen Auentypologie in Form von Leitbildern zur Habitat- und Artenausstattung als Grundlage für eine leitbildbasierte Bewertung. Basierend auf der Auentypologie von KOENZEN (2005) wird ein Katalog biozönotisch relevanter Schlüsselhabitats und deren Verbreitung und Ausprägung in den verschiedenen Auenabschnittstypen Deutschlands abgeleitet. Für die biozönotische Bewertung werden Organismengruppen ausgewählt. Deren Eignung wird anhand eines Kriterienkatalogs geprüft, so dass Gruppen von Ufer- und Auenorganismen vorgeschlagen werden, die ein hohes Indikationspotenzial besitzen und im Rahmen praxistauglicher Verfahren erhoben werden können. Für die Ableitung von Indikatorarten, deren Auftreten leitbildgemäße, d.h. im Vergleich zum Referenzzustand wenig veränderte Zustände von Ufer- und Auenbereichen widerspiegeln, wird ein Grundschema beschrieben. Anhand der Laufkäfer erfolgt eine Ableitung von leitbildspezifischen Indikatorartenlisten für alle Flussauenabschnittstypen Deutschlands. Die Übertragbarkeit des Grundschemas auf andere Organismengruppen wird am Beispiel der Vegetation für einen ausgewählten Auenabschnittstyp aufgezeigt. Zusammenfassend werden die wesentlichen Ergebnisse der Ableitung von Schlüsselhabitats und -arten für den ausgewählten Auenabschnittstyp in Form eines biozönotischen Steckbriefs zusammengefasst, der zudem wesentliche abiotische Charakteristika enthält. Als Grundlage für die zukünftige Erstellung von biozönotischen Steckbriefen für weitere Auenabschnittstypen wird das Vorgehen zur Steckbrieferstellung erläutert.

Kapitel 5 stellt die wesentlichen Grundzüge eines leitbildbasierten, biozönotischen Verfahrens zur Auenzustandsbewertung dar. Neben grundlegenden Anforderungen werden mögliche Bewertungsansätze auf Habitat- und Artebene sowie eine standardisierte Formel zur Berechnung eines Habitat- und Artenindex vorgestellt. Das Verfahren ist für eine leitbildgestützte Bewertung gedacht, mit Hilfe derer unterschiedliche Degradationsstufen identifiziert werden. Die Berechnung und Anwendung dieser Indizes wird exemplarisch anhand von Habitat- und Laufkäferdaten degradiert und renaturierter Abschnitte der Ruhr bei Arnsberg getestet. Für die modellhafte Anwendung des zu entwickelnden Verfahrens erfolgt eine Abschätzung des Zeit- und Personalaufwands.

In **Kapitel 6** werden Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Auentypologie und des biozönotischen Verfahrens zur Auenzustandsbewertung gegeben.

3 Bestehende Bewertungsansätze und -verfahren für Fließgewässerufer und Auen

3.1 Biozönotische Bewertungsansätze für den ökologischen Zustand sowie zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen

3.1.1 Hintergrund und Vorgehensweise

Im Gegensatz zum aquatischen Lebensraum Fließgewässer existieren für Gewässerufer und Auen keine standardisierten biozönotischen Bewertungsverfahren. Allerdings zeigte sich im Rahmen des F+E-Vorhabens „Entwicklung der Biodiversität von Flussauen“ (JANUSCHKE et al., in Vorbereitung) eine große Bandbreite an Bewertungsansätzen, um den Zustand von Ufern und Auen sowie den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen zu quantifizieren. Auf Grundlage einer Literaturrecherche wird als tabellarische Zusammenstellung ein Überblick über wesentliche biozönotische Bewertungsansätze für Fließgewässerufer und Auen gegeben. Neben den Erfahrungen von JANUSCHKE et al. (in Vorbereitung) sowie Ergänzungen von Francis Foeckler und Andrea Rumm (ÖKON GmbH - Gesellschaft für Landschaftsökologie, Gewässerbiologie und Umweltplanung mbH), Mathias Scholz (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ Department Naturschutzforschung) und Barbara Stammel (Aueninstitut Neuburg/Donau, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt) werden zusätzlich Bewertungsverfahren dargestellt, die mit Hilfe einer Literaturrecherche im Web of Science / Scopus ermittelt wurden. Die Bewertungsansätze wurden anhand der folgenden Kriterien evaluiert:

- Gegenstand und Ziele der Bewertung: ökologischer Zustand, Naturnähe, Renaturierungseffekte, naturschutzfachliche Bewertung, menschliche Eingriffe
- Leitbild: z.B. gewässertyp-, projekt- oder regionalspezifisch
- Organismengruppe(n)
- Biologische Bewertungsindizes: z.B. Schutzstatus, Vorkommen oder Anteil von spezialisierten Auenarten
- Zeit und Aufwand von Erfassung und Bewertung: Einschätzung in den Klassen „gering“, „mittel“, „hoch“
- Anwendungsbereich

Abschließend wurden die Bewertungsansätze im Hinblick auf ihre Eignung für eine bundesweite biozönotische Auenzustandsbewertung in den Kategorien „gering“, „mittel“, „hoch“ eingeschätzt. Im Blickpunkt standen:

- die Übertragbarkeit des Grundkonzepts:
Eine hohe Eignung liegt vor, wenn das Verfahren modular aufgebaut und damit auf verschiedene Zielbewertungen anwendbar ist (z.B. Naturnähe, FFH-Arten).
- die Eignung von Berechnungs- und Bewertungsformeln:
Eine hohe Eignung liegt vor, wenn die Formeln Vorkommen, Anzahl und Lebensraumbindung von Indikatorarten als Summenformel beinhaltet.
- die Übertragbarkeit von autökologischen Hintergrundinformationen:
Eine hohe Übertragbarkeit liegt vor, wenn im Rahmen des Verfahrens eine umfangreiche Datensammlung über Habitatpräferenzen und über die Lebensweise von Arten zusammengestellt wurde, die als Grundlage für ein biozönotisches Bewertungsverfahren genutzt werden kann.

- eine Gesamtab schätzung aufgrund der vorher aufgeführten Kriterien

Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, soll aber einen repräsentativen Einblick in die Vielfalt bestehender Bewertungsansätze geben. In MEHL et al. (2005) sind weitere Verfahren zur Bewertung von Auen aufgeführt.

3.1.2 Ergebnisse

Insgesamt wurden 12 verschiedene biozönotische Bewertungsansätze ausgewertet (Tabelle 1). Gegenstand und Ziel der Verfahren sind überwiegend ökologische Zustandsbewertungen, jedoch mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Sieben der Ansätze zielen konkret auf eine Überprüfung von Renaturierungserfolgen ab.

Die als Bewertungsmaßstab entwickelten Leitbilder unterscheiden sich deutlich. Es wurden historische, regional-, gewässertyp- oder auch naturraumspezifische Habitat- und Artenausstattungen abgeleitet. Einige Ansätze fokussieren auf einzelne Organismengruppen wie Ufervegetation (FILZEK, 2008), Weichtiere (FOECKLER et al., 2017) oder Fische (SCHWEVERS & ADAM, 2010). Die Mehrzahl der Ansätze wählt jedoch einen integrierenden Ansatz auf der Basis von mehr als zwei Organismengruppen, die in ihrem Lebenszyklus sowohl auf Gewässer- als auch auf Ufer- und Auenhabitats angewiesen sind, z.B. Köcherfliegen und Libellen (z.B. GRAF & CHOVANEC, 2016). Eine umfassende Auswahl der in Ufer- und Auenbereichen vorkommenden Organismengruppen wird lediglich im FFH-Monitoring (SCHNITTER et al., 2006) und im Rahmen der Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen in der Schweiz (WOOLSEY et al., 2005) untersucht und bewertet. Das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie, das bundesweit innerhalb von FFH-Gebieten durchgeführt wird (SCHNITTER et al., 2006), umfasst eine komplexe Auswahl an Organismengruppen. Jedoch werden innerhalb der Organismengruppen nur Arten untersucht, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in Deutschland haben und in den Anhängen II, IV und V der FFH-Richtlinie aufgeführt sind. Eine Vielzahl auentypischer Arten ist darin aber nicht enthalten.

Biologische Bewertungsmetrics fußen in vielen Fällen auf artspezifischen Eigenschaften (traits) und auf der autökologischen Einschätzung zur Stenökologie von Arten. Eine konkrete Ableitung, Analyse und Bewertung von habitatspezifischen Indikatorarten erfolgte für ein Bewertungsverfahren für Laufkäfer und Auenvegetation (HAASE et al., 2015), den österreichischen Auenindex (GRAF & CHOVANEC, 2016) sowie in dem Bewertungsansatz Mollix (FOECKLER et al., 2017) am Beispiel der Weichtiere. Für Gefäßpflanzen ist ein Ansatz (Florix) analog zu dem Mollix-Verfahren im Rahmen des BMBF-Projektes RESI (River Ecosystem Service Index) in Entwicklung (GELHAUS & STAMMEL, 2016). Teilweise findet eine detaillierte Klassifizierung von Leit-, Charakter- oder auch Schlüsselarten für die Bewertung statt (NEUBECK, 2014; FOECKLER et al., 2017), die top-down von einem vorher definierten Leitbild abgeleitet wurden und damit die jeweiligen Habitatbedingungen widerspiegeln. Ein konkreter Bezug zu der von KOENZEN (2005) entwickelten Auentypologie fehlt dabei jedoch. Einige wenige Ansätze ermitteln zusätzlich für die nachfolgende Bewertung konkrete Schwellenwerte oder Indikatorklassen, die auf Grundlage bestehender biologischer Daten (bottom-up) ermittelt wurden, um wissenschaftlich fundierte Aussagen über Degradationsstufen zu ermöglichen.

Der Zeitaufwand der Erfassung und Bewertung ist grundsätzlich abhängig von der Anzahl untersuchter Organismengruppen sowie den Erfassungsmethoden. In vielen Fällen werden detaillierte Erfassungen mit mehrmaligen Beprobungen im Jahr gefordert. Aufgrund des lokalen oder regionalen Anwendungsbereichs der bestehenden Verfahren ist die Möglichkeit einer bundesweiten Anwendung aufgrund der meist sehr hohen regionalen Detailschärfe nicht gegeben.

Tabelle 1: Allgemeine Charakteristika bestehender biozönotischer Bewertungsansätze; Erfassungs- und Bewertungsaufwand: +++= hoch, ++ = mittel, + = gering; * = Erfassungsaufwand abhängig von untersuchter Artengruppe.

Bezeichnung des Bewertungsansatzes	Autoren und Quellenangabe	Gegenstand und Ziele der Bewertung	Leitbild	Organismengruppe	Biologische Bewertungs-metrics	Erfassungs- und Bewertungsaufwand	Anwendungsbereich
Mollix - ein Bewertungsansatz für Fluss-Auen-Ökosysteme	FOECKLER et al. (2017)	Ökol. Zustand von Auen, Renaturierungseffekte, naturschutzfachliche Bewertung, menschliche Beeinträchtigung	regionalspezifisch	Weichtiere	Erweiterter Floodplain Index (Chovanec et al. 2005); flussauenspezifische Arten, Wechselwasserzeiger; geschützte Arten (RL, FFH); habitattypische Leit-/Charakterarten, Neozoen	++	Praxistest an Mittlerer Elbe und Bayerischer Donau
Österreichischer Auenindex: Floodplain Index (FI), Odonate Habitat Index (OHI), Caddisfly Habitat Index (CHI)	GRAF et al. (2013), GRAF & CHOVANEC (2016)	Ökol. Zustand und Potenzial von Gewässern und Auen, Renaturierungseffekte	gewässerspezifisch (historisch)	Amphibien, Fische, Köcherfliegen, Libellen, Weichtiere	Artspezifische Habitatwerte und Indikationsgewichte (Euryökie, Stenökie)	++	Bisher nur Ableitung eines gewässertypspezifischen Referenzzustands für große Flüsse bzw. die Donau
	CHOVANEC et al. (2005), WARINGER et al. (2005)	Ökol. Zustand von Gewässern und Auen	gewässerspezifisch (historisch)	Weichtiere, Libellen, Köcherfliegen, Amphibien, Fische	Artspezifische Habitatwerte und Indikationsgewichte (Euryökie, Stenökie)	++	Donauabschnitt oberhalb von Wien (Österreich)
	CHOVANEC & WARINGER (2001), CHOVANEC et al. (2004)	Laterale Konnektivität von Gewässer-Aue-Ökosystemen	gewässerspezifisch (historisch)	Libellen	Artspezifische Habitatwerte und Indikationsgewichte (Euryökie, Stenökie)	+	Donauabschnitt oberhalb von Wien (Österreich)
	WARINGER & GRAF (2002)	Laterale Konnektivität von Gewässer-Aue-Ökosystemen	gewässertypspezifisch (historisch)	Köcherfliegen	Artspezifische Habitatwerte in Bezug auf Habitatpräferenzen (Bottom-Up) und Indikationsgewichte nach Sládeček (1964)	+++	Verschiedene Donauabschnitte in Wien
Gewässerurbanitätsindex (GUI)	THIELE et al. (2016)	Ökol. Funktionalität Gewässer und Ufer, gefährdete Arten, Biodiversität	unspezifisch	Gewässer- und Ufervegetation, Makrozoobenthos, Großschmetterlinge	Ökologischen Gilden, Klassifizierung von Hemerobiestufen	+++	Kleine, urbane Fließgewässer in Rostock
Bewertungsverfahren für Laufkäfer und Auenvegetation	HAASE et al. (2015)	Renaturierungseffekte	auenabschnittstypspezifisch	Laufkäfer, Ufer- und Auenvegetation	Schlüsselarten, ökologische Zusatzparameter (z.B. Anzahl/Anteil von Habitatspezialisten)	++	Bisher keine Anwendung

Tabelle 1 (Fortsetzung): Allgemeine Charakteristika bestehender biozönotischer Bewertungsansätze; Erfassungs- und Bewertungsaufwand: +++= hoch, ++ = mittel, + = gering; * = Erfassungsaufwand abhängig von untersuchter Artengruppe.

Bezeichnung des Bewertungsansatzes	Autoren und Quellenangabe	Gegenstand und Ziele der Bewertung	Leitbild	Organismengruppe	Biologische Bewertungs-metrics	Erfassungs- und Bewertungs-aufwand	Anwendungsbereich
Auenrevitalisierung an der Unteren Werra	NEUBECK (2014)	Dynamik, Vielfalt und nachhaltige Nutzung der Kulturlandschaft	naturschutz-fachlich	Amphibien, Vögel	Leitartengruppen mit Ziel-, Symbol-, Indikatorarten	++	9 Projektgebiete (Werra, Fulda, Weser, Oberrhein, Rhone-Thur, Ahr)
Robustes Indikations-system für ökologische Veränderungen in Auen (RIVA) und integriertes Flussauenmodell INFORM	GIEBEL et al. (2011)	Bewertung und Prognose von Veränderungen durch wasserbau-liche Unterhaltungs- und Ausbaumaßnahmen	naturraumspe-zifisch	Fische, Laufkäfer, Mak-rozoobenthos, Vegetati-on, Weichtiere	Organismengruppen-spezifische traits, Verbrei-tungsdaten	+*	Große Ströme in Deutschland (Bun-deswasserstraßen)
	SCHOLZ et al. (2001), FOCKLER et al. (2001), FIGURA et al. (2001), DZIOCK (2001), SCHOLZ et al. (2004), FOLLNER & HENLE (2006), ÖKON (2006, 2007), SCHOLZ et al. (2009), FOLLNER et al. (2010)	Ökol. Zustand von Auengrünland und Flutrinnen, Renaturie-rungseffekte, Metho-denentwicklung, Prog-nose ökologischer Auswirkungen von menschlichen Eingrif-fen	naturraumspe-zifisch	Laufkäfer, Weichtiere, Vegetation	Vorkommen von Arten, organismengruppenspezi-fische traits, funktionale Gruppen	+++*	3 Untersuchungsgebie-te an der Elbe (Sach-sen-Anhalt)
Bewertung von Auen anhand der Fischfauna, Machbarkeitsstudie	SCHWEVERS & ADAM (2010)	Naturnähe; Artenin-ventar	auentypspezi-fisch	Fische	Zusammensetzung, Alters-struktur, Stetigkeit, artspezi-fische Besiedlungsquote	++	Bisher keine Anwen-dung
Uferbewertungsver-fahren (UBV)	FILZEK (2008)	Renaturierungseffekte	unspezifisch	Ufervegetation	Ellenberg, Hemerobie, Le-bensformen, Bewertungs-maßstab nach LÖLF/LWA (1985)	++	37 Uferabschnitte der Ems
Monitoring nach Arti-kel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutsch-land	SCHNITTER et al. (2006)	Erhaltungszustand von Arten in FFH-Gebieten, menschliche Beein-trächtigungen	unspezifisch	Flechten, Moose, Pflan-zen, Egel, Weichtiere, Pseudoskorpione, Fluss-krebse, Libellen, Käfer, Schmetterlinge, Rund-mäuler und Fische, Lurche, Kriechtiere, Säugetiere	Organismengruppen- bzw. artspezifische Kriterien mit Angabe von Schwellenwer-ten (teils bundeslandspezi-fisch)	++	Bundesweit in FFH-Gebieten mit Anpas-sungen in den einzel-nen Bundesländern

Tabelle 1 (Fortsetzung): Allgemeine Charakteristika bestehender biozönotischer Bewertungsansätze; Erfassungs- und Bewertungsaufwand: +++= hoch, ++ = mittel, + = gering; * = Erfassungsaufwand abhängig von untersuchter Artengruppe.

Bezeichnung des Bewertungsansatzes	Autoren und Quellenangabe	Gegenstand und Ziele der Bewertung	Leitbild	Organismengruppe	Biologische Bewertungs-metrics	Erfassungs- und Bewertungsaufwand	Anwendungsbereich
Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen (Rhone-Thur-Projekt)	WOOLSEY et al. (2005)	Renaturierungserfolg ("Nutzen für die Gesellschaft", "Umwelt und Ökologie", "Wirtschaft", "Umsetzung")	projektspezifisch	Gewässer-, Ufer- und Auenvegetation, aquatische und terrestrische Makroinvertebraten, Fische, Amphibien, Reptilien, Säuger und Vögel	Artenspektrum, -vorkommen, teils organismengruppenspezifische Indikatoren	++	Werkzeug bei der Maßnahmenplanung und -umsetzung für Gewässer in der Schweiz; Hochwasserschutz-Projekte
Standorttypie-Index (STI)	MEHL & THIELE (1995), THIELE et al. (1996), BERLIN & THIELE (2000), LUNG (2002)	Naturnähe und Naturraumpotenzial	gewässertyp- und naturraumspezifisch	Köcherfliegen, Gewässer- und Ufer-Vegetation, Tag- und Nachtfalter	Artspezifische ökologische Kategorien (eurytop - stenotop) und Anzahl Arten	++	Fünf ausgewählte Fließgewässertypen in Mecklenburg-Vorpommern, Teil der Gewässerüberwachung in Mecklenburg-Vorpommern
Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern	SMUKALLA & FRIEDRICH (1994)	Renaturierungserfolg	gewässerspezifisch	Aquatische und terrestrische Vegetation, Fische, Makrozoobenthos, terrestrische Zweiflügler, Springschwänze	Taxaidentität (Soerensen), Dominanzidentität (Renkonen) organismengruppenspezifische Bewertungs-metrics, ohne konkrete Festsetzung von Schwellenwerten	+++	10 ausgewählte Renaturierungsmaßnahmen an kleinen Fließgewässern (Bächen)

Für ein bundesweites Verfahren zur biozönotischen Auenzustandsbewertung bieten einige der bisher entwickelten Ansätze gute Grundlagen, wenn auch keines der Verfahren generell übertragbar ist (Tabelle 2).

Ansätze mit einer guten Übertragbarkeit des Grundkonzepts bieten FOECKLER et al. (2017) und HAASE et al. (2015). Der modulare Aufbau der Verfahren ist eine wichtige Grundlage, damit eine zukünftige bio-zönotische Auenzustandsbewertung verschiedensten Ansprüchen gerecht werden kann. Neben einer leitbildgestützten Bewertung können weitere Auswertungen, z.B. im Hinblick auf eine naturschutzfachliche Bewertung nach FFH und der Roten Listen gefährdeter Arten als Module nebeneinander dargestellt werden, so dass insgesamt eine umfassende Bewertung nach verschiedenen Kriterien durchgeführt werden kann.

Geeignete Berechnungs- und Bewertungsformeln sind durch den österreichischen Auenindex (Floodplain Index; GRAF & CHOVANEC, 2016) und dessen Weiterentwicklung gegeben. Der Auenindex basiert auf der Präferenz sowie Bindung von Arten ausgewählter Organismengruppen an naturnahe aquatische Auenhabitats unter Berücksichtigung der lateralen Vernetzung. Den unterschiedlichen Habitattypen der österreichischen Donau, vom Fließgewässer bis zum Auengewässer, werden Indikatorarten zugeordnet. Die Bewertung basiert auf der Addition von artspezifischen Habitatwerten und Indikationsgewichten aller erfassten Individuen der Gewässer eines Abschnitts. Die Berechnung artspezifischer Habitatwerte erfolgt auf Basis von autökologischen Hintergrundinformationen (Habitatpräferenzen) nach einem 10-Punkte-System. Das Indikationsgewicht nach SLADÉČEK (1964) ist ein Maß für den Stenökiegrad einer Art. In dem Bewertungsansatz Mollix (Molluskenindex; FOECKLER et al., 2017) wurde die Bewertung auf semiterrestrische und terrestrische Habitattypen ausgeweitet.

Teilweise wurden in früheren Arbeiten umfangreiche Grundlagen zu autökologischen Informationen zusammengestellt, die im Rahmen der Entwicklung eines zukünftigen biozönotischen Bewertungssystems genutzt werden sollten. Im Rahmen der Projekte RIVA und INFORM (SCHOLZ et al., 2009; GIEBEL et al., 2011) erfolgte die Entwicklung eines Systems zur Indikation hydrologischer Standorteigenschaften mit Pflanzen, Mollusken und Laufkäfern und die Erstellung von Lebensraumeignungsmodellen für die Prognose ökologischer Auswirkungen von menschlichen Eingriffen an Bundeswasserstraßen. Auf Grundlage von bestehenden Daten erfolgte eine Ermittlung von Indikationswerten und Habitatansprüchen am Beispiel der Elbe (SCHOLZ et al., 2009). Insgesamt wurde in beiden Projekten für die Organismengruppen Fische, Laufkäfer, Makrozoobenthos, Vegetation und Weichtiere umfangreiches Grundlagenwissen zur ökologischen Einstufung von Arten in Autökologie-Datenbanken zusammengestellt. Am Beispiel der Auenrevitalisierung an der Unteren Werra wurde durch NEUBECK (2014) für Amphibien und Vögel ein umfangreicher Leitartenkatalog für unterschiedliche Teillebensräume einer Aue zusammengestellt.

Insgesamt erscheinen zwei Ansätze besonders geeignet im Sinne einer Übertragbarkeit bzw. Weiterentwicklung für ein bundesweites Verfahren zur biozönotischen Auenzustandsbewertung. Das Verfahren Mollix (FOECKLER et al., 2017) ermöglicht eine Bewertung naturnaher und degradierter Auen bezüglich der Habitat- und Artenausstattung auf Grundlage von Weichtieren und ist generell übertragbar auf weitere Organismengruppen. In Form eines modularen Systems können zusätzlich auch naturschutzfachliche Ergebnisse dargestellt werden. Die in dem Verfahren skizzierte Berechnungs- und Bewertungsgrundlage als Weiterentwicklung des österreichischen Auenindex (vgl. GRAF &

CHOVANEC, 2016) kann an die unterschiedlichen Habitatausprägungen der bundesweit vorkommenden Auentypen angepasst werden (vgl. Kapitel 5). Darüber hinaus besitzt das Verfahren nach HAASE et al. (2015) eine gute Eignung. Es beschreibt am Beispiel eines Flussauenabschnittstyps ein Bewertungsverfahren für Laufkäfer und Auenvegetation, das zunächst ufertypische Schlüsselhabitate sowie habitatspezifische Schlüsselarten definiert (top-down). Darüber hinaus wurden im Rahmen dieses Ansatzes auf Basis von bestehenden Daten renaturierter und degradierter Uferabschnitte mit Hilfe von Regressionsanalysen Grenzwerte für das Erreichen eines guten Zustands definiert (bottom-up).

Tabelle 2: Abschätzung der Übertragbarkeit des Grundkonzeptes, der Eignung der Berechnungs- und Bewertungsformeln, der autökologischen Hintergrundinformationen bestehender Bewertungsansätze sowie deren Eignung als Grundlage für ein bundesweites Verfahren; grün = gut, gelb = mittel, rot = gering.

Bezeichnung	Autoren und Quellenangabe	Übertragbarkeit des Grundkonzeptes	Eignung der Berechnungs- und Bewertungsformeln	Übertragbarkeit von autökologischen Informationen	Eignung als bundesweites Verfahren
Mollix - ein Bewertungsansatz für Fluss-Auen-Ökosysteme	FOECKLER et al. (2017)	grün	grün	grün	grün
Österreichischer Auenindex: Floodplain Index (FI), Odonate Habitat Index (OHI), Caddisfly Habitat Index (CHI)	GRAF et al. (2013), GRAF & CHOVANEC (2016)	gelb	grün	rot	gelb
	CHOVANEC et al. (2005), WARINGER et al. (2005)	gelb	gelb	rot	rot
	CHOVANEC & WARINGER (2001), CHOVANEC et al. (2004)	gelb	gelb	rot	rot
	WARINGER & GRAF (2002)	gelb	gelb	rot	rot
Gewässerurbanitätsindex (GUI)	THIELE et al. (2016)	gelb	gelb	rot	gelb
Bewertungsverfahren für Laufkäfer und Auenvegetation	HAASE et al. (2015)	grün	grün	gelb	grün
Auenrevitalisierung an der Unteren Werra	NEUBECK (2014)	rot	rot	grün	rot
Robustes Indikationssystem für ökologische Veränderungen in Auen (RIVA) und integriertes Flussauenmodell INFORM	GIEBEL et al. (2011)	rot	rot	grün	rot
	SCHOLZ et al. (2001), FOECKLER et al. (2001), FIGURA et al. (2001), DZIOCK (2001), SCHOLZ et al. (2004), SCHOLZ et al. (2009)	gelb	gelb	grün	rot
Bewertung von Auen anhand der Fischfauna, Machbarkeitsstudie	SCHWEVERS & ADAM (2010)	gelb	rot	gelb	gelb
Uferbewertungsverfahren (UBV)	FILZEK (2008)	rot	rot	rot	rot
Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland	SCHNITTER et al. (2006)	gelb	rot	gelb	gelb
Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen (Rhone-Thur-Projekt)	WOOLSEY et al. (2005)	gelb	rot	rot	rot
Standorttypie-Index (STI)	MEHL & THIELE (1995), THIELE et al. (1996), BERLIN & THIELE (2000), LUNG (2002)	gelb	grün	gelb	gelb
Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern	SMUKALLA & FRIEDRICH (1994)	rot	rot	rot	rot

3.2 Sonstige Bewertungsverfahren als zukünftige Anknüpfungspunkte

3.2.1 Auenzustandsbewertung nach KOENZEN (2015, 2016)

Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz wird das bestehende Verfahren zur Auenzustandsbewertung nach BRUNOTTE et al. (2009) weiterentwickelt und an die aktuelle und verbesserte Datenlage angepasst sowie die Auenbewertung in Form einer Programmanwendung in Excel für Dritte anwendbar gemacht (KOENZEN, 2015, 2016). Die Bewertung erfolgt für 1-km-Auensegmente mittels der funktionalen Einheiten Morphodynamik (Geländeformen und Gewässer der Aue), Hydrodynamik (Wasserstandsschwankungen, Abfluss und Überflutung) sowie Vegetation und Flächennutzung. Maßstab für die Bewertung sind die von KOENZEN (2005) beschriebenen Leitbilder für Fluss- und Stromauenabschnittstypen.

