

River Ecosystem Service Index (RESI) - Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen

Titelbild: Untere Mulde im Biosphärenreservat Mittelelbe, Foto: Michael Vieweg, UFZ

Herausgeber: Christine Fischer-Bedtke, Helmut Fischer, Dietmar Mehl, Simone A. Podschun, Martin Pusch, Barbara Stammel & Mathias Scholz

Redaktion:

Dr. Christine Fischer-Bedtke
Dipl.-Ing. Mathias Scholz
Department Naturschutzforschung
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
E-Mail: mathias.scholz@ufz.de

Druck: DDF Digitaldruckfabrik GmbH, Werkstättenstraße 31/ Halle K, 04319 Leipzig



Förderhinweis:

Die Arbeiten erfolgten im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes „River Ecosystem Service Index“ (RESI) mit dem Förderkennzeichen 033W024A-K. RESI ist Teil der Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland“ (ReWaM) im BMBF-Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA). Die Verantwortung für den Inhalt dieser und der folgenden Veröffentlichungen liegt bei den Autoren.

Weitere Informationen gibt es auf der Projekt-Homepage www.resi-project.info/



UFZ-BERICHT 2|2020

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

ISSN 0948-9452

River Ecosystem Service Index (RESI) - Methoden zur Quantifizierung und Bewertung ausgewählter Ökosystemleistungen in Flüssen und Auen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung	1
Einführung in den River Ecosystem Services (RESI) - Ansatz	5
PODSCHUN, S. A., FISCHER-BEDTKE, C., ALBERT, C., DAMM, C., DEHNHARDT, A., FISCHER, H., FOCKLER, F., GELHAUS, M., HARTJE, V., HOFFMANN, T. G., KASPERIDUS, H. D., MEHL, D., PUSCH, M., RITZ, S., RUMM, A., SCHULZ-ZUNKEL, C., STAMMEL, B., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C. & M. SCHOLZ	
Ökosystemleistungen der Flüsse und ihrer Auen: Einflussfaktoren und Nutzungen	17
FISCHER-BEDTKE, C., VILOVIĆ, V., PODSCHUN, S. A., ALBERT, C., DAMM, C., FISCHER, H., FOCKLER, F., GELHAUS, M., HARTJE, V., HOFFMANN, T. G., KASPERIDUS, H. D., MEHL, D., PUSCH, M., RITZ, S., RUMM, A., SCHULZ-ZUNKEL, C., STAMMEL, B., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C., SCHOLZ, M. & A. DEHNHARDT	
Quantifizierung und Bewertung versorgender Ökosystemleistungen	59
DEHNHARDT, A., RAYANOV, M., HARTJE, V., SANDER, A., HORLITZ, T. & T. BENNER	
Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Rückhalt von Treibhausgasen / Kohlenstoffsequestrierung, Hochwasser-, Niedrigwasser- und Sedimentregulation, Bodenbildung in Auen sowie Kühlwirkung der Gewässer und terrestrischen Böden	77
MEHL, D., HOFFMANN, T. G. & I. IWANOWSKI	
Quantifizierung und Bewertung regulativer Ökosystemleistungen: Retention	93
RITZ, S., LINNEMANN, K., BECKER, A., KASPERIDUS, H. D., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., VENOHR, M., WILDNER, M. & H. FISCHER	
Analyse und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung – bundesweiter Ansatz für die Aue	141
SCHOLZ, M., DAMM, C., FISCHER-BEDTKE, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., GERSTNER, L., KASPERIDUS, H. D., RUMM, A., STAMMEL, B. & K. HENLE	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung – Detailansatz für die Aue	149
FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., GERSTNER, L., KASPERIDUS, H. D., RUMM, A., STAMMEL, B. & M. SCHOLZ	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung im Fluss – AquaRESI	171
NISSL, M., STAMMEL, B., LENTZ, A., FOCKLER, F., PARZEFALL, C., FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., KASPERIDUS, H. D., SCHOLZ, M. & A. RUMM	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der floristischen Ausstattung – Florix	181
STAMMEL, B., DAMM, C., FISCHER-BEDTKE, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., HORCHLER, P., KASPERIDUS, H. D., RUMM, A. & M. SCHOLZ	
Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der Molluskenfauna – Mollix	193
RUMM, A., SCHOLZ, M., STAMMEL, B., FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L. & F. FOCKLER	

