

Auenmagazin

Magazin des Auenzentrums Neuburg a. d. Donau

In Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt



Perspektiven

RETENTIONSPOENZIALANALYSE VON RENATURIERUNGSMASSNAHMEN AN BAYERISCHEN GEWÄSSERN.....	4
Michael Neumayer, Sonja Teschemacher, Fabian Merk, Markus Disse	
DER RIVER ECOSYSTEM SERVICE INDEX IN DER MODELLREGION „DONAUUAEN ZWISCHEN NEU-ULM UND DONAUWÖRTH“	10
Marion Gelhaus, Kai Deutschmann, Barbara Stammel	
ERGEBNISSE AUS DEM PROJEKT AQUACROSS	17
Andrea Funk, Florian Borgwardt, Daniel Trauner, Javier Martínez-López, Kenneth J. Bagstad, Stefano Balbi, Ainhoa Magrach, Ferdinando Villa, Thomas Hein	

Berichte und Projekte

NEBENRINNEN AM NIEDERRHEIN – RAUM FÜR EUROPÄISCHE FLUSSNATUR AN DER WASSERSTRASSE.....	21
Klaus Markgraf-Maué, Dr. Thomas Chrobock	

Auenbewohner

ERFASSUNG VON MOLLUSKEN IN DEN DONAUUAEN ZWISCHEN LECH- UND USSELMÜNDUNG.....	27
Julia Sattler, Manfred Colling, Siegfried Geißler, Maria Nißl Et Francis Foeckler	
LAUFKÄFER – UFER- UND AUENBEWOHNER.....	36
Kathrin Januschke Et Karsten Hannig	

Aus der Forschung

INDIKATOREN ZUR BEURTEILUNG VON EINGRIFFEN AN UMLAGERUNGSFLÜSSEN AM BEISPIEL OBERE ISAR.....	46
Alisa Zittel, Johannes Kollmann, Gregory Egger	

Beiträge, die nicht ausdrücklich als Stellungnahme des Herausgebers gekennzeichnet sind, stellen die persönliche Meinung der Verfasser/innen dar. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Redaktion wieder; aus der Veröffentlichung ist keinerlei Bewertung durch die Redaktion ableitbar!



Liebe Leserinnen und Leser,

mit etwas Verspätung liegt Ihnen nun das erste (und hoffentlich letzte) „Corona“-Heft vor. Klimatisch hat das Jahr trocken begonnen, aber gerade die letzten Wochen haben sich feucht gezeigt. Diese Extreme beuteln zwar die Landwirtschaft, tun aber den Auen gut, denn gerade sie leben von dieser Dynamik. Die Bedeutung der Dynamik als das wesentliche Kennzeichen intakter Auen zeigt sich direkt oder indirekt in allen Beiträgen dieses Heftes. Neumayer et al. quantifizieren in ihrem Beitrag aus der Wissenschaft die hydrologische Wirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen und Auen für den natürlichen und dezentralen Rückhalt. Methodisches Rüstzeug sind Modellansätze in Szenarienrechnungen an Modellgebieten bayerischer Gewässer. Scheitelabminderungen und –verzögerungen sind vor allem bei häufigen Ereignissen geringer Jährlichkeiten in den Modellgebieten nachweisbar, werden indes vielfach durch lokale Effekte überlagert.

Gelhaus et al. nehmen im Praxistest die geplanten Hochwasserrückhalteräume an der Donau zwischen Neu-Ulm und Donauwörth ins Visier und vergleichen verschiedene Szenarien mit Hilfe des River Ecosystem Services Index RESI, der im Auenmagazin 16 in der Übersicht bereits vorgestellt wurde. Fazit: Die Verrechnung verschiedener Ökosystemleistungen mit RESI ist ein wertvolles und taugliches Werkzeug zur Darstellung und Vermittlung der Auswirkungen von Maßnahmen und kann eine Entscheidungshilfe bei Maßnahmenplanungen sein.

Im Mittelpunkt des Beitrags von Funk et al. steht im Projekt AQUACROSS die Wiederherstellung und Erhaltung der Multifunktionalität von Fluss-Auen-Systemen, bei dem ein einheitlicher Kriterienansatz länderübergreifend entlang der gesamten Donau von Regensburg bis zur Mündung eingesetzt wird. Allerdings hat dieser integrative Managementansatz, der die Multifunktionalität der Auen berücksichtigt, auch seine Grenzen: Regionale Priorisierungen oder die Planung von Maßnahmen kann er nicht ersetzen.

In der letzten Ausgabe wurde bereits ein kurzer Rückblick zur Abschlussveranstaltung zweier EU-LIFE-Projekte am Niederrhein gegeben. In diesem Heft folgt nun der ausführliche Bericht, in dem Markgraf-Maué und Dr. Chrobock über die zwei erfolgreichen Maßnahmen zur Schaffung einer durchströmten Nebenrinne und eines angebundenen Seitenarms am Unteren Niederrhein informieren.

Gleich zwei Artikel im vorliegenden Heft widmen sich ausführlich den „Auenbewohnern“: Sattler et al. haben am Beispiel der Mollusken das Potenzial geplanter Dynamisierungsmaßnahmen im Bereich der Auenwälder zwischen Lech- und Usselmündung westlich von Neuburg an der Donau untersucht, eines der Schlüsselprojekte des Masterplans Bayerische Donau. Die darin geplanten Dynamisierungsmaßnahmen werden sich positiv auf die Molluskenfauna auswirken. Wie Januschke und Hannig eindrucksvoll zeigen, gilt dies auch für Laufkäfer, die sich als Ufer- und Auenbewohner sehr gut an die Dynamik terrestrischer Auenlebensräume angepasst haben und wertvolle Bioindikatoren sind.

Nun wünschen wir Ihnen viel Freude beim Lesen dieses neuen Auenmagazins und weiterhin beste Gesundheit.



RETENTIONSPOENZIALANALYSE VON RENATURIERUNGSMASSNAHMEN AN BAYERISCHEN GEWÄSSERN

MICHAEL NEUMAYER, SONJA TESCHEMACHER, FABIAN MERK, MARKUS DISSE

Das ProNaHo-Projekt des Lehrstuhls für Hydrologie und Flussgebietsmanagement der TU München hat das Ziel, bayernweit gültige Aussagen über die Wirksamkeit von natürlichen und dezentralen Hochwasserschutzmaßnahmen zu erlangen (RIEGER ET AL. 2017). Neben der Untersuchung von dezentralen Kleinrückhaltebecken, Landnutzungsänderungen in der Fläche und dem hydraulischen Einfluss von Biberdämmen möchten die Forscher die Wirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen am Gewässer und in der Aue quantifizieren. Das Szenario des potenziell natürlichen Zustands der Gewässer und der Auenlandschaft wird anhand eines gebietspezifischen und gewässermorphologischen Leitbilds erstellt. Das Ziel der beschriebenen Untersuchung ist die Abschätzung des maximal möglichen Retentionspotenzials und soll nicht als Planung für die praktische Umsetzung der Maßnahmen dienen.



Abb. 1: Anthropogen beeinflusster (oben) und weitestgehend natürlicher (unten) Fließgewässerabschnitt des Otterbachs. (Foto oben: Johanna Springer, Foto unten: René Heinrich)

Hintergrund

Unter Renaturierung versteht man die naturnahe Wiederherstellung anthropogen beeinflusster Ökosysteme bzw. die Erhaltung und Förderung von natürlichen Ökosystemen (STMUV 2014). Bezogen auf Fließgewässer- und Auenökosysteme liegt der Schwerpunkt dieser Studie auf der Untersuchung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen, mit Fokus auf deren möglichen Beitrag zur Stärkung des natürlichen Rückhalts und damit zum Hochwasserschutz.

Die vorherrschenden Standortbedingungen – Klima, Geologie, Tektonik, Boden und Vegetation und der davon abhängige Oberflächenabfluss und Landflächenabtrag – prägen natürliche Fließgewässer individuell. (JÜRGING 2001). Dabei bilden sich standortspezifische Charakteristika in den dynamischen Ökosystembausteinen Abflussgeschehen, Feststoffhaushalt, Morphologie, Wasserqualität und Lebensgemeinschaften (JÜRGING 2001). Unsere Vorfahren haben in den letzten Jahrhunderten die meisten Fließgewässer in Bayern ausgebaut, um intensivere Landnutzung und Besiedelung zu ermöglichen. Im Zuge von Begradigungen und Laufverkürzungen sind eine Vielzahl individueller Charakteristika verloren gegangen, sowie natürliche Retentionsräume re-

duziert und teilweise durch wassersensible Strukturen (z. B. Siedlungs- und Industrieflächen) ersetzt worden (vgl. Abbildung 1).

Der folgende Beitrag soll Aufschluss über das Retentionspotenzial natürlicher Fließgewässer- und Auenstrukturen im Vergleich zum heutigen Zustand der Flächen geben. Hierfür selektierten die Autoren jeweils einen Untersuchungsabschnitt an den bayerischen Gewässern Weißer Main, Roter Main, Mangfall, Glonn und Otterbach und analysierten diesen mit Hilfe des zweidimensionalen hydraulischen Modells HYDRO-AS-2D.

Erstellung der potenziell natürlichen Modellszenarien

Um den hydraulischen Einfluss von anthropogenen und gebietsabhängigen Bauwerken (wie z. B. den Talraum querenden Straßendämmen oder Bahntrassen) zu reduzieren, erstellten die Wissenschaftler einen bauwerksreduzierten Ist-Zustand (Ist-Ohne) als Ausgangs- und Vergleichszustand für die Renaturierung. Die Umsetzung dieses Szenarios berücksichtigt die für das bayerische Auenprogramm erstellte Restriktionsanalyse von PAN (2016), auf deren Basis wichtige Infrastrukturelemente oder Sied-

lungsbereiche identifiziert und im Modell belassen werden.

Basierend auf den Ist-Ohne-Modellen erstellten die Autoren potenziell natürliche Modellszenarien (Renat-Szenarien). Dabei streben sie als Szenarienziel der Modellrenaturierungen ein natürlich funktionierendes Gewässer in einer unbewirtschafteten, d. h. waldbestandenen, Auenlandschaft an. Im Laufe des Projektes hat sich dabei die Methodik zur zweidimensionalen hydrodynamischen Modellierung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen immer weiterentwickelt. Die unterschiedlichen Ansätze lassen sich in insgesamt vier verschiedene Methoden unterteilen (siehe Abbildung 2). Hierbei stellt die Nummerierung der Methoden gleichzeitig die chronologische Reihenfolge der Entwicklung dar.

Nach Methode 1 werden die unterschiedlichen Renaturierungsmaßnahmen aus einer eher konzeptionellen Laufverlängerung, Querprofiländerung und Auwaldentwicklung getrennt und in Kombination modelliert sowie analysiert. Da Methode 1 aber mit ihren vereinfachten Einzelmaßnahmen das angestrebte Renaturierungsziel einer potenziell natürlichen Gewässermorphologie und Auenlandschaft nur ungenügend widerspiegelt, wurde die Methode 1 nicht weiter verfolgt.

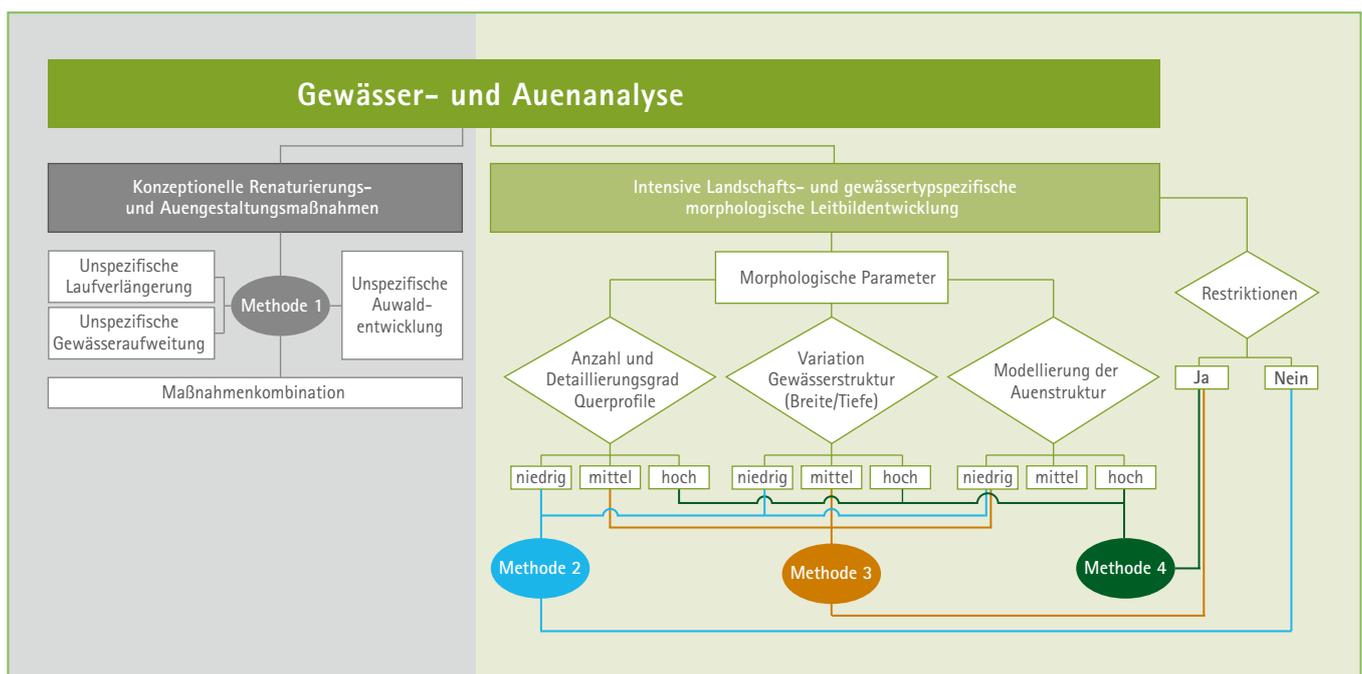


Abb. 2: Unterschiedliche Methoden zur Modellierung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen. (Grafik: NEUMAYER et al. 2018, verändert)

Die Methoden 2 bis 4 basieren demgegenüber auf einem ganzheitlichen, gewässerspezifischen Renaturierungsansatz im Modellaufbau. Die Methoden erlauben, das spezifische hydromorphologische Leitbild einer potenziell natürlichen Auenlandschaft anhand von gewässer- und vorlandmorphologischen Untersuchungen sowie auf Grundlage von Literatur zur Gewässertypologie (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008, DAHM et al. 2014, KOENZEN 2005, BRIEM 2002) abzuleiten und in Modellparameter umzusetzen.

Insgesamt betrachtet, erhöhen sich mit ansteigender Methodennummer der Detaillierungsgrad der modellierten Auenentwicklung, der Datenbedarf, der Aufwand der Modellerstellung sowie die Parametrisierungsmöglichkeiten und die Simulationsdauer.

Detaillierte Untersuchungen haben gezeigt, dass Methode 3 unter den genannten Aspekten und der Güte der Modellergebnisse die wirtschaftlichste Variante darstellt.

Untersuchungsgebiete

Abbildung 3 stellt die Lage sowie die wichtigsten Kenngrößen der fünf hydraulischen Untersuchungsabschnitte dar. Die Gebiets-eigenschaften wie das induzierte Einzugsgebiet am Modellauslass, die Talmittellinie sowie das durchschnittliche Geländegefälle sind für das Ist-Modell und das jeweilige Renaturierungsszenario identisch.

Die untersuchten Einzugsgebietsgrößen am Auslass der Modellabschnitte liegen zwischen 570 Quadratkilometer (Weißer Main) und 91 Quadratkilometer (Otterbach). In allen Untersuchungsabschnitten führen die Renaturierungsmaßnahmen zu einer Verlängerung des Fließweges, da die Gewässer durch anthropogene Verbauungen, meist aufgrund der Erhöhung der agrarwirtschaftlichen Nutzung im Auenbereich, begradigt wurden. Der Umfang der Fließwegverlängerung ist dabei in jedem Untersuchungsgebiet von dem heutigen Ausbaustand sowie dem jeweils zu erwartenden natürlichen Windungsgrad abhängig.

Dabei hat die absolut und relativ größte Fließwegverlängerung im Gebiet der Glonn mit einer Zunahme um ca. 11,8 Kilometer (dies entspricht 87 Prozent) stattgefunden. Dahingegen ergibt sich für das Renat-Modell des Otterbachs, der zum Großteil in sehr engen Kerb- und Kerbsohlentälern verläuft, mit 1,4 Kilometern (ca. neun Prozent) die geringste Fließwegverlängerung.

Zudem bedingt die Fließwegverlängerung in allen Renat-Modellen einen höheren Windungsgrad und ein flacheres Sohlgefälle im Vergleich zum Ist-Zustand. Im potenziell natürlichen Szenario an der Glonn wird der Einfluss der großen Fließwegverlängerung auf den Windungsgrad deutlich. Dieser hat sich mit einer Zunahme von 1,0 auf 1,9 fast verdoppelt. In den beiden Mainingebieten hat sich im Renat-Modell der Windungsgrad jeweils um 0,3 erhöht, wobei der Rote Main aufgrund der engen Talprofile im oberen Modellierungsabschnitt insgesamt einen niedrigeren Windungsgrad aufweist.

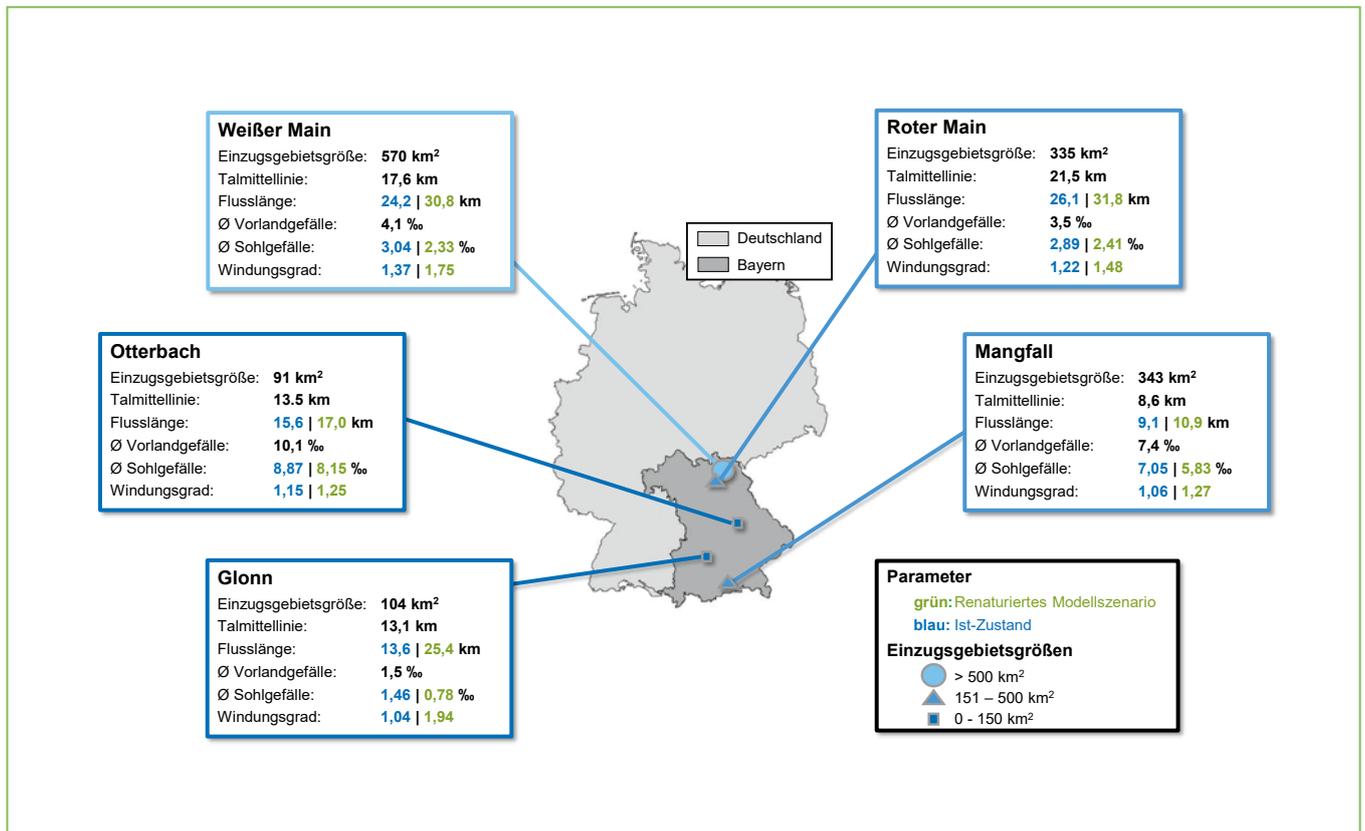


Abbildung 3: Übersicht der wichtigsten Gebiets- und Modellcharakteristika aller fünf Untersuchungsabschnitte der Renat-Szenarien im Vergleich zu denen des Ist-Zustands. (Grafik: NEUMAYER 2019 et al., verändert)

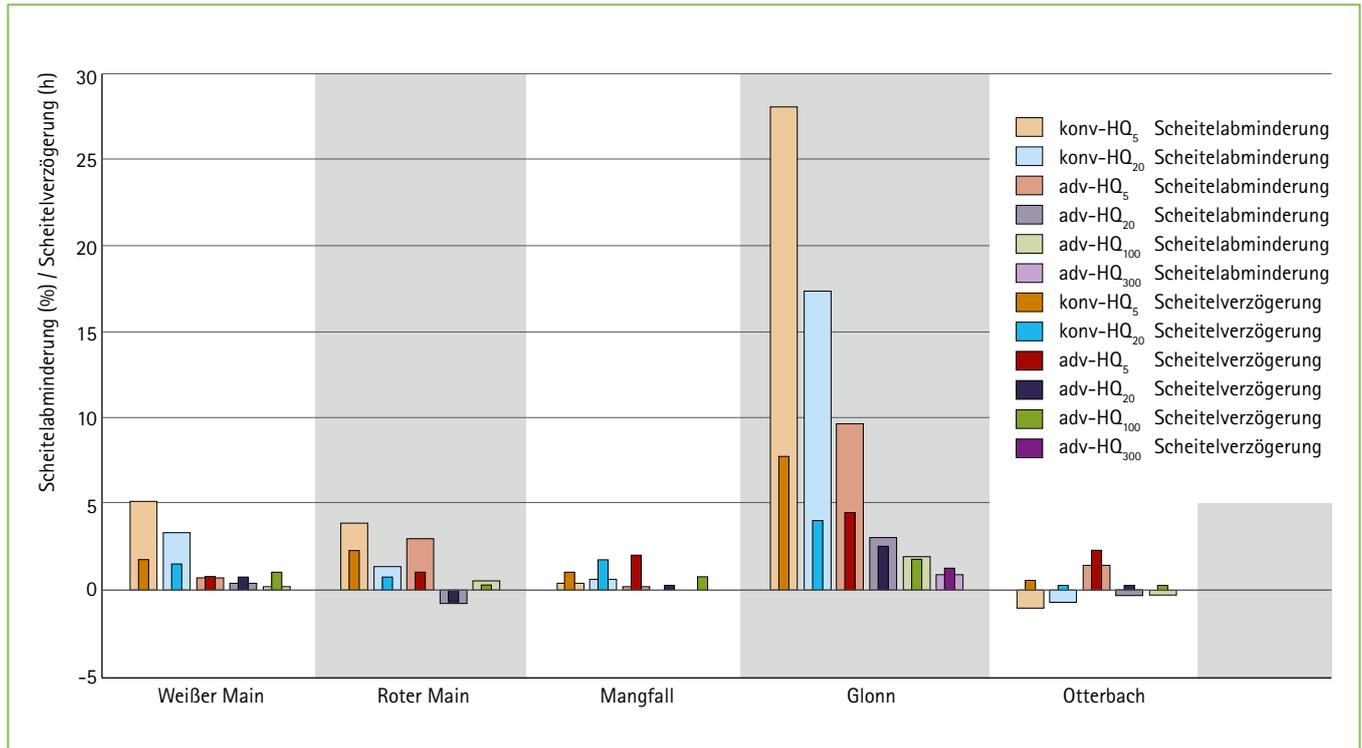


Abb. 4: Gebietsübergreifende Darstellung der Retentions- und Translationseffekte zwischen den Hochwasserscheiteln der Modellszenarien Ist-Ohne und Renat am Gebietsauslass. (Grafik: MICHAEL NEUMAYER)

An der Mangfall und am Otterbach erhöht sich der ursprüngliche Windungsgrad von 1,1 auf 1,3. Auch hier sind die vorherrschenden engen Talformen sowie die Charakteristika der Fließgewässer für die geringe Laufverlängerung und den daraus resultierenden niedrigen Windungsgrad ausschlaggebend.

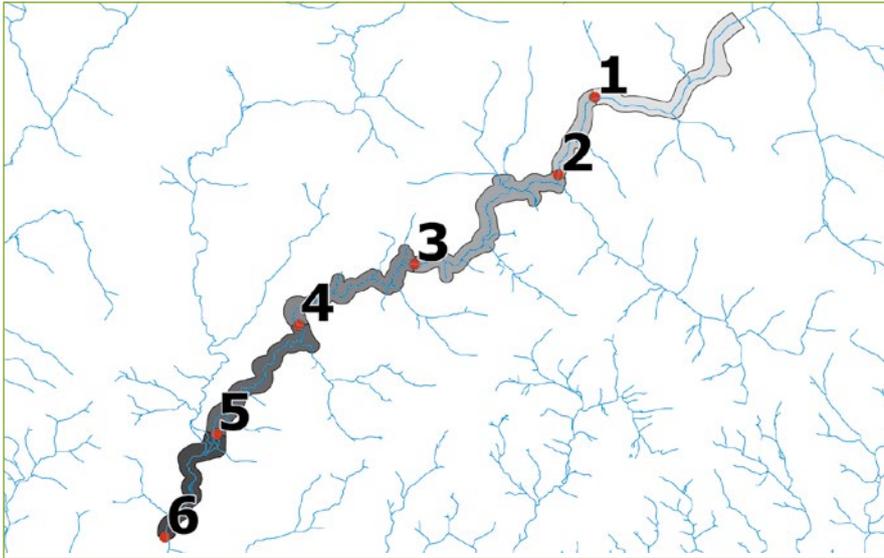
Skalenübergreifender Vergleich der resultierenden Scheitelabminderungen und -verzögerungen

Insgesamt wurden fünf Hochwasserereignisse unterschiedlicher Jährlichkeit und zugrundeliegender Niederschlagscharakteristik in jedem Untersuchungsgebiet simuliert. Hierfür unterschieden die Autoren die Niederschlagsereignisse nach konvektiven (hohe Niederschlagsintensität, kurz: „Sommergewitter“) und advektiven (mittlere Intensität, lange: „Dauerregen“) Ereignissen. Im Gebiet der Glonn wurde zusätzlich ein 300-jährliches advektives Extremereignis berechnet. Abbildung 4 stellt die sich ergebenden Abminderungen und Verzögerungen des Hochwasserscheitels zwischen dem Ist-Ohne und dem Renat-Szenario am

jeweiligen Gebietsauslass für jedes untersuchte Hochwasserereignis dar. Eine positive Scheitelabminderung bedeutet einen niedrigeren Scheitelabfluss im Renat-Szenario. Des Weiteren bedeutet eine positive Scheitelverzögerung eine zeitlich verzögerte Hochwasserspitze im renaturierten Modell. Sind die Werte dahingegen negativ, dreht sich der beschriebene Effekt um. Gebiets- und ereignisunabhängig stellen sich im renaturierten Szenario vergrößerte Überflutungsbereiche durch erhöhte Wasserstände im Vorland sowie aufgrund von günstigeren Ausuferungsbedingungen ein.

In allen Gebieten, mit Ausnahme des Otterbachs, zeigen die Renaturierungsmaßnahmen bei den kleinvolumigeren konvektiven Hochwasserereignissen größere Scheitelabminderungen als bei den korrespondierenden advektiven Ereignissen. Ebenso nimmt die Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen gebietsübergreifend, unabhängig von der dem Hochwasser zugrundeliegenden Niederschlagscharakteristik, mit zunehmender Jährlichkeit ab. Die Scheitelverzögerungen zeigen ähnliche Tendenzen wie die Scheitelabminderungen. Die insgesamt größten Scheitel-

abminderungen und -verzögerungen von bis zu 28,1 Prozent und 7,75 h konnten die Autoren beim konvektiven HQ₅ im Untersuchungsgebiet der Glonn, das durch breite und relativ flache Vorländer charakterisiert ist, feststellen. Damit sind die erreichten Scheitelabminderungen über fünf Mal so groß wie die des Weißen Mains (570 Quadratkilometer), welcher am Gebietsauslass im Mittel die zweithöchsten Abminderungen aufweist. Mit knapp über 100 Quadratkilometern zählt das Untersuchungsgebiet der Glonn zusammen mit dem Otterbach (91 Quadratkilometer) zu den kleinsten Untersuchungsgebieten dieser Studie. Trotz der zur Glonn ähnlichen Gebietsgröße des Otterbachs resultieren hier die Maßnahmen nicht in ähnlich hohen Wirksamkeiten, sondern führen zum Großteil sogar zu Scheitelerhöhungen am Gebietsauslass. Detaillierte Analysen haben gezeigt, dass der gegen Modellende einmündende abflussstarke Sulzbach die durch die Renaturierungsmaßnahmen erreichten Scheitelabminderungen und -verzögerungen am Gebietsauslass des Otterbachs maßgeblich verringert. Vor dem Zusammenfluss haben sich hier Scheitelabminderungen bis zu 8,2 Prozent ergeben.



Lage der Kontrollquerschnitte in den Untersuchungsabschnitten. (Lageplan Kontrollpunkte: Michael Neumayer, Geobasisdaten: ATKIS Basis-DLM25 © Bayerische Vermessungsverwaltung, 2014)

Tab. 1: Maximale Scheitelabflüsse sowie zugehörige Retentionen und Translationen an charakteristischen Abschnitten des Otterbachs.