Für die bundesweite Bewertung des Auenzustandes werden im Wesentlichen Gewässerstrukturdaten, das Digitale Landschaftsmodell (DLM) und der flusshydrologische Webdienst (FLYS) genutzt. Mit Hilfe von Biotop- und FFH-Lebensraumtyp-Kartierungen, Daten zu historischen Waldstandorten sowie Angaben zum Schutzgebietsstatus wird die Bewertung der Landnutzung fachlich qualifiziert. Trotz der Komplexität des Verfahrens gehen biologische Informationen somit nur auf einem hohen Abstraktionsniveau in die Übersichtsbewertung des Auenzustandes ein. Die Verwendung bundesweit vorhandener faunistischer Daten als zusätzlicher Parameter der Auenzustandsbewertung wurde geprüft, jedoch nicht in das Verfahren integriert (KOENZEN, 2016). Ausschlaggebend hierfür waren die unzureichende Datenlage zum Vorkommen auentypischer Arten sowie Schwierigkeiten bei der Zuordnung der als Rasterdaten vorliegenden faunistischen Daten zu den einzelnen Auensegmenten. Somit liefert das überarbeitete Verfahren zur Auenzustandsbewertung zwar wichtige Informationen über die Standorteigenschaften einer Aue und deren grundsätzlicher Eignung als Lebensraum für naturraumtypische Lebensgemeinschaften. Inwieweit die charakteristischen Pflanzen und Tiere als wesentlicher Bestandteil der biologischen Vielfalt aber tatsächlich dort vorkommen, wird mit der Auenzustandsbewertung nach BRUNOTTE et al. (2009) auch in der aktualisierten Form nicht erfasst. Diese Lücke kann durch ein eigenständiges biozönotisches Bewertungsverfahren, das auf Leitbildern für eine naturnahe Habitat- und Artenausstattung von Auenabschnittstypen fußt, geschlossen werden.

3.2.2 Erfolgskontrolle von Fließgewässerrenaturierungen

DAHM et al. (2014) entwickelten ein leitbildgestütztes Verfahren für die Erfolgskontrolle von Fließgewässerrenaturierungen, das den Zustand und die Veränderung von Gewässerstrukturen und aquatischen Lebensgemeinschaften bewertet. Der Anlass für die Entwicklung dieses Verfahrens begründete sich darin, dass:

- Renaturierungsmaßnahmen oft nicht unmittelbar eine Verbesserung des ökologischen Zustandes als standardisiertes Bewertungsverfahren nach WRRL bewirken. Daraus kann aber nicht geschlossen werden, dass die Maßnahmen nicht erfolgreich sind.
- das Messnetz für das operative Monitoring der WRRL meist keine Deckung mit renaturierten Abschnitten hat. Viele Maßnahmen werden nach wie vor keiner Erfolgskontrolle unterzogen.
- der anscheinend ausbleibende Erfolg zusehends zu Frustration auf Seiten der Maßnahmenträger führt.

- ein hoher Bedarf an einer einfach anwendbaren Methode bestand, die kurz- und langfristigen Erfolge von Maßnahmen aufzuzeigen.

Das Verfahren ermöglicht eine schnelle und kostengünstige Bewertung der Wirkung von Renaturierungsmaßnahmen wenige Monate bis wenige Jahre nach Durchführung sowie der langfristigen Erfolgsaussichten. Es ist ein Werkzeug für die frühzeitige Identifikation von Faktoren, die einen langfristigen Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen im Sinne der Erreichung des guten ökologischen Zustandes behindern.

Das modular aufgebaute Verfahren nach DAHM et al. (2014) (Abbildung 1) nutzt bestehende und den Nutzern bekannte Systeme wie die Gewässerstrukturgüte (Modul 1a) und die ökologische Bewertung nach WRRL (Modul 2a). Ergänzt wurden die beiden Module durch Schlüsselhabitate (1b) und Schlüsselindikatoren (2b), um eine differenziertere Bewertung zu ermöglichen.

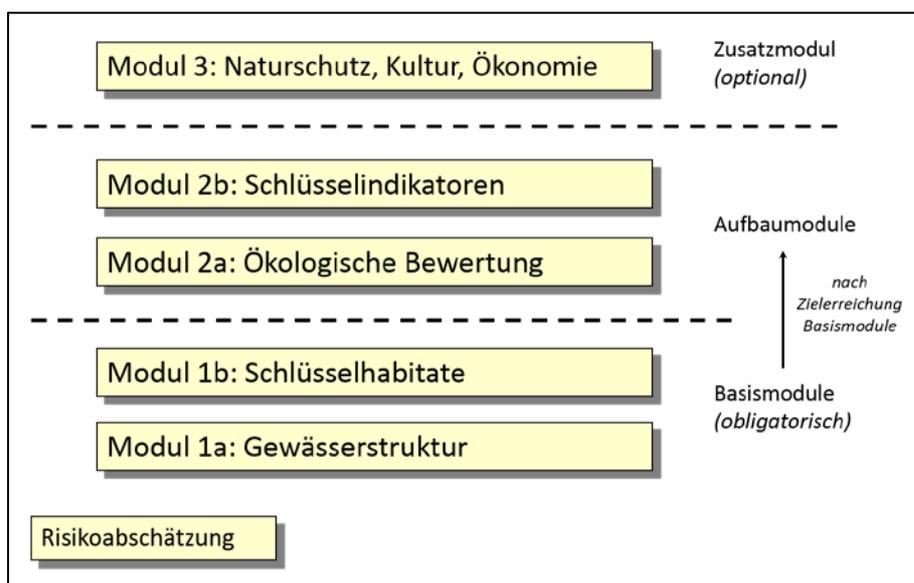


Abbildung 1: Übersicht über das Verfahren zur Erfolgskontrolle von Renaturierungen (DAHM et al., 2014)

Als Grundlage für die Bewertung wurden gewässertypspezifische Schlüsselhabitate top-down nach den hydromorphologischen Steckbriefen von DÖBBELT-GRÜNE et al. (2014) abgeleitet. Die Festlegung von Schlüsselindikatoren erfolgte maßgeblich auf Grundlage der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER, 2008). Darüber hinaus wurde die ökologische Bewertung von Lebensgemeinschaften nach WRRL um funktionale Indizes ergänzt, die für den jeweiligen Gewässertyp wertvolle Zusatzinformationen liefern. Bisher erfolgte im Rahmen des Projektes „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“, gefördert durch das Umweltbundesamt, eine Festlegung von Schlüsselhabitaten und -indikatoren für die vier Fließgewässertypen „Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ (Typ 5), „Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse“ (Typ 9), „Sandgeprägte Tieflandbäche“ (Typ 14) und „Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse“ (Typ 15) und die Gruppen Makrozoobenthos und Fische. Ein Test des Verfahrens wurde anhand eines bestehenden Datensatzes von 29 renaturierten Abschnitten in Nordrhein-Westfalen und Hessen für beide Organismengruppen durchgeführt (LORENZ et al., 2016). Im Rahmen dieser Auswertungen zeigte sich deutlich, dass das Verfahren nach DAHM et al. (2014) gut geeignet ist, anhand der Lebensgemeinschaften Erfolge der Maßnahmen, aber auch Defizite differenziert zu diagnostizieren.

Aufgrund der Tatsache, dass Gewässerufer und Auen in dem Verfahren nach DAHM et al. (2014) bisher nicht berücksichtigt werden, kann ein leitbildgestütztes biozönotisches Bewertungsverfahren für Gewässerufer und Auen zukünftig eine sinnvolle Ergänzung für eine ganzheitliche Betrachtung von Gewässer-Aue-Ökosystemen bilden. So kann sowohl eine eigenständige biozönotische Bewertung von Gewässeruffern und Auen stattfinden, als auch eine integrierende Bewertung, indem Schlüsselhabitate und Indikatorarten für Gewässerufer und Auen modular in dem Verfahren nach DAHM et al. (2014) ergänzt werden.

4 Entwicklung einer biozönotischen Auentypologie

4.1 Leitbilder zur Habitatausstattung

Gewässerufer und -auen sind im naturnahen Zustand typspezifisch besiedelt; diese Besiedlung basiert grundlegend auf dem Vorhandensein und der Ausprägung von Schlüsselhabitaten. Wir definieren Schlüsselhabitate als Habitats, die sich ohne den Einfluss des Menschen und unter den standörtlichen Verhältnissen des heutigen Naturpotenzials einstellen und die Grundvoraussetzung für eine Besiedlung durch spezifische Pflanzen- und Tierarten bilden. Die Beschreibung der naturnahen Habitatausstattung von Gewässeruffern und -auen in Form von biozönotisch relevanten Schlüsselhabitaten ist eine wesentliche Grundlage für eine leitbildgestützte biozönotische Bewertung und die Bestimmung von Degradationsstufen.

Biozönotisch relevante Schlüsselhabitate müssen generell folgende Kriterien erfüllen:

- Sie sind prägende Strukturelemente der Auenabschnittstypen im naturnahen Zustand und differenzieren damit in ihrer Zusammensetzung bundesweit zwischen den verschiedenen Auentypen.
- Sie decken in ihrer Gesamtheit alle wesentlichen Bereiche einer naturnahen Aue als lateraler Gradient von aquatischen über semiterrestrische zu terrestrischen Bereichen ab.
- Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer übergeordneten abiotischen Bedingungen und sind von charakteristischen, an die jeweiligen Standorte angepassten Tier- und Pflanzenarten besiedelt.
- Ihr Fehlen zeigt Beeinträchtigungen an.
- Sie sind im Hinblick auf ein zukünftiges Bewertungsverfahren leicht erfassbar.

Generell ist die Bindung von Arten an spezifische Habitats und Umweltfaktoren auf verschiedenen Ebenen wirksam. Mesohabitats (Formenschatz wie z.B. Stillgewässer, Uferbänke) umfassen eine übergeordnete Ebene, die maßgeblich strukturelle Eigenschaften beschreibt und Parameter wie z.B. Vegetation (Pionierfluren, Weichholzauwald u.a.) und die laterale Vernetzung mit dem Gewässer integriert. Anhand ihrer hydromorphologischen Ausprägung werden Auentypen typologisch voneinander abgegrenzt. Eine differenzierte Betrachtungsebene von Habitats stellen die Mikrohabitats (z.B. Substrate) dar (vgl. auch JÄHNIG et al., 2008), die neben dem Formenschatz zur Abgrenzung von Auenabschnittstypen genutzt werden (KOENZEN, 2005).

Darüber hinaus beeinflussen weitere Umweltfaktoren, wie z.B. Nährstoff- und Bodenwasserverhältnisse das Vorkommen und die Häufigkeit von Tieren und Pflanzen. Für potamale Altgewässer als ein prägendes Mesohabitats großer Ströme wurde am Beispiel der Elbe eine differenzierte Typologie entwickelt (POTTGIESSER & EHLERT, 2012; POTTGIESSER, EHLERT & JÄHRLING, 2013). Die Klassifikation und die Beschreibung der Ausprägung der unterschiedlichen Auengewässerhabitats erfolgten anhand der Parameter Fließgeschwindigkeit, Substrat, Nährstoff- und Sauerstoffgehalt, Trübung und Gewässertiefe. Für Altgewässer als vergleichsweise geschlossene Systeme ist eine derartige Differenzierung zielführend. Eine biozönotische Auentypologie muss jedoch eine Vielzahl weiterer, vor allem terrestrischer Mesohabitats abdecken. Eine Integration besiedlungsrelevanter Faktoren der Mikrohabitats-Ebene wie z.B. die Nährstoff- und Bodenwasserverhältnisse in eine bundesweite biozönotische Typisierung von Auenabschnittstypen erscheint zum jetzigen Zeitpunkt nicht zweckmäßig. Eine biozönotische Typisierung von Gewässeruffern und -auen soll zunächst definieren, welche Schlüsselhabitats in welcher Häufigkeit in den bundesweit vorkommenden Auenabschnittstypen vorhanden sind. Inwie-

weit weitere Parameter der Mikrohabitat-Ebene zu einem späteren Zeitpunkt in die biozönotische Auentypologie integriert werden können und für eine differenzierte Zustandsbewertung von Degradationsstadien fachlich notwendig sind, muss zukünftig ermittelt und abgewogen werden.

Auf Basis der Beschreibungen der Auentypologie von KOENZEN (2005) erfolgte eine top-down-Ableitung von biozönotisch relevanten Schlüsselhabitaten für die jeweiligen Auenabschnittstypen. Die Auswahl von Schlüsselhabitaten orientiert sich an ihrem Vorkommen und ihrer Häufigkeit in Auen und an ihrer Bedeutung für auentypische Tier- und Pflanzenarten. Durch Nutzung entstandene Biotoptypen wurden auf Grundlage von FFH-Lebensraumtypen separat aufgeführt.

Die Entwicklung von Leitbildern zur Habitatausstattung erfolgte in zwei Arbeitsschritten:

- Erstellung eines Katalogs von Schlüsselhabitaten
- Klassifikation der Verbreitung und Häufigkeit dieser Habitate in den Auenabschnittstypen nach KOENZEN (2005)

Im Ergebnis steht eine Tabelle biozönotisch relevanter Auenabschnittstypen mit Angaben zu Vorkommen und Häufigkeit von Schlüsselhabitaten. Diese Tabelle dient als Grundlage für die Entwicklung von Leitbildern zur Artausstattung sowie für das Bewertungsverfahren.

4.1.1 Grundlagen

KOENZEN (2005) entwickelte einen typologischen Ansatz für Fluss- und Stromauen, der die funktionalen Zusammenhänge von Gewässern und Auen betrachtet und die standörtlichen Potenziale von Auen im Hinblick auf morphologische, hydraulische und hydrologische Aspekte differenziert aufzeigt. Auf dieser Basis wurden Auenabschnittstypen für Gewässer mit einer Einzugsgebietsgröße über 1000 km² definiert. Für die Auentypen wurden von KOENZEN (2005) zudem Leitbilder beschrieben, die den potenziell natürlichen Zustand der Fluss- und Stromauen Deutschlands und deren standörtliche Verhältnisse aufzeigen. Das Leitbild basiert auf Kenntnissen über die natürlichen Funktionen des Gewässerökosystems und integriert geomorphologische, geologisch-pedologische und hydromorphologisch-hydraulische Komponenten. Der Ausgangspunkt liegt dabei auf der Hydro- und Morphodynamik der einzelnen Auenabschnittstypen, die über die morphologischen Ausprägungen bestimmen. Vegetationskundliche Aspekte werden dabei ebenfalls berücksichtigt. KOENZEN (2005) stellt die Auentypologie in zwei Ebenen dar (Abbildung 2).

Auentypen werden durch die Parameter Gewässergroßlandschaft, Abflussregime und Talbodengefälle charakterisiert. Auenabschnittstypen differenzieren sich aufgrund der Ausprägungen der Parameter Auensubstrate, Formenschatz, Abflusssdynamik, Wasserdargebot, Überflutung und oberflächennahes Grundwasser.

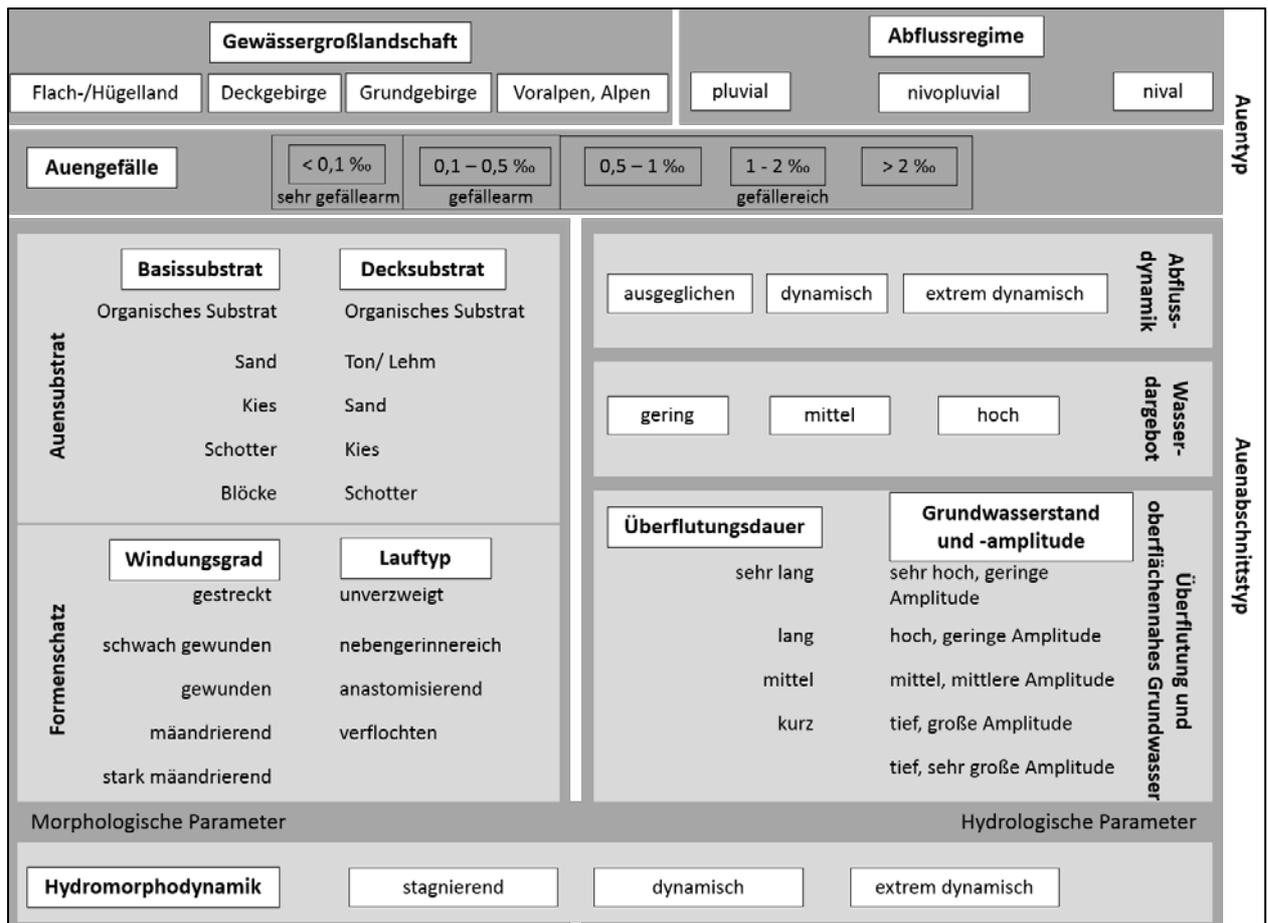


Abbildung 2: Grundschemata eines Typdiagramms für die Beschreibung der Auentypen und Auenabschnittstypen (KOENZEN, 2005).

4.1.2 Erstellung eines Katalogs biozönotisch relevanter Schlüsselhabitate für eine leitbildgestützte Bewertung

Auen sind natürlicherweise durch einen großen Formenschatz und eine hohe Vielfalt an Substraten im aquatischen, semiterrestrischen und terrestrischen Bereich gekennzeichnet, aufgrund derer sich Auenabschnittstypen im Rahmen des Typologie-Systems von KOENZEN (2005) differenzieren lassen. Die nachfolgende Ableitung biozönotisch relevanter Schlüsselhabitate und -substrate nutzt diese Grundlage und erfolgt auf zwei räumlichen Ebenen:

- Mesohabitat-Ebene: basierend auf dem Formenschatz (Vollformen und Auengewässer)
- Mikrohabitat-Ebene: basierend auf den Substraten

Der abiotische Formenschatz beinhaltet eine Vielzahl von Strukturen mit unterschiedlicher Relevanz für Tiere und Pflanzen. Um eine überschaubare und anwendbare Grundlage zu schaffen, wurden der wesentliche von KOENZEN (2005) beschriebene Formenschatz in Form biozönotisch relevanter Schlüsselhabitate zusammengefasst (Tabelle 3), die die in Kapitel 4.1 genannten Kriterien erfüllen. Da eine Besiedlung durch die Fauna oft nicht nur durch rein abiotische Faktoren, sondern auch durch Ausprägungen der Vegetation (z.B. Röhricht als wichtiger Brut- und Nahrungsplatz für bestimmte Vogelarten) bestimmt wird, wurden die von KOENZEN (2005) beschriebenen vegetationskundlichen Aspekte als weitere für die Fauna relevante Schlüsselhabitate ergänzt.

Tabelle 3: Biozönotisch relevante Schlüsselhabitats (Mesohabitat-Ebene) und Kurzbeschreibungen, abgeleitet aus dem Formenschatz und den vegetationskundlichen Charakterisierungen nach KOENZEN (2005).

	Biozönotisch relevante Schlüsselhabitats	Kurzbeschreibung (verändert nach KOENZEN, 2005)
Aquatisch	Permanent oder temporär durchflossene Nebengerinne	Laufstrukturen, die deutlich kleiner sind als der Hauptlauf; Rinnensysteme, die temporär durchflossen sind
	Altmäander/-gürtel	Hufeisenförmige, durch Laufeinschnürungen entstandene Rinnenstrukturen in verschiedenen Verlandungsstadien, die keine Anbindung an den Hauptlauf haben
	Permanente Stillgewässer (stehend)	Hohlformen mit ganzjährigem Grundwasseranschluss bzw. mit Flutung durch Oberflächenwasser bei Hochwasser
	Temporäre Stillgewässer (stehend)	Hohlformen ohne ganzjährigen Grundwasseranschluss; Flutung nur temporär bei hoch anstehendem Grundwasser, bei Hochwasser oder durch Regenwasser
	Wasserpflanzengesellschaften	Fließ- und Stillgewässervegetation
Semiterrestrisch	Vegetationsarme und -freie Uferbänke	Flache Uferstrukturen, die häufig überflutet werden; z.B. Gleitufer, Schotterfluren, Mittelbänke, Diagonalbänke
	Pionierfluren	Flache Uferstrukturen, die nur zeitweise überflutet werden und dadurch flächige Pionierbesiedlung durch Pflanzen aufweisen (z.B. Zweizahnfluren)
	Großseggenriede, Röhrichte	Flache Uferstrukturen im Bereich langsam fließender oder stehender Gewässer
	Niedermoore	Semiterrestrische Bereiche mit hoch anstehendem Grundwasser und flächiger Torfbildung
Terrestrisch	Gebüsche und Hochstaudenfluren	Flache bis steile Böschungsstrukturen, die selten bis mäßig häufig überflutet werden; beinhaltet auch Weidengebüsche
	Weichholz-Auwald	Lateral an die Ufer anschließender Bereich mit Weichhölzern (z.B. Erlen, Weiden), der häufigen Überschwemmungen unterliegt
	Hartholz- Auwald	Lateral an die Weichholzaue anschließender Bereich mit Harthölzern (z.B. Stieleiche, Gemeine Esche), der nur selten überflutet wird
	Dünen, Flugsandfelder	Äolische Akkumulationsformen aus leicht verlagerbarem Feinmaterial (Sand)

Gießen, Flutrinnen und -mulden sowie Randsenken wurden als permanent oder temporär durchflossene Nebengerinne zusammengefasst. Aufgrund der variierenden abiotischen Bedingungen und einer eher unspezifischen Besiedlung durch Flora und Fauna sind die folgenden Vollformen nach KOENZEN (2005) nicht relevant für eine auentypologische Klassifizierung biozönotischer Schlüsselhabitats:

- Auenstufen, Terrassen(kanten)
- Schwemmfächer
- Inseln
- Natürliche Uferwälle, Rehen
- Kleinrelief

Neben der Ausprägung von Schlüsselhabitats (Mesohabitat-Ebene) sind die in der Aue vorherrschenden Substrate (Mikrohabitat-Ebene) ein wesentlicher Faktor, der die Auenabschnittstypen differenziert (KOENZEN, 2005) und generell über das Vorkommen von Arten einiger Artengruppen (z.B. Laufkäfer, Kiesbrüter bei den Vögeln) bestimmt. KOENZEN (2005) unterscheidet Basissubstrate, die maßgeblich durch die geologischen Bedingungen im Untergrund und die Akkumulation des Flusses bestimmt sind, und Decksubstrate. Das Vorkommen und die Ausprägung von Basis- und Decksubstraten sind von besonderer Bedeutung für die Besiedlung von Schlüsselhabitats; in Abhängigkeit vom vorherrschenden Substrat finden sich bei einigen Organismengruppen sehr unterschiedliche, spezialisierte Arten (z.B. Laufkäfer). Die Kombination aus Schlüsselhabitats (Tabelle 3) und Substraten (Tabelle 4), die entscheidenden Einfluss auf das Vorkommen von spezifischen Arten innerhalb der

Organismengruppen hat, hat damit eine hohe biozönotische Relevanz. Sie bildet die wesentliche Grundlage für die Ableitung von Indikatorarten in den Kapiteln 4.2.2 und 4.2.3.

Tabelle 4: Biozönotisch relevante Substrate.

Basis- und Decksstrate (verändert nach KOENZEN, 2005)
Organisches Material (Grob- und Feinmaterial, Moose, Torf)
Ton, Lehm
Sand, Sand-Kies
Kies
Schotter
Blöcke

4.1.3 Vorkommen und Ausprägung biozönotisch relevanter Schlüsselhabitats in den Auenabschnittstypen nach KOENZEN (2005)

Auf Grundlage der von KOENZEN (2005) beschriebenen hydromorphologischen und vegetationskundlichen Parameter für zwölf verschiedene substratdeterminierte Fluss- und sechs Stromauenabschnittstypen wurde das Vorkommen und die Ausprägung der in dieser Studie definierten biozönotisch relevanten Schlüsselhabitats und -substrate innerhalb der Auenabschnittstypen abgeleitet. Im Hinblick auf die Ausprägung der Schlüsselhabitats wurde in Anlehnung an KOENZEN (2005) zwischen prägenden und häufigen Schlüsselhabitats unterschieden. Im Ergebnis stehen zwei Übersichtstabellen, die die Verteilung biozönotisch relevanter Schlüsselhabitats und -substrate in den Auenabschnittstypen von Fluss- und Stromauen aufzeigen (Tabelle 5, Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht zum Vorkommen und zur Häufigkeit biozönotisch relevanter Substrate (Basis- und Deckschubstrat nach KOENZEN, 2005) für Fluss- und Stromauen mit einer Einzugsgebietsgröße >1000 km² (verändert nach KOENZEN, 2005); Häufigkeit von Habitaten: dunkelgrau = vorherrschend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend / untergeordnet.