Regelwerk für Maßnahmen in den Modellgebieten für den Habitatindex	209
DAMM, C., GERSTNER, L., FISCHER-BEDTKE, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., RUMM, A., STAMMEL, B. & M. SCHOLZ	
Erfassung und Bewertung kultureller Ökosystemleistungen von Flusslandschaften	213
THIELE, J., ALBERT, C. & C. VON HAAREN	
Anwendung des RESI Habitatindex für die Modellregionen am Oberrhein	253
DAMM, C., LOTTI, J., FISCHER-BEDTKE, C., FOCKLER, F., GELHAUS, M., RUMM, A., SCHOLZ, M., STAMMEL, B. & L. GERSTNER.	
Ergebnisse der Quantifizierung und Bewertung von Ökosystemleistungen vor und nach der Renaturierung der Nebel	273
MEHL, D., FISCHER-BEDTKE, C., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., IWANOWSKI, J., PODSCHUN, S. A., RUMM, A., SCHOLZ, M. & B. STAMMEL	
Ergebnisse der Quantifizierung und Bewertung von Ökosystemleistungen bei Umsetzung typspezifischer Gewässerentwicklungsflächen an der Nahe von Hoppstädten-Weiersbach bis zur Mündung in den Rhein bei Bingen	293
FISCHER-BEDTKE, C., IWANOWSKI, J., PODSCHUN, S. A., BECKER, A., FISCHER, H., DAMM, C., GELHAUS, M., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., HORNUNG, L., KASPERIDUS, H. D., LINNEMANN, K., RITZ, S., RUMM, A., STAMMEL, B., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., THIELE, J., VENOHR, M., WILDNER, M. & D. MEHL	
Ergebnisse der Ökosystemleistungs-Quantifizierung und -bewertung für geplante Hochwasserschutzmaßnahmen an der Donau von der Iller- bis zur Lechmündung	325
GELHAUS, M., PODSCHUN, S. A., ALBERT, C., BECKER, A., CHAKHVASHVILI, E., FISCHER-BEDTKE, C., FISCHER, H., DAMM, C., GERSTNER, L., HOFFMANN, T. G., IWANOWSKI, J., KASPERIDUS, H. D., LINNEMANN, K., MEHL, D., PUSCH, M., RAYANOV, M., RITZ, S., RUMM, A., SANDER, A., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C., WILDNER, M. & B. STAMMEL	
Anwendung des River Ecosystem Service Index (RESI) in der Wasserwirtschaft und im Naturschutz	365
PUSCH, M., PODSCHUN, S. A., STAMMEL, B., FISCHER, H., FISCHER-BEDTKE, C., MEHL D. & M. SCHOLZ	
Anschriften der Autoren	373
Abkürzungsverzeichnis	375
Glossar	377

Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der floristischen Ausstattung – Florix

STAMMEL, B., DAMM, C., FISCHER-BEDTKE, C., FOECKLER, F., GELHAUS, M., HORCHLER, P., KASPERIDUS, H., RUMM, A. & M. SCHOLZ

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	182
2	Methodisches Vorgehen	183
2.1	Bewertungskriterien	184
2.1.1	Auentypische Biotop (AT)	184
2.1.2	Hydrodynamik (Hy)	186
2.1.3	Naturschutzfachlich bedeutsam (gefährdet und geschützt) (Nat)	186
2.1.4	Geographische Bindung an Auen (Geo)	186
2.1.5	Gesamtartenzahl (N)	186
2.2	Festlegung der regionalen Grenzwerte	186
2.3	Anwendung der regionalen Grenzwerte	189
3	Literaturverzeichnis	190

1 Einführung

Der entwickelte Habitatindex im Projekt „River Ecosystem Services Index“ (RESI) (Fischer-Bedtke et al. 2020 in diesem Buch, Fischer et al. 2019) verwendet als bestimmende Eingangsgröße der Bewertung Biotoptypen (RESI-Biotoptypen), die auch die Artenvielfalt von Pflanzen als Proxy darstellen sollen. Einzelbiotope des gleichen Typs können aber von sehr unterschiedlicher Qualität und Artausstattung sein: z. B. können Stromtalwiesen trotz wiederhergestellter intakter Standortbedingungen (v.a. Hydrologie) verarmt an Arten bleiben, so lange keine Spenderflächen in der Umgebung vorhanden sind (Donath et al. 2009). Dies wird in der detaillierten Umweltplanung (Einzelobjektansprache mit Vorort-Kontrolle) oder auch bei der Bewertung des Erhaltungszustands von Fauna-Flora-Habitat-Lebensraumtypen (FFH-LRT) in den drei Stufen A, B und C (hervorragend, gut und mittel bis schlecht) berücksichtigt. Letztere geht auch beim Habitatindex in die Bewertung mit ein, jedoch gilt diese Bewertung nur für Biotoptypen, die auch als FFH-Anhang I LRT gelistet sind, also nicht für alle RESI-Biotoptypen. Auch bestehen im bundesweiten Vergleich starke Unterschiede in der FFH-Bewertung (BfN & BLAK 2017), so dass eine einheitliche Grundlage erstrebenswert ist, bei der dennoch eine Regionalisierung nach den Besonderheiten vor Ort und dem entsprechenden Auentyp möglich ist.

Gefäßpflanzen als relativ leicht zu bestimmende und ortsbeständige Artengruppe werden einerseits bei naturschutzfachlichen Gutachten als „Standardartengruppe“ erfasst und andererseits schon lange als geeignete Indikatoren gesehen, um Standortbedingungen und teilweise auch die Qualität eines Standorts zu beschreiben (Ellenberg et al. 1991, Wulf 1997, Dziöck et al. 2006, Ewald 2007, Glaeser & Wulf 2009, Scholz et al. 2009). Eine exakte Definition und Auswahl einer flussauentypspezifischen Kombination „aentypischer“ Pflanzenarten steht jedoch aus. Es gibt nur wenige Arten, die ausschließlich oder sehr eng an Auen gebunden sind (Rohde 2004). Zahlreiche Arten haben ein Hauptvorkommen in Auen, obwohl sie an anderen Standorten wachsen können. Daher muss ein Set verschiedener Eigenschaften für die Definition dieser „aentypischen“ Arten herangezogen werden. Intakte Auen stellen extreme Standort- und Lebensraumbedingungen dar. Durch das Wechselspiel hydromorphologischer Prozesse haben sich viele Pflanzen an diese Dynamik angepasst (Schneider et al. 2017). Das Vorkommen einzelner Arten oder auch Artgruppen ermöglicht daher den Rückschluss auf Standorteigenschaften wie Nährstoff- oder Wasserverfügbarkeit. Die Vielzahl aentypischer Biotoptypen (Fischer-Bedtke et al. 2020 in diesem Buch) zeigt die Standortamplitude von sehr trockenen Magerrasen bis hin zu Gewässern, von Pioniergesellschaften und Röhrichten zu naturnahen Auenwäldern oder zu genutztem Grünland. All diese Biotoptypen sollen bei der Auswahl der aentypischen Arten abgedeckt sein. Außerdem wurde insbesondere für größere Flussauen eine Gruppe von Arten beschrieben, die einen geographischen Schwerpunkt ihres Vorkommens in Auen besitzen und als sogenannte Stromtalarten bekannt sind (Burkart 2001, Siedentopf 2005). Eine Auswahl der aentypischen Indikationsarten sollte all diese verschiedenen Parameter berücksichtigen.