Ereignis	ID	Kontrollquerschnitt	EZG-Größe [km²]	Scheitelabfluss [m³/s]		Scheitelabminderung [%]		Scheitelverzögerung [h]	
				IstOhne	Renat	Renat/IstOhne	Renat/IstOhne		
adv HQ5	1	Steinsölden	24	5,71	5,68	0,6	0,75		
	2	Vor Himmelmühlbach	26	6,12	6,06	0,9	0,75		
	3	Vor Steinseige	41	10,30	9,94	3,4	0,75		
	4	Vor Diebsgraben	45	11,47	11,04	3,8	0,50		
	5	Vor Unterlichtenwald	50	13,20	12,60	4,5	1,00		
	6	Auslass	91	18,30	18,04	1,4	2,25		
adv HQ20	1	Steinsölden	24	8,36	8,32	0,4	1,00		
	2	Vor Himmelmühlbach	26	8,92	8,87	0,5	0,25		
	3	Vor Steinseige	41	14,01	13,86	1,1	0,25		
	4	Vor Diebsgraben	45	15,32	15,23	0,6	-0,25		
	5	Vor Unterlichtenwald	50	17,36	17,12	1,4	1,00		
	6	Auslass	91	26,41	26,50	-0,4	0,25		
adv HQ100	1	Steinsölden	24	12,18	12,10	0,6	0,00		
	2	Vor Himmelmühlbach	26	12,94	12,90	0,3	0,25		
	3	Vor Steinseige	41	19,55	19,47	0,4	0,25		
	4	Vor Diebsgraben	45	21,24	21,11	0,6	-0,25		
	5	Vor Unterlichtenwald	50	23,34	23,26	0,4	0,25		
	6	Auslass	91	37,60	37,71	-0,3	0,25		
konv HQ5	1	Steinsölden	24	8,89	8,80	1,0	0,25		
	2	Vor Himmelmühlbach	26	8,98	8,94	0,5	0,25		
	3	Vor Steinseige	41	12,30	11,69	4,9	1,50		
	4	Vor Diebsgraben	45	12,63	11,86	6,0	1,50		
	5	Vor Unterlichtenwald	50	13,08	12,01	8,2	1,75		
	6	Auslass	91	16,87	17,05	-1,0	0,50		
konv HQ20	1	Steinsölden	24	13,06	12,90	1,3	0,25		
	2	Vor Himmelmühlbach	26	13,28	13,12	1,2	0,00		
	3	Vor Steinseige	41	18,03	17,57	2,5	0,25		
	4	Vor Diebsgraben	45	18,27	17,88	2,1	0,25		
	5	Vor Unterlichtenwald	50	18,83	18,20	3,4	0,50		
	6	Auslass	91	24,91	25,09	-0,7	0,25		

Tabelle 1 stellt den Verlauf der Scheitelabminderung und -verzögerung entlang des Otterbachs dar. Hierbei wird der starke Einfluss des Sulzbachs, welcher zwischen Kontrollquerschnitt fünf („Vor Unterlichtenwald“) und sechs („Auslass“) in den Otterbach einmündet, ersichtlich.

Im Untersuchungsgebiet der Mangfall hingegen haben die Renaturierungsmaßnahmen basierend auf den Ergebnissen entlang des Fließgewässerverlaufs und am Gebietsauslass mit maximal 0,6 Prozent Scheitelabminderung und 2 h Verzögerung den geringsten Einfluss auf den Hochwasserscheitel gezeigt. Die Mangfall gehört dabei mit 343 Quadratkilometern zusammen mit dem Roten Main (335 Quadratkilometer) zu den mittelgroßen hydraulischen Untersuchungsgebieten. Die Maßnahmen am Roten Main zeigen ähnlich große Wirksamkeiten wie am Weißen Main, werden jedoch stärker durch Überlagerungseffekte mit seitlichen Zuflüssen beeinflusst. Dies führt im Falle des advektiven 20-jährlichen Ereignisses sogar zu einer leichten Scheitelerhöhung.

Fazit

Insgesamt konnten die Autoren in allen Gebieten nachweisen, dass lokale Wellenüberlagerungseffekte die Auswirkungen der Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen auf den Hochwasserverlauf beeinflussen. Dies ist besonders gut am Beispiel des Otterbachs an der Einmündung des Sulzbachs zu erkennen. Basierend auf den vorhandenen Analysen ist anzunehmen, dass sowohl die Lage der Mündung eines Zuflusses im Modellierungsabschnitt als auch dessen relativer Anteil am Gesamtabfluss eine entscheidende Rolle für den Grad der Auswirkungen der Überlagerungseffekte spielt. Diese Überlagerungseffekte variieren zwischen den Gebieten und Ereignissen in Folge unterschiedlicher Gewässerstrukturen und Niederschlagsverteilungen teilweise sehr stark und können sowohl positive als auch negative Einflüsse auf die Scheitelabminderungen und -verzögerungen haben. Dies zeigt, dass ein Zusammenspiel vieler gebiets- und ereignisspezifischer Faktoren die Wirksamkeit der Maßnahmen beeinflusst.

Da diese nur bedingt vorhergesagt werden können, erfordert dies die entsprechende Modellierung eines zu untersuchenden Gebiets. Insgesamt resultieren die modellierten Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen, mit Ausnahme der Glonn, in vergleichsweise niedrigen Wirksamkeiten in Bezug auf die Abminderung von Hochwasserereignissen, was auf die geringen zusätzlich aktivierten Retentionsvolumina zurückzuführen ist. Die für kleine Hochwasserereignisse verhältnismäßig große Retentionswirkung des modellierten Renat-Szenarios an der Glonn ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Zum einen begünstigt die stark anthropogen geprägte Gewässer- und Auenlandschaft in Kombination mit breiten und flachen Vorländern eine Aktivierung zusätzlicher Retentionsvolumina im Renat-Szenario. Zum anderen wirken sich die während der untersuchten Ereignisse auftretenden Überlagerungseffekte positiv auf die Scheitelabminderung aus.

Des Weiteren haben natürliche Fließgewässer und Auenlandschaften unabhängig von der Retentionswirkung im Hochwasserfall positive Synergieeffekte auf die angrenzenden Ökosysteme. So können beispielsweise durch die verbesserte Fluss-Aue-Vernetzung neue Feuchtbiotope geschaffen werden.

Danksagung

Wir bedanken uns beim Bayerischen Landesamt für Umwelt und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz für die Betreuung und Finanzierung des Projektes ProNaHo. Des Weiteren danken wir auch der Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH und dem Leibniz Rechenzentrum für die freundliche Unterstützung bei der Realisierung der im Rahmen des Projektes durchzuführenden Simulationen.

Weitere Informationen:

Dieser Beitrag enthält Auszüge aus dem Tagungsbeitrag von NEUMAYER et al. (2018).

Literatur

- BRIEM, E. & MANGELSDORF, J. (2002): Fließgewässerlandschaften in Bayern. Hg. v. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Wasserwirtschaftsamt Deggendorf.
- DAHM, V., KUPILAS, B., ROLAUFFS, P., HERING, D., HAASE, P., KAPPES, H., LEPS, M., SUNDERMANN, A., DÖBBELT-GRÜNE, S., HARTMANN, C., KOENZEN, U., REUVERS, C., ZELLMER, U., ZINS, C. & WAGNER, F. (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- JÜRGING, P. (2001): Wasserbauliche Aspekte bei der Renaturierung von Fließgewässern, Fließgewässerdynamik und Offenlandschaften. In: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (Hrsg.). Fachtagung, 7-18.
- KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland - Typologie und Leitbilder -. Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Naturschutz; FKZ: 803 82 100. Zugl.: Köln, Univ., Diss., 2005. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (Angewandte Landschaftsökologie, 65).
- NEUMAYER, M., HEINRICH, R., RIEGER, W. & DISSE, M. (2018): Vergleich unterschiedlicher Methoden zur Modellierung von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen mit zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modellen. – Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 39.
- NEUMAYER, M., TESCHEMACHER, S. & DISSE, M. (2019): Modelling river restoration and floodplain measures in Bavaria on different scales. Poster. European Geosciences Union, Vienna.
- PAN (2016): Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH. Entwicklung und Anwendung einer Methodik zur Analyse der innerhalb der Auenkulisse wirkenden Restriktionen (Restriktionsanalyse). Hg. v. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 64. München.
- POTTGIESSER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen - Steckbriefe und Anhang. Hg. v. Umweltbundesamt, Bund / Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- RIEGER, W., TESCHEMACHER, S., HAAS, S., SPRINGER, J. & DISSE, M. (2017): Multikriterielle Wirksamkeitsanalysen zum dezentralen Hochwasserschutz. In: Heimerl S. (eds) Vorsorgender und nachsorgender Hochwasserschutz. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- StMUV (2014): Hochwasserschutz: Aktionsprogramm 2020plus. München: StMUV.

Kontakt:

Technische Universität München
Lehrstuhl für Hydrologie
und Flussgebietsmanagement
Arcisstraße 21
80333 München

M. Sc. Michael Neumayer
Tel.: +49 (89) 289 - 23226
E-Mail: michael.neumayer@tum.de

M. Sc. Sonja Teschemacher
Tel.: +49 (89) 289 - 23218
E-Mail: sonja.teschemacher@tum.de

M. Sc. Fabian Merk
Tel.: +49 (89) 289 - 23227
E-Mail: fabian.merk@tum.de

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse
Tel.: +49 (89) 289 - 23916
E-Mail: markus.disse@tum.de

Berücksichtigung vielfältiger Ökosystemleistungen bei der Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen

DER RIVER ECOSYSTEM SERVICE INDEX IN DER MODELLREGION „DONAU AUE ZWISCHEN NEU-ULM UND DONAUWÖRTH“

MARION GELHAUS, KAI DEUTSCHMANN, BARBARA STAMMEL

Geplante Hochwasserrückhalteräume an der Donau in Bayern bilden das Grundgerüst für Szenarien, in denen Ökosystemleistungen für einen Alternativenvergleich herangezogen wurden. Der Vergleich wurde mit Hilfe des River Ecosystem Services Index RESI erstellt, der im Auenmagazin 16 vorgestellt wurde. Der RESI ergänzt die klassischen monetären Bewertungsverfahren wie etwa die Kosten-Nutzen-Analyse durch eine fünfstufig skalierte Bewertung von 27 Ökosystemleistungen, basierend auf einer quantitativen und räumlich expliziten Erfassung (PUSCH ET AL. 2019). Für das Fallbeispiel Donau zeigt er klar die Vor- und Nachteile verschiedener Planungszustände für unterschiedliche Sektoren auf und ermöglicht so eine integrative Entscheidungsfindung.

Ökosystemleistungen an der Donau

Die Donau als seit Jahrtausenden genutzter Transportweg war früh auch Siedlungs- und befestigter Grenzraum. In Bayern zeugen hiervon nicht nur keltische und römische Gründungen wie Manching oder Regensburg, sondern eine Reihe von Orten mit teilweise im Mittelalter entstandenen historischen Stadtkernen. Für die Bewohner all dieser Orte waren seit jeher die Ökosystemleistungen der Donau und ihrer Auen essentiell, beispielsweise für den Fischfang, den Transport auf dem Wasserweg, den Einschlag von Bau- und Nutzholz und die Beweidung der Aue. Auch heute

nutzen die Bewohner der Donauegend die Ökosystemleistungen noch, wenn auch in anderer Art und Weise oder mit anderer Bedeutung (z. B. Hochwasserretention, Retention von Nährstoffen, Bereitstellung von Trinkwasser).

Hochwasserschutz an der Donau

Hochwasserrisiken an der Donau in Bayern
Die gesamte Donau in Bayern ist als Gewässer mit besonderem Hochwasserrisiko eingestuft (LfU 2010). Dabei besteht für ein hundertjährliches Hochwasser ein überwiegend mittleres Risiko für das Schutzgut

Mensch und mittlere bis geringe Risiken für die Schutzgüter Umwelt, Kulturerbe (abgesehen von Regensburg als UNESCO-Weltkulturerbe) und Wirtschaft. Für ein Extremhochwasser ist das Risiko für die Schutzgüter Mensch und Wirtschaft mittel bis hoch, für Umwelt hoch bis gering, für Kultur überwiegend gering (LfU 2015). Risikoschwerpunkte insbesondere für das Schutzgut Wirtschaft sind entlang der Donau u.a. die Planungseinheiten von Neu-Ulm bis vor Regensburg (StMUUV 2015). Im Bereich eines extremen Hochwassers liegen in Bayern 163 Ortslagen, 15 Industrie- und Gewerbegebiete (Abb. 1) sowie 23 Stau mit Wasserkraftanlagen überregionaler Bedeutung.

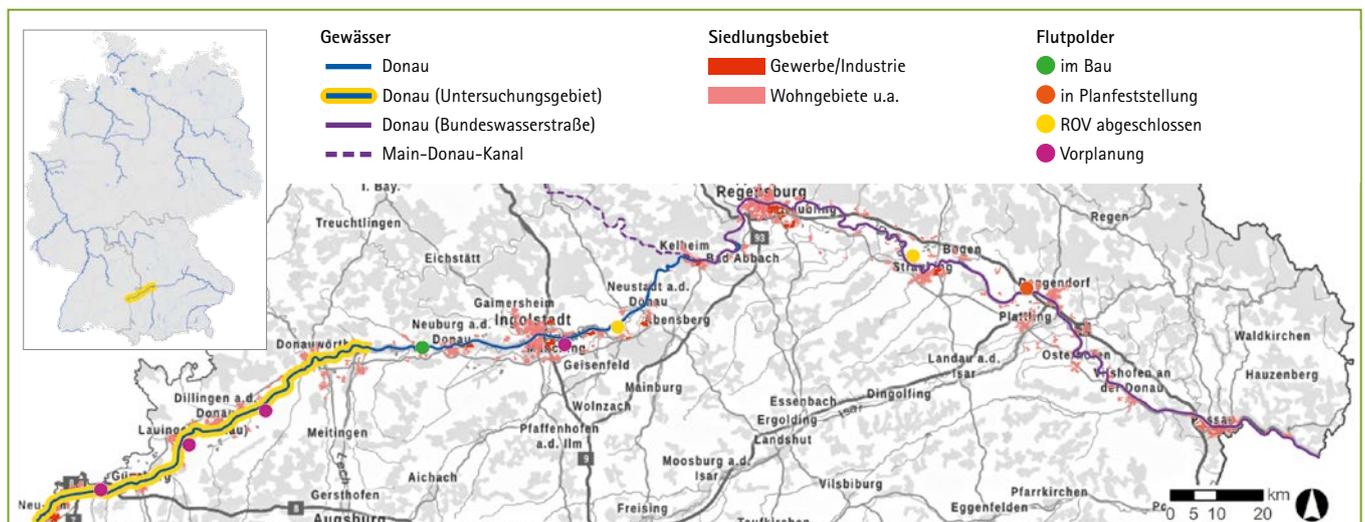


Abb. 1: In Bayern liegende Strecke der Donau mit Siedlungsgebieten, Wasserstraßenfunktion, Rückhalteräumen und untersuchtem Abschnitt (gelb). (Hintergrundkarte: © Bayerische Vermessungsverwaltung, 2019)

Hinzu kommen 37 Anlagen, welche die entsprechenden Stellen in das Europäische Schadstoff-Freisetzungs- und Verbringungsregister (E-PRTR) aufgenommen haben (Stand 2017, www.thru.de), was bedeutet, dass Hochwasser an diesen Orten schwerwiegende Auswirkungen haben können. Die Notwendigkeit des Schutzes vor Hochwasser und des Hochwasserrückhalts in diesem Raum wird dadurch offensichtlich.

Situation an der „schwäbischen Donau“

Um den Hochwasserrückhalt an der Donau zu verbessern, führt der Freistaat Bayern derzeit an sieben Standorten Planungsvorhaben für den gesteuerten Rückhalt von Extremabflüssen durch. Ein Schwerpunktgebiet liegt dabei an der schwäbischen Donau. Diese Planungen sind eingebettet in das Aktionsprogramm Hochwasserschutz 2020plus (StMUV 2014).

Das für den Abschnitt von der Iller- bis unterhalb der Lechmündung zuständige Wasserwirtschaftsamt Donauwörth hat das Hochwasserschutz-Aktionsprogramm „Schwäbische Donau“ aufgestellt. Teil dieses Aktionsprogramms ist das erweiterte Rückhalte-Projekt, das die Verbesserung des Hochwasserrückhalts durch zusätzliche Rückhaltemaßnahmen an der Donau bewirken soll (WWA Donauwörth 2019).

Die monetären Schadenspotenziale liegen dort bei fast drei Milliarden Euro Schaden im Fall eines extremen Hochwassers, während bei einem HQ_{100} (ohne Deichversagen) rund 120 Millionen Euro Schaden zu erwarten sind. Betroffen wären ca. 19.000 Menschen bei einem extremen Hochwasser bzw. ca. 4.000 bei einem hundertjährlichen Hochwasser (Franz Fischer Ingenieurbüro 2017).

Der Anteil der rezenten Aue ist im Amtsbereich des Wasserwirtschaftsamtes Donauwörth deutlich größer als an der gesamten Donau in Bayern, gleiches gilt für den Waldanteil. Dagegen sind die Anteile von Acker- und Siedlungsflächen geringer. Mit dem Ziel im Hintergrund, in möglichst geringem Maß in privatwirtschaftlich genutzte Flächen einzugreifen und die Betroffenheit von Siedlungen bestmöglich zu vermeiden, ist die Aue der „Schwäbischen Donau“ somit vergleichsweise gut für den Hochwasserrückhalt geeignet. In den rezenten Auen

sind die Ziele des Naturschutzes allerdings hochrangig. Bei den forstwirtschaftlichen Zielsetzungen ist zu beachten, dass erhebliche Flächenanteile zum Staatswald und zum Körperschaftswald gehören (StMELF 2019).

Maßnahmenplanung an der schwäbischen Donau

In einem Hochwasserdialo definierten Interessensvertreter zentrale Anliegen, darunter die Verbesserung des Grundschutzes gegen ein hundertjährliches Hochwasser auch durch Deichrückverlegungen und den vorrangigen Rückhalt in den Auwäldern. Hieraus folgte die Suche nach geeigneten Rückhalteräumen mit einem erzielbaren Speichervolumen von mindestens fünf Millionen Kubikmetern, vorzugsweise auf Wald- und Wasserflächen. Es ergaben sich zwölf mögliche Standorte, die sich nach weiterer Untersuchung auf zunächst acht, dann auf die drei möglichen Standorte Neugeschüttwörth, Leipheim und Helmeringen reduzierten, und die als Entlastung für den Extremhochwasserfall gedacht sind und nur dann zum Einsatz kommen sollen. Hinzu kommen sechs ungesteuerte Retentionsräume, die bereits bei einem kleineren Hochwasser anspringen sollen. Für diese insgesamt neun Rückhalteräume bereitet das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth derzeit ein gemeinsames Raumordnungsverfahren vor. (WWA Donauwörth 2019).

In zwei unterschiedlichen Planungszuständen wurden neben der Abhängigkeit von der Art des Hochwassers und der Steuerung dieser Flächen auch Flächen, Landnutzungen und ökologische Flutungen betrachtet. Im Planungszustand 1 (PZ 1) sind landwirtschaftliche Flächen aus dem Retentionsraum ausgeschlossen und somit ökologische Flutungen der Wald- und Wasserflächen bis zu dreimal

im Jahr möglich. Im Gegensatz dazu sind im Planungszustand 2 (PZ 2) die Retentionsflächen um landwirtschaftliche Flächen erweitert und ökologische Flutungen deswegen nicht vorgesehen.

Praxisbeispiel für die Entwicklung und Erprobung des River Ecosystem Service Index (RESI)

Ökosystemleistungen im RESI

Die vielfältigen Auswirkungen der verschiedenen Planungszustände nicht nur auf den Hochwasserschutz, sondern auch auf den Menschen und seine Nutzung von Ökosystemleistungen werden durch den River Ecosystem Service Index (RESI) bewertet. Der RESI ist ein Werkzeug, welches Anwendern erlaubt Maßnahmen in Flussauen integrativ, also nicht sektoral, in ihrer Wirkung auf den Menschen zu untersuchen. Nähere Erläuterungen dazu finden sich im Auenmagazin 16 (PUSCH ET AL 2019) oder im RESI-Handbuch (PODSCHUN et al. 2018), die online frei verfügbar sind. Hier sind auch die einzelnen Berechnungsmethoden in Datenblättern zusammengefasst. Aus der Liste von 27 Ökosystemleistungen (ÖSL) (PODSCHUN et al. 2018) wurden an der „Schwäbischen Donau“ 13 ÖSL (siehe Tabelle 2) zunächst einzeln in einer 5 stufigen Skala bewertet und anschließend zu einem Indexwert zusammengefasst. Die Bewertung erfolgte anhand von ein Kilometer langen Fluss-Auen-Segmenten (BRUNOTTE et al. 2009), die sich wiederum in die Kompartimente Fluss, rezente Aue und Altaue einteilen lassen. Je nachdem, ob der Fluss oder mehrere Kompartimente die ÖSL bereitstellen, ziehen Nutzer entweder das Gesamtsegment oder Kompartimente zur Berechnung der ÖSL heran (Tabelle 2).

Tab. 1: Unterschiede der Planungszustände 1 und 2 der gesteuerten Rückhalteräume.

Planungszustand 1	Planungszustand 2
Einsatz bei HQ_{extrem}	Einsatz bei HQ_{extrem}
Keine landwirtschaftlichen Flächen	Landwirtschaftliche Flächen betroffen
Ökologische Flutungen bis zu 3 mal im Jahr	Keine ökologischen Flutungen
Anzahl betrachteter Polder: 2	Anzahl betrachteter Polder: 3
Gesamtfläche aller Polder: 874,1 ha	Gesamtfläche aller Polder: 2831,0 ha
Fläche Leipheim: 505,8 ha	Fläche Leipheim: 620,5 ha

Tab. 2: Alle an der „Schwäbischen Donau“ bewerteten ÖSL und ihr jeweiliger Bewertungsraum.

ÖSL Klasse	Bewertete ÖSL	Bewertungsraum
Versorgende Leistungen	Landwirtschaftliches Ertragspotenzial	Kompartiment (rezente Aue, Altaue)
Regulative Leistungen	Phosphor-Retention	Kompartiment (Fluss, rezente Aue)
	Stickstoff-Retention	Kompartiment (Fluss, rezente Aue)
	Hochwasserregulation	Segment
	Niedrigwasserregulation	Kompartiment (Fluss)
	Sedimentregulation	Kompartiment (Fluss)
	Bodenbildung	Kompartiment (rezente Aue, Altaue)
	Kühlwirkung	Segment
Kulturelle Leistungen*	Habitatbereitstellung	Kompartiment (rezente Aue, Altaue)
	Landschaftsbild	Kompartiment (Fluss, rezente Aue, Altaue)
	Natur- und Kulturerbe	Kompartiment (Fluss, rezente Aue, Altaue)
	Unspezifische Interaktion mit der Flusslandschaft	Kompartiment (Fluss, rezente Aue, Altaue)
	Wasserbezogene Aktivitäten	Kompartiment (Fluss, rezente Aue, Altaue)

*Die kulturellen ÖSL wurden für den Bezugszustand berechnet. Für die Planungszustände erfolgte eine textliche Stellungnahme, aber keine Berechnungen.

Bewertung der einzelnen ÖSL am Beispiel des gesteuerten Rückhalteraums Leipheim

Der RESI wurde für alle neun geplanten Retentionsräume im Bereich des WWA Donauwörth für den Bezugszustand und für die beiden Planungszustände berechnet. Die ÖSL wurden anhand ihrer Intensität der Bereitstellung auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet. Dabei ist 5 die höchst mögliche Ausprägung, wohingegen ein Wert von 1 eine fehlende bis sehr geringe Bereitstellung angibt.

Für die Visualisierung der bereitgestellten ÖSL im Bezugszustand (BZ) sind die im Retentionsraum liegenden Segmente bzw. Kompartimente farblich markiert (Abbildung 2). Für einen Vergleich der Veränderungen zwischen Bezugs- und Planungszustand wird dagegen die jeweilige Differenz in ganzzahligen Wertestufen dargestellt (Abbildung 2). Die Differenzdarstellung ermöglicht eine schnellere Erfassung der Segmente bzw. Kompartimente, in denen es durch die geplanten Maßnahmen zu Veränderungen in der ÖSL-Bereitstellung kommt.

Abbildung 2 veranschaulicht exemplarisch die ÖSL landwirtschaftliches Ertragspotenzial, Hochwasserregulation und Habitatbereitstellung in den drei Zuständen (BZ, PZ 1, PZ 2) für den gesteuerten Rückhalteraum Leipheim. Die ÖSL landwirtschaftliches Ertragspotenzial weist im BZ Werte von 1 und 2 auf. Im PZ 1 sind keine Veränderungen in der Bereitstellung dieser ÖSL zu erwarten, da keine landwirtschaftlichen Flächen in der Raumabgrenzung des Rückhalteraums vorhanden sind. Im PZ 2 kommt es dagegen in den Segmenten, in denen Landwirtschaft betrieben wird, zu einer Verschlechterung der Bereitstellung um einen Wert von 1 für das Jahr der Flutung. Der sehr geringe Wert (1) der ÖSL Hochwasserregulation im derzeitigen Zustand verbessert sich durch die Steuerung im Hochwasserfall HQ_{extrem} und bei ökologischen Flutungen (PZ 1) in drei Segmenten um zwei Wertestufen. In einem Segment kommt es zu einer Aufwertung um eine Stufe. Im westlichsten Segment, welches im Bezugszustand eine geringe Retentionsfähigkeit (2) aufweist, verändert sich die ÖSL-Bereitstellung durch die Maßnahmen nicht. Auch im PZ 2 kommt es zu einem Anstieg der Hochwasserregulation um

ein bzw. zwei Wertestufen in drei Segmenten, die insgesamt aber eine größere Fläche als die im PZ 1 einnehmen. Die ÖSL Habitatbereitstellung wird im BZ unterschiedlich mit den Werten 2 bis 4 bewertet. Durch die ökologischen Flutungen im PZ 1 kommt es im gesamten Rückhalteraum zu einer Steigerung der Habitatbereitstellung, da sich autotypischere Lebensräume entwickeln können. Dahingegen kommt es bei einer Flutung des Rückhalteraums nur im Extremhochwasserfall (PZ 2) zu einer Schädigung der Lebensräume (Ausnahme westlichstes Segment, da schon im BZ geringe Ausprägung) und zu einer Verschlechterung um eine Wertstufe.

Zusammenführung zu einem RESI-Indexwert

Die einzelnen ÖSL können Nutzer auf verschiedene Weisen zusammenführen. Die Summe aller ÖSL kann Auskunft über die Ausprägung aller im Segment bereitgestellten ÖSL geben (Tabelle 3). Dadurch lassen sich auch Segmente mit besonders hohem ÖSL-Angebot (sogenannte Hotspots) leicht identifizieren.

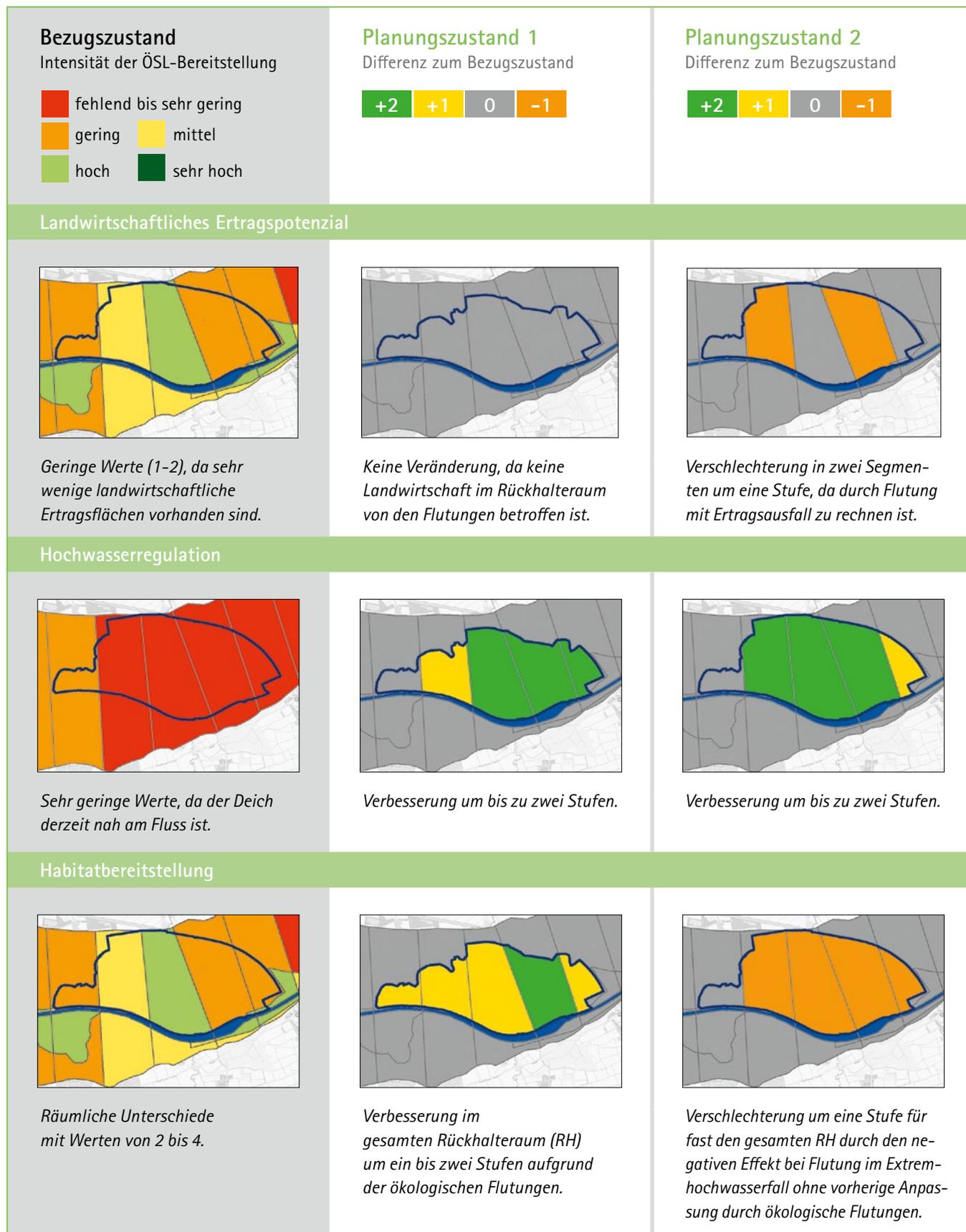


Abb. 2: Flächenspezifische Auswertung von drei ÖSL für die untersuchten Zustände (Bezugszustand, Planungszustand 1 und 2) für den gesteuerten Rückhalteraum Leipheim. Die Farbkodierung für den Bezugszustand bezieht sich auf die RESI-Skala und gibt die Intensität der ÖSL-Bereitstellung an. In den Planungszuständen wird nur die Differenz zum Bezugszustand farblich dargestellt.