Biozönotisch relevante Substrate		Flussauenabschnittstypen											Stromauenabschnittstypen							
		Sehr gefällarme Flusssau des Flach- und Hügellandes (organisch)	Gefällarme Flusssau des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch)	Gefällarme Flusssau des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flusssau des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flusssau des Flach- und Hügellandes (Kies)	Gefällarme Flusssau des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Gefällarme Flusssau des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Gefällereiche Flusssau des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flusssau des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Gefällereiche Flusssau des Grundgebirges (Schotter)	Gefällereiche Flusssau der Alpen/Voralpen (Kies und Schotter)	Gefällereiche Flusssau der Alpen/Voralpen (Block-Schotter)	Gefällarme Stromau (teilmineralisch-organisch)	Gefällarme Stromau (Sand und Sand-Kies)	Gefällarme Stromau (Kies)	Gefällarme Stromau (Kies-Schotter)	Gefällarme Stromau (Kies)	Gefällereiche Stromau (Schotter)	
Organisches Material																				
Ton, Lehm																				
Sand, Sand-Kies																				
Kies																				
Schotter																				
Blöcke																				

4.2 Leitbilder zur Artenausstattung

4.2.1 Grundsätzlich geeignete Organismengruppen zur biozönotischen Bewertung von Fließgewässerufeln und Auen

Organismengruppen, die zur biozönotischen Bewertung von Fließgewässerufeln und Auen genutzt werden können, sollten generell folgende Kriterien erfüllen (in Anlehnung an MEHL et al., 2005):

- Sie indizieren den leitbildspezifischen Zustand sowie Habitatveränderungen in Folge menschlicher Eingriffe.
- Sie enthalten Arten, die auf auentypische Habitate (Schlüsselhabitate) spezialisiert sind, also eine enge Habitatbindung aufweisen.
- Sie sind leicht erfass- und bestimmbar.
- Sie sind im Hinblick auf autökologische Charakteristika (Habitatpräferenzen) gut untersucht.
- Sie enthalten Arten, die Morpho- und Hydrodynamik anzeigen.
- Sie sind im Hinblick auf den Gefährdungsgrad und die -ursachen gut untersucht.

Auf Grundlage von Literaturangaben und Experteneinschätzungen wurden Informationen zu Organismengruppen der Gewässerufer und Auen zusammengestellt, die derzeit zur Auenbewertung herangezogen werden bzw. sich dafür potenziell eignen (Tabelle 7).

Als Ausgangspunkt für die Ableitung grundsätzlich geeigneter Organismengruppen wurden die Veröffentlichungen von KOENZEN (2005) und HILDEBRANDT et al. (2005) genutzt, geprüft und durch weitere Literatur ergänzt. In KOENZEN (2005) erfolgte eine erste Zusammenstellung charakteristischer Artengruppen der Auen und ihrer Eignung für eine bundesweite faunistische Zustandsbewertung. HILDEBRANDT et al. (2005) stellten im Rahmen des Forschungsverbundes Elbe-Ökologie eine Liste verschiedener Organismengruppen hinsichtlich ihrer Einordnung zu Schlüsselfaktoren, Lebensstrategien, Skalen und Bioindikation in Fluss und Aue zusammen. Die Abschätzung der grundsätzlichen Eignung von Organismengruppen erfolgte auf Grundlage der folgenden drei Kriterien:

Vorkommen und (Habitat-)Spezifität für Gewässerufer und Auen

Der morphologische Formenschatz von Gewässerufeln und Auen bestimmt die Standortbedingungen und damit maßgeblich die Besiedlung durch Organismengruppen. Die für eine Bewertung geeigneten Organismengruppen müssen in den unterschiedlichen Ufer- und Auenhabitaten vorkommen sowie Arten beinhalten, die auf biozönotisch relevante Schlüsselhabitate spezialisiert sind. Die Abschätzung der Habitatspezifität der Organismengruppen erfolgte auf Grundlage der Spannbreite besiedelter Schlüsselhabitate sowie für den Lebenszyklus notwendiger (Auen-)Habitate.

Bundesweite Datenlage zur Verbreitung und Autökologie

Eine auentypologische Ableitung von Indikatorarten als Grundlage für die leitbildbasierte Bewertung erfordert das Vorhandensein artspezifischer Informationen zu Verbreitung und Habitatansprüchen (autökologische Daten).

Erfassungs- und Bestimmungsaufwand

Für eine effiziente Anwendbarkeit eines Bewertungssystems darf der Aufwand für die Artbestimmung nicht zu hoch sein. Die Voraussetzung dafür ist eine möglichst einfache und sichere Bestimmung sowie die bundesweite Verfügbarkeit von Bestimmungsspezialisten. Eine Abschätzung des Erfassungsaufwandes erfolgt aufgrund der Heterogenität der Erfassungsmethoden und des damit sehr unterschiedlichen Aufwandes derzeit nicht (vgl. JANUSCHKE et al., 2016). Mittelfristig sollte eine Analyse der Eignung und des Aufwandes von bestehenden Methoden zur Erfassung von Pflanzen- und Tiergruppen stattfinden. Für auenrelevante Organismengruppen, die in der FFH-Richtlinie berücksichtigt werden, sollten die standardisierten Methoden nach FFH-Richtlinie als Orientierung genutzt werden.

Auf Grundlage der Kriterien „Vorkommen in biozönotisch relevanten Schlüsselhabitaten“, „Habitatspezifität“ und „bundesweite Datenlage“ werden aus insgesamt 23 Organismengruppen die folgenden sieben Gruppen als am besten geeignet für ein biozönotisches Bewertungsverfahren für Fließgewässerufer und Auen eingeschätzt (Tabelle 7): Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Amphibien, Laufkäfer, Libellen, Fische und Vögel. Dieser Vorschlag sollte unter einer ergänzenden Einbindung von Heuschrecken, Spinnen, Tagfaltern, Wildbienen und Säugetieren diskutiert werden.

Im Hinblick auf den Raumbedarf, die Ausbreitungsfähigkeit und die Indikation morpho- und hydrodynamischer Prozesse decken die vorgeschlagenen sieben Organismengruppen alle wesentlichen Bewertungsansprüche ab (Tabelle 8). Organismengruppen wie Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken sowie Laufkäfer besitzen einen geringen Raumbedarf und indizieren damit die Standortbedingungen und Qualität auf kleinräumiger Skala, also innerhalb einzelner Habitate. Im Gegensatz dazu lassen Vögel aufgrund ihres hohen Raumbedarfs Aussagen über die Eignung größerer Landschaftsausschnitte eines Gewässer-Aue-Ökosystems als Lebensraum zu. Die sieben Organismengruppen haben überwiegend eine hohe Ausbreitungsfähigkeit. Das ist eine wesentliche Voraussetzung für eine schnelle Wiederbesiedlung von renaturierten Ufer- und Auenabschnitten und für die biozönotische Indikation in überschaubaren Zeiträumen. Die natürlicherweise an Ufern und in Auen auftretenden Schwankungen in den Grund- und Oberflächenwasserständen (Hydrodynamik) sowie die bei Hochwasser auftretende Umlagerung von Sediment (Morphodynamik) sind durch Querbauwerke und durch die Befestigung der Gewässerufer sowie die Nutzung von Auen stark eingeschränkt. Da im Rahmen eines Bewertungssystems Aussagen über den Degradationsgrad von Ufern und Auen getroffen werden sollen, müssen die beiden Faktoren Hydro- und Morphodynamik, die maßgeblich über die Ausprägung von Ufer- und Auenhabitaten bestimmen, durch die Organismengruppen indiziert werden können. Die ausgewählten sieben Organismengruppen beinhalten einen hohen Anteil an Indikatorarten, die naturnahe hydromorphologische Verhältnisse in Ufer- und Auenbereichen anzeigen. Lediglich bei den Vögeln gibt es nur wenige Indikatorarten für eine naturnahe Morphodynamik, darunter Uferschwalbe, Flussregenpfeifer, Flussuferläufer und Eisvogel.

Tabelle 7: Eignung von Organismengruppen der Ufer- und Auenbereiche für ein biozönotisches Bewertungssystem; Eignung bezüglich der Einzelkriterien: +++ = hoch; ++ = mittel, + = gering; Gesamteignung: grün = hoch, gelb = mittel, rot = gering.

		Vorkommen in biozönotisch relevanten Schlüsselhabitaten												Habitatspezifität		Bundesweite Datenlage		Bestimmungsaufwand	Gesamteignung
		Permanent oder teilweise durchflossene Nebengerinne	Altmäander/-gürtel	Temporäre Stillgewässer (stehend)	Permanente Stillgewässer (stehend)	Wasserpflanzengesellschaften stehender Gewässer	Vegetationsarme und -freie Uferbänke	Pionierfluren	Großseggenriede, Röhrichte	Niedermoore	Gebüsche und Hochstaudenfluren	Weichholz-Auwald	Hartholz- Auwald	Dünen, Flugsandfelder	Spannweite besiedelter Auenhabitats	Anzahl für den Lebenszyklus notwendiger (Auen-)Habitats	Verbreitung		
Organismengruppe	Ameisen													+++	+	+	+	+++	rot
	Amphibien													+++	+++	+++	+++	+	grün
	Fische													++	++	+++	+++	+	grün
	Fledermäuse													+	+	++	+++	++	rot
	Gefäßpflanzen													+++	+	+++	+++	++	grün
	Heuschrecken													++	+	+++	++	+	gelb
	Holzbewohnende Käfer													+	+	+	++	+++	rot
	Kurzflügelkäfer													+	+	+	+	+++	rot
	Land-, Wassermollusken													+++	+	+++	+++	++	grün
	Landwanzen													++	+	+	+	++	rot
	Laufkäfer													+++	+	+++	+++	++	grün
	Libellen													+++	+++	+++	+++	+	grün
	Makrozoobenthos													++	++	+++	+++	+++	rot
	Nachtfalter													++	+	+	+	++	rot
	Säugetiere													+++	+	++	+++	+	gelb
	Schwebfliegen													++	+	+	++	+++	rot
	Springschwänze													+++	+	+	+	+++	rot
	Spinnen													+++	+	+	+	++	gelb
	Tagfalter													++	+	++	++	++	gelb
	Reptilien													+	+	+++	+++	+	rot
	Vögel													+++	+++	+++	+++	+	grün
Wildbienen													++	+	++	+++	++	gelb	
Zikaden													++	+	+	+	++	rot	

Tabelle 8: Charakterisierung der ausgewählten Organismengruppen im Hinblick auf ihren Raumbedarf, die Ausbreitungsfähigkeit (aktiv und passiv) und die Indikation von Morpho- und Hydrodynamik (Anteil Indikatorarten); *** = hoch, ** = mittel, * = gering.

Organismengruppe	Raumbedarf	Ausbreitungsfähigkeit	Hydrodynamik	Morphodynamik
Amphibien	**	**	***	**
Fische	**	***	***	**
Gefäßpflanzen	*	**	***	***
Land-, Wassermollusken	*	**	***	***
Laufkäfer	*	***	***	***
Libellen	**	***	***	***
Vögel	***	***	**	*

4.2.2 Grundschemata zur Ermittlung biozönotischer Leitbilder

Biozönotische Leitbilder umfassen leitbildspezifische Referenzlisten mit Indikatorarten, die die naturnahen Habitatbedingungen von Auenabschnittstypen widerspiegeln und auf Schlüsselhabitatspezialisiert sind. Ein Fehlen dieser Indikatorarten erlaubt Rückschlüsse auf die Degradation von Ufer- und Auenbereichen. Die Ermittlung erfolgt durch Zuordnung von Arten zu den Schlüsselhabitatspezialisten unter Hinzunahme bundesweiter Datengrundlagen über deren Autökologie und Verbreitung. Das beschriebene Vorgehen zur Erstellung von leitbildspezifischen Indikatorartenlisten setzt voraus, dass für die betreffende Organismengruppe artspezifische Informationen zu Habitatpräferenzen und Verbreitung vorliegen. Folgende Schritte wurden durchgeführt (Abbildung 3):

- Auswahl auenrelevanter Habitatspezialisten der jeweiligen Organismengruppe auf Grundlage von bundesweiten Artenlisten zu Habitatpräferenzen und Zuordnung („Übersetzung“) dieser Habitatklassifikation zu der Klassifikation von Schlüsselhabitatspezialisten (vgl. Kapitel 4.2.3)
- Erstellung von habitatspezifischen Artenlisten für jedes der Schlüsselhabitatspezialisten durch Filterung der bundesweiten Artenlisten anhand der Habitatpräferenzen der Arten
- Erstellung von auenabschnittstypspezifischen Artenlisten durch Kombination der habitatspezifischen Artenlisten aller im Auenabschnittstyp vorkommenden Habitatspezialisten
- Filterung der auenabschnittstypspezifischen Artenlisten anhand von Verbreitungsangaben für die Erstellung einer Indikatorartenliste

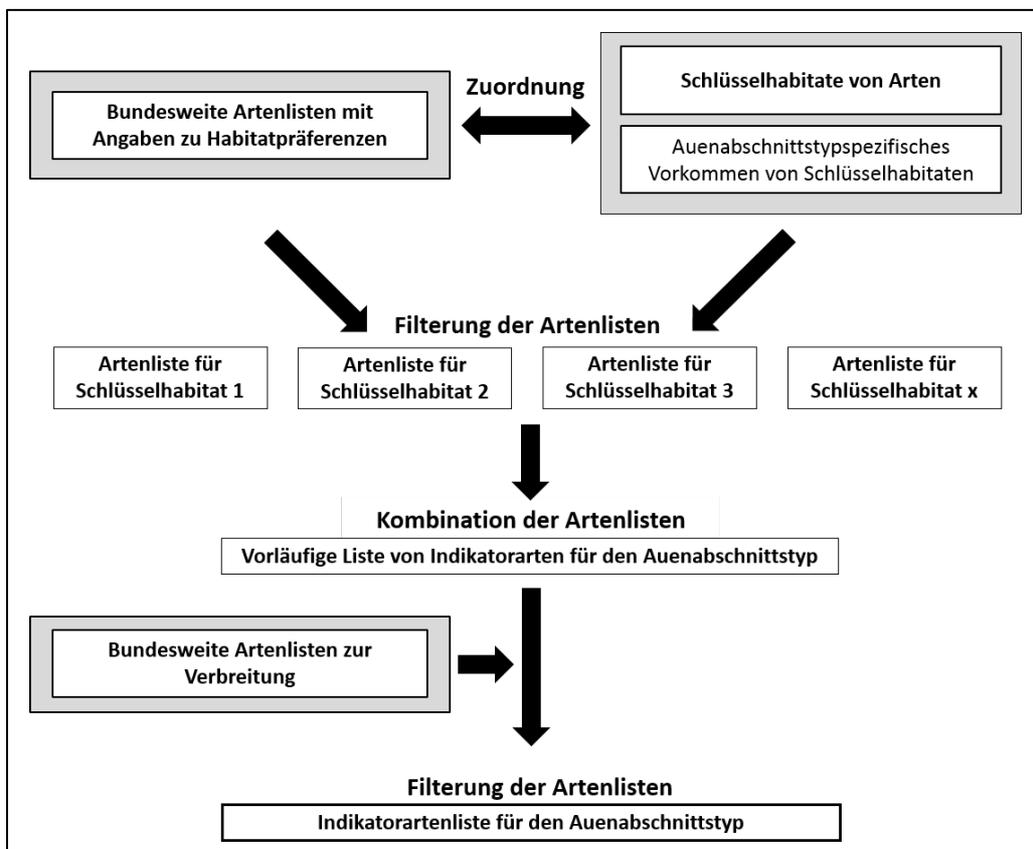


Abbildung 3: Grundschemata zur Ableitung von Indikatorartenlisten, das bei Vorliegen entsprechender Datengrundlagen auf verschiedene Organismengruppen angewandt werden kann.

4.2.3 Bundesweite Zuordnung von Indikatorarten zu Schlüsselhabitaten am Beispiel der Laufkäfer (Carabidae)

Laufkäfer sind eine weit verbreitete Organismengruppe und in fast jedem Lebensraum zu finden. In Ufer- und Auenbereichen von Fließgewässern kommen viele spezialisierte Arten vor. Die autökologischen Merkmale von 576 in Deutschland vorkommenden Arten sind ausführlich dokumentiert. Ihre Lebensraumpräferenzen, Verbreitungssituation und Häufigkeit innerhalb der sieben Großnaturräume Deutschlands (Alpen, Alpenvorland, südwestliches Mittelgebirge, östliches Mittelgebirge, westliches Mittelgebirge, nordöstliches Tiefland, nordwestliches Tiefland) sind im Lebensraumpräferenzkatalog zusammengestellt (GAC, 2009). Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Entwicklung der Biodiversität von Flussauen“ wurde anhand der Familie der Laufkäfer bereits ein erster Ansatz einer biozönotischen Auentypologie vorgestellt (JANUSCHKE, in Vorbereitung). Auf Basis dieser Arbeiten erfolgte im Rahmen dieser Studie eine bundesweite, detaillierte Herleitung von auenabschnittstypspezifischen Indikatorartenlisten (Abbildung 4) in Anlehnung an das in Kapitel 4.2.2 vorgestellte Grundschemata.

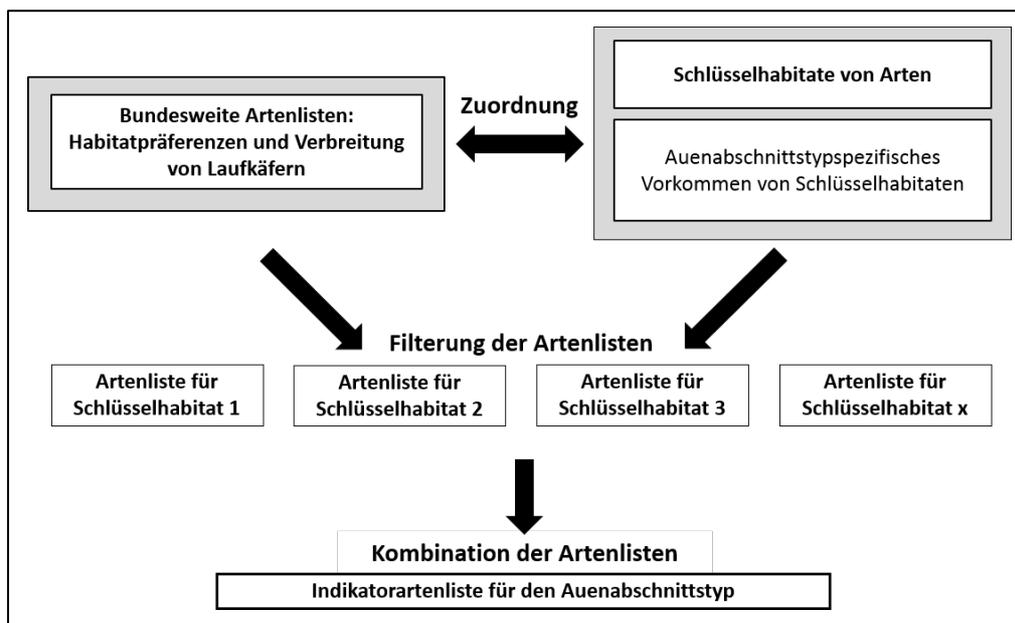


Abbildung 4: Schema für die Ableitung von Indikatorartenlisten am Beispiel der Laufkäfer.

Der Lebensraumpräferenzkatalog der GAC (2009) klassifiziert 42 für Laufkäfer relevante Lebensraumtypen (Feingliederung), die zu neun Lebensraumgruppen zusammengefasst sind (Grobgliederung) (Tabelle 9). Für jede Laufkäferart sind somit die besiedelten Lebensraumtypen bekannt. Danach werden aus Tabelle 9 diejenigen Lebensraumtypen ausgewählt, die in naturnahen Flussauen vorkommen. Als nächster Schritt erfolgte eine Zuordnung dieser Lebensraumtypen zu den in Kapitel 4.1.3 abgeleiteten Schlüsselhabitaten. Der Lebensraumtyp „vegetationsarme Ufer“ wird zusätzlich anhand der prägenden Substrate differenziert. Mit diesem Vorgehen wird eine Zuordnung der im Lebensraumpräferenzkatalog der GAC (2009) definierten Lebensraumtypen zu den verschiedenen substratdeterminierten Auenabschnittstypen möglich (Tabelle 10).

Tabelle 9: Klassifizierung der Lebensraumtypen für Laufkäfer (verändert nach GAC, 2009); grün = leitbildtypische Lebensraumtypen in Ufer- und Auenbereichen.

1. Ebene (Grobgliederung)	2. Ebene (Feingliederung)
Küstenbiotope und Binnensalzstellen	Spülsäume, Gezeiten- und Windwatt
	Sand- und Kiesstrände (inkl. reine Sandkliffs), Primär- und Weißdünen
	Geröll- und Blockstrände, Kreide- und Geschiebemergel-Kliffs
	Salzgrünland, Quellerfluren und Brackröhrichte
	Binnenland-Salzstellen
Gebirgsbiotope	Subalpine und alpine Wiesen, Weiden, Rasen und Heiden
	Steinschuttfluren, Schneetälchen, Kare, Lawinenrinnen und Blockschutthalden
	Subalpine Hochstauden und Gebüsche (z. B. Grünerlen- und Latschengebüsche)
Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen	Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen
	Geröll, Schotter, Kies
	Sand
	Schluff, Lehm, Ton
	Organisches Material (Schlamm, Schlick)
Vegetationsreiche Ufer, Sümpfe, Moore, Feucht- und Sumpfteiden	Vegetationsreiche Ufer
	Hoch- und Übergangsmoor (inkl. Moorwald)
	Feucht- und Sumpfteiden (z. B. Erica-Heide)
	Nährstoffarme Niedermoore, Kleinseggensümpfe
	Großseggenriede, Röhrichte
	Feuchte und nasse Hochstaudenfluren
	Feucht- und Nassgrünland (Wiesen, Weiden)
Feucht- und Nasswälder Waldsäume sonstiger Standorte	Sumpf-, und Bruchwald, Weidengebüsche nasser Standorte u. a. (inkl. Vorwaldstadien nährstoffreicher Moore)
	Auwald
Wälder, Vorwälder und Lichtungen, Waldsäume sonstiger Standorte	Trockenwarme Wälder und Gebüsche sowie offenere, historische Waldnutzungsformen (Hute-, Mittel-, Niederwald)
	Montane bis subalpine Wälder
	Mesophile Falllaub- und Tannenwälder und Forste
	Azidophile Laub- und Nadelwälder und Forste
	Vorwälder und offene Strukturen in Wäldern (Schlagfluren, Säume, Lichtungen, Alleen, Einzelbäume)
Trockene, an größeren Gehölzen freie oder arme Biotope	Trockene Sandheiden, Sandmagerrasen inkl. Initialstadien sowie offene Sandflächen (z. B. auf Binnendünen)
	Kalkreiche Trocken- und Halbtrockenrasen (inkl. Felsfluren, Steinschutt, Initialstadien)
	Zwergstrauchheiden und Magerrasen auf sonstigen trockenen und kalkarmen Standorten (inkl. Felsfluren, Steinschutt, Initialstadien)
Roh- und Skelettböden sowie andere Sonderstandorte	Roh- und Skelettböden sowie andere Sonderstandorte
	Roh- und Skelettböden (nicht auespezifisch; z. B. Rutschungen)
	Höhlen, Tierbauten, Felsspalten, Gemäuer, Keller
	Sonstige Sonderstandorte (z. B. verrottende organische Materialien/Mülldeponien)
Biotope der weitgehend offenen Kulturlandschaft mittlerer Standorte	Äcker (mit typischen Begleitstrukturen) auf Sandböden
	Äcker (mit typischen Begleitstrukturen) auf anderen Böden
	Weinberge (mit typischen Begleitstrukturen) auf Sandböden
	Weinberge (mit typischen Begleitstrukturen) auf anderen Böden
	Grünland: Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im planaren bis submontanen Bereich
	Grünland: Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im montanen Bereich
	Kurzlebige Ruderalfluren und Pioniergesellschaften
	Ausdauernde Ruderalfluren

Tabelle 10: Verbreitung und Häufigkeit der für Laufkäfer relevanten leitbildtypischen Lebensraumtypen (verändert nach GAC, 2009) in den Fluss- und Stromauenabschnittstypen nach KOENZEN (2005); Häufigkeit der Lebensraumtypen: dunkelgrau = vorherrschend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend / untergeordnet.

	Flussauenabschnittstypen											Stromauenabschnittstypen						
	Sehr gefällarme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch)	Gefällarme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilm mineralisch-organisch)	Gefällarme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Kies)	Gefällarme Flussaue des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Gefällarme Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Kies und Schotter)	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen (Block-Schotter)	Gefällarme Stromau e (teilm mineralisch-organisch)	Gefällarme Stromau e (Sand und Sand-Kies)	Gefällarme Stromau e (Kies)	Gefällarme Stromau e (Kies-Schotter)	Gefällarme Stromau e (Kies)	Gefällereiche Stromau e (Schotter)
Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen																		
Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies																		
Vegetationsarme Ufer mit Sand																		
Vegetationsarme Ufer mit Schluff, Lehm, Ton																		
Vegetationsarme Ufer mit organischem Material																		
Vegetationsreiche Ufer, Sümpfe, Moore, Feucht- und Sumpfteiden																		
Großseggenriede, Röhrichte																		
Feuchte und nasse Hochstaudenfluren																		
Auwald, Sumpf-, und Bruchwald, Weidengebüsche nasser Standorte																		
Dünen, Flugsandfelder																		
Niedermoore																		

Durch die nachfolgende Filterung der bundesweiten Artenliste werden den einzelnen Schlüsselhabitaten Indikatorarten zugeordnet. Dieser Auswahlsschritt erfolgte getrennt anhand der Gewässergrößlandschaften nach KOENZEN (2005), da sich die Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer in den verschiedenen Großnaturräumen Deutschlands für einige Arten unterscheiden. Die Zonierung der Großräume nach Koenzen weicht von der im Lebensraumpräferenzkatalog verwendeten Einteilung ab, so dass die Lage der Großräume beider Autoren gegenübergestellt wurde (Abbildung 5). Für eine einheitliche Filterung der Artenlisten nach den in KOENZEN (2005) angegebenen Naturräumen wurden die Artenlisten des nordwestlichen und nordöstlichen Tieflandes als Flach- und Hügelland zusammengefasst. Für das Deckgebirge wurden die Artenlisten des südwestlichen und westlichen Mittelgebirges zusammengefasst. Das Grundgebirge beinhaltet zusätzlich die Artenliste des östlichen Mittelgebirges.