Ähnlich wie der „Mollix“, der die Molluskenfauna in Auen naturschutzfachlich bewertet bzw. als Teilindikator für die Quantifizierung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung verwendet werden kann (Rumm et al. 2020 in diesem Buch, Foeckler et al. 2017), soll der hier vorgestellte „Florix“ mit Hilfe der Pflanzenartenvielfalt zum einen die Qualität eines Standortes im Hinblick auf seine Auenfunktionalität (Fischer-Bedtke et al. 2020 in diesem Buch), zum anderen aber auch die aentypische Artenvielfalt der Gefäßpflanzen als eigene Eingangsgröße und den naturschutzfachlichen Wert in der Bewertung berücksichtigen.

Der Florix wurde zunächst für die Modellregion „Bayerische Donau“ entwickelt und an dem Gebiet „Donau zwischen Iller und Lech“ getestet. Für diese Region liegt die selektive Biotopkartierung, in der alle naturschutzfachlich wertvollen Biotop erfasst werden, vor. Für jedes dieser Biotop besteht auch eine Artenliste (LfU Bayern 2012). Die Auswahl der Pflanzenarten orientiert sich daher an den Vorkommen in den Flussauen der bayerischen Donau. Die Vorgehensweise bei der Auswahl der auentypischen Pflanzenarten und bei der Bewertung lässt sich allerdings auf jede andere mitteleuropäische Region übertragen.

2 Methodisches Vorgehen

Die Berechnung des hier vorgestellten Index erfolgt in vier Schritten (Abb. 1). Um Flächen hinsichtlich ihrer Pflanzenartenvielfalt und ihrer auentypischen Artausstattung bewerten zu können, müssen in einem ersten Schritt alle in Deutschland vorkommenden Arten (GermanSL, Jansen & Dengler 2008, 2010) auf ihre Zugehörigkeit zu vier auentypischen Artengruppen überprüft werden. Diese vier Artengruppen bzw. Arteigenschaften sind: Zeiger für auentypische Biotop, Zeiger für Hydrodynamik, naturschutzfachlich bedeutsame Arten und Arten mit einer geographischen Bindung an Auen (s. Kap. 2.1.1 bis 2.1.4). Die Einteilung zu diesen Artgruppen beruht auf veröffentlichten Datenbanken und Quellen. Zusätzlich wurden auch eigene Auswertungen durchgeführt. Die jeweilige Anzahl von Arten dieser Gruppen bildet die Grundlage der Bewertung auf Objektebene, in diesem Fall von einzelnen Biotop. Dabei wird die Artenzahl jeder dieser vier Artgruppen als Kriterium für sich bestimmt. Zusätzlich wird auch die Gesamtartenzahl eines Biotop (s. Kap. 2.1.5) erfasst. Um die Artenzahlen dieser fünf Bewertungskriterien (vier Artgruppen und Gesamtartenzahl) im Vergleich zu einem Referenzgebiet (hier die bayerische Donau) beurteilen zu können, werden in einem zweiten Schritt die Artenzahlen für diese insgesamt fünf Bewertungskriterien für alle Biotop (hier 3.729) im Referenzgebiet ausgewertet und sortiert. Die Grenzwerte für die fünf Bewertungsstufen (1 bis 5) für jedes einzelne Bewertungskriterium werden durch die Einteilung in Quintilen festgelegt (s. Kap. 2.2). Im dritten Schritt wird dann das Artvorkommen auf Einzelflächen entsprechend der definierten Grenzwerte für die einzelnen Bewertungskriterien bewertet und im letzten Schritt zu einem Mittelwert zusammengefasst.