Im Rückhalteraum Leipheim erreicht ein Segment im PZ 1 mit 35 die höchste Summe aller ÖSL, während im BZ und im PZ 2 der höchste Wert jeweils unter 30 liegt. Dennoch kann in diesem Fall (PZ 1: Summe 35) nicht von einem ÖSL-Hotspot gesprochen werden, da die maximale Summe von 45 weit unterschritten wird.

Aufzeigen von Wechselwirkungen

Der River Ecosystem Service Index kann auch Synergien oder negative Wechselwirkungen (Trade-offs) zwischen einzelnen ÖSL identifizieren. So kann die ÖSL landwirtschaftliches Ertragspotenzial nur dann hoch sein, wenn die ÖSL Hochwasserregulation im selben Raum gering ist. Abbildung 3 stellt die Veränderung der ÖSL-Bereitstellung im gesamten Rückhalteraum Leipheim durch die Planungszustände dar.

Im PZ 1 profitieren die ÖSL Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Retention, Hochwasserregulation, Bodenbildung sowie Habitatbereitstellung durch die geplanten Maßnahmen. Im PZ 2 erreicht die ÖSL Hochwasserregulation für den Gesamttraum Leipheim die gleiche Regulationsleistung wie im PZ 1.

Tab. 3: Summen der neun berechneten ÖSL für die einzelnen Segmente des Rückhalteraums Leipheim für die drei Zustände. BZ: Bezugszustand, PZ: Planungszustand. Die maximale Summe kann einen Wert von 45 (neun ÖSL x 5) erreichen. Die Fluss-Auen-Kilometer entsprechen den Segmenten (DON-327000 = östlichstes Segment; DON-331000 = westlichstes Segment).

Fluss-Auen-Kilometer	Summe BZ	Summe PZ 1	Summe PZ 2
DON-327000	18	26	25
DON-328000	24	35	27
DON-329000	28	34	26
DON-330000	26	27	23
DON-331000	22	24	24

Die Nährstoffretentionsleistungen für Stickstoff und Phosphor verändern sich gegenüber dem Bezugszustand nicht. Allerdings beeinträchtigt die Flutung die Ausprägungen der ÖSL Habitatbereitstellung und landwirtschaftliches Ertragspotenzial nur im Extremhochwasserfall negativ. Die beiden Planungszustände beeinflussen die ÖSL Niedrigwasserregulation, Sedimentregulation und Kühlwirkung in ihrer Leistungsfähigkeit weder positiv noch negativ.

Multifunktionalität im RESI

Eine weitere Möglichkeit ist die multifunktionale Bewertung durch den Multifunktionalitätsindex (RESI-MuFu, Formel 1). Der RESI-MuFu ermöglicht einen schnellen Überblick darüber, inwieweit sich das Verhältnis der Anzahl von ÖSL mit hoher oder sehr hoher Bereitstellung zu der Anzahl von ÖSL mit fehlender bis mittlerer Bereitstellung durch verschiedene Planungsvarianten oder Szenarien verändert. Eine Lokalisation von ÖSL-Hotspots, also Segmenten mit vielen ÖSL mit hoher Bereitstellung, ist damit genauso möglich, wie Veränderungen durch Maßnahmen in der ÖSL-Bereitstellung zu identifizieren.

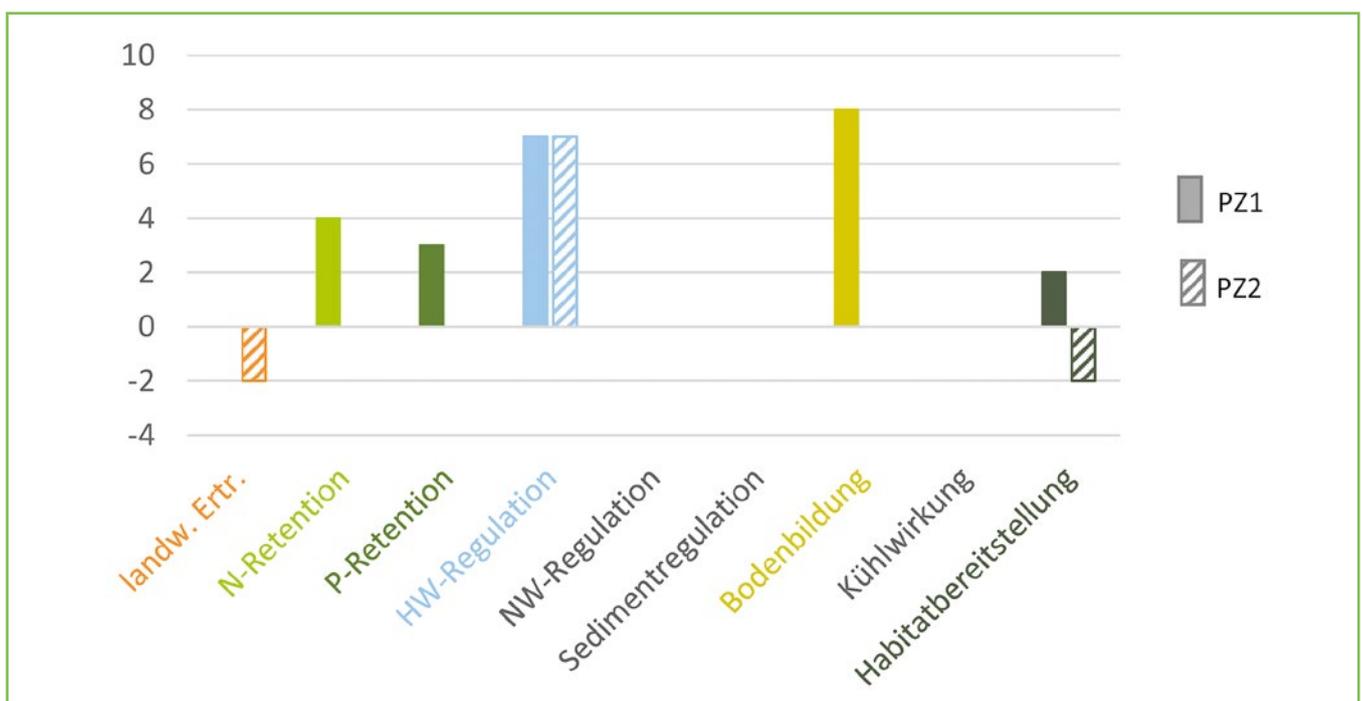


Abb. 3: Dargestellt sind die Veränderungen der ÖSL-Bereitstellung in den beiden Planungszuständen im Vergleich zum Bezugszustand. Die ausgefüllten Säulen geben die Differenz zwischen Bezugszustand und Planungszustand 1 für alle ÖSL des Rückhalteraums Leipheim an. Die schraffierten Säulen zeigen die Differenz zwischen Bezugszustand und Planungszustand 2. ÖSL, bei denen sich keine Veränderungen durch die Planungszustände ergeben, haben keine Säulen.

$$RESI - MuFu = \frac{n(\ddot{O}SL > 3)}{n(\ddot{O}SL \leq 3)}$$

Formel 1: Berechnung des RESI-Multifunktionalitätsindex (RESI-MuFu)

Für alle fünf Fluss-Auen-Segmente im Rückhalteraum Leipheim hat der RESI-MuFu des Bezugszustands Werte zwischen 0,5 und 2,3 (Abbildung 4). Die höchsten Werte (2,1 und 2,3) erreichen die beiden mittleren Segmente im Stauhaltungsbereich. Die ÖSL Stickstoff-Retention, Kühlwirkung, Niedrigwasserregulation erreichen hier hohe bis sehr hohe Bereitstellungswerte. Der niedrige MuFu-Wert im zweiten Segment (von links) beruht auf der geringen Bereitstellung der meisten Ökosystemleistungen, nur Phosphorretention und Kühlwirkung zeigen eine hohe Bereitstellung.

Durch die Maßnahmen im PZ 1 erhöht sich die Anzahl der ÖSL mit hoher bis sehr hoher Bereitstellung in drei Segmenten, besonders im mittleren Bereich des Rückhalteraums. Keines der Segmente hat einen RESI-MuFu-Wert kleiner 1. Im PZ 2 kommt es in den beiden mittleren Segmenten zu einer Verringerung der Anzahl von ÖSL mit hoher oder sehr hoher Bereitstellung. In den verbleibenden drei Segmenten kommt es zu keiner Änderung der Bereitstellungsleistung. Der Höchstwert liegt bei 2,0. Der RESI-MuFu verdeutlicht, wie die Bereitstellung vieler ÖSL durch die mögliche Anpassung der Aue durch die ökologischen Flutungen im PZ 1 zunimmt, wohingegen der RESI-MuFu im PZ 2 unter den Werten des BZ und des PZ 1 bleibt, bzw. es zu keiner Änderung kommt.

Der RESI als zukunftsträchtiges Werkzeug im Planungsalltag

Der RESI ist durch seinen integrativen Ansatz gut geeignet, Maßnahmen in Fluss-Auen-Lebensräumen zu bewerten und die Auswirkungen dieser auf das ÖSL-Angebot abzubilden. Vor allem der Vergleich verschiedener Planungszustände oder Szenarien lässt sich durch die Differenzdarstellung gut illustrieren. Somit können Planer diverse Interessen bei Planungsvorhaben berücksichtigen oder sogar einzelne ÖSL von besonderem Interesse in den Vordergrund ihrer Planung stellen.

Der RESI ist zudem an die jeweiligen Ziele einer Maßnahmenumsetzung anpassbar. So können Planer den Fokus auf alle ÖSL oder nur bestimmte ÖSL, z.B. nur in Auen vorkommende, legen. Darüber hinaus kann der RESI Korrelationen zwischen einzelnen ÖSL identifizieren, also wie sich einzelne ÖSL gegenseitig positiv oder negativ beeinflussen. Durch die Summen- oder Multifunktionalitätsdarstellung des RESI lassen sich räumliche ÖSL-Hotspots abbilden. Somit können Räume mit einem besonders hohen Angebot an verschiedenen ÖSL bei Planungsvorhaben berücksichtigt werden, so dass sich diese durch die Maßnahmenumsetzung nicht verschlechtern. Diese ganzheitliche Betrachtung eines Maßnahmenraums durch den RESI-Ansatz kann in Zukunft ein erster Schritt für die Entscheidungsfindung bei Maßnahmenplanungen sein und darüber hinaus kann die Visua-

lisierung ein wertvolles Werkzeug bei der leichtverständlichen Vermittlung der Auswirkungen von Maßnahmen bei den einzelnen Interessensgruppen und in der Öffentlichkeit sein.

Danksagung

Dieser Artikel beruht auf Ergebnissen, die während der RESI-Projektlaufzeit entstanden sind. Weitere Informationen zu den RESI-Bewertungen im Projektgebiet „Schwäbische Donau“ können im RESI – Anwendungshandbuch (PODSCHUN et al. 2018) nachgelesen werden. Wir bedanken uns bei den Projektpartnern, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (Referat 14: Bibliotheken, Internet und Datenstelle) sowie dem Wasserwirtschaftsamt Donauwörth für die gute Zusammenarbeit und Bereitstellung der benötigten Daten.

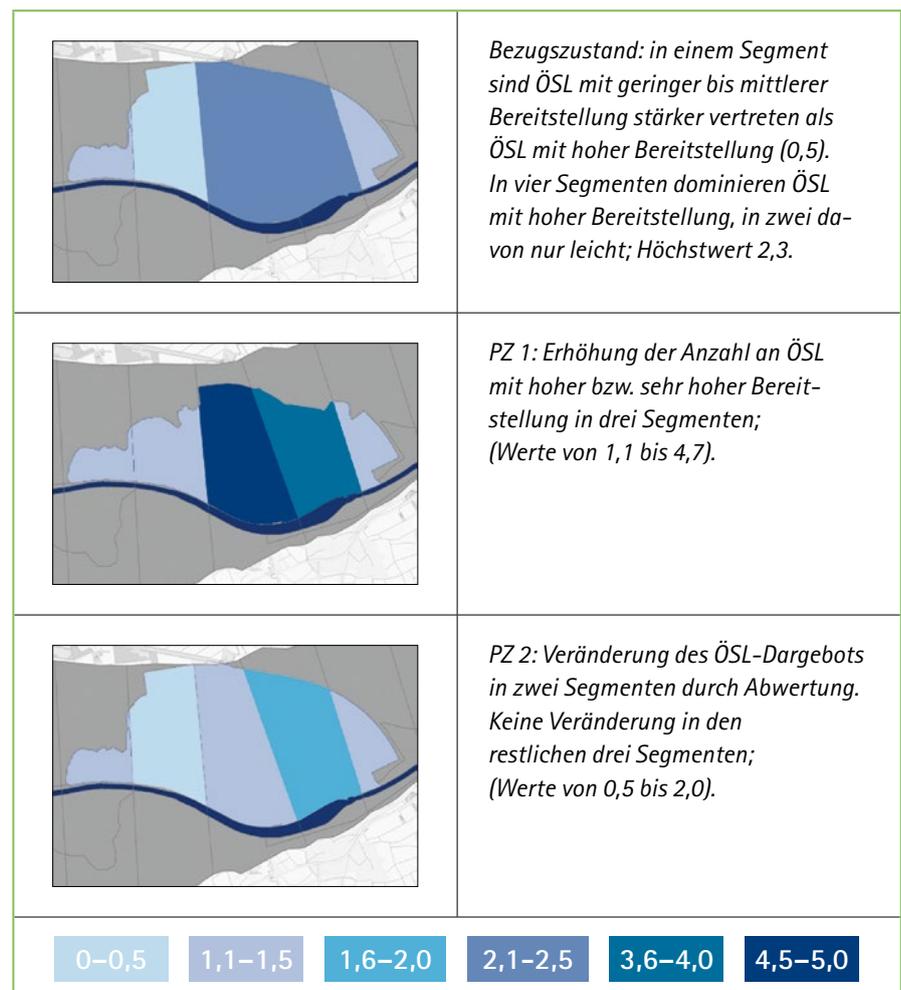


Abb. 4: Der RESI Multifunktionalitätsindex (RESI-MuFu) gibt an, wie das Verhältnis von ÖSL mit hoher oder sehr hoher Bereitstellung zu den ÖSL mit sehr geringer bis mittlerer Bereitstellung ist; hier dargestellt für die neun ÖSL Landwirtschaftliches Ertragspotenzial, Stickstoff-Retention, Phosphor-Retention, Hochwasserregulation, Niedrigwasserregulation, Sedimentregulation, Bodenbildung, Kühlwirkung und Habitatbereitstellung.

RESI-Projektpartner

Christian Albert⁶, Christian Damm⁵, Christine Fischer², Helmut Fischer⁴, Francis Foeckler⁷, Lars Gerstner⁵, Christina von Haaren⁶, Tim G. Hoffmann³, Janette Iwanowski³, Hans D. Kasperidus², Kathrin Linnemann⁴, Simone A. Podschun¹, Martin Pusch¹, Achim Sander⁹, Mathias Scholz², Dietmar Mehl³, Marin Rayanov⁸, Stephanie Ritz⁴, Andrea Rumm⁷, Christiane Schulz-Zunkel², Julia Thiele⁶, Markus Venohr¹, Marcus Wildner¹

- 1) Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin
- 2) Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ), Department Naturschutzforschung, Leipzig
- 3) biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Bützow
- 4) Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz
- 5) Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Abt. Aueninstitut, Rastatt
- 6) Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung (IUP)
- 7) ÖKON Gesellschaft für Landschaftsökologie, Gewässerbiologie und Umweltplanung mbH, Kallmünz
- 8) Technische Universität Berlin, Fachgebiet Landschaftsökonomie
- 9) entera Umweltplanung & IT, Hannover

Literatur

- BRUNOTTE, E., DISTER, E., GÜNTHER-DIRINGER, D., KOENZEN, U. & MEHL, D. (2009): Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 87. Münster.
- FRANZ FISCHER INGENIEURBÜRO GMBH (2017): Donau (Iller bis Lech) – Verbesserung Hochwasserschutz – Bedarfsplanung. Gutachten im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Donauwörth. Erftstadt, 177 S.
- LFU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT) (2010): Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EG-HWRM-RL) – Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos (Art. 4 und 5 EG-HWRM-RL). https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/doc/bericht_vrb.pdf, 5.11.2019.
- LFU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT) (2015): Risikobewertung – Was kann wo passieren? https://www.lfu.bayern.de/wasser/hopla_donau/risikobewertung/index.htm, 5.11.2019.
- PODSCHUN, S. A., ALBERT, C., COSTEA, G., DAMM, C., DEHNHARDT, A., FISCHER, C., FISCHER, H., FOCKLER, F., GELHAUS, M., GERSTNER, L., HARTJE, V., HOFFMANN, T. G., HORNING, L., IWANOWSKI, J., KASPERIDUS, H., LINNEMANN, K., MEHL, D., RAYANOV, M., RITZ, S., RUMM, A., SANDER, A., SCHMIDT, M., SCHOLZ, M., SCHULZ-ZUNKEL, C., STAMMEL, B., THIELE, J., VENOHR, M., VON HAAREN, C., WILDNER, M. & PUSCH, M. (2018): RESI-Anwendungshandbuch: Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten. IGB-Berichte Heft 31/2018, 187 S.
- PUSCH, M. T., PODSCHUN, S. A., ALBERT, C., DAMM, C., DEHNHARDT, A., FISCHER, C., FISCHER, H., FOCKLER, F., GELHAUS, M., GERSTNER, L., IWANOWSKI, J., HOFFMANN T. G., MEHL, D., RAYANOV, M., RITZ, S., RUMM, A., SCHOLZ, M., STAMMEL, B., THIELE, J. & VENOHR, M. (2019): Ökosystemleistungen von Flussauen bewerten: Der RESI-Ansatz. Auenmagazin 16/2019, 6-10.
- STMELF (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (2019): Waldfunktionskarten für die Regionen 09 Augsburg und 15 Donau – Iller. <https://www.stmelf.bayern.de/wald/waldfunktionen/waldfunktionsplanung/054599/index.php>, 22.11.2019.
- STMUV (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2015): Hochwasserrisikomanagement-Plan für den bayerischen Anteil der Flussgebietseinheit Donau – Managementzeitraum 2016–2021. München, StMUV, 128 S.
- STMUV (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2014): Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus – Bayerns Schutzstrategie Ausweiten – Intensivieren – Beschleunigen, 52 S.
- WWA (WASSERWIRTSCHAFTSAMT) DONAUWÖRTH (2019): Hochwasserschutz Aktionsprogramm Schwäbische Donau. <https://www.wwa-don.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/schwaebischedonau/index.htm>, 7.11.2019.



Abb. 5: Rezenter Auwald in einem potenziellen Rückhaltebereich des Untersuchungsgebietes an der oberen Donau. (Foto: Marion Gelhaus)

Kontakt

Dipl.-Biol. Marion Gelhaus
Aueninstitut Neuburg
Schloss Grünau
86633 Neuburg a.d. Donau
Tel.: 08431/64759-14
E-Mail: marion.gelhaus@ku.de

Dipl.-Biol. Kai Deutschmann, M. Sc.
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel: +49 821 9071 5357
E-Mail: kai.deutschmann@lfu.bayern.de

Dr. Barbara Stammel
Aueninstitut Neuburg
Schloss Grünau
86633 Neuburg a.d. Donau
Tel.: 08431/64759-12
E-Mail: barbara.stammel@ku.de

Strategien zur Wiederherstellung und Erhaltung der Multifunktionalität der Fluss-Auen-Systeme entlang der Donau

ERGEBNISSE AUS DEM PROJEKT AQUACROSS

ANDREA FUNK, FLORIAN BORGWARDT, DANIEL TRAUNER, JAVIER MARTÍNEZ-LÓPEZ, KENNETH J. BAGSTAD, STEFANO BALBI, AINHOA MAGRACH, FERDINANDO VILLA, THOMAS HEIN

Intakte Fluss-Auen-Systeme haben eine hohe Multifunktionalität sowie Biodiversität und erbringen Ökosystemdienstleistungen wie Hochwasser- und Nährstoffretention oder bieten Raum für Erholung. Intensive menschliche Nutzung und wasserbauliche Maßnahmen haben zu einem weiträumigen Verlust dieser Multifunktionalität geführt. Mit dem Ansatz des Ökosystem-basierten Managements, den die Autoren im interdisziplinären Forschungsprojekt AQUACROSS getestet und angewendet haben, soll eine Management-Strategie entwickelt werden, die die Erhaltung und Wiederherstellung der Multifunktionalität fördert, und somit mehrere Ziele in einem Ansatz berücksichtigt und in der Folge verbinden kann. Dazu kombinieren die Autoren Modellansätze mit räumlichen Priorisierungsverfahren, um Fluss-Aue-Systeme entlang der gesamten schiffbaren Donau für Erhaltungs-, Restaurierungs- und Minderungsmaßnahmen vorzuschlagen.

AQUACROSS

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt AQUACROSS (Knowledge, Assessment and Management for AQUatic Biodiversity and Ecosystem Services aCROSS EU policies, Contract no. 642317; <https://aquacross.eu>) hatte zum Ziel, den Biodiversitätsschutz aller aquatischen Ökosysteme (d.h. Flüsse, Seen, Küstengewässer und Ozeane) in Europa zu verbessern. Diese Ökosysteme sind sowohl in ökonomischer als auch gesellschaftlicher Hinsicht vorteilhaft für Europa – aber sie sind in Gefahr, durch menschliche Aktivitäten irreversibel geschädigt zu werden.

Um dem entgegenzuwirken und um die Ziele der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 zu erreichen, haben die Beteiligten am Projekt AQUACROSS praktisch anwendbare Leitfäden entwickelt – zur Erfassung der Gefährdungen für die Biodiversität, zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Ökosystemen und zu deren Ökosystemdienstleistungen, zum Datenmanagement, Modellierung und Entwicklung von Szenarien, sowie zur Politikanalyse – und in einem integrativen Beurteilungssystem für ökosystembasiertes Management (ÖBM) aquatischer Ökosysteme zusammengeführt.

Diesen Ansatz hat das Projektteam in acht europäischen Fallstudien entwickelt,

getestet und angewandt, um Herausforderungen im Bereich der Biodiversität zu lösen. Eine dieser Fallstudien analysiert die Situation der Fluss-Aue-Systeme entlang der schiffbaren Donau (FUNK et al. 2018).

Die Donau-Fallstudie

Die Biodiversität der Donau und ihrer Auen ist durch Veränderungen in der Hydromorphologie der Fluss-Aue-Systeme gefährdet. Zahlreiche menschliche Aktivitäten, wie die Errichtung von Wasserkraftwerken, landwirtschaftliche Nutzung, Forstwirtschaft und großräumige wasserbauliche Maßnahmen für Schifffahrt und Hochwasserschutz verursachen einen kontinuierlichen Verlust von Habitaten, Biodiversität und ebenso von Ökosystemfunktionen und wichtigen Ökosystemdienstleistungen.

Insgesamt beeinträchtigt dies also die Multifunktionalität dieses Systems (BORGWARDT et al., 2019). Hydromorphologische Restaurierungsmaßnahmen von Flussauen sind notwendig, um die Biodiversität bzw. den günstigen Erhaltungszustand zu bewahren (FFH-Richtlinie, EU Biodiversitätsstrategie 2020) und den "guten ökologischen Zustand" oder das "gute ökologische Potenzial" nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu erreichen.

Restaurierungsmaßnahmen befördern auch weitere gesellschaftliche und politische Ziele wie beispielsweise naturnahen Hochwasserschutz mit Bezug zur Hochwasserrichtlinie (HWRL), Verbesserung des Gütezustandes, um die marinen Habitate des Schwarzen Meeres zu entwickeln und zu stabilisieren, oder Klimawandelanpassungen.

Die Komplexität und Heterogenität der Umweltprobleme, Datenmangel, Datenheterogenität, starke Unterschiede in sozioökonomischen Bedingungen in den Anrainerstaaten der Donau sowie Komplexität und Inkonsistenzen in der Gesetzgebung behindern jedoch die Planung und Umsetzung der Restaurierung der Fluss-Aue-Systeme auf Einzugsgebietsebene.

Obwohl Maßnahmen laut WRRL im Jahr 2021 (bzw. bis spätestens 2027) fällig wären, haben nur wenige Länder des Donauraums Restaurierungsmaßnahmen bereits geplant oder umgesetzt. Im Projekt AQUACROSS haben die Autoren eine Methode etabliert, um Fluss-Aue-Systeme für die Restaurierung und Erhaltung zu priorisieren (Abbildung 1, FUNK et al., 2019). Sie haben dabei einen neuartigen, integrativen Modellansatz angewendet, der mehrere Ziele berücksichtigt: biologische Vielfalt, Ökosystemleistungen und sozioökonomische Vorteile – gemäß dem Konzept des ÖBM.

Methoden

Das Forschungsteam wählte verschiedene Biodiversitätsmodelle (Bayes'sche Netzwerke, siehe FUNK et al. 2019) und Modelle für Ökosystemdienstleistungen (ARIES – Artificial Intelligence for Ecosystem Services, siehe MARTÍNEZ-LÓPEZ et al. 2019) aus und wandte sie für ausgewählte Biodiversitätsindikatoren (Fische, Amphibien, Wasservögel und Säugetiere) und Ökosystemdienstleistungen (Hochwasserschutzpotenzial, Bestäubung und Erholungswert) an, um dann so ihren Status entlang der gesamten schiffbaren Donau zu prognostizieren.

Die Modelle basieren dabei ausschließlich auf frei verfügbaren Daten zu den verschiedenen Nutzungen (Schifffahrt, Landnutzung, Siedlungsgebiet, ...), demographischen Informationen, wie Populationsdichte, sowie Status-Indikatoren für die Biodiversität im System nach der FFH-Richtlinie. Anhand einer Clusteranalyse teilte das Forschungsteam dann die einzelnen Abschnitte entlang der Donau entsprechend ihrer Multifunktionalität entlang des Gradienten von voller Multifunktionalität einer naturnahen Aue, über restaurierungswürdige Abschnitte bis hin

zu bereits intensiv genutzten Abschnitten ein. Um die Kosten zu reduzieren und die Erfolgsaussichten zu steigern, konnten die Versuchsanwender der Methode dann innerhalb dieser Klassen systematisch die einzelnen Flächen für Naturschutz-, Restaurierungs- und Minderungsmaßnahmen anhand dreier Kriterien priorisieren: I) der verbleibenden Multifunktionalität der Systeme, II) der Reversibilität (Potenzial zur Wiederherstellung von Multifunktionalität) in Bezug auf diverse Nutzungen und III) der Verfügbarkeit von verbleibenden naturnahen Flächen für die Restaurierung versus landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Ergebnisse

Mittels der Clusteranalyse (Abbildung 2) haben die Autoren die einzelnen Abschnitte entlang der Donau folgenden Klassen zurechnen können:

- I.) Naturschutzklasse mit hoher Multifunktionalität,
- II.) Restaurierungsklasse 1: hohe Habitatverfügbarkeit für flusstypische Artengemeinschaften (z. B. rheophile

Fischarten) und Potenzial zur Erholungsnutzung, jedoch Reduktion und somit Restaurierungspotenzial bei den typischen Auenarten sowie den anderen Ökosystemdienstleistungen,

- III.) Restaurierungsklasse 2: hohe Habitatverfügbarkeit bei den typischen Auenarten (stagnophile Fischarten oder der Seeadler) sowie den Ökosystemdienstleistungen, jedoch eine Reduktion und somit Restaurierungspotenzial bei der flusstypischen Gemeinschaft,
- IV.) Bereiche mit intensiver menschlicher Nutzung, jedoch allgemein reduzierter Habitatverfügbarkeit, bei denen eine großräumige Wiederherstellung der vollen Multifunktionalität eines Fluss-Aue-Systems aufgrund anderer gesellschaftlicher Prioritäten nicht sinnvoll oder zu aufwändig ist, jedoch verschiedene Habitate, Ökosystemfunktionen oder Ökosystemleistungen gezielt wiederhergestellt werden können oder müssen (Minderungsmaßnahmen).

Der angewendete ÖBM-Ansatz ermöglicht es somit, Flussauen entlang der gesamten Donau für Erhaltungs-, Minderungs- und Restaurierungsmaßnahmen zu priorisieren.