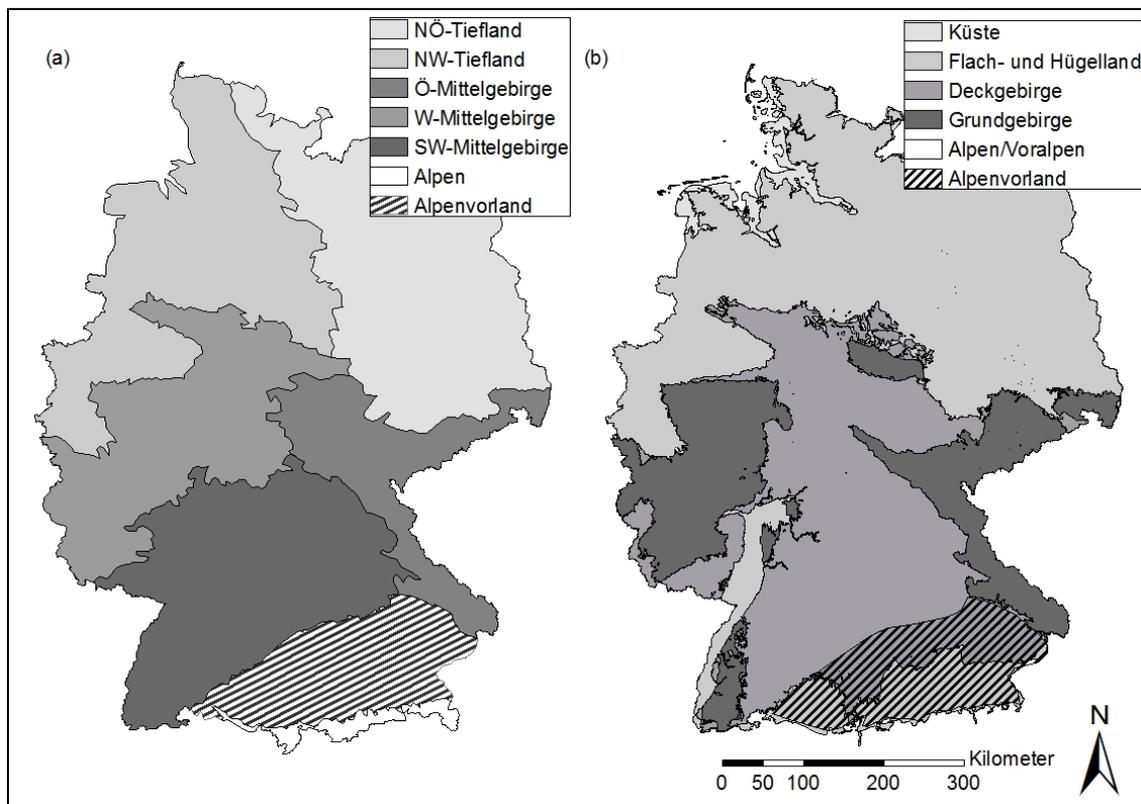


Abbildung 5: (a) Großnaturräume nach GAC (2009) und (b) Gewässergrößlandschaften nach KOENZEN (2005). NÖ-Tiefland = Nordöstliches Tiefland, NW-Tiefland = Nordwestliches Tiefland, Ö-Mittelgebirge = Östliches Mittelgebirge, W-Mittelgebirge = Westliches Mittelgebirge, SW-Mittelgebirge = Südwestliches Mittelgebirge.

Die Auswahl an Indikatorarten fokussiert sich auf Arten mit einer hohen Habitatspezifität; weniger spezialisierte Arten mit einer größeren ökologischen Nische wurden als Indikatorarten ausgeschlossen. Durch Kombination der Artenlisten für die Habitate, die gemäß Tabelle 10 in den Flussauenabschnittstypen vorherrschen, wurde für jeden Auenabschnittstyp eine Referenzliste mit Indikatorarten erstellt. In Tabelle 11 sind exemplarisch die Indikatorartenlisten für vier ausgewählte Auenabschnittstypen wiedergegeben. Im Rahmen dieser Studie wurden für alle Flussauenabschnittstypen Indikatorartenlisten erstellt (siehe Anhang 1). Da die Stromauentypen, im Gegensatz zu den Flussauentypen, in der Regel nicht innerhalb eines Naturraums liegen, muss für diese zukünftig ein differenzierterer Filterschritt ausgearbeitet werden.

Tabelle 11: Leitbildspezifische Indikatorartenlisten für Laufkäfer am Beispiel von vier verschiedenen Flussauenabschnittstypen.

Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch-organisch)			
<i>Acupalpus maculatus</i>	<i>Amara infima</i>	<i>Bembidion ascendens</i>	<i>Amara schimperi</i>
<i>Bembidion obliquum</i>	<i>Amara quenseli silvicola</i>	<i>Bembidion conforme</i>	<i>Amara tibialis</i>
<i>Bembidion octomaculatum</i>	<i>Asaphidion austriacum</i>	<i>Bembidion cruciatum</i>	<i>Anchomenus cyaneus</i>
<i>Bembidion transparens</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>	<i>Bembidion decorum</i>	<i>Anisodactylus signatus</i>
<i>Carabus menetriesi</i>	<i>Bembidion litorale</i>	<i>Bembidion doderoi</i>	<i>Bembidion ascendens</i>
<i>Chlaenius costulatus</i>	<i>Bembidion nigricorne</i>	<i>Bembidion geniculatum</i>	<i>Bembidion atrocaeruleum</i>
<i>Chlaenius tristis</i>	<i>Bembidion striatum</i>	<i>Bembidion latinum</i>	<i>Bembidion complanatum</i>
<i>Odacantha melanura</i>	<i>Bembidion velox</i>	<i>Bembidion millerianum</i>	<i>Bembidion cruciatum</i>
<i>Oodes gracilis</i>	<i>Cylindera arenaria viennensis</i>	<i>Bembidion prasinum</i>	<i>Bembidion decorum</i>
	<i>Cymindis vaporariorum</i>	<i>Bembidion tibiale</i>	<i>Bembidion distinguendum</i>
	<i>Dyschirius abditus</i>	<i>Bembidion varicolor</i>	<i>Bembidion doderoi</i>
	<i>Dyschirius laeviusculus</i>	<i>Harpalus progrediens</i>	<i>Bembidion fasciolatum</i>
	<i>Elaphrus aureus</i>	<i>Nebria picicornis</i>	<i>Bembidion fulvipes</i>
	<i>Harpalus flavescens</i>	<i>Nebria rufescens</i>	<i>Bembidion geniculatum</i>
	<i>Harpalus hirtipes</i>	<i>Ocys harpaloides s.l.</i>	<i>Bembidion longipes</i>
	<i>Harpalus neglectus</i>	<i>Platynus scrobiculatus</i>	<i>Bembidion millerianum</i>
	<i>Harpalus progrediens</i>	<i>Thalassophilus longicornis</i>	<i>Bembidion prasinum</i>
	<i>Harpalus servus</i>	<i>Trechus austriacus</i>	<i>Bembidion pseudascendens</i>
	<i>Ocys harpaloides s.l.</i>		<i>Bembidion punctulatum</i>
	<i>Paratachys fulvicollis</i>		<i>Bembidion scapulare</i>
	<i>Paratachys micros</i>		<i>Bembidion tibiale</i>
	<i>Trichocellus cognatus</i>		<i>Bembidion varicolor</i>
			<i>Dicheirotichus rufithorax</i>
			<i>Dyschirius agnatus</i>
			<i>Harpalus tenebrosus</i>
			<i>Nebria jockischii</i>
			<i>Nebria picicornis</i>
			<i>Nebria rufescens</i>
			<i>Ophonus ardosiacus</i>
			<i>Ophonus melletii</i>
			<i>Sinechostictus ruficorne</i>
			<i>Thalassophilus longicornis</i>

4.2.4 Exemplarische Zuordnung von Indikatorarten zu Schlüsselhabitaten am Beispiel der Vegetation

Für die Vegetation erfolgte eine exemplarische Ableitung von Indikatorarten für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges mit Winterhochwassern (Schotter)“ (Abbildung 6). Das Vorgehen orientiert sich ebenfalls an dem Grundschemata in Abbildung 3. Die Ergebnisse sind zusammenfassend in einem biozönotischen Steckbrief dargestellt (vgl. Kapitel 4.3 und Anhang 2).

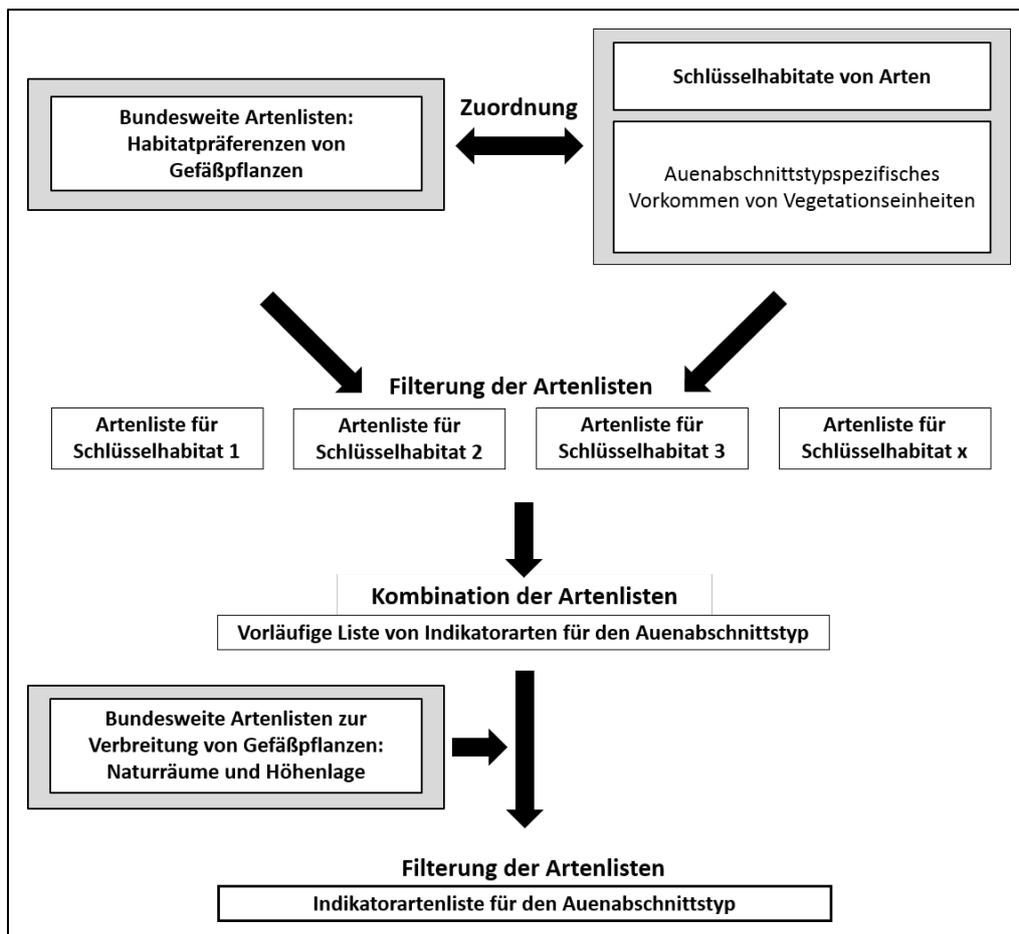


Abbildung 6: Schema zur Ableitung von Indikatorartenlisten am Beispiel der Vegetation.

KOENZEN (2005) hat für alle Auenabschnittstypen das Vorkommen und die Häufigkeit von Vegetationseinheiten auf der Ebene von Pflanzenverbänden und -assoziationen beschrieben. Dadurch erfolgt die Ableitung von Indikatorarten, im Gegensatz zu den Laufkäfern, nicht auf Grundlage von Schlüsselhabitaten, sondern für Vegetationseinheiten. In Abhängigkeit des auenabschnittstypspezifischen Vorkommens von Vegetationseinheiten in der „Gefällereichen Flussaue des Mittelgebirges (Schotter)“ wurden für alle relevanten Pflanzenverbände und -assoziationen auf Grundlage von OBERDORFER (1977, 1978, 1983, 1992a, b) Indikatorarten abgeleitet, die als Charakter- und Trennarten der Verbände und Assoziationen gelten. Charakterarten beschreiben dabei die Arten, die prägend für Pflanzenverbände und -assoziationen sind, Trennarten dienen der Abgrenzung von Verbänden und Assoziationen untereinander (OBERDORFER, 1977). Durch die Kombination der einzelnen Indikatorlisten in Abhängigkeit des Vorkommens der Pflanzenverbände und -assoziationen wurden auenabschnittstypspezifische Indikatorartenlisten erstellt. Die Filterung der Arten nach ihrer Verbreitung

erfolgte auf Basis der Höhenlage, die für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Mittelgebirges (Schotter)“ mit 20 bis 400 m ü. NN angegeben wird.

4.3 Entwicklung eines biozönotischen Steckbriefs

Am Beispiel des Auenabschnittstyps „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges mit Winterhochwassern (Schotter)“ wird das Vorgehen für die Erstellung biozönotischer Steckbriefe dargestellt, die für ein zukünftiges biozönotisches Bewertungssystem eine wichtige Orientierungshilfe darstellen können. Anhand des in Abbildung 7 dargestellten Schemas sowie der angegebenen Literaturquellen und Methoden, die für die Erstellung des Steckbriefs genutzt wurden, können künftig Steckbriefe für weitere Auenabschnittstypen erstellt werden. Der Aufbau des biozönotischen Steckbriefs orientiert sich an den Steckbriefen der bundesdeutschen Fließgewässertypen (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER, 2008).

Der biozönotische Steckbrief enthält in der Kopfzeile neben der Bezeichnung des Auenabschnittstyps nach KOENZEN (2005) auch den LAWA-Gewässertyp nach POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008). Die inhaltliche Beschreibung ist fünf Blöcken zugeordnet (Abbildung 7). Nach einer allgemeinen Charakterisierung des Auenabschnittstyps folgen zwei Blöcke mit abiotischen Schwerpunkten. Sie beinhalten übergeordnete, den Auenabschnittstyp prägende abiotische Parameter auf Gewässerebene und Angaben zu biozönotisch relevanten Parametern auf Habitatebene. Der Block „Indikatorarten“ enthält Indikatorartenlisten für verschiedene Organismengruppen und kann zukünftig durch Listen relevanter FFH- und Rote-Liste-Arten erweitert werden. Eine Habitatskizze veranschaulicht die prägenden morphologischen Charakteristika.

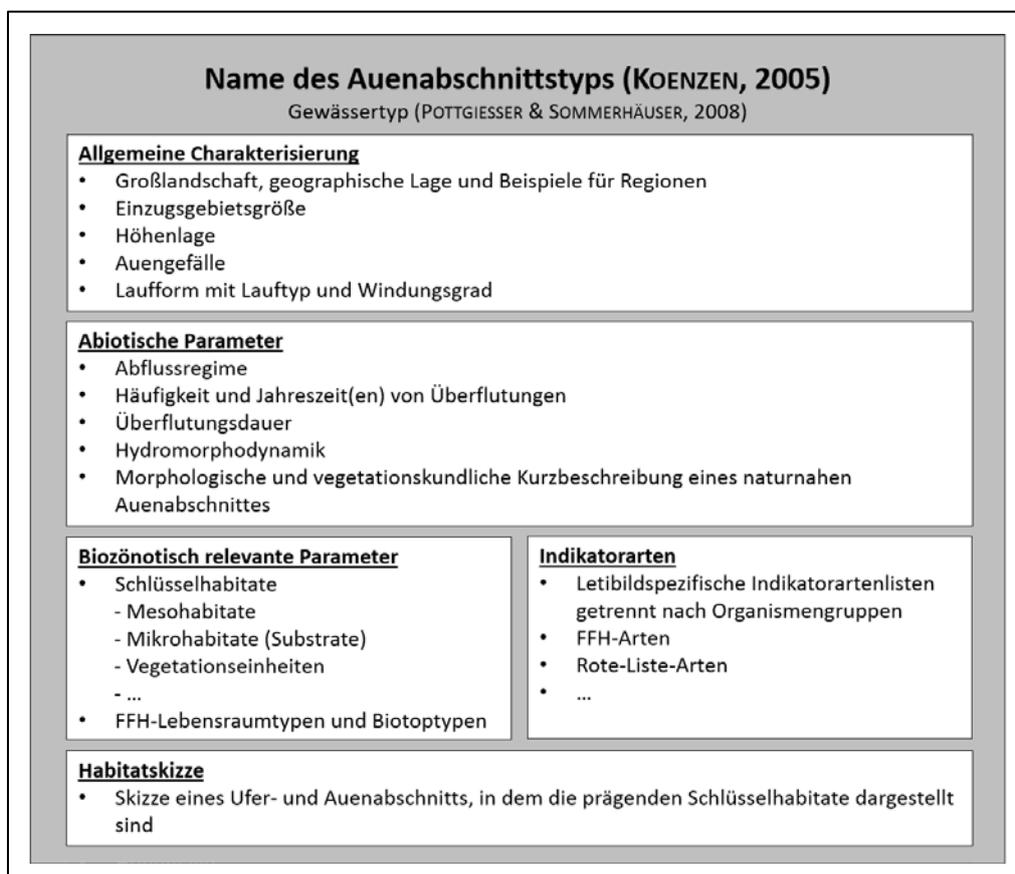


Abbildung 7: Übersicht über Aufbau und Inhalte eines biozönotischen Steckbriefes für Auenabschnittstypen.

Nachfolgend werden die Inhalte der einzelnen Blöcke des Steckbriefs unter Angabe von Literaturquellen im Detail vorgestellt. Der exemplarisch erstellte biozönotische Steckbrief für die „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“ befindet sich in Anhang 2.

Allgemeine Charakterisierung

Auf Grundlage von KOENZEN (2005) werden zunächst allgemeine Angaben und Kennwerte für die folgenden Parameter abgeleitet:

- Großlandschaft nach KOENZEN (2005): Flach-/Hügelland, Deckgebirge, Grundgebirge oder Voralpen/Alpen
- Verbreitung des betrachteten Auenabschnittstyps
- Karte: veranschaulicht die geographische Lage von Flüssen, die dem Auenabschnittstyp zugeordnet sind
- Einzugsgebietsgröße in km²
- Höhenlage in m ü. NN
- Auengefälle (= Talbodengefälle): $\leq 0,1 \text{ ‰}$ = sehr gefällearm, $> 0,1 - 0,5 \text{ ‰}$ = gefällearm, $> 0,5 - 1 \text{ ‰}$ = mäßig gefällereich, $> 1 - 2 \text{ ‰}$ = gefällereich, $> 2 - 3 \text{ ‰}$ = sehr gefällereich
- Lauform:
 - Lauftyp: unverzweigt, nebengerinnereich, anastomisierend, verflochten oder mit bergbaulich bedingter Seelandschaft
 - Windungsgrad: gestreckt, schwach geschwunden, gewunden, mäandrierend oder stark mäandrierend

Für die „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges mit Winterhochwassern (Schotter)“ wurde durch einen Abgleich der Verbreitungskarte des Auenabschnittstyps und der Fließgewässertypen (POTTGIESER & SOMMERHÄUSER, 2008) mit Hilfe der Software ArcGIS 10.4 ermittelt, dass der hier dargestellte Auenabschnittstyp deckungsgleich mit dem Gewässertyp 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ ist. Dadurch konnten Informationen aus beiden Referenzen genutzt werden.

Abiotische Parameter

Beschrieben werden hier die abiotischen Parameter, die eine übergeordnete biozönotische Relevanz auf Gewässer-Ebene besitzen und primär die Ausprägung von Habitaten bestimmen.

- Abflussregime: pluvial, nivopluvial oder nival
- Häufigkeit und Jahreszeit(en) von Auenüberflutungen (vgl. Abb. 80 in KOENZEN, 2005)
- Überflutungsdauer: kurz, mittel, lang, sehr lang
- Hydromorphodynamik: extrem dynamisch (mit Entwicklung von Rohböden durch häufige Umlagerungen), dynamisch, stagnierend

Den Abschluss des Blocks „Abiotische Parameter“ bildet eine morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Abschnitts. Für die Zusammenstellung der Informationen wurden die Charakterisierungen der Auenabschnittstypen nach KOENZEN (2005) genutzt.

Biozönotisch relevante Parameter

Auf Habitat-Ebene werden zunächst folgende Parameter aufgeführt, die das Vorkommen von Habitatspezialisten bestimmen und für die spätere biozönotische Bewertung des Auenzustands relevant sind:

- Leitbildspezifische Schlüsselhabitate
 - Mesohabitate: Formenschatz und vegetationskundliche Charakterisierungen
 - Mikrohabitate: Deck- und Basissubstrate
 - Vegetationseinheiten
- FFH-Lebensraum- und Biotoptypen: Bewertung natürlicher und durch Nutzung entstandener Lebensräume, für die Deutschland eine besondere Verantwortung trägt

Für die biozönotisch relevanten Parameter Mesohabitate, Mikrohabitate und Vegetationseinheiten werden auf der Grundlage von KOENZEN (2005) alle Ausprägungen aufgeführt, die für den jeweiligen Auenabschnittstyp charakteristisch sind. Bei den Parametern Meso- und Mikrohabitate wird zusätzlich in die Kategorien „vorherrschend“ und „häufig“ unterschieden (vgl. Kapitel 4.1.3). Der prozentuale Flächenanteil der Vegetationseinheiten wird aus den Ökogrammen für den potenziell natürlichen Zustand abgeleitet und differenziert für eine geringe, mittlere und hohe Morphodynamik aufgeführt.

Die Integration von auenrelevanten FFH-Lebensraumtypen in den Steckbriefen hat eine grundlegende Bedeutung für eine Bewertung durch Nutzung entstandener Biotope, die zukünftig neben der leitbildspezifischen Bewertung separat möglich sein soll. Insgesamt klassifiziert die FFH-Richtlinie Lebensräume in 92 verschiedene Lebensraumtypen (FFH-Richtlinie Anhang I). Die Auswahl der 19 auenrelevanten FFH-Lebensraumtypen basiert auf der Zusammenstellung nach dem DEUTSCHEN RAT FÜR LANDESPFLEGE (2009). Auf Grundlage der vom Bundesamt für Naturschutz zur Verfügung gestellten Geodaten der FFH-Gebiete (BfN, 2015a) wurden die für den jeweiligen Auenabschnittstyp relevanten FFH-Gebiete mittels einer GIS-basierten Analyse ermittelt. Dabei wurden die gefällereichen Flussauen des Grundgebirges mit den FFH-Gebieten verschnitten und um die Gewässer des entsprechenden LAWA-Typs 9.2 Puffer von 200 m gelegt. Auf Grundlage der Sachdaten der Natura 2000-Datenbank (BfN, 2015b) wurden die innerhalb der Puffer gelegenen und damit für den Auenabschnittstyp relevanten FFH-Lebensraumtypen identifiziert.

Indikatorarten

Für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges mit Winterhochwassern (Schotter)“ wurden exemplarisch leitbildspezifische Indikatorartenlisten für die Organismengruppen Laufkäfer und Vegetation erstellt (Anhang 2). Zukünftig können für alle bewertungsrelevanten Organismengruppen Listen mit Indikatorarten nach dem in Kapitel 4.2.2 dargestellten Schema abgeleitet werden. Die Ableitung von Indikatorartenlisten für Laufkäfer erfolgte im Rahmen dieser Studie für alle von KOENZEN (2005) beschriebenen Auenabschnittstypen (Kapitel 4.2.3). Die Ableitung von Indikatorarten für die Vegetation erfolgte exemplarisch für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges mit Winterhochwassern (Schotter)“ nach dem in Kapitel 4.2.4 dargestellten Schema. Um zukünftig sowohl eine leitbildgestützte biozönotische Bewertung als auch eine separate Bewertung besonders gefährdeter Arten zu ermöglichen, sollten zusätzlich für den jeweiligen Auenabschnittstyp relevante Rote Liste- und FFH- Arten aufgeführt werden.

Habitatskizze

Zukünftig sollten für jeden Auenabschnittstyp Habitatskizzen erstellt werden, die die prägenden morphologischen Charakteristika eines naturnahen Ufer- und Auenabschnitts in der Aufsicht und als Querschnitt darstellen. Sichtbar sollen hier die leitbildspezifischen Schlüsselhabitate (Meso-, Mikrohabitate) sein. Als Grundlage für die Erstellung eignen sich die Habitatskizzen der hydromorphologischen Steckbriefe nach DÖBBELT-GRÜNE et al. (2014), die um die angrenzenden Bereiche der Aue ergänzt werden müssen, so dass die morphologischen Ausprägungen des Gewässer-Aue-Ökosystems in seiner Gesamtheit verdeutlicht werden.

5 Grundzüge eines leitbildbasierten, biozönotischen Verfahrens zur Auenzustandsbewertung

5.1 Anforderungen

Das Ziel des hier skizzierten Verfahrens zur Auenzustandsbewertung ist eine leitbildgestützte biozönotische Bewertung auf der Grundlage von Schlüsselhabitaten und Indikatorarten. Sie dient der biologischen Zustandsbewertung von Gewässerufeln und Auen und der Erfolgskontrolle von Renaturierungen. Das Leitbild einer naturnahen Habitat- und Artenausstattung gibt dabei eine Richtung vor, in die Ufer und Auen entwickelt werden sollten. Darüber hinaus ist das Verfahren geeignet, unterschiedliche Degradationsstufen von Ufern und Auen darzustellen, um vorhandene Defizite in der Habitat- und Artenausstattung als Ansatzpunkt für die Planung von Renaturierungsmaßnahmen zu diagnostizieren.

Ausgangspunkt der Bewertung sind Schlüsselhabitats und Indikatorarten, die im Hinblick auf verschiedene Zielvorstellungen von Natur- und Kulturökosystemen bewertet werden können (Abbildung 8). Anhand der Bewertung der Habitatausstattung (optional) können auf Grund des Vorkommens von leitbildspezifischen Schlüsselhabitats Aussagen in Bezug auf den Degradationsgrad getroffen werden (Modul Degradation); eine ergänzende, separat erfolgende Bewertung von FFH-Lebensraumtypen im Modul FFH stellt heraus, inwieweit Arten in anthropogen bedingten und damit nicht leitbildspezifischen, aber dennoch erhaltens- und schützenswerten Lebensraumtypen vorhanden sind. Die Bewertung der Habitatausstattung liefert Hinweise, ob Zielhabitats (z.B. leitbildspezifische Habitats, FFH-Lebensraumtypen) als Voraussetzung für eine Besiedlung durch charakteristische Arten vorhanden sind bzw. inwieweit Defizite in der Habitatausstattung als Ursache für ein Fehlen von Indikatorarten vorliegen.

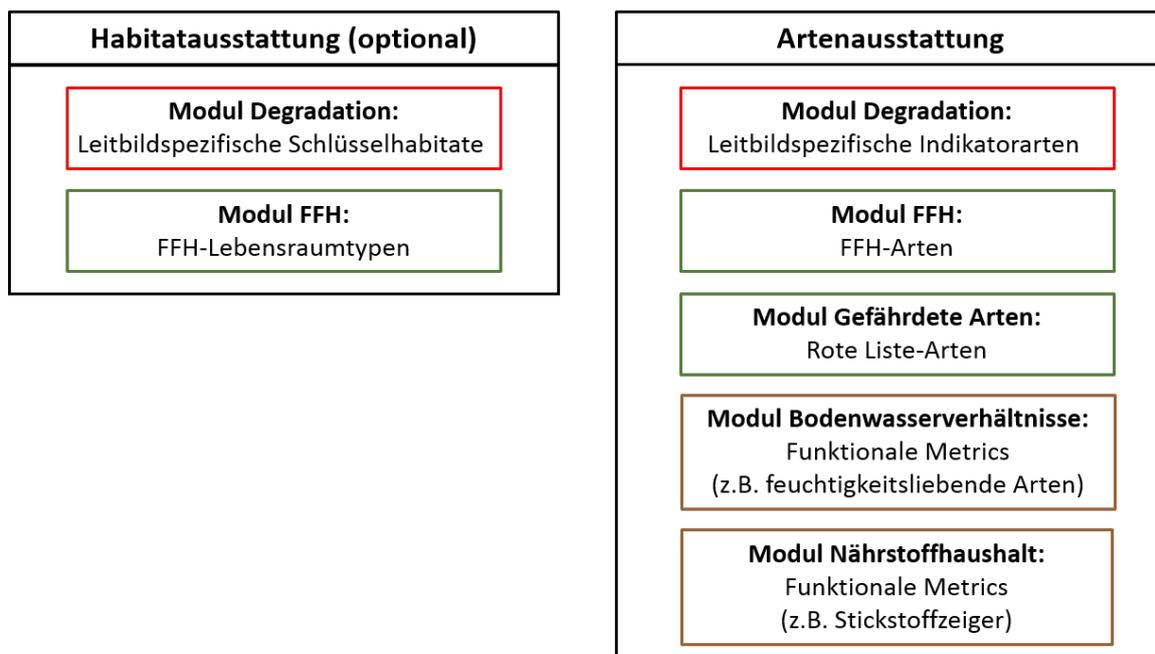


Abbildung 8: Grundschemata eines modularen Verfahrens zur biozönotischen Auenzustandsbewertung.