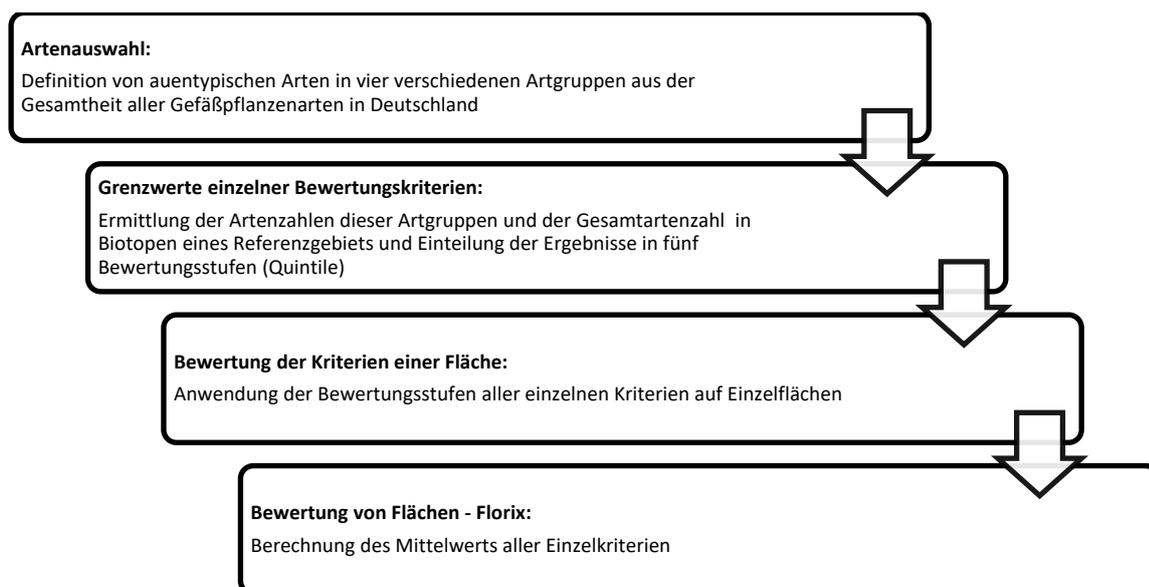


Abb. 1: Schematische Darstellung der Methode zur Bewertung der auentypischen Gefäßpflanzenartenvielfalt von Einzelflächen in einem Modellgebiet.

2.1 Bewertungskriterien

Zur Ermittlung des Florix werden insgesamt fünf Bewertungskriterien herangezogen, die sich an den Bewertungskriterien des Mollix (Rumm et al. 2020 in diesem Buch) orientieren (Abb. 2). Sie gliedern sich dabei ebenfalls in Flussauenspezifität („Auentypische Biotope“, „Hydrodynamik“) und naturschutzfachlich-floristische Bedeutung („Naturschutzfachlich bedeutsam“). Ergänzend zu den Kriterien des Mollix wurde zusätzlich bewertet, ob Pflanzenarten unabhängig von den detaillierten Standortbedingungen ihren geographischen Verbreitungsschwerpunkt in Flussauen haben (z. B. sogenannte Stromtalarten nach Burkart 2001, „Geografische Bindung“). Schließlich wurde die unspezifische Artenvielfalt als Bewertungskriterium berücksichtigt („Artenzahl“).

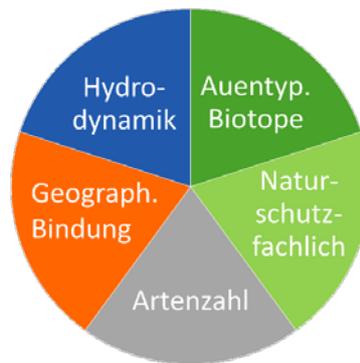


Abb. 2: Übersicht über die fünf verwendeten Bewertungskriterien für Arten, die in den Florix gleichgewichtet eingehen.

Anders als beim Mollix wurden Neobiota nicht berücksichtigt. Das Vorkommen von Neophyten ist in Auen nahezu „allgegenwärtig“ (Schneider et al. 2017), aber nur wenige invasive Arten mit negativen Auswirkungen auf andere Arten sind bislang in dem betrachteten Datensatz als deutlicher Zeiger für Degradation zu werten. Ob dieses Kriterium zukünftig hinzuzuziehen ist, sollte bei einer Weiterentwicklung in anderen Naturräumen und Datensätzen geprüft werden.

Es ergibt sich schließlich ein Set aus fünf Kriterien, die gleichgewichtet in den Florix einfließen. Als Ausgangsartenliste diente die Standardliste GermanSL Version 1.4 (Jansen & Dengler 2008, 2010, <https://germansl.infinitemature.org/>), die Einteilung zu den Arteigenschaften erfolgte in Bezug auf die bayerische Donau.

2.1.1 Auentypische Biotope (AT)

Für den Habitatindex wurden auentypische Biotoptypen festgelegt (Kriterium „Auenbindung“=5) (Fischer-Bedtke et al. 2020 in diesem Buch). Aus der Literatur wurden nun diesen Biotoptypen Zeigerarten zugeordnet und als Zeiger für auentypische Biotoptypen identifiziert. Als Grundlage diente einerseits die in der ecodbase.dbf-Tabelle der GermanSL (Jansen & Dengler 2008, 2010, <https://germansl.infinitemature.org/page/artattribute/>) erfasste Zuordnung zu pflanzensoziologischen Einheiten nach Ellenberg et al. (1991). In Tabelle 1 sind die pflanzensoziologischen Einheiten aufgelistet, die den auentypischen Biotopen zugeordnet wurden. Zusätzlich wurden die Arten herangezogen, die zur Bewertung von FFH-LRT als Indikatoren identifiziert wurden. Dazu gibt es zunächst einen bundesweiten Vorschlag (BfN & BLAK 2017), aber auch für jedes einzelne Bundesland eine regionalisierte Kartieranleitung. Für die „Bayerische Donau“ wurde daher der bayerische Bewertungsleitfaden (LfU Bayern & LWF 2010) verwendet. In Tabelle 2 sind alle FFH-LRT aufgelistet, die als auentypisch bewertet wurden.

Tab. 1: Pflanzensoziologische Einheiten nach Ellenberg et al. (1991), die den auentypischen Biotoptypen (Fischer-Bedtke et al. 2020 in diesem Buch) zuzuordnen sind.