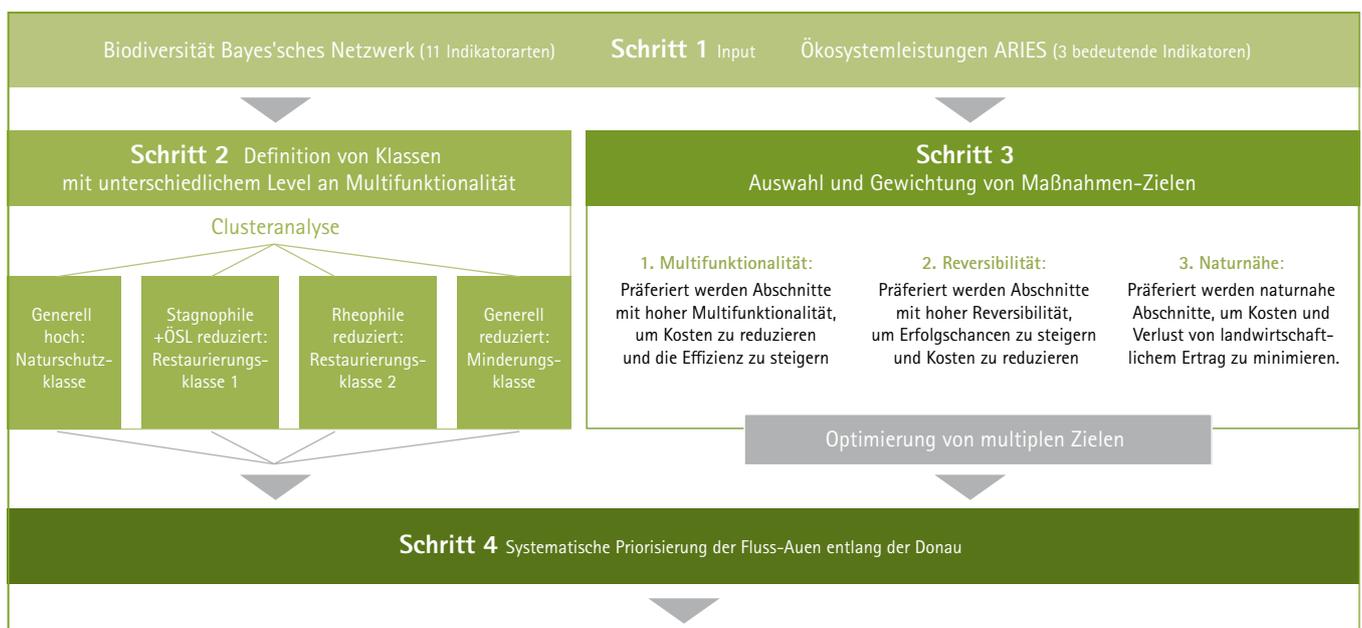


Abb. 1: Schema zur systematischen Priorisierung der Fluss-Aue-Abschnitte entlang der Donau für Erhaltungs-, Minderungs- und Restaurierungsmaßnahmen; Schritt 1: Modellierung der Biodiversitätsindikatoren und Ökosystemdienstleistungen (ÖSL), Schritt 2: Clusteranalyse zur Klassifizierung aller Abschnitte in potenzielle Erhaltungs-, Minderungs- und Restaurierungsflächen, Schritt 3: Optimierung und Gewichtung verschiedener Ziele, um die Kosten-Effizienz zu steigern, Schritt 4: Systematische Priorisierung der Auegebiete für Erhaltungs-, Minderungs- und Restaurierungsmaßnahmen. (nach FUNK et al. 2019)

Ein Vergleich mit dem aktuellen Zustand zeigt, dass ca. 80 Prozent der Flächen, die über den hier getesteten Ansatz für Naturschutzmaßnahmen priorisiert wurden, bereits Teil von Natura-2000-Gebieten sind. Für einige der Flächen, die das Projektteam für Restaurierungsmaßnahmen priorisiert hat, sind solche bereits geplant oder in Umsetzung (ca. 60 Prozent der Flächen), andere Flächen liegen jedoch in Bereichen, in denen noch keine Maßnahmen geplant sind (zusätzlich ca. 3.000 km² Auefläche). Außerdem hat der ÖBM-Ansatz das Potenzial, durch die systematische Optimierung anhand der gewählten Kriterien (Abbildung 3) die Kosten-Effizienz zu steigern.

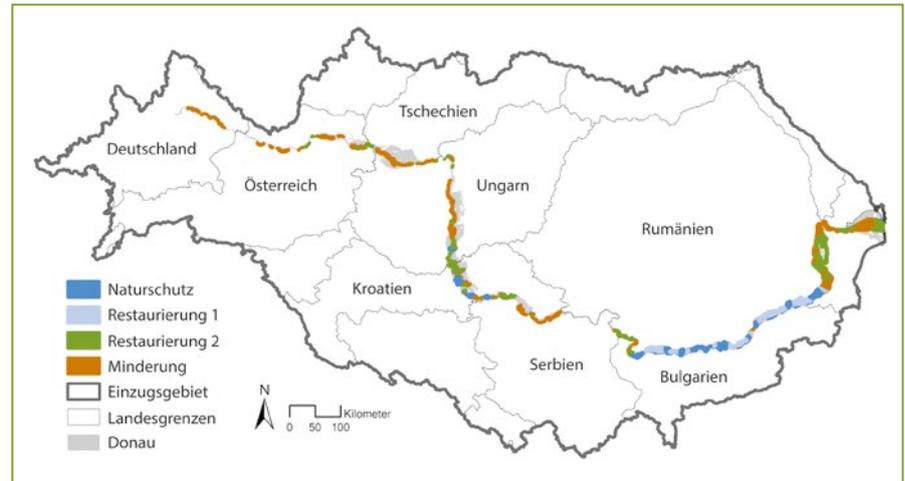


Abb. 2: Ergebnis der Clusteranalyse. (nach FUNK et al. 2019)

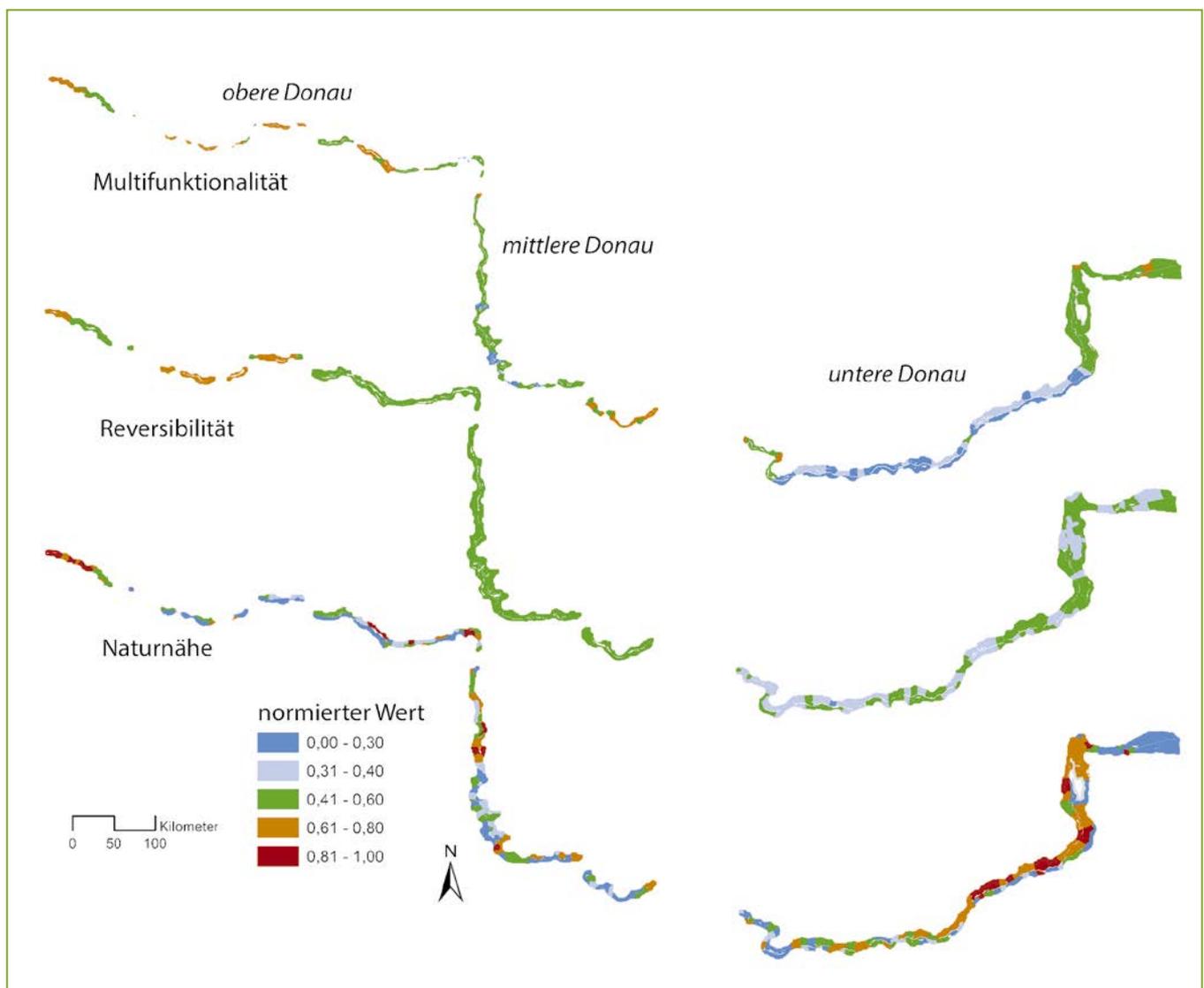


Abb. 3: Darstellung der drei Kriterien für Priorisierung, Optimierung und Gewichtung verschiedener Ziele, um die Kosten-Effizienz zu steigern; Multifunktionalität: Präferiert werden Abschnitte mit hoher Multifunktionalität, um Kosten zu reduzieren und die Effizienz zu steigern; Reversibilität: Präferiert werden Abschnitte mit hoher Reversibilität, um Erfolgchancen zu steigern und Kosten zu reduzieren; Naturnähe: Präferiert werden naturnahe Abschnitte mit geringer Nutzung, um Kosten und Verlust von landwirtschaftlichem Ertrag zu minimieren. Gezeigt sind normierte Werte der drei Kriterien von 0/dunkelblau – bester Wert bis 1/rot – schlechtester Wert. (nach FUNK et al. 2019)



Abb. 4: Blick über eine Schotterbank im Nationalpark-Donauauen zur Schifffahrt auf der Donau. (Foto: Andrea Funk)

Diskussion und Folgerungen

Im Gegensatz zur aktuellen Strategie, bei der jedes Land anhand unterschiedlicher Kriterien die Flächen für Restaurierungs- und Erhaltungsmaßnahmen auswählt, hat das Forschungsteam die AQUACROSS-Methode einheitlich entlang der gesamten Donau angewendet. Zusätzlich ist die Methode nachvollziehbar und flexibel, da die Zielparameter systematisch abgestimmt werden können. Der vorgeschlagene ÖBM-Ansatz kann eine gemeinsame Auswahl von Restaurierungsflächen, z. B. für Natura-2000-Gebiete, für die Wasserrahmenrichtlinie und die Hochwasserschutzrichtlinie fördern. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Ziele und Richtlinien unterstützt der Ansatz ein integratives Management, das die Multifunktionalität der Flussauen berücksichtigt. Auch könnte der Ansatz eine grenzüberschreitende Koordination und Kooperation fördern, da die Anwender die gesamte Donau auf Ökosystemlevel unabhängig von administrativen und politischen Grenzen betrachten können. Der Ansatz hat das Potenzial, einen gemeinsamen Konsens für die Zukunft in einem internationalen Flusseinzugsgebiet zu fördern (FUNK et al. 2018, 2019).

Die Methode kann hingegen keine regionale Priorisierung oder Planung von Maßnahmen ersetzen. Beispielsweise kann auch Restaurierungsbedarf außerhalb der durch die Methode priorisierten Flächen bestehen.

Literatur

- BORGWARDT, F., ROBINSON, L., TRAUNER, D., TEIXEIRA, H., NOGUEIRA, A. J. A., LILLEBØ, A. I., PIET, G., KUEMMERLEN, M., O'HIGGINS, T., McDONALD, H., AREVALO-TORRES, J. H., BARBOSA, A. L., IGLESIAS-CAMPOS, A., HEIN, T. & CULHANE, F. (2019): Exploring variability in environmental impact risk from human activities across aquatic ecosystems. *Science of The Total Environment* 652: 1396–1408.
- FUNK, A., MARTÍNEZ-LÓPEZ, J., BORGWARDT, F., TRAUNER, D., BAGSTAD, K. J., BALBI, S., MAGRACH, A., VILLA, F. & HEIN, T. (2019): Identification of conservation and restoration priority areas in the Danube River based on the multi-functionality of river-floodplain systems. *Science of the Total Environment*, 654, 763–777.
- FUNK, A., TRAUNER, D., HEIN, T., MATTHEISS, V., CHARBONNIER, C., KRAUTKRAEMER, A., STOSSER, P., COSTEA, G., PUSCH, M., MARTIN, E., TÖRÖK, L. & TÖRÖK, Z. (2018): Danube River Basin – harmonising inland, coastal and marine ecosystem management to achieve aquatic biodiversity targets. Case study report, Deliverable 9.2. European Union, 34 Seiten.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, J., BAGSTAD, K., BALBI, S., MAGRACH, A., ATHANASIADIS, I., PASCUAL, M., VOIGT, B., WILLCOCK, S., & VILLA, F. (2019): Towards globally customizable integrated ecosystem service models. *Science of the Total Environment* 650, 2325–2336.

Kontakt

Dr. Andrea Funk
Prof. Dr. Thomas Hein
 Institut für Hydrobiologie und
 Gewässermanagement (IHG),
 Universität für Bodenkultur (BOKU),
 Gregor-Mendel-Straße 33
 A-1180 Wien
 WasserCluster Lunz
 Biologische Station GmbH
 Dr. Carl Kupelwieser Promenade 5
 A- 3293 Lunz am See
 Tel. Funk: +43 650 9848242
 E-Mail: andrea.funk@boku.ac.at
 thomas.hein@boku.ac.at

Dr. Florian Borgwardt
 Institut für Hydrobiologie und
 Gewässermanagement (IHG),
 Universität für Bodenkultur (BOKU),
 Gregor-Mendel-Straße 33
 A-1180 Wien
 E-Mail: florain.borgwardt@boku.ac.at

M. Sc. Daniel Trauner
 Umweltbundesamt GmbH
 Spittelauer Lände 5
 A-1090 Wien
 Institut für Hydrobiologie und
 Gewässermanagement (IHG),
 Universität für Bodenkultur (BOKU),
 Gregor-Mendel-Straße 33
 A-1180 Wien

Dr. Javier Martínez-López
 Centre for Applied Soil Science and
 Biology of the Segura (CEBAS),
 Spanish National Research Council (CSIC),
 Murcia, Spanien

Dr. Kenneth J. Bagstad
 U.S. Geological Survey,
 Geosciences & Environmental
 Change Science Center,
 Denver, USA

Dr. Stefano Balbi
Dr. Ainhoa Magrach
Dr. Ferdinando Villa
 BC3-Basque Centre for Climate Change,
 Scientific Campus of the University
 of the Basque Country,
 Leioa, Spanien

LIFE Natur-Projekte „Fluss und Aue Emmericher Ward“ und „Nebenrinne Bislich-Vahnum“

NEBENRINNEN AM NIEDERRHEIN – RAUM FÜR EUROPÄISCHE FLUSSNATUR AN DER WASSERSTRASSE

KLAUS MARKGRAF-MAUÉ, DR. THOMAS CHROBOCK

Im Rahmen zweier LIFE-Projekte entstanden am Unteren Niederrhein eine durchströmte Nebenrinne bei Emmerich (Rhein-km 854 bis 857) und ein tief angebundener Seitenarm bei Wesel-Bislich (Rhein-km 823 bis 826) von zusammen über drei Kilometer Länge. Im Nebenschluss zu Hauptstrom und Fahrrinne können sich hier vielfältige Fluss- und Auenlebensräume, -prozesse und -strukturen wieder einstellen, die durch den Ausbau des Stroms verloren gegangen sind.



Seitenarm Bislich – bei Niedrigwasser besiedeln kurzlebige Schlammuferfluren große Sand- und Schlammflächen und im Schlamm lebende Tiere nutzen diese als Nahrungshabitat.

Ziele und Hintergrund

Neuen Raum zu schaffen für die Flussnatur europäischer Bedeutung am Unteren Niederrhein – eine der meist befahrenen Binnenwasserstraßen Europas – das war Herausforderung und Ziel der beiden LIFE-Natur-Projekte „Fluss- und Auenrevitalisierung Emmericher Ward“ (LIFE10 NAT/DE/010) und „Nebenrinne Bislich-Vahnum“ (LIFE08 NAT/DE/007).

Gegenstand beider LIFE-Projekte ist die Anlage von Nebengerinnen am Unteren Niederrhein, in der Emmericher Ward zusätz-

lich in Verbindung mit der Entwicklung von Auenwald. Stromverbindungen und vielfältige Flut- und Nebenrinnen unterschiedlicher Anbindungs- und entsprechend Strömungsprägung gehörten vor dem Ausbau zu den charakteristischen Strukturen des Unteren Niederrheins (LUA NRW 2003).

Beide Projekte zielen sowohl auf die Verbesserung des Flusslebensraums Rhein als auch seiner Aue ab. Mit der Anlage einer durchströmten Nebenrinne und eines Seitenarms schufen die durchführenden Akteure neuen Raum für vielfältige Flussnatur an der Wasserstraße. Der Rhein und seine Aue

werden wieder enger miteinander verzahnt. Ehemals charakteristische Landschaftselemente, Tier- und Pflanzenarten des Niederrheins können sich hier wieder entwickeln – darunter zahlreiche Arten und Lebensräume von europäischer Bedeutung.

Beide Gebiete gehören zum Internationalen Ramsar-Feuchtgebiet und EU-Vogelschutzgebiet „Unterer Niederrhein“ (DE-4203-401). Sie selbst sind eigenständige FFH-Gebiete („NSG Emmericher Ward“, DE-4103-302; „NSG Rheinaue Bislich-Vahnum“, DE-4304-302) und gehören somit, wie auch das angrenzende Rheinufer (Teil

des FFH-Schutzgebiets „Fischschutzzonen zwischen Emmerich und Bad Honnef“, DE-4405-301) zum europäischen Schutzgebietsnetzwerk „NATURA 2000“.

Die Maßnahmen bedienen sowohl zentrale Ziele im Hinblick auf Erhalt und Entwicklung der NATURA 2000 Gebiete als auch der EG-Wasserrahmenrichtlinie am Rhein.

Seitenarm Bislich

Die ursprünglich geplante durchströmte Nebenrinne im Naturschutzgebiet „Rheinaue Bislich-Vahnum“ sollte auf einer Gesamtlänge von etwa 2,5 Kilometern ein vorhandenes Abgrabungsgewässer und mehrere kleinere Gewässer untereinander und mit dem Rhein verbinden. Leider konnten die Projektpartner das Projekt so nicht realisieren, da ein notwendiges Grundstück nicht zur Verfügung stand. Deshalb stellten sie hier zunächst einen insgesamt etwa 1,3 Kilometer langen, einseitig an den Rhein angebundenen Seitenarm her. Bereits bestehende Gewässer integrierten sie in seinen Lauf und schufen eine tiefe Anbindung an den Rhein. Der Seitenarm kann auf diese

Weise später noch zu einer durchströmten Nebenrinne weiterentwickelt werden. Der neue Seitenarm ist durch seine tiefe Rheinbindung auf dem Niveau GIW (Gleichwertiger Wasserstand) an durchschnittlich 320 Tagen im Jahr mit dem Hauptstrom verbunden. Bis zum Mittelwasserstand begrenzt ein Einlassbauwerk den Ein- und Ausstrom auf zwei Kubikmeter pro Sekunde, um Beeinträchtigungen des Schiffsverkehrs auf der Wasserstraße auszuschließen. Bei höheren Wasserständen kann das Wasser frei einströmen.

Zur Gewässergestaltung bewegte die Baufirma etwa 25.000 Kubikmeter Boden. Nur den Einlaufbereich musste sie mit etwa 900 Tonnen Wasserbausteinen gegen Erosion sichern.

Nebenrinne und Auenwald Emmericher Ward

Im Projekt „Fluss und Aue Emmericher Ward“ (LIFE 10 NAT/DE/010) stellten die Akteure eine durchströmte Nebenrinne von etwa zwei Kilometer Länge her und initiierten auf 22 Hektar einen artenreichen Auenwald.

Für die Nebenrinne nutzten sie eine noch rudimentär vorhandene Flutrinne im Bereich verlandeter Bühnenfelder. Vier Bühnen durchbrachen sie landseitig auf 40 bis 45 Meter Breite und vertieften die Flutrinne zur Nebenrinne mit einer Sohlbreite von 23 bis 33 Meter. Dabei waren Aushubtiefen zwischen null und drei Metern erforderlich. Ein kleines, tiefes Abgrabungsgewässer integrierte das Projektteam in die Nebenrinne, welches jetzt als Sedimentfang vor der eigentlichen Rinne funktioniert. Insgesamt bewegte die Baufirma etwa 70.000 Kubikmeter Boden. Den Aushub verwendete sie zum großen Teil zur Schaffung einer Flachwasserzone im Abgrabungssee im „Oberlauf“ der Nebenrinne. Rund 5.000 Kubikmeter des Aushubs musste sie aufgrund hoher Belastungswerte auf eine Sonderdeponie verbringen. Die Sohle der Rinne liegt auf Mittelwasserminusein Meter. Das neue Gerinne ist damit an durchschnittlich 270 Tagen im Jahr mit dem Rhein verbunden und durchströmt.

Den Einlauf in die Rinne und den Auslauf der Rinne in den Rhein legte die Baufirma mit Wasserbausteinen fest. Damit wird der Umfang der Wasserentnahme aus dem Rhein definiert.

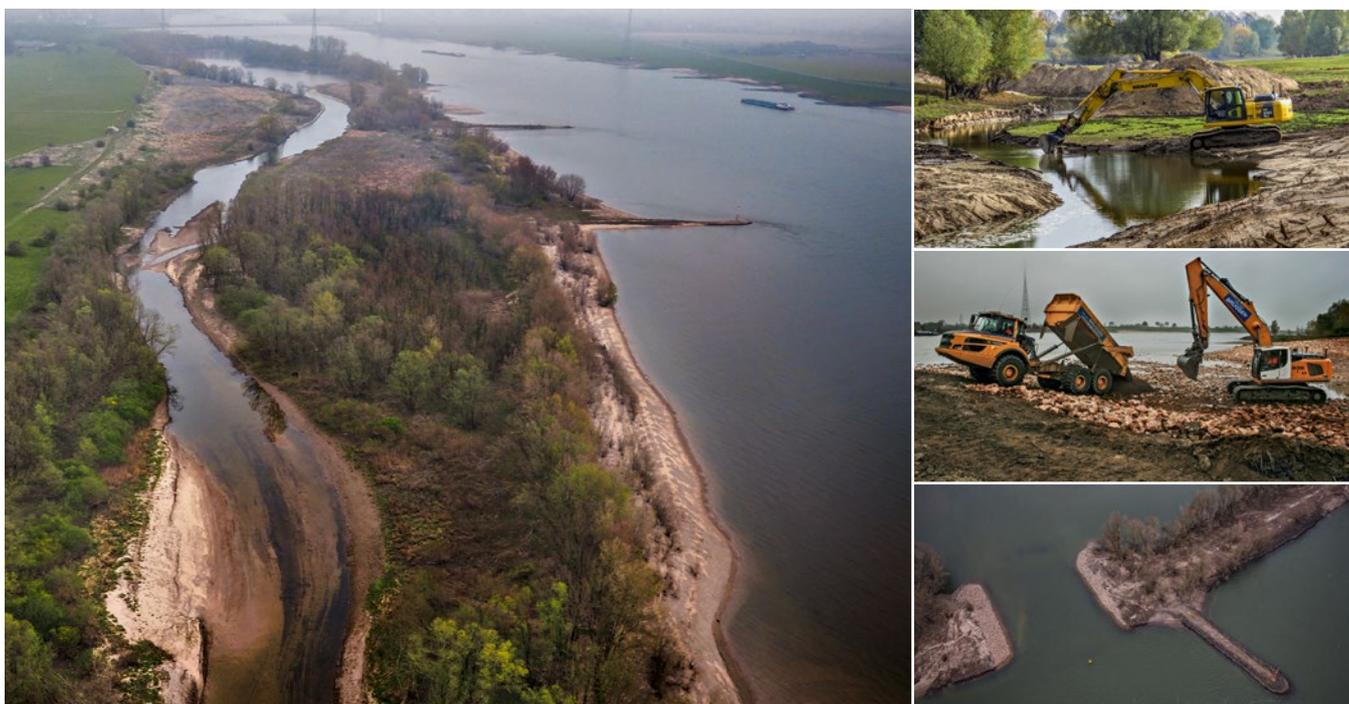
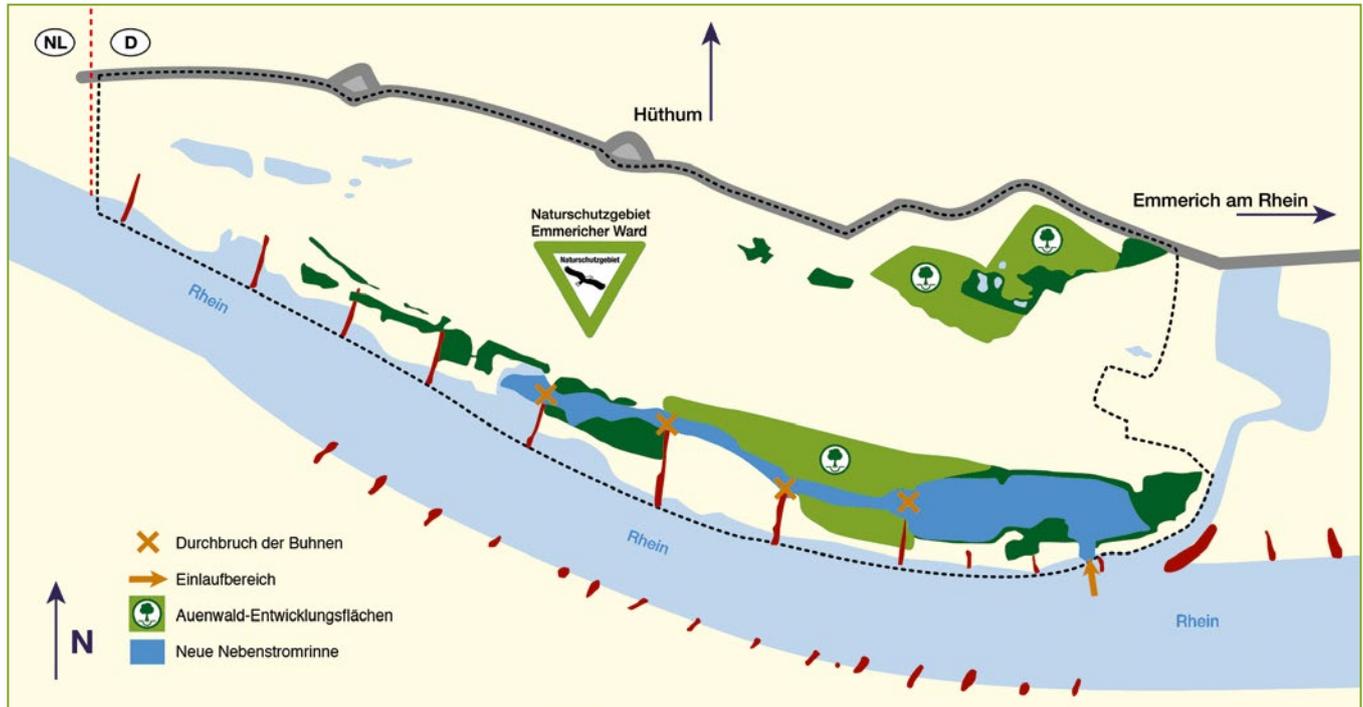


Abb. links: Bereits im zweiten Jahr hat sich eine große Vielfalt an Strukturen und flussgebundenen Habitaten eingestellt.

Abb. rechts, oben: Flach einfallende Ufer und steile, tiefere Bereiche wechseln sich ab.

Abb. rechts, mitte und unten: Der Einlaufkanal wird mit Wasserbausteinen gesichert; Sohlbreite 30 m.



Maßnahmenplan Emmericher Ward. (Karte: NABU Naturschutzstation Niederrhein)

Zur Versorgung eines Leitungsmasten auf der neu entstandenen Insel musste die durchführende Firma zusätzlich eine befestigte Furt herstellen. An den weiteren Buhnen-durchbrüchen trug sie die Befestigungen vollständig ab und befestigte ausschließlich den neuen stromseitigen Buhnenkopf wieder.

Im Übrigen ist die Rinne unbefestigt und kann sich innerhalb eines Entwicklungskorridors im Eigentum der öffentlichen Hand dynamisch verändern und verlagern. Das ist eine grundlegende Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung des neuen Gewässers.

Auf eine detaillierte Ausgestaltung der Rinne verzichtete das Projekt weitgehend, um dies dem Fluss selbst zu überlassen. Der Rhein hat das Angebot umgehend angenommen und schon im zweiten Jahr eine große Vielfalt an Strukturen und Lebensräumen naturnaher Flussläufe ausgestaltet.



Nebenrinne Emmericher Ward bei Niedrigwasser.

Auenwaldentwicklung

Wald bremst den Hochwasserabfluss – ein grundsätzlich positiver Effekt im Sinne der Entschärfung von Hochwasserereignissen für die Unterlieger stromabwärts. Vor Ort aber kann der Rückstau zu erhöhten Wasserständen führen. Das Projektgebiet in der Emmericher Ward bietet im Strömungsschatten eines Straßendamms große Flächen, die ein Hochwasser nur sehr langsam überströmen kann (s. Abbildung „Fließgeschwindigkeit bei Bemessungshochwasser“). Der Stauwirkung eines Auenwaldes an dieser Stelle ist daher entsprechend gering. Die Nebenrinne dagegen erweitert den Abflussquerschnitt und kann den verbleibenden Stauwirkung des Auenwaldes bei Hochwasser ausgleichen. Durch die Kombination der Auenwaldentwicklung mit der Anlage der Nebenrinne konnten die Akteure das Gesamtpaket hochwasserneutral verwirklichen. Die konkrete Lage und Dimensionierung von Auenwaldbeständen und Abflussschnitten legte dafür im Zuge einer hydrodynamisch-numerischen Modelluntersuchung die Bundesanstalt für Wasserbau fest (BAW 2010).