Eine differenzierte Ermittlung des biologischen Zustands von Habitaten bzw. der betrachteten Auenabschnitte erfolgt als biozönotische Bewertung über das Vorkommen und/oder die Häufigkeit von Zielarten. Neben einer Bewertung des Degradationszustands über leitbildspezifische Indikatorarten (Modul Degradation) sind ergänzende, separat erfolgende Bewertungen des Vorkommens von schützenswerten Arten (Module FFH und gefährdete Arten) sowie von Bodenwasser- und Nährstoffverhältnissen (Module Bodenwasserverhältnisse und Nährstoffhaushalt) über funktionale Indizes, d.h. auf Grundlage der Habitatansprüche erfasster Arten möglich. Der modulare Aufbau des Verfahrens ermöglicht es, Nutzern mit verschiedenen Ansprüchen Informationen und eine biozönotische Bewertung von Ufern und Auen zur Verfügung zu stellen, die den Zustand von Ufern und Auen bezüglich der verschiedenen Zielvorstellungen anschaulich darstellt. Dies ermöglicht Synergieeffekte bei der Planung von Renaturierungsmaßnahmen und kann als Hilfestellung für die Lösung von Zielkonflikten dienen.

Die Bewertung erfolgt bei Nutzung von Präsenz-Absenz-Daten als Vergleich von Ist- und Sollzustand; der Sollzustand ergibt sich aus dem leitbildgemäßen Vorkommen von Zielhabitaten bzw. Indikatorarten in dem zugrunde liegenden Auenabschnittstyp. Im Fall einer quantitativen Analyse kann eine differenzierte Bewertung nach dem BACI-Design (Before-After-Control-Impact) oder als Vergleich von degradierten und renaturierten Abschnitten erfolgen (Abbildung 9).

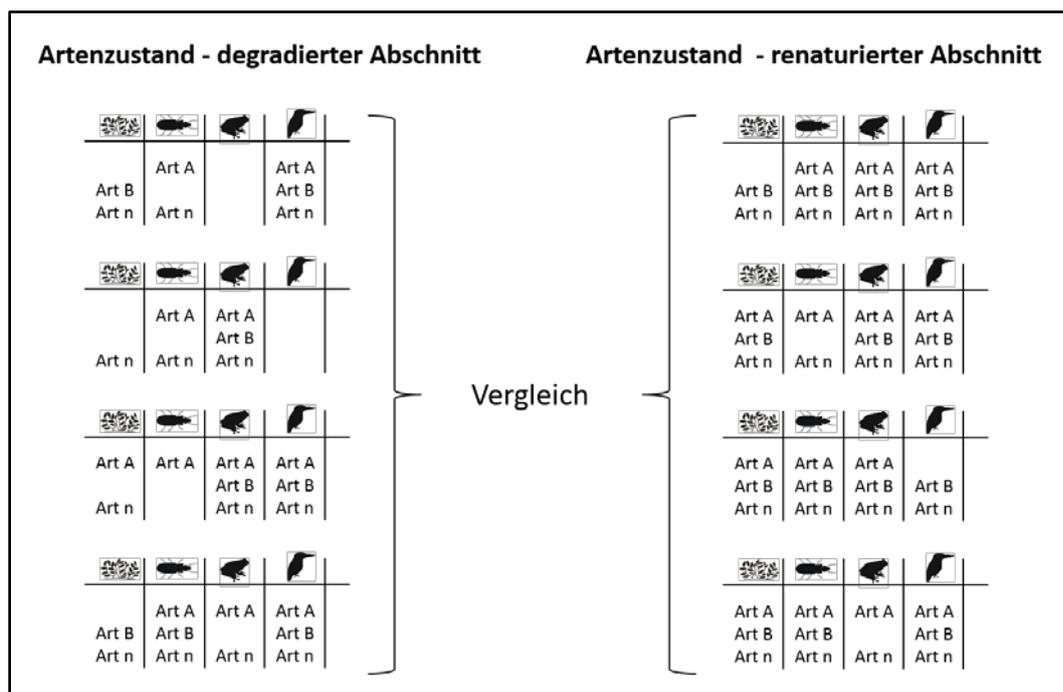


Abbildung 9: Vergleich der Artenzusammensetzung zwischen einem degradierten und einem renaturierten Abschnitt als mögliche biozönotische Bewertung des Artenzustands.

Um zukünftig eine 5-stufige Klassifizierung der biozönotischen Auenzustandsbewertung entsprechend des WRRL-Ansatzes für qualitative und quantitative Daten ableiten zu können (vgl. GRAF & CHOVANEC, 2016), sollten Daten aus Ufer- und Auenabschnitten unterschiedlicher Degradationsstufen für relevante Auenabschnittstypen erhoben werden. Darauf basierend können bottom-up mit Hilfe von Regressionsanalysen konkrete Ankerpunkte für die verschiedenen Zustandsklassen und Zielwerte für das Erreichen eines guten ökologischen Zustands abgeleitet werden.

Um eine ganzheitliche Betrachtung und Bewertung von Gewässer-Aue-Ökosystemen zu ermöglichen, soll das Verfahren die Auenzustandsbewertung nach KOENZEN (2015, 2016) und das Verfahren zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen nach DAHM et al. (2014) ergänzen (vgl. Kapitel 3.2). Die hier entwickelte biozönotische Bewertung von Flussufern und Auen orientiert sich an dem Grundschemata des Verfahrens Mollix als Bewertungssystem für Mollusken (FOECKLER et al., 2017), die aus dem österreichischen Auenindex (GRAF & CHOVANEC, 2016) abgeleitet wurden. Dieses Verfahren sowie ein analoges Verfahren für Gefäßpflanzen (Florix) befinden sich aktuell in der Entwicklungsphase. Nach Fertigstellung der Verfahren sollte die Übertragbarkeit auf eine biozönotische, leitbildgestützte Bewertung erörtert und die Verfahren aufeinander abgestimmt werden. Um Vergleichbarkeit zu erreichen, müssen nicht nur die Berechnungsmethoden, sondern auch die Erfassungsmethoden standardisiert sein und idealerweise den für die Umsetzung von WRRRL und FFH-RL verwendeten Methoden entsprechen.

5.2 Bewertung des Habitatzustands

Ziel der Bewertung des Habitatzustands ist es, Aussagen über die Habitatausstattung zu treffen, die eine wesentliche Grundvoraussetzung für das Vorkommen und Nicht-Vorkommen von Arten ist. Die Bewertung des Habitatzustands ist keine Voraussetzung für die biozönotische Bewertung eines Auenabschnittes, aber eine zweckmäßige Ergänzung.

Die Bewertung des Habitatzustands kann auf zwei räumlichen Ebenen erfolgen: als Übersichtsbewertung von größeren Auengebieten oder als Detailbewertung konkreter Auenabschnitte (z.B. 1 km-Auensegmente). Beide Verfahren verwenden die gleiche Berechnungsformel für die Bewertung eines auenabschnittstypspezifischen Habitatzustands.

Generell sollte die Bewertung Folgendes beinhalten:

- Inwertsetzung von Zielhabitaten (z.B. leitbildspezifische Schlüsselhabitats, FFH-Lebensraumtypen),
- eine Summenformel zur Berechnung eines Indexes,
- ein Vergleich mit dem Sollwert einer naturnahen Aue bei Nutzung von Präsenz-/Absenz-Daten,
- eine Einstufung des Habitatzustandes in Klassen bei Nutzung von quantitativen Daten.

Der Habitatzustand HZ berechnet sich in Anlehnung an WARINGER et al. (2005):

$$\text{Habitatzustand } HZ_{PA} = \frac{\sum HW}{10} \text{ für Präsenz-/Absenz-Daten}$$

$$\text{Habitatzustand } HZ_D = \frac{\sum HW * D}{10} \text{ für quantitative Daten mit } D = \% \text{-Anteil Deckung}$$

Jedem Habitat wird in Abhängigkeit von seiner Bedeutung für den Zielzustand ein **Habitatwert HW** als Gewichtungsfaktor zugeordnet. Im Fall einer Bewertung der Degradation bekommen naturnahe Habitats einen hohen, naturferne einen geringen Habitatwert; im Fall einer Bewertung von auenrelevanten FFH-Lebensraumtypen erhalten diese einen hohen und alle sonstigen Lebensraumtypen einen geringen Habitatwert. Erfolgt eine leitbildspezifische Bewertung des Degradationszustands, erhalten für den Auenabschnittstyp charakteristische Schlüsselhabitats als Zielhabitats einen hohen

Wert, naturferne Habitats einen niedrigen. Für eine ergänzende, separat erfolgende Bewertung von FFH-Lebensraumtypen wird den für den Naturraum bedeutenden Lebensraumtypen ein hoher Habitatwert zugeordnet; alle weiteren vorkommenden Habitats erhalten einen niedrigen Habitatwert. In die Berechnung können das Vorkommen, die Anzahl oder auch der Flächenanteil (D) von Zielhabitats eingehen.

Die Erfassungstiefe unterscheidet sich zwischen dem Übersichts- und Detailverfahren. Bei dem Übersichtsverfahren zur Bewertung von Auen größerer Gebiete sollen Fernerkundungsdaten genutzt werden. Die Detailbewertung konkreter Auenabschnitte basiert auf Freilandhebungen, z.B. in Form von Habitatkartierungen auf Transekten (vgl. Kapitel 5.4.1). Alternativ können auch Luftbilder mit hoher Auflösung genutzt werden. Die Nutzung bestehender Biotoptypendaten für einzelne Gebiete ist denkbar als Zuordnung von relevanten Biotoptypen auf Grundlage der bundesweiten Rote Liste gefährdeter Biotoptypen (RIEKEN et al., 2006) zu biozönotisch relevanten Schlüsselhabitats.

5.3 Biozönotische Bewertung eines konkreten Auenabschnittes

Generell sind für eine biozönotische Bewertung verschiedene Betrachtungsskalen denkbar (Tabelle 12).

Tabelle 12: Betrachtungsskalen der biozönotischen Bewertung eines konkreten Auenabschnittes.

Einfache Bewertung	Komplexe Bewertung
Bewertung anhand eines einzelnen Habitats	Bewertung anhand mehrerer Habitats
Bewertung anhand einer Artengruppe	Bewertung anhand mehrerer Artengruppen
Bewertung anhand weniger Indikatorarten	Bewertung anhand vollständiger Biozönosen

Als Ergänzung zu der Auenzustandsbewertung nach KOENZEN (2015, 2016) wird eine komplexe Bewertung der Habitat- und Artenausstattung innerhalb von Auenabschnitten angestrebt, die im bestmöglichen Fall modular anhand mehrerer Artengruppen erfolgt. Die Bewertung sollte zumindest folgenden Ansprüchen genügen:

- Arten, die in einem oder mehreren Zielhabitats vorkommen, bekommen einen artspezifischen Habitatwert zugewiesen.
- Arten bekommen in Bezug auf ihre Stenökologie (gegenüber Zielhabitats oder Umweltfaktoren) bzw. ihren naturschutzfachlichen Wert Indikationsgewichte zugewiesen.
- Eine Summenformel zur Berechnung eines Indexes wird für den zu bewertenden Abschnitt angewandt.
- Es erfolgt ein Vergleich mit dem Sollwert einer naturnahen Aue bei Nutzung von Präsenz-Absenz-Daten.
- Es erfolgt eine Einstufung des Artenzustandes in Klassen bei Nutzung von quantitativen Daten.

In Anlehnung an den österreichischen Auenindex (GRAF & CHOVANEC, 2016) schlagen wir einen Index für die Bewertung des Artenzustandes vor, der auf Organismengruppen und deren Vorkommen sowie Präferenz und Bindung an „Zielhabitats“ basiert.

Analog zu der Berechnung des Habitatzustands berechnet sich der auenabschnittstypspezifische Artenzustand AZ nach den Formeln:

$$\text{Artenzustand } AZ_{PA} = \frac{\sum HW_a * IG}{10} \text{ für Präsenz-/Absenz-Daten}$$

$$\text{Artenzustand } AZ_A = \frac{\sum HW_a * IG * A}{10} \text{ für Abundanzdaten, mit A = Abundanzklasse einer Art}$$

Der artspezifische **Habitatwert** HW_a basiert auf dem Vorkommen der Art in vorher definierten Habitattypen. Das **Indikationsgewicht** IG beschreibt den Stenökiegrad der Art, d.h. wie stark die Art auf die wertgebenden Zielhabitate oder bestimmte Umweltfaktoren, die funktionale Aspekte intakter Ufer und Auen beschreiben, gebunden ist. Aufgrund der Einbindung von Indikationsgewichten ist gewährleistet, dass sich der Artenzustand in Abhängigkeit von Degradationsstufen ändert, so dass mit Hilfe des Index Rückschlüsse auf mögliche Ursachen (z.B. Fehlen von leitbildspezifischen Schlüsselhabitaten, fehlende hydrologische Anbindung) gezogen werden können. Artspezifische Habitatwerte und Indikationsgewichte können, bei Vorliegen entsprechender Datengrundlagen, aus autökologischen Informationen generiert und anhand von bestehenden Daten validiert werden. Positiv bewertet werden Vorkommen, Anzahl und optional die Häufigkeit oder der Deckungsgrad von „Zielarten“. Die Formel ist dabei jeweils anwendbar auf die jeweiligen Zielvorstellungen der Bewertung: je nach Bewertungsmodul sind Zielarten Arten, die den leitbildspezifischen Habitatzustand widerspiegeln (= Indikatorarten im Modul Degradation, vgl. Kapitel 4.2) oder naturschutzfachlich bedeutende Arten (z.B. Rote-Liste-Arten und FFH-Arten). Damit kann eine leitbildspezifische, aber auch naturschutzfachliche Bewertung unabhängig voneinander bzw. parallel erfolgen. Über die Bindung von Arten an abiotische Bedingungen wie Nährstoff- oder Bodenwasserverhältnisse kann zudem eine funktionale Analyse der vorkommenden Arten (z.B. über feuchtigkeitsliebende Arten oder Stickstoffzeiger bei Gefäßpflanzen) erfolgen.

Für jede Organismengruppe sollte zukünftig eine einheitliche Erfassungsmethodik für die biozönotische Auenbewertung hinterlegt werden. Diese sollte sich an vorhandene Verfahren (z.B. der FFH-Richtlinie) anlehnen, aber auf die einzelnen Schlüsselhabitate und -arten zugeschnitten sein. Eine zusätzliche Orientierung können die von WOOLSEY et al. (2005) zur Erfolgskontrolle von Fließgewässerrenaturierungen in der Schweiz vorgeschlagenen Erhebungsverfahren für Indikatorarten geben.

5.4 Modellhafte Anwendung des Bewertungsverfahrens für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“

Das biozönotische Verfahren zur leitbildgestützten Auenzustandsbewertung wird im Hinblick auf das Modul Degradation modellhaft für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“ am Beispiel von umfangreichen Habitat- und Laufkäferuntersuchungen an der Ruhr bei Arnsberg getestet. Der Test mit detaillierten Kartierungsdaten lässt eine vertiefte Analyse der in Kapitel 5.2 und 5.3 beschriebenen Indizes zu. Eine Bewertung des Habitat- und Artenzustands kann auch mit einem geringeren Aufwand geleistet werden.

Untersucht wurden drei renaturierte Abschnitte am Mittelgebirgsfluss Ruhr bei Arnsberg in Nordrhein-Westfalen (Abbildung 10), die zwischen 2008 und 2010 abschnittsweise auf einer Gesamtlänge von 2,7 km renaturiert wurden (R1, R2 und R3) sowie ein degradiertes Vergleichsabschnitt (D), der

durch ein verfallendes Regelprofil gekennzeichnet ist. Ziel der Maßnahmen im Stadtgebiet von Arnsberg war die Förderung der eigendynamischen Entwicklung der Ruhr durch Entfernung der Uferbefestigungen, Profilverbretterung, Verringerung der Einschnitttiefe und Einbringen von Totholz.

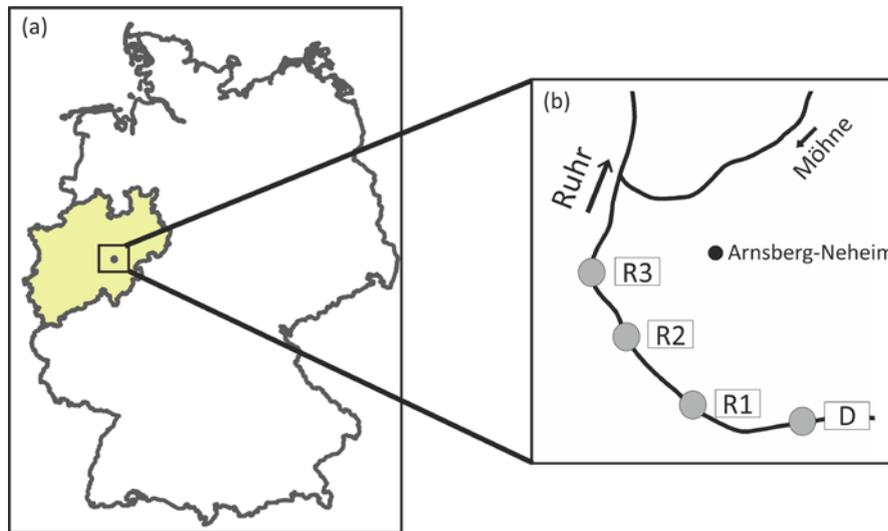


Abbildung 10: Lage des Untersuchungsgebietes an der Ruhr in Nordrhein-Westfalen (a) und in Arnsberg (b); D = degradiertes Abschnitt; R1, R2 und R3 = zwischen 2008 und 2010 renaturierte Abschnitte.

Die hier zur Auswertung genutzten Erfassungen von Habitaten und Laufkäfern erfolgten von 2010 bis 2012, so dass die renaturierten Abschnitte aufgrund der verschiedenen Zeiträume seit Umsetzung der Maßnahmen unterschiedliche Sukzessionsstadien aufwiesen. Die Untersuchungsabschnitte hatten eine Länge von jeweils 200 Metern und wurden in 10 Transekte mit einem Abstand von je 20 Metern unterteilt. Die Transekte deckten den Bereich der rezenten Aue ab. Im Rahmen der Habitaterfassung wurden auf jedem der 10 Transekte Mesohabitate sowie deren Längen kartiert (vgl. JÄHNIG et al., 2008; JANUSCHKE et al., 2011). Aus den Längen wurden die Deckungsgrade der Mesohabitate für jede Probestelle berechnet. Die Erfassung der Laufkäfer erfolgte mit Hilfe von Barberfallen und Handaufsammlungen. In jedem Untersuchungsabschnitt wurden im Spätsommer sechs Barberfallen ausgebracht und sechs Handaufsammlungen durchgeführt. Die Barberfallen wurden für den Zeitraum von einer Woche ebenerdig in bewachsene Habitate ausgebracht. Vegetationsarme und -freie Uferbereiche wurden mit Hilfe eines Exhaustors einmalig im Spätsommer bei Niedrigwasser beprobt. Die Häufigkeiten der Arten wurden in fünf Abundanzklassen umgerechnet. Es erfolgt eine komplexe Bewertung der Habitatausstattung aller 200m-Abschnitte sowie eine Bewertung der vollständigen Laufkäferzönosen.

5.4.1 Leitbildgestützte Bewertung der Habitatausstattung

Für eine leitbildgestützte Bewertung der Habitatausstattung wurden fünf Habitattypen definiert (Tabelle 13). Der zugeordnete Habitatwert (1 bis 5) sagt aus, ob es sich um leitbildtypische Habitate handelt (hoher Habitatwert) oder nicht (niedriger Habitatwert) und ist somit ein Maß für den Degradationsgrad des Standortes.

Tabelle 13: Zuordnung von Habitatwerten als Maß für eine leitbildspezifische Ausprägung.

Habitatnummer	Habitattyp	Habitatwert
H5	Prägende Schlüsselhabitate	5
H4	Häufige Schlüsselhabitate	4
H3	Sonstige Auenhabitate (nicht leitbildspezifisch)	3
H2	Grünlandhabitate	2
H1	Habitate ohne Auenbezug	1

Auf Grundlage der in Kapitel 4.1.3 ermittelten Schlüsselhabitate für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“ erfolgt eine Zuordnung von Habitatwerten für die prägenden und häufigen Schlüsselhabitate sowie für die sonstigen Auenhabitate (Habitattypen H5, H4 und H3) (Tabelle 14).

Tabelle 14: Zuordnung von Habitatwerten zu biozönotisch relevanten Schlüsselhabitaten für den Auenabschnittstyp "Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)"; Häufigkeit von Habitaten: dunkelgrau = vorherrschend, hellgrau = häufig, weiß = nicht vorkommend / untergeordnet.

	Biozönotisch relevante Schlüsselhabitate	Habitatwert HW
Aquatisch	Permanent oder temporär durchflossene Nebengerinne	5
	Altmäander/-gürtel	3
	Temporäre Stillgewässer (stehend)	5
	Permanente Stillgewässer (stehend)	3
	Wasserpflanzengesellschaften	4
Semiterrestrisch	Vegetationsfreie, -arme Uferbänke	5
	Pionierfluren	4
	Großseggenriede, Röhrichte	3
	Niedermoore	3
Terrestrisch	Gebüsche und Hochstaudenfluren	5
	Weichholz-Auwald	5
	Hartholz- Auwald	5
	Dünen, Flugsandfelder	3

Den in den Untersuchungsabschnitten an der Ruhr erfassten Habitaten wurden auf Grundlage von Tabelle 14 Habitatwerte zugeordnet (Tabelle 15). Das Hauptgerinne wird bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Tabelle 15: Prozentuale Deckung erfasster Habitate in den Probestellen und Zuordnung von Habitatwerten sowie Berechnung des Habitatzustands HZ_{PA} und HZ_D; Probestellen: D = degradierte Probestelle, R1, R2 und R3 = renaturierte Probestellen.

Habitatwert	Kartierte Mesohabitate	Einzelerfassungen (Probestelle_Jahr)											
		D_2010	D_2011	D_2012	R1_2010	R1_2011	R1_2012	R2_2010	R2_2011	R2_2012	R3_2010	R3_2011	R3_2012
-	Hauptarm	72,6	74,6	57,2	39,6	42,0	40,1	35,4	25,5	26,9	34,3	38,6	38,0
1	Uferbefestigung	4,8	4,2	1,4	1,2	0,3	0,8	0,2	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0
5	Permanent oder temporär durchflossene Nebengerinne	0,0	0,0	0,0	10,4	8,8	7,9	33,7	28,5	28,1	26,2	13,6	15,8
3	Permanente Stillgewässer (stehend)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	1,0	0,3	0,0
5	Temporäre Stillgewässer (stehend)	0,0	0,0	0,0	1,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Wasserpflanzengesellschaften	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,6	5,5	0,0	0,5	11,9
5	Vegetationsarme und -freie Uferbänke und Pionierfluren	0,7	0,6	1,2	5,6	16,2	16,9	3,0	7,2	5,0	25,1	7,9	6,7
5	Gebüsche und Hochstaudenfluren	11,9	6,2	11,5	22,9	14,9	14,1	17,6	28,0	24,5	7,8	27,5	21,0
5	Weichholz-Auwald	2,0	5,6	0,9	0,4	4,9	6,1	0,0	0,0	0,4	2,5	3,1	7,4
1	Uferböschung mit Brennnessel-Giersch-Fluren, Calystegion-Fragment-Gesellschaften mit Dominanz von <i>Impatiens glandulifera</i> , <i>Rubus fruticosus</i> -Gebüschgesellschaft	4,1	4,2	17,5	12,5	5,8	6,6	7,1	3,1	6,7	2,4	5,3	10,3
1	Uferböschung mit Rumpfgesellschaften aus Eichen-Hainbuchen-Wald und Erlen-Eschen-Wald	3,6	4,6	10,3	4,8	6,1	6,8	1,3	3,5	5,1	0,7	2,7	0,7
5	Hartholz-Auwald	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	Steilböschung	0,4	0,1	0,0	1,4	0,5	0,8	1,6	3,3	2,8	0,0	1,0	0,2
	Habitatzustand HZ_{PA} (Präsenz-Absenz)	1,9	1,9	1,8	2,9	2,9	2,8	1,9	2,6	3,1	2,5	3,0	2,7
	Habitatzustand HZ_D (Deckungsgrad)	8,6	7,6	8,8	17,8	23,9	24,8	28,3	33,3	32,8	31,9	27,3	21,4

Auf Grundlage der folgenden Formeln (vgl. Kapitel 5.2) erfolgte für jede Einzelerfassung die Berechnung des Habitatzustands HZ_{PA} für das Vorkommen und Nicht-Vorkommen von Schlüsselhabitaten und des Habitatzustands HZ_D unter Einbeziehung der prozentualen Deckung (Tabelle 15):

$$\text{Habitatzustand } HZ_{PA} = \frac{\sum HW}{10} \text{ für Präsenz-/Absenz-Daten}$$

$$\text{Habitatzustand } HZ_D = \frac{\sum HW * D}{10} \text{ für quantitative Daten mit } D = \% \text{-Anteil Deckung}$$

Für den Habitatzustand HZ_{PA} wird auf Grundlage der leitbildspezifischen Habitatausstattung in Bezug auf das Vorkommen prägender und häufiger Schlüsselhabitats ein auenabschnittstypspezifischer Sollwert berechnet, der für den vorliegenden Auenabschnittstyp bei 3,8 liegt.

Die Ergebnisse beider Bewertungsformeln spiegeln den Grad des Vorkommens leitbildspezifischer Habitats wider (Abbildung 11). Die berechneten Indizes für den Habitatzustand des degradierten Abschnitts liegen mit Werten < 2 (HZ_{PA}) bzw. < 10 (HZ_D) unter denen der renaturierten Abschnitte. Dies verdeutlicht das unterschiedliche Vorkommen von leitbildspezifischen Schlüsselhabitats: im degradierten Abschnitt, charakterisiert durch ein verfallendes Regelprofil finden sich drei Schlüsselhabitats (vegetationsarme und -freie Uferbänke, Gebüsch und Hochstaudenfluren, Weichholz-Auwald), in den renaturierten Abschnitten vier bis sechs.

Der Sollwert für den **Habitatzustand HZ_{PA}** von 3,8 wird für keinen der untersuchten Abschnitte erreicht (Abbildung 11 (a)). Generell fehlt in allen Abschnitten Hartholz-Auwald, der durch die Maßnahmen nicht geschaffen wurde bzw. sich noch nicht entwickeln konnte. Die Zunahme des Indexwertes in dem renaturierten Abschnitt R2 von 2010 und 2011 spiegelt die Verbesserung des Habitatzustands in Form des Auftretens der Schlüsselhabitats Wasserpflanzengesellschaften und permanente Stillgewässern wider; in 2012 kommt erstmalig Weichholz-Auwald vor. Die Ergebnisse für den **Habitatzustand HZ_D** (Abbildung 11 (b)) verdeutlichen das Auftreten von Schlüsselhabitats und deren zeitliche Entwicklung differenzierter.