Nummer	Einheit (botanisch)	Einheit (deutsch)
1.1	Lemnetea	Wasserlinsen-Decken
1.3	Potamogetonetea	Wasserpflanzengesellschaften
1.5	Phragmitetea	Röhrichte und Seggenrieder
1.7	Scheuchzerio-Caricetea nigrae	Niedermoor- und Schlenkengesellschaften, Flachmoorgesellschaften
3.1	Isoëto-Nanojuncetea	Zwergbinsen-Teichbodengesellschaft
3.2	Bidentetea (tripartitae)	Zweizahn-Schlammufergesellschaft
3.5.2	Calystegiotalia	Uferstauden- und Schleiergesellschaften
3.8	Agrostietera stoloniferae	Flutrasen u. Feuchtweiden
5.2	Sedo-Scleranthetea	lockere Sand- und Felsrasen
5.3	Festuco-Brometea	Kalk-Magerrasen
5.4.1	Molinietalia (caeruleae)	Streu- und Futterwiesen feucht-nasser Standorte
7.1	Erico-Pinetea	Kalk-Kiefernwälder
8.1	Salicetea purpureae	Weiden-Auengebüsche und -wälder
8.4.3.3	Alno-Ulmion	Erlen-Eschen-Auewälder

Tab. 2: FFH-Lebensraumtypen, die als auentypisch eingestuft werden.

Nummer	Bezeichnung
2310	Trockene Sandheiden mit <i>Calluna</i> und <i>Genista</i>
2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit <i>Corynephorus</i> und <i>Agrostis</i>
3130	Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea
3140	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen
3150	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions
3220	Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation
3230	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Myricaria germanica</i>
3240	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix elaeagnos</i>
3260	Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis und Callitricho-Batrachion
3270	Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des Chenopodion rubri p.p. und des Bidention p.p.
6120	Trockene, kalkreiche Sandrasen
6210	Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia)
6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (Molinion caeruleae)
6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
6440	Brenndolden-Auenwiesen (Cnidion dubii)
6510	Magere Flachland-Mähwiesen (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)
7230	Kalkreiche Niedermoore
9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)
91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
91F0	Hartholz-Auenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (Ulmion minoris)

Habitatbereitstellung: floristische Ausstattung (Florix)

2.1.2 Hydrodynamik (Hy)

Für dieses Kriterium wurde der Feuchte-Zeigerwert nach Ellenberg et al. (1991) herangezogen. Dabei sind Pflanzenarten mit den Merkmalen „Überschwemmungszeiger“ und „Wechselfeuchtezeiger“ in die Berechnung des Index eingegangen.

2.1.3 Naturschutzfachlich bedeutsam (gefährdet und geschützt) (Nat)

Hier ging einerseits das Gefährdungspotenzial, andererseits aber auch der gesetzliche Schutz mit ein. Gesetzlich geschützte Arten sind in BNatschG § 44 und in der BArtSchV genannt. Für die Auswahl der Arten wurden beide Kategorien (geschützt und streng geschützt) berücksichtigt, in denen bereits die nach Anhang 4 der FFH- Richtlinie geschützten Arten enthalten sind. Die Gefährdung wird dagegen über das Vorhandensein in der Roten Liste erfasst. Als Auswahlkriterium wurden für den Florix die Kategorien ausgestorben bis gefährdet (0 bis 3) und selten (r) verwendet. Da bei der Gefährdung sehr große regionale Unterschiede auftreten und die Genauigkeit auf Länderebene entsprechend höher ist, wird in der dargestellten Modellregion die Rote Liste Bayern (Scheuerer & Ahlmer 2003) verwendet.

2.1.4 Geographische Bindung an Auen (Geo)

Diverse Arbeiten haben sich bereits mit der Auswahl und dem Phänomen von Stromtalarten beschäftigt (Siedentopf 2005, Oberdorfer 2001, Burkart 2001). Für die Auswahl an der bayerischen Donau wurden daher die von Burkart (2001) genannten Arten ausgewählt und mit den Arten von Siedentopf (2005) ergänzt, die diese für die Donau und Süddeutschland identifiziert hat. Zusätzlich wurde die bayerische floristische Kartierung (<https://bayernflora.de/>) ausgewertet. Diese liegt in der Genauigkeit von Quadranten der Topographischen Karten (ca. 5 x 5 km) vor. Es wurden alle in der morphologischen Aue der Donau liegenden Quadranten mit der gleichen Anzahl an benachbarten, nicht in der Aue liegenden Quadranten verglichen. Die Auswahl der Arten, die typisch für die Quadranten der Auen sind, wurde durch eine species indicator analysis (PC-ORD 6.08 (MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA)) getroffen.

2.1.5 Gesamtartenzahl (N)

Die Artenzahl alleine ist nicht geeignet, um die auentypische Pflanzenartenvielfalt zu beschreiben. Als Ergänzung jedoch, neben den beschriebenen Zeigern für auentypische oder naturschutzfachlich bedeutsame Arten, kann die Gesamtartenvielfalt innerhalb eines Biotoptyps durchaus ein wichtiges Kriterium darstellen, um die Qualität von Standorten zu beschreiben. Die großen Unterschiede zwischen verschiedenen Habitattypen (z. B. Röhricht und Magerrasen) werden durch die unter Kap. 2.2 dargestellte Festlegung der Grenzwerte in Abhängigkeit von RESI-Biotoptypgruppen berücksichtigt.

2.2 Festlegung der regionalen Grenzwerte

Da sich die Pflanzenartenvielfalt einzelner Flussauen oftmals deutlich unterscheidet (vgl. Stammel et al. 2017), werden die Bewertungsgrenzen für die fünf Stufen innerhalb der Kriterien für die jeweils zu betrachtende Flussregion anhand eines Referenzgebiets festgelegt. Die hier beschriebene Festlegung ist ein auf einem großen Datensatz basierendes Beispiel, das für andere Regionen überprüft bzw. angepasst werden muss. Die Einstufung der Kriterien für die bayerische Donau erfolgte anhand von 3.729 Biotopen entlang der gesamten bayerischen Donau von Ulm bis Passau. Verwendung fanden alle in der morphologischen Aue erfassten Biotope der bayerischen selektiven Biotopkartierung (Abb. 3). Die bayerische Biotopkartierung (LfU Bayern 2012) ist selektiv aufgebaut und umfasst Flächen sehr unterschiedlicher Flächengröße (150 m² bis 50 ha), die sich teilweise aus Teilflächen zusammensetzen. Die dort verfügbaren Artenlisten basieren nicht

auf Vegetationsaufnahmen, sondern sind eine reine Auflistung der Artvorkommen. Das Erfassungsdatum variiert ebenfalls deutlich um mehrere Jahre.

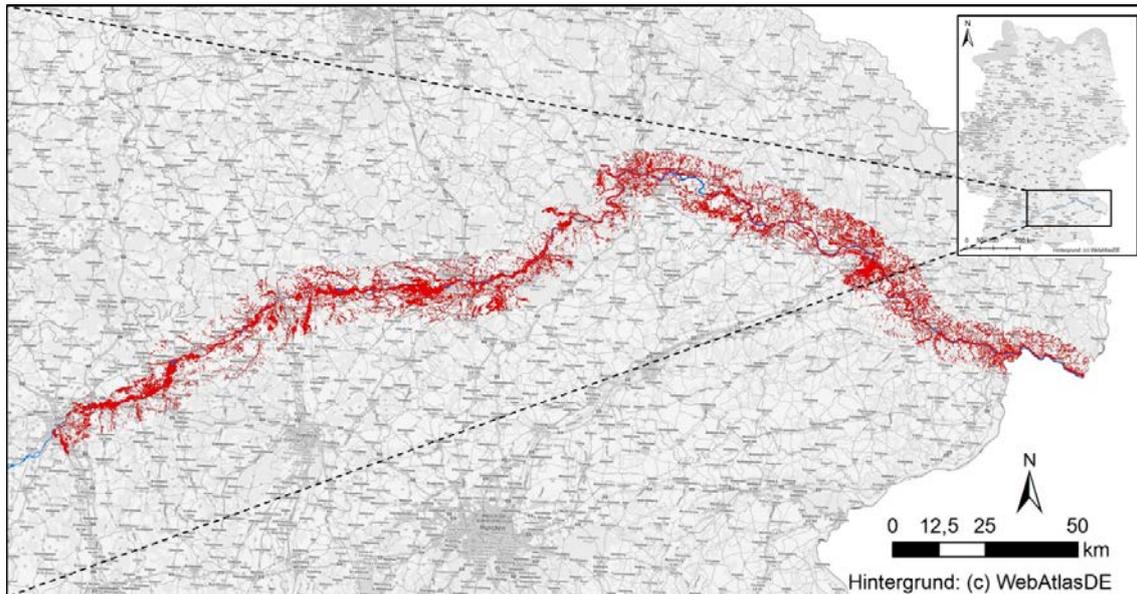


Abb. 3: Lage der Modellregion „Bayerische Donau“ (kleine Deutschlandkarte, rechts oben) und die zur Grenzwertfestlegung herangezogenen 3.729 Biotope (große Karte, rote Flächen) der bayerischen Biotopkartierung (LfU Bayern & LWF 2010).

Die Biotope und Biotopkomplexe der bayerischen Donau wurden nach ihrem größten Flächenanteil den RESI-Biotoptypgruppen Gewässer (10), Grünland (20), Röhricht und Stauden (30, 40), Weichholzaue (61.2) und übrige Gehölze (50, 60 ohne 61.2) zugeordnet (Fischer-Bedtko et al. 2020, Anhang 2 in diesem Buch). Die Grenzwerte wurden dann jeweils für alle 3.729 Biotope zusammen und für alle Biotope einer dieser fünf RESI-Kategorien bestimmt. Es wurde die Anzahl der Arten jedes Kriteriums pro Biotop erfasst. Die Klasseneinteilung erfolgte gleichmäßig über fünf Stufen mit einer gleichen Anzahl an Biotopen pro Stufe. Die Biotope wurden dazu entsprechend dieser Anzahl aufsteigend sortiert, die Grenzwerte für dieses Kriterium wurden dann nach jeweils 20 % der Biotope (bei 1.000 Biotopen der Grenzwert 1 an der 200. Stelle, für 2 an der 400. Stelle etc.) gezogen. So ergeben sich für jedes Kriterium und für jede RESI-Biotoptypgruppe einzelne Werte, die in Tabelle 3 dargestellt sind.

Habitatbereitstellung: floristische Ausstattung (Florix)

Tab. 3: Grenzwerte der Artenzahlen für das Referenzgebiet „Bayerische Donau“ von 1 bis 5 für die fünf Bewertungskriterien Gesamtartenzahl (N), Zeiger autotypische Biotop (AT), Zeiger Hydrodynamik (Hy), Zeiger für geographische Bindung an Auen (Geo) und naturschutzfachlich bedeutsame Arten (Nat); dabei aufgelistet für alle Biotop (alle) und für die definierten fünf RESI-Biotopgruppen (Gewässer, Grünland, Röhricht, Weichholzaue, übrige Gehölze).