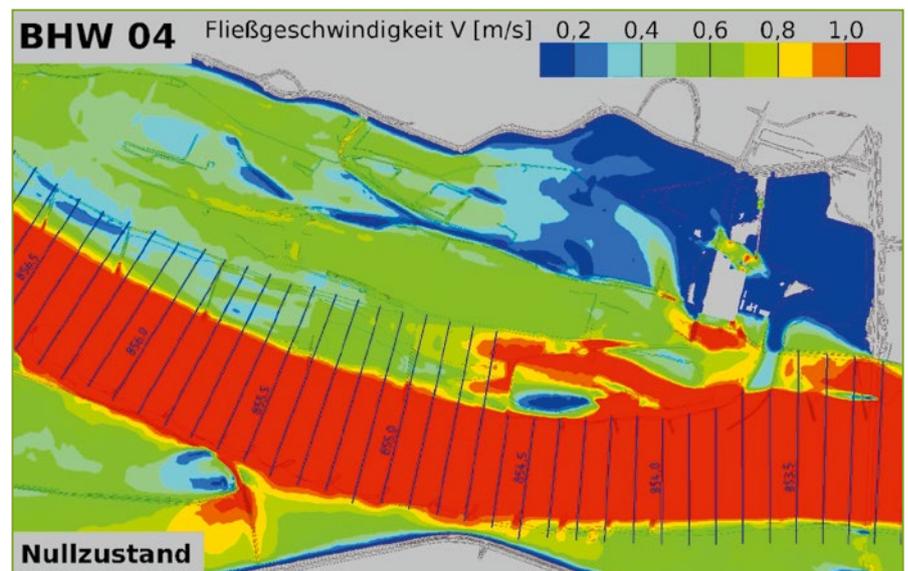
Auf insgesamt etwa 22 Hektar Fläche stieß das Projekt unter Einbeziehung vorhandener Feldgehölze die Entwicklung von artenreichem Auenwald an. Dabei setzt das Projekt auf Eigenentwicklung. Auf etwa 15 Prozent der Fläche wurden Gehölzinseln als Initialbestände gepflanzt. Einen Teil der Fläche bereiteten die Akteure mittels Grubbern und damit Aufbruch der Grasnarbe für die spontane Ansiedlung von Gehölzen vor. Auf den übrigen Flächen wurde ein Oberbodenauftrag vorgenommen. Hier soll die eigen-dynamische Entwicklung über artenreiche Ruderal- und Gebüschstadien mittelfristig zu strukturreichen, heimischen Auenwaldbeständen führen.

Die Auenwald-Entwicklungsflächen erstrecken sich von der häufig überschwemmten unteren Weichholzaue bis zur oberen Hartholzaue auf den höchstgelegenen und nur noch selten überfluteten Flächen. In Abhängigkeit von der Überflutungshäufigkeit kann sich ein vielgestaltiger Wald entwickeln.

Maßnahmen an der Bundeswasserstraße

Maßnahmen am Rhein treffen auf spezifische Problemstellungen im Hinblick auf die Eigentumsverhältnisse und Zuständigkeitsregelungen an der Bundeswasserstraße. In beiden Projekten sind Flächen des Bundes betroffen. In der Emmericher Ward haben die Akteure die Nebenrinne im Wesentlichen auf Flächen im Eigentum der Bundeswasserstraßenverwaltung erstellt. In diesem Fall war ein Nutzungsvertrag mit 30 Jahren Laufzeit und verbunden mit einer Nutzungsgeld von insgesamt über 110.000 Euro abzuschließen. Die Kosten der Unterhaltung der Anlagen auf Bundesgelände überlegten die Projektpartner dem Land Nordrhein-Westfalen als Instanz für die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie.

Nach langer Diskussion zwischen Land und Bund stellte sich heraus, dass die geltende Rechtslage keine grundsätzliche, konstruktivere Lösung ermöglicht. Im Zuge einer Ausnahmeregelung wurde die Nutzungsgeld schließlich auf einen Betrag von null Euro reduziert. Weitere nicht zielführende Regelungen mussten die Projektbeteiligten jedoch zunächst in Kauf nehmen, um die Realisierung der Projekte im Rahmen der finanzierten Projektlaufzeit nicht zu gefährden. Das zugrunde liegende Regelungsdefizit erweist sich als gravierende Hürde für die Realisierung der EG-Wasserrahmenrichtlinie an Wasserstraßen. Eine entsprechende Anpassung des Bundeswasserstraßengesetzes ist überfällig und soll im Zuge der Umsetzung des Bundesprogramms „Blaues Band Deutschland“ erfolgen.



Fließgeschwindigkeit bei Bemessungshochwasser; Auszug aus BAW 2010.



Auenwald-Initialpflanzungen im Hochwasser.

Monitoring

Das Monitoringprogramm zur Erfolgskontrolle umfasst Erhebungen zur morphologischen und ökologischen Entwicklung der neuen Nebengewässer. Vermessungen, Luftbildaufnahmen, Kartierung der Verteilung der Substrate in den Gewässern und in ihrem Umfeld geben Hinweise auf die morphodynamische Entwicklung derselben. Echolotpeilungen in der Fahrrinne dienen dem Nachweis eventueller Auswirkungen auf die Wasserstraße. Zum biologisch-ökologischen Monitoring gehören Erfassungen der Biotoptypen, der Vegetation, der Vogelfauna, der Fische und des Makrozoobenthos.

Zwei Jahre nach Abschluss der Arbeiten lassen sich bereits erste positive Entwicklungstendenzen der Projektgebiete belegen. Belastbare Aussagen zur nachhaltigen ökologischen Entwicklung und Zielerreichung setzen jedoch ein Monitoring über längere Zeiträume voraus. Erste Ergebnisse belegen eine dynamische Entwicklung der Gewässer und ihrer Lebensgemeinschaften im Sinne der Projektziele.

Morphodynamik

An der Nebenrinne Emmericher Ward hat bereits im ersten Winter nach Fertigstellung eine intensive morphodynamische Entwicklung eingesetzt. Der Ausbildung von Steilufern und Auskolkungen im Prallhang steht die Ablagerung von Kiesbänken, Kies-, Sand- und Schlickufern gegenüber.

LIFE Natur-Projekt „Nebenrinne Bislich-Vahnum“

- **Projektträger und Projektleitung:** NABU-Naturschutzstation Niederrhein e.V.
- **Projektpartner:** Biologische Station im Kreis Wesel e.V., Planungsbüro Koenzen / Hilden, Zoologisches Institut der Universität zu Köln, Außenstelle Rees-Grietherbusch, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- **Ko-Finanzierer:** Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Umweltstiftung Michael Otto, Kurt Lange Stiftung
- **Projektlaufzeit:** Januar 2010 bis Dezember 2019
- **Projektbudget:** ca. 2,65 Mio. Euro, EU-Förderung 50%

LIFE Natur-Projekt „Fluss und Aue Emmericher Ward“

- **Projektträger und Projektleitung:** NABU-Naturschutzstation Niederrhein e.V.
- **Projektpartner:** Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- **Ko-Finanzierer:** Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz, und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Kurt Lange Stiftung, HIT Umwelt- und Naturschutzstiftungs-GmbH
- **Projektlaufzeit:** Januar 2012 bis Juni 2020
- **Projektbudget:** ca. 3,1 Mio. Euro, EU-Förderung 50%

Das vorgelagerte Abtragungsgewässer unterbindet einen Sedimenteintrag von außen weitgehend, so dass Umlagerungen praktisch ausschließlich innerhalb der Nebenrinne stattfinden. Auch im Seitenarm bei Wesel-Bislich setzten ähnliche dynamische Entwicklungen ein, aufgrund der nur einseitigen Rheinbindung jedoch in geringerem Ausmaß.

Habitats und Arten

Der morphologischen Ausdifferenzierung entspricht die Ausbildung vielfältiger fluss- und auentypischer Habitats in und an den neu angelegten Nebengerinnen, darunter in erheblichem Umfang Ziellebensraumtypen gemeinschaftlicher Bedeutung wie der LRT 3270 „Schlammige Flusssufer mit



Uferabbruch und wandernde Kiesbank – der Rhein übernimmt die differenzierte Ausgestaltung der Nebenrinne; im Hintergrund das einfache Standardprofil aus der Bauphase.



Abb. links: Das Blaukehlchen brütet in den Staudenfluren entlang der Nebenrinne.

Abb. rechts: Die Flussuferwolfsspinnne – nur wenige Vorkommen in NRW.

einjähriger Vegetation" im Wasserwechselbereich der Nebenrinne und des Seitenarms und des LRT 6430 „Feuchte Hochstaudenfluren“ im häufig überschwemmten Umfeld der Nebenrinne.

Hohe Jungfischdichten, darunter erhebliche Anteile strömungsliebender Arten wie Barbe und Nase, belegen die bereits etablierte wichtige Funktion als Aufwuchs habitat für den Rhein und seine Aue.

Das im ersten Winter vom Rhein herauseroodierte Steilufer in der Emmericher Nebenrinne besiedelte bereits im ersten Frühjahr eine kleine Uferschwalbenkolonie. Die Kiesufer der Nebenrinne waren im Frühjahr 2019 Brutrevier von sechs Paaren des Flussregenpfeifers. Arten, die Schlamm benötigen, wie Waldwasserläufer, Flussuferläufer und Grünschenkel nutzen die Kiesbänke als Übersommerer und Durchzügler. Auch am Seitenarm bei Wesel-Bislich brüteten bereits mehrere Paare des Flussregenpfeifers sowie Kiebitze.

Im zweiten Jahr konnten Forscher auf den Kiesflächen im Bereich der Nebenrinne die Besiedlung durch die seltene Flussuferwolfsspinnne (*Arctosa cinerea*) nachweisen. Diese spezialisierte Art kommt im Gebiet örtlich am Rheinufer vor und hat von dort aus auch die Nebenrinne besiedelt und damit das lokale Vorkommen maßgeblich erweitert.

Bereits im ersten Sommer 2018 konnten die Projektbeteiligten in der Nebenrinne einen Massenschlupf der Eintagsfliege Ephoron virgo (*Uferaa*s) beobachten. Diese früher massenhaft auftretende Art war im Rhein mehr als 50 Jahre verschollen. Mit der Verbesserung der Wasserqualität trat sie Anfang der 1990er Jahre erstmals wieder in relevanter Zahl im Rhein auf.

Die Projekte, ihre Maßnahmen und erste Resultate hat die NABU-Naturschutzstation im Jahr 2019 in einem anschaulichen Projektbericht veröffentlicht, der über die Station sowie die Projektwebseiten verfügbar ist. Die NABU-Naturschutzstation Niederrhein setzt sich auch mit ihrem neuen LIFE-Projekt „Wiederherstellung des Feuchtgebietscharakters der Rheinaue Emmericher Ward“ (Life17 NAT/DE/458, Laufzeit: 2018 – 2024) für die Revitalisierung der Aue des Unteren Niederrheins ein.

Fotos:

NABU-Naturschutzstation Niederrhein

Weiterführende Informationen:

www.life-rhein-emmerich.de
www.life-rhein-bislich.de
www.life-emmericher-ward.de

Literatur

- LUA NRW (LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN) (2003): Morphologisches Leitbild Niederrhein. – Merkblätter Nr. 41, 122 S., Essen.
- BAW (BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU) (2010): Hydrodynamisch-numerische Modelluntersuchung von einer Nebenrinne und Auenwaldpflanzungen im Bereich der Emmericher Ward Rhein-km 854,0 – 859,0.- Karlsruhe (unveröff.)
- NABU-NATURSCHUTZSTATION NIEDERRHEIN (2019): Zwei Projekte, ein Ziel: mehr Flussnatur am Niederrhein. Kranenburg.

Kontakt:

NABU-Naturschutzstation
 Niederrhein e.V.
 Keekener Straße 12, 47533 Kleve,
www.nabu-naturschutzstation.de

Dipl.-Biol. Klaus Markgraf-Maué
 Tel.: 02821/713988-40
 E-Mail: klaus.markgraf@nabu-naturschutzstation.de

Dr. Thomas Chrobock
 Tel.: 02821/713988-16
 E-Mail: thomas.chrobock@nabu-naturschutzstation.de

Zustandsbeschreibung im Vorfeld von Dynamisierungsmaßnahmen

ERFASSUNG VON MOLLUSKEN IN DEN DONAUAUEN ZWISCHEN LECH- UND USSELMÜNDUNG

JULIA SATTLER, MANFRED COLLING, SIEGFRIED GEISSLER, MARIA NISSEL & FRANCIS FOCKLER

Die Naturschutzbehörde des Landratsamtes Neuburg – Schrobenhausen ließ 2019 eine Molluskenkartierung im Bereich der Auwälder zwischen Lech- und Usselmündung westlich von Neuburg an der Donau im Vorfeld geplanter Dynamisierungsmaßnahmen durchführen. Das vorgefundene Artenspektrum beinhaltet viele und vor allem auch seltene Arten. Zahlreiche Totfunde deuten auf eine abnehmende Habitatqualität aufgrund der starken anthropogenen Veränderungen (Staustufenbau, fehlende Wasserstandsdynamik, Nutzung etc.) hin. Aus natur- und artenschutzfachlicher Sicht ist daher die seitens der Stiftung Naturerbe Donau und der Naturschutzbehörde in Neuburg angestrebte Verbesserung der Habitatqualität durch Dynamisierungsprozesse sehr zu begrüßen. Diese sollen im Rahmen der Umsetzung des Masterplans „Lebensraum Bayerische Donau“, Schlüsselprojekt Nr. 8 „Dynamisierung der Donauauen zwischen Marxheim und Steppberg“, erfolgen.

Einleitung

Flussauen stellen einen extrem strukturreichen und hochdynamischen Lebensraum dar. Durch die Umlagerungsprozesse, von periodisch wiederkehrenden kleinen und größeren Hochwassern ausgelöst, bildet sich ein Mosaik verschiedenster Lebensräume, welches eine Vielzahl an Arten beherbergt (DISTER et al. 2017). Die natürliche Abflussdynamik, durch welche Fluss und Flussaue ein zusammenhängendes Kontinuum bilden, ist heute durch zahlreiche wasserbauliche Maßnahmen wie Hochwasserschutz, Flussbegradigungen und/oder Stauwerke in Mitteleuropa nur noch selten gegeben (DAMM et al. 2011). Auch die Donau ist auf ihrer Länge von 2857 Kilometern in weiten Teilen davon betroffen. Auf den längsten Abschnitten (2415 Flusskilometer) ist sie schiffbar, ab Flusskilometer 2415 (Kelheim) allein in Bayern von 20 Staustufen beeinflusst. Die durch die Flussbegradigung trocken gefallenen Auenbereiche sind vielfach intensiv landwirtschaftlich, zum Siedlungsbau und für Infrastrukturmaßnahmen genutzt. Laut dem Klassifikationsprojekt CORINE Land Cover (KEIL et al. 2014) sind 34,8 Prozent noch als „Wälder und naturnahe Flächen“ bewertet. Diese sind theoretisch dazu geeignet, als Refugialräume für die sehr heterogene Auenflora und -fauna zu fungieren, wobei ein ausschlaggebendes Kriterium für ihre Habitat-

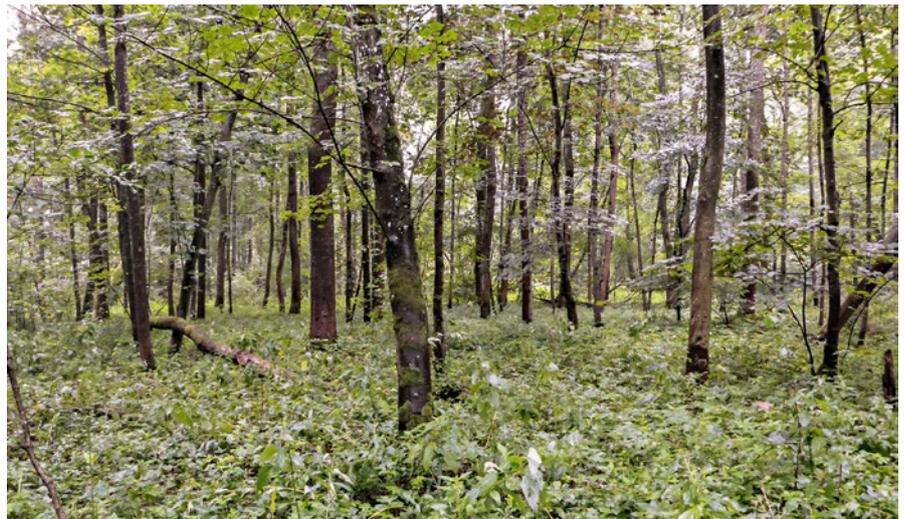


Abb. 1: Foto zu den fünf Lebensraumtypen (aus ÖKON 2019) – Auwald Probefläche 1. (Foto: Julia Sattler)

eignung die Dynamik des Systems darstellt (ROBINSON et al. 2002). Die Trennung der Aue vom Gewässersystem, wie sie der Gewässererbau im Laufe des zwanzigsten Jahrhunderts vorangetrieben hat, hat die Vielfalt vor allem temporärer Habitate stark beschnitten. Hydrologische Dynamisierungsmaßnahmen konnten die ursprüngliche strukturelle Heterogenität und die damit verbundene Biodiversität teilweise wiederherstellen (MONDAU, MÜLLER et al. 2014). Im Jahr 2019 wies die Naturschutzbehörde 960 Hektar Auwälder zwischen Lech- und Usselmündung als Naturwald aus. Mit dem Zugewinn dieser Flächen geht die Planung

großflächiger Dynamisierungsmaßnahmen in diesem Raum einher. Im Vorfeld der Maßnahmen hat die Untere Naturschutzbehörde des Landratsamtes Neuburg – Schrobenhausen eine Molluskenkartierung in Auftrag gegeben. Mit Hilfe dieser als Bioindikator sehr gut geeigneten Tiergruppe (UTSCHIK et al. 2013) können Forscher den momentanen Zustand der Wälder gut beschreiben und eventuelle Unterschiede in ihrer Struktur sowie ihren biotischen und abiotischen Bedingungen hinsichtlich ihrer Eignung als Lebensraum für Mollusken aufzeigen. Hieraus lassen sich wiederum Möglichkeiten zu deren Förderung ableiten.



Fotos zu den fünf Lebensraumtypen (aus ÖKON 2019)

Abb. 2, links, oben: Röhricht, Probefläche 4. (Foto: Julia Sattler)

Abb. 4, links, unten: Brenne und Magerrasen Probefläche 7. (Foto: Julia Sattler)

Abb. 3, rechts, oben: Altwasser, Probefläche 5. (Foto: Julia Sattler)

Abb. 5, rechts, unten: Bach bei Bertoldsheim, Probefläche 14. (Foto: Julia Sattler)

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Lechmündung, etwa 20 Kilometer westlich von Neuburg an der Donau, entlang der Donau bis zur Usselmündung, etwa 10 Kilometer westlich von Neuburg an der Donau. Es stellt mit 1557 Hektar einen Ausschnitt eines der größten zusammenhängenden Auengebiete Mitteleuropas dar. Ein Mosaik unterschiedlicher Schutzgebiete und durch verschiedene Naturschutz-Projekte geförderte Maßnahmen erhalten und pflegen dieses Gebiet. Das 3278 Hektar große FFH-Gebiet „Donau mit Jura-Hängen zwischen Leitheim und Neuburg“ (Gebietsnummer 7232-301) ist auf der gesamten Fläche nach den NATURA 2000-Bestimmungen geschützt. Zusätzlich befindet sich im Süden des Bertoldsheimer Stausees das Naturschutzgebiet „Donaualtwasser Schnödhofer“ mit einer Fläche von 81 Hektar. Die Stiftung Naturerbe schützt zudem über 100 Hektar sogenannten *Stiftungswald* und im Oktober 2019 wurden 960 Hektar Auwald aus dem Bestand der Bayerischen Staatsforsten als Naturwaldflächen nach Art. 12a BayWaldG

ausgewiesen. Durch den vergleichsweise breiten Auenquerschnitt und die geringe anthropogene Überformung – abgesehen von den Folgen der Staustufen Bertoldsheim und Bittenbrunn – verfügen diese Auwälder, insbesondere südlich der Donau, noch über einen Teil der autotypischen Strukturvielfalt. Neben den Weich- und Hartholzauwäldern finden sich hier Bereiche der waldfreien Aue wie Hochstaudenfluren, Altwasser oder Brennens als Sonderstandorte. Dennoch zeigt ein Großteil der Wälder Merkmale auffällig niedriger Wasserversorgung. So sind auf Standorten, die ursprünglich von Weichholz-Arten wie Weiden und Erlen geprägt waren, vermehrt Vertreter der Hartholzaunen wie Ahorn, Esche und Eiche zu finden. Der Zugewinn der Naturwaldflächen als Schutzgebiete ermöglicht neue Dynamisierungsmaßnahmen, mittels derer die hydrologischen Verhältnisse der Aue verbessert werden sollen (SCHÄFFER et al. 2019).

Methodik

Festlegung der Probeflächen

Im Rahmen der Biotopkartierung 2010 haben die beteiligten Akteure im FFH-Gebiet 16 Lebensraumtypen (LRT) kartiert, von denen sie fünf als für Mollusken relevante Habitate auswählten:

- LRT 3260: Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des *Ranunculus fluitantis* und des *Callitriche-Batrachion*
- LRT 6210: Naturnahe Kalk- und Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (*Festuco-Brometalia*)
- LRT 6430: Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
- LRT 91E0: Auenwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)
- LRT 91F0: Hartholzaunenwälder mit *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* oder *Fraxinus angustifolia* (*Ulmion minoris*)

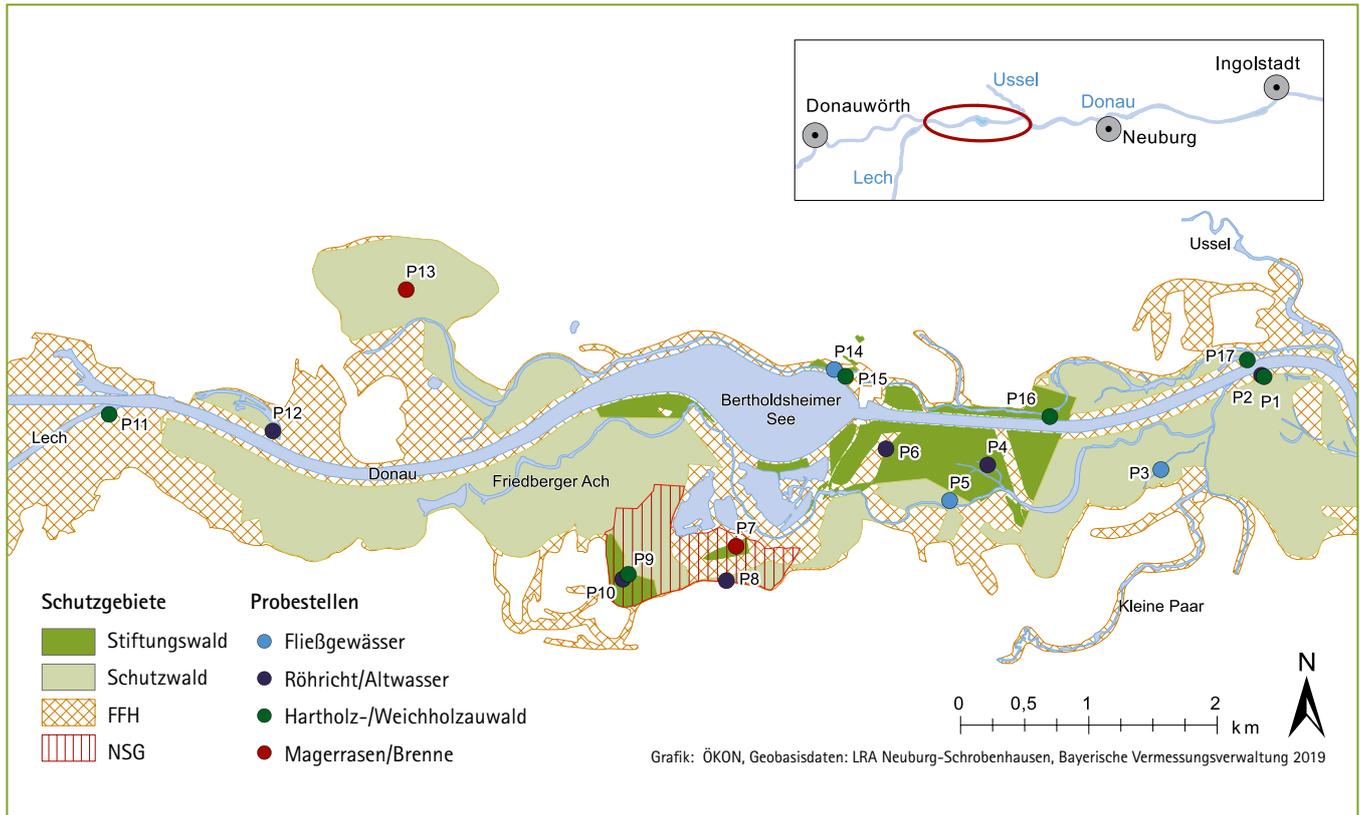


Abb. 6: Lageplan des Untersuchungsgebiets unter Darstellung der Molluskenprobeflächen vom August 2019.

Unter Berücksichtigung der vor Ort vorgefundenen Standorteigenschaften sowie deren Zugänglichkeit legten die Projektmitarbeiter in Abstimmung mit Herrn Dipl.-Ing. Siegfried Geissler, Untere Naturschutzbehörde (UNB) Neuburg-Schrobenhausen, insgesamt 17 Probeflächen fest, elf südlich und sechs nördlich der Donau, welche die ausgewählten Lebensraumtypen abdecken (Abb. 6). Hart- und Weichholzauwald wurden hierbei zusammengefasst, da sich die Molluskenzönosen dieser beiden Lebensraumtypen oft stark überschneiden. Die Abbildungen 1 bis 5 zeigen beispielhafte Probeflächen der untersuchten Lebensräume.

Probenahme

Auf den 17 ausgewählten Flächen bestimmten, erfassten und digitalisierten die beteiligten Akteure die jeweils repräsentativen Probeflächen lagegenau. Je Probefläche entnahmen und sammelten sie an vier Probestellen Substratproben der obersten Bodenschicht (etwa 5 Zentimeter) auf einer Fläche von jeweils 0,25 m² in einem semipermeablen,

gegen Fäulnis widerstandsfähigen Beutel und bereiteten diese anschließend mit einer Schlamm-Sieb-Rüttelmaschine auf. Sie gewannen dabei drei Fraktionen, welche sie auslasen und bestimmten. Die Methode ist ausführlich in ÖKON (2017) beschrieben. Für die standardisierte Handaufsammlung auf der Gesamtfläche wurden pro Probefläche 30 Minuten anberaumt. Die in dieser Zeit gefundenen Individuen fixierten die Beteiligten – soweit nicht im Gelände ansprechbar – in Ethanol. Die Probenahmen fanden zwischen dem 20. und 22. August 2019 statt.

Auswertungsmethodik

Die im Gelände konservierten Individuen bestimmten die Projektmitarbeiter im Labor, soweit möglich bis auf Artniveau, anhand der Standard-Bestimmungsliteratur von Herrn Dipl.-Biol. Manfred Colling, Unterschleißheim. Nomenklatur und Systematik folgen der aktuellen Literatur (GLÖER 2002, GLÖER 2015, HAUSSER 2005, WIESE 2016). Die Gefährdungskategorien sind den aktuellen Roten Listen für Deutschland (JUNGBLUTH & VON KNORRE 2011) und Bayern (FALKNER et al. 2003) entnommen.

Ergebnisse

Artenspektrum im Untersuchungsgebiet

Im Untersuchungsgebiet sammelte das Projektteam insgesamt 72 Molluskenarten aus 30 Familien (Tab. 1 und 2). Davon konnten 71 auf Artebene und eine als confer (cf. = vgl.) angesprochen werden. Die gefundenen Arten lassen sich wie folgt klassifizieren:

- 43 Landschneckenarten aus 20 Familien
- 20 Wasserschneckenarten aus 8 Familien
- 9 Muschelarten aus einer Familie

In den Tabellen 1 und 2 sind die Arten zuerst nach Familien und innerhalb derer wiederum alphabetisch geordnet.

**Qualitative Analyse des Artenspektrums
Ökologische Ansprüche der Arten**

Von den 72 gefundenen Arten sind 29 dem Lebensraum Wasser zuzuordnen. Somit dominieren die landlebenden Molluskenarten das Artenspektrum. Bezieht man jedoch die Feuchtigkeitsansprüche der einzelnen Arten mit ein, so haben mit 40 Arten über die Hälfte einen erhöhten Feuchtigkeitsanspruch von > 75 Prozent (WEITMANN & GROH 2017).