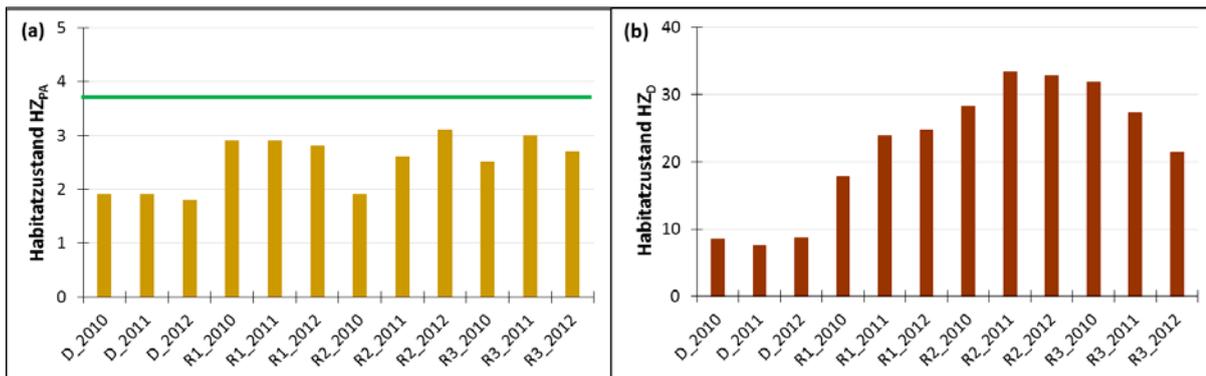


Abbildung 11: Habitatzustand der untersuchten Probestellen (D = degradiert; R1, R2 und R3 = renaturierte Abschnitte in den Jahren 2010 bis 2012) basierend auf (a) Präsenz-Absenz-Daten (grüne Linie = auenabschnittstypspezifischer Sollwert des Habitatzustands ($HZ_{max} = 3,8$)) und (b) dem Deckungsanteil in %.

Unter Hinzunahme des Deckungsanteils in die Berechnung des Habitatzustands zeigen sich die Unterschiede zwischen dem degradierten und den renaturierten Abschnitten deutlicher, weil das Vorhandensein von Schlüsselhabitaten im degradierten Abschnitt, die dort nur in vergleichsweise geringen Deckungsanteilen vorkommen, relativiert wird. Die Zunahme des Habitatzustands HZ_D im renaturierten Abschnitt R2 von 2010 bis 2011 spiegelt die prozentuale Zunahme von vegetationsarmen und -freien Uferbänken sowie die Entwicklung von Wasserpflanzengesellschaften und Hochstaudenfluren wider. Im renaturierten Abschnitt R3 zeigt sich eine deutliche Abnahme des Habitatzustands von 2010 bis 2012. Der Anteil der durch die Renaturierung geschaffenen vegetationsarmen und -freien Uferbänke nimmt stark ab und zeigt fortschreitende Sukzessionsprozesse in den Uferbereichen. Trotz der Sukzession liegt der Habitatzustand in 2012 noch deutlich über dem Wert des degradierten Vergleichsabschnitts.

5.4.2 Leitbildgestützte Bewertung der Artenausstattung am Beispiel der Laufkäfer

Analog zum Vorgehen bei der Bewertung der Habitatausstattung wird den erfassten Arten zunächst ein Habitatwert zugeordnet. Der artspezifische Habitatwert HW_a gibt jeder Art einen Wert in Bezug auf ihre Verbreitung in den auenabschnittstypspezifischen Schlüsselhabitaten (vgl. Tabelle 13). Die Zuordnung von artspezifischen Habitatwerten erfolgt in Anlehnung an GRAF & CHOVANEC (2016) sowie als Indikationsgewicht, das den Stenökiegrad (Zahl besiedelter Habitate) beschreibt.

Auf Grundlage des Lebensraumpräferenzkatalogs der GAC (2009) wurden den 42 an der Ruhr erfassten Laufkäferarten auf Grundlage ihres generellen Vorkommens und ihrer Häufigkeit in den Schlüssel- und sonstigen Habitaten Verbreitungswerte in einem 10-Punkte-System zugeordnet (vgl. Auszug in Tabelle 16; Gesamttabelle in Anhang 3).

Tabelle 16: Verbreitungswerte von Laufkäferarten in Habitattypen sowie abgeleitete Habitatwerte und Indikationsgewichte (Auszug; Gesamttabelle für die an der Ruhr erfassten Arten siehe Anhang 3).

	H5: prägende Schlüssel- habitate	H4: häufige Schlüssel- habitate	H3: sonstige Auenhabita- te	H2: Grünland- habitate	H1: Habitate ohne Auen- bezug	Habitatwert HW_a	Indikations- gewicht IG
<i>Abax parallelepipedus</i>	3	0	0	0	7	2,2	4
<i>Bembidion decorum</i>	10	0	0	0	0	5	5
<i>Bembidion millerianum</i>	10	0	0	0	0	5	5
<i>Bembidion lampros</i>	2	2	2	2	2	3	1
<i>Agonum emarginatum</i>	0	0	9	1	0	2,9	4
<i>Agonum marginatum</i>	3	0	7	0	0	3,6	4
<i>Agonum micans</i>	4	0	4	2	0	3,6	3

Auf Grundlage der Formel nach GRAF & CHOVANEC (2016) erfolgte die Berechnung artspezifischer Habitatwerte:

$$\text{Habitatwert } HW_a = \frac{(1 * H1 + 2 * H2 + 3 * H3 + 4 * H4 + 5 * H5)}{10}$$

Aufgrund des mit der Wertigkeit der Habitattypen zunehmenden Multiplikationsfaktors von 1 bis 5 in der Berechnungsformel ist gewährleistet, dass der leitbildspezifische Habitatwert HW in Bezug auf den Degradationszustand als Gewichtung in die Bewertung mit eingeht. Der artspezifische Habitatwert HW_a kann Werte zwischen 1 und 5 annehmen. Ein Wert von 5 bedeutet, dass die Art aufgrund ihrer Lebensraumpräferenz ausschließlich prägende Schlüsselhabitats besiedelt, ein Wert von 1 heißt, dass die Art in allen Habitattypen verbreitet ist.

Das artspezifische Indikationsgewicht IG beschreibt den Stenökiegrad der Art, d.h. die Bandbreite besiedelter Habitattypen. Dies berechnet sich nach der Anzahl besiedelter Habitattypen und kann Werte von 1 bis 5 annehmen: eurytope Arten, die in allen Habitattypen verbreitet sind, erhalten ein Indikationsgewicht von 1, stenotope Arten, die auf einen Habitattyp spezialisiert sind, ein Indikationsgewicht von 5.

Die Berechnung des leitbildorientierten Artenzustands erfolgt, analog zur Berechnung der Habitatausstattung, für jede Einzelerfassung (Gesamttaxalisten siehe Anhang 4) nach den Formeln:

$$\text{Artenzustand } AZ_{PA} = \frac{\sum HW_a * IG}{10} \text{ für Präsenz-/Absenz-Daten,}$$

$$\text{Artenzustand } AZ_A = \frac{\sum HW_a * A * IG}{10} \text{ für Abundanzdaten, mit A = Abundanzklassen.}$$

Die Ergebnisse beider Formeln (Abbildung 12) differenzieren deutlich zwischen dem degradierten Abschnitt und den renaturierten Abschnitten. Die berechneten Indizes für den Artenzustand AZ_{PA} für den degradierten Abschnitt liegen zwischen 9,6 und 12,3 und damit unter den Werten der renaturierten Abschnitte, die zwischen 17,9 und 22,8 liegen.

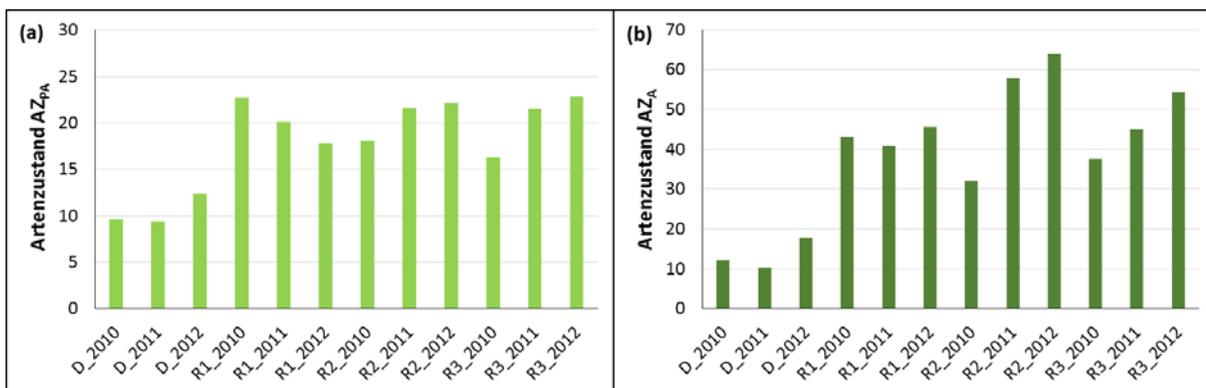


Abbildung 12: Artenzustand der untersuchten Probestellen (D = degradiert; R1, R2 und R3 = renaturierte Abschnitte in den Jahren 2010 bis 2012) basierend auf (a) Präsenz-Absenz-Daten und (b) Abundanzklassen.

Auch beim Artenzustand zeigt sich, dass die Einbindung von quantitativen Daten eine wichtige ergänzende Aussagekraft hat. Trotz einer Abnahme des Artenzustands AZ_{PA} (berechnet aus dem Vorkommen und Nicht-Vorkommen von Arten) in dem renaturierten Abschnitt R1 von 2010 bis 2012, die eine abnehmende Anzahl an wertgebenden Indikatorarten anzeigt, zeigt sich ein stabiler Artenzustand AZ_A . Daraus kann abgeleitet werden, dass sich die Indikatorarten im betrachteten Zeitraum etabliert und

stabile Populationen aufgebaut haben. Darüber hinaus zeigt sich anhand der Probestelle R3 der deutliche Mehrwert einer Bewertung des Artenzustands gegenüber einer Bewertung der Habitatausstattung. Obwohl der Habitatzustand im Hinblick auf das Vorkommen von Schlüsselhabitaten von 2010 bis 2012 im Schnitt gleich bleibt (vgl. Kapitel 5.4.1), verbessert sich der Artenzustand. Daraus kann abgeleitet werden, dass es im betrachteten Zeitraum zu einer zunehmenden Besiedlung mit wertgebenden Arten kommt. Insgesamt zeigt die biozönotische Bewertung anhand des Artenzustandes AZ_A deutliche qualitative Unterschiede zwischen den renaturierten Abschnitten und der degradierten Probestelle.

5.5 Abschätzen des Zeit- und Personalaufwandes einer biozönotische Artenzustandsbewertung

Wie die meisten Bewertungsverfahren, die auf der Erfassung von Arten beruhen, basiert auch das hier skizzierte Verfahren auf einer Prozesskette, die folgende Schritte beinhaltet:

- (1) Freilanderfassung
- (2) Labormethoden (z.B. Bestimmung von Organismen)
- (3) Anwendung des Bewertungsverfahrens
- (4) Dateninterpretation

Wir gehen davon aus, dass Schritt (3) automatisiert erfolgt, d.h. über eine Software angewandt wird. Zeit- und kostenaufwändig sind die Schritte (1) und (2). Der dafür anfallende Zeit- und Kostenaufwand ist von der gewählten Erfassungsmethode abhängig und muss für jede Organismengruppe einzeln definiert werden. Für die Abschätzung des Arbeitsaufwandes soll geprüft werden, ob Methoden zur Anwendung kommen können, die auch zur Umsetzung der WRRL und der FFH-Richtlinie eingesetzt werden; der Zeitaufwand und die entstehenden Kosten dafür sind gut dokumentiert. Zum Beispiel ist der Aufwand für die Erfassung des Makrozoobenthos von HAASE et al. (2004) im Detail dargestellt.

Generell sollte für gängige methodische Empfehlungen eine Abwägung im Hinblick auf die Zielsetzungen und den Erfassungs- sowie Kostenaufwand erfolgen. Die der exemplarischen Bewertung zugrundeliegenden Habitat- und Laufkäferdaten (Kapitel 5.4) wurden mit Hilfe einer repräsentativen Stichprobenerfassung durchgeführt, die wir seit ca. 10 Jahren erfolgreich für die Analyse von Renaturierungseffekten nutzen. Im Vergleich zu den gängigen methodischen Empfehlungen für Laufkäfer-Erfassungen (SCHNITZER et al., 2006), die aufgrund der mehrwöchigen Beprobungen zu verschiedenen Jahreszeiten einen sehr hohen Bestimmungsaufwand nach sich ziehen, ist die von uns entwickelte Stichprobenerfassung mit einem vergleichsweise geringen Zeitaufwand durchzuführen. Dennoch ist diese Methode, die sich an das Multihabitat-Sampling als gängige Methode für das Makrozoobenthos anlehnt, als repräsentativ anzusehen. Die jeweiligen Arbeitsschritte für die Habitat- und Laufkäfererfassung und deren Zeitaufwand sind in den Tabellen 17 und 18 dargestellt.

Tabelle 17: Zeitaufwand in Personenstunden für die Habitaterfassung auf 10 Transekten innerhalb eines Ufer- und Auenabschnitts von 200 m Länge.

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helfer	
	Anzahl Personen	Zeitaufwand pro Person (h)	Anzahl Personen	Zeitaufwand pro Person (h)
Kartierung von Habitaten auf 10 Transekten	1	4	1	4
Eingabe der Daten, ggf. Luftbildabgleich und Indikationsberechnung	0	0	1	2
Gesamtaufwand in Personenstunden	10			

Tabelle 18: Zeitaufwand in Personenstunden für die Laufkäfererfassung innerhalb eines Ufer- und Auenabschnitts von 200 m Länge; * = Bestimmungsaufwand variiert in Abhängigkeit des Artenreichtums.

Arbeitsschritt	Spezialisten		Helfer	
	Anzahl Personen	Zeitaufwand pro Person (h)	Anzahl Personen	Zeitaufwand pro Person (h)
Vorbereitung Erfassungsmaterialien (Fanglösung und Barberfallen)	0	0	1	1
Eingraben und Wiedereinholen von Becherfallen	0	0	1	4
Durchführung von Handfängen im direkten Uferbereich	1	2	1	2
Aufbereitung und Sortierung des Probenmaterials	0	0	1	2
Bestimmung der Laufkäfer auf Artniveau	1	4*	0	0
Eingabe der Daten und Indikationsberechnung	0	0	1	1
Gesamtaufwand in Personenstunden	16			

6 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen für die Erarbeitung eines leitbildbasierten, biozönotischen Verfahrens zur Auenzustandsbewertung

Mit einer großflächigen Anwendung des Verfahrens könnte mittelfristig der biologische Zustand von Fließgewässeruferrn und Auen abgebildet werden. Darüber hinaus ermöglicht es eine Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen im Hinblick auf die Besiedlung durch charakteristische und wertgebende Pflanzen- und Tierarten. Für eine Weiterentwicklung der in dieser Studie skizzierten Grundzüge eines Bewertungsverfahrens ist es notwendig, die erarbeiteten Grundlagen umzusetzen und mit der Fachöffentlichkeit abzustimmen. In Bezug auf die biozönotische Auentypologie sollten zukünftig folgende Punkte bearbeitet werden:

- Ableitung von leitbildspezifischen Indikatorartenlisten für weitere Organismengruppen:
Dies erfolgte im Rahmen der vorliegenden Studie für alle Flussauenabschnittstypen am Beispiel der Laufkäfer und sollte für weitere, grundsätzlich geeignete Organismengruppen (Amphibien, Reptilien, Vögel u.a.) nach dem vorgeschlagenem Grundschema (Kapitel 4.2.2) durchgeführt werden. Die Indikatorlisten müssen abschließend durch die jeweiligen Experten der Organismengruppen geprüft werden.
- Festlegung von auenabschnittstypspezifischen Zielhabitaten und -arten für FFH-Lebensraumtypen und -arten sowie Rote Liste-Arten
- Erstellung von biozönotischen Steckbriefen für weitere Auenabschnittstypen

Im Hinblick auf die biozönotische Bewertung empfehlen wir folgende Arbeitsschritte:

- Diskussion der Grundzüge des vorgeschlagenen Bewertungsverfahrens
- Erörterung der Übertragbarkeit des Verfahrens Mollix (FOECKLER et al., 2017) auf die in der vorliegenden Studie vorgestellten Berechnungsansätze als biozönotisches Bewertungsverfahren
- Test der Berechnungsformeln mit größeren Datensätzen (z.B. weitere Auenabschnittstypen und Organismengruppen)
- Ableitung von Indikationsgewichten für Indikatorarten zur leitbildgestützten Bewertung für weitere Organismengruppen
- Ableitung von Indikationsgewichten für FFH-Lebensraumtypen und -arten
- Einbindung von degradierten Zielhabitaten in das Bewertungssystem, z.B. als Malus
- Diskussion einer möglichen Einbindung von funktionalen Indizes zur Bewertung von z.B. Nährstoff- und Bodenwasserverhältnissen (vgl. SCHOLZ et al., 2004)
- Erörterung und Test von geeigneten Erfassungsmethoden inklusive einer Abwägung, inwieweit Standardverfahren der WRRL und der FFH-Richtlinie im Hinblick auf den Erfassungs- und Bestimmungsaufwand genutzt werden können.
- Sukzessive Beprobung relevanter Auenabschnittstypen, die unterschiedliche Degradationsstufen aufweisen, um auenabschnittstypspezifische Ankerpunkte zur Einstufung des ökologischen Zustands festzulegen (bottom-up Analyse)

7 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund zahlreicher Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern und deren Auen zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie und aktuell der Verabschiedung des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“ steigt der Bedarf an Erfolgskontrollen, um die „biologische Wirksamkeit“ von Renaturierungen zu messen. Die standardisierten Bewertungsverfahren der WRRL bilden den generellen Zustand der Gewässer anhand aquatischen Organismengruppen gut ab. Die Wirkung von Gewässer- und Auenrenaturierungen erstreckt sich aber auch auf die Ufer und die angrenzenden Auenbereiche. In dieser Machbarkeitsstudie wurden daher die Grundzüge für ein leitbildbasiertes, biozönotisches Verfahren zur Auenzustandsbewertung und zur biologischen Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen entwickelt. Eine Analyse bestehender biozönotischer Bewertungsansätze für Fließgewässerufer und Auen und für die Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen zeigte, dass sich keiner der bestehenden Ansätze für ein bundesweites Verfahren eignet. Jedoch bieten einige Ansätze gute Grundlagen im Hinblick auf den grundsätzlichen Aufbau eines Bewertungsverfahrens, Bewertungsformeln und autökologische Hintergrundinformationen.

Als Grundlage für ein leitbildbasiertes, biozönotisches Verfahren wurde eine biozönotische Auentypologie in Form von Leitbildern zur Habitat- und Artenausstattung entwickelt. Basierend auf der Auentypologie von KOENZEN (2005) wurde ein Katalog biozönotisch relevanter Schlüsselhabitats und deren Vorkommen und Häufigkeit in den verschiedenen Auenabschnittstypen Deutschlands erstellt. Organismengruppen von Gewässeruferräumen und Auen wurden anhand eines Kriterienkatalogs auf ihre Eignung für eine Bewertung geprüft. Vor allem Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken, Amphibien, Laufkäfer, Libellen, Fische und Vögel werden als besonders geeignet für eine biozönotische Auenzustandsbewertung eingestuft. Ihre Habitatbindung ist gut dokumentiert und sie können im Rahmen praxistauglicher Verfahren erhoben werden. Für die Ableitung von leitbildspezifischen Indikatorarten auf Grundlage der vorher definierten Schlüsselhabitats wurde ein Grundschema vorgestellt, das generell auf alle genannten Organismengruppen übertragbar ist. Anhand der Laufkäfer erfolgte beispielhaft eine Ableitung von Indikatorarten für alle Flussauenabschnittstypen Deutschlands. Die Übertragbarkeit des Grundschemas auf andere Organismengruppen konnte am Beispiel der Vegetation für den Auenabschnittstyp „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“ gezeigt werden. Die wesentlichen Ergebnisse der Ableitung von Schlüsselhabitats und Indikatorarten für den ausgewählten Auenabschnittstyp wurden in Form eines biozönotischen Steckbriefs zusammengefasst. Eine Erläuterung des Vorgehens soll als Grundlage für die zukünftige Erstellung von biozönotischen Steckbriefen für weitere Auenabschnittstypen dienen.

Auf Grundlage der Machbarkeitsstudie wird vorgeschlagen, dass ein zukünftiges Verfahren als modulares System die Artenausstattung von Ufern und Auen im Hinblick auf verschiedene Zielvorstellungen von Natur- und Kulturökosystemen bewerten kann. Ergänzend kann dabei der biozönotische Zustand der Habitatausstattung betrachtet werden. Basis der biozönotischen Bewertung bildet das Modul Degradation, das vorhandene Defizite in der Habitat- und Artenausstattung bewertet und einen Ansatzpunkt für die Planung von Renaturierungsmaßnahmen bietet. Die Analyse unterschiedlicher Degradationsstufen von Ufern und Auen erfolgt dabei auf Grundlage einer leitbildspezifischen Bewertung von Schlüsselhabitats und Indikatorarten und gibt eine Richtung vor, in die Ufer und Auen entwickelt werden sollen. Neben der Bewertung des Degradationszustands über leitbildspezifische Indikatorarten

sind ergänzende, separat erfolgende Bewertungen des Vorkommens von schützenswerten Arten (Module FFH und gefährdete Arten) sowie der Bodenwasser- und Nährstoffverhältnisse (Module Bodenwasserhältnisse und Nährstoffhaushalt) über funktionale Indizes, d.h. auf Grundlage der Habitatansprüche erfasster Arten denkbar. Für die Bewertung des Habitatzustands werden zwei Bewertungsansätze vorgeschlagen: eine Übersichtsbewertung größerer Auengebiete und eine Detailbewertung konkreter Auenabschnitte. Für beide Bewertungsansätze wurde eine einheitliche Berechnungsformel vorgeschlagen, die als Summenformel das Vorkommen von Zielhabitaten und deren Wert in einem Index, dem Habitatzustand, vereint. Für eine biozönotische Bewertung eines konkreten Auenabschnitts werden verschiedene Betrachtungsskalen vorgestellt. Um deckungsgleiche Bewertungseinheiten gemäß der Auenzustandsbewertung nach KOENZEN (2015, 2016) zu ermöglichen, sollte eine biozönotische Bewertung der Habitat- und Artenausstattung innerhalb von 1 km-Auensegmenten angestrebt werden, die im bestmöglichen Fall modular anhand mehrerer Artengruppen erfolgt. Eine Erweiterung der Bewertung auf größere Areale in homogenen Auenbereichen ist ebenfalls denkbar.

Analog zu der Bewertung von Zielhabitaten wird eine einheitlich anwendbare Berechnungsformel vorgeschlagen, die, in Anlehnung an GRAF & CHOVANEC (2016), als Summenformel das Vorkommen von Zielarten und deren Wert in einem Index, dem Artenzustand, vereint. Alle Bewertungen können für qualitative und quantitative Daten nach dem gängigen BACI-Design (Before-After-Control-Impact) oder als Vergleich von degradierten und renaturierten Abschnitten erfolgen. Für das Vorkommen und Nicht-Vorkommen von Habitaten und Arten ist es möglich, einen auenabschnittstypspezifischen Sollzustand zu berechnen, der mit dem Ist-Zustand verglichen werden kann. Um zukünftig eine dem WRRL-Ansatz ähnliche, 5-stufige Klassifizierung des ökologischen Zustands von Ufern und Auen mit leidbildspezifischen Ziel- und Orientierungswerten zu entwickeln, müssen auf Grundlage von größeren Datensätzen Ankerpunkte für die verschiedenen Zustandsklassen in Form von Regressionsanalysen (bottom-up) abgeleitet werden.

Auf Basis von umfangreichen Habitat- und Laufkäferdaten degradierter und renaturierter Abschnitte der Ruhr bei Arnsberg erfolgte exemplarisch eine leitbildgestützte Bewertung des Habitat- und Artenzustands, um die vorgeschlagenen Bewertungsindizes auf ihre Eignung zu testen. Beide Indizes bilden den Zustand bzw. die Degradation der Habitat- und Artenausstattung nachvollziehbar ab. Anhand dieses Beispiels wurde eine Abschätzung des Zeit- und Personalaufwands durchgeführt. Für die Weiterentwicklung der biozönotischen Auentypologie und des Bewertungsverfahrens zur Auenzustandsbewertung werden unter Angabe notwendiger Arbeitsschritte Empfehlungen gegeben.

8 Literaturverzeichnis

- BERLIN, A. & V. THIELE (2000): Trichoptera in assessment and classification of streams in the lowlands of north-eastern Germany. – Proc. 10th Int. Symp. Trichoptera, Nova Suppl. Ent., Keltern, Volume 15: 481-490.
- BRUNOTTE, E., DISTER, E., GÜNTHER-DIRINGER, D., KOENZEN, U. & D. MEHL (2009): Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – Münster (Landwirtschaftsverlag). - Naturschutz und Biologische Vielfalt 87. 244 S.
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2015 a): Geodaten der FFH-Gebiete.
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2015 b): Sachdaten der FFH- und Vogelschutzgebiete, Natura 2000-Datenbank.
- BMUB (BUNDESMINISTERIUM UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. - Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. 180 S.
- CHOVANEC, A. & J. WARINGER (2001): Ecological integrity of river-floodplain systems-assessment by dragonfly surveys. - Regulated Rivers: Research & Management 17: 493-507.
- CHOVANEC, A., WARINGER, J., RAAB, R. & G. LAISTER (2004): Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfly surveys (Insecta: Odonata). - Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 14: 163-178.
- CHOVANEC, A., WARINGER, J., STRAIF, M., GRAF, W., RECKENDORFER, W., WARINGER-LÖSCHENKOHL, A., WAIDBACHER, H. & H. SCHULZ (2005): The floodplain-index - a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain-systems according to the EU water framework directive. - Archiv für Hydrobiologie 155, Supplement 15: 169-185.
- DAHM, V., DÖBBELT-GRÜNE, S., HAASE, P., HARTMANN, C., KAPPES, H., KOENZEN, U., KUPILAS, B., LEPS, M., REUVERS, CH., ROLAUFFS, P., SUNDERMANN, A., WAGNER, F., ZELLMER, U., ZINS, C. & D. HERING (2014): Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle. Schriftenreihe des Umweltbundesamtes, 43/2014. 178 S.
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (2009): Bestandsaufnahme: Lebensräume, Arten und Artengruppen in Flusseinzugsgebieten Deutschlands. In: DRL 2009: Verbesserungsmöglichkeiten für die biologische Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflge, 82: 60-126.
- DÖBBELT-GRÜNE, S., HARTMANN, C., ZELLMER, U., REUVERS, C., ZINS, C. & U. KOENZEN (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der Fließgewässertypen – Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle. -Schriftenreihe des Umweltbundesamtes, 43/2014. 288 S.
- DZIOCK, F. (2001): Beziehungen zwischen Umweltvariablen, Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) und ihren biologischen Eigenschaften im Auengrünland. In: SCHOLZ, M., STAB, S. & K. HENLE [Hrsg.]: Indi-

kation in Auen. Präsentation der Ergebnisse aus dem RIVA-Projekt. - UFZ-Bericht Nr. 8/2001: 98-101.