Gesamtartenzahl (N)

	alle	Gewässer	Grünland	Röhricht	Weichholzaue	übrige Gehölze
1	0-15	0-13	0-16	0-9	0-18	0-18
2	16-24	14-21	17-28	10-17	19-26	19-28
3	25-36	22-29	29-40	18-27	27-34	29-40
4	37-53	30-44	41-59	28-44	35-52	41-59
5	54-288	45-179	60-209	45-147	53-162	60-288

Zeiger autotypische Biotop (AT)

	alle	Gewässer	Grünland	Röhricht	Weichholzaue	übrige Gehölze
1	0-10	0-11	0-13	0-8	0-12	0-10
2	11-17	12-17	14-20	9-14	13-17	11-16
3	18-24	18-23	21-28	15-21	18-22	17-24
4	25-35	24-34	29-40	22-33	23-35	25-35
5	36-157	35-136	41-127	34-98	36-117	36-157

Zeiger Hydrodynamik (Hy)

	alle	Gewässer	Grünland	Röhricht	Weichholzaue	übrige Gehölze
1	0-4	0-4	0-3	0-4	0-6	0-4
2	5-7	5-7	4-6	5-7	7-9	5-6
3	8-10	8-10	7-9	8-11	10-13	7-10
4	11-16	11-15	10-14	12-17	14-18	11-15
5	17-66	16-57	15-66	18-52	19-61	16-60

Zeiger geographische Bindung (Geo)

	alle	Gewässer	Grünland	Röhricht	Weichholzaue	übrige Gehölze
1	0-7	0-8	0-7	0-5	0-8	0-7
2	8-11	9-13	8-11	6-10	9-13	8-12
3	12-17	14-17	12-18	11-15	14-17	13-18
4	18-27	18-26	19-32	16-24	18-27	19-29
5	28-143	27-123	33-128	25-76	28-106	30-143

Naturschutzfachlich bedeutsam (Nat)

	alle	Gewässer	Grünland	Röhricht	Weichholzaue	übrige Gehölze
1	0	0-1	0	0	0	0
2	1	1-2	1	1	1	1
3	2	3-4	2	2	2	2
4	4	5	5	3-4	3	3-4
5	5-53	6-36	6-53	5-29	4-23	5-31

2.3 Anwendung der regionalen Grenzwerte

Die gemäß Tabelle 3 bestimmten Artenzahl-Grenzwerte werden in der Modellregion „Bayerische Donau“ auf die einzelnen Biotop angewandt. Jedes Biotop bekommt für jedes Bewertungskriterium einen Wert von 1 bis 5 zugewiesen. Zuletzt wird ein Mittelwert aus diesen fünf Kriterien berechnet, der den Florix des Biotops darstellt:

$$Florix = \frac{AT + HY + Nat + Geo + N}{n} \quad \text{Gl. 1}$$

mit AT: Wertstufe „Auentypische Biotop“, Hy: Wertstufe „Hydrodynamik“, Nat: Wertstufe „Naturschutzfachlich bedeutsam“, Geo: Wertstufe „geographische Bindung an Auen“, N: Wertstufe „Gesamtartenzahl“.

Wenn Artdaten zu Biotopen flächenhaft vorliegen, kann in einem letzten Schritt auch eine flächengewichtete Berechnung des Florix auf Segment-Ebene erfolgen. In jedem Fall kann der Florix auf der Einzelbiotop-Ebene des Habitatindex als Bonus und Malus berücksichtigt werden. Dabei werden die in Tabelle 4 gelisteten Werte empfohlen.

Tab. 4: Zuordnung des Florix zu Bonus/Malus-Werten für die Einzelbiotopbewertung im Habitatindex (s. Fischer-Bedtke et al. 2020 in diesem Buch)

Florix Wert	Bonus/Malus für Einzelbiotopbewertung Habitatindex
5	+1
4	+0,5
3	0
2	-0,5
1	-1

Der Florix wurde an der bayerischen Donau in zwei Gebieten getestet und validiert. In der Modellregion für die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen an der Donau von der Iller- bis zur Lechmündung (s. Gelhaus et al. 2020 in diesem Buch) wurden insgesamt über 1.000 Biotop anhand ihrer floristischen Artenzusammensetzung bewertet. Insbesondere die Wälder, die Grünlandhabitate und die Röhrichtbestände wurden zu einem hohen Anteil (> 50 %) gut oder sehr gut (4 oder 5) bewertet, während die Weichholzauenhabitate nur zu 37 % in diesen Klassen bewertet wurden. Als ein zweites Testgebiet wurde die untere bayerische Donau oberhalb von Straubing bis zur Isarmündung gewählt, in dem Biotop sowohl in der gestauten und der ungestauten Aue, als auch in der rezenten Aue und der Altaue miteinander verglichen wurden. Der Florix zeigte hier eine große Sensitivität bezüglich dieser Parameter. Aufgrund der benötigten Artangaben ist es allerdings nicht möglich, den Florix auf zukünftige Szenarien anzuwenden.

3 Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Naturschutz (BfN) und Bund-Länder-Arbeitskreis (BLAK) FFH-Monitoring und Berichtspflichten (Hrsg.) (2017): Bewertungsschemata für die Bewertung des Erhaltungsgrades von Arten und Lebensraumtypen als Grundlage für ein bundesweites FFH-Monitoring. – Teil II: Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie (mit Ausnahme der marinen und Küstenlebensräume). – BfN-Skripten 481, 242 S.
- Burkart, M. (2001): River corridor plants (Stromtalpflanzen) in Central European lowland: a review of a poorly understood plant distribution pattern. – *Global Ecology & Biogeography* 10: 449-468.
- Donath, T. W., Schmiede, R., Harnisch, M., Burmeier, S., Eckstein, R. L., & Otte, A. (2009): Renaturierung von Auenwiesen – Perspektiven für die langfristige Entwicklung. – *Laufener Spezialbeiträge* 2(09): 122-132.
- Dziock, F., Henle, K., Foeckler, F., Follner, K., & Scholz, M. (2006): Biological indicator systems in floodplains – a review. – *International Review of Hydrobiology* 91(4): 271-291.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulißen, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 2. Ausgabe. *Scripta Geobotanica*, 18: 1-258.
- Ewald, J. (2007): Beurteilung von Waldstandorten und Waldgesellschaften mit Zeigerarten-Ökogrammen. – *Tuexenia* 27: 7-18.
- Fischer-Bedtke, C., Rumm, A., Damm, C., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Kasperidus, H., Stammel, B. & Scholz, M. (2020): Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung – Detailansatz für die Aue. In diesem Buch.
- Fischer, C., Damm, C., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Harris, R. M. B., Hoffmann, T. G., Iwanowski, J., Kasperidus, H., Mehl, D., Podschun, S. A., Rumm, A., Stammel, B., & Scholz, M. (2019): The “Habitat Provision” Index for Assessing Floodplain Biodiversity and Restoration Potential as an Ecosystem Service - Method and Application. – *Frontiers in Ecology and Evolution* 7.
- Foeckler, F., Schmidt, H., Heymer, C., Beck, M., Scholz, M., Henle, K. & Rumm, A., (2017): Der Molluskenindex (Mollix) - ein Bewertungsansatz für Flussauen-Ökosysteme: Konzeptentwurf und erste Teilergebnisse. Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2016 der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) und der deutschen und österreichischen Sektion der Societas Internationalis Limnologiae (SIL), Universität für Bodenkultur Wien, 26.-30. Sept. 2016. Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Hardeggen: 91-96.
- Gelhaus, M., Podschun, S., Albert, C., Becker, A., Chakhvashvili, E., Fischer-Bedtke, C., Fischer, H., Damm, C., Gerstner, L., Hoffmann, T. G., Iwanowski, J., Kasperidus, H. D., Linnemann, K., Mehl, D., Pusch, M., Rayanov, M., Ritz, S., Rumm, A., Sander, A., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Thiele, J., Venohr, M., von Haaren, C., Wildner, M. & Stammel, B. (2020): Ergebnisse der ÖSL-Quantifizierung und -bewertung für geplante Hochwasserschutzmaßnahmen an der Donau von der Iller bis zur Lechmündung. In diesem Buch.
- Glaeser, J. & Wulf, M. (2009): Effects of water regime and habitat continuity on the plant species composition of floodplain forests. – *Journal of Vegetation Science* 20(1): 37-48.
- Jansen, F. & Dengler, J. (2010): Plant names in vegetation databases – a neglected source of bias. – *Journal of Vegetation Science* 21: 1179–1186.
- Jansen, F., & Dengler, J. (2008): GermanSL - Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland. – *Tuexenia* 28: 239–253.
- LfU Bayern & LWF (Bayerisches Landesamt für Umwelt & bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft) (2010): Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern, 165 S.+ Anhang. Augsburg & Freising-Weihenstephan.

- LfU Bayern (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (2012): Kartieranleitung Biotopkartierung Bayern, Teil 1: Arbeitsmethodik (Flachland/Städte), 42 S. + Anhang. Augsburg, http://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung_flachland/kartieranleitungen/index.h
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8, überarb. und erg. Aufl., Stuttgart.
- Rohde, S. (2004): River Restoration: Potential and limitations to re-establish riparian landscapes (Doctoral dissertation, ETH Zürich).
- Rumm, A., Scholz, M., Stammel, B., Fischer-Bedtke, C., Damm, C., Gelhaus, M., Gerstner, L. & Foeckler, F. (2020): Quantifizierung und Bewertung der Ökosystemleistung Habitatbereitstellung anhand der Molluskenfauna – Mollix. In diesem Buch.
- Scheuerer, M. & Ahlmer, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 165: 1-372.
- Scholz, M., Henle, K., Dziock, F., Stab, S. & Foeckler, F. (Hrsg.) (2009): Entwicklung von Indikationssystemen am Beispiel der Elbaue. Ulmer Verlag, Stuttgart, 482 S.
- Schneider, E., Scholz, M., Dister, E., Mehl, D., Kurth, A. & Hamer, H. (2017): Biodiversität in Auen. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & Egger, G. (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg. - Naturschutz und Biologische Vielfalt 163: 41-78.
- Siedentopf, Y.M. (2005): Vegetationsökologie von Stromtalpflanzengesellschaften (Senecionion fluviatilis) an der Elbe. – Braunschweig (Technische Universität Carolo-Wilhelmina, Fachbereich für Biowissenschaften und Psychologie – Dissertation), 296 S.
- Stammel, B., Scholz, M., Ackermann, W. & Horchler, P. (2017): Räumliche Vielfalt der Pflanzenarten in den großen Auen Deutschlands. In Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. & Egger, G. (Hrsg.): Biodiversität in Flussauen. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 163: 167-180.
- Wulf, M. (1997): Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. – Journal of Vegetation Science 8(5): 635-642.