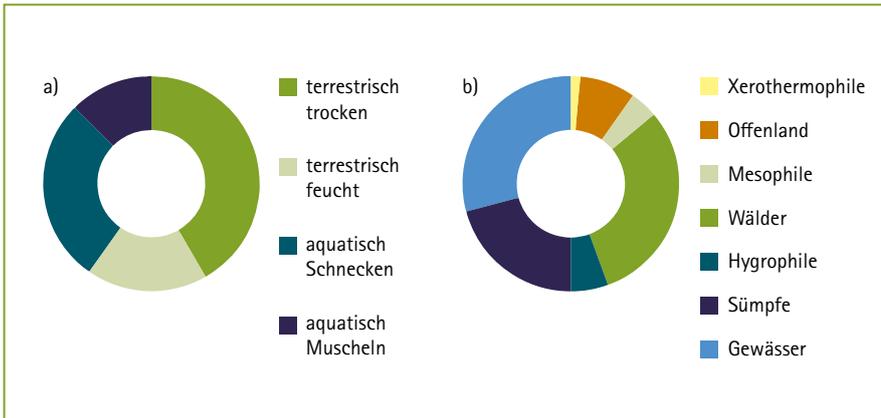


Abb. 7: Darstellung der Anteile an Landmollusken mit trockenen und feuchten Ansprüchen bzw. an Wassermollusken, unterteilt in Schnecken und Muscheln (a), sowie Anteile der Arten mit ökologischen Ansprüchen, die den kartierten Lebensräumen entsprechen (b). (Grafik: JULIA SATTLER i.A. ÖKON)

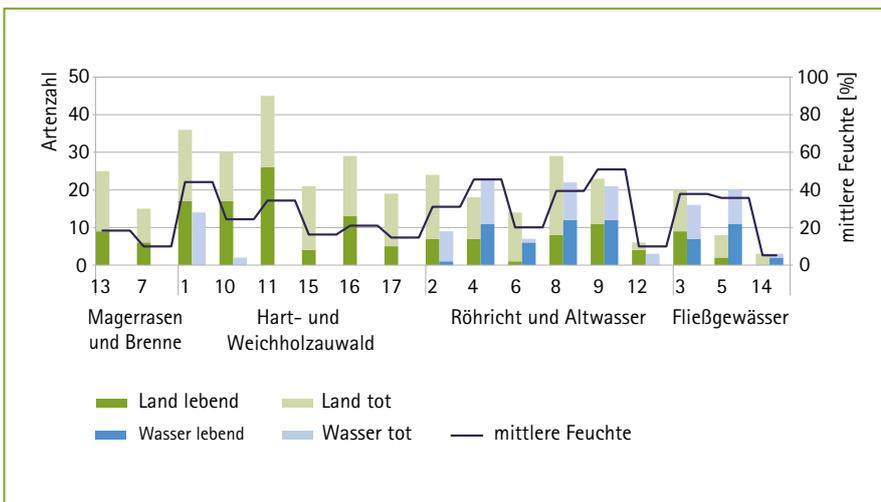


Abb. 8: Anzahl der gefundenen Land- und Wassermolluskenarten je Probefläche, unterteilt in Lebend- und Totfunde. Als Linie wurde die mittlere Feuchte nach WEITMANN & GROH 2017 je Probefläche dargestellt. Die Probeflächen wurden nach ihren kartierten Lebensräumen gruppiert. (Grafik: JULIA SATTLER i.A. ÖKON)

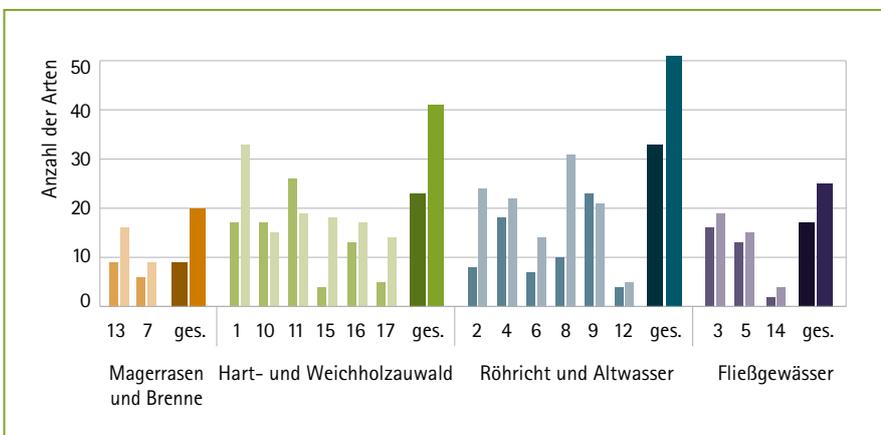


Abb. 9: Darstellung der insgesamt je Probefläche gefundenen Arten. Die Probeflächen wurden nach ihren kartierten Lebensräumen gruppiert. Die hellen Farben je Kategorie stehen für Tot- die dunklen für Lebendfunde. (Grafik: JULIA SATTLER i.A. ÖKON)

Vertreter sehr trockener Standorte, wie z. B. *Truncatellina cylindrica* oder *Vallonia costata*, stellen zehn Prozent des Artenspektrums dar. Einen Anteil von 28 Prozent nehmen waldlebende Arten ohne spezielle Feuchtigkeitsansprüche wie *Cochlodina laminata* oder *Acanthinula aculeata* ein (Abb. 7).

Über die Probestellen verteilt variiert diese Zusammensetzung jedoch teilweise erheblich, nicht nur hinsichtlich der Artenzahl, sondern auch in Anbetracht der Feuchtigkeitsansprüche der gefundenen Arten sowie ihrer Vitalität (Abb. 8). So überwiegt in manchen Flächen der Anteil aquatischer Arten (PS 4 und PS 5), die mittlere Feuchtezahl reicht von > 50 Prozent (PS9) bis <10 Prozent (PS14) und der Anteil lebender Arten kann denjenigen der Totfunde deutlich übersteigen (PS 6, aquatisch), während andernorts fast ausschließlich tote Individuen zu finden waren (PS1 aquatisch).

Zustand der Arten

Aus dem Gesamtartenspektrum konnte das Projektteam 20 Arten (neun Land- und elf Wassermollusken) ausschließlich mit Leerschalen belegen, was einem Anteil von 28 Prozent entspricht. Von den übrigen 52 Arten wurden auch Lebendexemplare gefunden. Ihr Anteil war in PS 11 mit 58 Prozent am höchsten und in PS 15 mit 18 Prozent am geringsten (Abb. 8). Unter den Lebendfunden traten einige Arten ausschließlich in juvenilen Stadien auf, für die meisten Arten fand das Team beide Altersklassen.

Die zu vier Kategorien zusammengefassten und beprobten Lebensräume weisen unterschiedliche Artenzahlen auf und unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer Anteile an lebend bzw. tot gesammelten Arten. Die Magerrasen beherbergen im Schnitt mit 20 Arten das kleinste Artenspektrum, 37,5 Prozent davon wurden lebend nachgewiesen. Mit 24 Arten liegen die Fließgewässer nur knapp darüber, der Anteil lebender Arten ist jedoch mit 44 Prozent deutlich höher. In den Röhrichten und Altwassern wurden im Schnitt 31 Arten je Probestelle gefunden, jedoch erreichte der Anteil lebender Arten wie bei den Magerrasen und Brennen nur 37,5 Prozent. Ähnlich umfangreich war das Artenspektrum der Auwälder mit 33 Arten pro Probefläche, der Anteil lebender Arten lag hier bei 42,5 Prozent (Abb. 9).



Schutzstatus

Unter den in Tab. 1 und Tab. 2 gelisteten Arten befinden sich knapp 50 Prozent auf der Roten Liste für Bayern. Davon stehen 19 Arten auf der Vorwarnliste (V), 12 Arten gelten als gefährdet (RL 3) und zwei Arten als vom Aussterben bedroht (RL 1). Auf der Roten Liste für Deutschland stehen 35 Prozent der Arten, jeweils neun auf der Vorwarnliste und in Kategorie 3, vier in Kategorie 2 und jeweils eine in Kategorie 1, Kategorie R und Kategorie G (Abb. 10). Zwei Arten sind im Anhang II der Natura 2000 Richtlinie (Rat der EU, 1992, 1997) gelistet.

Die zwei als „vom Aussterben bedroht“ geltenden Arten sind:

Valvata macrostoma (MÖRCH 1864): Die Sumpf-Federkiemenschnecke (Abb. 11) lebt vornehmlich in Temporärgewässern, welche sich in großen Stromtalauen unter natürlicher Dynamik entwickeln (JURKIEWICZ-KARNKOWSKA 2009). Dabei bevorzugt die Art ein kalziumreiches Gewässer mit ausreichender Sauerstoffverfügbarkeit. Zugleich ist die Art darauf spezialisiert, Trockenzeiten zu überdauern. Die Aktualisierungen der Roten Listen (JUNGBLUTH & VON KNORRE 2011) dokumentieren einen landesweiten Rückgang der Art. An zwei Probestellen (1 und 12) fand das Projektteam verwitterte Leerschalen der Art, d. h. die Art muss im Gebiet – vermutlich aufgrund der fehlenden Wasserstandsdynamik – zumindest als verschollen gelten, sofern ihr Bestand nicht insgesamt erloschen ist.

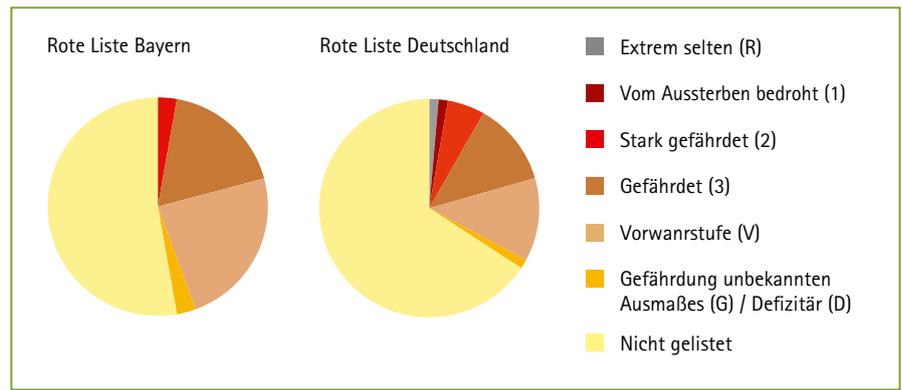


Abb. 10: Gesamtartenspektrum unterteilt in Rote-Liste-Kategorien nach Rote Liste Deutschland und Rote Liste Bayern. (Grafik: JULIA SÄTTLER i.A. ÖKON)

Vertigo moulinsiana (DUPUY 1849): Die Bauchige Windelschnecke (Abb. 12) ist die größte der in Bayern vorkommenden *Vertigo*-Arten, die Gattung ist europaweit im Rückgang begriffen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2019). Sie steht als Zeigerart für den intakten Zustand von Feuchtbiotopen, welche aufgrund von Grundwasserabsenkung und Drainage sowie Nutzungsintensivierung als bedroht gelten (JUEG et al. 2019). Neben dem hohen Feuchtigkeitsanspruch ist ein Vorkommen von *V. moulinsiana* mit einem kalkreichen Untergrund assoziiert (GROH & WEITMANN 2002). In Deutschland gilt die Art als „stark gefährdet“ und in Bayern als „vom Aussterben bedroht“. **Zudem ist sie im Anhang II der FFH-Natura 2000 Richtlinie gelistet.** In Probestelle 8 fanden die Projektbeteiligten ein lebendes Individuum.

Besondere Erwähnung verdient auch die im Anhang II der Natura 2000 Richtlinie gelistete Art:

Vertigo angustior (JEFFREYS 1830): Die Schmale Windelschnecke (Abb. 13) ist die kleinste der vier in Bayern vorkommenden FFH-*Vertigo*-Arten. Die Gattung ist wie erwähnt europaweit im Rückgang begriffen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2019). *Vertigo angustior* besiedelt feuchte Lebensräume, v.a. Seggenriede, Schilfröhrichte, Pfeifengraswiesen, feuchte Hochstaudenfluren und Extensivgrünland. Grundwasserabsenkung, Nährstoffeinträge und Nutzungsintensivierungen, die entsprechende Änderungen des Mikroklimas zur Folge haben, bedrohen ihre Bestände (JUEG et al. 2019). In Deutschland und in Bayern gilt die Art als „gefährdet“. In den Probestellen 10 und 13 fand das Projektteam lebende Individuen, in 9 und 13 Leergehäuse.



Abb. 11: *Valvata macrostoma*. (Foto: M. Colling)



Abb. 12: *Vertigo moulinsiana*. (Foto: M. Colling)



Abb. 13: *Vertigo angustior*. (Foto: M. Colling)



Tab. 1: Liste aller bei der Kartierung 2019 gefundenen Landmollusken unter Angabe ihrer ökologischen Klasse (FALKNER 1990), des FFH-Status, der Gefährdung nach Rote Liste Deutschland (RL D, JUNGLUTH & VON KNORRE 2011) und Bayern (RL BY, FALKNER ET AL. 2003) sowie der Feuchtigkeitsansprüche nach WEITMANN & GROH (2017).

Nr.	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Familie	Ökologie	Rote Liste		FFH	Feuchte (%)
					D	BY		
Landmollusken								
1	<i>Deroceras laeve</i>	Wasserschnegel	Agriolimacidae	P				95
2	<i>Fruticola fruticum</i>	Strauchschnecke	Badybaenidae	W(M)				57
3	<i>Carychium minimum</i>	Bauchige Zwerghornschncke	Carychiidae	P		V		95
4	<i>Carychium tridentatum</i>	Schlanke Zwerghornschncke	Carychiidae	H(Mf)				67
5	<i>Cecilioides acicula*</i>	Gemeine Blindschncke	Cecilioididae	Ot(S)		V		20
6	<i>Alinda biplicata</i>	Gemeine Schließmundschncke	Clausiliidae	W(M)				0
7	<i>Clausilia cruciata*</i>	Scharfgerippte Schließmundschncke	Clausiliidae	W	3	3		60
8	<i>Cochlodina laminata</i>	Glatte Schließmundschncke	Clausiliidae	W				60
9	<i>Macrogastrea plicatula</i>	Gefältelte Schließmundschncke	Clausiliidae	W	V	V		60
10	<i>Macrogastrea ventricosa</i>	Bauchige Schließmundschncke	Clausiliidae	W(H)		V		65
11	<i>Cochlicopa lubrica</i>	Gemeine Glattschncke	Cochlicopidae	H(M)				67
12	<i>Ena montana*</i>	Berg-Viefraßschncke	Enidae	W	V			60
13	<i>Merdigera obscura</i>	Kleine Viefraßschncke	Enidae	W				60
14	<i>Euconulus fulvus*</i>	Helles Kegelchen	Euconulidae	W(M)				57
15	<i>Zonitoides nitidus</i>	Glänzende Dolchschncke	Gastrodontoidae	P				95
16	<i>Arianta arbustorum</i>	Baumschncke	Helicidae	W(M)				57
17	<i>Cepaea hortensis</i>	Garten-Bänderschncke	Helicidae	W(M)				57
18	<i>Helix pomatia</i>	Weinbergschncke	Helicidae	W Ws(M)			IV	44
19	cf. <i>Trochulus coelomphala</i>	Auen-Haarschncke	Hygromiidae	P(Wh)	R	3		92
20	<i>Monachoides incarnatus</i>	Inkarnatschncke	Hygromiidae	W				60
21	<i>Trochulus striolatus</i>	Gestreifte Haarschncke	Hygromiidae	W(H)	V	V		82
22	<i>Trochulus villosus</i>	Zottige Haarschncke	Hygromiidae	W(H)	V			0
23	<i>Urticicola umbrosus</i>	Schatten-Laubschncke	Hygromiidae	W(Wh)	V	V		68
24	<i>Aegopinella nitens</i>	Weitmündige Glanzschncke	Oxychilidae	W				60
25	<i>Nesovitrea hammonis</i>	Streifenglantzchncke	Oxychilidae	W(M)				57
26	<i>Discus rotundatus</i>	Gefleckte Knopfschncke	Patulidae	W(M)				57
27	<i>Vitrea crystallina</i>	Gemeine Kristallschncke	Pristilomatidae	W(M)				57
28	<i>Punctum pygmaeum</i>	Punktschncke	Punctidae	M(W)				53
29	<i>Pupilla muscorum*</i>	Moospüppchen	Pupillidae	O	V	3		25
30	<i>Oxyloma elegans</i>	Schlanke Bernsteinschncke	Succineidae	P				95
31	<i>Succinea putris*</i>	Gemeine Bernsteinschncke	Succineidae	P				95
32	<i>Acanthinula aculeata</i>	Stachelige Streuschncke	Valloniidae	W		V		60
33	<i>Vallonia costata</i>	Gerippte Grasschncke	Valloniidae	O(Ws)				25
34	<i>Vallonia pulchella</i>	Glatte Grasschncke	Valloniidae	O(H)				75
35	<i>Columella edentula</i>	Zahnlose Windelschncke	Vertiginidae	H		V		75
36	<i>Truncatellina cylindrica*</i>	Zylinderwindelschncke	Vertiginidae	O(X)	3	V		20
37	<i>Vertigo angustior</i>	Schmale Windelschncke	Vertiginidae	H(P)	3	3	II	82
38	<i>Vertigo antivertigo</i>	Sumpf-Windelschncke	Vertiginidae	P	V	3		95
39	<i>Vertigo moulinsiana</i>	Bauchige Windelschncke	Vertiginidae	P	2	1	II	95
40	<i>Vertigo pusilla</i>	Linksgewundene Windelschncke	Vertiginidae	W(Ws)		3		48
41	<i>Vertigo pygmaea</i>	Gemeine Windelschncke	Vertiginidae	O		V		25
42	<i>Vitrina pellucida*</i>	Kugelige Glasschncke	Vitrinidae	M				50
43	<i>Vitriobranchium breve*</i>	Kurze Glasschncke	Vitrinidae	M(W)				53

RL D und BY: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = extrem selten, V = Art der Vorwarnliste. Ökologie: H = hygrophil: hoher Feuchtigkeitsanspruch aber nicht an nasse Biotope gebunden, M = mesophil: sowohl an feuchten als auch an trockeneren, vorwiegend an mittelfeuchten Standorten, MF = mesophil, O = offene Standorte: feuchte Wiesen bis Steppen, Ot = offene Biotope subterran, P = Sümpfe, an Land nasse Wiesen, Auwälder, Ufer in engster Nachbarschaft des Wassers, im Wasser seichte pflanzenreiche Gewässer, Pp = periodische Sümpfe, S = Steppe, trockene, sonnige, gehölzfreie Standorte, W = Wald, ausschließlich an Waldstandorte gebunden, Wh = sumpfiger Wald, Bruchwald, vernässte Waldstandorte, Ws = Waldsteppe, lichter xerothermer Wald, X = xerothermophil: bevorzugen deutlich trocken-warme Standorte; FFH-Status: IV = Anhang 4, II = Anhang 2. * = ausschließlich mit Leergehäusen/-schalen belegt.



Fazit

Mit 72 im Untersuchungsgebiet gefundenen Molluskenarten ist das Artenspektrum vergleichsweise divers. Artenzahl und Anteil an Rote-Liste-Arten Deutschlands und Bayerns sind mit zusammen 39 Arten bzw. 54 Prozent vergleichbar mit den im benachbarten Auenbereich zwischen Neuburg/Donau und Ingolstadt (GRUPPE et al. 2016, ÖKON 1998) dokumentierten Verhältnissen.

Für beide Rote-Liste-1-Arten, die im Gebiet vorgefunden wurden, gilt vor allem die zunehmende Trockenheit als Gefährdungsursache. Sowohl das Mollusken-Artenspektrum als auch die kartierte Vegetation indiziert diese als Gefahr. Dabei unterscheiden sich die Probeflächen teilweise erheblich in ihren hydrologischen Verhältnissen, welche wiederum von Flora und Fauna indiziert werden. Die Mollusken bewähren sich hier wiederholt als ausgezeichnete Bioindikatoren (FOECKLER in SCHÄFFER et al. 2019).

Anhand der Befunde aus dieser Untersuchung ist davon auszugehen, dass sich durch Dynamisierungsmaßnahmen, welche die Wälder langfristig „nasser“ werden lassen, die hydrologischen Verhältnisse, insbesondere auch die Grundwasserstände (AHLMER et al. 2018), für die Molluskenfauna stark verbessern. Als beispielhaft für dieses Vorhaben ist das Dynamisierungsprojekt in dem Donauabschnitt zwischen Neuburg und Ingolstadt, das MONDAU-Projekt, zu nennen.

Tab. 2: Liste aller bei der Kartierung 2019 gefundenen Wassermollusken unter Angabe ihrer ökologischen Klasse (FALKNER 1990), des FFH-Status, der Gefährdung nach Rote Liste Deutschland (RL D, JUNGBLUTH ET VON KNORRE 2011) und Bayern (RL BY, FALKNER ET AL. 2003) sowie der Feuchtigkeitsansprüche nach WEITMANN ET GROH (2017).

Nr.	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Familie	Ökologie	Rote Liste		FFH	Feuchte (%)
					D	BY		
Wassermollusken								
44	<i>Bithynia tentaculata</i>	Gemeine Schnauzenschnecke	Bithyniidae	LF(P)				99
45	<i>Gyraulus albus</i>	Weißes Posthörnchen	Chondrinidae	L(F)		V		100
46	<i>Lymnaea stagnalis</i>	Spitzschlamm- schnecke	Lymnaeidae	L(P)		V		98
47	<i>Galba truncatula</i>	Kleine Sumpfschnecke	Lymnaeidae	PPp(L)				92
48	<i>Stagnicola turricula</i>	Schlanke Sumpfschnecke	Lymnaeidae	LP(Pp)	3	3		95
49	<i>Aplexa hypnorum</i>	Moos-Blasenschnecke	Physidae	P(Pp)	3	3		92
50	<i>Physa fontinalis</i>	Quell-Blasenschnecke	Physidae	L(F)	3	V		100
51	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Flußnapfschnecke	Planorbidae	F(Q)				100
52	<i>Anisus spirorbis</i>	Gelippte Tellerschnecke	Planorbidae	Pp	2	D		85
53	<i>Anisus vortex</i>	Scharfe Tellerschnecke	Planorbidae	LP	V	V		98
54	<i>Bathymophalus contortus</i>	Riemen-Tellerschnecke	Planorbidae	LP		V		98
55	<i>Hippeutis complanatus</i>	Linsenförmige Tellerschnecke	Planorbidae	L(P)	V	3		98
56	<i>Planorbarius corneus</i>	Posthornschnecke	Planorbidae	L(P)				98
57	<i>Planorbis carinatus</i>	Gekielte Tellerschnecke	Planorbidae	LP	2	V		98
58	<i>Planorbis planorbis</i>	Gemeine Tellerschnecke	Planorbidae	PL(Pp)		V		95
59	<i>Potamopyrgus antipodarium</i>	Neuseeland-Zwergdeckelschnecke	Tateidae	F(L)				100
60	<i>Valvata cristata</i>	Flache Federkiemenschnecke	Valvatidae	P (Pp)	G			92
61	<i>Valvata macrostoma</i>	Sumpf-Federkiemenschnecke	Valvatidae	Pp(P)	1	1		88
62	<i>Valvata piscinalis</i>	Gemeine Federkiemenschnecke	Valvatidae	LF	2	G		100
63	<i>Viviparus contectus</i>	Spitze Sumpfdeckelschnecke	Viviparidae	LP	3	3		98
Muscheln								
64	<i>Pisidium casertanum</i>	Gemeine Erbsenmuschel	Sphaeriidae	FPpQ				95
65	<i>Pisidium globulare</i>	Sumpf-Erbsenmuschel	Sphaeriidae	FPpQ	3	V		95
66	<i>Pisidium henslowanum</i>	Falten-Erbsenmuschel	Sphaeriidae	F(L)		3		100
67	<i>Pisidium milium</i>	Eckige Erbsenmuschel	Sphaeriidae	LF		3		100
68	<i>Pisidium nitidum</i>	Glänzende Erbsenmuschel	Sphaeriidae	F(L)				100
69	<i>Pisidium obtusale</i>	Stumpfe Erbsenmuschel	Sphaeriidae	P(Pp)		V		92
70	<i>Pisidium subtruncatum</i>	Schiefe Erbsenmuschel	Sphaeriidae	LF				100
71	<i>Sphaerium corneum</i>	Gemeine Kugelmuschel	Sphaeriidae	L(F)				100
72	<i>Sphaerium nucleus</i>	Sumpf-Kugelmuschel	Sphaeriidae	NA	3	3		100

RL D und BY: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = extrem selten, V = Art der Vorwarnliste, D = Datenlage defizitär, G = Gefährdung unbekanntes Ausmaßes. Ökologie: F = fließende Gewässer, Bäche bis große Ströme, L = stehende Gewässer, kleine Lachen bis große Teiche und Seen, P = Sümpfe, an Land nasse Wiesen, Auwälder, Ufer in engster Nachbarschaft des Wassers, im Wasser seichte pflanzenreiche Gewässer, Pp = periodische Sümpfe, Q = Quellen.



Zwischen 2006 und 2011 wurde das MONDAU-Gebiet zwischen Neuburg/Donau und Ingolstadt über eine Ausleitung aus der Stauhaltung Neuburg/Donau wieder an die Donau angebunden. Ab bestimmten Donauwasserständen wird gezielt Wasser aus der Stauhaltung Neuburg wieder in die Wälder geleitet. Die Maßnahmen im Projekt konnten die Flutmulden und Sümpfe sowie temporär überflutete Bereiche wiederbeleben. Das begleitende Monitoring zeigte bereits nach wenigen Jahren eine Zunahme der Artenvielfalt, auch innerhalb der Artengruppe der Mollusken (GRUPPE et al. 2016).

Das in den Donauauen zwischen Lech- und Usselmündung vorgefundene Artenspektrum beinhaltet noch vergleichsweise viele und vor allem auch seltene Arten. Die zahlreichen Totfunde deuten jedoch darauf hin, dass die Habitatqualität bereits abnimmt. Aus natur- und artenschutzfachlicher Sicht ist die seitens der Stiftung Naturerbe Donau und der Naturschutzbehörde in Neuburg im Rahmen der Umsetzung des Masterplans „Lebensraum Bayerische Donau“, Schlüsselprojekt Nr. 8 „Dynamisierung der Donauauen zwischen Marxheim und Steppenberg“, angestrebte Verbesserung der Habitatqualität durch Dynamisierungsprozesse sehr zu begrüßen. Aus Sicht der Mollusken und vieler anderer Bewohner natürlicher Auen kommen insbesondere solche Verbesserungsmaßnahmen in Frage, die wieder mehr Wasser über längere Zeiten auf eine Weise in die Auen bringen, dass ein möglichst natürlicher, jahreszeitengemäßer Wechsel entsteht, der auch Trockenzeiten zulässt. Mehr Wasser in den Auen erhöht die Grundwasserstände und deren natürliche Schwankungen, eine wesentliche Voraussetzung der Renaturierung. Hierzu dienen auch an die Abflussdynamik der Donau angepasste Ökologische Flutungen der Auen. Die Neuanlage oder Wiederbelebung ehemaliger Fließgewässer in den Auen, aber auch die Wiederanbindung von Altwässern an die Donau und deren Teilhaben an den Abflussschwankungen dienen dabei sehr effektiv einer Wiederbelebung der Auen (s. LÜDERITZ et al. 2009, BMU UND BfN 2015).

Diese und weitere Maßnahmen können aller Voraussicht nach dazu beitragen, die noch vorhandenen Arten zu schützen und im Idealfall die stark dezimierten Bestände zu för-



Abb. 14: *Anisus spirorbis* – eine besondere Molluskenart. (Foto: H. Schmidt)

dern und bereits verschwundenen Arten eine Wiederansiedlung zu ermöglichen. Letzteres setzt natürlich voraus, dass, im Falle der Mollusken, diese passiv (z. B. über den Transport im Vogelgefieder oder Verdriftung) oder langfristig aktiv den Weg in das Gebiet finden, wie es auch im MONDAU-Gebiet zu beobachten war (GRUPPE et al. 2016).

Literatur

- AHLMER, W., FOECKLER, F., LANG, A., SCHMIDT, H. & RUMM, A. (2018): Grundwasser in Auen: Bedeutung Grundwasser in Auen: Bedeutung und Auswirkungen von Veränderungen auf Flora und Fauna. – Auenmagazin, Heft 14: 22–28.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2019): NATURA 2000 – Tier und Pflanzenarten: Weichtiere (Mollusken): https://www.lfu.bayern.de/natur/natura_2000/ffh/tier_pflanzenarten/doc/mollusken.pdf
- BMU UND BfN – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Bundesamt für Naturschutz (Herausgeber) (2015): Den Flüssen mehr Raum geben – Renaturierung von Auen in Deutschland. Berlin, 60 S.
- DAMM, C., DISTER, E., FAHLKE, N., FOLLNER, K., KÖNIG, F., KORTE, E., LEHMANN, B., MÜLLER, K., SCHULER, J., WEBER, A. &

WOTKE, A. (2011): Auenschutz – Hochwasserschutz – Wasserkraftnutzung. Beispiele für eine ökologisch vorbildliche Praxis. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 112.

- DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 206/7 („FFH-Richtlinie“), Anhang II.
- DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1997): Richtlinie 97/62/EG des Rates vom 27. Oktober 1997 zur Anpassung der Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen an den technischen Fortschritt. – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 305: 42–65.
- DISTER, E., SCHNEIDER, E. & SCHOLZ, M. (2017): Allgemeine Grundlagen. In: SCHNEIDER, E., WERLING, M., STAMMEL, B., JANUSCHKE, K., LADESMÄ-KRIST, G., SCHOLZ, M., HERRING, D., GELHAUS, M., DISTER, E. & EGGER, G. (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands: Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Entwicklung der Biodiversität von Flussauen“. Naturschutz und biologische Vielfalt 163 – BfN, Bonn.
- FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern

- vorkommenden Mollusken (Weichtiere). – Schr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 97 (Beiträge zum Artenschutz 10): 61–112.
- FALKNER, G., COLLING, M., KITTEL, K. & STRÄTZ, CH. (2003): Rote Liste der gefährdeten Schnecken und Muscheln (Mollusca) Bayerns. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 166: 337–347; Augsburg.
- FOECKLER, F., STAMMEL, B., SCHMIDT, H. & RUMM, A. (2016): Lebensräume der Flussauen – Wechselwasserzonen – „Kampfbzonen“ zwischen Land und Wasser. – Auenmagazin, Heft 10: 31–37.
- GLÖER, P. (2002): Die Süßwassermollusken Nord- und Mitteleuropas; 2. Auflage. Hackenheim. 262 S.
- GLÖER, P. (2015): Süßwassermollusken. – Hrsg.: Deutscher Jugendring für Naturbeobachtung, Hamburg, 14. Auflage, 136 S.
- GROH, K. & WEITMANN, G. (2002): Artensteckbrief – Bauchige Windelschnecke – *Vertigo moulinsiana*. unveröffentlicht.
- GRUPPE, A., KILG, M., UTSCHICK, H., GERSTMEIER, R. & SCHOPF, R. (2016): Neue dynamische Prozesse im Auenwald – Monitoring der Auenrenaturierung an der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt. – Naturschutz und biologische Vielfalt 150, BfN, Bonn: 232–258.
- HAUSSER, J. (2005): Bestimmungsschlüssel der Gastropoden der Schweiz; Fauna Helvetica 10; 191 S.; Neuchatel
- JUEG, U., MENZEL-HARLOFF, H. & WACHLIN, V. (2019) verändert nach COLLING, M. & SCHRÖDER, E. (2003): *Vertigo moulinsiana* (DUPUY, 1849). – In: PETERSEN, B., ELLWANGER, G., BIEWALD, G., HAUKE, U., LUDWIG, G., PRETSCHER, P., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (Bearb.): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland, Band 1: Pflanzen und Wirbellose. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 69/1: 694–706: <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/lebensraumtypen-arten-arten-der-anhaenge/sonstige-wirbellose/vertigo-moulinsiana-dupuy-1849.html>
- JUNGBLUTH, J. H. & KNORRE, D. VON (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Binnenmollusken (Schnecken und Muscheln; Gastropoda et Bivalvia) Deutschlands; [unter Mitarbeit von BÖSSNECK, U., GROH, K., HACKENBERG, E., KOBIALKA, H., KÖRNIG, G., MENZEL-HARLOFF, H., NIEDERHÖFER, H.-J., PETRICK, S., SCHNIEBS, K., WIESE, V., WIMMER, W. & ZETTLER, M. L.]. – In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): NaBiV Heft 70/3: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands – Bd 3: Wirbellose Tiere (Teil 1): 647–708; [ausgeliefert 2012].
- JURKIEWICZ-KARNKOWSKA, E. (2009): Diversity of aquatic malacofauna within a floodplain of a large lowland river (lower bug river, eastern poland) – Journal of Molluscan Studies (2009) 75: 223–234.
- KEIL, M., ESCH, T., DIVANIS, A., MARCONCINI, M., METZ, A., OTTINGER, M., VOINOV, S., WIESNER, M., WURM, M. & ZEIDLER, J. (2014): Aktualisierung der Landnutzungs- und Landbedeckungsdaten CLC für das Jahr 2012 – „Backdating“ des DLM-DE vom Referenzjahr 2009 zurück auf das Jahr 2006. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Wessling – Im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- LÜDERITZ, V., LANGHEINRICH, U. & KUNZ, CH. (Hrsg.) (2009): Flussaltwässer – Ökologie und Sanierung – Vieweg + Teubner, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 234 S.
- MÜLLER, M., PANDER, J., STAMMEL, B., GELHAUS, M. & CYFFKA, B. (2014): Synthese und Schlussfolgerungen zu den Ergebnissen des Monitorings in MONDAU. In: Auenmagazin. Heft 7. – S. 38–42.
- ÖKON (1998): Donauauwälder: Literaturstudie zur faunistischen Bedeutung der Donauauwälder zwischen Ingolstadt und Neuburg/Donau sowie benachbarter Auwaldgebiete. – Im Auftrag der Regierung von Oberbayern, München.
- ÖKON (2017): Aktualisierte Fotodokumentation zur Molluskensiebung – nach DEICHNER, O., FOECKLER, F., GROH, K. & HENLE, K. (2003): Anwendung und Überprüfung einer Rüttelmaschine zur Schlämmung und Siebung von Mollusken-Bodenproben. Mitt. der Dtsch. Malakozoologischen Ges. 69/70: 71–77. Download: <http://oekon.com/>
- ROBINSON, C. T., TOCKNER, K. & WARD, J. V. (2002): The fauna of dynamic riverine landscapes. – Freshwater Biology 47: 661–677.
- SCHÄFFER, A., WEBER, N. & FOECKLER, F. (2019): Die Donauaue bei Bertoldsheim – Urwald am Fluss. – Herausgeber: Stiftung Naturerbe Donau, Schloss Grünau, Neuburg an der Donau & Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V., Hilpoltstein, 36 S.
- UTSCHIG, H., STRÄTZ, C. & GRUPPE, A. (2013): Indikationspotenzial von Mollusken für das Monitoring von Auenrenaturierungen. – Mitt. Zool. Ges. Braunau. Bd. 11, Nr. 1: 97–138.
- WEITMANN G. & GROH, K. (2017): Biomonitoring im Polder Söllingen/Greffern. – Schnecken (Gastropoda) – Anhang 2.
- WIESE, V. (2016): Die Landschnecken Deutschlands: Finden – Erkennen – Bestimmen; Wiebelsheim: Quelle & Meyer, 2. Auflage, 352 S.