FIGURA, W., SCHANOWSKI, A. & B. GERKEN (2001): Beitrag der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) zur Indikation von Standortverhältnissen der Elbauen. In: SCHOLZ, M., STAB, S. & K. HENLE [Hrsg.]: Indikation in Auen. Präsentation der Ergebnisse aus dem RIVA-Projekt. - UFZ-Bericht Nr. 8/2001: 95-97.

FILZEK, D. (2008): Erfassung und Bewertung von Fluss-Uferstrukturen und -vegetation - Entwicklung eines Verfahrens zum Einsatz bei Effizienzkontrollen und Monitoring am Beispiel der Ems. - Diplomica Verlag GmbH, Hamburg. 233 S.

FOECKLER, F., DEICHNER, O., SCHMIDT, H. & E. CASTELLA (2001): Eignung von Mollusken (Schnecken und Muscheln) als Bioindikatoren für Wiesen- und Rinnenstandorte der Elbauen. In: SCHOLZ, M., STAB, S. & K. HENLE [Hrsg.]: Indikation in Auen. Präsentation der Ergebnisse aus dem RIVA-Projekt. – UFZ-Bericht Nr. 8/2001: 89-94.

FOECKLER, F., SCHMIDT, H., HEYMER, C., BECK, M., SCHOLZ, M., HENLE, K. & A. RUMM (2017): Der Molluskenindex (Mollix) – ein Bewertungsansatz für Flussauen-Ökosysteme: Konzeptentwurf und erste Teilergebnisse. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2016 (Wien), Hardeggen 2017.

FOLLNER, K. & K. HENLE (2006): The Performance of Plants, Molluscs, and Carabid Beetles as Indicators of Hydrological Conditions in Floodplain Grasslands. - In: DZIOCK, F., FOECKLER, F., SCHOLZ, M., STAB, M. & K. HENLE (Hrsg.): Bioindication and functional response in floodplain systems - based on the results of the project RIVA. - International Review of Hydrobiology 91(4): 364-379.

FOLLNER, K., HOFACKER, A., GLÄSER, J., DZIOCK, F., GERISCH, M., FOECKLER, F., ILG, C., SCHANOWSKI, A., SCHOLZ, M. & K. HENLE (2010): Accurate environmental bioindication in floodplains in spite of an extreme flood event. - River Research and Application 26(7): 877-886.

GAC (GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE CARABIDOLOGIE) (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. - Angewandte Carabidologie Supplement 5. 45 S.

GELHAUS, M. & B. STAMMEL (2016): Identifizierung von Indikatorarten für den Zustand von Auen-Ökosystemen an der bayerischen Donau. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie und der SIL Austria, Wien, 26.-30.09.2016.

GIEBEL, H., ROSENZWEIG, S. & M. SCHLEUTER (2011): Ökologische Modellierungen für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung – Das integrierte Flussauenmodell INFORM in seiner neuesten Fassung (Version 3). - BfG-Bericht Nr. 1667. 63 S.

GRAF, W., CHOVANEC, A., HOHENSINNER, S., LEITNER, P., SCHMIDT-KLOIBER, A., STUBAUER, I., WARINGER, J. & G. OFENBÖCK (2013): Das Makrozoobenthos als Indikatorgruppe zur Bewertung großer Flüsse unter Einbeziehung auenökologischer Aspekte. - Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 65 (11): 368-399.

- GRAF, W. & A. CHOVANEC (2016): Entwicklung eines WRRL-konformen Bewertungssystems für Auen großer Flüsse auf Basis des Makrozoobenthos unter besonderer Berücksichtigung der Donau. - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 50 S.
- HAASE, P., LOHSE, S., PAULS, S., SCHINDEHÜTTE, K., SUNDERMANN, A. & D. HERING (2004): Assessing streams in Germany with benthic invertebrates: Development of a practical standardized protocol for macroinvertebrate sampling and sorting in streams. - *Limnologica* 34: 349-365.
- HAASE, P., BIRZLE-HARDER, B., DEFFNER, J., HERING, D., JANUSCHKE, K., KAFFENBERGER, N., LEPS, M., LORENZ, A., MODRAK, P., STOLL, S. & A. SUNDERMANN (2015): Räumliche und zeitliche Aspekte von Fließgewässer-Renaturierungen: Entwicklung neuartiger Bewertungstools. - Projekt-Endbericht. 81 S.
- HILDEBRANDT, J., DZIOCK, F., BÖHMER, H.J., FOLLNER, K., SCHOLTEN, M., SCHOLZ, M. & K. HENLE, (2005): Lebensraum "Stromlandschaft Elbe" - eine Synthese. - In: SCHOLZ, M., STAB, S., DZIOCK, F. & K. HENLE (Hrsg.) Lebensräume der Elbe und ihrer Auen Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft 4. Weißensee Verlag, Berlin, S. 265 – 295.
- JÄHNIG S.C., LORENZ A.W. & D. HERING (2008): Hydromorphological parameters indicating differences between single- and multiple-channel mountain rivers in Germany, in relation to their modification and recovery. - *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1200–1216.
- JANUSCHKE, K., SUNDERMANN, A., ANTONS, C., HAASE, P., LORENZ, A.W. & D. HERING (2009): Untersuchung und Auswertung von ausgewählten Renaturierungsbeispielen repräsentativer Fließgewässertypen der Flusseinzugsgebiete Deutschlands. - In: Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 82: Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen, S. 23-39.
- JANUSCHKE, K. (2010): Besiedlung renaturierter Abschnitte der Ruhr und der Lahn – Makrozoobenthos versus Laufkäfer. In: Magdeburger Wasserwirtschaftliche Hefte, Band 10. - Schriftenreihe des Instituts für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie der Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, S. 143-155.
- JANUSCHKE, K., BRUNZEL, S., HAASE, P. & D. HERING (2011): Effects of stream restorations on riparian mesohabitats, vegetation and carabid beetles. - *Biodiversity and Conservation* 20: 3147-3164.
- JANUSCHKE, K., LORENZ, A. & D. HERING (2014): Pionierbesiedlung und Sukzession in renaturierten Fließgewässerabschnitten der Ruhr. Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL). - Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2014 (Magdeburg), Hardegsen 2015.
- JANUSCHKE, K., G. LEDESMA-KRIST, M. SCHOLZ, M. GELHAUS, B. STAMMEL & D. HERING (2016): Biologisches Auenmonitoring in Deutschland. Auenzentrum Neuburg/Ingolstadt, Neuburg a.d. Donau. - *Auenmagazin* 10/2016: 21-26.
- JANUSCHKE, K., G. LEDESMA-KRIST, M. SCHOLZ, M. GELHAUS, B. STAMMEL & D. HERING (in Vorbereitung): Metadaten - aktueller Bestand zum Monitoring in Auen. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & G. Egger (Hrsg.):

Biodiversität der Flussauen Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg. - NaBiv Schriftenreihe.

JANUSCHKE, K. (in Vorbereitung): Zustand der Laufkäfer-Gemeinschaften in ausgewählten Flussauen Deutschlands. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & G. Egger (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg. - NaBiv Schriftenreihe.

KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland. Typologie und Leitbilder. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn - Bad Godesberg. - Angewandte Landschaftsökologie 65, 327 S.

KOENZEN, U. (2015): Zwischenbericht - F+E-Vorhaben „Erarbeitung einer Handlungsanleitung für die Auenzustandsbewertung (Übersichts- und Detailverfahren) mit Verfahren für die Praxisanwendung“. - Unveröffentlichter Zwischenbericht. Bundesamt für Naturschutz, 178 S.

KOENZEN, U. (2016): 2. Zwischenbericht - F+E-Vorhaben „Erarbeitung einer Handlungsanleitung für die Auenzustandsbewertung (Übersichts- und Detailverfahren) mit Verfahren für die Praxisanwendung“. - Unveröffentlichter Zwischenbericht. Bundesamt für Naturschutz, 156 S.

LÖLF/LWA (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW/Landesanstalt für Wasser und Abfall NW) (1985): Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern. Teil I: Bewertungsverfahren, Teil II: Grundlagen für Bewertungsverfahren. Recklinghausen. Düsseldorf. 65 S.

LORENZ, A., HERING, D. & M. NOHL (2016): Test eines Bewertungssystems zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen – bzw. wieso bleibt der Erfolg aus? - Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie und der SIL Austria, Wien, 26.-30.09.2016.

LUNG (LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN) [Hrsg.] (2002): Verfahrensanleitung zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern mittels Standorttypieindex. Stand Februar 2002. - 36 S. + Anhang.

MEHL, D. & V. THIELE [Hrsg.] (1995): Ein Verfahren zur Bewertung nordostdeutscher Fließgewässer und deren Niederungen unter besonderer Berücksichtigung der Entomofauna. - Nachr. Entomol. Ver. Apollo (Frankfurt/M.) Suppl. 15, 276 S.

MEHL, D., THIELE, V., MARQUARDT, A. & A. STEINHÄUSER (2005): Machbarkeitsstudie für eine bundesweite Erfassung des ökologischen Zustandes von Flussauen. Unveröffentlichte Studie im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. 98 S.

MÜLLER-MOTZFELD, G. (2004): Adepnaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER (Eds.), Die Käfer Mitteleuropas Bd. 2. Spektrum Verlag Heidelberg/Berlin. 521 S.

NEUBECK, K. (2014): Auenrevitalisierung an der Unteren Werra - Leitarten und Entwicklungsalternativen - Vergleichende Betrachtung mit Oberweser und mittlerer Fulda. Kassel university press. 488 S.

- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1992 a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV: Wälder und Gebüsche, Textband. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1992 b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil V: Wälder und Gebüsche, Tabellenband. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- ÖKON (2006): Erstellung eines Regel- und Bewertungswerkes für ein in das Flussauenmodell INFORM zu integrierendes Molluskenmodul (MOMOR). Im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz. - Unveröffentlichtes Gutachten.
- ÖKON (2007): Erstellung eines Regel- und Bewertungswerkes für ein in das Flussauenmodell INFORM zu integrierendes Molluskenmodul - hier: Nachtrag zur Erstellung einer verbesserten Entscheidungsmatrix für den Rhein aufgrund zusätzlicher aktueller Molluskendaten. Im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz. - Unveröffentlichtes Gutachten.
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen - Steckbriefe und Anhang. - www.wasserblick.net [Stand: 30.03.2017].
- POTTGIESSER, T. & T. EHLERT (2012): Typisierung potamaler Altgewässer in Sachsen-Anhalt. - Endbericht im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz Sachsen-Anhalt. 46 S. + Anhänge.
- POTTGIESSER, T., EHLERT, T. & K.-H. JÄHRLING (2013): Altgewässertypologie – ein Instrument zur naturnahen Entwicklung potamaler Altgewässer der Elbe in Sachsen-Anhalt. - Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 50: 24-38.
- SCHNEIDER, E., WERLING, M., STAMMEL, B., JANUSCHKE, K., LEDESMA-KRIST, G., SCHOLZ, M., HERING, D., GELHAUS, M., DISTER, E. & G. EGGER (in Vorbereitung): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg. - Naturschutz und Biologische Vielfalt.
- SCHNITZER, P., EICHEN, C., ELLWANGER, G., NEUKIRCHEN, M. & E. SCHRÖDER (2006): Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. - Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle), Sonderheft 2. 372 S.
- SCHOLZ, M., STAB, S. & K. HENLE [Hrsg.] (2001): Indikation in Auen. Präsentation der Ergebnisse aus dem RIVA-Projekt. - UFZ-Bericht Nr. 8/2001, 181 S.

- SCHOLZ, M., STAB, S., DZIOCK, F. & K. HENLE [Hrsg.] (2004): Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft. Band 4: Lebensräume der Elbe und ihrer Auen. - Weißensee-Verlag Ökologie. 380 S.
- SCHOLZ, M., HENLE, K., DZIOCK, F., STAB, S. & F. FOECKLER [Hrsg.] (2009): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue. - Ulmer Verlag, Stuttgart. 482 S.
- SCHWEVERS, U. & B. ADAM (2010): Bewertung von Auen anhand der Fischfauna – Machbarkeitsstudie. - BfN-Skripten 268. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg. 87 S.
- SLÁDECEK, V. (1964): Zur Ermittlung des Indikations-Gewichtes in der biologischen Gewässeruntersuchung. – Archiv für Hydrobiologie. 60: 241-243.
- SMUKALLA, R. & G. FRIEDRICH (1994): Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundsamtes. - LUA-Materialien Nr. 7. 462 S.
- THIELE, V., MEHL, D., BERLIN, A., VON WEBER, M. & R. BÖRNER (1996): Ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von rückgestauten Fließgewässerbereichen und deren Niederungen im nordostdeutschen Tiefland. - Limnologica 26: 361-374.
- THIELE, V., EISENBARTH, S., KASPER, D. & A. LIPINSKI (2016): Erarbeitung eines bioindikativen Verfahrens zur ökologischen Bewertung urbaner Fließgewässer am Beispiel der Hansestadt Rostock – der Gewässerurbanitätsindex (GUI) wird entwickelt. - Schriftenreihe Umweltingenieurwesen der Universität Rostock 65: 23-42.
- TOCKNER K. & J.A. STANFORD (2002): Riverine flood plains: present state and future trends. - Environmental Conservation 29: 308-330.
- WARINGER, J. & W. GRAF (2002): Trichoptera communities as a tool for assessing the ecological integrity of Danubian floodplains in Lower Austria. - Proc. of 10th International Symposium on Trichoptera, Nova Suppl. Ent.: 617-625.
- WARINGER, J., CHOVANEC, A., STRAIF, M., GRAF, W., RECKENDORFER, W., WARINGER-LÖSCHENKOHL, A., WAIDBACHER, H. & H. SCHULTZ (2005): The Floodplain Index - habitat values and indication weights for molluscs, dragonflies, caddisflies, amphibians and fish from Austrian Danube floodplain waterbodies. - Lauterbornia 54: 177-186.
- WOOLSEY, S., C. WEBER, T. GONSER, E. HOEHN, M. HOSTMANN, B. JUNKER, C. ROULIER, S. SCHWEIZER, S. TIEGS, K. TOCKNER & A. PETER (2005): Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. - Publikation des Rhone-Thur Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 112 S.

Anhänge

Anhang 1: Laufkäfer-Indikatorarten für die Flussauenabschnittstypen

Anhang 2: Exemplarischer biozönotischer Steckbrief für die „Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“

Anhang 3: Autökologische Einstufung der an der Ruhr erfassten Laufkäferarten sowie artspezifische Habitatwerte und Indikationsgewichte als Grundlage für die Bewertung des Artenzustands

Anhang 4: Artenlisten der an der Ruhr erfassten Laufkäferarten mit artspezifischen Habitatwerten, Indikationsgewichten und Abundanzklassen

Anhang 1:
Laufkäfer-Indikatorarten für die Flussauenabschnittstypen

Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (organisch)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (teilmineralisch- organisch)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)	Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes (Sand und Sand-Kies)
<i>Acupalpus maculatus</i>	<i>Acupalpus maculatus</i>	<i>Agonum impressum</i>	<i>Agonum impressum</i>
<i>Bembidion obliquum</i>	<i>Agonum impressum</i>	<i>Amara nigricornis</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>
<i>Bembidion octomaculatum</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>	<i>Amara nitida</i>	<i>Bembidion elongatum</i>
<i>Bembidion transparens</i>	<i>Bembidion obliquum</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>	<i>Bembidion litorale</i>
<i>Carabus menetriesi</i>	<i>Bembidion octomaculatum</i>	<i>Bembidion elongatum</i>	<i>Bembidion maritimum</i>
<i>Chlaenius costulatus</i>	<i>Bembidion ruficolle</i>	<i>Bembidion litorale</i>	<i>Bembidion ruficolle</i>
<i>Chlaenius tristis</i>	<i>Bembidion striatum</i>	<i>Bembidion maritimum</i>	<i>Bembidion striatum</i>
<i>Odacantha melanura</i>	<i>Bembidion transparens</i>	<i>Bembidion ruficolle</i>	<i>Bembidion velox</i>
<i>Oodes gracilis</i>	<i>Bembidion velox</i>	<i>Bembidion striatum</i>	<i>Bradycellus sharpii</i>
	<i>Carabus menetriesi</i>	<i>Bembidion velox</i>	<i>Carabus nodulosus</i>
	<i>Chlaenius costulatus</i>	<i>Bradycellus sharpii</i>	<i>Chlaenius vestitus</i>
	<i>Chlaenius tristis</i>	<i>Carabus nodulosus</i>	<i>Cicindela maritima</i>
	<i>Cicindela maritima</i>	<i>Chlaenius vestitus</i>	<i>Dyschirius intermedius</i>
	<i>Dyschirius obscurus</i>	<i>Cicindela maritima</i>	<i>Dyschirius neresheimeri</i>
	<i>Dyschirius thoracicus</i>	<i>Cymindis macularis</i>	<i>Dyschirius nitidus</i>
	<i>Elaphrus ullrichii</i>	<i>Dyschirius intermedius</i>	<i>Dyschirius obscurus</i>
	<i>Odacantha melanura</i>	<i>Dyschirius neresheimeri</i>	<i>Dyschirius thoracicus</i>
	<i>Omophron limbatum</i>	<i>Dyschirius nitidus</i>	<i>Elaphropus diabrachys</i>
	<i>Oodes gracilis</i>	<i>Dyschirius obscurus</i>	<i>Elaphrus ullrichii</i>
		<i>Dyschirius thoracicus</i>	<i>Limodromus krynickii</i>
		<i>Elaphropus diabrachys</i>	<i>Nebria livida</i>
		<i>Elaphrus ullrichii</i>	<i>Ocydromus genei illigeri</i>
		<i>Harpalus autumnalis</i>	<i>Ocys harpaloides</i>
		<i>Harpalus picipennis</i>	<i>Omophron limbatum</i>
		<i>Harpalus servus</i>	
		<i>Harpalus solitarius</i>	
		<i>Limodromus krynickii</i>	
		<i>Nebria livida</i>	
		<i>Ocydromus genei illigeri</i>	
		<i>Ocys harpaloides</i>	
		<i>Omophron limbatum</i>	

Gefällereiche Flusssau des Flach- und Hügellandes (Kies)	Gefällearme Flusssau des Deckgebirges (Sand und Sand-Kies)	Gefällearme Flusssau des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Gefällereiche Flusssau des Deckgebirges (Sand- und Sand-Kies)
<i>Asaphidion stierlini</i>	<i>Amara infima</i>	<i>Amara gebleri</i>	<i>Asaphidion austriacum</i>
<i>Bembidion ascendens</i>	<i>Amara quenseli silvicola</i>	<i>Asaphidion austriacum</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>
<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	<i>Asaphidion austriacum</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>	<i>Bembidion latinum</i>
<i>Bembidion decorum</i>	<i>Bembidion argenteolum</i>	<i>Bembidion ascendens</i>	<i>Bembidion litorale</i>
<i>Bembidion fasciolatum</i>	<i>Bembidion litorale</i>	<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	<i>Bembidion striatum</i>
<i>Bembidion fluviatile</i>	<i>Bembidion nigricorne</i>	<i>Bembidion azurescens</i>	<i>Bembidion velox</i>
<i>Bembidion maritimum</i>	<i>Bembidion striatum</i>	<i>Bembidion bipunctatum bipunctatum</i>	<i>Cylindera arenaria viennensis</i>
<i>Bembidion modestum</i>	<i>Bembidion velox</i>	<i>Bembidion conforme</i>	<i>Dyschirius abditus</i>
<i>Bembidion monticola</i>	<i>Cylindera arenaria viennensis</i>	<i>Bembidion cruciatum</i>	<i>Dyschirius agnatus</i>
<i>Bembidion saxatile</i>	<i>Cymindis vaporariorum</i>	<i>Bembidion decorum</i>	<i>Dyschirius laeviusculus</i>
<i>Bembidion testaceum</i>	<i>Dyschirius abditus</i>	<i>Bembidion doderoi</i>	<i>Dyschirius politus</i>
<i>Bembidion tibiale</i>	<i>Dyschirius laeviusculus</i>	<i>Bembidion fasciolatum</i>	<i>Elaphrus aureus</i>
<i>Bradycellus sharpii</i>	<i>Elaphrus aureus</i>	<i>Bembidion fluviatile</i>	<i>Harpalus progrediens</i>
<i>Carabus nodulosus</i>	<i>Harpalus flavescens</i>	<i>Bembidion geniculatum</i>	<i>Ocys harpaloides</i>
<i>Chlaenius spoliatus</i>	<i>Harpalus hirtipes</i>	<i>Bembidion litorale</i>	<i>Paratachys fulvicollis</i>
<i>Dicheirotichus rufithorax</i>	<i>Harpalus neglectus</i>	<i>Bembidion millerianum</i>	<i>Paratachys micros</i>
<i>Dyschirius intermedius</i>	<i>Harpalus progrediens</i>	<i>Bembidion modestum</i>	
<i>Dyschirius neresheimeri</i>	<i>Harpalus servus</i>	<i>Bembidion monticola</i>	
<i>Limodromus krynickii</i>	<i>Ocys harpaloides</i>	<i>Bembidion prasinum</i>	
<i>Ocydromus genei illigeri</i>	<i>Paratachys fulvicollis</i>	<i>Bembidion punctulatum</i>	
<i>Ocys harpaloides</i>	<i>Paratachys micros</i>	<i>Bembidion stomoides</i>	
<i>Parophonus maculicornis</i>	<i>Trichocellus cognatus</i>	<i>Bembidion striatum</i>	
<i>Perileptus areolatus</i>		<i>Bembidion testaceum</i>	
<i>Thalassophilus longicornis</i>		<i>Bembidion tibiale</i>	
		<i>Bembidion varicolor</i>	
		<i>Bembidion velox</i>	
		<i>Chlaenius vestitus</i>	
		<i>Cylindera arenaria viennensis</i>	
		<i>Dyschirius abditus</i>	
		<i>Dyschirius laeviusculus</i>	
		<i>Dyschirius thoracicus</i>	
		<i>Elaphropus sexstriatus</i>	
		<i>Elaphrus aureus</i>	
		<i>Harpalus progrediens</i>	
		<i>Nebria livida</i>	
		<i>Nebria picicornis</i>	
		<i>Nebria rufescens</i>	
		<i>Ocys harpaloides</i>	
		<i>Omophron limbatum</i>	
		<i>Paratachys fulvicollis</i>	
		<i>Paratachys micros</i>	
		<i>Perileptus areolatus</i>	
		<i>Thalassophilus longicornis</i>	

Gefällereiche Flusssau des Deckgebirges (Kies-Schotter)	Gefällereiche Flusssau des Grundgebirges (Schotter)	Gefällereiche Flusssau der Alpen/ Voralpen (Kies und Schotter)	Gefällereiche Flusssau der Alpen/ Voralpen (Block-Schotter)
<i>Agonum lugens</i>	<i>Bembidion ascendens</i>	<i>Agonum impressum</i>	<i>Amara schimperii</i>
<i>Agonum piceum</i>	<i>Bembidion conforme</i>	<i>Amara schimperii</i>	<i>Amara tibialis</i>
<i>Agonum thoreyi</i>	<i>Bembidion cruciatum</i>	<i>Amara tibialis</i>	<i>Anchomenus cyaneus</i>
<i>Amara gebleri</i>	<i>Bembidion decorum</i>	<i>Anchomenus cyaneus</i>	<i>Anisodactylus signatus</i>
<i>Asaphidion austriacum</i>	<i>Bembidion doderoi</i>	<i>Anisodactylus signatus</i>	<i>Bembidion ascendens</i>
<i>Bembidion argenteolum</i>	<i>Bembidion geniculatum</i>	<i>Bembidion ascendens</i>	<i>Bembidion atrocaeruleum</i>
<i>Bembidion ascendens</i>	<i>Bembidion latinum</i>	<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	<i>Bembidion complanatum</i>
<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	<i>Bembidion millerianum</i>	<i>Bembidion complanatum</i>	<i>Bembidion cruciatum</i>
<i>Bembidion azurescens</i>	<i>Bembidion prasinum</i>	<i>Bembidion cruciatum</i>	<i>Bembidion decorum</i>
<i>Bembidion bipunctatum bipunctatum</i>	<i>Bembidion tibiale</i>	<i>Bembidion decorum</i>	<i>Bembidion distinguendum</i>
<i>Bembidion conforme</i>	<i>Bembidion varicolor</i>	<i>Bembidion distinguendum</i>	<i>Bembidion doderoi</i>
<i>Bembidion cruciatum</i>	<i>Harpalus progrediens</i>	<i>Bembidion doderoi</i>	<i>Bembidion fasciolatum</i>
<i>Bembidion decorum</i>	<i>Nebria picicornis</i>	<i>Bembidion fasciolatum</i>	<i>Bembidion fulvipes</i>
<i>Bembidion doderoi</i>	<i>Nebria rufescens</i>	<i>Bembidion fulvipes</i>	<i>Bembidion geniculatum</i>
<i>Bembidion fasciolatum</i>	<i>Ocys harpaloides</i>	<i>Bembidion geniculatum</i>	<i>Bembidion longipes</i>
<i>Bembidion fluviatile</i>	<i>Platynus scrobiculatus</i>	<i>Bembidion longipes</i>	<i>Bembidion millerianum</i>
<i>Bembidion geniculatum</i>	<i>Thalassophilus longicornis</i>	<i>Bembidion millerianum</i>	<i>Bembidion prasinum</i>
<i>Bembidion latinum</i>	<i>Trechus austriacus</i>	<i>Bembidion prasinum</i>	<i>Bembidion pseudascendens</i>
<i>Bembidion litorale</i>		<i>Bembidion pseudascendens</i>	<i>Bembidion punctulatum</i>
<i>Bembidion millerianum</i>		<i>Bembidion punctulatum</i>	<i>Bembidion scapulare</i>
<i>Bembidion modestum</i>		<i>Bembidion scapulare</i>	<i>Bembidion tibiale</i>
<i>Bembidion monticola</i>		<i>Bembidion tibiale</i>	<i>Bembidion varicolor</i>
<i>Bembidion prasinum</i>		<i>Bembidion varicolor</i>	<i>Dicheirotichus rufithorax</i>
<i>Bembidion punctulatum</i>		<i>Carabus nodulosus</i>	<i>Dyschirius agnatus</i>
<i>Bembidion stomoides</i>		<i>Dicheirotichus rufithorax</i>	<i>Harpalus tenebrosus</i>
<i>Bembidion striatum</i>		<i>Dyschirius agnatus</i>	<i>Nebria jockischii</i>
<i>Bembidion testaceum</i>		<i>Harpalus progrediens</i>	<i>Nebria picicornis</i>
<i>Bembidion tibiale</i>		<i>Harpalus tenebrosus</i>	<i>Nebria rufescens</i>
<i>Bembidion varicolor</i>		<i>Nebria jockischii</i>	<i>Ophonus ardosiacus</i>
<i>Bembidion velox</i>		<i>Nebria picicornis</i>	<i>Ophonus melletii</i>
<i>Chlaenius vestitus</i>		<i>Nebria rufescens</i>	<i>Sinehostictus ruficorne</i>
<i>Cylindera arenaria viennensis</i>		<i>Ocys harpaloides</i>	<i>Thalassophilus longicornis</i>
<i>Demetrias imperialis</i>		<i>Ophonus ardosiacus</i>	
<i>Dyschirius abditus</i>		<i>Ophonus melletii</i>	
<i>Dyschirius agnatus</i>		<i>Platynus scrobiculatus</i>	
<i>Dyschirius laeviusculus</i>		<i>Sinehostictus ruficorne</i>	
<i>Dyschirius nitidus</i>		<i>Thalassophilus longicornis</i>	
<i>Dyschirius politus</i>			
<i>Dyschirius thoracicus</i>			
<i>Elaphropus sexstriatus</i>			
<i>Elaphrus aureus</i>			
<i>Harpalus progrediens</i>			
<i>Nebria livida</i>			
<i>Nebria picicornis</i>			
<i>Nebria rufescens</i>			
<i>Ocys harpaloides</i>			
<i>Odacantha melanura</i>			
<i>Omophron limbatum</i>			
<i>Paradromius longiceps</i>			
<i>Paratachys fulvicollis</i>			
<i>Paratachys micros</i>			
<i>Perileptus areolatus</i>			
<i>Platynus livens</i>			
<i>Thalassophilus longicornis</i>			

Anhang 2:
Exemplarischer biozönotischer Steckbrief für die
„Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges (Schotter)“

Gefällereiche Flussaue des Grundgebirges mit Winterhochwassern

LAWA-Fließgewässertyp: 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges

Allgemeine Charakterisierung

Großlandschaft: Grundgebirge

Geographische Lage und Beispiel für Regionen:

Rheinisches Schiefergebirge, Bayrischer Wald, Oberpfälzischer Wald, Erzgebirge und Thüringer Wald

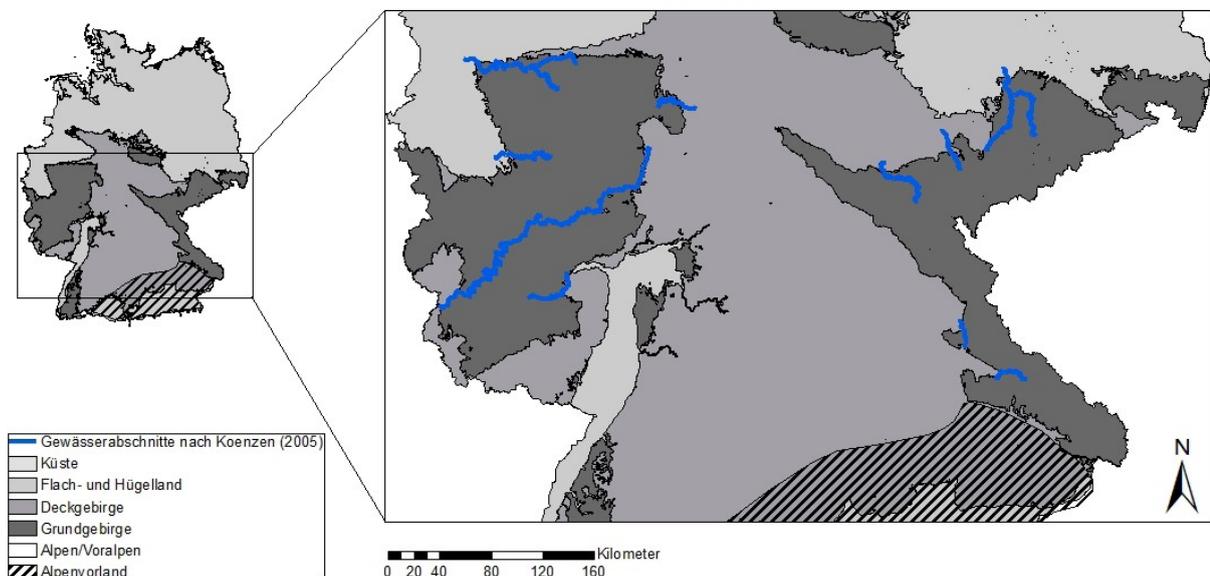


Abbildung 1: Geographische Lage der Auen gefällereicher Flüsse des Grundgebirges (Schotter) mit EZG > 1000 km² (verändert nach KOENZEN, 2005)

Morphologische und vegetationskundliche Kurzbeschreibung eines naturnahen Auenabschnitts

Aufgrund von großen Abflussschwankungen im Jahresverlauf mit ausgeprägten Extremabflüssen handelt es sich um einen sehr dynamischen Flussauenabschnittstyp mit einer hohen Habitatvielfalt in den Ufer- und Auenbereichen. Es finden sich permanent oder temporär durchflossene Nebengerinne sowie temporäre Auengewässer, die häufig durch Laichkraut-Gesellschaften besiedelt sind. Aus der Dynamik resultieren ausgedehnte vegetationsfreie Kies- und Schotterbänke sowie vegetationsarme Uferbereiche mit Zweizahnfluren. Zudem sind steile, vegetationsfreie Uferabbrüche an Prall- und Gleithängen ausgebildet. Bereiche im Übergang zwischen Ufer und Aue sind durch Röhrichte, Hochstaudenfluren sowie Erlen und Weiden gekennzeichnet. Oft findet man hier große Totholzakkumulationen. In Abhängigkeit von der Talform variiert die Ausprägung der Auen. Während sie in Engtälern schmal sind, können die Auen in breiten Tälern eine laterale Ausdehnung von mehreren hundert Metern erreichen. Charakteristisch für Auen dieses Auenabschnittstyps ist das Vorkommen von Weichholz-Auwald (Silberweiden-Wald, Erlen-Eschenwald) und Hartholzauwald (Eichen-Hainbuchenwald).

Abiotische Parameter

Einzugsgebietsgröße:	1.000 – 6.000 km ²
Talform:	Gefällereiche Eng-, Mäander- und Sohlentäler
Höhenlage:	20 – 400 m ü. NN
Auengefälle:	1 – 2 ‰ (gefällereich)
Abflussregime:	Pluvial
Überflutungscharakteristik:	Häufigere kurzzeitige Überflutungen und extrem schneller Hochwasserwellenverlauf
Laufform:	
– Lauftyp	vorherrschend nebengerinnereich, in Engtälern teilweise mit schmalen Einbettgerinnen
– Windungsgrad	schwach gewunden bis gewunden, mäandrierend nur in starken Talwindungen



Abbildung 2: Ruhr bei Arnsberg mit charakteristischen vegetationsarmen Kiesbänken, Uferröhricht und Weidengebüschen (Foto: K. Januschke)

Biozönotisch relevante Parameter

Schlüsselhabitate und -substrate als leitbildspezifische Zielhabitate

(dunkelgrau = vorherrschend, hellgrau = häufig, nicht vorkommend / untergeordnet)

Biozönotisch relevante Mesohabitate	Aquatisch	Permanent oder temporär durchflossene Nebengerinne
		Altmäander/-gürtel
		Permanente Stillgewässer (stehend)
		Temporäre Stillgewässer (stehend)
		Wasserpflanzengesellschaften
	Semiterrestrisch	Vegetationsarme und -freie Uferbänke
		Pionierfluren
		Großseggenriede, Röhrichte
		Niedermoore
	Terrestrisch	Gebüsche und Hochstaudenfluren
		Weichholz-Auwald
		Hartholz- Auwald
		Dünen, Flugsandfelder
Biozönotisch relevante Mikrohabitate	Basis- und Decksubstrate	Organisches Material (Grob- und Feinmaterial, Moose, Torf)
		Ton, Lehm
		Sand, Sand-Kies
		Kies
		Schotter
		Blöcke

Charakteristische Vegetationseinheiten nach KOENZEN (2005)

(dunkelgrau = vorherrschend; weiß = untergeordnet / nicht vorkommend)

Fließgewässervegetation
Stillgewässervegetation
Vegetationsfreie Bereiche
Zweizahn- u. Zwergbinsenfluren, Flutrasen
Pioniervegetation der feuchten und nassen Rohbodenstandorte
Pioniervegetation der trockenen Rohbodenstandorte
Röhrichte u. Rieder
Gehölzfreie Überflutungsvegetation
Weidengebüsche
Erlenbruch
Erlen-Eschenwald
Eschenwald
Grauerlenwald
Silberweiden-Wald
Gebüsche trockener Standorte
Eichen-Hainbuchen-Wald
Eichen-Ulmenwald
Schneehaiden-Kiefernwald
Sandtrockenrasen
Sträucher und Vorwälder
Trockenrasen

Prozentuales Vorkommen von Vegetationseinheiten in Abhängigkeit von geringer, mittlerer und hoher Dynamik

abgeleitet aus Ökogrammen von KOENZEN (2005)

Vegetationseinheit	Geringe Morphodynamik	Mittlere Morphodynamik	Hohe Morphodynamik
Fließgewässervegetation	≤ 10 %	≤ 10 %	0%
Stillgewässervegetation	≤ 10 %	0%	0%
Vegetationsfreie Bereiche	~ 15 %	15 - 25 %	25 - 100 %
Zweizahnfluren, Flutrasen	≤ 10 %	~10 %	10 - 15 %
Röhrichte und Rieder	≤ 10 %	~10 %	5 - 10 %
Weidengebüsche	0%	≤ 10 %	≤ 10 %
Auwälder	~ 55 %	50 - 55 %	≤ 50 %

FFH-Lebensraum- und Biotoptypen

(dunkelgrau = für den Auenabschnittstyp relevante Lebensraumtypen).

FFH-Lebensraumtyp-Kennziffer	FFH-Lebensraumtyp-Bezeichnung	Biotoptypen/-gruppen (nach DRL, 2009)
3110	Oligotrophe, sehr schwach mineralische Gewässer der Sandebenen (<i>Littorelletalia uniflorae</i>)	Abbaugewässer, Tümpel
3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der <i>Littorelletea uniflorae</i> und/oder der <i>Isoeto- Nanojuncetea</i>	Altwasser, Abbaugewässer, Tümpel
3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen	Abbaugewässer, Tümpel
3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des <i>Magnopotamions</i> oder <i>Hydrocharitions</i>	Abbaugewässer, Altwasser, Röhrichte, Tümpel
3160	Dystrophe Seen und Teiche	Abbaugewässer
3220	Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation	Fließende Gewässer
3230	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Myricaria germanica</i>	Fließende Gewässer
3240	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i>	Fließende Gewässer
3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des <i>Ranunculion fluitantis</i> und des <i>Callitricho-Batrachion</i>	Röhrichte
3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des <i>Chenopodion rubri</i> p.p. und des <i>Bidention</i> p.p	Zeitweilig trocken fallende Lebensräume unterhalb des Mittelwasserbereichs an Fließgewässern
7150	Torfmoor-Schlenken (<i>Rhynchosporion</i>)	Tümpel
6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (<i>Molinion caeruleae</i>)	Feucht- und Nassgrünland
6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe	Krautige Ufersäume oder – fluren an Gewässern
6440	Brenndolden-Auenwiesen (<i>Cnidion dubii</i>)	Feucht- und Nassgrünland
6510	Magere Flachland-Mähwiesen (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	Artenreiches Grünland frischer Standorte
91E0	Auen-Wälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	Fließgewässerbegleitende Erlen-Eschenwälder, Weichholzaue
91F0	Hartholzaewälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmion minoris</i>)	Hartholzaue
2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i> (Dünen im Binnenland)	Sandtrockenrasen
6120	Trockene, kalkreiche Sandrasen	Sandtrockenrasen

Schlüsselarten

Vegetation

Charakteristische Pflanzenverbände und -assoziationen

Pflanzenverbände	Pflanzenassoziationen
Fluthahnenfußgesellschaften	Fluthahnenfuß-Gesellschaft
	Gesellschaft des Hakenwassersterns
	Gesellschaft des Nußfrüchtigen Wassersterns
	Gesellschaft des untergetauchten Merks
Untergetauchte Laichkrautgesellschaften	Gesellschaft des Glänzenden Laichkrautes
	Gesellschaft des Kammlaichkrautes
	Hornblatt-Gesellschaft
	Teichfaden-Gesellschaft
Kleinröhrichte, Bachröhrichte	Brunnenkressen-Röhrichte
	Faltsüßgras-Bestände
	Flutsüßgras-Bestände
	Knotensellerie-Merk-Röhrichte
	Quellgras-Bestände
	Reisquecken-Röhrichte
Zweizahn-Gesellschaften	Gifthahnenfuß-Gesellschaft
	Rotfuchsschwanz-Rasen
	Strandampfer-Gesellschaft
	Sumpfpfeffer-Gesellschaft
	Wasserpfeffer-Zweizahnflur
Weidengebüsche	Grauweiden-Busch
	Ohrweiden- Gebüsch und -Birkenbruch
Silberweiden-Wald	Silberweiden(au)wald
Auenwälder	Johannisbeer- Eschen-Auwald
	Schwarzerlen-Eschen-Auwald
	Winkelseggen-Erlen-Eschenwald
Eichen- Hainbuchen-Wald	Waldlabkraut-Eichen-Hainbuchen-Wald
Zwergbinsen-Fluren	Bitterlings-Gesellschaft
	Borstenbinsen-Gesellschaft
	Büchsenkraut- Teichriedgesellschaft
	Kleinlings-Gesellschaft
	Zindelkraut-Gesellschaft
	Zypergras-Gesellschaft
	Zypergras-Schlammkraut-Gesellschaft
Zypergrasseggen-Teichriedgesellschaft	

Charakter- und Differentialarten der charakteristischen Pflanzenverbände

Verband	
Charakterarten	Differentialarten
<i>Alnus incana</i>	<i>Agrostis gigantea</i>
<i>Alopecurus aequalis</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
<i>Bidens tripartita</i>	<i>Cardamine pratensis</i>
<i>Carex brizoides</i>	<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Elatine hexandra</i>
<i>Chenopodium rubrum</i>	<i>Elymus caninus</i>
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	<i>Epilobium parviflorum</i>
<i>Circaea lutetiana</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i>
<i>Cyperus fuscus</i>	<i>Hesperis matronalis</i>
<i>Equisetum hyemale</i>	<i>Impatiens noli-tangere</i>
<i>Festuca gigantea</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Gagea lutea</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Populus nigra</i>
<i>Impatiens noli-tangere</i>	<i>Prunus padus</i>
<i>Juncus bufonius</i>	<i>Stachys sylvatica</i>
<i>Lysimachia nemorum</i>	<i>Vitis sylvestris</i>
<i>Nuphar lutea</i>	
<i>Nymphaea alba</i>	
<i>Nymphoides peltata</i>	
<i>Poa remota</i>	
<i>Persicaria amphibia</i>	
<i>Polygonum hydropiper</i>	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	
<i>Polygonum minus</i>	
<i>Potentilla supina</i>	
<i>Prunus padus</i>	
<i>Ranunculus fluitans</i>	
<i>Ranunculus penicillatus</i>	
<i>Ranunculus sceleratus</i>	
<i>Ribes rubrum sylvestre</i>	
<i>Rorippa palustris</i>	
<i>Rumex maritimus</i>	
<i>Salix alba</i>	
<i>Salix aurita</i>	
<i>Salix cinerea</i>	
<i>Salix fragilis</i>	
<i>Salix multinervius</i>	
<i>Salix rubens</i>	
<i>Salix triandra</i>	
<i>Salix viminalis</i>	
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	
<i>Stachys sylvatica</i>	
<i>Trapa natans</i>	
<i>Ulmus laevis</i>	
<i>Veronica beccabunga</i>	

Assoziation	
Charakterarten	Differentialarten
<i>Alnus incana</i>	<i>Alnus incana</i>
<i>Alopecurus aequalis</i>	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>
<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Clematis vitalba</i>
<i>Bidens cernua</i>	<i>Linum catharticum</i>
<i>Bidens radiata</i>	<i>Montia rivularis</i> (aquatica)
<i>Botrydium granulatum</i>	<i>Nasturtium officinale</i> (submersum)
<i>Callitriche cophocarpa</i> (submersum)	<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i>
<i>Callitriche hamulata</i> (submersum)	<i>Ranunculus circinatus</i>
<i>Callitriche obtusangula</i> (submersum)	<i>Rumex maritimus</i>
<i>Callitriche stagnalis</i> (submersum)	<i>Sagina ciliata</i>
<i>Carex bohémica</i>	<i>Sagina nodosa</i>
<i>Carex pendula</i>	<i>Sorbus torminalis</i>
<i>Carex remota</i>	<i>Veronica beccabunga</i> (submersum)
<i>Catabrosa aquatica</i>	
<i>Centaurium pulchellum</i>	
<i>Centunculus minimus</i>	
<i>Cephalanthera damasonium</i>	
<i>Cephalanthera rubra</i>	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	
<i>Cicendia filiformis</i>	
<i>Circaea intermedia</i>	
<i>Cyperus flavescens</i>	
<i>Cyperus fuscus</i>	
<i>Eleocharis ovata</i>	
<i>Equisetum hyemale</i>	
<i>Galium sylvaticum</i>	
<i>Glyceria fluitans</i>	
<i>Glyceria plicata</i>	
<i>Isolepis setacea</i>	
<i>Leersia oryzoides</i>	
<i>Limosella aquatica</i>	
<i>Lindernia procumbens</i>	
<i>Lithospermum purpurocaeruleum</i>	
<i>Ludwigia palustris</i>	
<i>Lysimachia nemorum</i>	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	
<i>Najas flexilis</i>	
<i>Najas marina</i>	
<i>Nasturtium officinale s. l.</i>	
<i>Physcomitrella patens</i>	
<i>Physcomitrium eurystomum</i>	
<i>Polygonum hydropiper</i>	
<i>Potamogeton alpinus</i>	
<i>Potamogeton alpinus</i> (submersum)	

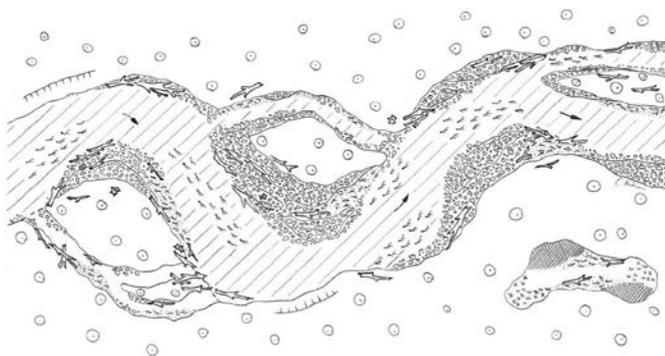
Assoziation	
Charakterarten	Differentialarten
<i>Potamogeton crispus</i>	
<i>Potamogeton decipiens</i>	
<i>Potamogeton gramineus</i>	
<i>Potamogeton lucens</i>	
<i>Potamogeton natans</i>	
<i>Potamogeton nodosus</i>	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	
<i>Potamogeton praelongus</i>	
<i>Potentilla supina</i>	
<i>Radiola linoides</i>	
<i>Ranunculus fluitans</i>	
<i>Ranunculus penicillatus</i>	
<i>Ranunculus sceleratus</i>	
<i>Ribes rubrum</i>	
<i>Riccia cavernosa</i>	
<i>Rumex maritimus</i>	
<i>Rumex palustris</i>	
<i>Salix alba</i>	
<i>Salix aurita</i>	
<i>Salix cinerea</i>	
<i>Salix fragilis</i>	
<i>Salix multinervis</i>	
<i>Salix pentandra</i>	
<i>Sium erectum</i>	
<i>Sium erectum</i> (submersum)	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. (submersum)	
<i>Zannichellia palustris</i>	

Laufkäfer

Artname	
<i>Bembidion ascendens</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion conforme</i>	Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion cruciatum</i>	Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen,
	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion decorum</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion doderoi</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion geniculatum</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion latinum</i>	Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen
<i>Bembidion millerianum</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion prasinum</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion tibiale</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Bembidion varicolor</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Harpalus progrediens</i>	Auwald
<i>Nebria picicornis</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Nebria rufescens</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Ocys harpaloides</i>	Auwald, Sumpf-, und Bruchwald, Weidengebüsche nasser Standorte u. a. (inkl. Vorwaldstadien nährstoffreicher Moore)
<i>Platynus scrobiculatus</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Thalassophilus longicornis</i>	Vegetationsarme Ufer mit Geröll, Schotter, Kies
<i>Trechus austriacus</i>	Vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen

Habitatskizze

(nach DÖBBELT-GRÜNE et al., 2014)



- | | |
|---|--|
|  Steine / Schotter / Kies (überwiegend dynamisch) |  Makrophyten - Stillwasserarten |
|  Steine / Schotter / Kies (überwiegend lagestabil) |  Großblaukräuter, Röhrichte |
|  Steine / Schotter / Kies (nicht überspült) |  Lebensraumtypische Gehölze (Stamm) |
|  Sand / Schluff / Ton |  Hochflutrinne |
|  Sand / Schlamm / organisches Material (Falllaub / Detritus) |  Abbruchufer / Böschungskante |
|  Totholz |  Altarm / Altwasser |
|  Wurzelballen |  Strömung |

Anhang 3:
Einstufung der an der Ruhr erfassten Laufkäferarten sowie
artspezifische Habitatwerte und Indikationsgewichte als Grundlage für die
Bewertung des Artenzustands

Artnamen	H1: Habitate ohne Auenbezug	H2: Grünlandhabitats	H3: sonstige Auenhabitats (nicht leitbildspezifisch)	H4: häufige Schlüsselhabitats	H5: prägende Schlüsselhabitats	Habitatswert	Indikationsgewicht
<i>Abax parallelepipedus</i>	7	0	0	0	3	2,2	4
<i>Agonum emarginatum</i>	0	1	9	0	0	2,9	4
<i>Agonum marginatum</i>	0	0	7	0	3	3,6	4
<i>Agonum micans</i>	0	2	4	0	4	3,6	3
<i>Agonum muelleri</i>	5	3	2	0	0	1,7	3
<i>Amara eurynota</i>	7	0	0	3	0	1,9	4
<i>Amara similata</i>	4	2	0	4	0	2,4	3
<i>Anchomenus dorsalis</i>	8	0	0	2	0	1,6	4
<i>Asaphidion flavipes</i>	6	0	2	2	0	2	3
<i>Bembidion articulatum</i>	0	0	7	0	3	3,6	4
<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	0	0	0	5	5	4,5	4
<i>Bembidion decorum</i>	0	0	0	0	10	5	5
<i>Bembidion femoratum</i>	3	0	0	5	2	3,3	3
<i>Bembidion lampros</i>	2	2	2	2	2	3	1
<i>Bembidion millerianum</i>	0	0	0	0	10	5	5
<i>Bembidion monticola</i>	0	0	3	3	4	4,1	3
<i>Bembidion obliquum</i>	0	0	10	0	0	3	5
<i>Bembidion punctulatum</i>	0	0	0	5	5	4,5	4
<i>Bembidion schueppelii</i>	0	0	5	3	3	4,2	3
<i>Bembidion tetracolum</i>	3	0	3	0	4	3,2	3
<i>Bembidion tibiale</i>	0	0	0	0	10	5	5
<i>Chlaenius vestitus</i>	0	0	3	3	4	4,1	3
<i>Clivina fossor</i>	10	0	0	0	0	1	5
<i>Dyschirius globosus</i>	2	2	2	2	2	3	1
<i>Elaphropus parvulus</i>	2	0	2	4	2	3,4	2
<i>Elaphropus quadrisignatus</i>	3	0	0	3	4	3,5	3
<i>Elaphrus cupreus</i>	0	1	4	0	5	3,9	3
<i>Elaphrus riparius</i>	0	0	4	3	3	3,9	3
<i>Limodromus assimilis</i>	3	3	0	0	4	2,9	3
<i>Loricera pilicornis</i>	2	2	2	2	2	3	1
<i>Nebria brevicollis</i>	2	0	6	0	2	3	3
<i>Notiophilus biguttatus</i>	10	0	0	0	0	1	5
<i>Oxytelus obscurus</i>	0	5	2	0	3	3,1	3
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	0	3	3	0	4	3,5	3
<i>Paranchus albipes</i>	0	0	4	2	4	4	3
<i>Poecilus versicolor</i>	4	6	0	0	0	1,6	4
<i>Pterostichus melanarius</i>	2	2	2	2	2	3	1
<i>Pterostichus nigrita</i>	0	3	5	0	2	3,1	3
<i>Pterostichus strenuus</i>	2	4	3	0	1	2,4	2
<i>Pterostichus vernalis</i>	2	3	3	0	2	2,7	2
<i>Thalassophilus longicornis</i>	0	0	0	0	10	5	5
<i>Trechus quadristriatus</i>	2	2	2	2	2	3	1

Anhang 4:
Artenlisten der an der Ruhr erfassten Laufkäferarten mit
artspezifischen Habitatwerten, Indikationsgewichten und
Abundanzklassen

Artname	Habitatwert	Indikationsgewicht	D_2010	D_2011	D_2012	R1_2010	R1_2011	R1_2012	R2_2010	R2_2011	R2_2012	R3_2010	R3_2011	R3_2012
<i>Abax parallelepipedus</i>	2,2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Agonum emarginatum</i>	2,9	4	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Agonum marginatum</i>	3,6	4	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0
<i>Agonum micans</i>	3,6	3	0	1	0	1	2	0	1	2	2	0	1	2
<i>Agonum muelleri</i>	1,7	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Amara eurynota</i>	1,9	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amara similata</i>	2,4	3	0	0	2	0	0	0	3	1	1	0	2	0
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1,6	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Asaphidion flavipes</i>	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Bembidion articulatum</i>	3,6	4	0	0	0	1	0	0	1	3	0	2	0	1
<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	4,5	4	1	1	0	4	4	5	4	5	5	3	4	5
<i>Bembidion decorum</i>	5	5	1	1	1	4	4	4	2	4	4	3	4	4
<i>Bembidion femoratum</i>	3,3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0
<i>Bembidion lampros</i>	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bembidion millerianum</i>	5	5	0	0	0	1	1	2	0	0	4	0	0	1
<i>Bembidion monticola</i>	4,1	3	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0
<i>Bembidion obliquum</i>	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bembidion punctulatum</i>	4,5	4	0	0	0	1	2	2	1	3	2	0	1	2
<i>Bembidion schueppelii</i>	4,2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Bembidion tetracolum</i>	3,2	3	2	1	1	4	4	3	4	4	3	2	3	3
<i>Bembidion tibiale</i>	5	5	0	0	2	1	1	3	1	2	4	3	3	3
<i>Chlaenius vestitus</i>	4,1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Clivina fossor</i>	1	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Dyschirius globosus</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Elaphropus parvulus</i>	3,4	2	0	0	0	1	0	0	2	0	3	0	0	2
<i>Elaphropus quadrisignatus</i>	3,5	3	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0
<i>Elaphrus cupreus</i>	3,9	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0
<i>Elaphrus riparius</i>	3,9	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	1
<i>Limodromus assimilis</i>	2,9	3	0	2	0	1	2	0	0	2	0	3	3	2
<i>Loricera pilicornis</i>	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Artname	Habitatwert	Indikationsgewicht	D_2010	D_2011	D_2012	R1_2010	R1_2011	R1_2012	R2_2010	R2_2011	R2_2012	R3_2010	R3_2011	R3_2012
<i>Nebria brevicollis</i>	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notiophilus biguttatus</i>	1	5	2	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	3,1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	3,5	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Paranchus albipes</i>	4	3	1	1	2	4	1	2	1	4	3	3	2	3
<i>Poecilus versicolor</i>	1,6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pterostichus melanarius</i>	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pterostichus nigrita</i>	3,1	3	0	0	1	2	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Pterostichus strenuus</i>	2,4	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pterostichus vernalis</i>	2,7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Thalassophilus longicornis</i>	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Trechus quadristriatus</i>	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	Artenzustand AZ _{PA}		9,6	9,4	12,3	22,7	20,1	17,9	18,1	21,6	22,2	16,3	21,5	22,8
	Artenzustand AZ _A		12,1	10,3	17,8	43,0	40,9	45,5	32,0	57,9	63,9	37,6	44,9	54,4