Kontakt

M.Sc.–Biol. Julia Sattler

B.Sc. Maria Nißl

Dr. Francis Foeckler

ÖKON Gesellschaft für
Landschaftsökologie, Gewässerbiologie
und Umweltplanung mbH
Hohenfelfer Str. 4

93183 Kallmünz

Tel.: +49 9473 951740

E-Mail: julia@sattleronline.de

oekon@oekon.com

www.oekon.com

Dipl.–Biol. Manfred Colling

Feldstr. 50

85716 Unterschleißheim

Tel.: +49 89 3109344

E-Mail: manfred.colling@online.de

Dipl.–Ing. Siegfried Geißler

Untere Naturschutzbehörde

Landratsamt Neuburg-Schrobenhausen

Platz der Deutschen Einheit 1

86633 Neuburg a. d. Donau

Tel.: +49 8431 57304

E-Mail: siegfried.geissler@lra-nd-sob.de



LAUFKÄFER – UFER- UND AUENBEWOHNER

KATHRIN JANUSCHKE & KARSTEN HANNIG

Flussufer und -auen sind im naturnahen Zustand geprägt von Habitat- und Strukturvielfalt, die durch dynamische Überflutungsprozesse entstehen. Für die Artengruppe der Laufkäfer, weithin bekannt als guter Indikator für sich ändernde Umwelt- und Habitatbedingungen, haben naturnahe Flussufer und -auen eine besondere Bedeutung. Gerade an die Dynamik der Uferbereiche haben sich zahlreiche Arten angepasst. Demgegenüber stehen jedoch vielfältige Belastungen durch die menschliche Nutzung (z. B. Begradigung von Gewässern, landwirtschaftliche Nutzung in der Aue), die zu einer strukturellen Verarmung, einer Einschränkung der natürlichen Fließgewässerdynamik oder sogar zum vollständigen Verlust von Auen geführt haben. Dies hat negative Konsequenzen für die Gilde der Uferlaufkäfer, von denen bundesweit insgesamt 65 Prozent als stark gefährdet oder gefährdet gelten. Gewässer- und Auenrenaturierungen, die ufer- und auentypische Habitats schaffen (Abbildung 1), wirken diesem Trend ein Stück weit entgegen. Jedoch sollten alle Akteure die Laufkäfer zukünftig sowohl im Rahmen der Eingriffsregelung als auch in der Planung und Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen stärker berücksichtigen.

Allgemeine Merkmale von Laufkäfern

Die Familie der Laufkäfer (Carabidae) ist mit bundesweit 567 Arten (SCHMIDT et al. 2016, TRAUTNER 2017) eine überschaubare Familie innerhalb der artenreichen Insektenord-

nung der Käfer mit über 6500 Taxa (KÖHLER 2011). Von den meisten anderen terrestrisch lebenden Käferfamilien sind die Carabiden durch lange, fadenförmige Fühler mit elf Gliedern und fünfgliedrige Tarsen an den Laufbeinen abzugrenzen. Viele Arten besitzen einen auffälligen metallischen Glanz.

Die Größe von Laufkäfern reicht von wenigen Millimetern (z. B. *Tachys micros* mit 1,7 mm) bis zu mehreren Zentimetern, wobei der Lederlaufkäfer (*Carabus coriaceus*) mit bis zu 4,2 cm die größte heimische Art in Deutschland darstellt (MÜLLER-MOTZFELD 2006).



Abb. 1: Renaturierungsmaßnahmen schaffen ufer- und auentypische Habitats als wichtige Besiedlungsgrundlage für charakteristische Laufkäferarten. (Foto: Ruhr bei Arnsberg, NRW/K. Januschke)

Ein Überblick über die Vielfalt der Laufkäfer, deren Verbreitungssituation in Deutschland sowie weitere Hintergrundinformationen finden sich im Online-Verzeichnis der Laufkäfer Deutschlands (<http://www.colkat.de/de/fhl/>). Der Großteil der Laufkäferarten lebt auf der Bodenoberfläche; einige wenige Gattungen leben in der Vegetation, auf Bäumen oder unterirdisch (WACHMANN et al. 1995).

Laufkäfer kommen generell in fast allen Landlebensräumen vor, angefangen von Küstenbiotopen und Binnenlandsalzstellen über Flussufer, Moore, Wälder, Gebirgsbiotop und Biotop der offenen Kulturlandschaft. Das Vorkommen der unterschiedlichen Arten ist bestimmt durch strukturelle (u. a. Vegetationsbedeckung) und mikroklimatische Standortbedingungen, wie z. B. Temperatur, Bodenfeuchte, pH-Wert sowie Konkurrenzphänomene (SCHMIDT et al. 2016). Neben einigen Generalisten findet sich eine hohe Anzahl von Arten, die bestimmte Habitate präferieren. Die Lebensraumpräferenzen aller bundesweit vorkommenden Arten sind weitestgehend bekannt und in einem Katalog nachschlagbar (GAC 2009). Gerade in dynamischen Uferlebensräumen von Fließgewässern gibt es einige hochspezialisierte Arten, die sogar bestimmte Bodensubstrate bevorzugen (vgl. Abbildung 10 und Abbildung 11).

Darüber hinaus sind Laufkäfer an Ufern und in Auen an die dort durch das Überflutungsgeschehen herrschenden instabilen Lebensbedingungen angepasst und weisen besondere Merkmale bezüglich ihrer Fortpflanzungsstrategie und Flugfähigkeit auf (GERISCH 2011). Generell durchlaufen Laufkäfer in ihrer Entwicklung eine vollständige Metamorphose vom Ei über ein Larven- und Puppenstadium bis zum adulten Tier. Hinsichtlich des Zeitpunktes der Fortpflanzung unterscheidet man zwei Strategien, wobei einige Arten als Imagines, andere wiederum als Larven überwintern. Während Larvalüberwinterer überwiegend vergleichsweise stabile Lebensräume, wie z. B. Wälder, besiedeln, dominieren an dynamischen Gewässerufeln Imaginalüberwinterer (z. B. SKŁODOWSKI 2016). Begründet ist dies in einem Überlebensvorteil, da sich die Larve über den Sommer in der Phase von Niedrigwasser und wenig Überflutungsstö-

örung an einem vergleichsweise konkurrenzarmen Standort entwickeln kann, und damit ein hoher Reproduktionserfolg gewährleistet ist (GERISCH 2011).

Hinsichtlich der Flugfähigkeit unterscheidet man bei den Laufkäfern flugfähige Arten, die voll ausgebildete Flügel besitzen, und (aufgrund reduzierter Hinterflügel) flugunfähige Arten. Darüber hinaus gibt es einige sogenannte dimorphe Arten, bei denen innerhalb einer Art beide Flügeltypen auftreten können. Im Gegensatz zu einigen größeren, flugunfähigen Laufkäferarten, die vorzugsweise stabile Lebensräume (z. B. Wälder) besiedeln, überwiegen an Flussufeln kleinere, flugfähige Arten mit einem hohen Ausbreitungspotenzial, so z. B. aus der Gattung *Bembidion* (siehe auch VAN LOOY et al. 2005).

Die meisten Laufkäferarten ernähren sich hauptsächlich räuberisch. In dynamischen Uferbereichen findet man einige Arten mit speziellen Ernährungsgewohnheiten. HERING & PLACHTER (1997) stellten anhand von Darminhaltsanalysen fest, dass sich einige Uferarten der Gattung *Bembidion* zu 89 Prozent von aquatisch lebenden Wirbellosen ernähren, die an den Kiesuferbänken angeschwemmt werden. Darüber hinaus gehörten schlüpfende Steinfliegen zum Nahrungsspektrum, die typischerweise zwischen dem Larval- und Imaginalstadium einen Habitatwechsel vom Gewässer zu terrestrischen Lebensräumen vollziehen.

Weitere Studien zeigten anhand von Analysen stabiler Isotope, dass Uferkäfer eine große Bedeutung für die trophische Vernetzung von Gewässer, Ufer und Aue haben (PAETZOLD et al. 2005).

Erfassung von Laufkäfern

Für die Erfassung von Laufkäfern in rein terrestrischen Lebensräumen werden in der Regel Bodenfallen nach BARBER (1931) verwendet. Gerade in dynamischen Uferbereichen, in denen das Ausbringen von Fallen im Hinblick auf schwankende Wasserstände nicht zielführend ist, werden meistens Handaufsammlungen (vgl. TRAUTNER 1992, 1999) durchgeführt, wobei auf einer definierten Flächengröße die

oberste Bodenaufgabe nach Käfern abgesehen wird. Durch zusätzliches Abschwemmen mit Wasser treibt man auch grabende Laufkäferarten aus tieferen Bodenschichten an die Oberfläche. Konkrete Empfehlungen zur Erfassungsmethodik bei Planungsvorhaben finden sich bei TRAUTNER & FRITZE (1999). Allerdings variieren die Erfassungsmethoden bei bundesweit durchgeführten Laufkäfer-Studien im Hinblick auf die verwendete Art der Fallen (Bechergöße, Öffnungsdurchmesser, Fanglösung) sowie die Anzahl, räumliche Verteilung und Ausbringdauer teilweise stark (JANUSCHKE et al. 2017).

Indikationspotenzial von Laufkäfern an Ufern und in Auen

Der hohe Spezialisierungsgrad in Kombination mit der überschaubaren Anzahl an Arten, der Zugang zu guter, aktueller Bestimmungsliteratur und die leichte Erfassbarkeit sowie die sehr schnellen Reaktionen auf sich ändernde Habitatbedingungen machen Laufkäfer zu sehr guten Indikatoren. Die Nutzung von Laufkäfern als Bioindikatoren hat eine jahrzehntelange Tradition (u. a. KOTZE et al. 2011). Über die Indikationsmöglichkeiten von Laufkäfern an Flussufeln und in Auen existiert vielfältige Literatur; einen Einblick gibt z. B. der Supplement-Band „Laufkäfer in Auen“ (GAC 1999). In vielen weiteren Studien haben AutorInnen herausgestellt, dass Laufkäfer eine natürliche bzw. naturnahe Habitatausstattung von Flussufeln und Auen indizieren und damit deren Zustand, vor allem in Bezug auf dynamische Prozesse und die laterale Verbindung zwischen Gewässer, Ufer und Auen widerspiegeln (z. B. VAN LOOY et al. 2005). Gerade im Hinblick auf die Vielzahl an Renaturierungsmaßnahmen, die auch im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie umgesetzt wurden und werden, eignen sich Laufkäfer sehr gut für eine Erfolgskontrolle.

Im Vergleich zu aquatischen Artengruppen zeigen Laufkäfer sehr schnelle und deutliche Reaktionen auf die strukturellen Habitatverbesserungen. Aus naturschutzfachlicher Sicht besitzen renaturierte Abschnitte als Habitate für gefährdete Arten einen hohen Stellenwert.

Im Folgenden stellen die Autoren exemplarisch fünf Studien vor, die das Indikationspotenzial von Laufkäfern im Hinblick auf den Erfolg von Renaturierungen verdeutlichen.

Bundesweite Metadatenanalyse von Auenmonitoring-Daten

Im Rahmen einer bundesweiten Metadatenanalyse wurde der Erfolg von Gewässerrenaturierungen auf verschiedene aquatische und terrestrische Artengruppen anhand von 138 Renaturierungsprojekten (verteilt auf 68 Gewässer) analysiert (JANUSCHKE et al. 2016, 2017).

Renaturierungserfolg wurde hier definiert als eine Verbesserung der Lebensgemeinschaften im Hinblick auf eine ufer- und auentypische Artenzusammensetzung jeweils im Vergleich zu einem begradigten Abschnitt. Die Ausprägung der Effekte unterschied sich bei den sechs am häufigsten untersuchten Organismengruppen deutlich (Abbildung 2). Laufkäfer, Auenvegetation, Fische und Vögel zeigten fast ausschließlich starke positive Effekte. Für Makrophyten zeigten sich keine Effekte und Verbesserungen zu gleichen Anteilen, während sich für das Makrozoobenthos insgesamt keine oder nur geringe positive Reaktionen dokumentieren ließen.

Biologische Renaturierungseffekte am Beispiel von 24 Renaturierungsprojekten (Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz)

Im Rahmen des Projektes "Evaluation von Fließgewässer-Revitalisierungsprojekten als Modell für ein bundesweites Verfahren zur Umsetzung effizienten Fließgewässerschutzes" sowie des Projektes „Verbesserungsmöglichkeiten für die biologische Vielfalt in ausgebauten Gewässerabschnitten“ untersuchten Wissenschaftlerinnen 24 renaturierte und 24 stromaufwärts gelegene begradigte Vergleichsabschnitte in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Rheinland-Pfalz im Hinblick auf Renaturierungseffekte.

Im Fokus standen Maßnahmen, bei denen auf einer Länge von 0,2 bis 2,5 Kilometern die Uferbefestigungen entfernt wurden und eine Aufweitung des Gewässers, teils mit umfangreicher Anbindung der Aue (Abbildung 3), durchgeführt wurde. Das Augenmerk richteten die Forschenden hier auf die Effekte der Maßnahmen auf Uferhabitate, Auenvegetation und die Laufkäfer (JANUSCHKE 2018).

Die Diversität der Uferhabitate sowie der Artenreichtum der Pflanzen und Laufkäfer war in renaturierten Abschnitten im Mittel doppelt so hoch wie in den begradigten Vergleichsabschnitten (Abbildung 4).

In den renaturierten Abschnitten dominierten bei den Laufkäfern Uferspezialisten und bei den Pflanzen stresstolerante Pionierbesiedler, die von den durch die Maßnahmen initiierten dynamischen und vegetationslosen Sand- und Kiesbänken profitierten. Bemerkenswert bei dieser Studie war, dass 42 Prozent der Pflanzenarten und 31 Prozent der Laufkäferarten ausschließlich in den renaturierten Abschnitten zu finden waren. Erwartungsgemäß gehören zehn dieser Laufkäferarten der Gattung *Bembidion* an.

Biologische Renaturierungseffekte am Beispiel der Ruhr bei Arnsberg (Nordrhein-Westfalen)

Um die Erstbesiedlung renaturierter Abschnitte durch verschiedene Artengruppen sowie die zeitliche Entwicklung der Lebensgemeinschaften zu analysieren, wurden sechs Abschnitte am Mittelgebirgsfluss Ruhr bei Arnsberg in Nordrhein-Westfalen untersucht: drei renaturierte Teilbereiche, die zwischen 2008 und 2011 auf einer Gesamtlänge von 2,7 Kilometern renaturiert wurden, sowie zwei nicht-renaturierte, begradigte Vergleichsabschnitte und ein naturnaher Abschnitt, der sich seit 1990 ungestört entwickelt (JANUSCHKE 2017, 2018).

Über eine Zeitspanne von drei bis fünf Jahren, beginnend im Jahr nach der ersten Renaturierungsmaßnahme, wurden aquatische und uferbewohnende Organismengruppen erfasst.

Laufkäfer zeigten die stärksten Renaturierungseffekte, gefolgt von der Auenvegetation und den aquatischen Makrophyten; das Makrozoobenthos und die Fische hingegen wiesen in allen Abschnitten sehr ähnliche Lebensgemeinschaften auf.

Direkt im ersten Jahr nach der Umsetzung der Maßnahmen besiedelten die charakteristischen Uferlaufkäfer, die aufgrund ihrer Flugfähigkeit ein hohes Ausbreitungspotenzial besitzen, die neu geschaffenen Habitate in den renaturierten Abschnitten, wie z. B. die Kiesbänke (Abbildung 5, links).

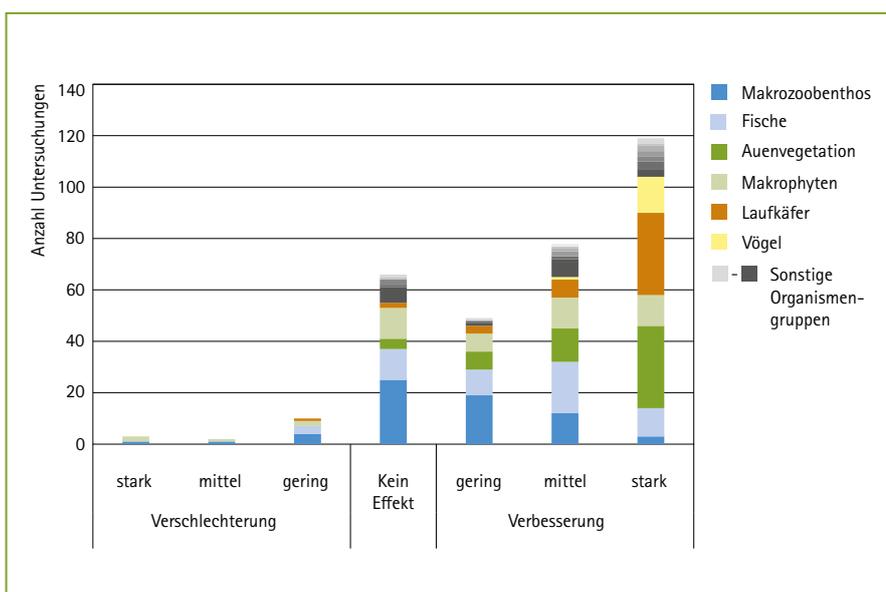


Abb. 2: Effekte von Renaturierungsmaßnahmen auf aquatische und terrestrische Artengruppen basierend auf einer Metadatenanalyse von Untersuchungen in 138 Renaturierungsprojekten. (JANUSCHKE et al. 2016, 2017)



Abb. 3: Die Niers bei Geldern-Pont (NRW): (oben) stromaufwärts der Renaturierung gelegener Vergleichsabschnitt, der dem Zustand des renaturierten Abschnitts vor Maßnahmenumsetzung entspricht; (links unten) aufgeweiteter Hauptlauf mit dynamischen Flachuferzonen, (rechts unten) durch die Renaturierung geschaffene Überschwemmungsbereiche mit stehenden Auengewässern und Röhrichtzonen. (Fotos: K. Januschke)

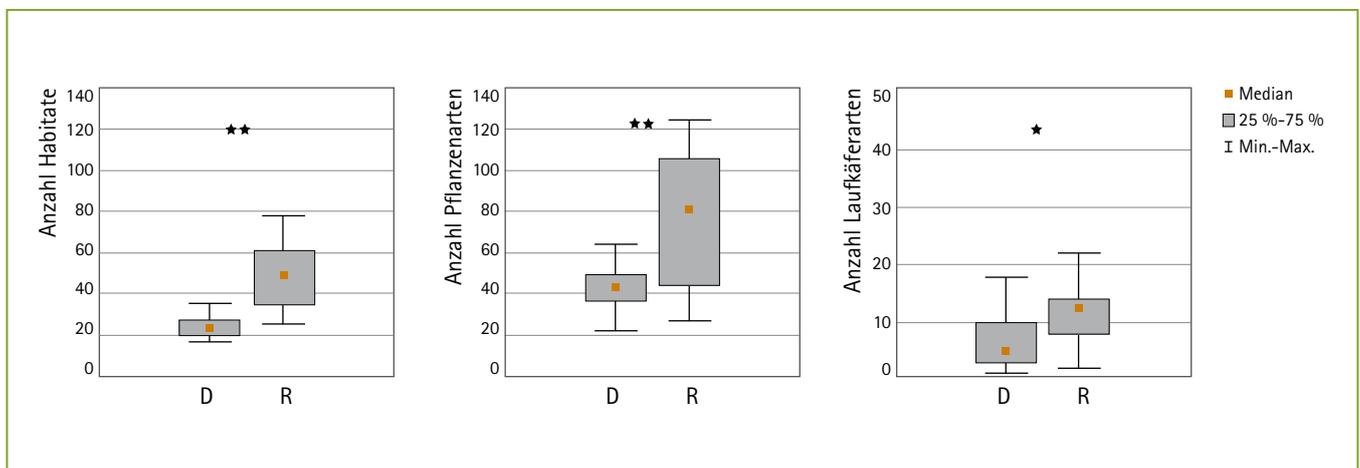


Abb. 4: Vergleich von nicht-renaturierten (D) und renaturierten Gewässerabschnitten (R) bezüglich der Anzahl an Uferhabitaten, Pflanzen- und Laufkäferarten. (JANUSCHKE 2018)



Abb. 5: (links) Die an der Ruhr in Arnsberg (NRW) neu geschaffenen Kiesbänke wurden direkt nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahme von bemerkenswerten Uferlaufkäfern besiedelt. (rechts) Der naturnahe Abschnitt bietet aufgrund seines Habitatmosaiks aus Kiesbänken, Hochstaudenfluren und Weidengebüschlichen Habitats für eine komplexe Lebensgemeinschaft. (Fotos: K. Januschke)

In dem naturnahen Abschnitt (Abbildung 5, rechts) spiegeln vor allem die Laufkäfer und die Auenvegetation das vorhandene Habitatmosaik in der Aue, bestehend aus verschiedenen Sukzessionsstadien, wider. Neben den Uferspezialisten wurden dort auch Laufkäferarten mit einem breiteren Habitatspektrum sowie flugunfähige, also eher ausbreitungsschwache Arten, nachgewiesen. Besonders bemerkenswert ist das Auftreten von insgesamt neun Laufkäferarten (Tabelle 1), die in der Roten Liste

Nordrhein-Westfalens (HANNIG & KAISER 2011) aufgeführt sind. Acht der neun Arten wurden ausschließlich in den Renaturierungen erfasst, darunter die zwei Arten *Elaphropus quadrisignatus* und *Thalassophilus longicornis*, die landesweit als „vom Aussterben bedroht“ (Rote Liste-Status 1) eingestuft worden sind. Auch die hohen Individuenzahlen der in NRW als selten bzw. sehr selten geltenden Arten *Bembidion atrocaeruleum* und *Sinechostictus millerianus* belegen die hohe naturschutz-

fachliche Bedeutung von regelmäßig umgelagerten Kies- und Schotterbänken.

Die Studie macht deutlich, dass ufertypische Pionierarten dank ihrer hohen Ausbreitungsfähigkeit neu renaturierte Abschnitte sehr schnell besiedeln können, wenn noch Spenderpopulationen in räumlicher Nähe existieren. Ähnliche Ergebnisse belegen auch Laufkäferuntersuchungen an der Ruhr bei Wickede (HANNIG & DREWENSKUS 2016). Hier zeigte sich bei einem Vorher-

Tab. 1: Bemerkenswerte Laufkäferarten, die in der Roten Liste aufgeführt sind, unter Angabe von Rote Liste-Status und Häufigkeit nach HANNIG & KAISER (2011) sowie Habitatpräferenz nach GAC (2009) (JANUSCHKE 2017, 2018); Häufigkeit in NRW: mh = mittelhäufig, s = selten, ss = sehr selten, es = extrem selten.

Art	RL-Status NRW 2011	Häufigkeit in NRW	Habitatpräferenz nach GAC (2009)	Anzahl in der Studie erfasster Individuen
<i>Bembidion atrocaeruleum</i>	3	s	ausschließlich Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies, Sand	628
<i>Bembidion decorum</i>	V	mh	ausschließlich Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies	351
<i>Sinechostictus millerianus</i>	2	ss	ausschließlich Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies	91
<i>Bembidion monticola</i>	3	s	ausschließlich Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies, Sand, Schluff, Lehm	6
<i>Bembidion obliquum</i>	V	mh	vegetationsreiche Ufer, Sandbänke, Schlamm-/Schlickbänke	1
<i>Bembidion punctulatum</i>	V	mh	ausschließlich Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies, Sand	50
<i>Bembidion schueppelii</i>	3	ss	Uferbegleitende Hochstaudenfluren, Weidengebüsch	9
<i>Elaphropus quadrisignatus</i>	1	ss	Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies, Sand; Roh-, Skelettböden	15
<i>Thalassophilus longicornis</i>	1	es	ausschließlich Uferbänke mit Geröll, Schotter, Kies; subterran	10



Nachher-Vergleich eine bemerkenswerte Steigerung der Artenzahl von 42 auf 64 Arten und der Anzahl feuchtigkeitsliebender Uferarten von einer auf 13 Arten.

Biologische Renaturierungseffekte am Beispiel der Lahn bei Biedenkopf (Hessen)

Anhand von drei renaturierten und jeweils wenige 100 Meter stromaufwärts gelegenen begradigten Vergleichsabschnitten des Mittelgebirgsflusses Lahn in Hessen untersuchte die Autorin zeitliche Effekte von Renaturierungen auf die Laufkäfer, die Auenvegetation und das Makrozoobenthos (JANUSCHKE 2018). Die Probenahmen fanden drei bis fünf und sieben bis neun Jahre nach Abschluss der Renaturierungsmaßnahmen statt.

Drei bis fünf Jahre nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen war der Artenreichtum der Pflanzen und Laufkäfer in den renaturierten Abschnitten deutlich höher als in den begradigten Abschnitten (Pflanzen Ø = 113 Arten vs. 45 Arten, Laufkäfer Ø = 16 Arten vs. 6 Arten). Aufgrund der optimierten Habitatdiversität siedelten sich drei bis fünf Jahre nach Renaturierung vor allem Laufkäferarten an, die für dynamische Uferbereiche charakteristisch sind (z. B. *Bembidion atrocaeruleum*, *B. decorum*) und Überschwemmungsbereiche präferieren (u. a. *Agonum emarginatum*, *Bembidion dentellum*). Sieben bis neun Jahre nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen erweiterte sich die Laufkäfergemeinschaft um Arten, die ein breiteres Habitatspektrum besitzen und stärker bewachsene Bereiche (Abbildung 6) besiedeln (z. B. *Carabus granulatus*).

Für die Laufkäfer nahm der Artenreichtum in den renaturierten Bereichen zwischen den beiden Zeitabschnitten zu (16 vs. 22 Arten), für die Auenvegetation hingegen ab (113 vs. 92 Arten). Trotz der insgesamt geringen Reaktionen des Makrozoobenthos konnten in beiden Zeitspannen nach den Renaturierungen Arten vorgefunden werden, die ausschließlich in renaturierten Abschnitten vorhanden waren. Das Makrozoobenthos insgesamt zeigte eine sehr langsame Besiedlung der neu entstandenen Habitate bei im Mittel gleichbleibendem Artenreichtum. Abbildung 7 zeigt zusammenfassend die beschriebenen Ergebnisse.



Abb. 6: Sieben bis neun Jahre nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahme weisen die Ufer- und Auenbereiche der Lahn bei Ludwigshütte (Hessen) ein Habitatmosaik aus unterschiedlichen Sukzessionsstadien auf, das von Laufkäfern mit verschiedenen Ansprüchen besiedelt wurde. (Foto: K. Januschke)

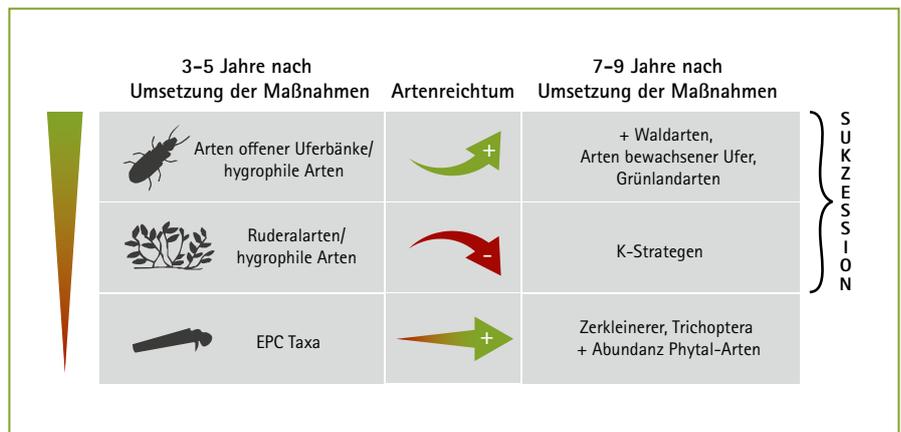


Abb. 7: Veränderungen in den Lebensgemeinschaften bei Laufkäfern, Auenvegetation und Makrozoobenthos drei bis fünf Jahre nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen (im Vergleich zu den begradigten Abschnitten) und nach sieben bis neun Jahren (als zeitliche Veränderung der renaturierten Abschnitte). (JANUSCHKE et al. 2014, JANUSCHKE 2018)

Effizienzkontrolle einer Renaturierungsmaßnahme am Beispiel der Lippe bei Selm-Bork (Nordrhein-Westfalen)

Im Rahmen einer bodenzoologischen Effizienzkontrolle von Mai 2013 bis August 2014 erfasste, verglich und dokumentierte ein Forschungsteam die Carabidenfauna zweier benachbarter Flussuferabschnitte (Renaturierungs- und nicht renaturierte Referenzfläche) der Lippe im Naturschutzgebiet „Lippeaue Selm“ (Kreis Unna) qualitativ und semiquantitativ (HANNIG et al. 2015).

Mit unterschiedlichen Nachweismethoden untersuchte es neben Hochstaudenfluren, Stillwasserbereichen mit Schlammfluren und dichten Ufergehölzen schwerpunktmäßig sonnenexponierte Bereiche mit Steilufer-Abbruchkanten und vegetationsarmen sandigen Uferstrukturen, wie z. B. Sandbänke und Aufschwemmungen, auf ihre Laufkäferfauna hin. Dabei konnten 9740 Laufkäfer-Individuen aus 138 Arten nachgewiesen werden (HANNIG et al. 2015).

Im direkten Vergleich mit der benachbarten Referenzstrecke zeigt sich der hohe naturschutzfachliche Wert des Ende 2011 renaturierten Lippe-Abschnittes (Abbildung 8). Das neu geschaffene heterogene Mosaik aus kleinflächigen, sonnenexponierten, vegetationsarmen Uferstrukturen (z. B. Sandbänke,

Abbruchkanten und Schlammfluren) bewirkte eine Zunahme der Gesamtartenzahl, der Anzahl der Rote Liste-Arten sowie feuchtigkeitsliebender Uferarten. Die Laufkäferzönose der Renaturierungsstrecke (126 Arten = 91,3 Prozent) ist um ca. 25 Prozent artenreicher als die der Referenzstrecke (92 Arten = 66,7 Prozent). Bei Betrachtung der wertgebenden Rote Liste-Arten zeigt sich im Vergleich ebenfalls, dass in der Renaturierungsstrecke mit 17 von 126 Arten (13,5 Prozent) sowohl absolut als auch prozentual mehr als doppelt so viele Taxa wie in der Referenzstrecke (6 von 92 Arten = 6,5 Prozent) einen geeigneten Lebensraum gefunden haben.

Im Hinblick auf die Feuchtigkeits- und Habitatpräferenzen der Laufkäfer (Abbildung 9) wies die Renaturierungsstrecke 25 Uferarten (von 81 hygrophilen Arten = 31 Prozent) auf, während auf der Referenzstrecke 12 Uferarten (von 54 hygrophilen Arten = 22 Prozent) nachgewiesen werden konnten.

Bemerkenswerte Laufkäferarten an Ufern und in Auen

Nach SCHMIDT et al. (2016) handelt es sich bundesweit um eine Artengilde von 84 Laufkäferarten, die teils sehr spezielle Präferenzen in Bezug auf ihre Habitate besitzen. In den Abbildungen 10 und 11 stellen die Autoren exemplarisch vier Bewohner der dynamischen Uferlebensräume vor. Angaben zum bundesweiten Schutzstatus berufen sich auf SCHMIDT et al. (2016).

Gefährdung

Insgesamt werden 46 Prozent aller bundesweit vorkommenden Laufkäfertaxa in den unterschiedlichen Gefährdungskategorien der Roten Liste geführt. Weitere zehn Prozent stehen auf der Vorwarnliste (SCHMIDT et al. 2016), sieben Prozent gelten als „vom Aussterben bedroht“ und vier Prozent als „ausgestorben oder verschollen“. Fast die Hälfte aller gelisteten Taxa zeigt langfristig einen deutlichen Bestandsrückgang, wobei dies vor allem die Habitatspezialisten in Lebensräumen wie z. B. Auen, Mooren, Salzstandorten und Trockenrasen betrifft.

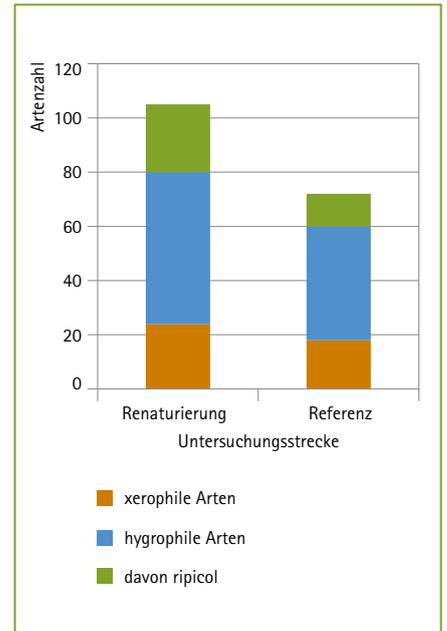


Abb. 9: Verteilung der Arten auf die beiden Untersuchungsstrecken im Hinblick auf ihre Feuchtigkeitspräferenz (xerophil = trockenheitsliebend, hygrophil = feuchtigkeitsliebend, ripicol = an Uferlebensräume gebunden). (HANNIG et al. 2015)

Als eine der Hauptursachen wird hier der Verlust und die Entwertung geeigneter Lebensräume aufgrund der anthropogenen Nutzung sowie die intensive Landwirtschaft genannt. Die Gilde der Ufer- und Auenbewohner unter den Laufkäfern (84 Arten) weist im Vergleich zu Gilden anderer Lebensräume mit 55 Arten die höchste Zahl an gefährdeten Arten auf (SCHMIDT et al. 2016) und es besteht damit bundesweit eine besonders dramatische Gefährdungssituation. Vielfältige Belastungen durch die menschliche Nutzung haben zu einer strukturellen Verarmung von Ufern und Auen, einer Einschränkung der natürlichen Fließgewässerdynamik oder einem vollständigen Verlust von Auen geführt. Als maßgebliche Belastungen für die Ufer- und Auenlaufkäfer sind die Gewässerbegradigung, die landwirtschaftliche Nutzung in der Aue, der Hochwasserschutz und die Eindeichung von Auen, die Wasserkraftnutzung, die Stauhaltung und die Schifffahrt bekannt (SCHMIDT et al. 2016). Nur noch etwa 20 Prozent der Gewässer und zehn Prozent der Auen sind strukturell in einem guten Zustand (UBA 2016, BMU & BfN 2009), mit deutlichen negativen Folgen für die gesamte Biodiversität eines der weltweit artenreichsten Ökosysteme.

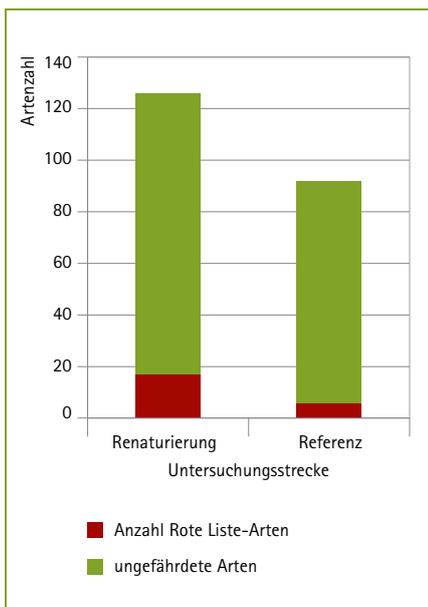


Abb. 8: Verteilung der Rote Liste-Arten in NRW sowie der ungefährdeten Arten auf die beiden Untersuchungsstrecken. (Renaturierung und Referenz). (HANNIG et al. 2015)

Manche Ufer- und Auenarten aus der Gruppe der Laufkäfer besiedeln zumindest kurzfristig anthropogen geschaffene Ersatzlebensräume, wie Baggerseen, Kiesgruben oder Sandabgrabungen (z. B. HANNIG & OELLERS 2020). Allerdings resultieren daraus meist keine längerfristigen positiven Bestandsentwicklungen, da die von den Laufkäfern benötigten offenen Habitate nach Aufgabe der menschlichen Nutzung aufgrund von Sukzessionsprozessen oft verbuschen und damit ihren Habitatcharakter verlieren.

Wie jedoch anhand der Fallbeispiele gezeigt wurde, profitieren Laufkäfer zumindest kurz- und mittelfristig von der Schaffung typischer Ufer- und Auenhabitats im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen. Inwieweit die wertgebenden Habitate für die Laufkäfer langfristig erhalten bleiben, sollte zukünftig im Fokus der Forschung stehen. Gerade im Hinblick auf teils fehlende hydrodynamische Prozesse, fehlende Winterhochwasser und lange Perioden sehr niedriger Wasserstände, die unter anderem auch aus dem Klimawandel resultieren, deuten sich teils auch in renaturierten Abschnitten starke Sukzessionsprozesse und Verbuschung zu Lasten der wertgebenden Habitate und charakteristischen Laufkäferarten an.

Laufkäfer in der Planungspraxis

Obwohl Laufkäfer seit vielen Jahrzehnten Gegenstand von Freilanduntersuchungen, Monitoringmaßnahmen, Erfolgskontrollen diverser Renaturierungsprojekte und bundesweiter Forschungsvorhaben (z. B. Naturschutzgroßprojekte) sind, finden sie im Rahmen von Eingriffsplanungen in die Landschaft praktisch noch keine adäquate Berücksichtigung (SCHMIDT et al. 2016). Im Kontext eines in den letzten beiden Jahren forcierten landes- bzw. bundesweiten Insektenmonitorings spielen sie eine zunehmend größere Rolle (vgl. z. B. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2019) und werden von den beteiligten Akteuren als wichtiger Bestandteil bei der Erfolgskontrolle von Fließgewässer- und Auenrenaturierungen empfohlen.

Aktuell erarbeitet die Universität Duisburg-Essen in Zusammenarbeit mit dem Aueninstitut Neuburg an der Donau, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

in Leipzig, dem Planungsbüro OEKON und dem Institut für Biodiversitätsmanagement in einem vom Bundesamt für Naturschutz geförderten F+E-Vorhaben ein bundesweites biologisches Bewertungsverfahren. Neben den Laufkäfern stehen hier auch die Artengruppen der Amphi-

bien, Gefäßpflanzen, Land- und Wassermollusken sowie der Vögel im Fokus. Die Grundzüge dieses Verfahrens wurden bereits in den BfN-Skripten veröffentlicht (JANUSCHKE et al. 2018).

Gestreifter Ahlenläufer (*Bembidion striatum*)



Größe: 5,3–6,5 mm

Habitatpräferenz: Spezialist für unbeschattete, dynamische Sandufer

Rote Liste-Status BRD: Vom Aussterben bedroht (1)

Wissenswertes: Die Art war bis in die erste Hälfte des letzten Jahrhunderts ein typischer Besiedler aller großen Flusssysteme Deutschlands. Aufgrund der intensiven Flussbegradigungen und dem Verlust von dynamischen Sandufern brachen die Bestände jedoch bundesweit zusammen (BRÄUNICKE & TRAUTNER 1999). Rezent kommt die Art noch in fünf Bundesländern (Baden-Württemberg, Brandenburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz) vor, gilt dort jedoch überwiegend als „vom Aussterben bedroht“, wobei zumindest in NRW ein leichter Aufwärtstrend als positiver Effekt von Gewässerrenaturierungen feststellbar ist (HANNIG 2016).

Grüngestreifter Grundläufer (*Omopron limbatum*)



Größe: 4,5–6,5 mm

Habitatpräferenz: Spezialist für unbeschattete, dynamische Sandufer, tagsüber im Sand vergraben

Rote Liste-Status BRD: Vorwarnliste (V)

Wissenswertes: Die Art ist einzigartig im Hinblick auf ihre für Laufkäfer untypische, rundliche Gestalt, die eher an einen „Marienkäfer“ erinnert. Im Gegensatz zu den vielen tagaktiven Uferlaufkäfern ist diese Art ein nachtaktiver Räuber und hält sich tagsüber versteckt im Sand auf. Die Art ist bundesweit vertreten und weist nur in der südlichen Landeshälfte größere Verbreitungslücken auf (TRAUTNER et al. 2014).

Abb.10: Der Gestreifte Ahlenläufer (*Bembidion striatum*) und der Grüngestreifte Grundläufer (*Omopron limbatum*) als Beispiele für Laufkäferarten, die unbeschattete Sandufer als Habitat präferieren. (Fotos: G. Jacobs)

Kies-Ahlenläufer
(*Bembidion decorum*)



Größe: 5,5–6 mm

Habitatpräferenz: Spezialist für unbeschattete Kies- und Schotterufer

Rote Liste-Status BRD: ungefährdet (*)

Wissenswertes: Die Art gilt als besonders ausbreitungsfreudig und reagiert in der Regel sehr schnell auf die Schaffung dynamischer Kieshabitats im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen. Der bundesweite Verbreitungsschwerpunkt der Art liegt in Mittel- und Süddeutschland.

Erzgrauer Uferläufer
(*Elaphrus aureus*)



Größe: 5,5–7,5 mm

Habitatpräferenz: Spezialist für unterwuchsarme Sandböden in gewässerbegleitenden Hochstaudenfluren und Weichholz-Auwäldern

Rote Liste-Status BRD: Vorwarnliste (V)

Wissenswertes: Die kupfrig gefärbte Art mit auffallend großen Augen ist ein tagaktiver Räuber. Der Verbreitungsschwerpunkt der Art liegt ebenfalls in Mittel- und Süddeutschland. In vielen Bundesländern gilt die Art als „stark gefährdet“.

Abb. 11: Der Kies-Ahlenläufer (*Bembidion decorum*) als Beispielart mit ausgeprägter Bindung an unbeschattete Kiesufer und der Erzgraue Uferläufer (*Elaphrus aureus*), der in etwas vegetationsreicheren Uferbereichen vorkommt. (Fotos: C. Benisch)

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir Dr. Christoph Benisch und Gunnar Jacobs für die Bereitstellung der Laufkäfer-Fotos sowie allen Beteiligten und Förderern der im Artikel vorgestellten Fallbeispiele danken.

Literatur

BARBER, H. S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. – *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46: 259–266.
BRÄUNICKE, M. & TRAUTNER, J. (1999): Die Ahlenläufer-Arten der *Bembidion*-Untergattungen *Bracteon* und *Odonotium* – Verbreitung, Bestandssituation, Habitate und Gefährdung charakter-

istischer Flussaue-Arten in Deutschland. – *Angewandte Carabidologie Supplement I*: 79–94.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) (2019): Einheitlicher Methodenleitfaden „Insektenmonitoring“. https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/monitoring/Dokumente/Methodenleitfaden_Insektenmonitoring_2019.pdf

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) (2009): Auenzustandsbericht – Flussauen in Deutschland. Berlin, 36 S.

GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE CARABIDOLOGIE (GAC) (Hrsg.) (1999): Laufkäfer in Auen. – *Angewandte Carabidologie Supplement I*. 144 S.

GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE CARABIDOLOGIE (GAC) (Hrsg.) (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. – *Angewandte Carabidologie Supplement V*: 45 S. + CD.

GERISCH, M. (2011): Habitat disturbance and hydrological parameters determine the body size and reproductive strategy of alluvial ground beetles. – *ZooKeys* 370 (100): 353–370.

HANNIG, K. (2016): Faunistische Mitteilungen über ausgewählte Laufkäferarten (Col., Carabidae) in Nordrhein-Westfalen VIII. – *Natur und Heimat* 76 (4): 169–192.

HANNIG, K. & KAISER, M. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer – Coleoptera: Carabidae – in Nordrhein-Westfalen, 2. Fassung: Stand Oktober 2011. – In: LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung, 2011. – LANUV-Fachbericht 36 (2): 423–452.

HANNIG, K. & DREWENSKUS, J. (2016): Erfolgskontrolle zur Renaturierung der Ruhraue bei Wickede (Nordrhein-Westfalen, Kreis Soest) am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). – *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 9 (3): 141–149.

HANNIG, K. & OELLERS, J. (2020): Die Laufkäfer (Insecta, Coleoptera: Carabidae) einer Sandabgrabung bei Haltern-Flaesheim (Kreis Recklinghausen, Nordrhein-Westfalen). – In: HANNIG, K. (Hrsg.): Zur Fauna und Flora einer Sandabgrabung bei Haltern-Flaesheim (Kreis Recklinghausen, Nordrhein-Westfalen). – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde*, im Druck.

HERING, D. & PLACHTER, H. (1997): Riparian ground beetles (Coleoptera, Carabidae) preying on aquatic invertebrates: a feeding strategy in alpine floodplains. – *Oecologia* 111 (2): 261–270.

JANUSCHKE, K. (2017): Pionierbesiedlung und Sukzession in renaturierten Fließgewässerabschnitten der Ruhr. 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 Heft 163: 325–336.
- JANUSCHKE, K. (2018): Effekte von Gewässerrenaturierungen auf aquatische und terrestrische Organismengruppen. – *Angewandte Carabidologie* 12: 37–47.
- JANUSCHKE, K., LEDESMA-KRIST, G., SCHOLZ, M., GELHAUS, M., STAMMEL, B. & HERING, D. (2016): Biologisches Auenmonitoring in Deutschland. – *Auenmagazin* 10/2016: 21–26. *Magazin des Auenzentrums Neuburg a. d. Donau*. ISSN 2190-7234. http://www.auenzentrum-neuburg-ingolstadt.de/fileadmin/documents/AF/AuenMagazin/AuenMagazin_10-2016_online.pdf
- JANUSCHKE, K., LEDESMA-KRIST, G., SCHOLZ, M., GELHAUS, M., STAMMEL, B. & HERING, D. (2017): 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. & EGGER, G. (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz, Bonn Bad Godesberg. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 163*: 119–147.
- JANUSCHKE, K., JACHERTZ, H. & HERING, D. (2018): Machbarkeitsstudie zur biozönotischen Auenzustandsbewertung. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg. – *BfN-Skripten* 484, 86 S.
- KÖHLER, F. (2011): 2. Nachtrag zum „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998) (Coleoptera) Teil 1. – *Entomologische Nachrichten und Berichte* 55 (2–3): 109–174.
- KOTZE, D. J., BRANDMAYR, P., CASALE, A., DAUFFY-RICHARD, E., DEKONINCK, W., KOIVULA, M. J., LÖVEI, G. L., MOSSAKOWSKI, D., NOORDIJK, J., PAARMANN, W., PIZZOLLO, R., SASKA, P., SCHWERK, A., SERRANO, J., SZYSZKO, J., TABOADA, A., TURIN, H., VENN, S., VERMEULEN, R. & ZETTO, T. (2011): Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. – In: KOTZE, D. J., ASSMANN, T., NOORDIJK, J., TURIN, H. & VERMEULEN, R. (Hrsg.): *Carabid Beetles as Bioindicators: Biogeographical, Ecological and Environmental Studies*. – *ZooKeys* 100: 55–148.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg.) (2006): Bd. 2, Adephega 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. & KLAUSNITZER, B.: *Die Käfer Mitteleuropas*. – Spektrum-Verlag (Heidelberg/Berlin), 2. Auflage, 521 S.
- PAETZOLD, A., SCHUBERT, C. J. & TOCKNER, K. (2005): Aquatic terrestrial linkages along a braided-river: Riparian arthropods feeding on aquatic insects. – *Ecosystems* 8 (7): 748–759.
- SCHMIDT, J., TRAUTNER, J. & MÜLLER-MOTZFELD, G. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. 3. Fassung, Stand April 2015. – In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Wirbellose Tiere Teil 2*. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (4): 139–204.
- TRAUTNER, J. (1992): Laufkäfer – Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsplanungen. – In: TRAUTNER, J. (Hrsg.): *Arten- und Biotop-schutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen [BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9.–10. November 1991]*. – *Ökologie in Forschung und Anwendung* 5: 145–162.
- TRAUTNER, J. (1999): Handfänge als effektive und vergleichbare Methode zur Laufkäfer-Erfassung an Fließgewässern – Ergebnisse eines Tests an der Aich (Baden-Württemberg). – *Angewandte Carabidologie Supplement* 1: 139–144.
- TRAUTNER, J. (Hrsg.) (2017): *Die Laufkäfer Baden-Württembergs*, 2 Bände. – Verlag Eugen Ulmer (Stuttgart), 848 S.
- TRAUTNER, J. & FRITZE, M.-A. (1999): Laufkäfer. – In: SCHLUMPRECHT, H. (Bearb.): *Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung*, 3. Auflage, Nürnberg. – Veröffentlichung der Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands 1: 184–195.
- TRAUTNER, J., FRITZE, M.-A., HANNIG, K. & KAISER, M. (Hrsg.) (2014): *Verbreitungsatlas der Laufkäfer Deutschlands/Distribution Atlas of Ground Beetles in Germany*. – BoD – Books on Demand, Norderstedt, 348 S.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (Hrsg.) (2016): *Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer 2015*. Bonn, Dessau, 148 S.
- VAN LOOY, K., VANACKER, S., JOCHEMS, H., DE BLUST, G. & DUFRÈNE, M. (2005): Ground beetle habitat templates and riverbank integrity. – *River Research and Applications* 21 (10): 1133–1146.

Kontakt

Dr. Kathrin Januschke
 Universität Duisburg-Essen,
 Fakultät für Biologie,
 Abteilung Aquatische Ökologie
 Universitätsstr. 5
 45141 Essen
 Tel.: 0201 183-2893
 E-Mail: kathrin.januschke@uni-due.de

Dipl.-Biologe Karsten Hannig
 Bismarckstr. 5
 45731 Waltrop
 Tel.: 02309 7814159
 E-Mail: karsten.hannig@gmx.de

Funktionale Traits

INDIKATOREN ZUR BEURTEILUNG VON EINGRIFFEN AN UMLAGERUNGSFLÜSSEN AM BEISPIEL OBERE ISAR

ALISA ZITTEL, JOHANNES KOLLMANN, GREGORY EGGER

Die Obere Isar zeichnete sich bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch eine ausgedehnte Wildflusslandschaft aus. Im darauf folgenden Zeitraum regulierten unterschiedliche Akteure den Fluss, leiteten das Wasser in Teilabschnitten aus und errichteten schließlich Mitte des 20. Jahrhunderts den Sylvensteinspeicher, eine große Talsperre im Oberlauf.

Im Rahmen der hier vorgestellten Masterarbeit hat sich die Autorin, Alisa Zittel vom Aueninstitut des Karlsruher Instituts für Technologie, die Frage gestellt, wie die Standortfaktoren mit dem charakteristischen Artengefüge entlang der Oberen

Isar zusammenhängen und inwieweit sich die unterschiedlichen Eingriffe in die Wildflusslandschaft durch funktionale Pflanzentraits und Unterschiede der Trait-Diversität darstellen lassen.

Als „functional traits“ sind die morphologischen, physiologischen und phänologischen Eigenschaften einer Pflanze zu bezeichnen. Arten vermögen sich im Laufe der Evolution im Hinblick auf ihre Traits an die Standorteigenschaften von Habitaten anzupassen. Umgekehrt lassen sich veränderte Umweltbedingungen – wie im Falle der Oberen Isar infolge der Eingriffe – durch ein geändertes Muster an Traits analysieren.

Im Zuge der Geländekartierungen im Sommer 2019 hat die Autorin auf 86 Probeflächen in vier verschiedenen Teilbereichen der Oberen Isar jeweils 35 Standortfaktoren sowie die Deckungsgrade 19 typischer Auenarten und deren Traits erfasst. Die Auswahl der vier Teilbereiche erfolgte anhand des Schweregrads der Eingriffe, sodass sich in naturnahen bis naturfernen sowie einem revitalisierten Abschnitt die Unterschiede mittels der Trait-Muster untersuchen ließen. Mithilfe statistischer Analysen überprüfte die Autorin, welche Standortfaktoren, Arten und Traits statistisch signifikante Unterschiede zwischen den vier Teilbereichen aufweisen.



Abb. 1: Der naturnahe Abschnitt der Oberen Isar zwischen Ribbachmündung und Sylvensteinspeicher ist durch ein Mosaik unterschiedlicher Vegetationstypen und Sukzessionsstadien geprägt. Viele verschiedene Standortfaktoren wechseln sich kleinräumig ab und bedingen eine hohe Trait-Diversität. (Foto: Alisa Zittel, Juni 2019)



Abb. 2: Blick auf den typischen Uferbereich des vollständig regulierten Abschnitts der Oberen Isar bei Lenggries. Wenige Arten dominieren die nahezu gleichaltrigen Vegetationsbestände und reichen bis ans Ufer, lediglich eine schmale Schotterbank ist vorgelagert. In diesem Bereich weisen fast alle Standorte ähnliche Faktoren, Arten und Traits auf und die Trait-Diversität ist sehr gering. (Foto: Alisa Zittel, Juni 2019)

Die Analysen deuten darauf hin, dass typische Anpassungen an die extremen Umweltbedingungen einer Wildflusslandschaft stresstolerante Pflanzenarten mit sehr leichten Samen, tendenziell kleineren und immergrünen Blättern sowie geringen Holzdichten sind. So zeichnet sich der naturnahe Referenzabschnitt von der Rißbachmündung bis zum Sylvensteinspeicher entsprechend der Habitatvielfalt durch eine hohe Trait-Diversität aus, die auf eine entsprechend hohe standörtliche Diversität hindeutet.

Im Gegensatz dazu hat der verminderte Hochwassereinfluss infolge der Flussregulierung, Geschieberückhalt und Flussbett-eintiefung flussab des Sylvensteinspeichers zu einer beschleunigten Vegetationsentwicklung in Richtung Zwergstrauchheiden und Wäldern geführt. Entsprechend der Verschiebung des Artenspektrums ist eine Zunahme des Samengewichts und der Blattlängen sowie der Holzdichte zu beobachten, auch nimmt die Diversität der Traits ab.

Im Zuge der Masterarbeit zeigte sich insbesondere für den revitalisierten Isarabschnitt bei Schäftlarn, etwa sechs Kilometer flussabwärts der Loisachmündung, eine

interessante Entwicklung. Zwischen 1999 und 2002 entfernten Akteure verschiedener Naturschutzprojekte entlang mehrerer Kilometer die Längsverbauungen und haben dem Fluss somit über Seitenerosion Geschiebe bereit gestellt; zusätzlich erhöhte sich die Restwassermenge. In der Folge stieg die Morphodynamik an, und die Trait-Diversität entsprach nahezu dem naturnahen Referenzabschnitt oberhalb des Sylvensteinspeichers. Allerdings ähneln Artenzusammensetzung und die Ausprägung der Traits eher dem naturfernen Abschnitt flussab des Speichersees.

Diese Befunde zeigen, dass Pflanzen-Traits mit den standörtlichen Eigenschaften regulierter Wildflüsse zusammenhängen und Wissenschaftler sie daher als Indikatoren für menschliche Eingriffe verwenden können.

Literatur:

ZITTEL, A. (2020): Funktionale Traits als Indikatoren für die Beurteilung von Eingriffen an Umlagerungsflüssen – am Beispiel der Oberen Isar. Masterarbeit am Karlsruher Institut für Technologie, 90 S. + Anhang.

Kontakt

MSc Alisa Zittel

Abteilung Aueninstitut,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Josefstraße 1, D-76437 Rastatt
Tel.: +49 170 9662355
E-Mail: alisa.zittel@t-online.de

Prof. Dr. Johannes Kollmann

Lehrstuhl für Renaturierungsökologie,
Technische Universität München (TUM)
Emil-Ramann-Straße 6, D-85354 Freising
Tel.: +49 8161 714144
E-Mail: johannes.kollmann@tum.de

apl. Prof. Mag. Dr. Gregory Egger

Abteilung Aueninstitut,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Josefstraße 1, D-76437 Rastatt
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)
Institut für Hydrobiologie und
Gewässermanagement
Gregor-Mendel-Straße 33/DG,
A-1180 Wien

Naturraumplanung Egger
Bahnhofstraße 39/1, A-9020 Klagenfurt
Tel.: +43 699 15166142
E-Mail:
gregory.egger@naturraumplanung.at

Auenmagazin

Magazin des Auenzentrums Neuburg a. d. Donau
www.auenzentrum-neuburg-ingolstadt.de

Impressum

Herausgeber

Auenzentrum Neuburg | Ingolstadt
Schloss Grünau
86633 Neuburg a. d. Donau

Förderverein Auenzentrum Neuburg e. V.

Geschäftsführer: Siegfried Geißler

Tel.: +49 8431 57-304

E-Mail: siegfried.geissler@auenmagazin.de

Redaktion

Siegfried Geißler, Förderverein Auenzentrum

Dr. Ulrich Honecker, Universität des Saarlandes

Prof. Dr. Bernd Cyffka, Aueninstitut Neuburg, KU Eichstätt-Ingolstadt

Dr. Francis Foeckler, ÖKON GmbH, Kallmünz

Dr. Christine Margraf, Bund Naturschutz Bayern

Dr. Franz Binder, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Dr. Thomas Henschel, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Layout: Caroline Stumpf, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Korrektur: Lena Gierl, Michaela Walter-Rückel

Druck: Satz & Druck Edler, Karlshuld

ISSN: 2190-7234

Bild der Titelseite

Durch umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen im Jahr 2006 wurden an der ehemals begradigten und intensiv unterhaltenen Niers bei Geldern-Pont (NRW) große Überschwemmungsbereiche mit stehenden Auengewässern und Röhrichtzonen geschaffen, die wichtige Lebensräume für eine Vielzahl von auentypischen Tier- und Pflanzenarten bieten. (Foto: K. Januschke)

In Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt