

ABSCHLUSSBERICHT

Freier Pendelraum für Fließgewässer – Methoden zur Anwendung des Konzeptes an Beispielen in Deutschland



gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)
unter dem Az: 32894/01

bearbeitet am Aueninstitut
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

Mai 2020

Kurztitel	Freier Pendelraum für Fließgewässer
DBU-Aktenzeichen	32894/01
Projektlaufzeit	01.02.2017 bis 30.04.2020
Projektleitung	apl Prof. Dr. Gregory Egger Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Geographie und Geoökologie (IfGG), Abteilung Aueninstitut Tel.: +49 (0) 7222 3807-12 E-Mail: gregory.egger@kit.edu
Projektbearbeitung	B. Sc. Lars Gerstner (KIT, IfGG, Abteilung Aueninstitut) M. Sc. Isabell Juszczuk (KIT, IfGG, Abteilung Aueninstitut) Dr. Astrid de Oliveira Wittmann (KIT, IfGG, Abteilung Aueninstitut) Prof. Dr. Erika Schneider (KIT, IfGG, Abteilung Aueninstitut)
Fachliche Projektbegleitung	Dr. Christian Damm (KIT, IfGG, Abteilung Aueninstitut) Prof. Dr. Emil Dister (KIT, IfGG, Abteilung Aueninstitut)
Projektbegleitende Dissertation	Dipl.-Ing. Martin Guzelj B. Sc. MNREE (Universität für Bodenkultur Wien)

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung und Fazit	4
1. Anlass und Aufgabenstellung des Projekts.....	8
1.1 Konzeptioneller Rahmen	8
1.2 Initialisierung und Zielsetzung des Projekts	10
1.3 Projektbearbeitung und ergänzende Arbeiten	11
1.4 Danksagungen	11
2. Projektgebiete zur beispielhaften Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts	12
2.1. Auswahl der Fließgewässer und der Projektgebiete.....	12
2.2. Ammer.....	13
2.3. Blies	23
2.4. Mulde	30
3. Methodik	35
3.1. Datengrundlagen und ergänzende Arbeiten.....	35
3.2. Geländeaufnahmen.....	36
3.3. Fließgewässertypologie und Leitbilderstellung.....	39
3.4. Naturschutzfachliche Bewertung.....	41
3.5. Berechnung des Freien Pendelraums.....	42
3.5.1. Schritt 1: Abgrenzen eines homogenen Flussabschnitts.....	42
3.5.2. Schritt 2: Gewässertyp bestimmen	43
3.5.3. Schritt 3: Berechnungsmöglichkeiten des Freien Pendelraums nach verschiedenen Konzepten.....	43
3.6. Informationsaustausch und Öffentlichkeitsarbeit	55
3.6.1. Stakeholderanalyse und –befragung.....	55
3.6.2. Projekttreffen	55
3.6.3. Information der Öffentlichkeit und Wissensvermittlung	55
3.6.4. Handlungsleitfaden	56
4. Ergebnisse.....	57
4.1. Ammer.....	57
4.1.1. Gewässerauswahl und Festlegung des untersuchten Flussabschnitts.....	57
4.1.2. Gesetzliche Vorgaben und Zuständigkeiten in Bayern.....	59
4.1.3. Stakeholderanalyse an der Ammer	70
4.1.4. Ergebnisse der Vegetationskartierung	76

4.1.5.	Sedimentanalysen	95
4.1.6.	Flusstypisierung und Leitbild der Ammer im Projektgebiet	97
4.1.7.	Naturschutzfachliche Bewertung: Defizite der Ammer im Projektgebiet zum Leitbild.....	100
4.1.8.	Freier Pendelraum an der Ammer.....	114
4.1.9.	Schwierigkeiten der Pendelraumerstellung an der Ammer	119
4.2.	Blies	121
4.2.1.	Gewässerauswahl und Festlegung des untersuchten Flussabschnitts.....	121
4.2.2.	Gesetzliche Vorgaben und Zuständigkeiten im Saarland	123
4.2.3.	Stakeholderanalyse und –befragung.....	125
4.2.4.	Ergebnisse der Vegetationskartierung	126
4.2.5.	Flusstypisierung und Leitbild der Blies im Projektgebiet	134
4.2.6.	Naturschutzfachliche Bewertung: Defizite der Blies im Projektgebiet zum Leitbild... ..	138
4.2.7.	Freier Pendelraum an der Blies	152
4.3.	Mulde	157
4.3.1.	Gewässerauswahl und Festlegung des untersuchten Flussabschnitts.....	157
4.3.2.	Gesetzliche Vorgaben und Zuständigkeiten in Sachsen	159
4.3.3.	Stakeholderanalyse und –befragung.....	161
4.3.4.	Ergebnisse der Vegetationskartierung	163
4.3.5.	Flusstypisierung und Leitbild der Mulde im Projektgebiet	170
4.3.6.	Naturschutzfachliche Bewertung: Defizite der Mulde im Projektgebiet zum Leitbild	174
4.3.7.	Freier Pendelraum an der Mulde	185
4.4.	Umsetzung und Maßnahmen im Sinne des Freien Pendelraums	189
4.4.1.	Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Maßnahmen	189
4.4.2.	Schema zur Ausweisung des Freien Pendelraums	193
4.4.3.	Maßnahmenideen im Sinne des Freien Pendelraums an der Ammer	197
4.4.4.	Weitere Maßnahmenmöglichkeiten an der Ammer im Projektgebiet	211
4.4.5.	Bundesweite Analyse zur Ermittlung von möglichen Anwendungsräumen für das Freie Pendelraum-Konzept.....	213
4.5	Verknüpfung mit dem Projekt RESI	229
4.5.1	Einleitung.....	229
4.5.2	Beispielhafte Anwendung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg	230
4.6.	Verknüpfung des Pendelraum-Konzepts mit dem Projekt In_StröHmunG.....	241
4.6.1.	Beschreibung und Ergebnisse des Projekts In_StröHmunG	241
4.6.2.	Mögliche Synergien und Zusammenhänge mit dem Pendelraum-Projekt	242
4.6.3.	Verknüpfung mit dem Pendelraum-Projekt	242
4.6.4.	Fazit	246

4.7	Informationsaustausch und Öffentlichkeitsarbeit	247
4.7.1	Website.....	247
4.7.2	Projektvorstellung auf Fachtagungen und Expertendiskussionen	249
4.7.3	Handlungsleitfaden	251
	Abbildungsverzeichnis.....	252
	Tabellenverzeichnis	257
	Literaturverzeichnis.....	260
	Anhang.....	I-XLVI

Zusammenfassung und Fazit

Die eigendynamische Gewässerentwicklung zu ermöglichen und dadurch den ökologischen Zustand von Fließgewässern in Deutschland zu verbessern ist das grundlegende Ziel des Freien Pendelraum-Konzepts, welches im Rahmen des Projekts „Freier Pendelraum für Fließgewässer – Methoden zur Anwendung des Konzeptes an Beispielen in Deutschland“ von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Aktenzeichen 32894/01 gefördert wurde.

Die Projektbearbeitung wurde durch das Aueninstitut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zwischen Februar 2017 und April 2020 durchgeführt. Projektbegleitend befindet sich eine Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) mit unterstützenden Analysen und Modellierungen in Bearbeitung (Guzelj in prep.). Zudem wurden vorbereitend und projektbegleitend vier studentische Abschlussarbeiten am Aueninstitut betreut und eine Masterarbeit an der BOKU.

Ausgehend von dem in den 1990er Jahren in Frankreich entwickelten Konzept Espace de Liberté (etwa: der Freiheitsraum des Flusses, Malavoi et al. 1998) sollen auch den Gewässern in Deutschland wieder mehr Raum für eine eigendynamische Entwicklung von Strukturen und einer Verlagerung des Flussbetts gegeben werden. Dies ist für das Erreichen des in der EU-Wasserrahmenrichtlinie geforderten guten ökologischen Zustands unverzichtbar. Die wasserbaulichen Eingriffe in die Flussmorphologie wie Begradigung, Fluss- und Uferverbau, die vor allem im letzten Jahrhundert das Erscheinungsbild vieler mitteleuropäischer Gewässer veränderten, ermöglichen kaum noch die typischen dynamischen Prozesse eines Fluss-Aue-Ökosystems. Durch das gestörte Gleichgewicht der Erosions- und Sedimentationsprozesse kommt es häufig zu einer Flussbetteintiefung und damit zu einer sich verstärkenden Entkopplung von Fluss und Aue.

Durch den Freien Pendelraum wird Fließgewässern ein definierter Korridor zur Verfügung gestellt, in dem eine eigendynamische Gewässerentwicklung ermöglicht wird. Dieser Pendelraum liegt innerhalb der morphologischen Aue und wird auf Grundlage des Gewässertyps bestimmt. Sicherungen des Flusslaufs sollten nur am Rand des Korridors bestehen, innerhalb dessen sich der Fluss frei bewegen kann. Damit können sich einerseits die charakteristischen Habitats mit der entsprechenden Flora und Fauna des jeweiligen Flusstyps ausbilden und andererseits kann dadurch eine Minimierung des Gewässerunterhaltungsaufwandes erzielt werden. Zudem bestehen auch Synergien mit anderen Ökosystemdienstleistungen wie Nährstoffrückhalt und Rückhalt von Treibhausgasen (Scholz et al 2012). Auch naturschutzfachliche Ziele, wie die europäischen Vorgaben zum Arten- und Biotopschutz durch das Natura 2000-Netz aus Schutzgebieten oder die Wasserrahmenrichtlinie zur länderübergreifenden nachhaltigen Wasser- und Gewässernutzung, werden durch den Freien Pendelraum gefördert und leisten dadurch einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der in den Richtlinien festgelegten Zielen. Die Flächen innerhalb des Freien Pendelraums können weiter in ihrer bisherigen Nutzung verbleiben, bis sie durch den Fluss eingenommen werden. Es sollte jedoch eine Extensivierung der Nutzung und eine Ausweisung von Sukzessionsflächen angestrebt werden, um gefährdete Auenbiotope und damit auch Tier- und Pflanzenarten zu fördern.

Häufig verhindern Restriktionen durch gewässernahe Ortschaften oder andere Infrastrukturflächen die Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern. Diese harten Restriktionen können nicht umgangen werden. Jedoch ist bei weiteren menschlichen Nutzungsräumen und intensiver Nutzung des Gewässerumfelds eine Extensivierung sowie Verlegung der Nutzung auf Flächen mit größerem Abstand zum Gewässer anzustreben, um den Gewässern wieder mehr Raum zur Verfügung

zu stellen. Dies fördert neben der ökologischen Aufwertung auch den Hochwasserschutz durch eine Vergrößerung der Retentionsräume, was auch Vorteile in Bezug auf mögliche Abflussänderungen durch den Klimawandel bringt.

Für das Freie Pendelraum-Projekt wurden folgende Punkte zur Zielerreichung festgelegt:

- Anpassung des französischen Konzeptes über den Freiheitsraum eines Flusses (Espace de Liberté) als „Freier Pendelraum für Fließgewässer“ an die Verhältnisse in Deutschland
- die wissenschaftliche Untersuchung der planungs- und ausführungsrelevanten Grundlagen
- die beispielhafte planerische Vorbereitung an drei Flüssen in unterschiedlichen Naturräumen
- die Initiierung einer Umsetzung in einem Beispielfall
- die Verbreitung des Konzeptes „Freier Pendelraum für Fließgewässer“ in Deutschland.

Bereits bestehende Konzepte in Deutschland wurden an drei Flussabschnitten der Beispielflüsse Ammer zwischen Peißenberg und dem Ammersee in Bayern, Blies zwischen Einöd (Homburg) und Blieskastel im Saarland und Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübren in Sachsen angewendet und verglichen. Je nach Detailgrad der Daten und vorhandenen Ressourcen können verschiedene Berechnungsmethoden empfohlen werden. Dies sind die vergleichsweise einfache Methode des Umweltbundesamts (UBA, Dahm et al. 2014) mit der Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand des Gewässertyps, die aufwendigere Methode der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2016), bei der die Gewässerentwicklungskorridorbreite vorwiegend anhand lokaler Werte berechnet wird, und die mithilfe von Modellierungen zu bestimmende Regimetheorie (nach Yalin & da Silva 2001), bei der sich durch das natürliche Gleichgewicht durch Erosion und Sedimentation eine Gleichgewichtsbreite einstellt, welche für die Ausbildung des Gewässertyps und verschiedener Strukturen angepasst wird. Letztere wurde im Rahmen der projektbegleitenden Dissertation ergänzend durch Hydraulik- und Feststoffmodellierungen erarbeitet und an der Ammer angewendet (Guzelj in prep.).

Im Rahmen der Geländearbeiten wurde die Situation an den drei Gewässern vor Ort begutachtet, die Auenvegetation erfasst und ökologisch bewertet. Der Gewässertyp wurde bestimmt und das Leitbild erstellt. Die aktuelle naturschutzfachliche Situation wurde bewertet, die Defizite zum Leitbild dargestellt und die potenzielle Aufwertung durch die Ausweisung eines Freien Pendelraums abgeschätzt.

Das Projektgebiet an der Blies wurde als gefällereiche Flussaue des Deckgebirges mit Winterhochwassern klassifiziert. Die Aue ist vorwiegend durch Grünlandnutzung geprägt und es besteht meist lediglich ein schmaler (Gehölz-) Saum bzw. schmaler Galeriewald entlang des Flusses. Bereits vor mehreren Jahrhunderten wurde der Flusslauf mit Steinschüttungen festgelegt und es fand kaum noch laterale Verlagerung statt, wodurch die Ufer- und weiteren Umfeldstrukturen reduziert sind. Durch die Ausweisung eines Freien Pendelraums mit der Entfernung der Ufersicherungen verbessert sich die Formenvielfalt und bietet dadurch Lebensräume für typische Flora und Fauna. Die berechneten Pendelraumbreiten betragen an der Blies nach der Methode des UBA 135 m für den minimalen und 450 m für den maximalen Entwicklungskorridor. Nach der LAWA-Methode werden 356 m Breite für die Ausbildung der gewässertypischen Strukturen und eine naturnahe Verlagerungsmöglichkeit des Gewässers benötigt.

Die Mulde ist im Projektgebiet der größte der drei Beispielflüsse und wurde als gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes mit Winterhochwassern klassifiziert. Sie weist im Projektgebiet eine relativ hohe Morphodynamik mit lateraler Verlagerung und naturnahen Strukturen auf, ist jedoch auch in

einigen Bereich von Deichen umgeben. Durch den verminderten Retentionsraum besteht eine Hochwassergefahr für flussnahe gelegene Ortschaften. Im Projektgebiet besteht ein hohes Defizit naturnaher Auwälder, die die potenzielle natürliche Vegetation darstellen. Die Ausweisung eines Freien Pendelraums inklusive der Ermöglichung von Auwaldsukzession würde eine wertvolle ökologische Aufwertung darstellen und gleichzeitig den Hochwasserrückhalt verbessern. Die berechneten Breiten betragen nach UBA 360 m für den minimalen und 1.200 m für den maximalen Entwicklungskorridor sowie 604 m nach LAWA.

Die Ammer ist durch ihre Lage und den sommerlichen maximalen Wasserständen durch das Niederschlagsmaximum in Kombination mit der Schneeschmelze einerseits ein typischer voralpiner Fluss und wurde als Fluss der Jungmoräne des Alpenvorlandes klassifiziert. Jedoch wurde sie im vergangenen Jahrhundert umfassend begradigt und eingedeicht und die Aue wird intensiv landwirtschaftlich genutzt. Daher ist sie sehr verarmt an gewässertypischen Strukturen, was sich auch an der im Projektgebiet nach der Strukturkartierung zu über 80 % als stark verändert bewerteten Gewässerstruktur zeigt. Eine weitere ökologische Besonderheit ist ihre Lage im ehemaligen Gebiet des Ammersees, welcher durch den steten Sedimenttransport der Ammer verfüllt wird. Um den ökologischen Zustand der Ammerau wieder zu verbessern ist nach den verwendeten Konzepten für den Freien Pendelraum eine Pendelraumbreite zwischen 225 m und 750 m nach dem Konzept der UBA abzüglich der Restriktionsflächen notwendig. Das Konzept der LAWA ergibt 131 m Breite zu Beginn des Projektgebiets und 304 m für den restlichen Abschnitt.

An der Ammer wurden die Bearbeitung intensiviert und konkrete Maßnahmenoptionen im Sinne des Freien Pendelraums erarbeitet. Dabei wird flussab von Peißenberg ein hohes Potenzial für die Anwendung des Freien Pendelraums gesehen. Es verläuft dort gewässerbegleitend ein erhöhter Wirtschaftsweg und zum Teil Ufersicherungen durch Steine und Buhnen, was die eigendynamische Gewässerentwicklung stark einschränkt. Jedoch gibt es in diesem Bereich kaum Siedlungsbeschränkungen und die bestehenden Auwälder würden von einer Erhöhung der Überflutungshäufigkeit sowie der Schaffung von offenen Keimhabitaten durch Seitenerosion durch die Uferentsicherung im Rahmen des Freien Pendelraums profitieren. Daher wurden in diesem Bereich mehrere Varianten für Deichrückverlegungen erstellt und die erwarteten ökologischen Veränderungen abgeschätzt.

Im Rahmen des Freien Pendelraum-Projekts wurden maßnahmenrelevante Rahmenbedingungen, wie die Flächenverfügbarkeit und Fördermöglichkeiten für Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern, recherchiert und die Anwendung des Freien Pendelraums nachvollziehbar aufbereitet. Zudem wurde ein Monitoringkonzept zur Beobachtung der Gewässerentwicklung und Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen erstellt. Je nach gewünschter Genauigkeit und Möglichkeiten kann zwischen verschiedenen Komponenten gewählt werden. Notwendig bei einer Ausweisung des Freien Pendelraums ist die Erfassung der Flusslaufverlagerung, um im Bedarfsfall rechtzeitig Sicherungsmaßnahmen am Korridorrand durchführen zu können. Dies gilt insbesondere nach großen Hochwasserereignissen. Um auch die ökologischen Aufwertungen zu dokumentieren und zu quantifizieren ist eine Erfassung der Gewässerstruktur, der Gewässerqualität, Biotopen und von auetypischen Pflanzen- und Tierarten empfehlenswert. Die Erfassung wird vor Umsetzung eines Freien Pendelraums, direkt nach der Umsetzung (Entfernungen Ufersicherung etc.), nach zwei bis drei Jahren für kurzfristige Veränderungen und nach ca. zehn Jahren für mittelfristige Veränderungen empfohlen.

Da das Konzept des Freien Pendelraums an vielen Flüssen anwendbar ist, wurde es auf mehreren Fachveranstaltungen vorgestellt, um weitere Projektideen im Sinne des Konzepts anzustoßen. Zudem wurden Besprechungen an den Beispielflüssen mit Behörden und ansässigen Verbänden und Vereinen durchgeführt, bei denen es zu einem Austausch über vorangegangene Projekte, lokale Gegebenheiten, Restriktionen und Möglichkeiten kam.

Um die Akzeptanz für Renaturierungsmaßnahmen im Allgemeinen zu erhöhen, ist ein transparentes und nachvollziehbares Vorgehen sowie eine frühzeitige Einbindung aller relevanter Akteure im Maßnahmenraum wichtig. Im Freien Pendelraum-Projekt wurden für die Information der Öffentlichkeit Faltblätter und eine Website erstellt (www.freier-pendelraum.de), die auch über das Projektende hinaus bestehen bleiben wird. Um das Konzept Behörden bekannter zu machen und zur Anwendung eines Freien Pendelraums an einem Gewässer im jeweiligen Zuständigkeitsbereich zu motivieren, wurde ein Handlungsleitfaden erarbeitet (im Anhang dieses Berichts oder zum Download verfügbar unter <https://www.freier-pendelraum.de/handlungsleitfaden>).

Durch die beispielhafte planerische Anwendung an drei Flüssen unterschiedlicher Naturräume in Deutschland wird gezeigt, dass sich das Konzept auf verschiedene Gewässertypen anwenden lässt. Daher wurde eine bundesweite Analyse an den größten bundesdeutschen Fließgewässern durchgeführt, die 14 Anwendungsräume mit geringen Siedlungsbeschränkungen aufzeigt, an denen das Konzept des Freien Pendelraums umgesetzt werden kann.

Zudem wurde das Konzept des Freien Pendelraums mit zwei weiteren kürzlich abgeschlossenen Projekten des Themenkomplexes Auenökologie verknüpft. Dies waren zum einen der „River Ecosystem Service Index“ (RESI), bei dem ein Index zur sektorenübergreifenden Bewertung von Fluss- und Auenökosystemen entwickelt wurde (Podschun et al. 2018). Dieser Bewertungsindex wurde anhand von drei Ökosystemleistungen für Maßnahmenbeispiele im Sinne des Freien Pendelraums an der Ammer angewendet. Das zweite Projekt waren die „Innovativen Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung“ (In_StröHmunG), welche Ansätze zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und des ökologischen Gewässerzustands zusammenbringen (Stamm et al. 2018).

In einem anschließenden Projekt des Aueninstituts, welches von der DBU unter dem Aktenzeichen 35456/01-33/2 gefördert wird, werden nun auch an der Mulde im mittleren Bereich des Projektgebiets Maßnahmenvarianten im Sinne des Freien Pendelraums erstellt. Bei Gruna (Laußig) besteht durch den Verlauf der Mulde um die Ortschaft herum eine erhöhte Hochwassergefahr, welche durch die zum Teil flussnahe Lage der Deiche noch verstärkt wird. Durch die Ausweisung eines Freien Pendelraums vergrößern sich neben den ökologischen Verbesserungen auch die Retentionsflächen und die Überflutungsgefahr für die umgebenden Ortschaften wird reduziert.

1. Anlass und Aufgabenstellung des Projekts

1.1 Konzeptioneller Rahmen

Naturnahe Flüsse und Auen sind wertvolle Bestandteile in unserer Landschaft und erfüllen zahlreiche Funktionen für Umwelt und Menschen (Brunotte et al. 2009, Walter et al. 2015). Sie bilden wichtige Rückhalteräume für Hochwasser, filtern und reinigen das Wasser in den Aueböden und verbessern dadurch die Trinkwasserversorgung. Vor allem vernässte Standorte und Moore in Auen aber auch die Auwälder binden Treibhausgase und tragen dadurch zum Klimaschutz bei. Durch die gestaltende Kraft des Wassers und den Wechsel von trockenen und feuchten Perioden herrscht in naturnahen Auen eine große Habitatvielfalt, die eine hohe Anzahl angepasster Pflanzen- und Tierarten beherbergen. Flüsse durchziehen wie Adern verschiedene Landschaften und bilden dadurch verbindende Korridore. Dies ist wichtiger Bestandteil für einen bundesweiten Biotopverbund und darüber hinaus sind einige Teil des europaweiten Netzwerks aus Schutzgebieten, Natura 2000 (Scholz et al. 2012, Fischer et al. 2019).

Jedoch wurde spätestens durch den Auenzustandsbericht zur Erfassung und Bewertung von Flussauen in Deutschland aus dem Jahr 2009 (Brunotte et al. 2009) der insgesamt schlechte Zustand der deutschen Fließgewässer und Auen nachgewiesen. Die zugrundeliegenden Untersuchungen zeigten, dass dies vor allem durch zwei Faktoren bedingt ist: fehlender Raum für Flüsse und eine starke Veränderung durch menschliche Eingriffe (Brunotte et al. 2009, Schneider et al. 2017).

Von den ehemals rund 15.000 km² Auenfläche in Deutschland wurden zwei Drittel von den Flüssen durch Deichbau abgetrennt bzw. stehen als Rückhalteraum bei Hochwasser oder als Lebensraum für Pflanzen und Tiere nicht mehr zur Verfügung. Zudem wurden die bestehenden Gewässer und Auen durch menschliche Aktivitäten verändert und sind heute funktional stark eingeschränkt (Brunotte et al. 2009). Neben Eingriffen wie Deichbau und Stauregulierungen hemmt der Gewässerausbau mit flächenhaftem Uferverbau, einer monotonen Linienführung, Wasserausleitungen und weiteren Abflussregulierungen die natürliche Dynamik des Fluss-Aue-Systems. Dazu gehören sowohl die charakteristischen schwankenden Wasserstände (Hydrodynamik) als auch die Entwicklung und Gestaltung der Strukturen im Gewässerbett und –umfeld (Morphodynamik). Die Konnektivität im Längsverlauf des Flusses als auch zwischen Fluss und Aue ist dadurch stark beeinträchtigt. Dadurch verlieren typische Auenhabitate ihre charakteristischen Standortbedingungen und teilweise werden autotypische Arten durch einwandernden Arten aus der Umgebung und invasiven Neophyten und Neozoen verdrängt. Mehr als 75 % aller Gewässer- und Auenbiotoptypen in Deutschland sind gefährdet, was zu einer dramatischen Reduzierung der Biodiversität führt (Ellwanger et al. 2012). Davon sind beispielsweise großflächig die Hartholzauwälder betroffen, von denen heute nur noch weniger als 1 % der ursprünglichen Ausdehnung vorhanden ist (Brunotte et al. 2009).

Insgesamt werden von den verbliebenen rezenten Auen in Deutschland nur noch 10 % als naturnah mit geringen Veränderungen bewertet; ein Drittel der Flächen werden intensiv als Acker-, Siedlungs-, Verkehrs- und Gewerbeflächen genutzt. In den Altauen (vom Fluss abgetrennte Bereiche der morphologischen Aue) wird etwa die Hälfte der Flächen von Äckern bedeckt (Brunotte et al. 2009). Dies führt zu stofflichen Belastungen der Gewässer und Aueböden durch Schad- und Nährstoffe aus Düngemittel und Pestiziden.

Im Jahr 2000 wurde in Europa die Wasserrahmenrichtlinie verabschiedet (Richtlinie 2000/60/EG). Diese fordert von den europäischen Mitgliedsstaaten, dass die Gewässer bis zum Jahr 2027 mindestens

einen guten ökologischen Zustand aufweisen. Derzeit erreichen nicht einmal 7 % der deutschen Flüsse dieses Ziel (Völker et al. 2016). Um die ökologisch wichtigen Funktionen und die wertvollen Ökosystemleistungen der Flussauen zu erhalten, ist eine Änderung der bestehenden Einschränkungen und Nutzungen notwendig. Daher müssen rasch kostengünstige und praxisorientierte Lösungsansätze gefunden werden, die sich auf Fließgewässer unterschiedlicher Größe und Flusstyps übertragen lassen.

Ökologische Verbesserungen des Fluss-Aue-Ökosystems

Für die Verbesserung des ökologischen Zustands der Flüsse und Auen ist der Erhalt noch bestehender weitgehend intakter Auen sowie eine Wiederherstellung zerstörter Auen unumgänglich. Um eine großflächige Verbesserung zu erreichen, sind die Bereitstellung von Flächen und die Förderung der eigendynamischen Gewässerentwicklung wichtige Instrumente.

Wird den Flüssen mehr Raum zur Verfügung gestellt, in dem sich das Flussbett entwickeln und verlagern kann, werden die vielfältigen Prozesse und Wechselwirkungen zwischen dem Fluss und der umgebenden Landschaft ermöglicht und es entsteht die natürliche Vielfalt der Auen, durch die sie auch die wichtigen Ökosystemdienstleistungen für den Menschen erfüllen.

Freier Pendelraum für die Fließgewässer in Deutschland

In vielen Konzepten, die sich in den letzten Jahren mit dem schlechten Zustand der Flüsse und Auen Deutschlands beschäftigen, wird diese Forderung nach mehr Raum für die Flüsse deutlich.

Die ursprüngliche Idee einer Ausweisung von Flächen für die freie Entwicklung der Flüsse kommt aus Frankreich. Dort wuchs ab den 1970er Jahren das Verständnis über Flüsse und Auen und die Öffentlichkeit und die Politik wurde auf die hohe Bedeutung der Auen aufmerksam (Charrier 2012). Um eine ökologische und nachhaltige Gewässer- und Auenentwicklung zu ermöglichen, wurde an Allier und Loire das „Espace de Liberté“-Konzept zum Flächenbedarf von Gewässern durch den SDAGE (Leitplan zur Bewirtschaftung und Verwaltung von Gewässern in Frankreich, Malavoi et al. 1998) festgelegt (Hudin 2010). Dieses beruht auf der aktuellen und der jüngeren historischen Entwicklung der Gewässerstruktur. In dem ausgewiesenen Raum darf sich der Flusslauf durch eigendynamische Prozesse verändern und beispielsweise auch durch Seitenerosion verlagern. Dadurch können sich typische Flussstrukturen ausbilden und die natürlichen Funktionen können wieder besser erfüllt werden. Die Besonderheit am französischen Konzept ist, dass es in der Gesetzgebung verankert ist und die Vorgaben damit bindend für die Wasserbewirtschaftung und Planungen in und an Gewässern sind (Hudin 2010, Charrier 2012). Eine detaillierte Beschreibung des französischen Konzepts und beispielhafte Anwendungen an den untersuchten Flüssen Ammer, Blies und Mulde findet sich in den Kapiteln 3.5.3.1, 4.1.8.3, 4.2.7.3, 4.3.7.3.

Auch in anderen Ländern wurde durch die wissenschaftlichen Erkenntnisse die Notwendigkeit für Konzepte zu Flächenbereitstellung an Fließgewässern deutlich. So gaben in Deutschland beispielsweise im Jahr 2015 das Bundesumweltministerium (BMUB) und das Bundesamt für Naturschutz (BfN) die Broschüre „Den Flüssen mehr Raum geben - Renaturierung von Auen in Deutschland“ heraus (Walter et al. 2015). Ein Jahr später folgte von BMUB und dem Umweltbundesamt (UBA) die Vorgaben zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland, in der ebenfalls mehr Raum für die Flüsse gefordert wurde („Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer“, Völker et al. 2016). Zudem folgten in den letzten Jahren Konzepte für die Berechnung und Ausweisung der benötigten Entwicklungsflächen der Fließgewässer. Darunter beispielsweise die Berechnung der

flusstypabhängigen Entwicklungskorridorbreiten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, die eine Anpassung an die lokalen Gegebenheiten erlauben (LAWA 2016).

1.2 Initialisierung und Zielsetzung des Projekts

Das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Projekt „Freier Pendelraum für Fließgewässer“ reiht sich ein in eine Vielzahl von laufenden Projekten und Themenbereichen der Stiftung, die sich mit Redynamisierung von Flüssen, natürlichen Flusslandschaften und Wiederherstellung von Flusslandschaften befassen. Es berührt auch Themenbereiche betreffend Biotopverbundkorridore, Schaffung von neuen Lebensräumen für verschiedene Arten, Vielfalt und Vernetzung von Lebensräumen.

Durch die Schaffung flussnaher dynamischer Lebensräume leistet dieses Projekt einen Beitrag für die Fluss- und Auenrenaturierung in geographisch unterschiedlichen Flussgebieten, die Wiederherstellung von Lebensräumen, ihrer Funktionsfähigkeit und Strukturvielfalt, die auch eine große und standorttypische Arten- und Lebensraumvielfalt bedingt. Durch die Redynamisierung und Erweiterung der flussnahen Bereiche gewährleistet es die Entstehung von Pionierflächen, deren Neubesiedlung je nach Flussgebiet und umgebender Landschaft – im Falle des Projektes Ammer, Blies und Mulde – unterschiedlich sein wird.

Das Projekt kann auch als Beispiel für Themen im Bereich der Umweltbildung dienen, die von der DBU ebenfalls gefördert werden, da anhand der dynamischen Prozesse die Wiederentwicklung von standorttypischen Lebensräumen veranschaulicht und erklärt werden kann. Ebenso ermöglicht es, durch anschauliche Darstellungen der Projektmaßnahmen in der Bevölkerung Akzeptanz zu schaffen für weitere derartige Projekte. Da sich durch die Umsetzung eines Freien Pendelraumes auch der Hochwasserschutz verbessert, kann in dies ebenfalls in die Umweltbildung eingebunden werden, um der Bevölkerung damit eine Verbindung zwischen Hochwasserschutz durch Auenrenaturierung näher zu bringen.

Doch der Bogen derartiger Fluss- und Feuchtgebiet-bezogenen und von der DBU geförderten Projekte spannte sich nicht allein über Deutschland, sondern betraf auch weitere Länder der EU. So wurden vom Aueninstitut durch DBU-Förderung auch Naturschutz- und Umweltbildung-bezogene Projekte an der Donau in Südungarn, im Nationalpark Gemenc-Béda Karapanca (2006-2010, Aueninstitut & Ungarische Donauforschungsstation der Ungarischen Akademie der Wissenschaften 2012), sowie im Grenzgebiet der Donau zwischen Rumänien und Bulgarien (2006-2009, WWF Deutschland o.J.) durchgeführt.

Dieser Auszug aus geförderten Projekten der DBU zeigt, dass dieser Themenbereich eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung aufweist, die sich bereits in einigen Projekten widerspiegelt, jedoch weiterhin eine große Aktualität besitzt.

In diesem Rahmen kann auch das Projekt „Freier Pendelraum für Fließgewässer in Deutschland“ eingeordnet werden, durch welches eine Verbesserung der Gewässerzustände erreicht werden kann. Das Konzept eines Freien Pendelraums für Fließgewässer wird beispielhaft an drei Flüssen unterschiedlicher Naturräume planerisch umgesetzt, um es an die Gegebenheiten in Deutschland anzupassen und einer breiteren Öffentlichkeit bekannt zu machen.

Dafür werden folgende Zielsetzungen festgelegt:

- Anpassung des französischen Konzeptes über den Freiheitsraum eines Flusses (Espace de Liberté) als „Freier Pendelraum für Fließgewässer“ an die Verhältnisse in Deutschland
- die wissenschaftliche Untersuchung der planungs- und ausführungsrelevanten Grundlagen
- die beispielhafte planerische Vorbereitung an drei Flüssen in unterschiedlichen Naturräumen
- die Initiierung einer Umsetzung in einem Beispielfall
- die Verbreitung des Konzeptes „Freier Pendelraum für Fließgewässer“ in Deutschland.

1.3 Projektbearbeitung und ergänzende Arbeiten

Die Projektbearbeitung wurde am Aueninstitut, Abteilung des Instituts für Geographie und Geoökologie (IfGG) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zwischen Februar 2017 und April 2020 durchgeführt. Projektbegleitend befindet sich eine Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU Wien) mit unterstützenden Analysen und Modellierungen zur Bestimmung des Freien Pendelraums in Bearbeitung (Guzelj in prep.).

Vorbereitend wurden im Jahr 2016 studentische Abschlussarbeiten an den Fließgewässerabschnitten des Projekts durchgeführt (Ebel 2016, Löffler 2016, Rapp 2016). Hinzu kamen während der Projektlaufzeit zwei ergänzende studentische Abschlussarbeiten zu Detailfragestellungen (Rösch 2018, Steinberger 2019).

Wesentliche Aspekte dieser vorbereitenden und ergänzenden Arbeiten gingen in die Projektbearbeitung ein und werden auch in diesen Projektbericht aufgenommen. Die studentischen Abschlussarbeiten werden der digitalen Berichtsabgabe beigefügt.

1.4 Danksagungen

Ein besonderer Dank geht an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) für das Ermöglichen des Projekts durch die finanzielle Förderung sowie die Unterstützung während der Projektbearbeitung.

Einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Studie und ein besonderer Dank geht an dieser Stelle dem Wolfgang-Staab-Naturschutz-Fonds der Schweisfurth-Stiftung zu, der durch seine Unterstützung die projektbegleitende Dissertation ermöglichte.

Einen herzlichen Dank auch an Herrn Prof. Dr. Emil Dister, welcher das Projekt vorbereitend maßgeblich bei der Auswahl der Flussabschnitte und bei der Konzeption unterstützt hat sowie das Projekt mit großem fachlichen Wissen begleitet hat.

Für das Vorgehen an den Beispielflächen sind Kooperationspartner vor Ort mit Kenntnissen über die lokalen Gegebenheiten und Prozesse unverzichtbar. Daher geht ein herzlicher Dank an den WWF Deutschland mit dem Büro Weilheim sowie an das Wasserwirtschaftsamt Weilheim und den Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV), welche das Projekt sehr unterstützten und wesentlich zum Erfolg beigetragen haben. In diesem Zusammenhang gilt auch dem Landratsamt Nordsachsen mit der Unteren Wasser- und Naturschutzbehörde ein herzlicher Dank.

2. Projektgebiete zur beispielhaften Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts

Das Konzept des Freien Pendelraums sollte beispielhaft an drei Flüssen in Deutschland angewendet werden, um die Anwendbarkeit des Konzepts in der Praxis zu testen. Dadurch kann festgestellt werden, ob sich der Freie Pendelraum an verschiedenen Gewässertypen und Gewässern unterschiedlicher Größe berechnen und ausweisen lässt.

2.1. Auswahl der Fließgewässer und der Projektgebiete

Die Gewässerauswahl für die Beispielflüsse dieses Projektes erfolgte auf der Basis der Bearbeitungskulisse für Flüsse und Auen des Bundesamtes für Naturschutz (Brunotte et al. 2009). Dafür wurden Gewässer unterschiedlicher Gewässergroßlandschaften in Deutschland ausgewählt, da sich durch die verschiedenen Rahmenbedingungen unterschiedliche Auen- und Gewässertypen ausbilden (Abbildung 1). Durch die Anwendung des Pendelraum-Konzepts mit der Berechnung der vom Fließgewässer benötigten Fläche für die Ausbildung naturnaher Strukturen abhängig vom Gewässertyp kann überprüft werden, ob sich das Konzept für eine bundesweite Anwendung eignet.

Neben der Wahl von Fließgewässern unterschiedlicher Auentypen, waren eine ausreichend große Auenfläche ohne siedlungsbedingte Restriktionen und ein weitgehend natürliches Abflussregime als Grundlage für eine ausreichend dimensionierte morphologische Aktivität der Gewässer weitere Bedingungen für die Auswahl der Beispielflüsse.

Aufgrund dieser Faktoren wurden bereits im Vorfeld der Projektbearbeitung die drei folgenden Fließgewässerabschnitte als Projektgebiete ausgewählt und zu Beginn des Projektes gesichtet und abschließend für die Bearbeitung festgelegt:

- 1) Fließgewässer: Ammer (Bayern)
Projektgebiet: morphologische Ammeraue zwischen der Böbinger Brücke in Peißenberg und dem Ammersee (Flusskilometer 143,0 bis 116,7)
- 2) Fließgewässer: Blies (Saarland)
Projektgebiet: morphologische Bliesau zwischen der Wörschweiler-Brücke bei Einöd (Homburg) und der Brücke der B423 in Blieskastel (Flusskilometer 46,6 bis 36,7)
- 3) Fließgewässer: Mulde (Sachsen)
Projektgebiet: morphologische Muldeaue zwischen der Torgauer Brücke in Eilenburg und der Brücke der B107 bei Bad Dübener (Flusskilometer 96,8 bis 68,1)

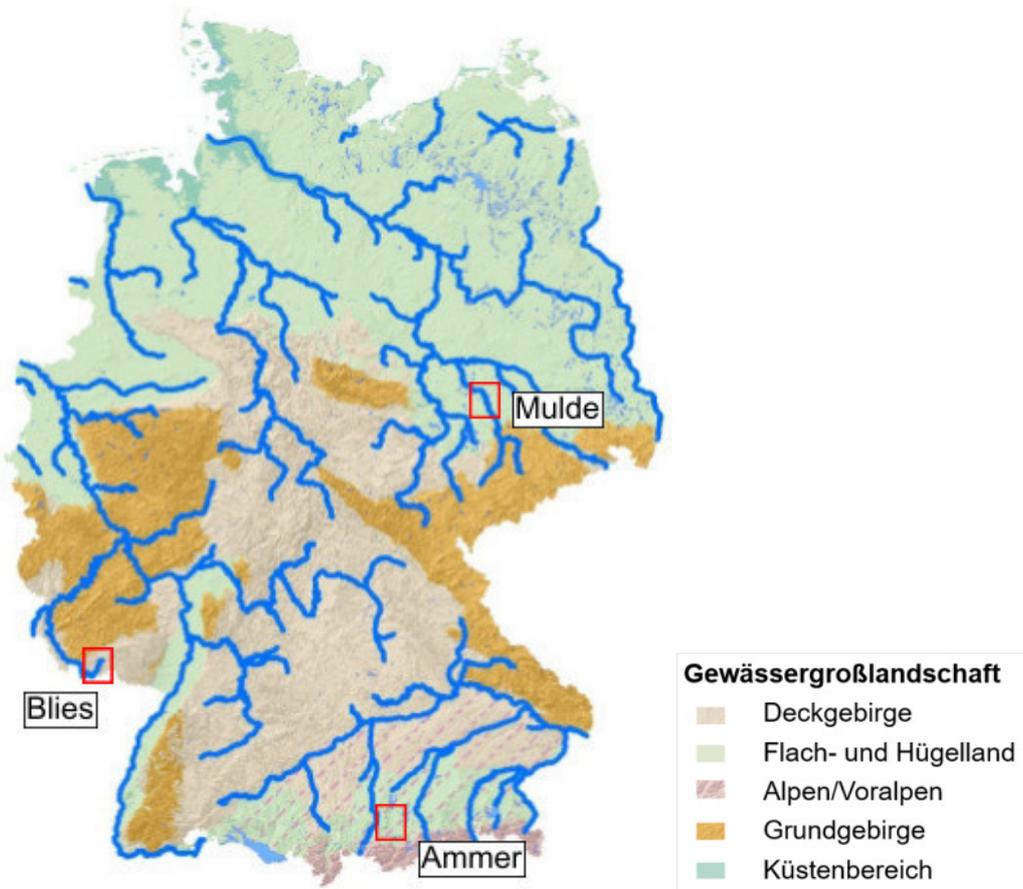


Abbildung 1: Die Lager der drei Beispielflüsse in unterschiedlichen Gewässergroßlandschaften Deutschlands (verändert nach Koenzen 2005).

2.2. Ammer

Geographische Lage

Das Quellgebiet der Ammer befindet sich in den Ammergauer Alpen in Bayern, auch Ammergebirge genannt, in rund 2.200 m Höhe. Der Fluss entspringt aus den mehreren Quellbächen südlich von Oberammergau und fließt zunächst als „Linder“ bis zur Einmündung des Kühalmbaches bei Dickelschwaig (Ringler et al. 2000). Flussab von Altenau mündet die Halbammer in die Ammer, die ab dort in der Ammerschlucht fließt. Dies ist eine zum Teil durch Felshänge begleitete Durchbruchstrecke, die bis flussauf von Peißenberg reicht, wo die Ammer in das ehemalige Becken des nacheiszeitlich deutlich größeren Ammersees gelangt (s. Kapitel 4.1.9, Zillmer 2011). Die

Ab Peißenberg beginnt das Projektgebiet des Freien Pendelraum-Projekts (Abbildung 2). Flussab von Peißenberg liegen zunächst einige naturnahe Abschnitte, die von Auwäldern begleitet sind. An der B472 nördlich von Oberhausen macht die Ammer einen Knick nach Norden und ist im folgenden Projektgebiet stärker wasserbaulich beeinflusst bzw. wird die Aue intensiver genutzt. Die Ammer

durchfließt das Stadtgebiet von Weilheim in Oberbayern und mündet bei Fischen nach ca. 80 km Fließstrecke in den Ammersee. Hier endet nach ca. 27 km das Projektgebiet.



Abbildung 2: Ammer flussab von Peißenberg mit umgebenden Auwäldern (Foto: I. Juszczuk).

Der Ammersee umfasst eine Größe von rund 47 km² und seine maximale Tiefe beträgt ca. 80 m. Durch die Ablagerung von mitgeführten Sedimenten vor allem durch die Ammer und biogene Verlandungsprozesse verkleinert sich das Seegebiet kontinuierlich (Bogner 2009, Köberich 2015). Die Mündung der Ammer in den See wurde im Zuge von Begradigungsmaßnahmen Anfang des 20. Jahrhunderts künstlich von der Dießener Bucht östlich von Dießen am Ammersee nach Fischen verlegt (WWA Weilheim 2003, s. Kapitel Flussmorphologie und Verbauungsgeschichte). Bis zur Brücke Vorderfischen (St2056) kommt es zum Rückstau aus dem Ammersee (Heinrich 2017).

Flussab des Ammersees fließt sie als Amper bis zur Mündung in die Isar bei Moosburg. Die Gesamtlänge des Ammer/Amper-Flusssystemes beläuft sich auf ca. 185 km, auf denen ein Höhenunterschied von rund 450 Höhenmetern überwunden wird (Bogner 2009).

Klima

Das Klima im Projektgebiet zählt nach der Klassifikation von Köppen und Geiger zu den Cfb-Klimaten, einem feuchtgemäßigten Klima mit warmem Sommer. In Weilheim in Oberbayern, welches etwa in der Mitte des Projektgebiets auf 558 m ü. NN liegt, beträgt die Durchschnittstemperatur 8,5° C, die maximale durchschnittliche Temperatur von 17,6° C wird im Juli erreicht und die minimale

durchschnittliche Temperatur von $-1,1^{\circ}\text{C}$ im Januar (Climate-Data Weilheim 2020). Es gibt eine jährliche Temperaturamplitude von $18,7\text{ K}$ (Abbildung 3).

Durch die Lage im Alpenvorland fallen relativ hohe Niederschlagssummen, jährlich insgesamt etwa 956 mm Niederschlag. Das durchschnittliche monatliche Maximum von 123 mm wird im Juni erreicht, das Minimum von 51 mm im Dezember (Climate-Data Weilheim 2020).

KLIMADIAGRAMM FÜR WEILHEIM IN OBERBAYERN

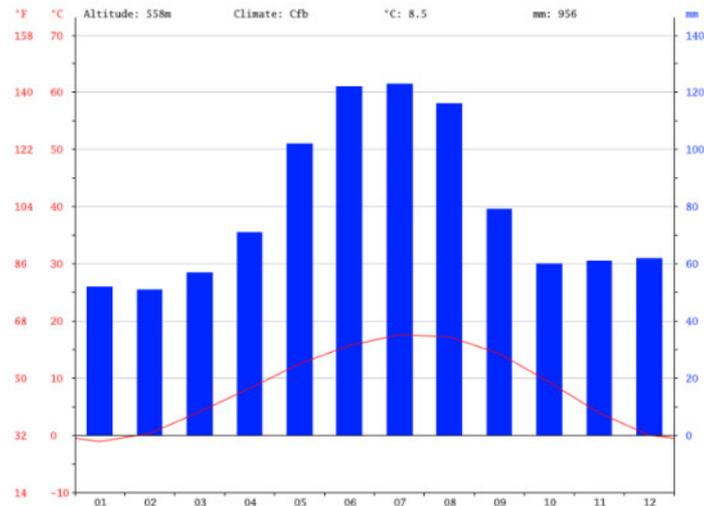


Abbildung 3: Klimadiagramm für Weilheim in Oberbayern, welches in der Mitte des Projektgebiets liegt (Climate-Data Weilheim 2020).

Geologie und Böden

Der Flussverlauf der Ammer sowie die einmündenden Zuflüsse durchfließen verschiedene geologische Formationen der nördlichen Alpen und des Alpenvorlandes, was auch die Feststoff- und Lösungsfrachten beeinflusst. Das Quellgebiet der Ammer in den nördlichen Kalkalpen bestehend aus verschiedenen Kalkgesteinen und Hauptdolomit und liefert den Hauptteil der Sedimentfracht (Bogner 2009, Ringler et al. 2000, Abbildung 4). Ab der Engstelle bei Oberammergau verlässt die Ammer die Kalkalpen und tritt in die Flyschzone ein (WWA Weilheim 2003). Diese Zone wird charakterisiert durch weniger kalkreiche, meist veränderlich-feste, mergelig-tonige Gesteine und Sandsteine (Ringler et al. 2000).

Flussab von Altenau schneidet sich die Ammer in Form einer Schlucht bis zu 80 m tief in die Molasse des Alpenvorlandes ein. Die Vorlandmolasse besteht aus Tonschiefer, Sandsteinen und Konglomeraten abgerundeter Steine (Ringler et al. 2000). Die Bestandteile der Molasse wurden als marine Sedimente abgelagert (Brunotte et al. 2001). Das Ammerseegebiet ist von zahlreichen Moränen aus der letzten Eiszeit umgeben. Der Ammersee stellt einen typischen Zungenbeckensee dar, welcher in der Warmphase nach der Würm-Eiszeit durch das Abschmelzen des Isar-Loisach-Gletschers entstand (Bogner 2009). Im Laufe des nacheiszeitlichen Sedimenttransports der Ammer hat diese den See bis zu seiner heutigen Größe verfüllt (WWA Weilheim 2003).

Durch die vielfältigen geologischen Einheiten weist das Ammereinzugsgebiet eine große Vielfalt an Fluss- und Bachtypen auf und auch an der Ammer wechseln sich in ihrem Längsverlauf Furkations- und Mäanderstrecken ab (Ringler et al. 2000).

Im Projektgebiet zwischen Peißenberg und dem Ammersee sind die gewässernahen Böden meist Kalkpaternia aus Carbonatfeinsand bis –schluff über sandigem bis kiesigem Auensediment. Hinzu kommen kleinere Bereiche mit kalkhaltigem Auengley (Übersichtsbodenkarte ÜBK25).

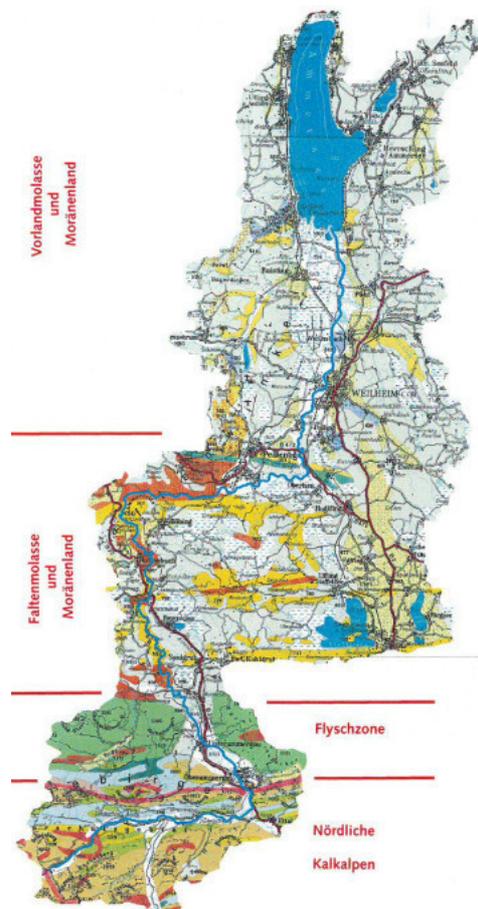


Abbildung 4: Flussverlauf der Ammer durch die verschiedenen geologischen Einheiten (WWA Weilheim 2003).

Hydrologie

Die Ammer weist einen dynamischen Abfluss auf, der durch das nivale Regime der Alpen beeinflusst wird. Bedingt durch die starken Niederschläge im Sommer und die Schneeschmelze liegen die Abflussmaxima in der Regel im Frühsommer. Hochwässer treten am häufigsten im Mai und Juni auf (Ringler et. al. 2000). Die Niedrigwasserabflüsse sind dagegen im Herbst und Winter.

Im Projektgebiet liegen zwei Messstationen an der Ammer, die Pegel Peißenberg und Weilheim (GKD Bayern).

Der Pegel Peißenberg liegt bei Flusskilometer 142,25 auf einer Höhe von 592,02 m ü. NN, wo die Ammer ein Einzugsgebiet von 289,8 km² aufweist (GKD Bayern 2020a). Der jährliche Mittelwasserabfluss beträgt 8,9 m³/s, mit höheren mittleren Abflüssen im Sommer (10,3 m³/s) als im Winter (7,39 m³/s, Tabelle 1).

Tabelle 1: Abflüsse (1958 – 2020) und Wasserstände (1964 – 2020) am Pegel Peißenberg (GKD Bayern 2020a,b).

	Abfluss m ³ /s			Wasserstand cm		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
Niedrigwasser, NQ, NW	1,32	0,78	0,78	18	27	18
Mittleres Niedrigwasser, MNQ, MNW	2,95	3,84	2,78	56	58	54

	Abfluss m ³ /s			Wasserstand cm		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
Mittelwasser, MQ, MW	7,39	10,3	8,86	70	77	74
Mittleres Hochwasser, MHQ, MHW	52,4	119	121	148	216	220
Hochwasser, HQ, HW	130	365	365	215	411	411

Die letzten großen Hochwasserereignisse fanden im Mai 1999 mit 365 m³/s und im August 2005 mit 314 m³/s statt (Tabelle 2, Abbildung 5). Das Ereignis 1999 entspricht einer Jährlichkeit zwischen HQ50 (325 m³/s) und HQ100 (390 m³/s) (GKD Bayern 2020b).

An der Ammer kommt es ab einem Hochwasserstand von 200 cm am Pegel Peißenberg zu stellenweisen Ausuferungen und Überflutung der gewässerbegleitenden Wirtschaftswege flussab von Peißenberg zwischen dem Campingplatz und der Brücke der B472. Bei einem Wasserstand von 350 cm ist die Hochwassergefahrenfläche eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses bedeckt (HND Bayern 2020a).

Tabelle 2: Höchste Abflüsse und Wasserstände am Pegel Peißenberg (1957-2020, GKD Bayern 2020a,b).

Datum	Abfluss, m ³ /s	Wasserstand, cm
22.05.1999	365	411
23.08.2005	314	365
10.08.1970	286	329

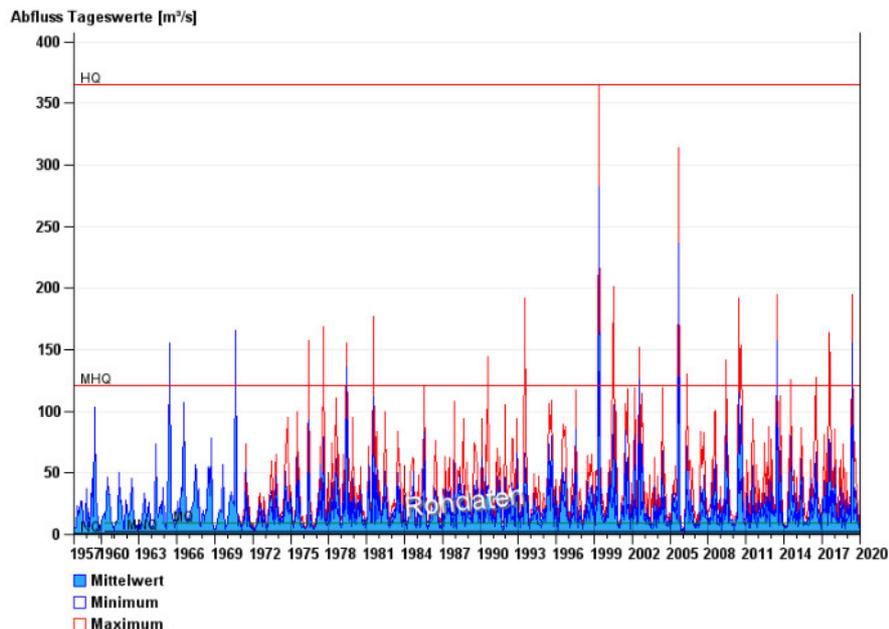


Abbildung 5: Abfluss am Pegel Peißenberg von 1957 bis 2020 (GKD Bayern 2020b).

Etwa in der Mitte des Projektgebiets liegt der Pegel Weilheim bei Flusskilometer 128,3 auf einer Höhe von 550,4 m ü. NN. Das Einzugsgebiet der Ammer hat hier eine Größe von 608,0 km² (GKD Bayern 2020b). Der jährliche Mittelwasserabfluss beträgt 15,3 m³/s (Tabelle 3).

Tabelle 3: Abflüsse (1926 – 2020) und Wasserstände (1938 – 2020) am Pegel Peißenberg (GKD Bayern 2020c).

	Abfluss (m ³ /s)			Wasserstand (cm)		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
Niedrigwasser, NQ, NW	2,6	2,95	2,6	16	18	16

	Abfluss (m ³ /s)			Wasserstand (cm)		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
Mittleres Niedrigwasser, MNQ, MNW	5,61	7,23	5,6	51	53	50
Mittelwasser, MQ, MW	13,3	17,3	15,3	68	75	72
Mittleres Hochwasser, MHQ, MHW	74,5	156	162	170	259	264
Hochwasser, HQ, HW	197	530	530	273	523	523

Die letzten großen Hochwasserereignisse fanden im Mai 1999 mit 530 m³/s und im August 2005 mit 463 m³/s statt (Tabelle 4, Abbildung 6). Das Ereignis 1999 entspricht einer Jährlichkeit zwischen HQ50 (325 m³/s) und HQ100 (390 m³/s) (GKD Bayern 2020b).

An der Ammer kommt es ab einem Hochwasserstand von 270 cm am Pegel Weilheim zum Rückstau in das Altwasser bis Unterhausen. Ab 450 cm ist der bordvolle Abfluss in Fischen (Flusskm 119) erreicht und ab 490 cm in Pähl (Flusskm 121,6). Ab 510 cm Wasserstand steht das Wasser an der Brückenunterkante der Brücke St2057 (HND Bayern 2020b).

Tabelle 4: Höchste Abflüsse und Wasserstände am Pegel Weilheim (1926-2020, GKD Bayern 2020c,d).

Datum	Abfluss (m ³ /s)	Wasserstand (cm)
22.05.1999	530	523
23.08.2005	463	478
07.07.1946	461	514

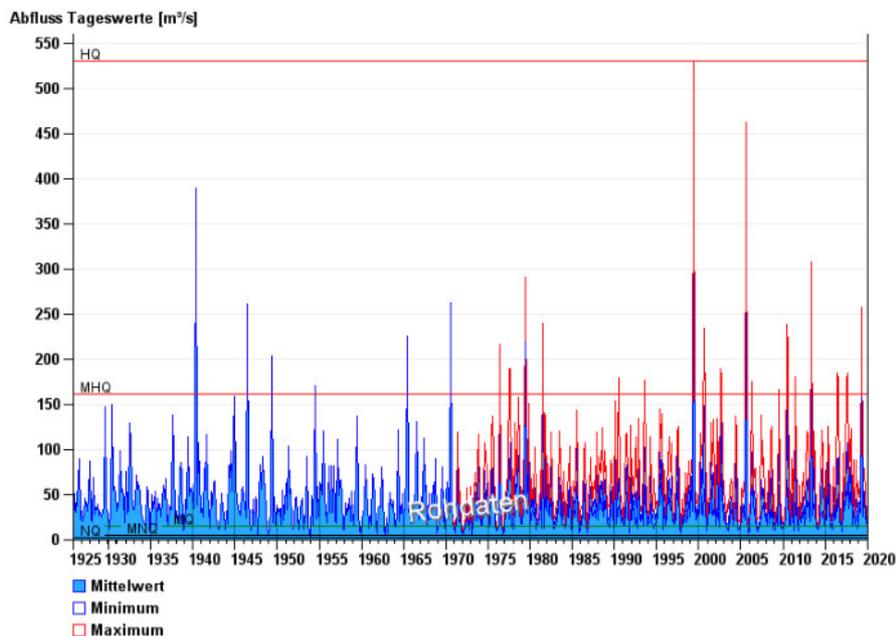


Abbildung 6: Abfluss am Pegel Weilheim von 1925 bis 2020 (GKD Bayern 2020c).

Flussmorphologie und Verbauungsgeschichte

Vor größeren Eingriffen des Menschen war das Landschaftsbild im Landkreis Weilheim-Schongau überwiegend von dichten Wäldern, die sich vor allem aus Buchen und Tannen zusammensetzten, geprägt. Dies änderte sich jedoch insbesondere seit dem frühen Mittelalter durch Rodungen der Wälder gravierend (WWA Weilheim 2003). Des Weiteren kam es im 19. Jahrhundert durch verstärkte Besiedelung und Landnutzung zu einem Mangel an geeigneten landwirtschaftlichen Flächen, weshalb bereits im 19. Jahrhundert, aber auch noch im darauffolgenden 20. Jahrhundert, zahlreiche Moore in

Weilheim-Schongau großflächig entwässert wurden, um neue Ackerflächen zu gewinnen (Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen 1997).

Die Ammer ist im Projektgebiet vor allem zwischen Weilheim und dem Ammersee durch zahlreiche wasserbauliche Eingriffe geprägt. Dazu zählen Begradigungen, Flusslaufverkürzung und Hochwasserschutzdeiche. Vor diesen Eingriffen wies die Ammer einen vorwiegend mäandrierenden Flusslauf auf, die Fließgeschwindigkeit war langsamer und das Flussbett lag höher (WWA Weilheim 2003).

Zahlreiche Hochwasserereignisse stellten für die Anwohner vor allem für die Stadt Weilheim und für die im Oberlauf der Ammer liegenden Ortschaften Ober- und Unterammergau ein großes Problem dar (Rempe 2018). Aber auch die landwirtschaftlichen Flächen waren stark gefährdet, da die Ernten auf den fruchtbaren Schwemmlandböden immer wieder zerstört wurden (WWA Weilheim 2003). Zu ersten kleineren Eingriffen und Ufersicherungen kam es etwa ab 1850. Die große Ammerkorrektur fand zwischen 1920 und 1924 zwischen Weilheim und dem Ammersee statt. In diesem Zuge wurde auch die Ammermündung aus der Dießener in die Fischener Bucht verlegt (WWA Weilheim 2003). Der ca. 6,8 km lange abgetrennte Flusslauf ab den Unteren Ammerhöfen (bei Pähl) erhielt dadurch einen Altwasser-Charakter und wird seither als Alte Ammer bezeichnet (Heinrich 2017, Abbildung 7, Abbildung 8). Seit 2001 gibt es eine Teiltrückleitung in die Alte Ammer über ein regulierbares Drosselbauwerk, welches eine Abflussmenge von 1 bis 2 m³/s (max. 10 m³/s) aus dem Hauptlauf zu (Heinrich 2017, Rempe 2018). In der Neuen Ammer war dafür eine Erhöhung des Wasserspiegels notwendig, welche durch den Einbau zweier seitlicher Buhnen erreicht wird (Rempe 2018). Als Planungsgrundlage für die weiteren Maßnahmen diente das Hochwasser von 1910 mit einem Spitzenabfluss von 350 m³/s. Dabei wurde der Lauf der Ammer von 25 auf ca. 13 km verkürzt. Da sich durch eine Laufverkürzung das Gefälle und damit auch die Fließgeschwindigkeit erhöht, nimmt die Sohlschubspannung an der Gewässersohle zu und der Fluss tieft sich ein. Die Eintiefung der Ammer führte zu einer gewünschten Entwässerung der Flächen, auf denen weitere Überschwemmungen zudem durch beidseitige Deiche verhindert werden sollten (WWA Weilheim 2003). Diese weisen Höhen bis 7 m auf (Steinberger 2019).



Abbildung 7: Beginn der Alten Ammer (links) hinter dem gewässerbegleitenden Deich des heutigen Hauptlaufs (rechts) vor der Mündung in den Ammersee (Fotos: I. Juszczuk).

Auch flussauf von Weilheim zwischen Thalhausen und Oderding kam es zum Ammerausbau, dessen Planungen ebenfalls bereits aus den 1920er Jahren stammte. Trotz schwerer Bedenken der Planungsprüfungen gegen die schmale und „übermäßig gestreckte“ Linienführung, die aufgrund der Holztrift gewählt wurde, sowie den unverhältnismäßig hohen Hochwasserschutz für zum Teil nur

kleine landwirtschaftliche Flächen wurden die Planungen durchgeführt, da sie als Arbeitsbeschaffungsmaßnahme in den Notzeiten der Nachkriegszeit des 1. Weltkriegs benötigt wurden (WWA Weilheim 2003).

Die Begradigungen erforderten zum Ausgleich des Gefälles, zur Reduzierung der dadurch stark gestiegenen Fließgeschwindigkeiten und Eintiefungen der Flusssohle die Errichtung von sieben Wehren zur Sicherung der Flusssohle (WWF 2016, Rempe 2018). Zudem kam es zu Uferschäden aufgrund der zu steil gebauten Böschungen der Ufersicherungen und Deiche (WWA Weilheim 2003).

Daher kam es zu weiteren Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen. Im Stadtgebiet Weilheim wurden 1980 die nicht mehr sicheren Schutzdeiche saniert und das Abflussvermögen vergrößert (WWA Weilheim 2003). An der Ammermündung wurden in den Jahren 1959 und 1960 Leitdämme errichtet, die die Ammer in einen tieferen Bereich des Ammersees einleiten, um die Sedimentation des mitgeführten Geschiebes in diesen Bereich zu verschieben, während die feinen Sedimente und Schwebstoffe über den gesamten Ammersee verteilt werden. Die Ammer befindet sich dadurch im Mündungsbereich aktuell in einem befestigten Gewässerbett aus Steinsatz, Buhnen und Deichen (Heinrich 2017). Die ca. 3,5 km breite Verlandungszone südlich des Ammersees wird von Niedermooren und Streuwiesen geprägt, entlang der Ammer gibt es einen dichten Gehölzsaum.

Als Folge der Begradigungen wurden zahlreiche Mäanderbögen der Ammer durchtrennt und blieben als vom Hauptlauf abgeschnittene Altarme zurück. Dadurch gingen wertvolle Habitate und Sukzessionsflächen verloren (WWA Weilheim 2003). Zudem ist durch die massiven Begradigungen und der Eindeichung kaum mehr eine rezente Aue vorhanden, wodurch neben den ökologischen Verlusten auch das natürliche Überflutungsregime der Ammer kaum mehr gegeben ist. Zudem sind die ehemaligen Auenflächen und die heutige morphologische Aue meist vom Auenlehm bedeckt (Brunotte et al. 2001).

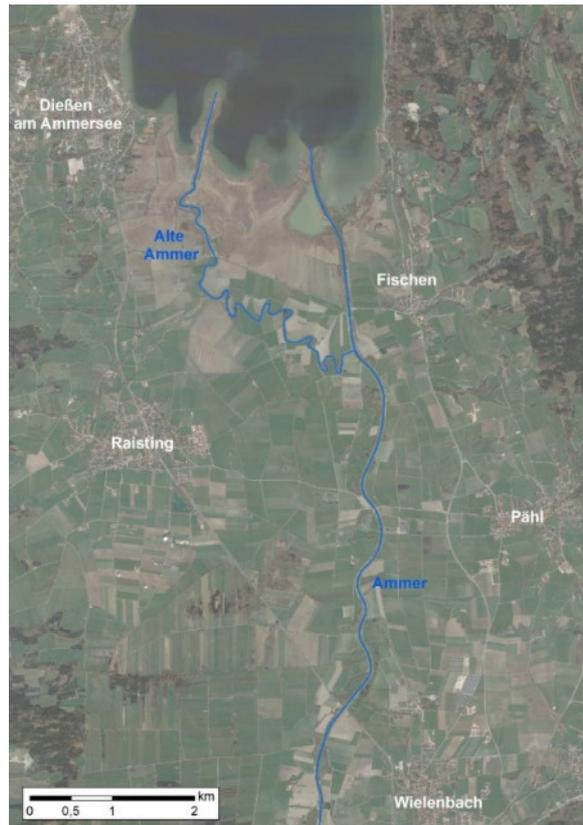


Abbildung 8: Untere Ammer bei der Mündung in den Ammersee. Der ehemalige Flusslauf wurde verlegt und später über Leitdämme zum Sedimentationsschutz weiter in den See geleitet. Der abgetrennte Flusslauf wird als Alte Ammer bezeichnet.

Potenzielle und aktuelle Vegetation an der Ammer

Die potentiell natürliche Vegetation (PNV) besteht nach der PNV Bayerns (Suck & Bushart 2012) von der Ammerschlucht bis in das Untersuchungsgebiet flussab von Peißenberg aus Grauerlen-Auwäldern in direkter Flussnähe, an die sich außerhalb der morphologischen Aue Waldmeister-Tannen-Buchenwälder anschließen (Abbildung 9). Rund um Weilheim bis zum Südufer des Ammersees wird die PNV durch Schwarzerlen-Eschen-Sumpfwald gebildet.

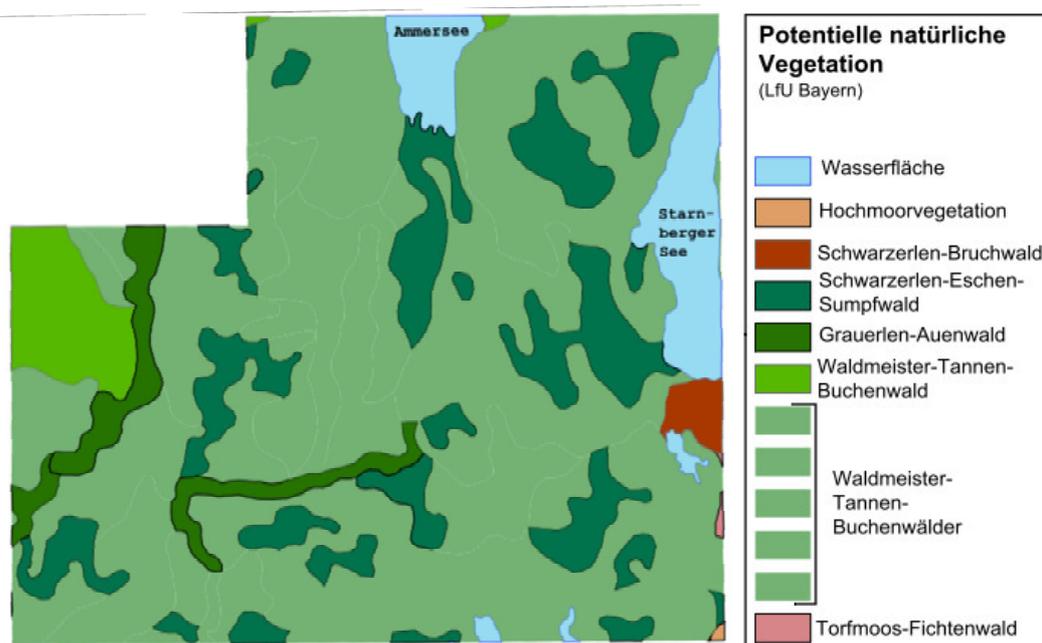
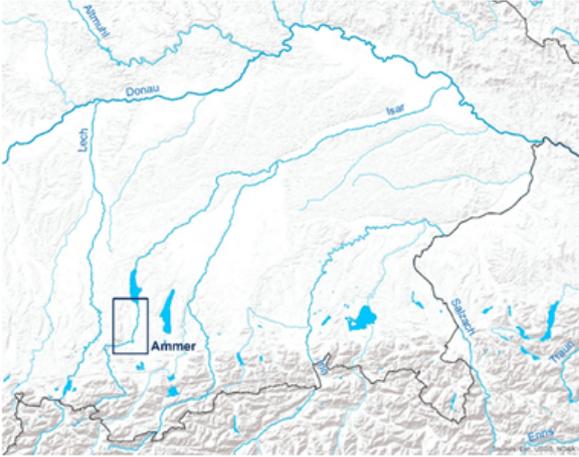


Abbildung 9: Karte der potentiell natürlichen Vegetation (PNV) im Projektgebiet (PNV Bayerns nach Suck & Bushart 2012).

Im Projektgebiet kommen jedoch kaum geschlossene Waldbestände vor. Lediglich bei Peißenberg gibt es flussnahe Auwälder. Im restlichen Gebiet kommen lediglich Gehölzstreifen entlang der Ammer bzw. an den abgeschnittenen Altarmen vor und es dominieren landwirtschaftlich genutzte Flächen mit Grünland oder Acker.

Flusssteckbrief Ammer

Fluss-Steckbrief	
Name	Ammer
Länge	190 km
Einzugsgebiet	3.100 km ²
Quelle	bei Oberammergau (Nordalpen)
Flusssystem	Ammer → Ammersee → Amper → Isar → Donau → Schwarzes Meer
Karte	 <p>Die Lage des Projektgebiets an der Ammer im Süden Bayerns.</p>

Betrachteter Flussabschnitt

Bundesland	Bayern
Lage	Ammer zwischen Preißenberg und dem Ammersee
Länge	Ca. 25 Flusskm
Abfluss	Pegel Weilheim i.O. (Messung seit 1925)

Hauptwerte	Abfluss (m ³ /s)
NQ	2,6
MNQ	5,6
MQ	15,3
MHQ	164
HQ	649 (22.05.1999)

Schutzgebiete

Schutzgebiets-kategorie	Nr.	Name
FFH	8331-302	Ammer vom Alpenrand b. zum NSG 'Vogelfreistätte Ammersee-Südufer'
FFH	8032-371	Ammersee-Südufer und Raistingener Wiesen
LSG	00225.01	Schutz von Landschaftsteilen am Ammersee-Südufer, Pähl
LSG	00422.01	Ammertal
NSG	00120.01	Vogelfreistätte Ammersee-Südufer
VSG	7932-471	Ammerseegebiet

2.3. Blies

Geographische Lage

Um das Untersuchungsgebiet an der Blies zwischen Einöd und Blieskastel entsprechend einordnen zu können, erweist es sich als sinnvoll, den Fluss und sein Einzugsgebiet zu betrachten. Die Blies ist mit 99,5 km der längste Fluss im Saarland. Sie entspringt im Nohfeldener-Hirsteiner Bergland, welches sich durch eine submontane-montane Höhenlage, mit Höhen von bis zu 600 m ü. NN auszeichnet (Wild 2005). Sie durchfließt das Saarland von Nord-Osten nach Süd-Osten, wendet sich schließlich nach Westen, durchquert den Neunkircher Talkessel sowie das Homburger Becken und mündet bei Saargemünd in die Saar (194 m ü. NN). Entsprechend der Gliederung des Saarlandes in fünf Fließgewässerräume, die unter Berücksichtigung ihrer natürlichen Raumgliederung bzw. der Raumausstattung, Reliefenergie, Geschiebespende und der Vergesellschaftung der nach Tal-morphologischen Kriterien abgegrenzten Gewässertypen, gehört die Blies von ihrem Ursprung bis zu ihrer Mündung in die Saar drei verschiedenen Fließgewässerräumen an. Dabei geht es um den Fließgewässerraum II. Prims-Blies-Berg- und Hügelland, III. Sandsteinlandschaften und IV. Gaulandschaften (Löffler & Kinsinger 1998). Der Fließgewässerraum IV ist zweigeteilt und umfasst im westlichen Saarland die Muschelkalkgebiete des Saar-Nied-Gaus und im Südosten den Saar-Bliesgau.

Das Relief dieses Fließgewässerräume ist gekennzeichnet durch eine weitgespannte, leicht nach Südwesten einfallende Hochfläche der Schichtstufenlandschaft, die aus Muschelkalk besteht. Da das Einzugsgebiet der Blies jedoch außerhalb des mehr westlich gelegenen Muschelkalkgebietes liegt, ist ihr Sohlensubstrat durch die Dominanz sandigen Materials (aus dem Rotliegenden und dem Pfälzer Wald) geprägt (Löffler & Kinsinger 1998). Zusätzlich sind durch den erhöhten Eintrag von

Schwebstoffen aus der Landwirtschaft an der Blies mächtige tonig-schluffige Anschwemmungen entstanden.

Das zwischen Einöd (Homburg, Wörschweiler Brücke) und Blieskastel (Brücke an der Zweibrücker Straße) gelegene Untersuchungsgebiet, zu den Gemarkungen Einöd, Bierbach, Webenheim, Lautzkirchen und Blieskastel gehörig, befindet sich im südlichen Bereich des Fließgewässerraumes III, bei dem es sich um eine flachwellige Hügellandschaft ohne große Höhenunterschiede (180-250 m ü. NN) handelt, die bei Blieskastel mit dem Fließgewässerraum IV (Gaulandschaften) zusammentrifft. Die Landschaft ist hier geprägt durch eine weite Aue, die vorwiegend durch Grünlandwirtschaft und auch Ackerbau geprägt ist (Abbildung 10).

Die Morphologie der Gewässer in diesem Gebiet (Flusskilometer 54,56 bis 62,80) ist geprägt durch sandig-feinkiesiges Ausgangsmaterial zu dem auch feinere Korngrößen hinzukommen.

Die Blies weist ein Gefälle von 0,2 % auf. Von der Quelle bis zur Mündung liegt eine Höhendifferenz von 205 m (Kautenburger et al. 2002). Im Abschnitt zwischen Einöd und Blieskastel hat sie ein mittleres Sohlgefälle von 0,5 – 1 ‰.



Abbildung 10: Blies nahe Blieskastel. Das Gewässer ist im Projektgebiet meist von einem Saum oder schmalen Galeriewald umgeben, die morphologische Aue ist vorwiegend durch Grünlandnutzung geprägt (Foto: I. Juszczyk).

Klima

Das saarländische Klima ist atlantisch geprägt (Wild 2005). Nach der Klassifikation von Köppen und Geiger gliedert sich das Gebiet in die Kategorie Cfb ein, die einem feucht-gemäßigten Klima mit warmen Sommermonaten entspricht. Die jährliche Gesamtniederschlagsmenge liegt bei 706 mm. Die maximalen Niederschläge fallen mit 76 mm im August, während die niedrigste Niederschlagsmenge mit 46 mm im März verzeichnet wird (Abbildung 11).

KLIMADIAGRAMM FÜR BLIESKASTEL

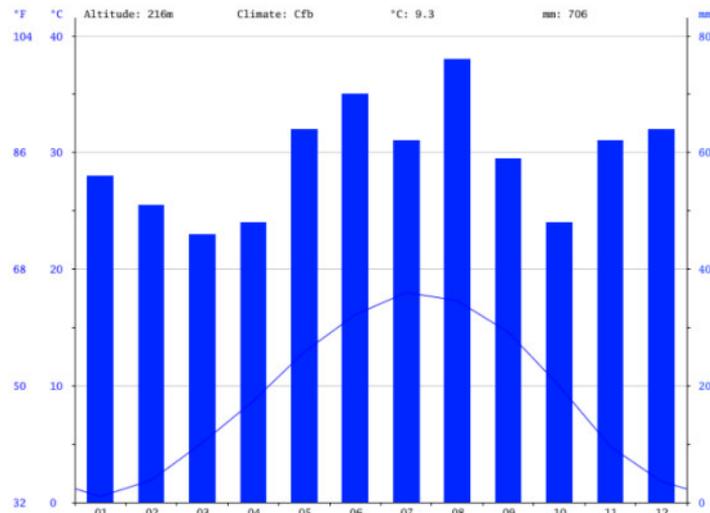


Abbildung 11: Klimadiagramm für Blieskastel (Climate-Data Blieskastel 2020)

Die Durchschnittstemperatur beträgt $9,3^{\circ}\text{C}$, die maximale durchschnittliche monatliche Temperatur $18,0^{\circ}\text{C}$ im Juli und die minimale durchschnittliche monatliche Temperatur $0,5^{\circ}\text{C}$ im Januar. Die jährliche Temperaturamplitude beträgt $17,5\text{ K}$ (Climate-Data Blieskastel 2020).

Geologie

Die Blies durchschneidet in ihrem Verlauf unterschiedliche geologische Schichten. Ihre Quelle liegt im Bereich der permischen Ergussgesteine, dem Tholeyiten. Im Oberlauf durchquert sie Schichten des Unter- und Oberrotliegenden und quert danach bei Oberlinxweiler widerstandsfähiges Vulkangestein. Danach folgen bei Ottweiler Schichten des Oberkarbons und solche des mittleren Buntsandsteins bei Bexbach. Bei Blieskastel tritt die Blies in den Oberen Buntsandstein ein. Das Untersuchungsgebiet ist geprägt durch Schichten des Rotliegenden und Buntsandsteinschichten. Anschließend durchquert sie die Muschelkalkstufe bei Wolfersheim, um dann bei ihrer Mündung das Diluvium zu erreichen (Wild 1986).

Das Durchqueren der unterschiedlichen geologischen Formationen bedingt auch die durch Erosionstätigkeit entstandenen verschiedenen Talformen. Im Gebiet des weniger widerstandsfähigen Buntsandsteins hat die Blies sich breite Täler geschaffen, in denen der unverbaute Fluss frei mäandrieren konnte. Bei Einöd überwiegen große Talaufweitungen, die bis 1.500 m erreichen (Kreiter 2007).

Im Buntsandstein findet man überwiegend sandlehmige Bodenarten (Wild 1986). Die Böden in der Bliesau sind typische hydromorphe Böden. Dies sind meist braune Auenböden mit Übergängen zum Auengley (Brück 1996).

Hydrologie

Das Wasserregime der Blies ist bestimmt durch den Einfluss ihrer Nebenbäche, wobei der bei Einöd in die Blies mündende Schwarzbach eine große Rolle spielt und das Wasserregime der Blies entscheidend mitprägt. Innerhalb des Projektgebiets liegt die Messstation Blieskastel, an der das Einzugsgebiet der Blies 1.716 km^2 beträgt. Durch den Neubau der Brücke an der Zweibrücker Straße in Blieskastel, an dem die Pegelstation liegt, wurde der Abflussquerschnitt verändert, so dass keine geeichte

Abflusskurve ausgewertet werden konnte (LUA Saarland 2020a). Daher werden die Abflusswerte des nächstgelegenen Pegels Reinheim an der Blies dargestellt. Die Messstation Reinheim befindet sich am Flusskilometer 20,7 km, wo die Blies ein Einzugsgebiet von 1.798 km² aufweist. Die Pegelnullpunkthöhe liegt bei 202,0 m ü. NN. Der mittlere Jahresabfluss beträgt dort 18,8 m³/s, wobei der mittlere Winterabfluss mit 25,0 m³/s deutlich höher ist als der mittlere Abfluss im Sommer mit 12,6 m³/s (Tabelle 5, LUA Saarland 2020b).

Tabelle 5: Abflüsse an der Messstation Reinheim, Blies (1957-2019, LUA Saarland 2020b).

Hydrologische Hauptwerte	Winter	Sommer	Jahr	
Niedrig Wasserabfluss, NQ	5,01	2,90	2,90	m ³ /s
Mittlerer Niedrigwasserabfluss, MNQ	9,26	7,18	7,00	m ³ /s
Mittlerer Abfluss, MQ	25,0	12,6	18,8	m ³ /s
Mittlerer Hochwasserabfluss, MHQ	131	68	142	m ³ /s
Hochwasserabfluss, HQ	373	302	373	m ³ /s

In den 1990er Jahre gab es drei große Hochwasserereignisse, von denen das Dezemberhochwasser 1993 mit 373 m³/s der höchste gemessene Abfluss am Pegel Reinheim war (Tabelle 6, LUA Saarland 2020b).

Tabelle 6: Höchste Abflüsse an der Messstation Reinheim, Blies (1957 – 2019, LUA Saarland 2020b).

Datum	Abfluss (m ³ /s)
21.12.1993	373
12.05.1970	302
26.02.1997	270
16.10.1981	248
27.01.1995	248

Die niedrigsten gemessenen Abflüsse am Pegel Reinheim traten in den 1950er bi 1970er Jahren auf. Im Juli 1959 war der Abfluss mit 2,90 m³/s am geringsten (Tabelle 7, LUA Saarland 2020b).

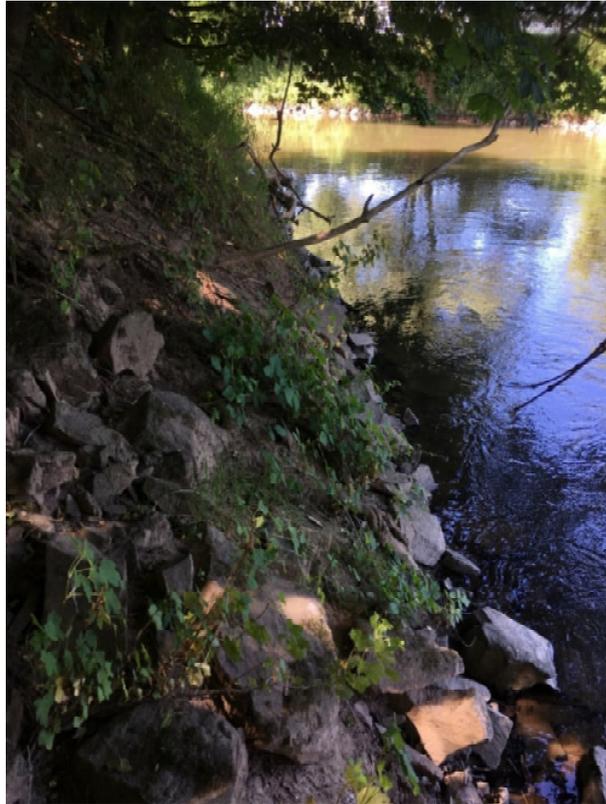
Tabelle 7: Niedrigste Abflüsse an der Messstation Reinheim, Blies (1957 – 2019, LUA Saarland 2020b).

Datum	Abfluss (m ³ /s)
24.07.1959	2,90
01.08.1964	3,60
12.07.1974	4,35
07.10.1959	4,38
20.07.1964	4,55

Für naturnahe Fließgewässer der Mittelgebirge ist der große, periodische Wechsel des Abflusses und der dynamische Wechsel von Hoch- und Niedrigwasser charakteristisch. Die höchsten Werte treten in den Wintermonaten auf. Hochwasserereignisse prägen jährlich das Bild der Blies. Ab einem Wasserstand von 220 cm kommt es im Projektgebiet bereits zu Überschwemmungen (Wild 1985) und so ist die ausgedehnte Aue zwischen Einöd und Blieskastel fast jährlich überschwemmt. Die schmalen übriggebliebenen Ufergalerien mit hochwassertoleranten Arten, sind an die Überflutung gut angepasst (Wild 2005).

Flussmorphologie und Verbauungsgeschichte

In der frühromischen Zeit begann die Besiedlung der Blies und damit auch die Urbarmachung der Bliesauen (Liedtke 1969). Die Blies hatte früher eine Länge von ca. 120 km, gegenwärtig weist der Lauf ca. 20 km weniger auf, was einer Verkürzung von ca. 17 % entspricht. Lokale wasserbauliche Maßnahmen an den Uferböschungen, sowie Sicherungen der Prallhänge, veränderten das natürliche Flussbett. Besonders der Abschnitt der Blies zwischen Oberthal und Blieskastel wurde in den Jahren zwischen 1960 und 1985 abschnittsweise ausgebaut und der Lauf begradigt (Wild 2005, Abbildung 12).



*Abbildung 12: Ufersicherungen durch Steine an der Blies im Projektgebiet nahe der Einmündung des Hainbachs
(Foto: I. Juszczuk).*

Auf einer Karte von 1955 beschreibt der Verlauf der Blies je 27 Rechts- und Linkskurven sowie 30 Mäanderschlingen unterschiedlicher Ausprägung auf (Löffler 2016). Der aktuelle Flusslauf der Blies ist dem von 1955 noch ähnlich. Die Blies macht aktuell zwischen Einöd und Blieskastel 33 Rechtskurven, 30 Linkskurven und weist 38 mehr oder weniger stark ausgeprägte Mäanderschlingen auf. Der Flussverlauf wirkt weiterhin sehr natürlich (Abbildung 13, Abbildung 14).

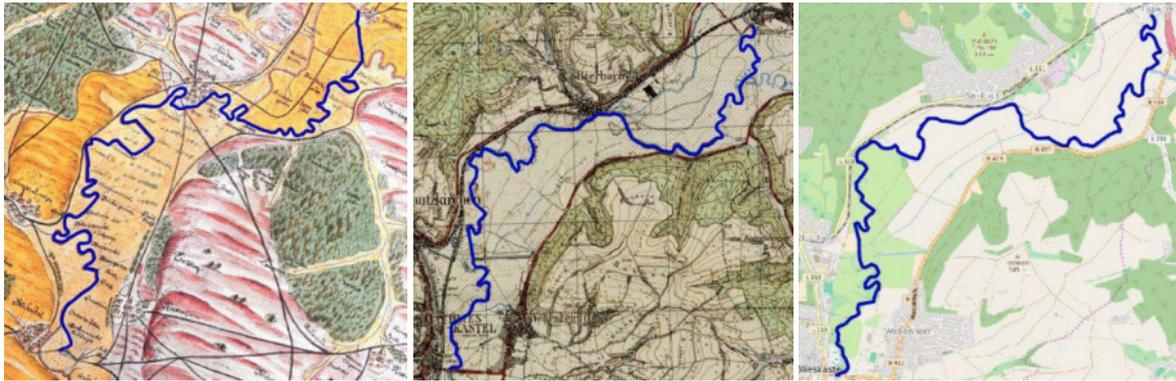


Abbildung 13: Flusslauf der Blies im Projektgebiet 1564 (links), 1955 (Mitte) und 2016 (rechts) (Kartengrundlagen: Tilemann Stella 1564, Topographische Karte Blieskastel. Messtischkartenblatt 6709 – 1955, Topographische Karte DTK-Blatt 6709 Blieskastel, aus Löffler 2016).

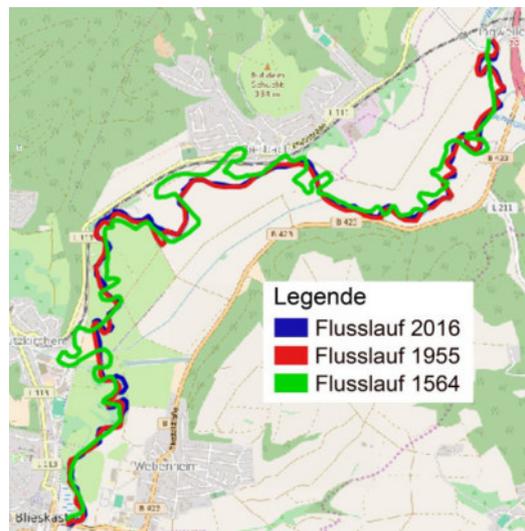


Abbildung 14: Vergleich der ausgewerteten Flussläufe von 1564, 1955 und 2016 (Löffler 2016).

Potenzielle und aktuelle Vegetation

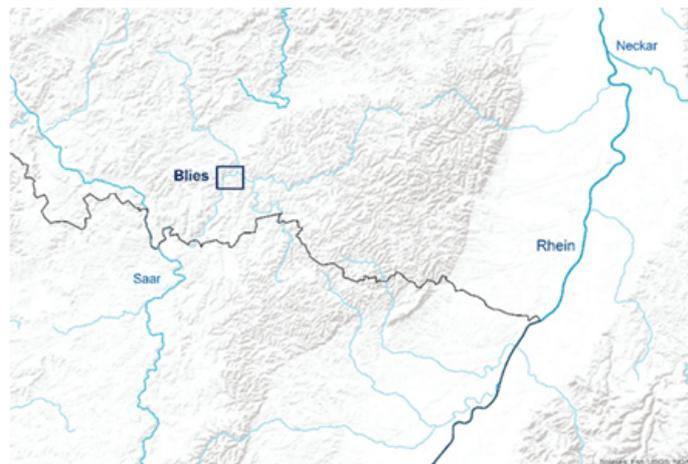
Natürlicherweise wären die Bliesauen überwiegend mit Wald bedeckt, wobei an den tiefliegenden Stellen größere Flächen von Weichholzaunenwäldern bedeckt wären, in Mulden und Flächen mit geringeren Wasserstandschwankungen würden Traubenkirschen-Erlen-Eschenwälder stehen, während auf höheren Stellen Eichen-Ulmen-Auenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder wachsen würden (Bohn et al. 2000).

Mit der Nutzbarmachung für die Landwirtschaft, meist Grünlandwirtschaft und Ackerbau, wurden die Auenwälder gerodet, wobei nur Restbestände erhalten blieben (Bettinger & Wolf 2002). Dabei geht es um Ufersäume – von richtigen Galeriewäldern kann man nicht sprechen – sowie um Gehölzgruppen, meist aus Weiden (*Salix alba*, *S. fragilis*, *S. trianda*, *S. caprea*, *Salix x rubens*) bestehend, in nassen Geländemulden und ehemaligen Flutrinnen (s. a. Wild 1985). Große Flächen werden als Mähwiesen – meist Glatthafer- (*Arrhenatherum elatius*-) Wiesen – und einige Flächen auch zur Beweidung oder zum Ackerbau genutzt. An den Ufern der Blies sind Rohrglanzgrasbestände anzutreffen, die an schwankende Wasserstände und Überflutung gut angepasst sind. Wasserpflanzen sind spärlich in ruhigeren Einbuchtungen zu finden. Seltener kommt an schlammigen Ufern bei sinkenden Wasserständen die Wasserkresse (*Rorippa amphibia*) in kleineren Beständen vor. Dieses Röhricht ist durch den Ausbau der Flüsse und den Rückgang von dynamischen Pionierflächen selten geworden und daher naturschutzfachlich bedeutsam.

Flusssteckbrief Blies

Fluss-Steckbrief	
Name	Blies
Länge	100 km
Einzugsgebiet	1.889 km ²
Quelle	Nord-Ost-Saarland, zwischen Selbach und Gronig
Flusssystem	Blies → Saar → Mosel → Rhein → Nordsee

Karte



Die Lage des Projektgebiets an der Blies im Osten des Saarlands.

Betrachteter Flussabschnitt

Bundesland	Saarland
Lage	Blies zwischen Einöd (Homburg) und Blieskastel
Länge	ca. 8,7 Flusskm
Abfluss	Pegel Gersheim – Reinheim (Messung seit 1956/57)

Hauptwerte	Abfluss (m ³ /s)
NQ	2,90
MNQ	7,18
MQ	18,8
MHQ	202
HQ	373 (21.12.1993)

Schutzgebiete

Schutzgebiets-kategorie	Nr.	Name
LSG	6_02_04	Bliesau mit Grünland, Brachen, Auwaldfragmenten, stehendem und fließendem Gewässer, Begleitgehölz
LSG	6_06_04	Blieskastel (alter Landkreis Homburg; Bereich IV)
FFH und VSG	6609-305	Blies
Biosphären-reservat	BSR-Entwicklungszone	Biosphäre Bliesgau
WSG	C35	Bliestal (Schutzzone II und III)
Geschützte Biotope	diverse	diverse

2.4. Mulde

Geographische Lage

Die beiden Quellflüsse der Mulde, die Zwickauer Mulde und die Freiburger Mulde, vereinen sich südöstlich von Leipzig bei Sermuth (Sachsen) zur Vereinigten Mulde. Ihr 7.400 km großes Einzugsgebiet umfasst große Teile Sachsens, in dem 85 % des gesamten Einzugsgebets liegen, und des Erzgebirges. Bei Dessau-Roßlau mündet die Mulde orographisch links in die Elbe (Walther 2015). Sie ist in Sachsen ein Gewässer 1. Ordnung. Mit einer mittleren Wasserführung von fast 73 m³/s an der Mündung ist sie der viertgrößte Nebenfluss der Elbe, wird aber nicht beschriftet (Küster 2007).

Die Mulde ist ein Fluss des Norddeutschen Tieflands in der planaren Höhenstufe und durchquert in ihrem Verlauf mehrere Naturräume. Die Vereinigte Mulde durchfließt zunächst das Nordsächsische Platten- und Hügelland und fließt ab Eilenburg im Projektgebiet in der Düben-Dahlener Heide (Haase 1995). Diese umfasst flachwellige Platten-, Rücken- und Hügellandgebiete mit Moränenplatten (SLULG o.J.).

Das Projektgebiet liegt zwischen den Städten Eilenburg und Bad Düben, ca. 30 km nordöstlich von Leipzig im Landkreis Nordsachsen. Eilenburg liegt auf 102 m ü. NN und Bad Düben auf ca. 90 m ü. NN. Der Fluss hat im Projektgebiet ein Gefälle von 0,04-0,06 %. Der betrachtete Flussabschnitt hat eine Länge von fast 29 km.

Klima

Das Klima im Projektgebiet zählt nach der Klassifikation von Köppen und Geiger zu den Cfb-Klimaten, einem feuchtgemäßigten Klima mit warmem Sommer. Die Durchschnittstemperatur beträgt 9,1 °C, die maximale durchschnittliche monatliche Temperatur 18,4° C im Juli und die minimale durchschnittliche monatliche Temperatur -0,3° C im Januar. Es gibt eine Temperaturamplitude im Jahr von 18,7 K (Climate-Data Bad Düben 2020, Abbildung 15).

Die Gesamtniederschlagssumme im Jahr beträgt etwa 525 mm. Der trockenste Monat ist Februar mit einer monatlichen Niederschlagsmenge von 30 mm auf. Die mit 62 mm höchste monatliche Niederschlagsmenge fällt im Juni (Climate-Data Bad Düben 2020).

KLIMADIAGRAMM FÜR BAD DÜBEN

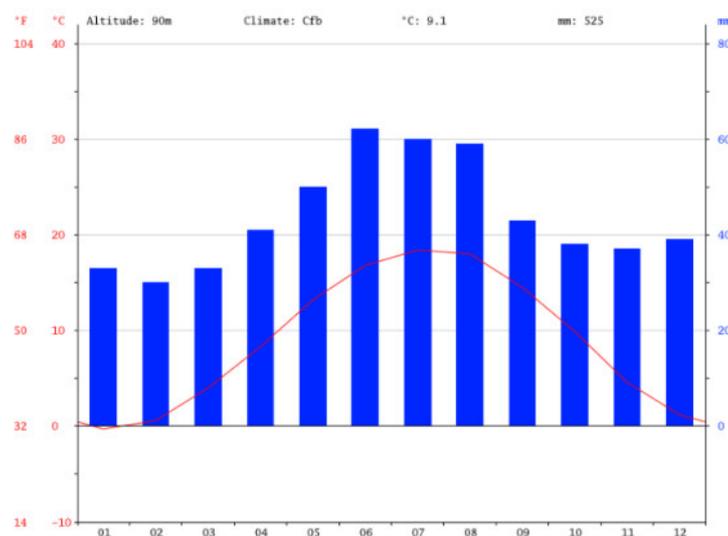


Abbildung 15: Klimadiagramm für Bad Düben im Norden des Projektgebiets (Climate-Data Bad Düben 2020).

Geologie und Böden

Die Ausformung des Naturraums des Projektgebiets erfolgte im Wesentlichen in Pleistozän und Holozän. Das Muldetal durchbricht bei Eilenburg die pleistozänen Platten der Düben-Dahlener Heide. Die rezente Mulde ist dort von Talterrassen und Hochufern geprägt, die im Projektgebiet am Auerand einen mehrere Meter großen Höhenunterschied ausmachen. Auf der Ostseite ist dies eine rund 4-5 m hohe Weichsel-kaltzeitliche Niederterrasse, westlich der Mulde liegt eine bis zu 20 m höhere Hochfläche aus der Elster- und Saale-Kaltzeit (Stegner 2011).

Die Mulde schneidet sich in ihrem Verlauf in die eiszeitlichen Ablagerungen ein, die bei Bad Düben sandig sind, während im südwestlichen Teil mehrere Meter mächtige Geschiebelehmdecken liegen (Stegner 2011). Die Mulde ist von einer bis zu 1,5 m mächtigen Auelehmdecke bedeckt auf denen sich vorwiegend Deckauenlehmsand, Auenlehm-Vega, Auensand- und Deckauenlehmsand-Vega mit Sand-Gley, Auenlehm-Vegagley und Auenlehm-Gley ausbilden. In feuchten Bereichen, v. a. mit Hangwassereinfluss, entstehen Torfe (z. B. im Grunabruch, Stegner 2011). Die ackerbauliche Nutzung ist in den Auenbereichen daher gegenüber der Grünlandnutzung von untergeordneter Bedeutung (Stegner 2011).

Hydrologie

Die Messstation Bad Düben 1 / Vereinigte Mulde befindet sich am Flusskilometer 68,1 km, an dem die Mulde eine Einzugsgebietsgröße von 6.162 km² aufweist (SLULG 2016). Die Mulde hat dort einen Mittelwasserabfluss von 63,1 m³/s und ist damit der größte der drei Beispielflüsse (Tabelle 8).

Tabelle 8: Wasserstand und Durchfluss an der Mulde am Pegel Bad Düben (SLULG 2016, SLULG 2020).

Hydrologische Hauptwerte	Wasserstand W (cm)	Durchfluss Q Jahr (m ³ /s)	Durchfluss Q Winter (m ³ /s)	Durchfluss Q Sommer (m ³ /s)
Niedrigstes Niedrigwasser (NNQ) (02.09.1976)		5,40	7,60	5,40
Mittleres Niedrigwasser (MNW, MNQ)	160	15,3	22,6	16,8
Mittelwasser (MW, MQ)	224	63,1	81,6	46,5
Mittleres Hochwasser (MHW, MHQ)	526	484	373	312
Höchstes Hochwasser (HHW, HHQ) (14.08.2002)	866	2.200	1.500	2.200

Die letzten beiden großen Hochwasserereignisse an der Mulde gab es im Juni 2013 und im August 2002 (SLULG 2016, Tabelle 9).

Tabelle 9: Höchste Wasserstände am Pegel Bad Düben 1 / Vereinigte Mulde (SLULG 2016).

Datum	Wasserstand W (cm)	Durchfluss Q (m ³ /s)
04.06.2013	852	1.770
14.08.2002	866	2.200

Die Mulde hat eine hohe natürliche Fließdynamik, die zur Ausbildung von zahlreicher Altwasserarme, Stillgewässer, Tümpel, Inseln, Sandbänke und weiterer Sedimentablagerungen führt (Stegner 2011).

Flussmorphologie und Verbauungsgeschichte

Im Projektgebiet gibt es kaum Uferbefestigungen und keinerlei Querverbauungen. Durch die hohe Hydrodynamik gibt es umfangreiche Erosions- und Sedimentationsprozesse von mehreren Metern

F

Vegetationstypen

Kategorie

-  Geschlossene Gras- und Krautflure
-  Geschlossene Strauch- und Staudenflure
-  Halboffene vegetationsarme Schotterflure
-  Offene fast vegetationslose Schotterflure

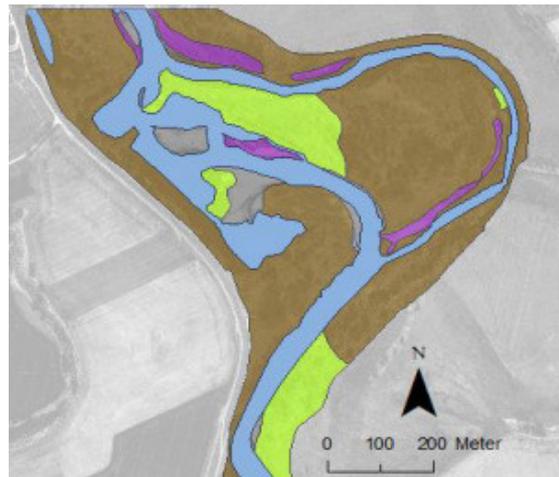


Abbildung 16: Durchbruch der Mulde an der ehemaligen Kiesgrube bei Bad Döben. A: 2002, B: 2007, C: 2009, D: 2013, E: 2015, F: 2018 (A-E: Stegner (2015), F: Google Basemap, Darstellung aus Rösch 2018).

Des Weiteren wurden auch an der Mulde bei Laußig etwa in der Mitte des Projektgebiets das Gelände begangen und Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die Mulde macht an dieser Stelle einen scharfen Knick von Südosten kommend nach Südwesten und weist dadurch im Prallhangbereich hohe Erosionsraten auf, während es am Gleithang zu großflächiger Sedimentation von Kies kommt (Abbildung 17, vgl. auch Stegner 2015). Da die Mulde so einen Acker westlich von Laußig abträgt, sollte dieser von der Heinz-Sielmann-Stiftung gekauft werden (im Folgenden „Heinz-Sielmann-Acker“), um die Verlagerungsprozesse nicht durch Sicherungsmaßnahmen unterbinden zu müssen.



Abbildung 17: Kiesbank an der Mulde gegenüber dem "Heinz-Sielmann"-Acker. Die Mulde verlagert sich hier durch Seitenerosion und schafft eine Abbruchkante, die auch von Höhlenbrütern genutzt wird (Foto: I. Juszczak).

Potenzielle und aktuelle Vegetation

Die potenzielle natürliche Vegetation (PNV) der Vereinigten Muldeauen bilden Wälder der Flussauen, vor allem Eichen-Ulmen-Wälder und Zittergrasseggen-Hainbuchen-Stieleichenwälder. An wasserzügigen Altwässern bilden Traubenkirschen-Erlen-Eschensäume und Großseggen-Erlenbruchwälder die PNV und an flussnahen, dynamischen Standorten sind auch vegetationsarme Sand- und Kiesbänke gewässertypisch (Stegner 2011).

Im Projektgebiet kommen jedoch kaum geschlossene Waldbestände vor und es dominieren Vegetationstypen des Offenlandes. Gehölze kommen vorwiegend entlang von ehemaligen Mäanderbögen und weiteren Auegewässern vor. Gehölzarten der Weichholzaue, insbesondere Weidenbestände aus *Salix alba*, *Salix purpurea* und *Salix triandra*, bilden meist nur Säume im Mittelwasserbereich (Rösch 2018).

Flusssteckbrief Mulde

Fluss-Steckbrief	
Name	Mulde
Länge	309 km, davon 143 km als Vereinigte Mulde
Einzugsgebiet	7.400 km ²
Quelle	<ul style="list-style-type: none">• Zwickauer Mulde entspringt im Vogtland bei Schöneck• Freiburger Mulde entspringt im Osterzgebirge bei Moldava (Tschechien)
Flusssystem	Mulde → Elbe → Nordsee
Karte	<p>Die Lage des Projektgebiets an der Mulde im Norden Sachsens.</p>

Betrachteter Flussabschnitt

Bundesland	Sachsen
Lage	Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübén
Länge	ca. 29 Flusskm
Abfluss	Pegel Bad Dübén (Messung seit 1960)

Hauptwerte	Abfluss (m ³ /s)
NQ	5,40
MNQ	16,6
MQ	63,9
MHQ	438
HQ	2010 (14.08.2002)

Schutzgebiete

Schutzgebiets-kategorie	Nr.	Name
FFH	4340-302	Vereinigte Mulde und Muldeauen
LSG	I 03	Mittlere Mulde
LSG	I 01	Löbnitz-Roitzschjora
NSG	L 59	Vereinigte Mulde Eilenburg - Bad Dübén
Naturdenkmale	diverse	diverse
VSG	4340-451	Vereinigte Mulde

3. Methodik

Die verwendete Methodik des Freien Pendelraum-Projektes setzt sich aus Recherchen und Bearbeitungen über die Ausweisung eines Freien Pendelraumes als auch der Datenaufnahme, Bearbeitung und Kommunikation eines Freien Pendelraums an den Beispielflässen zusammen.

3.1. Datengrundlagen und ergänzende Arbeiten

Im Rahmen des Freien Pendelraum-Projektes wurden umfangreiche Datenrecherchen durchgeführt. Diese umfassten u. a. allgemeine Angaben zum Raumbedarf von Fließgewässern sowie für die detaillierte Analyse und Pendelraum-Berechnung der Beispielflässe für die Anwendung des Pendelraum-Konzepts.

Vorbereitend für das Projekt wurde im Rahmen von wissenschaftlichen Abschlussarbeiten am Aueninstitut (KIT) für die Beispielflässe Ammer, Blies und Mulde eine Grundlagenrecherche durchgeführt (Ebel 2016, Löffler 2016, Rapp 2016). Dabei wurde Literatur gesichtet, erste Daten recherchiert und Erstbegehungen der gewählten Fließgewässerabschnitte durchgeführt. Für jedes der drei Beispielgewässer wurde eine Zulassungsarbeit vergeben:

- Die historische Analyse und Erfassung des aktuellen Zustandes der Flusslandschaft an der Ammer (Rapp 2016)
- Der freie Pendelraum der Blies im Kulturräum zwischen Blieskastel und Einöd (Löffler 2016)
- Voruntersuchung des freien Pendelraumes an der sächsischen Mulde (Ebel 2016)

Für die Analyse der Beispielflüsse stellten vorwiegend die jeweiligen Umweltämter die benötigten Daten bereit. Diese umfassen neben Literatur (Berichte, Gutachten etc.) vor allem hydraulische Daten (Abflussdaten etc.), unterschiedliche Geodaten (für umfangreiche Auswertungen in ArcGIS) sowie historische Karten zum Erfassen der Flusslaufänderungen und Umlandnutzung. Hinzu kamen die im Zuge der Geländearbeiten erfassten Gegebenheiten an den Flussabschnitten (Vegetation, Uferverbau etc., s. Kapitel 3.2) sowie Projekttreffen und Besprechungen mit den Stakeholdern vor Ort (s. Kapitel 3.6).

Ergänzend fand ein ständiger Austausch der angeforderten Daten bzw. den daraus erarbeiteten Ergebnissen der statistischen Auswertungen, Konzeptanwendungen und Modellierungen zwischen dem Pendelraum-Projekt am Aueninstitut und dem Dissertanten Martin Guzelj (Guzelj in prep.) statt.

Hinzu kamen zwei ergänzende Abschlussarbeiten mit Detailfragen an der Ammer und der Mulde, für die ebenfalls die notwendigen Daten beschaffen wurden. Rösch (2018) untersuchte detailliert die Auenvegetation der Mulde an einer Kiesgrube im Norden des Projektgebiets (*„Sukzessionsgesellschaften eines Umlagerungsflusses – Vegetationskundliche Untersuchungen an der Mittleren Mulde“*). Steinberger (2019) evaluierte verschiedene Varianten für den Wiederanschluss von drei Altarmen an die Ammer im Pendelraum-Projektgebiet basierend auf einem 1D-Hydraulikmodell, welches durch LiDAR-Daten und Feldaufnahmen erstellt wurde (*„Variantenanalyse für Möglichkeiten zum Wiederanschluss von Altarmen der Ammer zwischen Weilheim und dem Ammersee“*). Die studentischen Abschlussarbeiten werden der digitalen Berichtsabgabe beigelegt.

3.2. Geländeaufnahmen

Obwohl die große Bedeutung der Uferbereiche mit Gehölzvegetation, Hochstaudenfluren und angrenzendem Grünland aus ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Sicht bekannt ist und es in der Fachliteratur zahlreiche Maßnahmenvorschläge für deren Erhaltung gibt, werden die Gebiete gegenwärtig dennoch häufig nicht nachhaltig bewirtschaftet (Gonzales et al. 2017). Daher schlagen Gonzales et al. (2017) langfristige und qualitative Bestandsaufnahmen und Kontrollen auf Dauerprobestellen vor. In diesem Sinne ist das vorliegende Konzept ein Beitrag zur Erhaltung der Ufergebiete.

Mit dem „Nested Plots-Modell“ (Stohlgren et al. 1995), das für die Datenerfassung dieses Projekts verwendet wurde, können permanente Aufnahmeflächen für die Langzeitüberwachung eingerichtet werden, auf denen die Vegetationsentwicklung der Ufer- bzw. der Auenbereiche über mehrere Jahre nach jeder Renaturierungsmaßnahme nachverfolgt und bewertet wird, wonach deren Wirksamkeit über einen längeren Zeitraum hinweg evaluiert werden kann.

Innerhalb der an den drei ausgewählten Flüssen festgelegten Abschnitte wurden Flächen für Aufnahmen der Auwaldbestände bzw. deren Restbestände ausgewählt. Diese wurden nach den Vegetationsschichten Baumschicht, Strauchschicht, Gehölzverjüngung und Krautschicht erfasst. Dabei wurden „Nested Plots“ von 25 x 25 m für die Aufnahme aller Bäume angelegt und mit Absperrband eingegrenzt (Abbildung 19). Innerhalb dieser größeren Aufnahmefläche wurden vier kleinere Parzellen von je 5 x 5 m festgelegt, von denen zwei nur für die Erfassung der Strauchschicht und zwei für Strauch- und Krautschicht verwendet wurden (Abbildung 18). Die Ecken der Quadrate wurden mit GPS aufgezeichnet, um ihren Standort auch bei späteren Aufnahmen exakt identifizieren zu können.

Für die Untersuchung der Baumschicht wurden innerhalb der 25 x 25 m großen Probeflächen alle Individuen einer Art mit einem Durchmesser von ≥ 10 cm gezählt sowie ihre Höhe, ihr Durchmesser und die Kronendeckung gemessen. In den kleineren Parzellen wurden Strauch- und Krautschicht nach der sieben-skaligen Methode von Braun-Blanquet erfasst (Tabelle 10, Braun-Blanquet 1964). Durch die Verwendung des gleichen Modells für alle Flächen im jeweiligen Untersuchungsgebiet sind die Ergebnisse zwischen den Flüssen und den Vegetationsschichten vergleichbar.

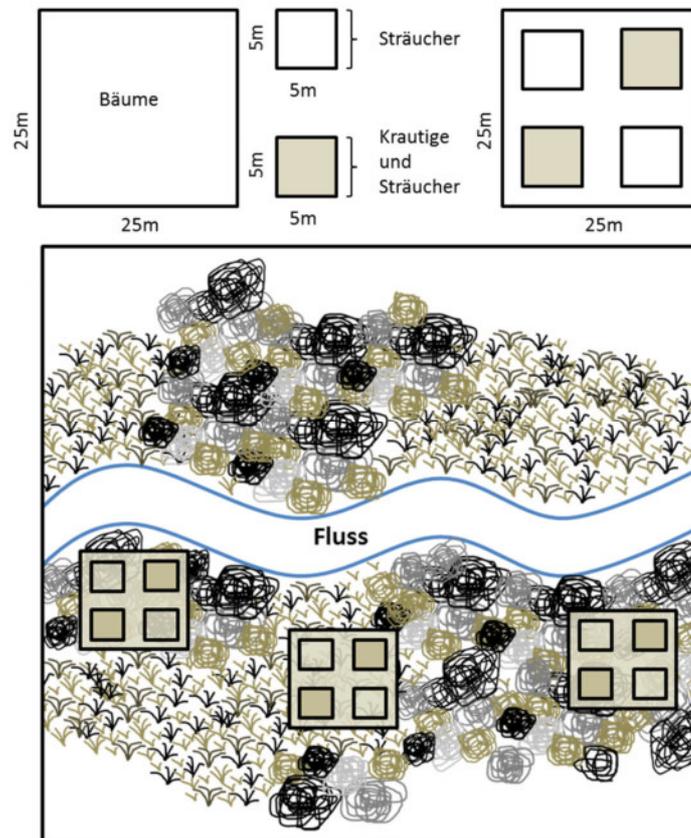


Abbildung 18: Schema der „Nested Plots“ für die Vegetationsaufnahme in der Aue. In jedem Vegetationstyp (Auwald, Offenland) werden mehrere Plots eingerichtet.

Um ein möglichst breites Spektrum der Krautschichtarten zu erfassen, wurden diese auch auf der Gesamtfläche von 25 x 25 m erhoben, da sie dadurch besser repräsentiert sind und dies als Information für spätere Maßnahmen hilfreich sein kann. Diese umfassendere Aufnahme ist insbesondere für das Untersuchungsgebiet an der Ammer vorgenommen worden. Im Hinblick auf zukünftige Renaturierungsmaßnahmen für die das vorhandene Artenpotential und seine ökologischen Eigenschaften Auen-typischer Standorte von besonderer Bedeutung ist, wurden für die in den Tabellen zusammengefassten Arten nicht nur die Abundanz-Dominanzwerte nach Braun-Blanquet (1964), sondern auch der jeweilige Zeigerwert für Feuchtigkeit (F) und das soziologische Verhalten (SozV) der Arten hinzugefügt (Ellenberg et al. 2001).



Abbildung 19: Markieren eines 25 x 25 m großen Quadrats mit Absperrband während der Messungen an der Ammer 2019 (Foto: A. de Oliveira Wittmann).

An jedem Fluss wurde die gleiche Parzellengröße für die Bestandsaufnahme verwendet, lediglich die Anzahl der „Nested Plots“ war unterschiedlich. An der Ammer wurden drei Nested Plots im Wald flussab von Peißenberg eingemessen sowie insgesamt weitere acht Plots im Offenland und Wald bei Unterhausen und den Ammerhöfen. An der Blies wurden drei Nested Plots sowie drei weitere Saum- und Grünland-Plots erfasst und an der Mulde zwei Nested Plots und vier Offenland-Plots (Grünland und Kiesbänke). In den beiden Nested Plots der Mulde wurden die Durchmesser- und Höhenmessungen der Bäume nicht durchgeführt, jedoch wurden alle anderen Parameter erfasst.

Zur Erfassung der Vegetation an der Ammer wurden insgesamt drei Exkursionen in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführt. Die erste Exkursion beschränkte sich aufgrund des starken Regens und Hochwassers auf eine qualitative Begehung und Charakterisierung der Vegetation am linken Ufer des Flusses an einem Abschnitt von 2 km flussab des Campingplatzes Ammertal bei Peißenberg (Abbildung 3). Hierbei wurden zahlreiche Arten zur späteren Identifizierung gesammelt. Bei der zweiten Exkursion einen Monat später wurden mehrere Vegetationsflächen nach der Methode der „Nested Plots“ eingerichtet und inventarisiert. Im darauffolgenden Jahr 2019 wurden die festgelegten Flächen in der gleichen Vorgangsweise erneut untersucht sowie auch ergänzende Waldaufnahmen bei den Ammerhöfen (Pähl) und der Ochsenbachschlinge (bei Weilheim) vorgenommen.

Tabelle 10: Darstellung der sieben-skaligen Braun-Blanquet-Klassifizierung (Braun-Blanquet 1964).

Symbol	Individuenzahl	Deckung
r	selten, ein Exemplar	(deutlich unter 1 %)
+	wenige (2 bis 5) Exemplare	(bis 1 %)
1	viele (6 bis 50) Exemplare	(bis 5 %)
2	sehr viele (über 50) Exemplare (oder beliebig)	(bis 5 %) 5 bis 25 %
3	(beliebig)	26 bis 50 %
4	(beliebig)	51 bis 75 %
5	(beliebig)	76 bis 100 %

Nach einer Bestandsaufnahme mit dem „Nested Plots“-Modell können diese Gebiete in Dauerbeobachtungsflächen umgewandelt werden, in denen eine regelmäßige Datenerfassung durchgeführt wird. Langzeitbeobachten sind wichtig, um Informationen über die Entwicklung der

Vegetation nach direkten oder indirekten Störungen oder über den Einfluss von Klimaveränderungen zu erhalten. Zudem können im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen vor und nach der Umsetzung Untersuchungen durchgeführt werden, um die ökologischen Veränderungen zu erfassen (Schneider & Dister 2017).

Um die Flächen dauerhaft zu markieren, wurde jede Ecke mit einem Holzpfehl gekennzeichnet und die GPS-Koordinaten aufgenommen. Zusätzliche Angaben zur Uferseite (links/rechts) und zur Lage bzw. Abstand zum Gewässer erleichtern das Auffinden bei der nächsten Erfassung. Um Zustand und Wachstum der Bäume über einen längeren Zeitraum zu erfassen, sollten diese bei der ersten Inventarisierung nummeriert und gekennzeichnet werden, damit sie bei der späteren Datenerfassung identifiziert werden können. Relevante Angaben sind für die Erfassung der Baumarten Gesamthöhe, Brusthöhendurchmesser, Zustand (Parasitenbefall, getrocknete Zweige, Totholz etc.).

An den drei Beispielfläüssen wurde zusätzlich der Gefährdungsstatus gemäß den Roten Listen der Länder, Rote Liste der Gefährdeten Tiere und Gefäßpflanzen Bayerns (StMUGV 2005), Rote Liste des Saarlandes (MUV Saarland o.J. b) und Rote Liste Sachsens (LfULG 2013), sowie der Deutschen Roten Liste (Metzing et al. 2018) angegeben.

Geländeaufnahmen der projektbegleitenden Dissertation und Masterarbeit an der BOKU Wien

Der Fokus der Geländearbeiten der projektbegleitenden Dissertation (Guzelj in prep.) und Masterarbeit (Steinberger 2019) an der BOKU Wien lagen an der Ammer. Es wurden verschiedene Flussabschnitte begangen und mit einer Drohne befliegen, um die standortabhängigen Charakteristika zu erfassen. Um eine Evaluierung verschiedener Varianten für die Wiederanbindung ehemaliger Mäanderbögen an die Ammer im Raum Pähl bis Fischen durchzuführen, wurden diese Altarme entlang von Querprofilen vermessen und Sedimentproben genommen. Die Sedimentproben wurden in 60 x 60 cm großen Quadraten in Deckschicht (10 cm) und Unterschicht (> 10 cm) genommen und Korngrößenanalysen durchgeführt. Hinzu kamen Abflussanalysen (Ganglinien, kumulierte Summen). Mittels hydraulischer 1D-Analysen mit HEC-RAS wurden die Messungen, für die Analyse der Morphologie-bestimmenden Parameter wie Gefälle, Sohlschubspannung und Stream Power aufgearbeitet. Dadurch kann das Wirken hydraulischer Kräfte bei verschiedenen Abflussszenarien berechnet und die Durchführbarkeit und technischen Möglichkeiten verschiedener Wiederanschlusszenarien bewertet werden. Bei den Variantenanalysen wurden die Ansprüche unterschiedlicher Interessensgruppen sowie die Gewährleistung des Hochwasserschutzes berücksichtigt.

3.3. Fließgewässertypologie und Leitbilderstellung

Die Fließgewässer in Deutschland sind sehr vielfältig und daher unterscheiden sich auch naturbelassene Bäche und Flüsse aufgrund der verschiedenen Rahmenbedingungen ihres Einzugsgebiets, wie Substrat, Gefälle und der Gewässergröße (Koenzen 2005). Für die Erfassung und Bewertung des Gewässerzustands ist daher eine Bestimmung des Flusstyps unabdingbar. Für die Bestimmung eignen sich die „Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen“ (Pottgiesser & Sommerhäuser 2008) Darin wird die natürliche Ausprägung von 25 in Deutschland vorkommenden Fließgewässertypen beschrieben. Diese beinhalten Fließgewässer von Bächen (Einzugsgebietsgröße von ca. zehn bis 100 km²) bis Strömen (Einzugsgebietsgröße bis über 10.000 km²). Die Steckbriefe beschreiben die Idealzustände der verschiedenen Flusstypen wie beispielsweise ihre hydromorphologische Ausstattung, chemische Parameter und charakteristische Arten und dienen als Verständnisgrundlage für die natürliche Ausbildung und Entwicklung.

Der jeweilige Flusstyp kann anhand von einer deutschlandweiten Typenkarte von Pottgiesser & Sommerhäuser aus dem Jahr 2003 einfach bestimmt werden. Verifizieren lässt sich dies über die Beschreibung in den Steckbriefen. Passen die aufgeführten Charakteristika nicht mit den lokalen Parametern überein, sollten auch die in der Typenkarte angrenzenden Flusstypen hinzugezogen werden. Dafür können auch die „Hydromorphologischen Steckbriefen der deutschen Fließgewässertypen“ (Anhang 1 der „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“ des Umweltbundesamtes (UBA), Dahm et al. 2014) herangezogen werden, in denen die unterschiedlichen Flusstypen allgemein charakterisiert werden. Auch eine Einteilung nach Koenzen (2005) aus den „Fluss- und Stromauen in Deutschland – Typologie und Leitbilder“ ermöglicht eine Flusstypbestimmung und erhöht das Verständnis für die naturnahe Ausstattung und den Zustand des vorliegenden Gewässers.

Anhand dieser charakteristischen Angaben sowie der erhobenen Daten im Gelände werden die gewässermorphologischen Typen und ihre aktuellen Charakteristika der Gewässerabschnitte ermittelt. Generell sollten die lokalen Gegebenheiten bei der Bestimmung priorisiert werden, da sie passendere Ergebnisse für den Flussabschnitt liefern.

Durch Renaturierungsmaßnahmen werden wasserbaulich veränderte Gewässerabschnitte wieder in einen naturnäheren Zustand versetzt. Für die Maßnahmenplanung ist dabei Voraussetzung, das potenziell natürliche Leitbild des Gewässerabschnitts zu kennen. Dadurch können auch bei Projekten zur Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts die Veränderungen und Dimensionen der eigendynamischen Entwicklung des Gewässerabschnitts nach Entfernen vorhandener Ufersicherungen eingeschätzt werden. Das potenziell natürliche Leitbild stellt dafür das höchst mögliche Renaturierungsziel dar und definiert die Formenvielfalt und dynamische Entwicklung der Aue. Es beschreibt den Zustand eines Gewässers anhand des heutigen Naturpotenzials, schließt also irreversible anthropogene Einflüsse (z. B. Veränderungen des Reliefs durch Bergbau, Auelehmlagerungen) mit ein. Deshalb kann nicht lediglich der historische Zustand als Leitbild und Entwicklungsziel herangezogen werden (Koenzen 2005, Dahm et al. 2014, Brunke 2017). Durch das Leitbild kann auch die strukturelle Mindestqualität bzw. die Mindestlänge eines Renaturierungsabschnittes bestimmt werden. Als Anhaltspunkt gilt dabei, dass sich alle charakteristischen Strukturen des Fließgewässertyps ausbilden können (Dahm et al. 2014).

Beschreibungen der Leitbilder für verschiedene Flusstypen Deutschlands finden sich in den Veröffentlichungen von Koenzen (2005) und Dahm et al. (2014). In den Beschreibungen der Fluss- und Stromautentypen Deutschlands nach Koenzen (2005) werden charakteristische Angaben nach dem Leitbild für verschiedene Parameter unterschiedlicher Gewässertypen gegeben. In den hydromorphologischen Gewässer-Steckbriefen nach Dahm et al. (2014) werden die notwendige Ausprägung verschiedener Parameter für die Erreichung des sehr guten ökologischen Zustands sowie die Mindestausstattung und -qualität für das Erreichen des guten ökologischen Zustands gegeben. Dieser wird als Bedingung für das Erreichen des auch in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie geforderten guten ökologischen und chemischen Zustandes der Oberflächengewässer gesehen. Dafür sind Habitatskizzen und die Formeln zur Berechnung der Entwicklungskorridorbreite für jeden Fließgewässertyp angegeben.

Anhand dieser charakteristischen Angaben sowie der erhobenen Daten im Gelände werden gewässermorphologischen Typen und ihre aktuellen Charakteristika der Gewässerabschnitte ermittelt.

3.4. Naturschutzfachliche Bewertung

Nachdem durch das Leitbild das höchste Renaturierungsziel eines Fließgewässerabschnitts definiert wurde, kann durch die vorhandene Formenvielfalt und Dynamik der aktuelle naturschutzfachliche Wert eines Gebiets abgeschätzt werden. Dieser kann zwar für einzelne Bewertungsparameter abweichen, jedoch ist diese Gesamteinschätzung für die Notwendigkeit von ökologischen Aufwertungsmaßnahmen wichtig.

Um einen Überblick über ein Gebiet zu erhalten, wird empfohlen, die Parameter Gewässerstruktur, Gewässerumfeld, Biotopausstattung und Artvorkommen auetypischer Tier- und Pflanzenarten zu bewerten. Dabei können vorhandene Daten ausgewertet werden oder am betrachteten Gewässerabschnitt erfasst werden. Diese Bewertungsmethode kann auch zur Erfolgskontrolle für Renaturierungsmaßnahmen verwendet werden. Dabei wird die Erfassung an einem Gewässerabschnitt vor, unmittelbar nach Umsetzung der Maßnahmen (z. B. Entfernung von Ufersicherungen), nach 3 Jahren und nach 10 Jahren empfohlen, um Veränderungen zu erfassen und die Entwicklung zu dokumentieren.

Beim ersten Bewertungsparameter, der Gewässerstruktur, werden die Strukturelemente des Fließgerinnes erfasst. Diese werden durch die geologischen und klimatischen Bedingungen des Einzugsgebiets sowie durch die eigendynamischen Gewässerentwicklungsprozesse beeinflusst. Die Strukturen lassen daher einen Rückschluss auf ablaufende, dynamische Prozesse zu und sind je nach Höhe der ökologischen Funktionsfähigkeit eines Gewässerabschnitts und der Möglichkeiten für eine eigendynamische Gewässerentwicklung leitbildtypisch ausgeprägt. Für die Bewertung dieses Parameters kann die Fließgewässerstrukturgütekartierung verwendet werden, die für die meisten Fließgewässer Deutschlands vorliegt, da über sie auch die Bewertung für die europäische Wasserrahmenrichtlinie erfolgt. Für die Einschätzung kann die Gesamtbewertung der Kartierung verwendet werden, die sich aus mehreren Einzelbewertungen über den Lauftyp, das Verlagerungs- und Entwicklungspotenzial und die Strukturausstattung zusammensetzt. Die Verwendung der detaillierteren Sohl- und Uferbewertung (Erfassung variiert zwischen den Bundesländern) ermöglicht eine differenzierte Bewertung. Des Weiteren kann die Gewässerstruktur durch einen Vergleich der Strukturausprägungen vor Ort mit den leitbildtypischen Ausprägungen von Einzelparametern bewertet werden. Hierfür wurden für die drei Beispielflüsse ausgewählte Einzelparametern der Leitbilder nach Koenzen (2005), Pottgiesser & Sommerhäuser (2008) und Dahm et al. (2014), wie u. a. Lauftyp, Abfluss, Strömungsbild, Querprofil und Sohlsubstrat und -strukturen, mit den Gegebenheiten im Gelände verglichen und die Leitbildkonformität bewertet. Zudem wurde als weiteres Bewertungskriterium die Ausstattung der vorhandenen Habitatstrukturen in den Projektgebieten mit den leitbildtypischen Habitatskizzen der hydromorphologischen Steckbriefe von Dahm et al. (2014) verglichen.

Der zweite Bewertungsparameter ist das Gewässerumfeld, bei dem durch verschiedene Parameter zum einen die Ufer bewertet werden aber auch die gesamte morphologische Aue. Dies kann wie bei der Gewässerstruktur durch die Fließgewässerstrukturgütekartierung und den Vergleich von Strukturelementen mit den Ausprägungen nach Leitbild erfolgen, bei denen die umlandbezogenen Parameter, wie Retentionsraum und Auennutzung, ausgewertet werden.

Für die Bewertung der belebten Umwelt sind die vorhandenen Biotope als Lebensräume für Tier- und Pflanzenarten an. Diese können häufig durch die Biotopkartierung der Länder oder der FFH-Lebensraumtyp-Kartierung ausgewertet werden. Dabei kann eine flächige Auswertung der einzelnen Biotoptypen erfolgen und bei vorhandenen Daten zum Erhaltungszustand bietet dieser ebenfalls eine

hohe Aussagekraft zur Naturnähe des Gebiets. Der Erhaltungszustand wird nach FFH-Richtlinie in den drei Kategorien A (günstig), B (ungünstig-unzureichend) und C (ungünstig-schlecht) bewertet. Zudem können Flächen mit dem Zustand E gekennzeichnet werden, die noch keinem Lebensraumtyp entsprechen, aber bei geeigneter Bewirtschaftung zu diesem entwickelt werden können.

Die Bewertung der aulentypischen Artvorkommen an Tieren und Pflanzen erfolgt abhängig von den verfügbaren Daten über Artanzahl und Gefährdungsstatus. Dafür können Daten der FFH-Artekartierungen, Biotopkartierungen oder weitere vorhandene artspezifische Daten beispielsweise für Maßnahmen im Bereich verwendet werden oder eigene Erfassungen durchgeführt werden. An den Beispielflächen des Freien Pendelraum-Projekts wurden die Pflanzenarten an repräsentativen Einzelflächen anhand von Nested Plots ausgewertet und der Gefährdungsstatus nach Roter Liste des jeweiligen Bundeslandes (Bayern: StMUGV 2005, Saarland: MUV Saarland o.J. b, Sachsen: LfULG 2013) sowie nach der Roten Liste Deutschlands (Metzing et al. 2018) angegeben.

Die Einzelbewertungen werden nach einer fünfteiligen Skala bewertet:

Bewertungs-Skala	Kurzbeschreibung
++	Bewertungselement leitbildkonform ausgeprägt, es leitet sich kein bzw. ein geringer Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungsmaßnahmen ab
+	Bewertungselement weitgehend leitbildkonform ausgeprägt, es leitet sich ein geringer Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungsmaßnahmen ab
±	Bewertungselement mäßig leitbildkonform ausgeprägt, es gibt mittlere Beeinträchtigungen, es leitet sich ein mittlerer Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungsmaßnahmen ab
-	Bewertungselement wenig leitbildkonform ausgeprägt, es gibt starke Beeinträchtigungen, es leitet sich ein mittlerer bis großer Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungsmaßnahmen ab
--	Bewertungselement nicht leitbildkonform ausgeprägt, es gibt sehr starke Beeinträchtigungen, es leitet sich ein großer Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungsmaßnahmen ab

Die Einzelbewertungen werden arithmetisch gemittelt und eine Gesamtbewertung für den untersuchten Gewässerabschnitt vergeben. Diese werden mit dem gewässertypischen Leitbild verglichen. Daraus leitet sich ein Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen ab und durch die differenzierte Bewertung kann eine Priorisierung für Maßnahmen erfolgen.

3.5. Berechnung des Freien Pendelraums

3.5.1. Schritt 1: Abgrenzen eines homogenen Flussabschnitts

Die Pendelraumbreite wird anhand verschiedener Parameter eines Flussabschnittes bestimmt. Um ein plausibles Ergebnis zu erreichen, sollten sich diese im betrachteten Abschnitt nicht grundlegend ändern. Dazu zählt beispielsweise die Geologie oder die Abflussmenge. Ändert sich im Verlauf des betrachteten Gebiets beispielsweise die geologische Einheit oder mündet ein Gewässer mit einem sehr großen Abflussvolumen im Verhältnis zum betrachteten Gewässer ein, sollte eine Teilung des Abschnittes in zwei (oder mehrere) homogene Flussabschnitte erwogen werden. Die Mindestlänge eines Abschnittes kann abhängig von der Gewässergröße und -typ sehr unterschiedlich ausfallen.

Entscheidend ist, dass sich alle relevanten und charakteristischen Lebensräume des Gewässertyps innerhalb der Abschnittslänge ausbilden können (Dahm et al. 2014).

3.5.2. Schritt 2: Gewässertyp bestimmen

Die Pendelraumbreite unterscheidet sich bei einigen Ansätzen in Abhängigkeit vom Gewässertyp. Daher soll dieser für den abgegrenzten Flussabschnitt aus Schritt 1 bestimmt werden. Dafür eignen sich die Karten und Steckbriefe der Fließgewässertypen Deutschlands (Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, s. Kapitel 3.3).

Der Gewässertyp muss über die Beschreibung in den Steckbriefen mit den lokalen Gegebenheiten des Flussabschnitts verifiziert und gegebenenfalls angepasst werden. Dafür eignen sich meist die Typen angrenzender Gewässerabschnitte.

3.5.3. Schritt 3: Berechnungsmöglichkeiten des Freien Pendelraums nach verschiedenen Konzepten

3.5.3.1. Espace de Liberté- Konzept

Die ursprüngliche Idee einer Ausweisung von Flächen für die freie Entwicklung der Flüsse kommt aus Frankreich. Dort wuchs ab den 1970er Jahren das Verständnis über Flüsse und Auen. Durch Arbeiten über den Stoff- und Energiehaushalt, der sich im Längsverlauf eines Gewässers ändert und die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Auekomponenten wurden die Öffentlichkeit und die Politik auf die hohe Bedeutung der Auen aufmerksam. Die Auen wurden vermehrt als dynamischer Raum mit einem hohen ökologischen Potential und als Pufferraum zum Schutz des Menschen und seiner Nutzungsräume wahrgenommen (Charrier 2012).

Um die (Grund-) Wasserqualität zu sichern, Geschiebetransport zu ermöglichen und eine ökologische und nachhaltige Gewässer- und Auenentwicklung zu bewahren, wurde an Allier und Loire das „Espace de Liberté“-Konzept zum Flächenbedarf von Gewässern durch den SDAGE (Leitplan zur Bewirtschaftung und Verwaltung von Gewässern in Frankreich, Malavoi et al. 1998) entwickelt (Hudin 2010). Dieses beruht auf der aktuellen und der jüngeren historischen Entwicklung der Gewässerstruktur. In der ausgewiesenen Fläche darf sich der Flusslauf verändern und beispielsweise auch durch seitliche Erosion verlagern. Dadurch können sich typische Flusstrukturen ausbilden und die natürlichen Funktionen können wieder besser erfüllt werden (Abbildung 20).

Das erste Projekt des Espace de Liberté wurde im Zusammenhang mit einer Loire-Rettungskampagne „Plan Loire“ im Jahr 1998 im Val d'Allier Bourbonnais in der Region Auvergne an 26 km des Allier, einem Zufluss der Loire zwischen Varennes-sur-Allier und Moulins durchgeführt. Das Projektgebiet umfasst eine Fläche von 3.200 ha, wobei der Allier dort als kiesgeprägter Strom klassifiziert ist und die Aue durchschnittlich mehr als einen Kilometer breit ist. Die Bereitstellung von Flächen für eine seitliche Verlagerung des Flusses stand für diesen Ansatz im Vordergrund. Neben dem Kauf von Flächen werden innerhalb der morphologischen Aue Nutzungsextensivierungen angestrebt (Damm et al. 2011).

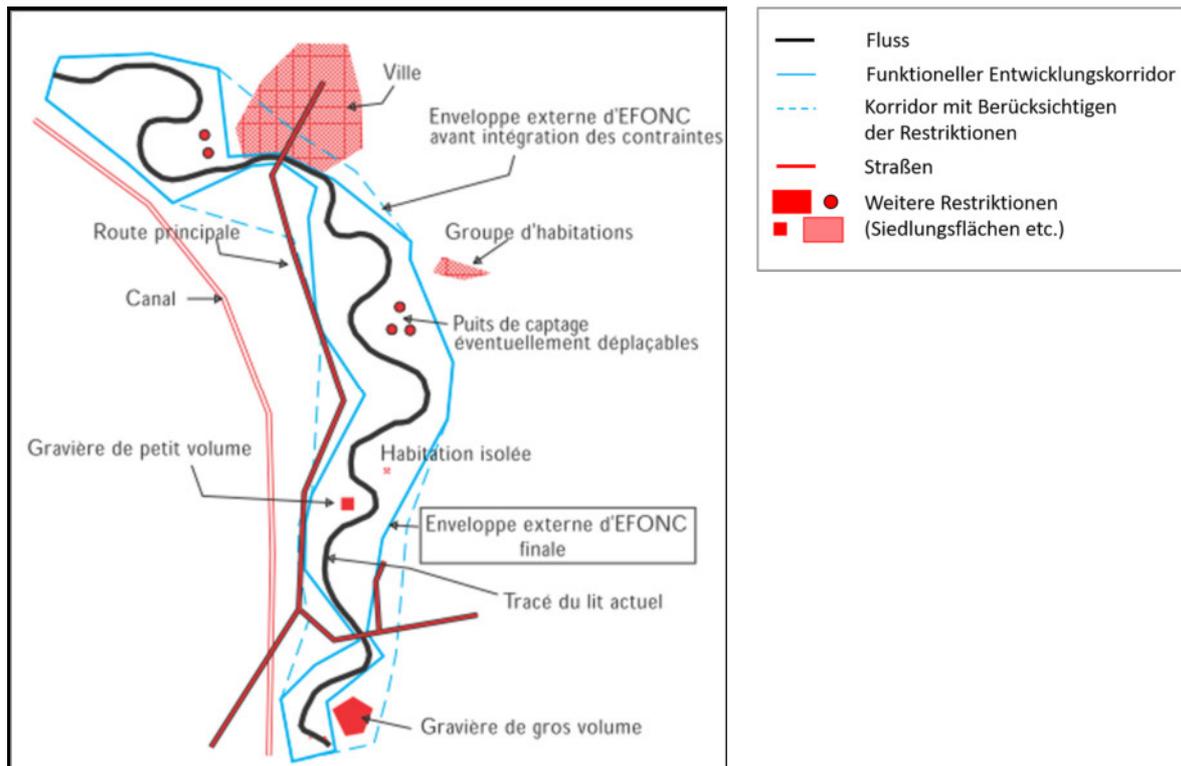


Abbildung 20: Schema des Espace de Liberté-Konzepts (nach Malavoi et al. 1998).

Die Besonderheit am französischen Konzept ist, dass es in der Gesetzgebung verankert ist. Dadurch sind die Vorgaben bindend für die Wasserbewirtschaftung und Planungen in und an Gewässern. Beispielsweise besteht seit 2001 ein Verbot von Kiesabbau innerhalb des Entwicklungskorridors (Ministerialerlass vom 24.01.2001) und seit 2002 dürfen Ufersicherungen bei morphologisch dynamischen Fließgewässern nicht mehr den Entwicklungskorridor einschränken (Erlass vom 13.02.2002) (Hudin 2010, Charrier 2012).

Nach dem Espace de Liberté – Konzept wird die notwendige Fläche für die Ausbildung der Fluss- und Auenstrukturen und für die Erfüllung der Funktionen bestimmt und durch den sogenannten funktionellen Entwicklungskorridor dargestellt. Die Bemessung erfolgt durch eine Überlagerung und Abgrenzung verschiedener Räume anhand (Malavoi et al. 1998, Charrier 2012):

- 1) EMAX (Espace de Mobilité maximal): Maximaler Mobilitätsraum
 - entspricht der deutschen Bezeichnung der morphologischen Aue (rezente Aue und Altaue)
 - wird durch topographische und geologische Karten abgegrenzt
- 2) Historischer Verlagerungsraum
 - Raum, der in den letzten ca. 200 Jahren vom Gewässer genutzt wurde
 - wird durch historische Karten mit dem eingezeichneten Flusslauf abgegrenzt
- 3) Theoretische Gleichgewichtsbreite
 - Gewässerbreite bei bordvollem Abfluss (vollständige Wasserfüllung des Flussbetts bis zur Böschungsoberkante) wird ermittelt
 - Breite auf jeder Gewässerseite fünfmal angefügt

➔ Überlagerung der ermittelten Flächen aus den Punkten 1-3: erster funktionaler Raum

- 4) EFONC (Espace de Mobilité fonctionnel): Funktioneller Entwicklungskorridor
- Restriktionsflächen (Gebiete mit hoher infrastruktureller Bedeutung bzw. hohem wirtschaftlichem Wert wie Wohngebiete, wichtige Verkehrsverbindungen usw.) werden aus der zuvor bestimmten Überlagerung ausgenommen

Möglichkeiten der detaillierteren Korridorausweisung:

Strengere Auswahl der Restriktionen:

- 5) EMIN (Espace de Mobilité minimal): Minimaler Funktioneller Entwicklungskorridor
- weitere Reduzierung des Korridors, beispielsweise, wenn Restriktionen nicht verlegt werden können oder durch strengere Ausweisung von Restriktionsflächen, wie (punktuelle) Aussparungen innerhalb oder am Rand des ermittelten EFONC (z. B. Kiesgruben, Brunnschächte, einzelne Gebäude etc.)

Erweiterung des Korridors:

- 6) ER50: Erosionszonen
- Erweiterung des EFONC durch Integration von Erosionszonen möglich, die voraussichtlich in den nächsten 50 Jahren von Ufererosion betroffen sind (siehe rote Flächen in Abbildung 22)
 - werden durch numerische Modellierungen ermittelt

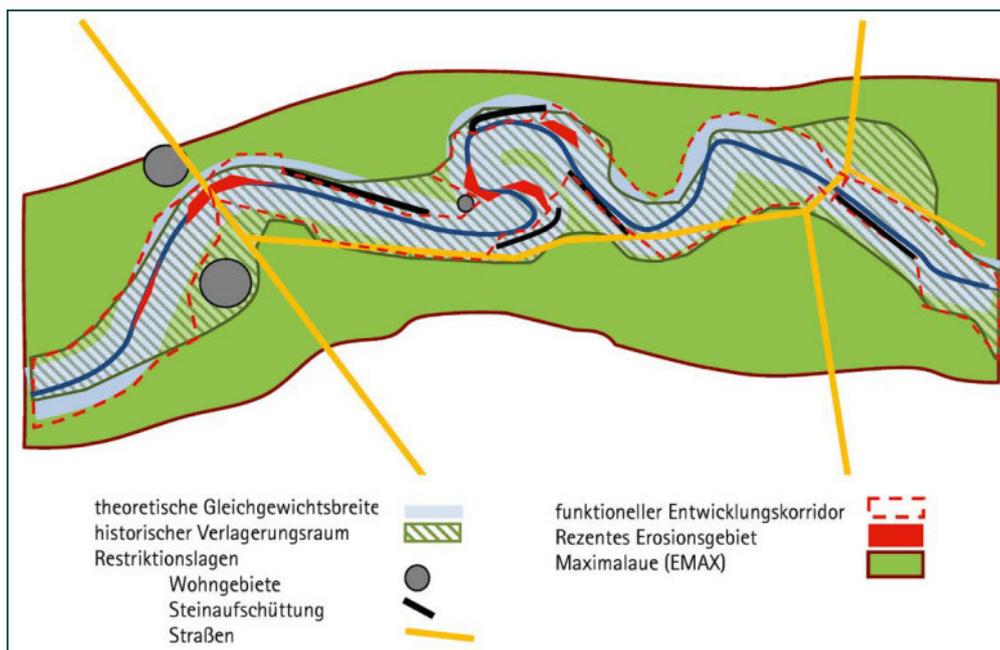


Abbildung 21: Schema des funktionellen Entwicklungskorridors (EFONC, rot gestrichelt) inklusive der erosionsgefährdeten Bereiche (rot) nach dem Espace de Liberté-Konzept (Charrier 2012).

Die Vorteile des Konzepts sind, dass es zur Umsetzung der Forderungen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) und anderer Richtlinien angewendet werden kann, dass es Managementkosten zur Fließgewässerbewirtschaftung und Unterhaltungskosten von Ufersicherungsmaßnahmen reduziert, was auch die Akzeptanz in der Bevölkerung stärkt. Zudem ist das Konzept in der Gesetzgebung verankert und damit bindend für die Wasserbewirtschaftung und Planungen.

Dies ist wiederum auch eine der ökonomischen Schwierigkeiten des Konzepts, da es die Grundlage von Kies- oder Sandabbauunternehmen reduziert und zudem zu sinkenden Grundstückspreisen flussnaher Flurstücke führen kann. Des Weiteren stößt das Konzept auch methodisch an Grenzen, da der Ansatz der theoretischen Gleichgewichtsbreite sehr vereinfacht und nicht gewässerspezifisch ist. So ist es nicht für alle Gewässertypen anwendbar, beispielsweise an furkierenden Flüssen oder auch an stark veränderten oder künstlichen Gewässern (Malavoi et al. 1998).

3.5.3.2. Übertragen des Konzepts auf Deutschland

Die Idee des auf Deutschland zu übertragenden Konzeptes sieht nun vor, Fließgewässern einen definierten Korridor (den „Freien Pendelraum“) zur Verfügung zu stellen, in dem sich der Fluss frei bewegen kann. Dieser Pendelraum stellt einen Mindestraum dar, in dem alle wesentlichen gewässertypischen Lebensräume vorkommen bzw. sich ausbilden können und die zeitlich, räumlich und funktional so in Beziehung untereinander stehen, dass die ökologische Funktionsfähigkeit des Systems gesichert ist. Dafür muss für jeden Fluss bzw. jeden Flussabschnitt mit homogenen Eigenschaften die benötigte Gewässerentwicklungskorridorbreite bestimmt werden, die dem Fluss zur Verfügung gestellt werden kann (genaues Vorgehen s. u.).

Die benötigten Flächen müssen gesichert werden. Dies betrifft unmittelbar von Erosion gefährdete Flächen bzw. wenn eine baldige Flusslaufverlagerung in diese Flächen abzusehen ist. Sonstige Flächen innerhalb des Pendelraums können in der bisherigen Nutzung verbleiben, bis der Fluss die Flächen in Anspruch nimmt. Generell wird jedoch eine Extensivierung der Flächen oder wenn möglich die freie Sukzession der Flächen, beispielsweise zur Auwaldentwicklung, für eine ökologische Aufwertung empfohlen. Für die Umsetzung des Pendelraum-Konzepts eignen sich Flächen besonders, die sich bereits im öffentlichen Eigentum bzw. im Eigentum von Naturschutzstiftungen u. ä. befinden, Privatflächen sollen erworben bzw. mit flussferneren Flächen im öffentlichen Besitz getauscht werden. Für einige Maßnahmen oder auch Flächenerwerb können Förderungen geltend gemacht werden. Details zu diesen Vorgehensweisen sind in den Kapiteln 4.4.1.1 und 4.4.1.2 dargestellt.

Nach Entfernen vorhandener Ufersicherungen, ggf. des Sohlverbaus und anderer Einschränkungen des Flusslaufs in diesem Bereich werden zunächst keine weiteren Eingriffe durchgeführt, sondern der Fluss darf sich innerhalb des ausgewiesenen Pendelraums frei bewegen. Durch das Nutzen der landschaftsgestaltenden Kraft des Gewässers können sich einerseits die für den Flusstyp charakteristischen Strukturen und Lebensräume ausbilden und andererseits werden dadurch sowohl die Baukosten für sonstige Renaturierungsmaßnahmen als auch die Unterhaltungskosten der Ufersicherungen verringert. Bauliche Maßnahmen werden nur lokal in Erwägung gezogen, wenn der Fluss an erosionsanfälligen Stellen den Rand des Pendelraums erreicht oder wenn der Fluss durch den Menschen bereits so stark verändert und beispielsweise eingetieft ist, dass sich ohne Initialmaßnahmen kaum Strukturen entwickeln.

In den Flächen innerhalb des Freien Pendelraums werden dynamische Prozesse zugelassen, welche für das Funktionieren einer Aue charakteristisch und notwendig sind. Dies bedeutet gerade in flussnahen Bereichen eine ständige Veränderung der Standortbedingungen. Dadurch entstehen kleinräumig unterschiedlich Strukturen und damit viele Lebensräume für die auentypischen Pflanzen- und Tierarten, die durch die menschlichen Einwirkungen in Flusssysteme heute häufig gefährdet sind. Diese Lebensräume werden im Pendelraum wirksam und nachhaltig geschützt.

Ein weiterer Vorteil durch die Einrichtung eines Pendelraums ist, dass die Auenflächen wieder direkt mit dem Fluss verbunden werden, wodurch sich eine Reihe von Synergien ergibt. Neben der erwähnten

Erhaltung der Biodiversität wären auch weitere Ökosystemdienstleistungen, wie Nährstoffrückhalt in den Auen, Grundwasseranreicherung und -filterung verbessert. Auch naturschutzfachliche Ziele, wie die europäischen Vorgaben zum Arten- und Biotopschutz durch das Natura 2000-Netz aus Schutzgebieten oder die Wasserrahmenrichtlinie zur länderübergreifenden nachhaltigen Wasser- und Gewässernutzung, werden durch den Pendelraum gefördert. Das Konzept leistet dadurch einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der in den oben genannten Richtlinien festgelegten Ziele.

Ein wichtiger Effekt ist zudem die Bereitstellung von Retentionsflächen entlang der Flüsse. Diese können im Hochwasserfall überschwemmt werden, ohne die menschlichen Nutzungsräume zu schädigen. Die in der Aue lebenden Pflanzen- und Tierarten sind an die regelmäßigen Überschwemmungen angepasst. Bei zukünftigen Abflussänderungen, beispielsweise einer erhöhten Hochwassergefahr durch den Klimawandel, ist der zusätzliche Raum entlang der Flüsse ein wirksamer Puffer, um diese abzufangen.

A) Freier Pendelraum nach dem Konzept des Umweltbundesamts (Dahm et al. 2014)

Um die Konzeptionierung und Umsetzung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen zu verbessern, wurden in einem Projekt im Auftrag des Umweltbundesamts zahlreiche Daten hydromorphologischer und biozönotischer Parameter aus (Monitoring-)Untersuchungen bereits durchgeführter Projekte ausgewertet. Die Ergebnisse wurden in der Studie „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“ (Dahm et al. 2014) zusammengefasst. Darin werden umfangreich die ausschlaggebenden Faktoren und Quellen für eine erfolgreiche Wiederbesiedlung typischer Arten nach Renaturierungsmaßnahmen analysiert und ein Verfahren zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen vorgestellt. Zudem werden die hydromorphologischen Bedingungen für unterschiedliche Flusstypen in gutem und sehr gutem ökologischen Zustand beschrieben. Diese umfassen auch Habitatskizzen und Mindestgrößen des Raums für den Fluss, der für die Entwicklung der leitbildtypischen Strukturelemente des Flusses benötigt wird. Die Entwicklungskorridorbreite wird anhand von flusstypspezifischer Faktormultiplikation mit der potentiell natürlichen Sohlbreite bzw. bei veränderten Gewässern anhand der Ausbausohlbreite berechnet (Tabelle 11). Die Herleitung basiert auf dem DWA-Merkblatt 610 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., DWA 2010).

Tabelle 11: Grundlegende Formel für die Bestimmung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite. Die Faktoren werden abhängig vom Flusstyp eingesetzt (Tabelle 2, Dahm et al. 2014).

Parameter	Herleitung
Potentiell natürliche Sohlbreite (Die dargestellte Formel zur Berechnung der pot. nat. Sohlbreite dient als Orientierung. Sofern bereits konkrete Werte zur pot. nat. Sohlbreite eines Gewässers vorliegen, sollten diese herangezogen werden.)	Ausbausohlbreite * Faktor
Minimaler Entwicklungskorridor	Potentiell natürliche Sohlbreite * Faktor
Maximaler Entwicklungskorridor	Potentiell natürliche Sohlbreite * Faktor

Die Faktoren sind flusstypabhängig in den Steckbriefen angegeben (Zusammenfassung s. Tabelle 12). Eine ausführlichere Tabelle mit den differenzierten Angaben für jeden Flusstyp befindet sich in Anhang A1.

Tabelle 12: Zusammenfassung der flusstypabhängigen Faktoren für die Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite (vgl. Tabelle 2, Dahm et al. 2014).

Flusstyp	Pot. natürliche Sohlbreite	Minimaler Entwicklungskorridor	Maximaler Entwicklungskorridor
Fließgewässer in Kerbtälern	Ausbausohlbreite x 2	pot. nat. Sohlbreite x 1	pot. nat. Sohlbreite x 3
Unverzweigte lehmgeprägte Fließgewässer	Ausbausohlbreite x 2	pot. nat. Sohlbreite x 3 (Ausnahme Typ 18: * 5)	pot. nat. Sohlbreite x 10
Unverzweigte Fließgewässer mit sand-, kies-, schotter- oder steingepprägter Sohle	Ausbausohlbreite x 3 (Ausnahme Typ 19: * 5)	pot. nat. Sohlbreite x 3 (Ausnahmen Typ 7: * 1,5, Typ 9.1: x 2)	pot. nat. Sohlbreite x 10 (Ausnahmen Typ 7, Typ 9.1, Typ 19: x 5)
Gewässer mit Neben-gerinnen / anastomosierende / verflochtene Gewässer	Ausbausohlbreite x 5	pot. nat. Sohlbreite x 3 (Ausnahme Typ 2.1: * 2)	pot. nat. Sohlbreite x 10 (Ausnahmen Typ 2.2: x 5)

Vorhandene Restriktionen, die aufgrund sozialer oder ökonomischer Faktoren bestehen, werden von dem berechneten Entwicklungskorridor abgezogen. Nahe dem Gewässer kann von Beginn an ein nutzungsfreier Uferstreifen ausgewiesen werden. Die restliche Auenfläche kann weiterhin in der bisherigen Nutzung verbleiben und wird erst bei Inanspruchnahme der Fläche durch das Gewässer, wie einer Verlagerung des Flusslaufs oder Erodierung, aus der Nutzung genommen und dem Gewässer zur Verfügung gestellt (Abbildung 22, DWA 2010).



Abbildung 22: Schema des Entwicklungskorridors nach der Methode des Umweltbundesamts (Planungsbüro Koenzen in DWA 2010).

B) Freier Pendelraum nach dem Konzept der LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA 2016)

Um die Forderung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie nach ökologisch funktionsfähigen Gewässern innerhalb der Kulturlandschaft zu erfüllen, wurde 2016 die Methode der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zum Flächenbedarf von Fließgewässern entwickelt (LAWA, 2016). Die Gewässerentwicklungskorridorbreite verschiedener Fließgewässertypen wird dabei anhand der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite unter Berücksichtigung der Mäanderlänge, der Windung sowie eines Dynamikfaktors berechnet. Dafür sind Kenntnisse über lokale hydrologische und topographische Rahmenbedingungen notwendig (Abbildung 23). Die resultierende

Flächenausdehnung ist aufgrund natürlicher Varianz nicht als exaktes Rechenergebnis zu verstehen, sondern als zu erwartende mittlere Korridorbreite.

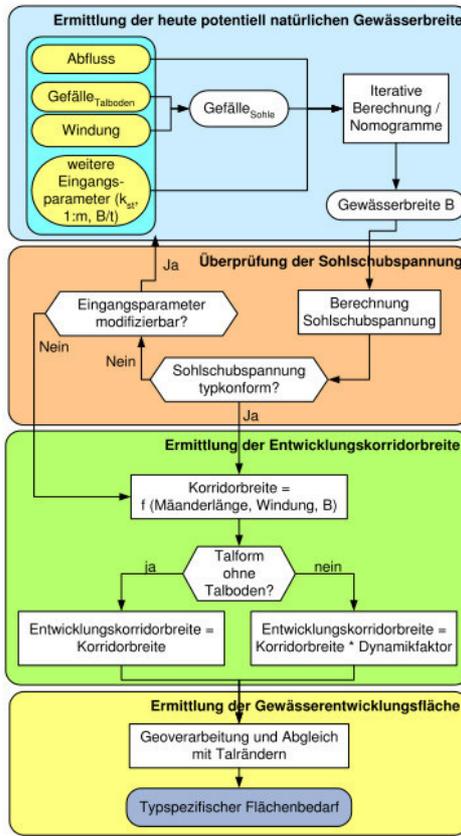


Abbildung 23: Schema der Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite nach LAWA (LAWA 2016b).

Für die Ermittlung des Pendelraums wurde ein Verfahren mit 8 Schritten entwickelt (Abbildung 24).

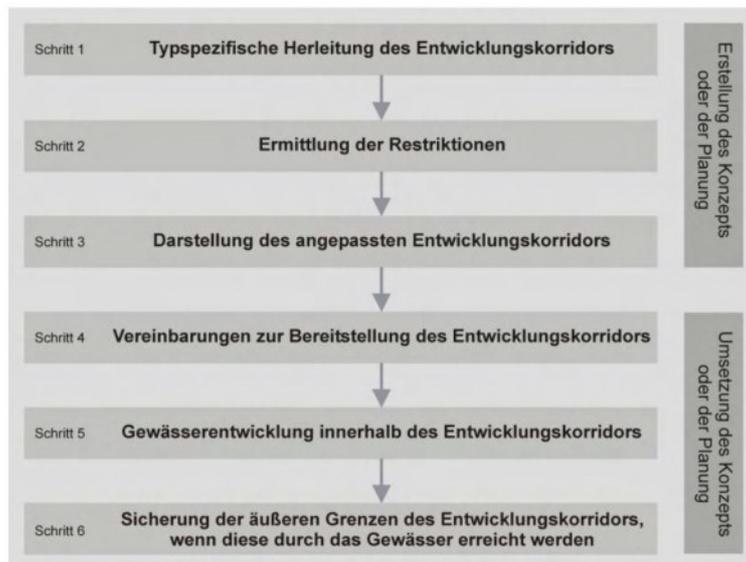


Abbildung 24: Übersicht der Bearbeitungsschritte zur Bestimmung des Pendelraums (Gewässerentwicklungskorridorbreite) nach LAWA (2016a).

Schritt 1: Ermittlung der gewässertypologischen Grundlagen

- Ermittlung des biozönotischen Fließgewässertyps: Fließgewässertypisierung nach Pottgiesser & Sommerhäuser (2008)

- Ermittlung des morphologischen Fließgewässertyps: durch vorhandene oder selbst durchgeführte Gewässerstrukturkartierung (nach LAWA 2011 & 2014)
- ➔ daraus ergibt sich der biozönotisch-morphologische Fließgewässertyp (mithilfe des Anhangs 2 in LAWA 2016)

Schritt 2: Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite

- Berechnung nach hydraulisch basiertem Ansatz unter Berücksichtigung der Gewässergeometrie und Abflüssen mit empirischer Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler
- Teilschritte:
 - Festlegung des heutigen potentiell natürlichen bordvollen Abflusses (ist dieser nicht bekannt, ist eine Umrechnung aus dem Mittelwasserstand in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgröße und dem Biozönotischen Gewässertyp möglich)
 - Ermittlung des Talbodengefälles (längszonaler Höhenunterschied des Talbodens über den untersuchten Flussabschnitt): Berechnung aus dem Verhältnis von Höhenunterschied zu Tallänge aus digitalen Geländemodellen (DGM), Geografischen Informationssystemen oder durch terrestrische Vermessung (oder typische Talbodengefälle für die biozönotisch-morphologischen Gewässertypen in Anhang 3)
 - Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Windung (Verhältnis der Gewässerlänge zur Talbodenlänge oder des Talbodengefälles zum Sohlgefälle): Ermittlung durch historische Karten (oder durch flusstypspezifische Angaben der Windungsgrade in Tab. 6 und Tab. 7)
 - Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Sohlgefälles (Verhältnis des vorhandenen Talbodengefälles und der potenziell natürlichen Windung): Verhältnis-Berechnung, beide Parameter bereits bestimmt
 - Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Rauheitsbeiwertes (Parameter zur Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit): typische Rauheitsbeiwert nach Strickler (k_{st}) sind anhand der morphologischen Gewässertypen angegeben in Tab. 8 oder wenn vorhanden können ortsspezifische Angaben genutzt werden
 - Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Böschungsneigung: bestimmt durch den horizontalen Abstand (m) zwischen der Böschungsoberkante und der Gewässersohle, Annahme 1/m (anhand typischer Werte der morphologischen Gewässertypen in Tab. 9)
 - Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Verhältnisses von Gewässerbreite zu Gewässertiefe: Festlegung der Querprofilform anhand des biozönotisch-morphologischen Fließgewässertyps durch Anhang 4 (Tab. 1+2), dann Verhältnis unter Berücksichtigung des bordvollen Abflusses nach vorgegebenen Gleichungen ermittelt
- Bestimmung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite mit Ergebnissen der Teilschritte iterativ oder anhand von Nomogrammen:
 - Iterativ: iterative Lösung der Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler durch hydraulische Programme oder Tabellenkalkulation (z. B. durch MS-Excel)
 - anhand von Nomogrammen: Berechnung des Hilfsparameters QWIK durch den bordvollen Abfluss, das Sohlgefälle und den Rauheitsbeiwert nach Strickler (k_{st}); Ablesen der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite anhand von Nomogrammen

Schritt 3: Plausibilisierung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite

- typspezifische Überprüfung der berechneten heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite mit Hilfe der Sohlschubspannung (Kraft des Wassers je Flächeneinheit der Gewässersohle)

- Vergleich zwischen berechneter und gewässertypischer Sohlschubspannung (Angabe charakteristischer Werte für biozönotisch-morphologische Gewässertypen): bei gleicher Größenordnung erscheint die Wahl der Eingangsparameter zur Ermittlung der potenziell natürlichen Gewässerbreite plausibel; wenn nicht: Anpassung der Eingangsparameter (v. a. potenziell natürliche Windung fehleranfällig)

Schritt 4: Generierung der Gewässerkorridorbreite

- die Gewässerkorridorbreite bestimmt zusammen mit dem heutigen potenziell natürlichen Windungsgrad und einem Dynamikfaktor die Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerentwicklungskorridors
 - Berechnung der Mäanderlänge anhand gegebener Formel
 - Berechnung der Amplitude anhand gegebener Formel
- Berechnung der Gewässerkorridorbreite anhand gegebener Formel
- Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite: aufgrund Migration der Mäander wird ein erhöhter Platzbedarf angenommen, der über einen Dynamikfaktor hinzugerechnet wird

Schritt 5: Generierung der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche

- anhand der Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerentwicklungskorridors
- durch Geoinformationssystem (GIS) Puffer mit halber Breite des ermittelten Gewässerentwicklungskorridors beidseitig an Fließgewässer anfügen
- Verschneidung mit morphologischer Aue: Gewässerentwicklungsfläche wird in der lateralen Ausdehnung von der morphologischen Aue bzw. dem dahinterliegenden Geländeanstieg begrenzt, Verschneidung in GIS
- Ausgleich entfallener Gewässerentwicklungsfläche: eventuell entfallene Flächen können auf der gegenüberliegenden Seite als Ausgleich zugeschlagen bzw. angesetzt werden (begrenzt durch Ausdehnung der morphologischen Aue)

➔ Typspezifische Gewässerentwicklungsfläche

Schritt 6: Ermittlung des Flächenbedarfs für den sehr guten ökologischen Zustand bzw. das höchste ökologische Potenzial

- Ermittlung der Fließgewässerkategorie NWB (natural waterbody - natürlicher Oberflächenwasserkörper) / HMWB (heavily modified waterbody - erheblich veränderten Oberflächenwasserkörper): durch wasserblick.net, die Landesumweltämter und/oder die WRRL-Daten der Länder
 - Für NWB: Flächenbedarf entspricht der Ausdehnung der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche, keine Reduzierung
 - Für HMWB: Bestimmung des Flächenbedarfs des höchsten ökologischen Potenzials (HÖP); dafür Bildung von Belastungsfallgruppen notwendig, die die Nutzung im Gewässerumfeld und dadurch auch die unterschiedlichen Flächenansprüche in der Gewässerentwicklung berücksichtigen; Belastungsfallgruppen anhand des „Handbuch zur Bewertung und planerischen Bearbeitung von erheblich Veränderten (HMWB) und künstlichen Wasserkörpern (AWB)“ (LAWA 2013); darin prozentualen Flächenbedarfsanteil wählen

Schritt 7: Ermittlung des Flächenbedarfs für den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial

- Ermittlung der Fließgewässerkategorie NWB (natural waterbody - natürlicher Oberflächenwasserkörper) / HMWB (heavily modified waterbody - erheblich veränderten Oberflächenwasserkörper): durch wasserblick.net, die Landesumweltämter und/oder die WRRL-Daten der Länder
 - Für NWB: Flächenbedarf entspricht 70 % des Bedarfs der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche, um die Ausbildung morphologischer Strukturen und Habitate zu gewährleisten
 - Für HMWB: Bestimmung des Flächenbedarfs des höchsten ökologischen Potenzials (HÖP); dafür Bildung von Belastungsfallgruppen notwendig, die die Nutzung im Gewässerumfeld und dadurch auch die unterschiedlichen Flächenansprüche in der Gewässerentwicklung berücksichtigen; Belastungsfallgruppen anhand des „Handbuch zur Bewertung und planerischen Bearbeitung von erheblich Veränderten (HMWB) und künstlichen Wasserkörpern (AWB)“ (LAWA 2013); darin prozentualen Flächenbedarfsanteil wählen

Schritt 8: Ermittlung und Berücksichtigung von Restriktionsflächen

- relevante Restriktionen (Siedlungslagen, Verkehrswege und Leitungstrassen): können dem „Digitalen Basis-Landschaftsmodell“ (ATKIS Basis-DLM) der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Adv) entnommen werden; Verschneidung in GIS
- Restriktionsflächen von Gewässerentwicklungskorridor abziehen
- Ausgleich entfallener Gewässerentwicklungsflächen: auf der gegenüberliegenden Seite des Gewässers Restriktionsflächen als Ausgleich zuschlagen (begrenzt durch Ausdehnung der morphologischen Aue oder weiteren Restriktionen)

Grenzen der Anwendung bestehen insbesondere bei anthropogen stark überprägten Gewässern, wie an Talsperren oder wenn Tagebaue im Oberlauf des betrachteten Flussabschnittes liegen. Die Vorteile dieses Konzepts liegen in der bei vielen Schritten vorhandenen Option, anstelle der vorgeschlagenen Parameter in Abhängigkeit des Flusstyps, lokale Werte zu verwenden und dadurch ein möglichst genaues Ergebnis für den betrachteten Flussabschnitt zu erhalten.

C) Freier Pendelraum nach der Regimetheorie

Die Bestimmung der Korridorbreiten (Freier Pendelraum) nach Regimetheorie basiert vor allem auf den morphologischen Parameter des betrachteten Flussabschnitts. Die grundlegende Annahme dieser Theorie ist, dass sich ein Fluss im Falle morphologischer Aktivität durch Erosion bis zum Erreichen eines Balancezustands, die sogenannte Gleichgewichtsbreite b_{eq} , ausdehnt. Die Bestimmung der Gleichgewichtsbreite erfolgt anhand von empirischen Formeln. Daher sollte die Formel mit Bedacht und unter Rücksichtnahme der vorherrschenden lokalen Bedingungen gewählt werden.

Verschiedene Studien (Da Silva 1991, Ashmore et al. 2011, Ashmore 1991, Camporeale et al. 2005, Harrison et al. 2011) haben gezeigt, dass sich eine natürliche Bildung des Flussbettes in zwei grobe Phasen einteilen lässt. Als Ausgangspunkt dient ein kanalisiertes (eventuell befestigtes) Gerinne, welches durch Entfernen der Ufersicherung in einen natürlichen Zustand zurückgeführt werden soll. Mit Hilfe der morphologisch ausschlaggebenden Abflüsse (ein- bis zweijährliches Hochwasser HQ_1 , HQ_2 bzw. bordvoller Abfluss HQ_{bf}) wird die resultierende Breite ermittelt.

1) Primäre Erosion

Nach der Entfernung der Ufersicherung wird eine Verbreiterung des Gerinnes beobachtet. Diese Aufweitung findet entlang der ursprünglichen Uferlinie statt. Während sich der Querschnitt des Flusses verändert, bleiben Flusstyp und Form des Bettes gleich. Anhand der Formel nach Yalin (1992) erkennt man, dass die Hauptfaktoren in diesem Schritt der Abfluss (Q [m^3/s]) und die mittlere Korngröße (d_{50} bzw. d_m [m]) sind. Die resultierende Breite dieses Prozesses kann anhand folgender Formel bestimmt werden (Yalin, 1992):

$$b_{eq} = 1.42 \cdot \sqrt{\frac{Q}{u_*}} = 1.5 \cdot \frac{Q^{0.5}}{d_m^{0.25}}$$

2) Sekundäre (strukturbildende) Erosion

Nachdem der primäre Erosionsprozess abgeschlossen ist, tritt die sekundäre oder strukturbildende Phase ein. Im Gegensatz zur primären Erosion werden hier sowohl Strukturen im Flussbett (Riffel, Furten, Kolke etc.) als auch der morphologische Typ (gerade, verzweigt, alternierende Bänke etc.) ausgebildet und verändert. Hier bietet die Literatur eine Vielzahl an Berechnungsformeln. Wie jedoch bereits eingangs erwähnt, sind diese empirischer Natur und müssen daher mit Bedacht und unter Einbeziehung des Versuchsaufbaus gewählt werden (Ashmore 2001, Griffiths 1981, Millar 2005, Mosley 1983, Van den Berg 1995). Am Beispiel der Ammer wurde die Formel nach Ashmore (2001) gewählt. Neben den bereits bekannten Eingangsgrößen aus der primären Erosion (Q , d_m) gehen hier auch das Gefälle (J [-]) und die Dichte des Wassers (ρ [kg/m^3]) ein.

$$b_{eq,sec} = 0.0098 \cdot (\rho \cdot g \cdot Q \cdot J)^{0.7777} \cdot d_{50}^{-0.7}$$

Die sich daraus ergebende Breite beschreibt die maximale Ausdehnung des entstehenden Flussbettes. Der sich ergebende Flusstyp muss gesondert ermittelt werden (z. B. nach Da Silva (1991) oder Jäggi (1983)).

Aus den oben angeführten Formeln lassen sich folgende Parameter für die Ermittlung der Korridorbreiten ableiten:

- Abfluss (Q [m^3/s]); ein- bis zweijährliches Hochwasser HQ_1 , HQ_2 bzw. bordvoller Abfluss HQ_{bf}
- Korngröße (d_{50} bzw. d_m [m]), aus Sedimentproben der Deckschicht und Unterschicht ermittelt
- Gefälle (J [-]), kann aus Vermessungsdaten bzw. Hochwassermodellen ermittelt werden
- Dichte des Wassers, zur Vereinfachung kann mit $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ gerechnet werden

Ermittlung der Flusstypen nach Da Silva (1991) bzw. Jäggi (1983)

Sowohl das Diagramm nach Da Silva (1991) als auch nach Jäggi (1983) dienen zur Bestimmung der morphologischen Gegebenheiten (Abbildung 25, Abbildung 26). Die Einteilung hierbei erfolgt in die Gewässertypen

- verzweigt / bankbildender Bereich
- alternierende Bänke / 2 Teilgerinne
- gerader Verlauf / Bereich ohne Bänke
- mäandrierend / 1 Teilgerinne

Die Ermittlung erfolgt über die dimensionslosen, morphologischen Größen

- J (Gefälle im Flussbett)
- X (Verhältnis Gerinnebreite bzw. Gleichgewichtsbreite (Breite der benetzten Oberfläche) zu d_m)

- Y (Verhältnis Gerinnebreite bzw. Gleichgewichtsbreite (Breite der benetzten Oberfläche) zu Abflusstiefe)
- Z (Verhältnis Abflusstiefe zu d_m)

Da beide Diagramme unterschiedliche Parameter verwenden, können die Ergebnisse zur Validierung verglichen werden.

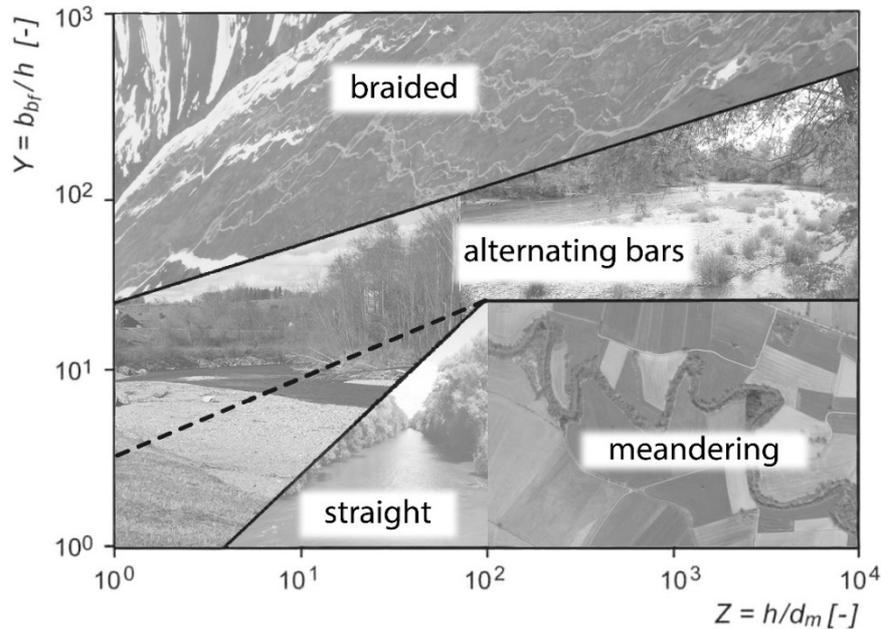


Abbildung 25: Modifiziertes Diagramm nach Da Silva und Zarn (1991) zur morphologischen Typisierung anhand von Abflusstiefe, Gerinnebreite und mittlerem Korndurchmesser (Guzelj in prep.).

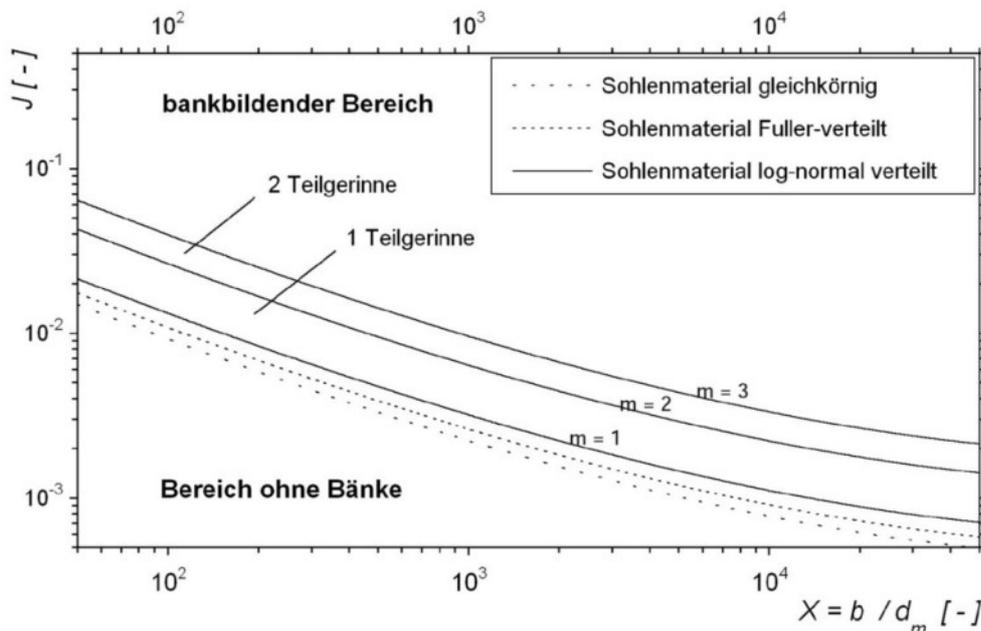


Abbildung 26: Diagramm nach Jäggi (1983) zur morphologischen Gerinnebestimmung anhand von Gerinnebreite, Sohlgefälle und mittlerem Korndurchmesser.

Anwendung von Modellen

Die grundlegende Idee ist, ein möglichst einfaches, aber ausreichend genaues Konzept mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten zu entwickeln. Dafür ist ein 1D-Numerisches Modell wie HEC-RAS® ausreichend. Für die Anwendung werden Querschnittsprofile in dem zu betrachtenden Flussabschnitt

benötigt. Diese liegen häufig durch Sohlprofilvermessungen bzw. durch Hochwassermodellierungen bei den zuständigen Ämtern (Wasserwirtschaftsämter, Landratsämter etc.) vor. Die Haupteinsatzbereiche des Modells im Falle des Freien Pendelraum-Projektes an der Ammer waren neben der Bestimmung der Kenngrößen für die sekundäre Erosion (Gefälle) auch die Ermittlung von weiteren relevanten Parametern wie Stream Power, Abflusstiefe, Gerinnebreite bzw. Breite der benetzten Oberfläche zur Bestimmung der auszuwählenden Formel für die sekundäre Erosion. Für Letzteres wurden geringe Abflüsse (NQ, MNQ und MQ) simuliert und die sich ergebenden Gerinnebreiten mit den Ergebnissen der Formeln verglichen.

3.6. Informationsaustausch und Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des Projektes kam es zum einen an den Beispielflächen zum Daten- und Informationsaustausch, um die Pendelräume beispielhaft ausweisen zu können, zum anderen wurden verschiedene Methoden verwendet, um Wissen über die Auenökologie und das Pendelraumkonzept zu vermitteln.

3.6.1. Stakeholderanalyse und –befragung

Um die Wahrnehmung, Nutzung und die Bedeutung der Flüsse für die Menschen in der Umgebung des jeweiligen Flusses zu erfassen, wurden Stakeholder-Befragungen mittels eines Fragebogens durchgeführt. Der Fragebogen richtet sich an Personen, die in unterschiedlicher Weise mit dem Fluss in Verbindung stehen, sei es als Anwohner, beruflich oder in der Freizeit. Die Fragen richten sich an Eigentum und Nutzung gewässernaher Grundstücke, die Wahrnehmung und Nutzung von Fließgewässern sowie die Einschätzung von Renaturierungsmaßnahmen.

An der Ammer konnten die Fragebögen im Zuge der eines Runden Tisches des Landesbunds für Vogelschutz e.V. (LBV) im Dezember 2018 unter den passenden Stakeholdern verteilt und ausgewertet werden. An der Mulde wurde im Zuge der Projektidee „Lebendige Mulde – Wiederherstellung von Überschwemmungsbereichen an der Mulde“, einer geplanten Machbarkeitsstudie im Bundesförderprogramm, ebenfalls ein Fragebogen ausgegeben, dessen Auswertung mit in die Stakeholderanalyse einfließen sollte. Da die Fragestellungen ähnlich waren, wurde auf die Ausgabe des eigenen Fragebogens verzichtet, da der erwartete Rücklauf bei zwei ähnlichen Fragebögen gering eingeschätzt wird. Da die Bearbeitung jedoch bis zum 30.06.2020 verlängert wurde, können die Ergebnisse nicht mehr in diesen Projektbericht einfließen.

3.6.2. Projekttreffen

Für einen Informationsaustausch über aktuelle Planungen, laufende oder bereits abgeschlossene Projekte in den Projektgebieten wurde ein reger Austausch mit den Akteuren vor Ort angestrebt. Generell wird in Hinblick auf Renaturierungsmaßnahmen eine frühzeitige Einbindung relevanter Stakeholder, wie Wasserwirtschaft und Naturschutz, empfohlen (Brunke 2017). Zudem können dadurch Daten, beispielsweise für die räumliche Analyse in ArcGIS, ausgetauscht werden.

3.6.3. Information der Öffentlichkeit und Wissensvermittlung

Es wurden verschiedene Mittel verwendet, um das Freie Pendelraum-Konzept bekannt zu machen:

- Faltblätter
- Homepage
- Projektvorstellung auf Fachtagungen und Expertendiskussionen

Diese soll zum einen der Information der Öffentlichkeit dienen und das Wissen um Flüsse, ihren ökologischen Zustand und Renaturierungsbestrebungen erhöhen. Zum anderen soll dadurch ein größerer Kreis von Zuständigen für die Bewirtschaftung und Pflege von Gewässern oder Vertreter von Naturschutzverbänden und Behörden mit Möglichkeiten zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen erreicht werden, um die Wahrscheinlichkeit für die Anwendung des Konzepts zu erhöhen.

3.6.4. Handlungsleitfaden

Die Verbreitung des Konzeptes des Freien Pendelraumes in Deutschland war ein vorrangiges Ziel der Projektbearbeitung. Zu diesem Zweck wurden die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zu einem Handlungsleitfaden zusammengeführt, der die Problematik erklärt und die Umsetzung eines Freien Pendelraums anschaulich erklärt. Dadurch werden Behörden, Planer, Kommunen und Verbände in Deutschland motiviert, Fließgewässerstrecken, die sich für die Anwendung des Konzeptes eignen, zu identifizieren und auf Basis des Konzeptes den Freien Pendelraum zu entwickeln. Da das Konzept auf andere Flusstypen übertragen werden kann, ist eine Anwendung deutschlandweit unter unterschiedlichen Bedingungen und Naturräumen möglich.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Projektbearbeitung für eine planerische Ausweisung eines Freien Pendelraums werden für die Beispielflüsse Ammer, Blies und Mulde in den folgenden Kapiteln vorgestellt. An der Ammer wurden beispielhaft detailliertere Maßnahmenoptionen für eine Umsetzung gegeben sowie weitere umsetzungsrelevante Rahmenbedingungen, wie Fördermöglichkeiten und Flächenverfügbarkeit, recherchiert.

Des Weiteren wird das Freie Pendelraum-Konzept mit weiteren Konzepten naturnaher Gewässerentwicklung verknüpft. Dies sind das Projekt In_StröHmunG (Stamm 2018), welches durch ein Integriertes Gewässerkonzept ökologische Maßnahmen mit Maßnahmen des Hochwasserschutzes verknüpft, und der River Ecosystem Service Index (RESI, Podschun et al. 2018), mit dem Ökosystemleistungen von Flussauen berechnet und verglichen werden können.

Hinzu kommen die Ergebnisse der Öffentlichkeitsarbeit, die für Umsetzungsmaßnahmen wichtig sind, da transparente Vorgehensweise eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung bewirken.

4.1. Ammer

4.1.1. Gewässerauswahl und Festlegung des untersuchten Flussabschnitts

Die grundsätzliche Gewässerauswahl für dieses Projekt erfolgte auf der Basis der Bearbeitungskulisse für Flüsse und Auen des Bundesamtes für Naturschutz (Brunotte et al. 2009). Es sollen Gewässer unterschiedlicher Gewässergroßlandschaften mit ausreichend großen Auenflächen ohne siedlungsbedingte Restriktionen und einem weitgehend natürlichen Abflussregime als Grundlage für eine ausreichend dimensionierte morphologische Aktivität der Gewässer sein. Die genauen Flussabschnitte wurden im bisherigen Projektverlauf gesichtet und festgelegt.

Der erste Beispielfluss ist die Ammer in Bayern, mit dem genauer betrachteten Flussabschnitt für die Pendelraumbestimmung zwischen der Böinger Brücke in Peißenberg und dem Ammersee (Flusskilometer 143,0 bis 116,7) (Abbildung 27, Abbildung 28).

Dieser Fluss/-abschnitt wurde gewählt, da:

- dynamischer, alpiner Flusscharakter mit starker Abflussdynamik und vielfältiger, naturnaher Biotopausstattung mit hoher Artenvielfalt
→ hohes Renaturierungspotential und die Möglichkeit, einem der vielen stark beeinträchtigten voralpinen Flüssen großräumig seinen eigenen Charakter zu erhalten (Müller 1991)
- die Alpenfluss-Studie des WWF (Hettlich et al. 2011) bewertete die Ammer insbesondere in den Bereichen „Abfluss- und Geschiebeführung“ sowie „Wasserqualität“ gut bzw. sah in diesen Parametern an der Ammer großes Potenzial, dafür gab es Defizite bei „Gewässermorphologie“ und „Umfeldnutzung“
- das Wasserwirtschaftsamt Weilheim sich kooperativ und gesprächsbereit zeigte
- bereits verschiedene Projekte umgesetzt bzw. aktuell in der Umsetzung oder Projektideen, dies zeigt, dass es einen Bedarf an Maßnahmen gibt und die Bereitschaft für Umsetzungen hoch ist

- der WWF Deutschland engagiert sich seit 2010 mit dem Projekt „Wildflusslandschaft Ammer“ in diesem Raum, dadurch Erfahrungsaustausch und bereits Gruppierung interessierter Akteure (sog. Ammer-Allianz) sowie etablierte Öffentlichkeitsarbeit

Aus diesen Gründen wurde auch der im Antrag vorgeschlagene Flussabschnitt zur Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts an der Amper zwischen dem Ammersee und der Mündung in die Isar bei Moosburg auf den Flussabschnitt flussauf des Ammersees verlegt.

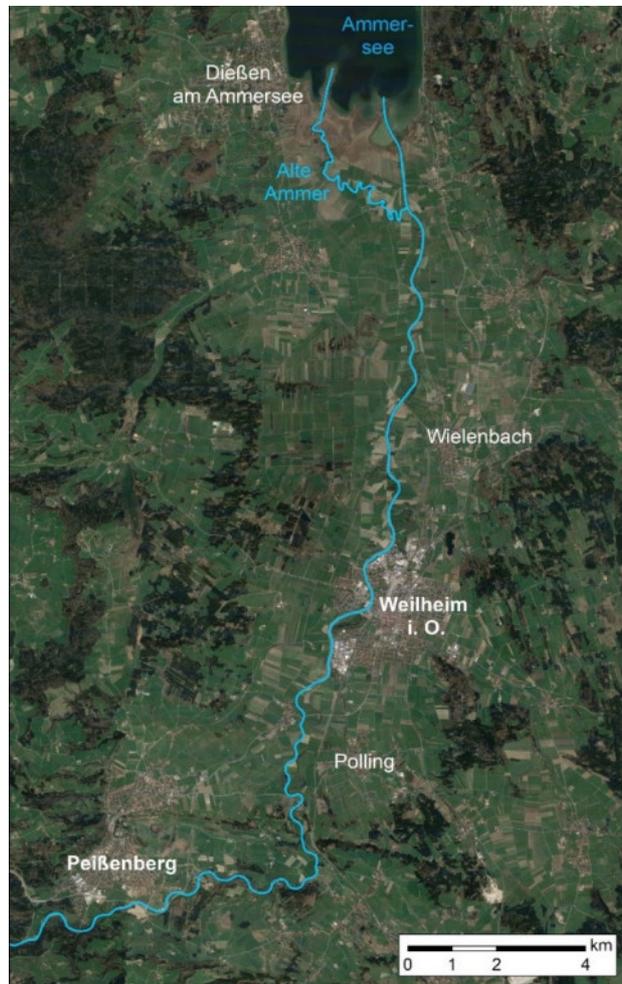


Abbildung 27: Überblick über das Projektgebiet an der Amper zwischen Peißenberg und dem Ammersee.



Abbildung 28: Die Ammer im Projektgebiet flussab von Peißenberg (Foto: I. Juszczuk).

4.1.2. Gesetzliche Vorgaben und Zuständigkeiten in Bayern

Auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen sind gesetzliche Rahmenbedingungen in Bezug auf eine Umsetzung des Freien Pendelraums relevant (Abbildung 29). Zum einen umfasst dies Vorgaben für ökologische Aufwertungen an Fließgewässern, die durch eine Umsetzung des Konzepts gefördert werden, wie beispielsweise die Erreichung des mindestens guten ökologischen Zustands nach europäischer Wasserrahmenrichtlinie. Zum anderen können Gesetzesvorgaben, wie ein in Deutschland umzusetzender Gewässerrandstreifen, durch einen Freien Pendelraum an einem Gewässer umgesetzt werden.

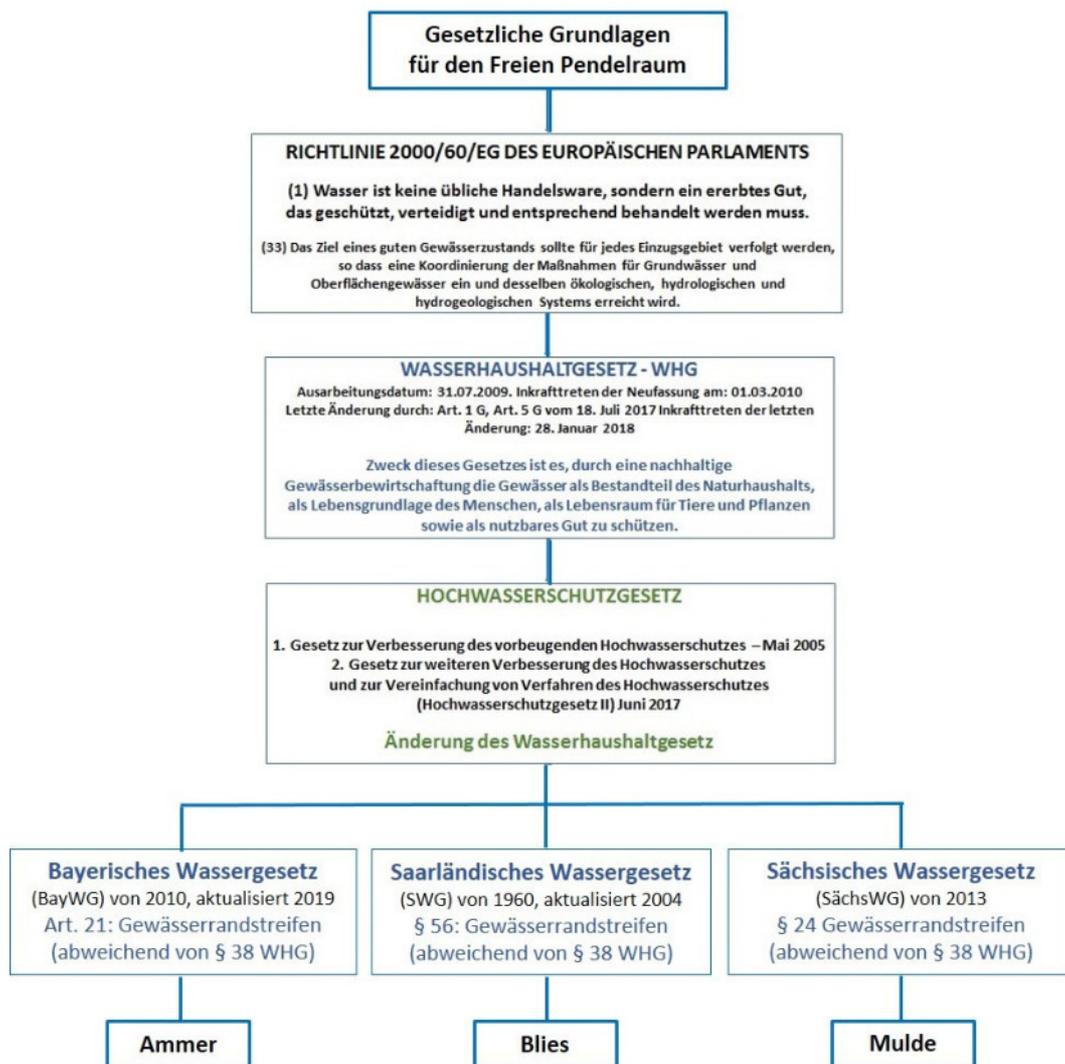


Abbildung 29: Gesetzliche Grundlagen unterschiedlicher Ebenen, die in Bezug auf eine Umsetzung des Freien Pendelraums relevant sind.

4.1.2.1. Europäische Vorgaben: Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft ist unter dem Titel „Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ am 22. 12.2000 in Kraft getreten (BMU 2011). Damit wird eine integrierte Gewässerschutzpolitik in Europa angestrebt, durch die sich der Zustand der Gewässer europaweit verbessern soll (BMU 2011). In Europa gibt es insgesamt 70.000 Wasserkörper, von denen 80 % Flüsse sind.

Die wichtigsten Gründe für die Erlassung der Wasserrahmenrichtlinie in Bezug auf das Konzept des Freien Pendelraum sind:

(1) Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.

(13) Aufgrund der unterschiedlichen Gegebenheiten und des unterschiedlichen Bedarfs innerhalb der Gemeinschaft werden spezifische Lösungen benötigt. Bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen zum Schutz und nachhaltigen Gebrauch von Wasser im Rahmen eines Einzugsgebiets muss diese Diversität berücksichtigt werden. Entscheidungen sollten auf einer Ebene getroffen werden, die einen möglichst direkten Kontakt zu der Örtlichkeit ermöglicht, in der Wasser genutzt oder durch bestimmte Tätigkeiten in Mitleidenschaft gezogen wird. Deshalb sollten von den Mitgliedstaaten erstellte Maßnahmenprogramme, die sich an den regionalen und lokalen Bedingungen orientieren, Vorrang genießen.

(16) Der Schutz und die nachhaltige Bewirtschaftung von Gewässern müssen stärker in andere politische Maßnahmen der Gemeinschaft integriert werden, so z. B. in die Energiepolitik, die Verkehrspolitik, die Landwirtschaftspolitik, die Fischereipolitik, die Regionalpolitik und die Fremdenverkehrspolitik. Diese Richtlinie soll die Grundlage für einen kontinuierlichen Dialog und für die Entwicklung von Strategien für eine stärkere politische Integration legen. Sie kann somit auch einen bedeutenden Beitrag in anderen Bereichen der Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten, unter anderem im Zusammenhang mit dem Europäischen Raumentwicklungskonzept (ESDP), leisten.

(19) Ziele der vorliegenden Richtlinie sind die Erhaltung und die Verbesserung der aquatischen Umwelt in der Gemeinschaft, wobei der Schwerpunkt auf der Güte der betreffenden Gewässer liegt. Die mengenmäßige Überwachung spielt bei dem Versuch, eine angemessene Wassergüte zu gewährleisten, eine zusätzliche Rolle, so dass im Hinblick auf das Ziel einer angemessenen Güte auch Maßnahmen in Bezug auf die Wassermenge erlassen werden sollten.

(23) Es werden allgemeine Grundsätze benötigt, um Maßnahmen der Mitgliedstaaten zur Verbesserung des Gewässerschutzes in der Gemeinschaft hinsichtlich der Wassermenge und -güte zu koordinieren, einen nachhaltigen Wassergebrauch zu fördern, einen Beitrag zur Lösung der grenzüberschreitenden Wasserprobleme zu leisten, aquatische Ökosysteme und die direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete zu schützen und das Nutzungspotential der Gewässer der Gemeinschaft zu erhalten und zu entwickeln.

(24) Eine gute Wasserqualität sichert die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser.

(26) Die Mitgliedstaaten sollten bestrebt sein, einen zumindest guten Zustand ihrer Gewässer zu erreichen, indem sie unter Berücksichtigung vorhandener Anforderungen auf Gemeinschaftsebene die erforderlichen Maßnahmen im Rahmen integrierter Maßnahmenprogramme festlegen und in die Praxis umsetzen. Wenn sich ein Gewässer bereits in einem guten Zustand befindet, sollte dieser bewahrt bleiben. In Bezug auf Grundwasser sollten nicht nur die Anforderungen für einen guten Zustand erfüllt, sondern auch alle signifikanten und anhaltenden Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen ermittelt und umgekehrt werden.

(33) Das Ziel eines guten Gewässerzustands sollte für jedes Einzugsgebiet verfolgt werden, so dass eine Koordinierung der Maßnahmen für Grundwässer und Oberflächengewässer ein und desselben ökologischen, hydrologischen und hydrogeologischen Systems erreicht wird.

(34) Zum Zwecke des Umweltschutzes müssen die qualitativen und quantitativen Aspekte sowohl bei Oberflächengewässern als auch bei Grundwässern stärker integriert werden, wobei die natürlichen Fließbedingungen von Wasser innerhalb des hydrologischen Kreislaufs zu berücksichtigen sind.

(46) Um eine Beteiligung der breiten Öffentlichkeit, einschließlich der Wassernutzer, an der Erstellung und Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete sicherzustellen, ist es nötig, über geplante Maßnahmen in geeigneter Weise zu informieren und über deren Fortschreiten zu berichten, damit die Öffentlichkeit einbezogen werden kann, ehe endgültige Entscheidungen über die nötigen Maßnahmen getroffen werden.

Die wichtigsten Paragraphen der Wasserrahmenrichtlinie in Bezug auf die Umsetzung des Freien Pendelraum sind:

Artikel 1: Ziel

Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt,

e) Beitrag zur Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren.

Artikel 4: Umweltziele

In Bezug auf die Umsetzung der in den Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete festgelegten Maßnahmenprogramme gilt folgendes:

bei Oberflächengewässern:

ii) die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Oberflächenwasserkörper, vorbehaltlich der Anwendung der Ziffer iii betreffend künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper, mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhangs V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 einen guten Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen;

iii) die Mitgliedstaaten schützen und verbessern alle künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörper mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhang V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 ein gutes ökologisches Potential und einen guten chemischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen.

ANHANG VI: Liste von Maßnahmen, die in die Maßnahmenprogramme aufzunehmen sind

TEIL A

Die nachstehende Liste enthält die Richtlinien, die die Grundlage für Maßnahmen bilden, die in die Maßnahmenprogramme nach Artikel 11 Absatz 3 Buchstabe a) aufzunehmen sind:

- ii) Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) (1),
- x) Habitatrichtlinie (92/43/EWG) (5).

TEIL B

Die nachstehende, nicht erschöpfende Liste enthält ergänzende Maßnahmen, die die Mitgliedstaaten innerhalb jeder Flussgebietseinheit als Teil der Maßnahmenprogramme nach Artikel 11 Absatz 4 verabschieden können:

- vii) Neuschaffung und Wiederherstellung von Feuchtgebieten,
- xiii) Sanierungsvorhaben,

xvi) Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben,

Im Jahr 2021 ist das Ende des ersten Managementzyklus erreicht. Durch eine Umsetzung des Freien Pendelraums können durch die eigendynamische Entwicklung des Fließgewässers viele der ökologischen Ziele erreicht werden.

4.1.2.2. Bundesweite Vorgaben

Für den Freien Pendelraum sind besonders das Wasserhaushaltsgesetz und die beiden Hochwasserschutzgesetze relevant.

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) stammt in seiner ursprünglichen Fassung bereits aus dem Jahr 1957, die aktuelle Neufassung trat 2009 in Kraft, die letzten Änderungen 2017 (BMU 2016). Das WHG bildet den Hauptteil des deutschen Wasserrechts und enthält Bestimmungen über den Schutz, die Nutzung und den Ausbau von Oberflächengewässern und des Grundwassers sowie zu wasserwirtschaftlichen Planung und den Hochwasserschutz (BMU o. J.).

Die wichtigsten Paragraphen des WHG in Bezug auf die Umsetzung des Freien Pendelraum sind:

Kapitel 1

§ 1 Zweck

Zweck dieses Gesetzes ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen.

Kapitel 2: Bewirtschaftung von Gewässern

§ 6 Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung

(1) Die Gewässer sind nachhaltig zu bewirtschaften, insbesondere mit dem Ziel,

1. ihre Funktions- und Leistungsfähigkeit als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu verbessern, insbesondere durch Schutz vor nachteiligen Veränderungen von Gewässereigenschaften,
5. möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen

(2) Gewässer, die sich in einem natürlichen oder naturnahen Zustand befinden, sollen in diesem Zustand erhalten bleiben und nicht naturnah ausgebaute natürliche Gewässer sollen so weit wie möglich wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dem nicht entgegenstehen.

§ 27 Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer

(1) Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden wird und
2. ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.

(2) Oberirdische Gewässer, die nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, sind so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung ihres ökologischen Potenzials und ihres chemischen Zustands vermieden wird und

2. ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.

§ 29 Fristen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele

(1) Ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand der oberirdischen Gewässer sowie ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand der künstlichen und erheblich veränderten Gewässer sind bis zum 22. Dezember 2015 zu erreichen. Durch Rechtsverordnung nach § 23 Absatz 1 Nummer 1 können zur Umsetzung bindender Rechtsakte der Europäischen Union abweichende Fristen bestimmt werden.

(4) Die Fristen nach den Absätzen 1 bis 3 gelten auch für Gewässer in Schutzgebieten im Sinne des Artikels 6 in Verbindung mit Anhang IV der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1), die zuletzt durch die Richtlinie 2008/105/EG (ABl. L 348 vom 24.12.2008, S. 84) geändert worden ist, in ihrer jeweils geltenden Fassung, sofern die Rechtsvorschriften der Europäischen Gemeinschaften oder der Europäischen Union, nach denen die Schutzgebiete ausgewiesen worden sind, keine anderweitigen Bestimmungen enthalten.

§ 38 Gewässerrandstreifen

(1) Gewässerrandstreifen dienen der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen.

(2) Der Gewässerrandstreifen umfasst das Ufer und den Bereich, der an das Gewässer landseits der Linie des Mittelwasserstandes angrenzt. Der **Gewässerrandstreifen bemisst sich ab der Linie des Mittelwasserstandes**, bei Gewässern mit ausgeprägter **Böschungsoberkante** ab der Böschungsoberkante.

(3) Der Gewässerrandstreifen ist **im Außenbereich fünf Meter breit**. Die zuständige Behörde kann für Gewässer oder Gewässerabschnitte

1. Gewässerrandstreifen im Außenbereich aufheben,
2. im Außenbereich die Breite des Gewässerrandstreifens abweichend von Satz 1 festsetzen,
3. innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile Gewässerrandstreifen mit einer angemessenen Breite festsetzen.

Die Länder können von den Sätzen 1 und 2 abweichende Regelungen erlassen.

(4) Eigentümer und Nutzungsberechtigte sollen Gewässerrandstreifen im Hinblick auf ihre Funktionen nach Absatz 1 erhalten.

Im Gewässerrandstreifen ist verboten:

1. die Umwandlung von Grünland in Ackerland,
2. das Entfernen von standortgerechten Bäumen und Sträuchern, ausgenommen die Entnahme im Rahmen einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft, sowie das Neuanpflanzen von nicht standortgerechten Bäumen und Sträuchern,
3. der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, ausgenommen die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln, soweit durch Landesrecht nichts anderes bestimmt ist, und der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in und im Zusammenhang mit zugelassenen Anlagen,

4. die nicht nur zeitweise Ablagerung von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern können oder die fortgeschwemmt werden können.

Zulässig sind Maßnahmen, die zur Gefahrenabwehr notwendig sind. Satz 2 Nummer 1 und 2 gilt nicht für Maßnahmen des Gewässerausbau sowie der Gewässer- und Deichunterhaltung.

(5) Die zuständige Behörde kann von einem Verbot nach Absatz 4 Satz 2 eine widerrufliche Befreiung erteilen, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit die Maßnahme erfordern oder das Verbot im Einzelfall zu einer unbilligen Härte führt. Die Befreiung kann aus Gründen des Wohls der Allgemeinheit auch nachträglich mit Nebenbestimmungen versehen werden, insbesondere um zu gewährleisten, dass der Gewässerrandstreifen die in Absatz 1 genannten Funktionen erfüllt.

Kapitel 3: Besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen

Abschnitt 5: Gewässerausbau, Deich-, Damm- und Küstenschutzbauten

§ 67 Grundsatz, Begriffsbestimmung

(1) Gewässer sind so auszubauen, dass natürliche Rückhalteflächen erhalten bleiben, das natürliche Abflussverhalten nicht wesentlich verändert wird, naturraumtypische Lebensgemeinschaften bewahrt und sonstige nachteilige Veränderungen des Zustands des Gewässers vermieden oder, soweit dies nicht möglich ist, ausgeglichen werden.

(2) Gewässerausbau ist die Herstellung, die Beseitigung und die wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer. Ein Gewässerausbau liegt nicht vor, wenn ein Gewässer nur für einen begrenzten Zeitraum entsteht und der Wasserhaushalt dadurch nicht erheblich beeinträchtigt wird. Deich- und Dammbauten, die den Hochwasserabfluss beeinflussen, sowie Bauten des Küstenschutzes stehen dem Gewässerausbau gleich.

Hochwasserschutzgesetz

In Bezug auf den Hochwasserschutz gibt es in Deutschland zum einen das „Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes“ von 2005, welches nach dem Jahrhunderthochwasser 2002 bundesweit einheitliche und verbindliche Vorgaben zur Vorbeugung gegen Hochwasserschäden regelt. Zum anderen gibt es das „Gesetz zur weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes und zur Vereinfachung des Hochwasserschutzes (Hochwasserschutzgesetz II)“ von 2017, welches den Hochwasserschutz in Deutschland weiter verbessern soll und dabei auch dem voranschreitenden Klimawandel stärker Rechnung trägt (BMU 2017).

Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes

Vierter Abschnitt: Hochwasserschutz

§ 31a: Grundsätze des Hochwasserschutzes

(1) Oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass so weit wie möglich Hochwasser zurückgehalten, der schadlose Wasserabfluss gewährleistet und der Entstehung von Hochwasserschäden vorgebeugt wird. Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt werden können oder deren Überschwemmung dazu dient, Hochwasserschäden zu mindern, sind nach Maßgabe der Vorschriften dieses Abschnitts zu schützen.

§ 31b: Überschwemmungsgebiete

(1) Überschwemmungsgebiete sind Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden.

... Die Länder erlassen für die Überschwemmungsgebiete die dem Schutz vor Hochwassergefahren, dienenden Vorschriften, soweit dies erforderlich ist:

1. zum Erhalt oder zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer Überflutungsflächen,
2. zur Verhinderung erosionsfördernder Maßnahmen,
3. zum Erhalt oder zur Gewinnung, insbesondere Rückgewinnung von Rückhalteflächen,
4. zur Regelung des Hochwasserabflusses oder
5. zur Vermeidung und Verminderung von Schäden durch Hochwasser.

§ 31d: Hochwasserschutzpläne

(1) Durch Landesrecht wird bestimmt, dass Pläne für einen möglichst schadlosen Wasserabfluss, den technischen Hochwasserschutz und die Gewinnung, insbesondere Rückgewinnung von Rückhalteflächen sowie weitere dem Hochwasserschutz dienende Maßnahmen (Hochwasserschutzpläne) aufzustellen sind, soweit dies erforderlich ist. Die Hochwasserschutzpläne dienen dem Ziel, die Gefahren, die mindestens von einem statistisch einmal in 100 Jahren zu erwartenden Hochwasser ausgehen, so weit wie möglich und verhältnismäßig zu minimieren. In die Hochwasserschutzpläne sind insbesondere Maßnahmen zum Erhalt oder zur Rückgewinnung von Rückhalteflächen, zu deren Flutung und Entleerung nach den Anforderungen des optimierten Hochwasserabflusses in Flussgebietseinheiten, zur Rückverlegung von Deichen, zum Erhalt oder zur Wiederherstellung von Auen sowie zur Rückhaltung von Niederschlagswasser aufzunehmen.

Gesetz zu weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes und zur Vereinfachung des Hochwasserschutzes (Hochwasserschutzgesetz II)

§ 78a: Sonstige Schutzvorschriften für festgesetzte Überschwemmungsgebiete

(1) In festgesetzten Überschwemmungsgebieten ist Folgendes untersagt:

7. die Umwandlung von Grünland in Ackerland,
8. die Umwandlung von Auwald in eine andere Nutzungsart.

(5) In der Rechtsverordnung nach §76 Absatz 2 sind weitere Maßnahmen zu bestimmen oder Vorschriften zu erlassen, soweit dies erforderlich ist

1. zum Erhalt oder zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer Überflutungsflächen
2. zur Vermeidung oder Verringerung von Erosion oder von erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf Gewässer, die insbesondere von landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgehen
3. zum Erhalt oder zur Gewinnung, insbesondere Rückgewinnung, von Rückhalteflächen
4. zur Regelung des Hochwasserabflusses

4.1.2.3. Vorgaben der Bundesländer: Bayern

Die Vorgaben des Bundes werden in die gesetzlichen Regelungen der Länder überführt. Dabei können beispielsweise bei der Festlegung von nutzungsfreien Gewässerrandstreifen nach § 38 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) abweichende Regelungen erlassen werden. Die Gewässerrandstreifen dienen der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen. In Bayern wird der Gewässerrandstreifen im Bayerischen Wassergesetz und im Bayerischen Naturschutzgesetz festgeschrieben.

[Bayerisches Wassergesetz \(BayWG\)](#)

Das Bayerische Wassergesetz von 2010 wurde zuletzt 2019 aktualisiert (Bayerische Staatskanzlei 2019).

Art. 21: Gewässerrandstreifen (Zu § 38 WHG, abweichend von § 38 Abs. 3 bis 5 WHG)

(1) Der Gewässerrandstreifen ist an Gewässern erster und zweiter Ordnung **auf Grundstücken des Freistaates Bayern 10 Meter breit**. Auf Gewässerrandstreifen nach Satz 1 sind

1. die ackerbauliche und gartenbauliche Nutzung sowie der Einsatz und die Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ausgenommen Wundverschlussmittel zur Baumpflege und Wildbisschutzmittel, verboten und
2. Bäume und Sträucher zu erhalten, soweit die Beseitigung nicht für den Ausbau oder die Unterhaltung der Gewässer, zur Pflege des Bestandes, aus besonderen Artenschutzgründen oder zur Gefahrenabwehr erforderlich ist oder im Rahmen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft erfolgt.

§ 38 Abs. 5 WHG gilt entsprechend. Art. 16 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 des Bayerischen Naturschutzgesetzes bleibt unberührt.

(2) Über Abs. 1 hinaus können im Rahmen der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel die Zwecke des Gewässerrandstreifens an allen Gewässern durch Einbeziehung der Grundstücke oder der Flächen in eine Fördermaßnahme erreicht werden, die auch dem Schutz des jeweiligen Gewässers dient.

(3) Für die mit Art. 16 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 des Bayerischen Naturschutzgesetzes einhergehenden Einschränkungen bisher zulässiger und tatsächlich ausgeübter Nutzungen wird nach Maßgabe der verfügbaren Haushaltsmittel ein angemessener Geldausgleich gewährt.

[Bayerisches Naturschutzgesetz \(BayNatSchG\)](#)

Das Bayerische Naturschutzgesetz liegt in der aktuellen Fassung von 2011 vor und wurde 2020 zuletzt aktualisiert (Bayerische Staatskanzlei 2020).

Art. 16: Schutz bestimmter Landschaftsbestandteile

(1) Es ist verboten, in der freien Natur

1. Hecken, lebende Zäune, Feldgehölze oder -gebüsche einschließlich Ufergehölze oder -gebüsche zu roden, abzuschneiden, zu fällen oder auf sonstige Weise erheblich zu beeinträchtigen,
2. Höhlen, ökologisch oder geomorphologisch bedeutsame Dolinen, Toteislöcher, aufgelassene künstliche unterirdische Hohlräume, Trockenmauern, Lesesteinwälle sowie Tümpel und Kleingewässer zu beseitigen oder erheblich zu beeinträchtigen,
3. entlang natürlicher oder naturnaher Bereiche fließender oder stehender Gewässer, ausgenommen künstliche Gewässer im Sinne von § 3 Nr. 4 des Wasserhaushaltsgesetzes und Be- und Entwässerungsgräben im Sinne von Art. 1 des Bayerischen Wassergesetzes, in einer Breite von **mindestens 5 m** von der Uferlinie diese garten- oder ackerbaulich zu nutzen (**Gewässerrandstreifen**).

In Bayern kann auch nach dem Bayerisches Naturschutzgesetz Art. 5b Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (BayNatSchG) zur Umsetzung natur- und artenschutzfachlicher Ziele im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel die natur- und artenschutzverträgliche Bewirtschaftung und Pflege von Gewässerrandstreifen gefördert werden (BayNatSchG 2020). Zudem ist es nach Art. 16 verboten, in der freien Natur entlang natürlicher oder naturnaher Bereiche fließender oder stehender Gewässer, ausgenommen künstliche Gewässer im Sinne von § 3 Nr. 4 des Wasserhaushaltsgesetzes

und Be- und Entwässerungsgräben im Sinne von Art. 1 des Bayerischen Wassergesetzes, in einer Breite von mindestens 5 m von der Uferlinie diese garten- oder ackerbaulich zu nutzen (Gewässerrandstreifen) (BayNatSchG 2020).

Im Vergleich mit den beiden anderen Bundesländern der Beispielflüsse, Saarland und Sachsen, fallen die Regelungen in allen drei unterschiedlich aus (Tabelle 13). In Bayern bestehen die aktuellen Vorgaben erst seit dem im Rahmen des Volksbegehrens „Artenvielfalt“ im Februar 2019 Gesetzesänderungen verlangt und im Rahmen einer Aktualisierung in das Gesetz aufgenommen wurden (Volksbegehren Artenvielfalt o.J.). In Bayern und im Saarland schließt sich der Gewässerrandstreifen an der Mittelwasserlinie an, während er in Sachsen entweder an der Böschungsoberkante bzw. wenn diese schwer erkennbar oder nicht vorhanden ist an der Linie des mittleren Hochwasserstandes (arithmetisches Mittel der Höchstwerte der Wasserstände der letzten 20 Jahre) beginnt.

Tabelle 13: Vergleich der gesetzlichen Regelungen in den drei betroffenen Bundesländern am Beispiel des Gewässerrandstreifens und der zugehörigen Definition des Ufers.

Land (Fluss)	Regelungen zum Gewässerrandstreifen	Ufer/-linie (Definition)
Bayern (Ammer)	<p>BayWG: Art. 21: Gewässerrandstreifen (1) Der Gewässerrandstreifen ist an Gewässern erster und zweiter Ordnung auf Grundstücken des Freistaates Bayern 10 Meter breit</p> <p>BayNatSchG: Art. 16: Schutz bestimmter Landschaftsbestandteile (1) Es ist verboten, in der freien Natur 3. entlang natürlicher oder naturnaher Bereiche fließender oder stehender Gewässer, ausgenommen künstliche Gewässer (...) und Be- und Entwässerungsgräben (...) in einer Breite von mindestens 5 m von der Uferlinie diese garten- oder ackerbaulich zu nutzen (Gewässerrandstreifen)</p>	<p>BayWG Art. 12 Uferlinie (1) Die Grenze zwischen dem Gewässer und den Ufergrundstücken wird durch die Linie des Mittelwasserstands unter besonderer Berücksichtigung der Grenze des Pflanzenwuchses (Uferlinie) bestimmt.</p>
Saarland (Blies)	<p>SWG § 56 Unterhaltung, Pflege und Entwicklung, Gewässerrandstreifen 1. innerhalb bebauter Ortsteile bis zu mindestens fünf Metern, gemessen von der Uferlinie, 2. außerhalb bis zu mindestens zehn Metern, gemessen von der Uferlinie</p>	<p>SWG § 6 Uferlinie (1) Die Grenze zwischen dem Gewässer und den Ufergrundstücken (Uferlinie) wird durch die Linie des Mittelwasserstandes bestimmt.</p>
Sachsen (Mulde)	<p>SächsWG § 24 Ufer und Gewässerrandstreifen (2) An das Ufer schließt sich abweichend von § 38 Abs. 2 Satz 1 und 2 WHG landwärts ein zehn Meter, innerhalb von im Zusammenhang bebauten Ortsteilen fünf Meter breiter Gewässerrandstreifen an.</p>	<p>SächsWG § 23 Uferlinie (1) Die Uferlinie bildet die Grenze zwischen dem Bett eines Gewässers und den Ufergrundstücken und wird durch die Linie des Mittelwasserstands, bei gestauten Gewässern durch die Linie des Stauziels, unter besonderer</p>

	<p>Die Gewässerrandstreifen sollen vom Eigentümer oder Besitzer standortgerecht im Hinblick auf ihre Funktionen nach § 38 Abs. 1 WHG bewirtschaftet oder gepflegt werden.</p>	<p>Berücksichtigung der Ufergestaltung bestimmt.</p> <p>(3) Als Mittelwasserstand gilt das arithmetische Mittel der Wasserstände der letzten 20 Jahre. (...)</p> <p>SächsWG § 24 Ufer und Gewässerrandstreifen</p> <p>(1) Die Ufer der Gewässer einschließlich ihres Bewuchses sind zu schützen. Als Ufer gilt die zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante liegende Landfläche. Fehlt eine Böschungsoberkante, tritt an ihre Stelle die Linie des mittleren Hochwasserstandes. Als mittlerer Hochwasserstand gilt das arithmetische Mittel der Höchstwerte der Wasserstände der letzten 20 Jahre, bei gestauten Gewässern die Linie des höchsten Stauziels. (...)</p>
--	---	--

Weitere rechtliche Vorgaben sind auf regionaler Ebene der Landschaftsrahmenplan und der Regionalplan, die Biotopverbundflächen und Schutzgebietskulissen festlegen. Diese werden auf kommunaler Ebene in die Landschaftsplanung und die Flächennutzungsplanung überführt, die sicherstellen, dass Flussauen nicht durch bauliche Nutzungen beeinträchtigt werden (Suske & Schnetzer 2017).

In Bayern kommt noch die Alpenkonvention hinzu, die eine grenzüberschreitende, nachhaltige Entwicklung des Alpenraums regelt, mit dem Ziel gesunde Wassersysteme zu schützen bzw. wiederherzustellen (Suske & Schnetzer 2017).

Zuständigkeiten für wasserwirtschaftliche Belange in Bayern

Um Maßnahmen im Sinne des Freien Pendelraums zu planen bzw. umzusetzen ist es notwendig, die Strukturen und Zuständigkeiten der Behörden im betroffenen Bundesland zu kennen. Relevant sind für Maßnahmen an Fließgewässern bzw. in der Flussaue meist die Wasserbehörden und die Naturschutzbehörden.

An der Ammer in Bayern sind dies im Bereich der Wasserbehörde (StMUV o. J. a):

- Oberste: Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)
- Obere: die sieben Bezirksregierungen
- Untere: 17 Wasserwirtschaftsämter (an der Ammer im Projektgebiet: Wasserwirtschaftsamt Weilheim)

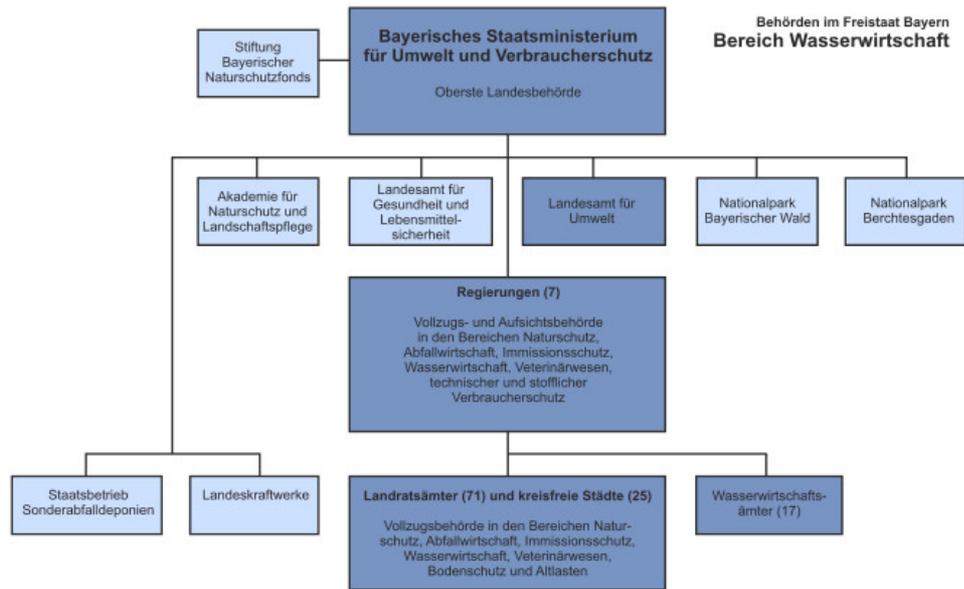


Abbildung 30: Organisation im Bereich der Wasserwirtschaft in Bayern (StMUV o. J. a).

Die oberste Landesbehörde für Belange der Wasserwirtschaft ist das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV). Das LfU ist die zentrale wissenschaftlich-technische Fachbehörde für wasserwirtschaftliche Fachfragen. Das LfU berät das StMUV und ist auch Anlaufstelle für weitere Behörden und Institutionen der Wasserwirtschaft.

Die Bezirksregierungen sind die staatlichen Mittelbehörden der Wasserwirtschaftsverwaltung. Sie koordinieren die Vorgänge innerhalb des jeweiligen Regierungsbezirkes und stellen einen möglichst gleichmäßigen Verwaltungsvollzug durch die unteren staatlichen Behörden sicher.

Die Wasserwirtschaftsämter sind die technischen Fachbehörden auf der unteren staatlichen Verwaltungsebene. Sie sind für die Unterstützung und Beratung der Regierungen und Kreisverwaltungsbehörden beim Vollzug der wasserwirtschaftlichen Aufgaben zuständig. Die Wasserwirtschaftsämter sind u. a. verantwortlich für

- den Ausbau (z.B. Hochwasserschutz, Flussrenaturierung) und die Unterhaltung der staatlichen Gewässer, Wildbäche und wasserbaulichen Anlagen
- das gewässerkundliche Messwesen und die technische Gewässeraufsicht,
- die Beratung und Förderung der Kommunen.

Die Naturschutzbehörden in Bayern sind strukturiert wie folgt (StMUV o.J. b):

- Oberste: das Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
- Höhere: die sieben Bezirksregierungen
- Untere: 71 Landratsämter und 25 kreisfreien Städte

Die Naturschutzbehörden sind für die Durchführung und Umsetzung der Naturschutzgesetze der Europäischen Union sowie von Bund und Land verantwortlich, um dadurch die Artenvielfalt, Lebensraumvielfalt und Erholungsqualität der Landschaft und Heimat zu erhalten und weiter zu entwickeln.

Die genannten Naturschutzbehörden werden fachlich von dem Landesamt für Umwelt (LfU), der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) sowie den beiden Nationalparkverwaltungen unterstützt. Darüber hinaus gibt es ehrenamtlich tätige Naturschutzbeiräte für die wissenschaftliche

und fachliche Beratung. Die unteren Naturschutzbehörden werden zusätzlich von etwa 1000 Mitgliedern der Naturschutzwacht unterstützt.

4.1.3. Stakeholderanalyse an der Ammer

Durch die gewässernahe Lage einiger Ortschaften an der Ammer im Projektgebiet sind die Gemeinden und –verwaltungen wichtige Stakeholder der Ammer, für die die Sicherung bzw. Verbesserung des Hochwasserschutzes ausschlaggebend ist. Als maßgebliche Behörden sind hierbei ebenfalls das Landesamt für Umwelt Bayern sowie das Wasserwirtschaftsamt Weilheim zu nennen, welche bereits einige Renaturierungsvorhaben begleitet bzw. umgesetzt haben (s. Kapitel 4.4.3).

An der Ammer haben sich durch bereits vorangegangene Planungen und Umsetzungen von Renaturierungsvorhaben relevante Strukturen und Dialogformen herausgebildet. Zu nennen ist hier beispielsweise die 1999 gegründete Ammer-Allianz, ein Zusammenschluss verschiedener Verbände, Vereine und Persönlichkeiten aus dem Naturschutzbereich, deren Ziel die Entwicklung eines naturnahen Flusses von hohem Naturschutz- und Freizeitwert bei gleichzeitiger Verbesserung des Hochwasserschutzes ist (Fischereiverband Weilheim e. V. o. J.). Wichtige Einzelverbände sind zum einen der WWF Deutschland, der mit seinem Büro in Weilheim das Hotspotprojekt „Alpenflusslandschaften“ koordiniert, welches mit 18 Projektpartnern über sechs Jahre verschiedene Schutz- und Renaturierungsmaßnahmen sowie zahlreiche Umweltbildungs- und Öffentlichkeitstätigkeiten, u. a. an der Ammer, koordiniert (Suske & Schnetzer 2017). Eine dieser Renaturierungsmaßnahmen findet an der Ammer aktuell kurz oberhalb des Projektgebietes am Schnalwehr statt, welches renaturiert und redynamisiert wird (Alpenflusslandschaften 2019, s. Kapitel 4.4.3). Zum anderen ist der Landesbund für Vogelschutz e. V. an der Ammer aktiv und ebenfalls ein Partner im Hotspot-Projekt. Weitere Nutzer der Ammer sind Angel- und Fischereivereine, im Projektgebiet haben sich sechs Vereine zu den „Ammerfischern“ zusammengeschlossen (Fischereiverband Weilheim e. V. o. J.).

Die intensive Landnutzung vor allem in der Mitte bis zum Norden des Projektgebiets vorwiegend durch Äcker erschwert Renaturierungsvorhaben durch die geringe Flächenverfügbarkeit von Flurstücken in öffentlicher Hand. Die Nutzung reicht meist bis an den gewässerbegleitenden Deich an der Ammer heran.

Zur Befragung von Stakeholdern über die Nutzung und Wahrnehmung der Ammer sowie die Einschätzung der Notwendigkeit von Renaturierungsmaßnahmen wurde ein Fragebogen erstellt (Abbildung 31).



Fragebogen zur Umweltwahrnehmung an der Ammer

1) Flussnahe Grundstücksflächen (Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen möglich.)

Sind Sie...?

Eigentümer Pächter Nutzungsberechtigter Freizeitnutzer Andere: _____

Für Eigentümer, Pächter und evtl. Nutzungsberechtigte (restliche weiter zu Punkt 2):

Wie groß ist Ihr Grundstück? _____

Wo liegt Ihr Grundstück?

Direkt am Fluss *oder*: Entfernung zum Flussufer: bis 20m 20 bis 100m über 100m
Wird Ihr Grundstück regelmäßig überflutet?

Nein, nie Ja, alle paar Jahre Ja, einmal im Jahr Ja, mehrmals im Jahr

Seit wann nutzen Sie das Grundstück?

< 5 Jahre > 5 Jahre > 10 Jahre > 20 Jahre > 30 Jahre

Bewässern Sie Ihr Grundstück?

Ja Nein

Wenn ja, woher stammt das Wasser, das Sie für die Bewässerung auf Ihrem Grundstück verwenden?

Wie nutzen Sie das Grundstück?

Grünland Acker Wald Feuchtgebiet Haus und Garten Freizeit

Weitere:

Bei Grünlandnutzung: Wie bewirtschaften Sie das Grundstück? Mahd Beweidung
Intensität (z. B. Anzahl der Schnitte, Tierbesatz)?

Zeitpunkt/-dauer (z. B. Schnittzeitpunkte, Beweidungsdauer)? _____

2) Wahrnehmung und Nutzung des Flusses und der Auen (Bitte ankreuzen. Mehrfachnennungen möglich.)

Betrachten Sie sich als Nutzer der Ammer?

Ja Nein

Wie häufig sind Sie an der Ammer bzw. wie viel Zeit verbringen Sie durchschnittlich dort (z. B. täglich, einen Nachmittag im Monat)?

Welchen Aktivitäten gehen Sie an der Ammer nach?

Berufliche Aktivität Angeln Baden Sport Weitere Freizeitaktivitäten

Wie schätzen Sie den aktuellen ökologischen Zustand der Ammer (zw. Peißenberg und dem Ammersee) ein?

sehr gut gut mittel schlecht sehr schlecht Das weiß ich nicht

Halten Sie es für wichtig, dass die Ammer auf ihren ökologischen Wert untersucht wird?

Ja, sehr wichtig Ja Nein, unwichtig keine Meinung dazu

Wie stehen Sie zu Maßnahmen, die zu ökologischen Verbesserungen (z. B. Seitenerosion zulassen, Auwaldetablierung fördern) der Ammer führen könnten?

sehr wichtig in begrenztem Umfang wichtig nicht notwendig keine Meinung dazu

Wären Sie an öffentlichen Veranstaltungen oder einer aktiven Mitarbeit für ökologische Verbesserungen an der Ammer interessiert?

Ja, sehr Ja, eventuell eher nicht Nein

Wie wichtig sind Ihnen folgende Maßnahmen?

Der Erhalt bzw. die Verbesserung der Wasserqualität des Flusses (Trinkwasserqualität) ist für mich...

sehr wichtig wichtig eher unwichtig unwichtig

Der Schutz der einheimischen Pflanzen- und Tierarten im Fluss und seiner Umgebung sind mir...

sehr wichtig wichtig eher unwichtig unwichtig

Eine Vergrößerung des Raumes, in dem sich der Fluss frei bewegen kann (s. Bild), halte ich für...

richtig in begrenztem Umfang für richtig nicht notwendig keine Meinung dazu

kein Pendelraum vorhanden		freier Pendelraum vorhanden		Bilder: http://obv.nordest-bsl.org/espace-de-liberte.html
---------------------------------	---	-----------------------------------	--	--

Haben Sie weitere Anmerkungen? _____

3) Pendelraum-Projekt: Mehr Raum für die Flüsse in Deutschland

Möchten Sie weitere Informationen über das Projekt "Freier Pendelraum für Fließgewässer – Methoden zur Anwendung des Konzeptes an Beispielen in Deutschland" des Aueninstituts erhalten?

per Post per E-Mail Nein danke

Persönliche Angaben (Freiwillige Angaben. Ergebnisse werden nur anonymisiert ausgewertet.)

Geschlecht: (W) (M) Alter: _____ Jahre Name: _____

Kontakt (Postadresse/E-Mail): _____

Vielen Dank für Ihre Teilnahme! Bitte senden Sie den Fragebogen an uns zurück:

Per E-Mail: aueninstitut@ifgg.kit.edu

Per Post: Aueninstitut Rastatt, Josefstr. 1, 76437 Rastatt

Abbildung 31: Stakeholder-Fragebogen für die Ammer.

1) Flussnahe Grundstücksflächen

Die Auswertung der Fragebögen ergibt für die Angaben gewässernaher Grundstücksflächen, dass unter den erfassten Stakeholdern nur wenige Grundbesitzer waren, deren Flächen nie oder nur alle paar Jahre überflutet werden. Die Flächen sind in zwei Fällen von Grünland bedeckt, Wald- und Streuobstnutzung gibt es auf jeweils einer Fläche (Abbildung 32).

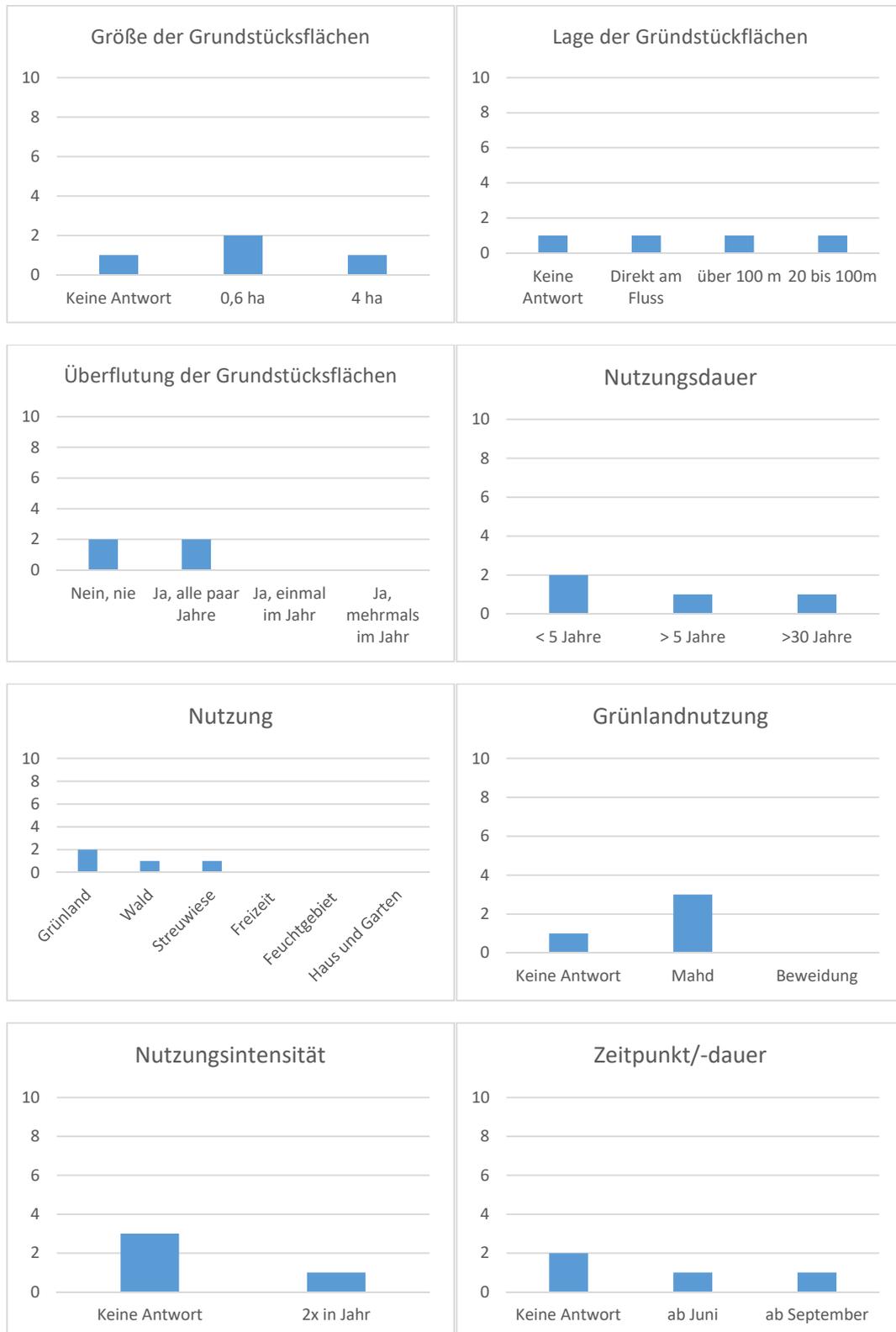
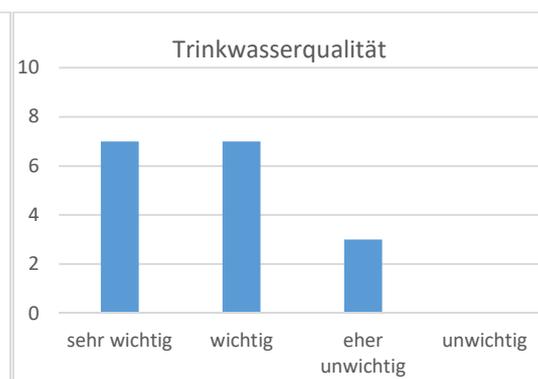
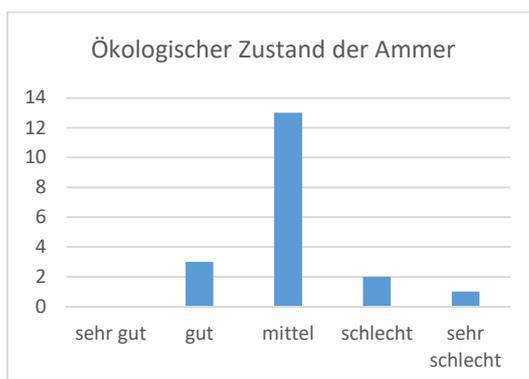
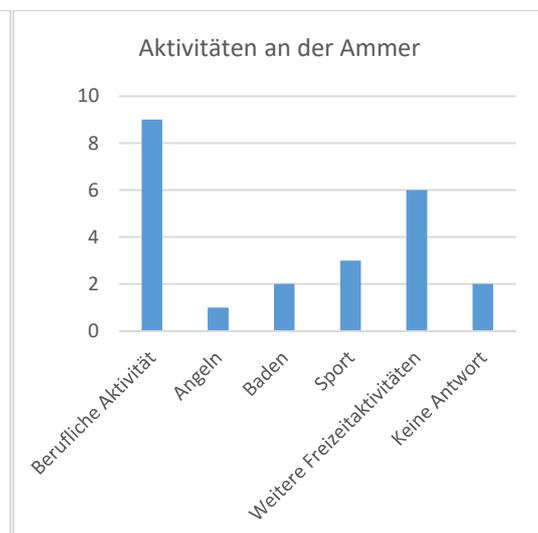
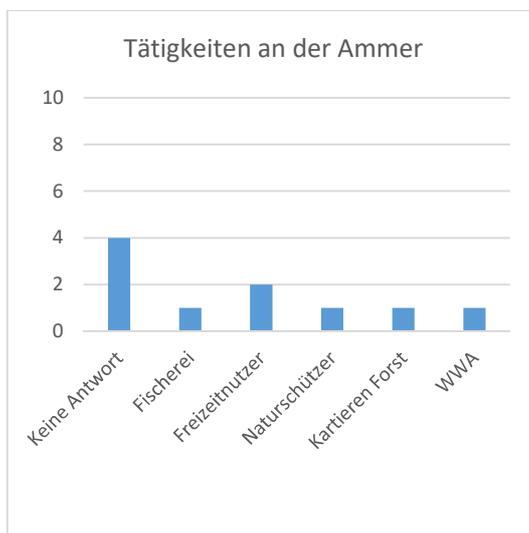
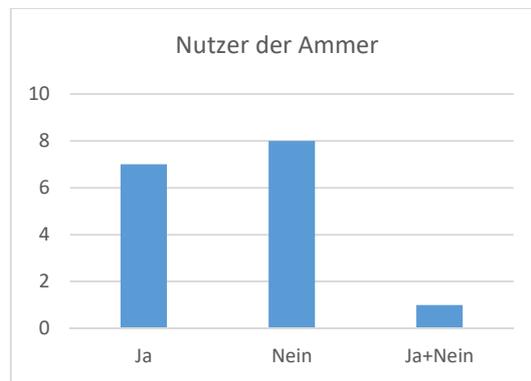


Abbildung 32: Auswertung der Stakeholder-Fragebögen an der Ammer für den ersten Themenbereich über flussnahen Grundstücksflächen (n=17, y-Achse: Anzahl Rückmeldungen).

2) Wahrnehmung und Nutzung des Flusses und der Auen

Die Ammer wird vielfältig in der Freizeit genutzt bzw. die Freizeit an der Ammer verbracht. Jedoch werden auch berufliche Aktivitäten, wie Belange der Wasserwirtschaft sowie forstliche Kartierungen, an der Ammer ausgeführt.

Der ökologische Zustand der Ammer wird größtenteils als „mittel“ eingestuft, einzelne Bewertungen geben aber auch einen „guten“ oder „schlechten“ bis „sehr schlechten“ Zustand an. Daher finden die meisten Stakeholder, dass eine Notwendigkeit für ökologische Untersuchungen und den Schutz der Pflanzen und Tiere besteht und sehen den Ansatz, diese über einen Freien Pendelraum zu erreichen, als „richtig“ an (Abbildung 33).



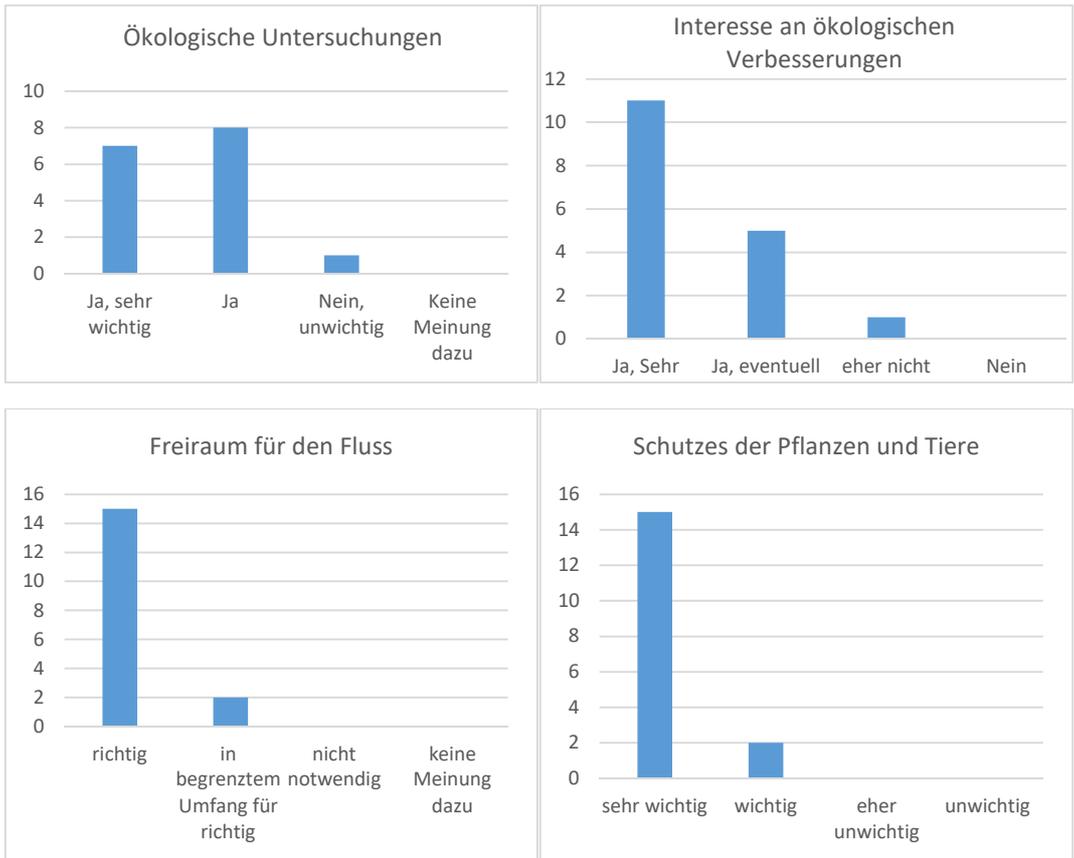


Abbildung 33: Auswertung der Stakeholder-Fragebögen für den zweiten Themenbereich über die Wahrnehmung der Ammer (n=17, y-Achse: Anzahl Rückmeldungen).

Zur Information der Stakeholder wurde ein Faltpapier erstellt (Abbildung 34). Dieses besteht aus einem allgemeinen Teil zur Erklärung und Verbreitung des Pendelraum-Konzepts sowie aus einem flussspezifischen Teil (Abbildung 34). Es wurde im Format DIN A4 ausgedruckt per Post oder digital per E-Mail versendet.

Die Ammer

entspringt bei Oberammergau und mündet nördlich von Weilheim in den Ammersee (Bayern). Aufgrund ihrer Lage in den Voralpen ist sie als dynamischer Wildfluss durch die starken Niederschläge und die Schneeschmelze der Alpen geprägt. Sie hat eine sehr gute Wasserqualität und beherbergt viele geschützte Tier- und Pflanzenarten. Durch Uferverbau und Eindeichung ist sie jedoch vor allem im Unterlauf in ihrer natürlichen Entwicklung stark eingeschränkt.

Länge: 190 km
Einzugsgebiet: 3.100 km²
Quelle: Ostalpen-Nord
Flusssystem: Ammer > Ammersee > Amper > Isar > Donau > Schwarzes Meer

Bewertungen der Ammer

Kategorie	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig
Gesamtbewertung	34%	52%	14%	0%
Abfluss und Geschiebeführung	93%	5%	2%	0%
Gewässermorphologie	37%	34%	31%	14%
Wasserqualität	100%	0%	0%	0%
Nutzung im Umfeld	39%	17%	22%	22%
Biologische Durchgängigkeit	37%	50%	7%	1%
Auentypischer Arten und Lebensräume	29%	43%	28%	0%

Quelle: Hettich & Ruff. Freiheit für das Wilde Wasser. Die WWF- Alpenflusstudie. 2011.

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Geographie und Geoökologie

Haben Sie noch Fragen?

Abteilung Aueninstitut

Josefstrasse 1, Rastatt D-76437 <https://www.ifgg.kit.edu/aueninstitut/>
Tel. +49 (0)7222 3807-0 Fax +49 (0)7222 3807-99
astrid.wittmann@kit.edu oder isabell.juszczak@kit.edu

gefördert durch

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Karlsruher Institut für Technologie

Freier Pendelraum für Fließgewässer in Deutschland

Die Ammer



Abbildung 34: Vorder- und Rückseite des erstellten Projektfaltblatts zur Information über das Freie Pendelraum-Projekt in Bezug auf die Ammer.

4.1.4. Ergebnisse der Vegetationskartierung

4.1.4.1. Auwaldvegetation der Ammer

Betrachtet man die Auwälder in Süddeutschland, so kann man großräumig neben Gemeinsamkeiten, auch deutliche Unterschiede feststellen, aufgrund deren sich eine Dreigliederung herauskristallisiert. Diese bezieht sich

1. auf das Rhein-Maingebiet und die niederbayrischen Donauauen,
2. den schwäbisch-oberbayerischen Donaauraum und
3. auf das Gebiet der Alpenflüsse (Müller, Oberdorfer & Seibert in Oberdorfer (1992)) einschließlich ihres Vorlandes.

Obwohl die Auenvegetation als azonal betrachtet wird, sind klimatisch mit der nach Osten steigenden Kontinentalität Unterschiede in der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften festzustellen (Schwabe 1985). Bezogen auf den schwäbisch-oberbayerischen Donaauraum und die Alpenflüsse bzw. das Alpenvorland zeichnete sich im ursprünglichen Zustand eine ähnliche, und doch in Teilbereichen auch unterschiedliche Entwicklung ab (s. Abbildung 35). Diese würde ohne menschliche Eingriffe in allen drei oben erwähnten Großräumen mit Silberweidenbeständen beginnen und je nach Standort, Höhe, Dauer, Zeitpunkt und Häufigkeit der Überflutung sowie bedingt durch die Korngrößen und Zusammensetzung des mitgeführten Geschiebes (kalkhaltig oder kristallin) und der Schwebstoffe auf den höchsten Stellen zum Eichen-Ulmenauenwald führen.

Während diese Entwicklung z.B. am Rhein ohne Zwischenstufen verlief, wurden im schwäbisch-oberbayerischen Donaauraum Zwischenstufen festgestellt (Seibert 1992). An den Alpenflüssen und ihrem Vorland verlief die Entwicklung ähnlich und doch etwas unterschiedlich vom Silberweiden-Auwald, der kaum großflächig vorkam, über Zwischenstufen zu einem ausgeprägten Grau-Erlenwald, der in einer Ausprägung mit Esche (*Fraxinus excelsior*) und Roter Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) zum Eichen-Ulmen-Auenwald führte. Hätte der Mensch nicht eingegriffen, wäre diese Entwicklung mit ihren natürlichen Auwaldbeständen auch heute noch deutlich sichtbar. Vorhandene Restbestände und Kennarten ermöglichen Rückschlüsse auf die potentiell natürliche Vegetation.

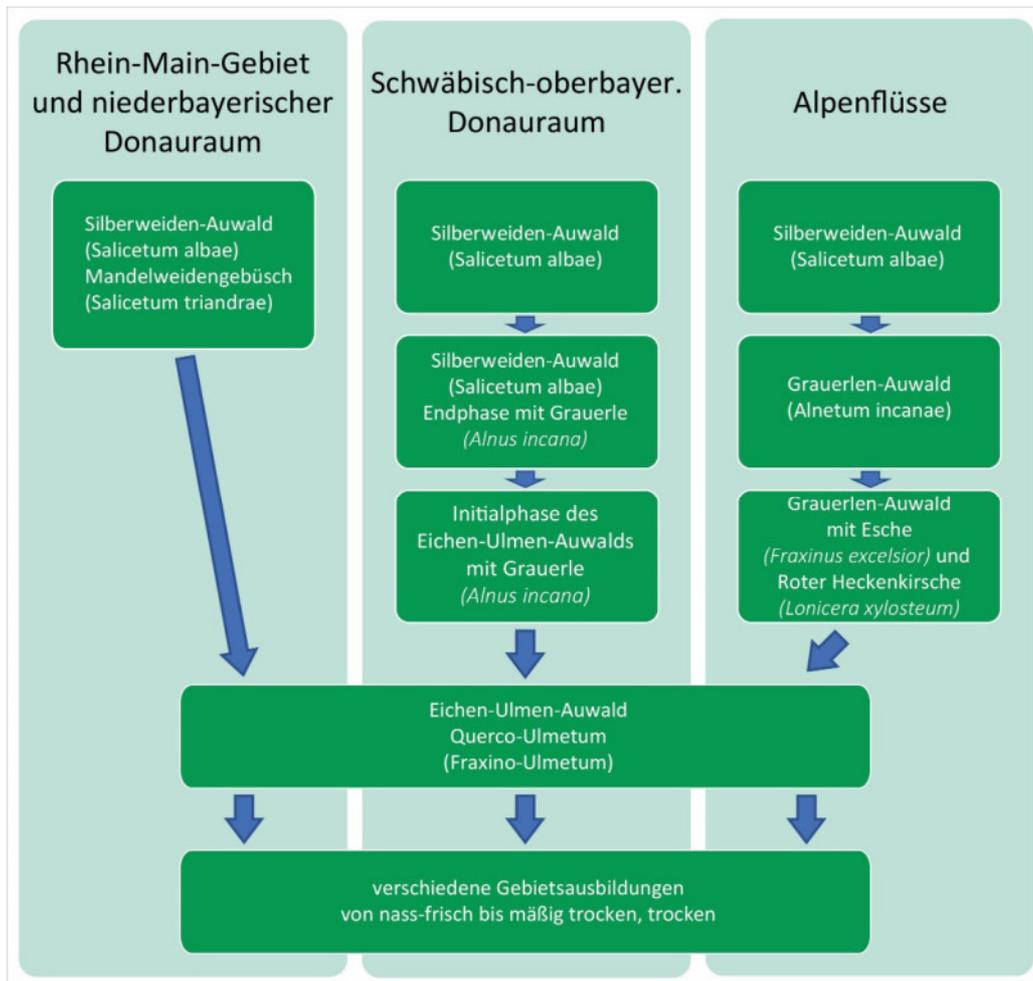


Abbildung 35: Entwicklungsphasen der Auenwäldern Süddeutschlands (E. Schneider nach Seibert in Oberdorfer et al. 1992).

Insgesamt lassen sich an den Flüssen im Alpenvorland, vor allem an den Hauptzuflüssen der Donau, an Iller, Lech, Isar, Inn und ihren Nebenflüssen einige die Auen prägende Waldtypen erkennen, die trotz bedeutender, menschlicher Eingriffe Gemeinsamkeiten aufweisen, auch wenn ihre Naturnähe je nach Flussgebiet und Flussabschnitten der einzelnen Gewässer unterschiedlich ist (s. a. Birkel & Mayer 1992). Dabei geht es um:

- Weidenauenwälder (kleinflächig)
- Grauerlen-Weiden-Auwälder
- Grauerlen-Auwälder
- Kleine Restflächen von Hartholzauenwäldern bzw. Entwicklungsstufen zwischen Grauerlen und Hartholzauenwälder mit Eiche, Esche und Ulme

An der Ammer kamen die genannten Auwald-Gesellschaften auch vor, sind aber teils durch menschliche Eingriffe auf kleine Restflächen oder schmale, galerieartige Bestände begrenzt und forstlich durch Fichtenpflanzungen stark umgewandelt worden.

Betrachtet man die Auwaldbereiche im Untersuchungsgebiet, so kann man anhand der Aufnahmen in den festgelegten Probeflächen noch Eigenschaften und Zusammensetzung der oben erwähnten Pflanzengesellschaften feststellen und die Entwicklung nachvollziehen, die durch die menschlichen Eingriffe stattgefunden hat. Einerseits wäre sie natürlicherweise in Richtung von Eichen-Ulmen-Hartholzauenwäldern verlaufen (ohne Eingriffe) und andererseits verläuft sie in Richtung eines Traubenkirschen-Erlen-Eschenwaldes, der nicht durch Überflutung, sondern durch hohe, schwankende Grundwasserstände gekennzeichnet ist.

Durch den Ausfall der Überflutungen und die fehlende hydrologische und morphologische Dynamik zeichnet sich eine Entwicklung in Richtung Grundwasser beeinflusster Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald (Pruno-Fraxinetum Oberd 1953) ab, dessen Stadien in den Probeflächen 5, 6 (am rückverlegten Deich und am alten Mäander) deutlich erkennbar sind (Tabelle 14, Tabelle 15). Dieser Waldtyp kam dort auch vor menschlichen Eingriffen in Flutrinnen und verlassenen Flussschlingen vor (Oberdorfer et al. 1992), entwickelt sich derzeit aber auch in dem noch erkennbaren **Grauerlenwald mit Esche und Roter Heckenkirsche**, wobei letztere sowohl im Grauerlenwald, als auch Pruno-Fraxinetum eine charakteristische Art ist.

Die Vegetation wurde anhand von Plots in repräsentativen Flächen im Projektgebiet erfasst (Abbildung 36, Abbildung 37, Abbildung 39, Abbildung 40).

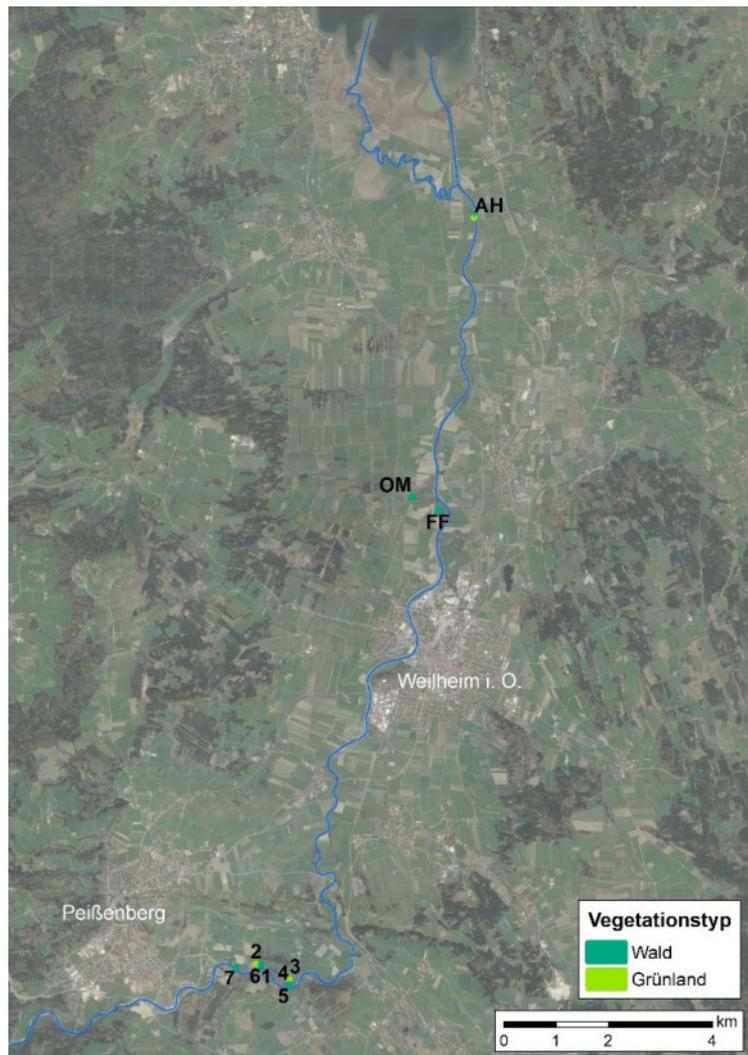


Abbildung 36: Lage der Vegetations-Plots im Projektgebiet der Ammer. Im Süden flussab von Peißenberg liegen die Plots 1 bis 7, flussab von Weilheim bei Unterhausen die Plots „Ochsenbachmäander“ (OM) und „Fichtenforst südlich des Ochsenbachmäanders“ (FF) und im Norden der Plot „Ammerhöfe“ (AH).

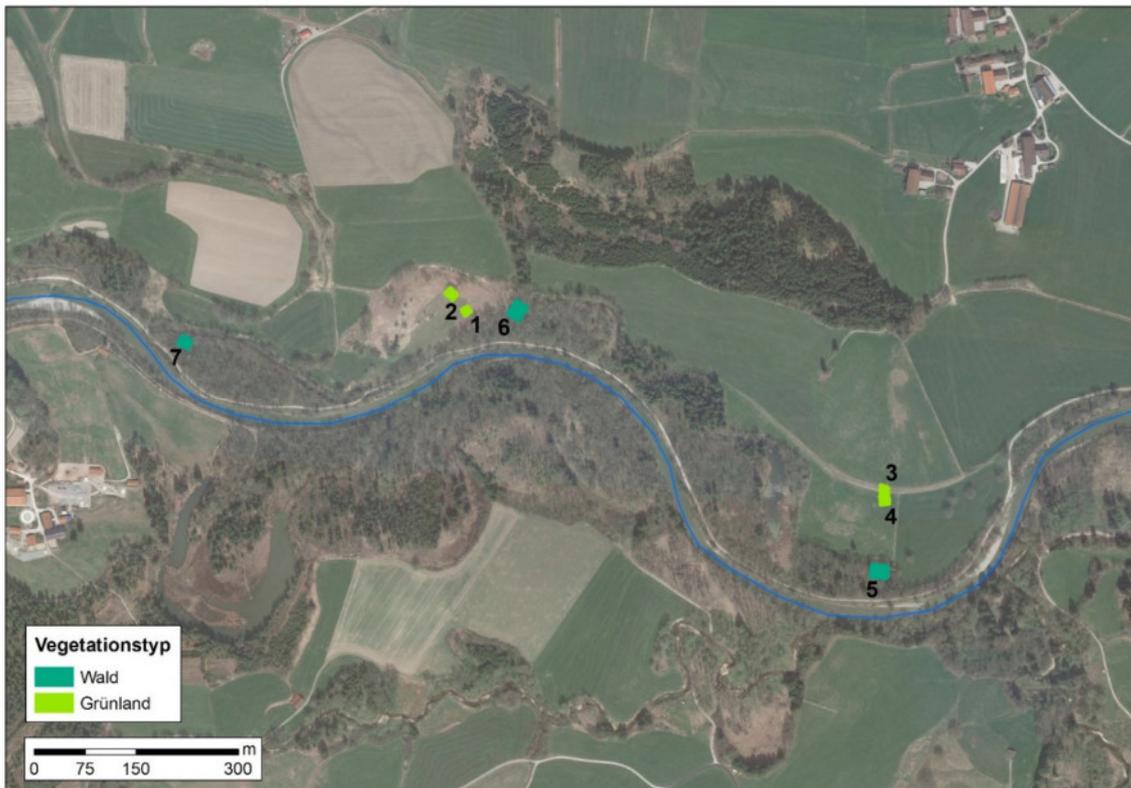


Abbildung 37: Detailansicht der Plots 1 bis 7 flussab von Peißenberg.

Probefläche am rückverlegten Deich (Plot 5)

Beim rückverlegten Deich kann man anhand der vorhandenen Arten erkennen, dass ohne menschliche Eingriffe eine Entwicklung in Richtung Eichen-Ulmenwald stattgefunden hätte, was an den vielen für diesen Waldtypus kennzeichnenden Frische- (Zeigerwert 5), mäßig Feuchte- (6) und Feuchtezeigern (7) ablesbar ist (Tabelle 14, Abbildung 37). Frischezeiger, wie sie in Hartholzauenwäldern vorkommen überwiegen hier gegenüber Feuchte- und Nässe anzeigende Arten (Ellenberg et al. 2001, Oberdorfer 2001). Auch überflutungstolerante sowie wechselnde Feuchtigkeit ertragende Arten zeigen an, dass es hier noch möglich wäre, eine Entwicklung periodisch überfluteter Auwälder zu erreichen. Die Arten des Verbandes Alno-Ulmion, der Fagetalia und Querco-Fagetea, die gegenüber anderen Gruppen überwiegen, weisen auch in diese Richtung hin. Am Rande des untersuchten Waldbestandes (Probefläche 5) waren auch Hochstauden wie *Telekia speciosa* anzutreffen, die natürlicherweise an Säumen von Grauerlenbeständen oder Übergangsstadien zu Eichen-Hainbuchenwäldern und im montanen Bereich zu Buchenwäldern vorkommen.



Abbildung 38: *Telekia speciosa* (Großblumiger Scheinalant) (links) vor Grauerlenauwald und *Lonicera xylosteum* (Rote Heckenkirsche) (rechts) als Waldsaum an der Ammer flussab von Peißenberg (Fotos: E. Schneider).

Tabelle 14: Grauerlenwald mit Esche und Roter Heckenkirsche (im Übergangstadium zu Traubenkirschen, Erlen-Eschenwald/*Pruno Fraxinetum*).

Ammer beim rückverlegten Deich		Plot 5				
		Jahr der Aufnahme	2018	2018	2018	2019
Soz.V.	F	Aufnahmeflächen (gesamt & Teilfl.) Kronendeckung	ges. 0,6	p1	p2	ges. 0,6
		Baumschicht 7-25 m				
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	3	1	2	3
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	3	1	1	3
Pic	x	<i>Picea abies</i>	1	3	.	1
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra (montana)</i>	1	1	.	1
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	1	.	1	1
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	+	.	.	+
		Strauchschicht 1-5 m				
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	+	.	.	+
Qu-F	5	<i>Lonicera xylosteum</i>	3	.	1	1
Pru	x	<i>Viburnum opulus</i>	1	.	+	+
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	2	.	+	2
Epl	6	<i>Salix caprea</i>	1	.	1	1
Qu-F	4	<i>Viburnum lantana</i>	1	.	+	+
x	5	<i>Sambucus nigra (5)</i>	2	2	.	2
Pic	x	<i>Picea abies (3-4)</i>	+	+	.	.
Pru	4	<i>Ligustrum vulgare</i>	3	.	.	3
ALN	8~	<i>Frangula alnus</i>	1	.	.	1
x	x	<i>Rubus caesius</i>	1	.	.	4
Pru	4	<i>Prunus spinosa</i>	1	.	.	1
		Gehölzverjüngung				
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	+	+	.	+
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	+	+	.	+
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra (montana)</i>	+	.	+	+
Pru	4	<i>Crataegus monogyna</i>	+	.	+	+
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	+	.	+	+
Qu-F	4	<i>Viburnum lantana</i>	+	.	+	.
Pru	x	<i>Viburnum opulus</i>	.	.	.	+
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	1	.	.	+
		Krautschicht				

Ammer beim rückverlegten Deich		Plot 5				
Cal	8	<i>Scirpus sylvaticus</i>	+	+	+	+
Al-UI	7	<i>Stachys sylvatica</i>	+	+	2	+
FAG	5	<i>Lamium galeobdolon</i>	2	+	3	+
Al-UI	5~	<i>Pulmonaria officinalis ssp. maculata</i>	+	+	2	1
x	6	<i>Primula elatior</i>	+	+	.	+
x	6~	<i>Carex brizoides</i>	+	+	.	+
Arct	5	<i>Arctium lappa</i>	+	+	.	.
FAG	6	<i>Allium ursinum</i>	+	+	.	1
Qu-F	5	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	+	.	+
FAG	5	<i>Impatiens parviflora</i>	+	+	.	-
Al-UI	7	<i>Festuca gigantea</i>	+	+	.	+
FAG	x	<i>Mercurialis perennis</i>	2	.	3	+
Glec	6	<i>Aegopodium podagraria</i>	3	.	3	4
x	6	<i>Ajuga reptans</i>	+	.	.	+
FAG	5	<i>Carex sylvatica</i>	+	.	+	+
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	+	.	+	+
Glec	6	<i>Glechoma hederacea</i>	1	.	2	1
Glec	5	<i>Alliaria petiolata</i>	+	.	+	+
x	7~	<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	.	+	+
Al-UI	7	<i>Carex strigosa</i>	+	.	+	+
FAG	5	<i>Lilium martagon</i>	+	.	+	.
FAG	5	<i>Geum urbanum</i>	+	.	+	+
Al-UI	8	<i>Equisetum telmateia</i>	+	.	+	+
Al-UI	7~	<i>Equisetum hyemale</i>	+	.	+	+
Art	x	<i>Galium aparine</i>	+	.	+	1
FAG	6	<i>Circaea lutetiana</i>	+	.	+	+
FAG	5	<i>Asarum europaeum</i>	+	.	.	+
Qu-F	5	<i>Anemone nemorosa</i>	+	.	.	+
Carp	5	<i>Vinca minor</i>	+	.	.	+
Al-UI	8	<i>Carex pendula</i>	+	.	.	1
Al-UI	8=	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	+	.	.	.
Ph	9=	<i>Poa palustris</i>	.	.	.	+
x	5	<i>Vicia sepium</i>	.	.	.	+
Arrh	5	<i>Galium mollugo</i>	.	.	.	+
x	5	<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	+
FAG	6	<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	.	+
D-Me	4	<i>Daucus carota</i>	.	.	.	+

Aufnahme am rückverlegten Deich flussab von Peißenberg, GPS-Koordinaten: 47, 78356° N, 011,10516° E

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl. = Klasse

Ag = V. Agropyro-Rumicion; **Agrop** = Kl. Agropyreteae; **Al-ion** = V. Alliarion; **ALN** = O. Alnetalia glutinosae; **Al-UI** = V. Alno-Ulmion; **Arct** = V. Arction; **Arrh** = V. Arrhenaterion elatioris; **Art** = Kl. Artemisieteeae; **Bid** = V. Bidention; **Cal** = V. Calthion; **Caly** = O. Calystegietalia; **Carp** = V. Carpinion; **D-Me** = V. Dauco-Melilotion; **Epl** = O. Epilobietalia; **FAG** = O. Fagetalia; **Fil** = V. Filipendulion; **Ger** = V. Geranion sanguinei; **Glec** = O. Glechometalia; **Ph** = V. Phragmition; **Pic** = O. Piceetalia abietis; **Pru** = O. Prunetalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fageteae; **Sa** = V. Salicion albae; **Sen** = V. Senecion fluviatilis (O. Calystegietalia); **Ti-Ac** = V. Tilio-Acerion; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

Fläche am Alten Mäander (Plot 6)

Im Vergleich zu Probefläche 5, zeigt die Fläche am alten Mäander ein anderes Bild (Abbildung 37). Hier finden sich noch deutlich die Kennzeichen von Grauerlen-Weiden-Auwäldern, die man an den Abundanz-Dominanzwerten erkennen kann. Die Silberweide (*Salix alba*) ist noch gut vertreten, jedoch

in einer erkennbaren Alterungs- bis Verfallsphase und veränderten ökologischen Bedingungen, so dass keine Verjüngung stattfindet und in den letzten Jahrzehnten auch keine stattgefunden hat (Tabelle 15). Die Entwicklung läuft deutlich in Richtung Traubenkirschen Erlen-Eschenwald, wobei Traubenkirsche (*Prunus padus*) in der Strauchschicht vertreten ist und vereinzelt auch in der Baumschicht vorkommt.

Neben den beiden Hauptbaumarten der Grauerlen-Weidenwälder kommen zerstreut Eschen (*Fraxinus excelsior*) sowie vereinzelt Bergulme (*Ulmus glabra*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Eiche vor. In der Strauchschicht finden sich Eingrifflicher Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), wobei letztere im Untersuchungsgebiet dominant auftritt. Im Übergang von Strauchschicht zu Krautschicht nimmt die Kratzbeere (*Rubus caesius*) stellenweise größere Flächen ein.

In der Krautschicht der Grauerlen-Weidenauenwälder sind Frische- und Feuchtezeiger nährstoffreicher Standorte wie Giersch (*Aegopodium podagraria*), Brennessel (*Urtica dioica*), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), Rühr-mich-nicht-an (*Impatiens noli-tangere*), Gundelrebe (*Glechoma hederacea*) häufig anzutreffen.

Vereinzelt kommen auch Große Schlüsselblume (*Primula elatior*), Haselwurz (*Asarum europaeum*), Geflecktes Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis* ssp. *maculata*) vor. Sie weisen als Bodenreifezeiger auf fortschreitende Bodenentwicklung hin. Der kleinräumige Wechsel von tieferen zu höheren Stellen, von lehmigen Standorten zu durchlässigem Kies-haltigem Untergrund lässt sich an der Verteilung von Arten erkennen: Feuchtigkeit liebende Arten (auf lehmigen Grund) stehen oft unmittelbar neben Zeigerarten für Trockenis oder mäßige Trockenis (F = 4) bis Frische (F =5) auf kieselhaltigem Grund. Auf trockene Stellen mit kiesigem Untergrund weisen auch die Vorkommen von Wolligem Schneeball (*Viburnum lantana*) und Liguster (*Ligustrum vulgare*) hin. Hätte der Mensch an diesen Standorten nicht eingegriffen, wäre hier eine Entwicklung in Richtung Eichen-Ulmen-Auwald abgelaufen.

Vorkommen und Anordnung entlang ökologischer Gradienten von Frische - zu Trockeniszeigern lässt sich anhand der kleinräumigen Abfolge von Frühjahrsgeophyten wie Bärlauch (*Allium ursinum*) (F=6), Gelbes Buschwindröschen (*Anemone ranunculoides*) (F= 6) zu Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) (F = 4) auf etwas höheren Stellen nachvollziehen. Dabei spielen bereits geringe Höhenunterschiede eine wichtige Rolle. Innerhalb des Pruno-Fraxinetum entwickelt sich – bezogen auf die Strauchschicht - eine Ausbildung mit Bärlauch, in der außerdem auch das Gelbe Buschwindröschen (*Anemone ranunculoides*) sowie Aronstab (*Arum maculatum*) und Moschuskraut (*Adoxa moschatellina*) vorkommen (Oberdorfer et al. 1992). Das Vorkommen von Gelbem Eisenhut (*Aconitum lycoctonum* ssp. *vulparia*) und auch von Großer Sterndolde (*Astrantia major*) betont den montanen Charakter dieser Bestände (Seibert in Oberdorfer 1992).

Tabelle 15: Vegetationstabelle an der Ammer am alten Mäander (Plot 6).

Soz.V.	F	Aufnahmefläche (gesamt, Teilfl.) Kronendeckung	2018	2018	2018	2018	2019
			ges 0,6	p1	p2	p3	ges 0,6
Baumschicht							
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	3	1	2	.	3
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	3	2	2	3	3
Pic	x	<i>Picea abies</i>	1	3	.	.	1
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	1	1	+	+	1
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	2	1	.	.	.
Sa	8=	<i>Salix alba</i>	3	.	.	2	1

Soz.V.	F	Aufnahmefläche (gesamt, Teilfl.) Kronendeckung	2018	2018	2018	2018	2019
			ges 0,6	p1	p2	p3	ges 0,6
Pru	4	<i>Crataegus monogyna</i>	3	.	.	1	3
Strauchschicht 1-5 m							
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	+	+	.	.	+
Qu-F	5	<i>Lonicera xylosteum</i>	3	2	2	2	3
Pru	x	<i>Viburnum opulus</i>	+	.	+	.	+
x	5	<i>Sambucus nigra</i>	2	2	1	.	1
Pru	4	<i>Ligustrum vulgare</i>	3	.	.	.	3
ALN	8~	<i>Frangula alnus</i>	+	2	.	.	+
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	2	1	+	1	2
Pru	4	<i>Crataegus monogyna</i>	2	.	.	1	.
Pru	5	<i>Euonymus europaeus</i>	1	.	.	+	.
x	x	<i>Rubus caesius</i>	3	4	3	3	2
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	+	+	.	.	+
Qu-F	5	<i>Pyrus pyraster</i>	+	.	.	.	1
Gehölzverjüngung							
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	+	+	+	.	.
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	+	.	+	.	.
Pru	x	<i>Crataegus monogyna</i>	+	.	+	.	.
Pru	x	<i>Euonymus europaeus</i>	+	.	.	.	.
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	+	.	+	.	.
Pru	4	<i>Viburnum lantana</i>	+	.	+	.	.
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	+	+	1	+	1
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	+	.	+	.	+
Hochstauden							
Caly	8=	<i>Impatiens glandulifera</i>	+	.	+	.	.
Art	x	<i>Solidago canadensis</i>	.	.	.	.	+
Fil	8	<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	.	.	+
Krautschicht							
Cal	8	<i>Scirpus sylvaticus</i>	+	+	+	.	.
Al-UI	7	<i>Stachys sylvatica</i>	2	+	2	.	+
FAG	5	<i>Lamium galeobdolon</i>	2	+	3	.	1
Al-UI	8~	<i>Equisetum telmateia</i>	1	.	+	+	+
x	6	<i>Primula elatior</i>	+	+	+	.	+
x	6~	<i>Carex brizoides</i>	+	+	+	.	.
Art	5	<i>Arctium lappa</i>	+	+	+	.	.
Al-UI	5~	<i>Pulmonaria officinalis maculata</i>	1	+	2	.	.
FAG	6	<i>Allium ursinum</i>	+	+	+	.	.
Qu-F	5	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	+	+	1	+
FAG	5	<i>Impatiens parviflora</i>	+	+	+	.	.
Al-UI	7	<i>Impatiens noli-tangere</i>	.	.	.	+	.
Al-UI	7	<i>Festuca gigantea</i>	+	+	+	.	+
x	7~	<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	.	+	+	+
FAG	x	<i>Mercurialis perennis</i>	2	.	3	.	.
Glec	x	<i>Aegopodium podagraria</i>	2	3	3	2	4
x	6	<i>Ajuga reptans</i>	+	.	.	.	+
FAG	5	<i>Carex sylvatica</i>	+	.	+	.	+
Al-UI	8	<i>Carex pendula</i>	2	1	1	.	1
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	+	+	+	.	.
Glec	6	<i>Glechoma hederacea</i>	1	.	2	.	.
Glec	5	<i>Alliaria petiolata</i>	+	.	+	.	.
FAG	5	<i>Lilium martagon</i>	+	.	+	.	.
FAG	5	<i>Geum urbanum</i>	+	.	+	.	+
Al-UI	7~	<i>Equisetum hyemale</i>	+	.	+	.	1

Soz.V.	F	Aufnahmefläche (gesamt, Teilfl.) Kronendeckung	2018	2018	2018	2018	2019
			ges 0,6	p1	p2	p3	ges 0,6
Art	x	<i>Galium aparine</i>	+	.	+	.	.
FAG	5	<i>Astrantia major</i>	+	.	.	.	.
FAG	5	<i>Asarum europaeum</i>	+	.	+	.	.
Al-UI	6	<i>Anemone ranunculoides</i>	+	.	.	.	+
FAG	7	<i>Aconitum lycotonum ssp. vulparia</i>	+	+	.	.	.
Ph	10	<i>Phragmites australis</i>	+	+	.	.	+
FAG	6	<i>Circaea lutetiana</i>	+	+	+	.	+
Fil	8~	<i>Valeriana officinalis</i>	.	.	+	.	+
x	9~	<i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	+
Qu-F	4	<i>Convallaria majalis</i>	.	.	.	.	2
Al-UI	8=	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	.	.	.	+

Aufnahme am alten Mäanderbogen flussab von Peißenberg, GPS-Koordinaten: 47, 78711° N, 011,09773° E

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl. = Klasse

ALN = O. Alnetalia glutinosae; **Al-UI** = V. Alno-Ulmion; **Art** = Kl. Artemisietae; **Cal** = V. Calthion; **Caly** = O. Calystegietalia; **FAG** = O. Fagetalia; **Fil** = V. Filipendulion; **Glec** = O. Glechometalia; **Ph** = V. Phragmition; **Pic** = O. Piceetalia abietis; **Pru** = O. Prunetalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fagetea; **Sa** = V. Salicion albae; **Ti-Ac** = V. Tilio - Acerion; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

Probefläche am Quelltopf (Plot 7)

Ähnlich sieht es bei geringerer Artenzahl am Standort „Quelltopf“ aus (Abbildung 37). Die Silberweide ist nur noch spärlich vertreten, während die Grauerle in allen Schichten, sowohl in der Baumschicht, als auch der Strauchschicht und deutlich auch in der Gehölzverjüngung vorkommt (Tabelle 16). Die Krautschicht ist durch eine geringere Artenzahl gekennzeichnet als jene am alten Mäander. Deutlich gut vertreten sind außer einigen Zeigerarten für Überschwemmung solche für wechselnde Feuchtigkeit. Der Winter-Schachtelhalm (*Equisetum hyemale*), ein typischer Wasserzugszeiger macht deutlich, dass hier die Schwankungen des Grundwasserspiegels nicht unerheblich sind. Das Vorkommen von Zittergras-Segge/„See gras“ (*Carex brizoides*) fällt durch seine Ansätze zur Faziesbildung auf. Der kleinräumige Wechsel des Mikroreliefs und der Bodenzusammensetzung (Körnigkeit und Dichte) sind weniger ausgeprägt als am Alten Mäander.

Tabelle 16: Vegetationstabelle an der Ammer am Quelltopf (Plot 7).

Soz.V.	F	Aufnahmefl. (gesamt, Teilfl.) Kronendeckung	2018	2018	2018	2019
			ges 0,6	p1	p2	ges 0,6
Baumschicht						
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	2	.	1	2
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	1	.	1	.
Sa	8=	<i>Salix alba</i>	1	.	.	.
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	2	.	1	1
Pru	4	<i>Crataegus monogyna</i>	1	.	1	1
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	1	.	1
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	+	1	.	1
Strauchschicht 1-5 m						
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	+	1	1	.

Soz.-V.	F	Aufnahmefl. (gesamt, Teilfl) Kronendeckung	2018	2018	2018	2019
			ges 0,6	p1	p2	ges 0,6
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	.	2	1	2
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	1	.	1	1
Qu-F	5	<i>Lonicera xylosteum</i>	3	.	3	3
x	x	<i>Rubus caesius</i>	3	3	4	3
Pru	x	<i>Viburnum opulus</i>	+	+	.	+
Pru	4	<i>Crataegus monogyna</i>	+	+	.	1
x	5	<i>Sambucus nigra</i>	1	.	1	1
Pru	4	<i>Viburnum lantana</i>	.	.	.	+
Pru	5	<i>Euonymus europaeus</i>	.	,	.	+
Pru	4	<i>Euonymus verrucosa</i>	.	.	.	+
Gehölzverjüngung						
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	2	.	2	3
Pru	4	<i>Ligustrum vulgare</i>	+	.	+	+
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	+	+	.	+
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	.	.	.	+
Pru	x	<i>Viburnum opulus</i>	.	.	.	2
Qu-F	5	<i>Quercus robur</i>	.	.	.	+
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	.	.	.	+
Hochstauden						
Caly	8=	<i>Impatiens glandulifera</i>	+	.	+	+
Art	x	<i>Solidago canadensis</i>	+	.	.	.
Krautschicht						
Glec	x	<i>Aegopodium podagraria</i>	3	+	.	3
Glec	6	<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	2	+
Al-UI	8~	<i>Equisetum telmateia</i>	2	2	.	.
FAG	6	<i>Paris quadrifolia</i>	+	.	.	+
FAG	6	<i>Allium ursinum</i>	+	+	+	+
Qu-F	5	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2	.	1	3
x	7~	<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	+	+	+
FAG	5	<i>Geum urbanum</i>	+	+	.	+
Al-UI	7	<i>Stachys sylvatica</i>	+	+	+	.
x	6~	<i>Carex brizoides</i>	+	2	.	2
x	6	<i>Primula elatior</i>	+	+	.	.
Al-UI	7~	<i>Equisetum hyemale</i>	+	.	2	3
Carp	5	<i>Galium sylvaticum</i>	.	.	1	.
Cal	8	<i>Scirpus sylvaticus</i>	+	.	+	.
Carp	5	<i>Vinca minor</i>	+	.	2	3
FAG	x	<i>Mercurialis perennis</i>	+	.	2	1
FAG	5	<i>Lamium galeobdolon</i>	+	.	1	+
Art	x	<i>Galium aparine</i>	.	.	+	+
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	+
Ger	3	<i>Polygonatum odoratum</i>	.	.	.	+
Al-UI	8=	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	.	.	+

Aufnahme am Quelltopf flussab von Peißenberg, GPS-Koordinaten: 47,78662° N, 011,09148° E

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl. = Klasse

Al-UI = V. Alno-Ulmion; **Art** = Kl. Artemisieteeae; **Cal** = V. Calthion; **Caly** = O. Calystegietalia; **Carp** = V. Carpinion;

FAG = O. Fagetalia; **Ger** = V. Geranion sanguinei; **Glec** = O. Glechometalia; **Pru** = O. Prunetalia; **Qu-F** = Kl.

Quercu-Fagetea; **Sa** = V. Salicion albae; **Ti-Ac** = V. Tilio-Acerion; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

Untere Ammer: An den Ammerhöfen (bei Pähl), Fichtenforst südlich des Ochsenbachmäanders und Altarm an der Ochsenbachmündung

Außer den Probeflächen flussab von Peißenberg (Plot 5, 6 und 7) wurden auch einige Flächen an der unteren Ammer und zwar bei den Ammerhöfen (bei Pähl, Abbildung 39), südöstlich des Altarmes mit Einmündung des Ochsenbachs (im Folgenden „Ochsenbachmäander“) und nahe der Mündung des Ochsenbachmäanders in die Ammer (2019, Abbildung 40) erfasst mit dem Ziel, Veränderungen durch menschliche Eingriffe besser bewerten zu können. Dabei sollte in den verbliebenen Restflächen auch das noch vorhandene Artenpotential der ehemaligen Auenwälder berücksichtigt und die Flächen untereinander verglichen werden.



Abbildung 39: Detailansicht des Plots „Ammerhöfe“ (AH) bestehend aus einem Nested Plot im Wald und einer Grünland-Aufnahme.

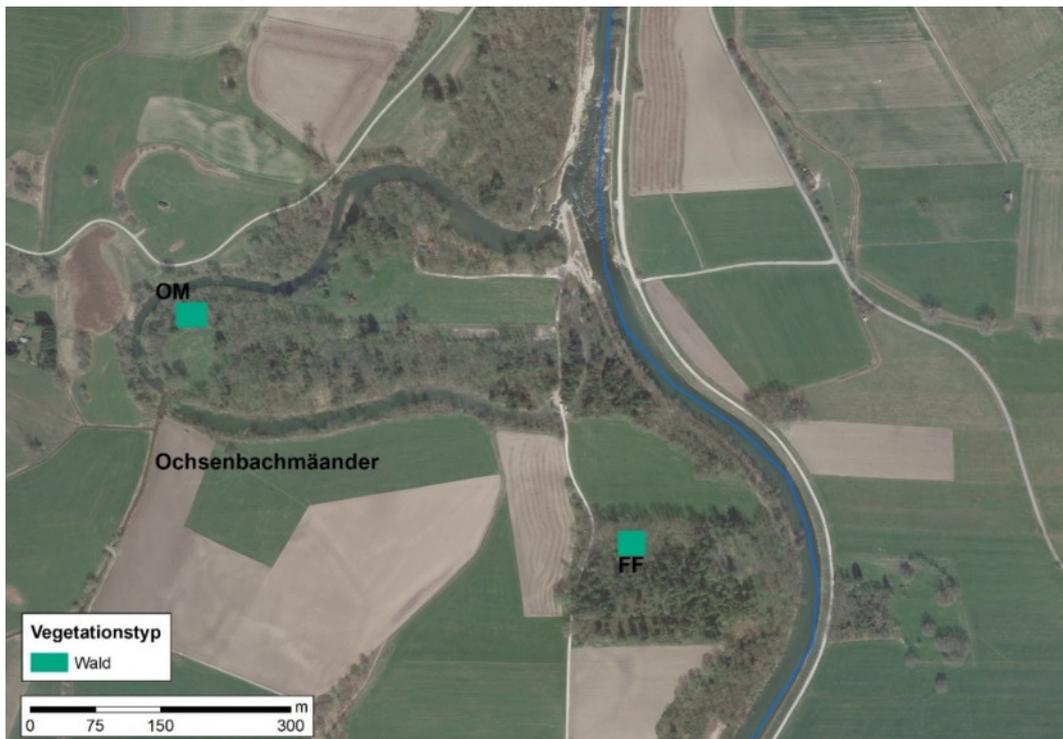


Abbildung 40: Detailansicht des Ochsenbachmäanders mit dem südlich einmündenden Ochsenbach flussab von Weilheim und den Plots „Ochsenbachmäander“ (OM) und „Fichtenforst südlich des Ochsenbachmäanders“ (FF).

An den Ammerhöfen (bei Pähl, Tabelle 17, Spalte 1)

In dem landwirtschaftlich genutzten Gebiet kommen bei den Ammerhöfen lediglich kleine Restbestände ehemaliger Auenwälder vor. Ein Grauerlenbestand mit Bergahorn (Tabelle 17, Spalte 1) und die standörtlichen Bedingungen belegen, dass hier Grauerlenauenwälder weiter verbreitet waren (Abbildung 39). Durch die Hochwasserfreilegung, den Flussausbau und die eingetretene Eintiefung des Flussbetts haben sich die Standorte vollkommen verändert. Die Entwicklung führt weg von den einst hier charakteristischen Grauerlenbeständen in Richtung von Eichen-Hainbuchenwäldern, die sich entwickeln würden.

Fichtenforst südlich des Ochsenbachmäanders (Tabelle 17, Spalte 2)

Neben Fichte (*Picea abies*) mit höheren Abundanz-Dominanzwerten ist an diesem Standort die Esche (*Fraxinus excelsior*) vertreten, leider aber vom Eschentriebsterben geschädigt und vom Ausfall bedroht (Tabelle 17, Spalte 2, Abbildung 40). Hinzu kommt noch Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Bergulme (*Ulmus glabra*). Die Krautschicht ist dominiert von Giersch (*Aegopodium podagraria*), ein ausgesprochener Stickstoffzeiger, der wohl mit der Wildschweindichte und den Einträgen aus der Landwirtschaft im Gebiet zusammenhängt. Die Große Sterndolde (*Astrantia major*), wie auch Hainlattich (*Aposeris foetida*) betont den montanen Charakter (s. a. Seibert in Oberdorfer 1992) dieses einstigen Grauerlen-Bestandes. Die Strauchschicht ist schwächer entwickelt im Vergleich zu dem Bestand bei den Ammerhöfen und den Beständen an der am Ochsenbachmäander.

Ochsenbachmäander (Tabelle 17, Spalte 3 & 4)

Der Ochsenbach mündet in das linksseitig der Ammer liegende Altwasser Unterhausen, welches einen Niveauunterschied von 1,5 m zur Ammer aufweist. Dieser wurde im Zuge von einer Renaturierungsmaßnahme 2001 über eine Fischwanderhilfe aus mehreren Natursteinbecken wieder an den Hauptlauf angebunden. In den Jahren 2015 bis 2017 folgte im Zuge der Renaturierung des

Grundwehrs III in der Ammer der Bau eines Stahlrohrdurchlasses, welcher die Durchströmung im Altarm auf 1 bis 4 m³/s erhöht (Rempe 2018).



Abbildung 41: Ochsenbachmäander, auch als Altwasser Unterhausen bezeichnet, mit umgebendem Auwald (Foto: I. Juszczyk).

Obwohl die beiden Waldbestände am Ochsenbachmäander (Tabelle 17, Spalte 3 und 4) stark verändert und zwar teilweise aufgelichtet, aber teilweise auch noch mit Fichten durchsetzt sind, kann man hier immer noch den Grundkern eines Grauerlenwaldes und seine Entwicklung in Richtung Eichen-Ulmenwald bzw. zu Carpinion (Hainbuchenwald)-Gesellschaften erkennen (Abbildung 40). Die Baumschicht ist aus Grauerle (*Alnus incana*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Stieleiche (*Quercus robur*) aufgebaut, zu denen mit geringeren Abundanz-Dominanzwerten auch Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Traubenkirsche (*Prunus padus*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) hinzukommen. In der Strauchschicht sind vor allem Eingrifflicher Weißdorn und Rote Heckenkirsche die prägenden Arten.

Betrachtet man die Feuchtezeigerwerte wird deutlich, dass hier Arten mit sehr unterschiedlichen Feuchtigkeitsansprüchen vorkommen, die kleinräumig wechselnd entlang von ökologischen Gradienten angeordnet sind. Hier finden sich sowohl Überflutungszeiger, als auch Zeigerarten wechselnder Feuchtigkeit, was hier, nahe der Ochsenbachmäandermündung auf Schwankungen des Grundwasserspiegels und auch Überflutungen hinweist. Das Vorkommen des Knoten-Beinwells (*Symphytum tuberosum*) lässt auf sickerfrische Böden schließen.

Der kleinräumige Wechsel von tieferen zu höheren Stellen, von lehmigen Standorten zu durchlässigem Kies-haltigem Untergrund lässt sich an der Verteilung von Arten erkennen. Neben Feuchtezeigern stehen oft nahe dabei Zeigerarten für Trocknis oder mäßige Trocknis bis Frische auf Kies-haltigem Grund. Das Vorkommen von Wolligem Schneeball (*Viburnum lantana*) lässt auf trockene, höher liegende Stellen mit kiesigem Untergrund schließen. Das Nebeneinander von Arten mit unterschiedlichen Ansprüchen auf Feuchtigkeit, weist auch auf das kleinflächige Mosaik wechselnder

Korngrößen des Substrats hin und den Wechsel von Stellen mit dichteren lehmig-tonigen Böden und solchen in denen Sand und Kies vorherrschen.

Durch die einst in diesem Bereich vorhandene Dynamik entstand ein feingegliedertes Relief, das die Entwicklung von Mikrohabitaten für Arten verschiedener Standortansprüche ermöglichte und sich dementsprechend auch gegenwärtig noch an der Verteilung der Arten und der Struktur der Bestände an der Ochsenbachmäandermündung ablesen lässt (Abbildung 41).

Insgesamt ist für die untersuchten Flächen festzustellen, dass durch die Abtrennung vom Fluss und den Ausfall hydro-morphologischer Dynamik, sowie veränderte Grundwasserverhältnisse bei den landseitig der Dämme gelegenen Wald- und Wiesengebiete eine Entwicklung weg von Weiden-Grauerlen und Grauerlen-Wäldern hin zu Traubenkirschen-Erlen-Eschenwäldern stattfindet (Seibert in Oberdorfer 1992).

Tabelle 17: Vegetation an den Ammerhöfen (1), Fichtenforst südöstlich des Ochsenbachmäanders (2), Altarm an der Ochsenbachmündung (3, 4).

Soz.V.	F	Aufnahmenummer Standort Kronendeckung	1	2	3	4
			Höfe 0,6	Fi 0,7	AOb 0,6	AOb 0,7
Baumschicht						
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	3	.	2	.
Pic	x	<i>Picea abies</i>	.	3	1	3
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	2	1	.
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	1	.	1	.
Ti-Ac	6	<i>Ulmus glabra</i>	.	1	1	.
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	.	3	2	3
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	.	.	2	1
Sa	8=	<i>Populus nigra</i>	.	.	1	.
Strauchschicht 1-5 m						
Pru	4	<i>Crataegus monogyna</i>	1	1	3	+
Qu-F	5	<i>Lonicera xylosteum</i>	1	1	3	1
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	3	.	+	+
x	5	<i>Sambucus nigra</i>	1	1	+	.
x	x	<i>Rubus caesius</i>	4	.	1	.
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	1	.	.	.
Qu-F	x	<i>Corylus avellana</i>	1	.	.	.
Qu-F	4	<i>Viburnum lantana</i>	.	.	1	+
Pru	x	<i>Viburnum opulus</i>	.	.	+	+
Pru	4	<i>Ligustrum vulgare</i>	.	.	+	.
ALN	8~	<i>Frangula alnus</i>	.	.	+	.
Gehölzverjüngung						
Al-UI	7	<i>Alnus incana</i>	.	.	+	.
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	.	.	+	+
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	+	.
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	1
Hochstauden						
Caly	8=	<i>Impatiens glandulifera</i>	.	.	+	+
Fil	8	<i>Filipendula ulmaria</i>	2	.	.	.
Lianen, Kletterpflanzen						
Sa	8=	<i>Humulus lupulus</i>	1	.	.	.
Caly	6	<i>Calystegia sepium</i>	+	.	.	.
Krautschicht						

Soz.V.	F	Aufnahmenummer Standort Kronendeckung	1	2	3	4
			Höfe 0,6	Fi 0,7	AOb 0,6	AOb 0,7
Glec	6	<i>Aegopodium podagraria</i>	.	4	+	2
Glec	6	<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	+	+
Al-UI	7	<i>Stachys sylvatica</i>	.	+	+	+
FAG	6	<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	+	+
Qu-F	5	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	1	+	.
FAG	5	<i>Geum urbanum</i>	.	1	.	.
x	6~	<i>Carex brizoides</i>	.	.	2	+
FAG	5	<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	+	+
Glec	5	<i>Alliaria petiolata</i>	.	+	.	.
Art	x	<i>Galium aparine</i>	+	+	.	.
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	+	.	.	.
Al-UI	8~	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	+	.	+	.
Glec	5	<i>Lapsana communis</i>	+	+	.	.
x	7	<i>Symphytum officinale</i>	+	.	.	.
Al-UI	5~	<i>Pulmonaria officinalis</i>	+	.	.	.
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	2	.	+	.
Ag-Ru	6	<i>Rumex obtusifolius</i>	+	.	.	.
Agrop	x~	<i>Elymus repens</i>	+	.	.	.
FAG	5	<i>Astrantia maior</i>	+	+	.	.
Ph	10	<i>Phragmites australis</i>	+	.	.	.
FAG	5	<i>Carex sylvatica</i>	.	+	.	+
Sen	5	<i>Mycelis muralis</i>	.	+	.	+
FAG	5	<i>Aposeris foetida</i>	.	+	.	.
Glec	x	<i>Geranium robertianum</i>	.	+	.	+
Al-UI	7	<i>Festuca gigantea</i>	.	.	+	+
FAG	5	<i>Lilium martagon</i>	.	.	2	2
FAG	x	<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	+	+
FAG	5	<i>Viola reichenbachiana</i>	.	.	+	1
Qu-F	4~	<i>Melica nutans</i>	.	.	+	+
FAG	5	<i>Asarum europaeum</i>	.	.	+	+
Fil	8~	<i>Valeriana officinalis</i>	.	.	+	1
Bid	8=	<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	+	.
Ph	9=	<i>Poa palustris</i>	.	.	+	.
FAG	6	<i>Symphytum tuberosum</i>	.	.	.	+
FAG	7	<i>Aconitum lycoctomum ssp. vulparia</i>	.	.	.	+
Qu-F	5	<i>Anemone ranunculoides</i>	.	.	.	+

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl. = Klasse

ALN = O. Alnetalia glutinosae; **Al-UI** = V. Alno-Ulmion; **Caly** = O. Calystegietalia; **FAG** = O. Fagetalia; **Fil** = V.

Filipendulion; **Glec** = O. Glechometalia; **Ph** = V. Phragmition; **Pic** = O. Piceetalia abietis; **Pru** = O. Prunetalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fagetea; **Sa** = V. Salicion albae; **Ti-Ac** = V. Tilio-Acerion; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

4.1.4.2. Offenlandbereiche im Untersuchungsgebiet Peißenberg

Auch im **Offenland** hat sich ein Wandel vollzogen, da die Wiesen nicht mehr überflutet werden. An Stellen mit hochanstehendem Grundwasser, in alten Flutmulden sind Moorbereiche, wie nahe des alten Mänders bei Peißenberg, Sümpfe und Nasswiesen entstanden (Tabelle 18Spalte 1, 2). Als kennzeichnende Arten sind Schlanke Segge (*Carex acuta*), Rispensegge (*Carex paniculata*) und Grau-Segge (*Carex canescens*) zu nennen. Stellenweise sind in Randbereichen auch Reste von ehemaligen

Pfeifengraswiesen zu sehen. Bei häufigem Schnitt gingen diese jedoch meist verloren. An einigen auch nur wenige Zentimeter höher liegenden Stellen haben sich feuchte und frische bis feuchte Wiesen entwickelt.

An den Hochwasserdämmen (beim rückverlegten Deich sind teilweise sogar Trockenrasen entstanden, in denen sich die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) und andere Wärme- und Trockenheit liebende Arten wie Kleiner Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*), Zwerg-Schneckenklee (*Medicago minima*), Rötliches Fingerkraut (*Potentilla heptaphylla*), Gewöhnlicher Dost (*Origanum vulgare*), Gelbe Luzerne (*Medicago falcata*) u. a. angesiedelt haben (Tabelle 18, Spalte 3, 4). Am Dammfuss breiten sich Mähwiesen aus, die durch häufigen Schnitt relativ artenarm sind. Insgesamt hat sich im Gebiet um den rückverlegten Deich sich infolge menschlicher Eingriffe eine Vielfalt entwickelt, die sekundär für den veränderten Standort typisch ist, sich aber von der Primärsukzession entfernt hat.

Tabelle 18: Offenland beim alten Mäander (1, 2) und beim rückverlegten Deich (3, 4).

Soz.V.	F	Plot/Aufnahmefläche Nr.	1	2	3	4
x	x~	<i>Calamagrostis epigeios</i>	2	1	.	.
At	5	<i>Hypericum hirsutum</i>	+	+	.	.
x	7	<i>Symphytum officinale</i>	1	.	.	.
Mo	8	<i>Scirpus sylvaticus</i>	1	+	.	.
Phra	9=	<i>Carex acuta</i>	4	2	.	.
Ca-n	7~	<i>Carex canescens</i>	+	+	.	.
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	1	+	.	.
Ph	9=	<i>Poa palustris</i>	1	.	.	.
M-A	7	<i>Poa trivialis</i>	+	.	.	.
Ag-Ru	7~	<i>Juncus inflexus</i>	1	.	.	.
Ag-Ru	7	<i>Agrostis stolonifera</i>	+	.	.	.
M-A	6	<i>Holcus lanatus</i>	+	.	.	.
Sec	x~	<i>Cirsium arvense</i>	2	+	.	.
Phra	10	<i>Phragmites australis</i>	+	+	.	.
Fil	8~	<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	.	.
Phra	8~	<i>Phalaris arundinacea</i>	1	1	.	.
Caly	8=	<i>Impatiens glandulifera</i>	.	4	.	.
Mo	7	<i>Juncus effusus</i>	+	1	.	.
Caly	9=	<i>Epilobium parviflorum</i>	+	.	.	.
x	7~	<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	+	.	.
Mag	9	<i>Carex paniculata</i>	.	+	.	.
Arrh	x	<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	3	.
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	2	+
Orig	3	<i>Origanum vulgare</i>	.	.	3	.
Art	6	<i>Erigeron annuus</i>	.	.	+	.
Bro	3	<i>Bromus erectus</i>	.	.	2	.
Dau-M	4	<i>Daucus carota</i>	.	.	+	+
F-Bro	3	<i>Potentilla heptaphylla</i>	.	.	1	.
M-A	x	<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	1	2
F-Bro	3	<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	+	.
x	3	<i>Medicago minima</i>	.	.	+	.

Soz.V.	F	Plot/Aufnahmefläche Nr.	1	2	3	4
Arrh	4	<i>Achillea millefolium</i>	.	.	+	.
x	5	<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	+	+
M-A	5	<i>Poa pratensis</i>	.	.	+	.
M-A	5	<i>Trifolium pratense</i>	.	.	+	+
Ger	3	<i>Medicago falcata</i>	.	.	+	.
x	5	<i>Vicia sepium</i>	.	.	+	+
Cyn	5	<i>Lolium perenne</i>	.	.	+	+
M-A	4	<i>Galium mollugo</i>	.	.	+	+
Cyn	5	<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	4
Cyn	5	<i>Phleum pratense</i>	.	.	+	.
Glec	6	<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	+	.
Ag-Ru	7~	<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	+	+
Arrh	5	<i>Carum carvi</i>	.	.	.	2
x	7~	<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	1
Mes	4	<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	+
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i> (juv)	.	.	.	+

GPS-Koordinaten der Aufnahmeflächen: Plot 1: 47,78713° N, 011,09688° E, Plot 2: 47,78728° N, 011,09688° E, Plot 3: 47,78472° N, 011,10516° E, Plot 4: 47,78467° N, 011,10518° E

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl. = Klasse

At = V. Atropion (belladonae); **Ag-Ru** = V. Agropyro-Rumicion; **Arrh** = V. Arrhenaterion elatioris; **Art** = Kl. Artemisietea; **Bro** = O. Brometalia; **Ca-n** = O. Caricetalia nigrae; **Caly** = O. Calystegietalia; **Cyn** = V. Cynosurion; **D-Me** = V. Dauco-Melilotion; **F-Br** = Kl. Festuco-Brometea; **Fil** = V. Filipendulion; **Ger** = V. Geranion sanguinei; **Glec** = O. Glechometalia; **M-A** = Kl. Molinio-Arrhenatheretea; **Mag** = V. Magnocaricion; **Mes** = V. Mesobromion; **Mo** = O. Molinietalia; **Orig** = O. Origanietalia; **Ph** = V. Phragmition; **Phra** = O. Phragmitetalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fagetea; **Sec** = Kl. Secalietea; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

Bei geplanten Renaturierungsmaßnahmen zur Schaffung eines Pendelraumes und Wiederherstellung durch Anbindung an das Überflutungsregime der Flüsse und die Wiederherstellung der morphologischen und hydrologischen Dynamik wäre auch das teilweise noch vorhandene Artenpotential vorhanden, das eine Wiederentwicklung standorttypischer Habitate und ihrer Lebensgemeinschaften ermöglichen würde.

4.1.4.3. Gefährdete Pflanzenarten

Die Erfassung der Arten bei Peißenberg nach dem Nested Plot Modell mit einem Vergleich der Arten der Biotopkartierung in Bayern sind im Anhang A3 zu finden.

Unter den an der Ammer erfassten Arten sind acht als gefährdet einzustufen (Tabelle 19). Da sich durch die Schaffung des Freien Pendelraumes die standorttypischen Lebensräume vergrößern würden, wäre auch der Lebensraum dieser als gefährdet eingestuften Arten gesichert.

Tabelle 19: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Bayerns (StMUGV 2005) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Ammer.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL Bayern	RL Deutschland
<i>Carex strigosa</i>	Dünnährige Segge	G	*
<i>Medicago minima</i>	Zwerg-Schneckenklee	3	V
<i>Polygonatum odoratum</i>	Duftende Weißwurz	-	V
<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	2	3
<i>Potentilla heptaphylla</i>	Rötliches Fingerkraut	-	V
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	Großer Klappertopf	3	3
<i>Salix daphnoides</i>	Reif-Weide	2	3
<i>Ulmus laevis</i>	Flatter-Ulme	3	V

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

4.1.4.4. Erfassung der Baumschicht

Bezogen auf die schichtenweise aufgenommenen Gehölzarten der Probeflächen wurden in der Baumschicht insgesamt 108 Individuen von 13 Arten registriert (Abbildung 42). Mit der höchsten Anzahl, 43 Individuen, ist die Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*) vertreten, gefolgt von Grauerle (*Alnus incana*) und Silberweide (*Salix alba*) mit 16 Individuen.

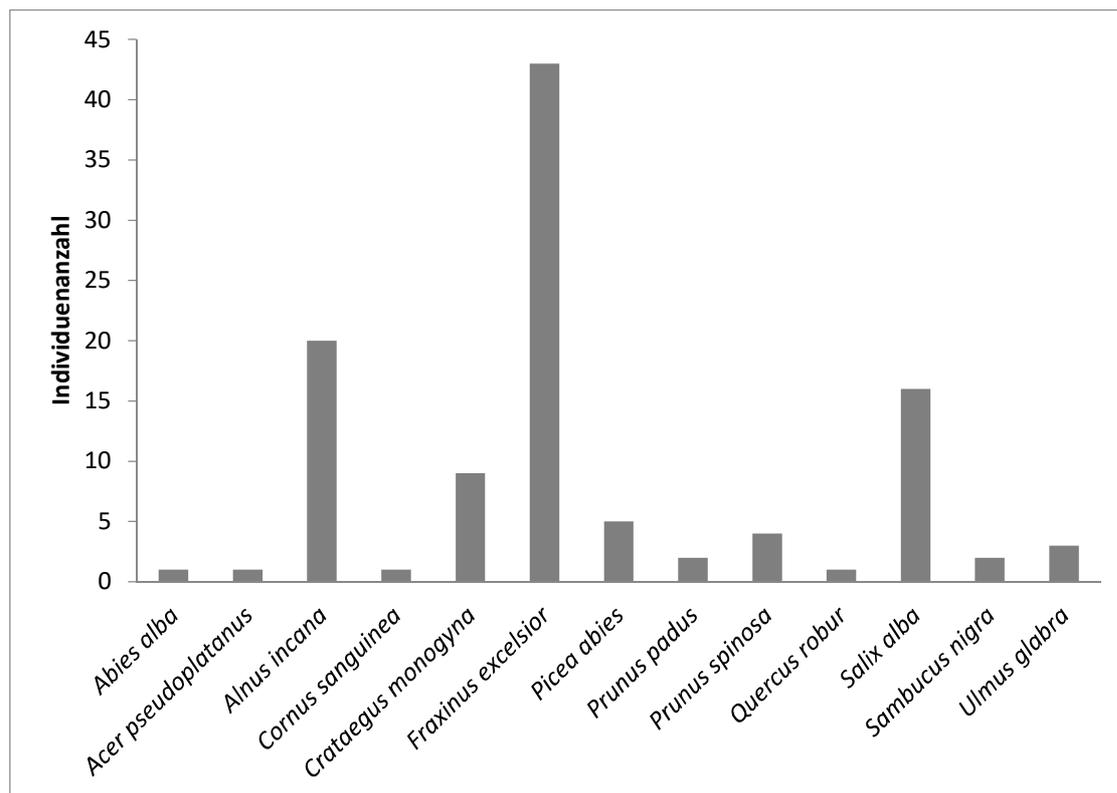


Abbildung 42: Gesamtzahl der Individuen pro Baumart in den Nested Plots (25x25 m), die an der Ammer erfasst wurden.

Die Bäume wurden in sechs Höhenklassen und sechs Durchmesserklassen eingeteilt. Davon ist die Höhenklasse von 21-25 m mit 33 Individuen am stärksten vertreten und weitere 21 gehören der Höhenklasse von 26 bis 30 m an (Abbildung 43). In den Durchmesserklassen liegt die größte Anzahl von Individuen in der Klasse von 21 bis 40 cm, wobei keine Individuen mit einem Durchmesser von mehr als 60 cm vorhanden waren (Abbildung 44).

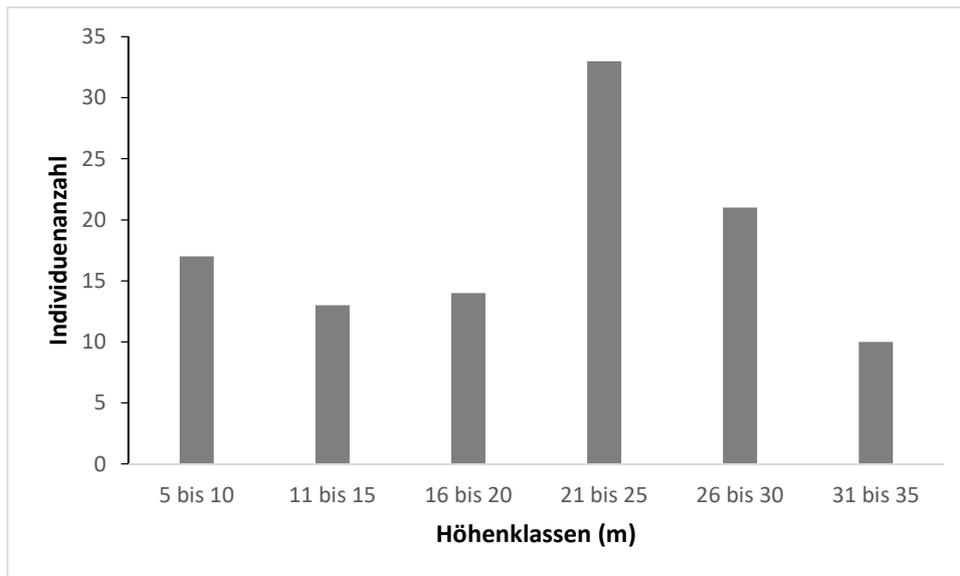


Abbildung 43: Höhenklassen (m) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Ammer erfasst wurden.

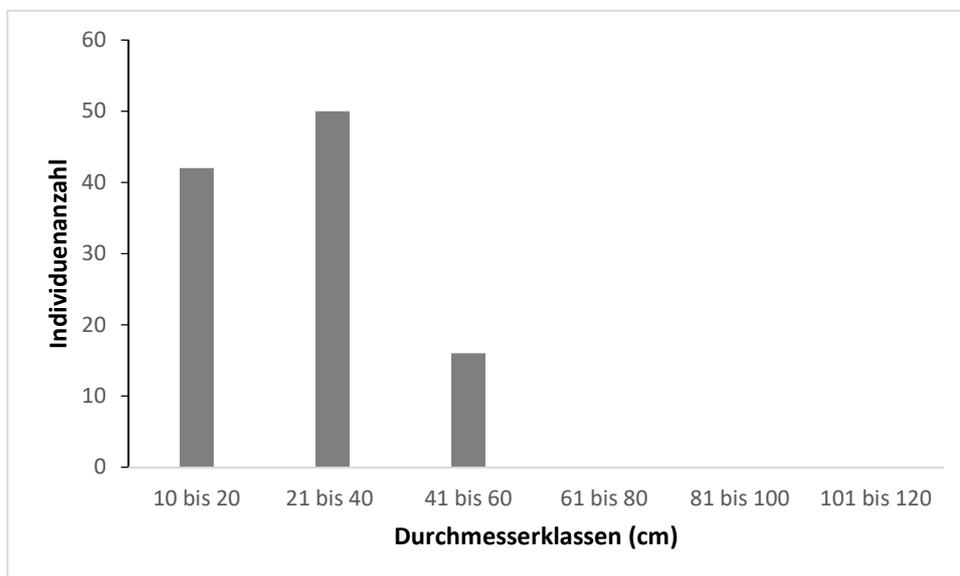


Abbildung 44: Durchmesserklassen (cm) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Ammer erfasst wurden.

Vergleicht man die untersuchten Abschnitte der drei Flussgebiete Ammer, Blies und Mulde, so zeigen sich deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung der auentypischen Waldbestände. Gemeinsam haben sie nur das Vorkommen von Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Stieleiche (*Quercus robur*), aber auch diese nur in geringer Anzahl. Die Unterschiede sind bedingt durch die geographische Lage der drei Flussgebiete, die jeweils ein unterschiedliches Klima haben und die unterschiedlichen Standortbedingungen. Hinzu kommen die menschlichen Eingriffe in die Auenlandschaften der Gebiete, die jeweils einen anderen kulturhistorisch bedingten Hintergrund aufweisen. Dennoch ist es möglich, mit einer Stichprobe von 7 festgelegten Dauerbeobachtungsflächen wie an der Ammer, Erkenntnisse zur Vegetation der Auwälder, auch wenn sie stark verändert sind, zu gewinnen. Um eine bessere Vergleichbarkeit von Flächen in weit auseinander liegenden Standorten verschiedener Flussgebiete zu gewährleisten, sollte das angelegte Muster von Probeflächen, auch in Bezug auf die Anzahl der Flächen, übereinstimmen.

4.1.4.5. Der Verlust von Lebensräumen

Die Hauptursache für den Rückgang der Artenvielfalt im Auwald ist der Verlust an Lebensraum und seiner Dynamik durch menschliche Eingriffe. Die Ausweitung landwirtschaftlich genutzter Flächen, die Vergrößerung von Siedlungsgebieten, wasserbauliche Eingriffe und die Ausbreitung von Neophyten gefährden diese Lebensräume. Die Zerstückelung der Auenlandschaft führt zu einem Verlust an Konnektivität zwischen den Waldfragmenten, so dass es zur genetischen Isolierung gleichartiger Lebensräume kommt (Brunotte et al. 2009, Egger et al. 2019). Diese Veränderungen führen zu Einschränkungen der Lebensräume vieler Arten bis hin zu ihrem Aussterben.

Neben dem Verlust an Auwald zugunsten der Urbanisierung und für die Landwirtschaft, kann die Invasion von Neophyten, neu eingebürgerter, meist nitrophiler Pflanzenarten, die oft mit der Intensivierung der Landwirtschaft einhergeht, die Auwälder verändern. Sobald sie invasiv werden, können sie einheimische Arten verdrängen oder sie verändern die Struktur und Prozesse des eingewanderten Systems (Egger et al. 2019).

Flussökosysteme sind sehr anfällig für das Eindringen von Neophyten, da sie als Korridore für eine effiziente Ausbreitung von Diasporen fungieren (Thébaud & Debussche 1991, Pysek & Prach 1993, Castro-Díez & Alonso 2017, Egger et al. 2019).

Es ist sehr wichtig, die Neophyten in der Aue zu beobachten, da sie den Lebensraum verschiedener einheimischer Arten dominieren können. Daher ist die Erfassung und Überwachung der durch den Neophyten eingenommen Fläche sinnvoll, um eine Zunahme der Population auf Kosten der heimischen Vegetation und damit eine Abnahme des lokalen Artenreichtums rechtzeitig zu registrieren.

4.1.5. Sedimentanalysen

Im Zuge der projektbegleitenden Dissertation (Guzelj in prep.) und der Masterarbeit an der BOKU Wien (Steinberger 2019) wurden Sedimentproben an mehreren Probestellen im Projektgebiet zur Ermittlung der Korngrößenverteilung als Eingangsparameter für die Modellierungen an der Ammer genommen (Abbildung 46, Abbildung 47).



Sedimentprobenahmestellen:

- A) Oderding
- B) Weilheim Trifthof II
- C) Weilheim Auwehr
- D) Mäander Unterhausen
- E) Ehemaliges Grundwehr III
- F) Alte Ammer

Abbildung 45: Lage der Sedimentprobenahmestellen (Steinberger 2019).

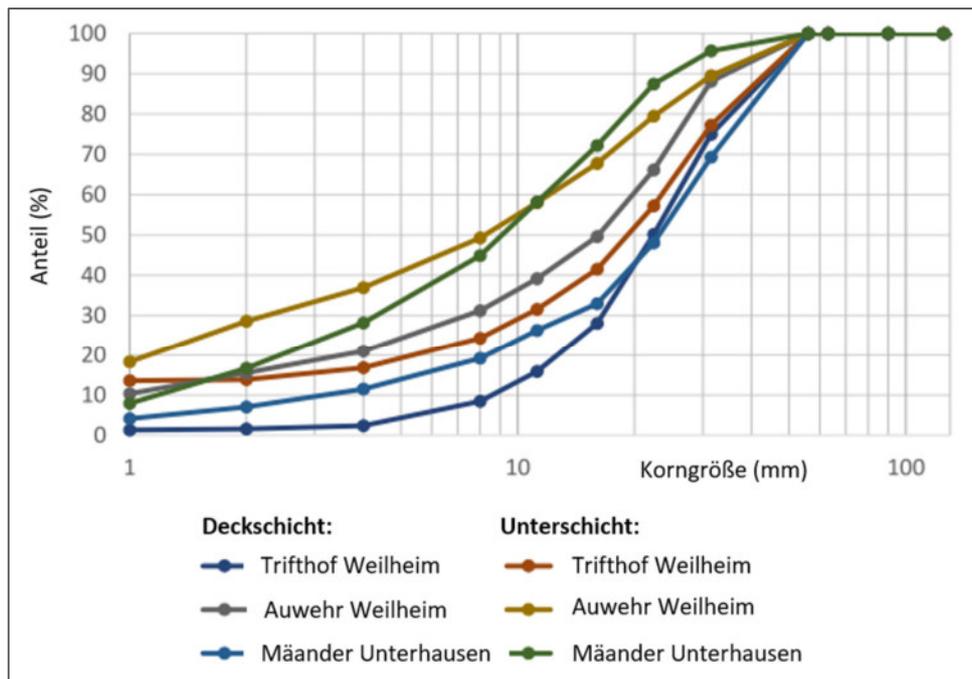


Abbildung 46: Korngrößenverteilung der Sedimentanalysen bei Weilheim und Unterhausen (Steinberger 2019).

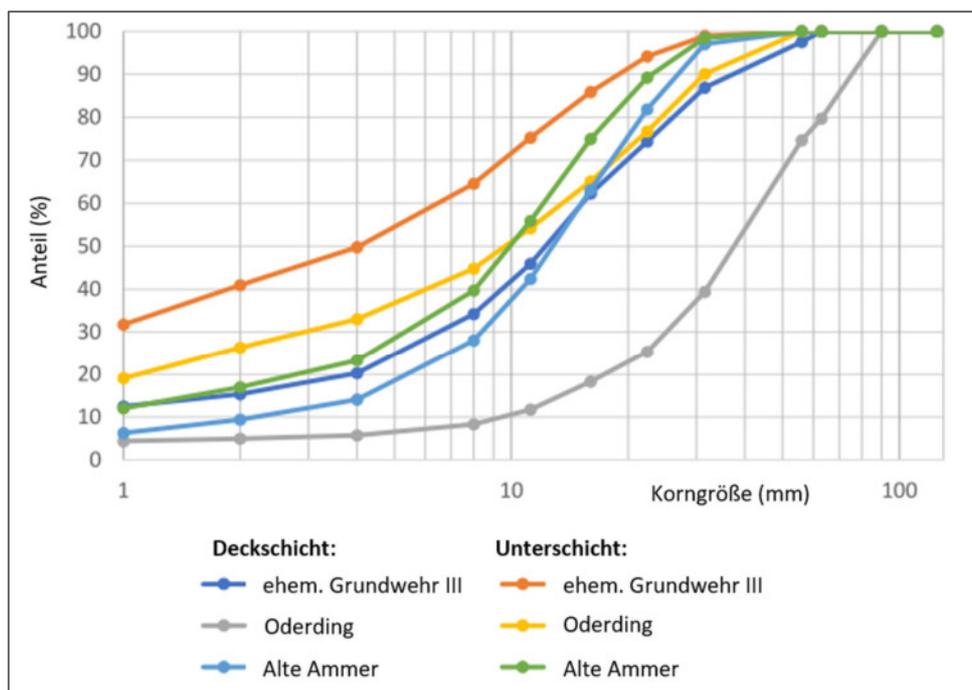


Abbildung 47: Korngrößenverteilung der Sedimentanalysen beim ehemaligen Grundwehr III (Ochsenbachmäander), Oderding und der Alten Ammer (Steinberger 2019).

Die Sedimentanalysen zeigen, dass die Deckschichten generell größere Korngrößen aufweisen als die Unterschichten, was typisch für Umlagerungsflüsse ist (Dietrich et al. 1989). Zudem zeigt Sedimentanalyse, dass die Korngröße im Flussverlauf abnimmt, was durch selektive Transportmechanismen und Abrieb bei dem Transport zu erklären ist (Rice & Church 1998).

Aus den vorhandenen Daten wurden 1D-Modelle mit HEC-RAS für die Analyse der Morphologiebestimmenden Parameter wie Gefälle, Sohlschubspannung und Stream Power entwickelt und eine morphologische Typbestimmung der Flüsse nach aktuellen und historischen Bedingungen nach Da Silva (1991) sowie Jäggi (1983) durchgeführt. Mit den Ergebnissen wurde ein Verfahren der

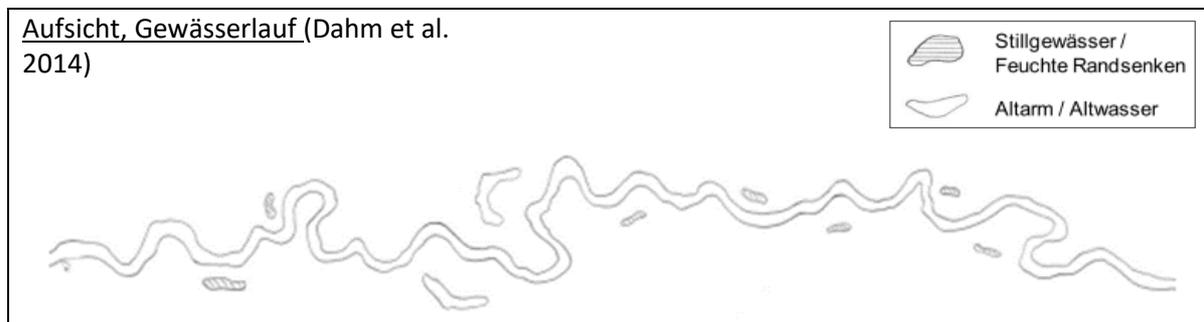
Bestimmung benötigter Gewässerentwicklungsflächen angewendet, welches eine weitere Annäherung der Mindestgröße für eine naturnahe Gewässerentwicklung, neben denen vom Aueninstitut verwendeten Verfahren nach UBA (2014) und LAWA (2016), darstellt. Dieses beruht auf der Regimetheorie nach Yalin (1992) und Requena (2008) und bestimmt die benötigten Gewässerentwicklungsflächen anhand von Erosionsprozessen (s. Kapitel 4.1.8.3 D)).

4.1.6. Flusstypisierung und Leitbild der Ammer im Projektgebiet

Die Ammer zwischen Peißenberg und dem Ammersee kann nicht direkt nach den Fluss- und Stromauen Deutschlands nach Koenzen (2005) kategorisiert werden, da das Einzugsgebiet nicht die notwendigen 1.000 km² umfasst (am Pegel Weilheim i. O. sind es 608 km²). Nach dem Ammersee wird sie als „Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen mit Sommerhochwassern“ eingestuft. Anhand der Charakteristika von Pottgiesser & Sommerhäuser (2003) wurde sie als „Fluss der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ (Subtyp 3.2) typisiert (s. dazu auch Kapitel 4.1.10). Gewässer dieses Typs weisen bedingt durch die kleinräumigen Strukturen der Jungmoränenlandschaft mit Erhebungen und vermoorten Senken sehr vielfältige Ausprägungen auf.

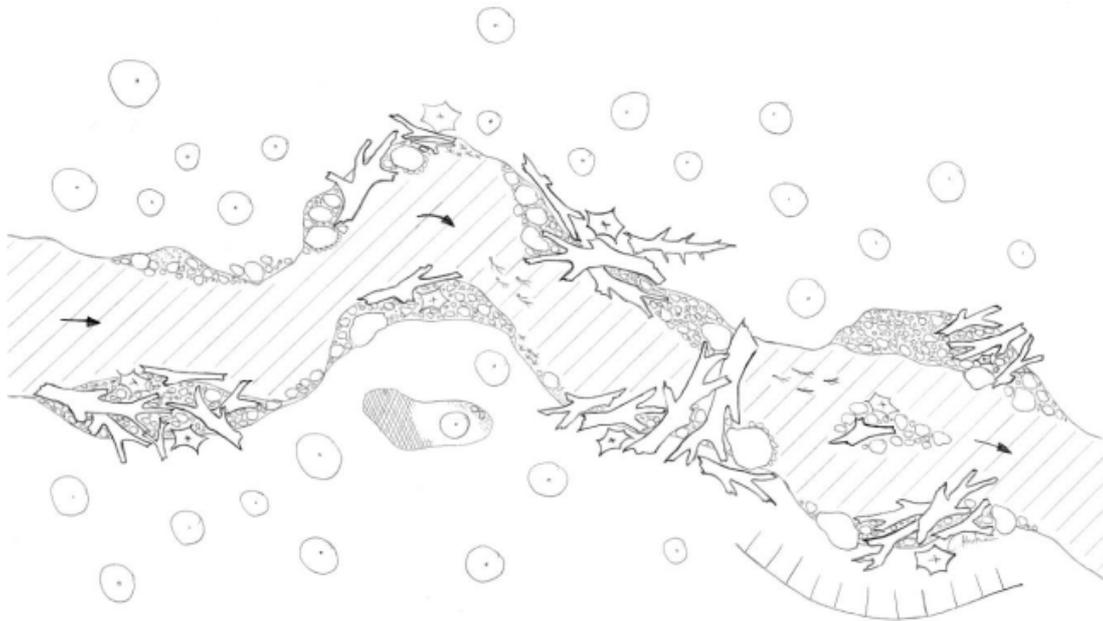
Leitbild (nach Koenzen 2005, Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, Dahm et al. 2014):

Die Ausprägung der Gewässer der Jungmoräne des Alpenvorlands bei sehr gutem ökologischen Zustand kann durch die kleinteilige und vielfältige Landschaft eine große Spannweite aufweisen. Sie können gestreckt bis mäandrierend mit sehr heterogenem Abflussverhalten sein. Dennoch ist das Abflussregime alpin geprägt mit sommerlichen Hochwasserereignissen aufgrund der Schneeschmelze und starken sommerlichen Niederschläge und frostbedingten, winterliche Niedrigwasserphasen. Diese Hochwasser sind besonders wirksam auf das Pflanzenwachstum der Auenvegetation. Der Flusslauf ist vorwiegend ein Einzelbettgerinne, vereinzelt können Nebengerinne und Inseln auftreten. Die Sohle wird von Kiesen und Steinen dominiert, Sande und Blöcke haben eine untergeordnete Bedeutung. Im Gewässer kommen mit zunehmender Größe Makrophyten auf. Die Ufer werden von Gehölzen beschattet, häufig besteht der Uferbewuchs aus Grauerlen-Auenwald mit Bergahorn-Eschenwald, örtlich Kiefernwald oder Silberweiden-Auenwald. Nach van de Weyer (2005, in Koenzen 2005) dominieren an den größeren Flüssen je nach Höhenlage Tannen, Buchen, Erlen oder Eschen (Abbildung 49). Dadurch ist auch viel Totholz im System vorhanden (Abbildung 48). Das Profil ist wechselhaft ausgeprägt und oft verzahnt und kann von flach und breit bei steinigem Substrat bis tief und kastenförmig in Moorstrecken reichen. Die Auen werden häufig von vermoorten Randsenken begleitet und in der Aue kommen vereinzelt Augewässer vor. Diese sind in Bezug auf den Gewässerlauf auch in den Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand nach Dahm et al. (2014) die prägenden Strukturelemente (Abbildung 48).



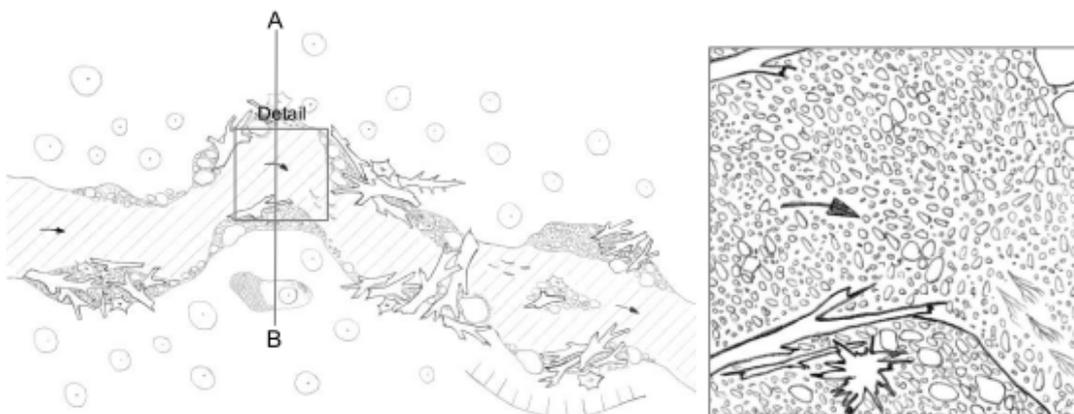
**Aufsicht,
Abschnittsebene
(Dahm et al.
2014)**

	Blöcke		Makrophyten - flutende Arten
	Steine / Schotter / Kies (dynamisch)		Makrophyten - Wassermoose
	Steine / Schotter / Kies (überwiegend lagestabil)		Röhrichte
	Steine / Schotter / Kies (nicht überspült)		Lebensraumtypische Gehölze (Stamm)
	Sand		Vermoorte Senke
	Totholz		Abbruchufer / Böschungskante
	Wurzelballen		Strömung



**Detailausschnitt
(Dahm et al.
2014)**

	Blöcke		Wurzelballen
	Steine (überwiegend dynamisch)		Makrophyten - flutende Arten
	Schotter / Kies (überwiegend dynamisch)		Mittelwasserlinie (überspült / nicht überspült)
	Totholz		Strömung



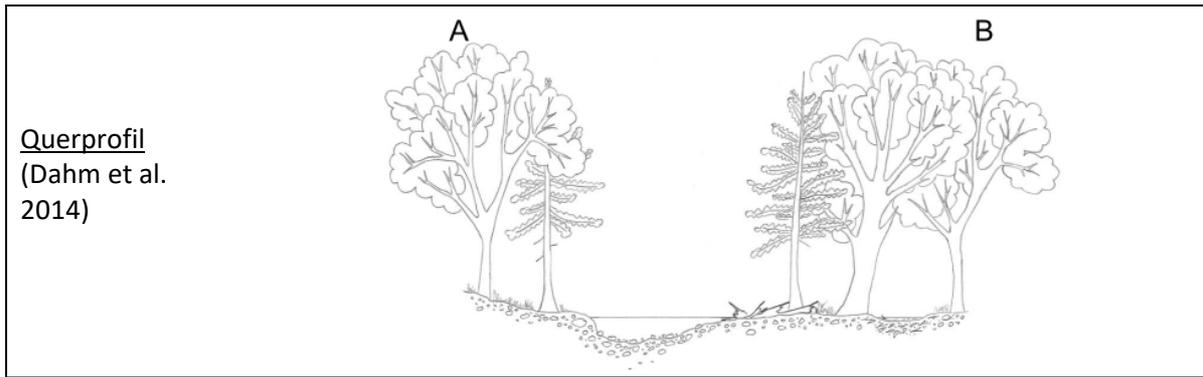


Abbildung 48: Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand der „Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ nach Dahm et al. (2014).

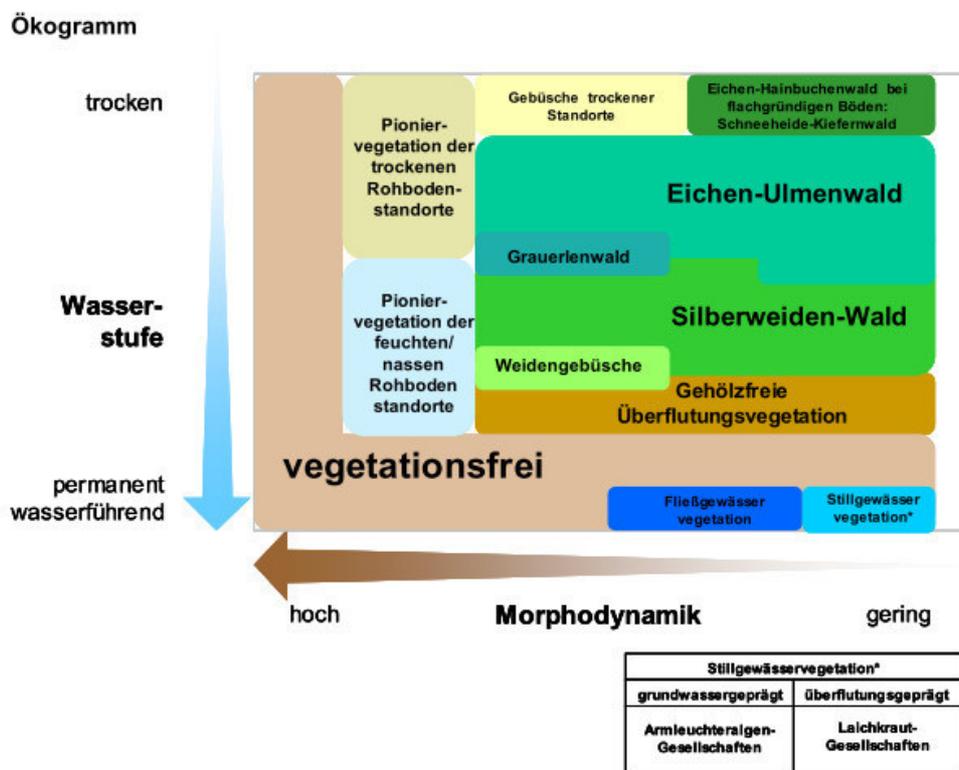


Abbildung 49: Auenvegetation der gefällereicheren Flussauen der Alpen/Voralpen mit Sommerhochwassern (gültig für Flüsse ab einer Einzugsgebietsgröße von über 1.000 km², Koenzen 2005).

Ist nicht genügend Raum für die Ausbildung aller leitbildtypischen Strukturen vorhanden oder sind anderweitig abiotische Rahmenbedingungen eingeschränkt, so dass eine leitbildtypische Entwicklung verhindert ist, geben Dahm et al. (2014) eine Mindestausstattung für die funktionale Verknüpfung von Lebensräumen an (Tabelle 20).

Tabelle 20: Auswahl der Parameter für die Mindestausstattung zur funktionalen Verknüpfung von Lebensräumen für Gewässertyp 3 in Bezug auf die Ammer. Hinzu kommen möglichst geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit für den Abfluss und Organismen (verändert nach Dahm et al. 2014).

Faktor	Mindestausstattung/Beeinträchtigungen
Wasserführung	permanente Wasserführung (keine signifikante Verminderung bzw. Erhöhung der natürlichen mittleren Fließgeschwindigkeit der dominierenden Abflussverhältnisse)
Abflussdynamik	max. mäßige Steigerung der natürlichen hydraulischen Sohl- und Uferbelastungen (abhängig von der Ausuferbarkeit)
Ausleitung	Kleine Gewässer (z. B. Ammer bis Ammersee, EZG < 1.000 km ²): keine

Faktor	Mindestausstattung/Beeinträchtigungen
	Große Gewässer (EZG 1.000 – 10.000 km ²): < 50m
Besondere Uferbelastungen	kein Schwall und Sunk, ansonsten keine Anforderungen
Geschiebehalt	kein bis geringes Defizit; in Moorstrecken keine Anforderung
Sohlsubstrat	überwiegend Steine, Kiese, daneben können Sande, Blöcke und geschiebefreie Bereiche vorkommen
Feinsedimentanteil	keine erhebliche Kolmatierung
Sohlverbau und -belastungen	kein Verbau oder Verbau, der die Durchwanderung typspezifischer Arten nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt, keine Verockerung (außer geogen bedingt), keine erhebliche Kolmatierung
Makrophyten (Deckung)	geringer Anteil typspezifischer Arten; Bäche bei starker Beschattung auch makrophytenfrei

4.1.7. Naturschutzfachliche Bewertung: Defizite der Ammer im Projektgebiet zum Leitbild

Die Ammer zwischen Peißenberg und dem Ammersee wird anhand der Parameter Gewässerstruktur, Gewässerumfeld, Biotopausstattung und Artvorkommen mit dem gewässertypischen Leitbild verglichen. Dies ist für diesen Flussabschnitt die „Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen mit Sommerhochwassern“ nach der Einstufung von Koenzen (2005) und Gewässertyp 3.2 „Flüsse der Jungmoränen des Alpenvorlandes“ nach den hydromorphologischen Steckbriefen nach Dahm et al. (2014). Dadurch kann der aktuelle naturschutzfachliche Wert eingeschätzt werden und der Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungen abgeleitet und priorisiert werden.

4.1.7.1. Gewässerstruktur

Die Gewässerstruktur wird zum einen anhand der Fließgewässerstrukturkartierung der Ammer (LfU 2020) bewertet und zum anderen mit den Erhebungen im Gelände im Vergleich zum Leitbild anhand verschiedener Strukturparameter betrachtet.

Bewertung nach Fließgewässerstrukturgütekartierung

Die Fließgewässerstruktur der Ammer im Projektgebiet wird zu über 80 % als stark verändert bewertet (Abbildung 50 oben, Abbildung 51). Lediglich wenige naturnähere Abschnitte bei Peißenberg sind gering bis deutlich verändert. Im Norden des Stadtgebiets Weilheim kommen in Abschnitten mit Brücken und direkt am Gewässer verlaufenden Deichen und weiteren lokalen Sicherungen auch sehr stark (insgesamt ca. 11 %) bis vollständig veränderte (insgesamt ca. 1 %) Abschnitte vor. Auch die künstliche Mündung in den Ammersee stellt eine sehr starke Veränderung dar. Die vor wenigen Jahren umgestaltete Sohlschwelle nördlich von Unterhausen (Weilheim) wurde in der Kartierung gesondert erfasst und stellt drei als „renaturiert“ erfasste Gewässerabschnitte dar.

Die gesonderte Bewertung des Gewässerbetts (Abbildung 50 unten links) zeigt zwar insgesamt ein positiveres Bild. So werden knapp 2 % als nur mäßig verändert und knapp 30 % als deutlich verändert eingestuft, da die Gewässersohle häufig wenig verbaut ist und sich Sohlstrukturen ausbilden können. Jedoch gelten auch hier zwei Drittel der Abschnitte als stark bis sehr stark verändert.

Die Bewertung nach der Fließgewässerstrukturkartierung geht daher als „-“ in die Gesamtbewertung ein.

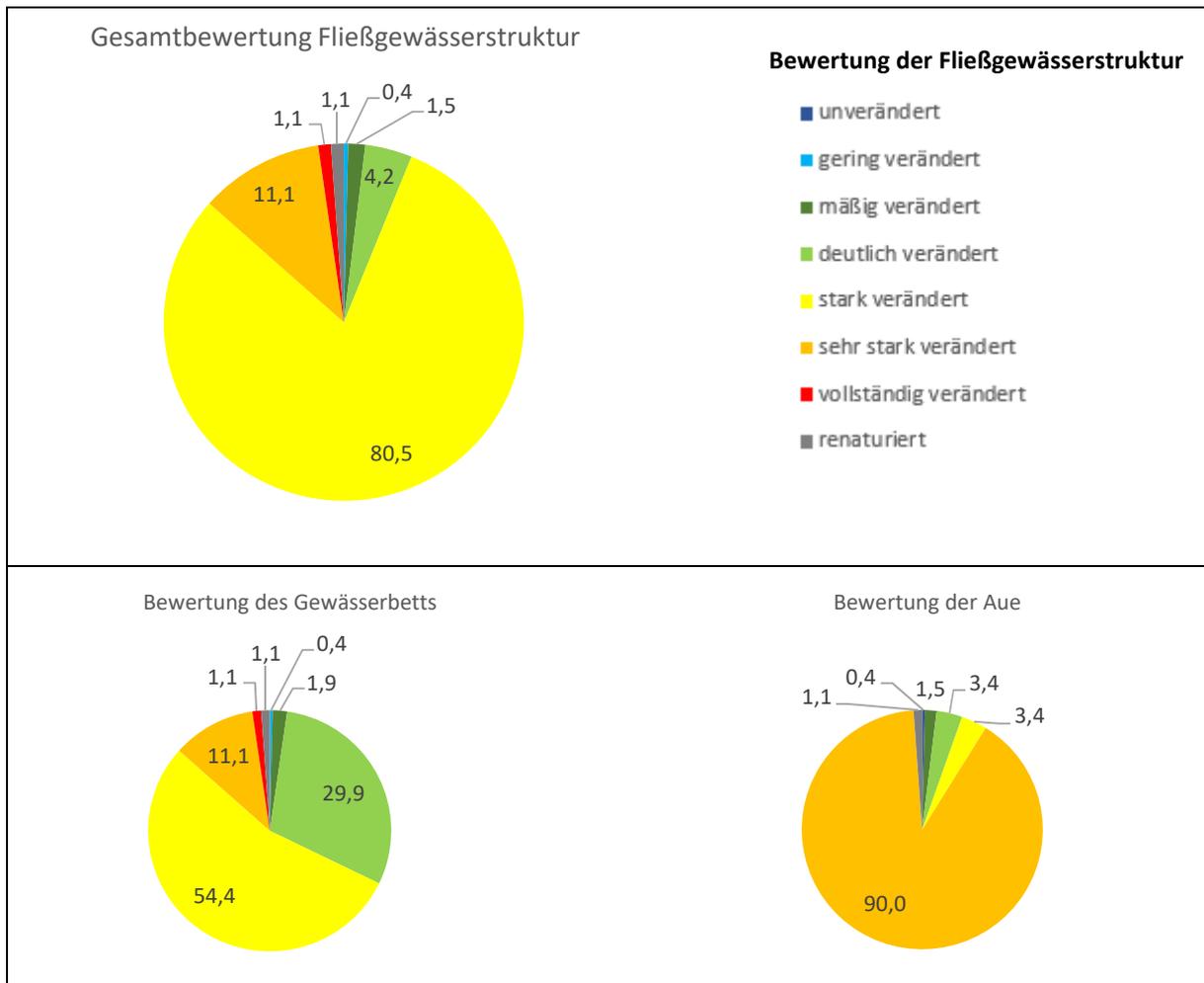


Abbildung 50: Bewertung der Gewässerstruktur (oben: gesamt, unten: Einzelbewertungen) an der Ammer im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfU 2020).

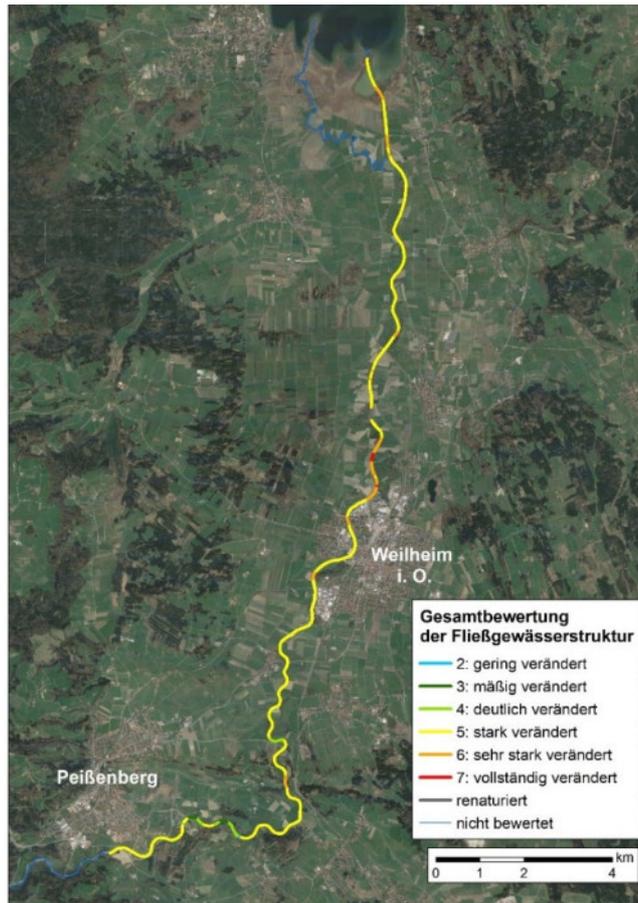


Abbildung 51: Gesamtbewertung der Gewässerstruktur an der Ammer im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfU 2020).

Bewertung nach Einzelparametern des Leitbilds

Für die Bewertung einzelner Strukturparameter werden ausgewählte Einzelparameter der gewässertypischen Leitbilder nach Koenzen (2005), Pottgiesser & Sommerhäuser (2008) und Dahm et al. (2014) verwendet und mit Beobachtungen vor Ort sowie Angaben aus der Literatur in nachfolgender Tabelle verglichen. Die Leitbildkonformität wird anhand einer fünfteiligen Skala (++ (sehr hoch), + (hoch), ± (mäßig), - (gering), -- (sehr gering)) geschätzt und daraus ein Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen, wie die Umsetzung des Freien Pendelraums, abgeleitet (Tabelle 21).

Tabelle 21: Vergleich ausgewählter Strukturparameter der Gewässerstruktur des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.

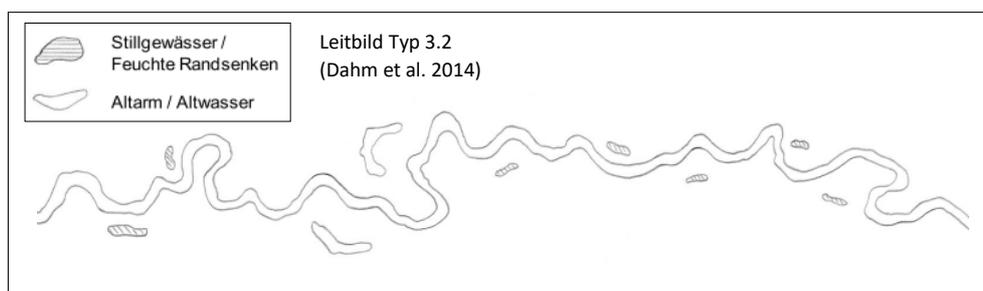
Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
Flusslauf	überwiegend unverzweigt, vereinzelt mit Nebengerinnen oder Inseln	überwiegend unverzweigt, vereinzelt Inseln	++	gering
Laufotyp	gestreckt bis mäandrierend	flussauf Weilheim: gewunden bis mäandrierend; ab Stadtgebiet Weilheim: durch starke Eindeichung viel weniger Laufkrümmung, gewunden	±	gering flussauf von Weilheim, hoch flussab Weilheim
Abfluss	dynamisch, geringe bis hohe Abflussschwankungen, generell durch kleinräumige	dynamisch, noch alpin geprägte Abflussschwankungen	++	gering

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
	Strukturierung der Jungmoränen-landschaft mit z. T. hoher Reliefenergie stark heterogenes Verhalten	(Hochwasserphasen im Sommer)		
Strömungsbild	turbulent	turbulent, abschnittsweise langsamer fließend, auch Rückstaubereiche von Sohlswellen	±	gering
Talbodengefälle	nach Pottgiesser & Sommerhäuser (2008): 10-40 ‰ nach Koenzen (2005) für größere Gewässer (> 1.000 km² EZG): > 0,5 ‰ (überwiegend zwischen 1,5-2,5 ‰)	Abschnitt 1 (Peißenberg bis B472): ca. 4,2 ‰; Abschnitt 2 (B472 bis Mündung Alte Ammer): 2,4 ‰; Lage im früheren Ammerseegebiet bedingt geringeres Gefälle	+	gering (geringeres Gefälle durch naturräumliche Gegebenheiten bedingt)
Querprofil	sehr wechselhaft, bei steinigen Substraten oft flach und breit, in Mooren tief und kastenförmig, von strukturreich bis -arm	bei Peißenberg eher flach und breit, an Gleithängen Schotter-/ Kiesbänke vorhanden; bei Weilheim: deutlich weniger Strukturen, Deiche häufig direkt am Gewässer	±	gering flussauf von Weilheim, hoch flussab Weilheim
Laufstrukturen	keine bis mehrere vorhanden, z. B. Inseln, Längs- und Querbänke; Krümmungserosion unterschiedlich stark ausgeprägt	flussauf Weilheim mehrere vorhanden, v. a. Längsbänke; ab Weilheim: vereinzelt Inseln, an renaturierten Schwellen Anlandungen vorhanden, in restlicher Fließstrecke keine/ kaum Strukturen	±	gering flussauf von Weilheim, hoch flussab Weilheim
Sohlsubstrat	dominierend sind Steine und Kiese, zudem Blöcke und meist wenig Sande, Feinsedimentanteil < 10 ‰ (erhöhter Anteil bei Schneeschmelze)	dominierend sind Kiese und Sande, zu Beginn des UGs auch Steine, weiter flussab mehr Feinmaterial (z. T. auch > 10 ‰ nach Korngrößenbestimmung durch Guzelj)	+	gering
Sohlstrukturen	keine bis mehrere	zu Beginn häufig Längs- bzw. ausgedehnte Gleituferbänke, auch Kolke, flussab abnehmend	+	flussab Weilheim mittel
Bewertung der Gewässerstruktur gesamt			+	gering flussauf von Weilheim, mittel flussab Weilheim

Flusslauf, Abflussdynamik und Strömungsbild sind an der Ammer zwischen Peißenberg und dem Ammersee größtenteils naturnah und wurden daher positiv bewertet. Lediglich an den vorhandenen Sohlschwellen sind diese Parameter gestört, jedoch wurden einige der Schwellen in den letzten Jahren renaturiert und dabei die Durchgängigkeit für aquatische Organismen sowie das Fließverhalten des Gewässers verbessert (WWF 2016). Bei einigen der anderen Strukturparameter lässt sich eine Zweiteilung des Projektgebiets feststellen. Zu Beginn des Projektgebiets ab Peißenberg bis zur Nordbiegung der Ammer bei der B472 liegen zwar ebenfalls Ufersicherungen und z. T. auch Deiche vor, jedoch ist das Querprofil naturnäher, es gibt Kiesbänke im Gewässerbett und weitere naturnahe Strukturen. Weiter nördlich bei Polling und Oderding nehmen die wasserbaulichen Eingriffe zu, dennoch weist der Flusslauf der Ammer bis Weilheim noch gewässertypische Strukturen auf. Ab dem Stadtgebiet Weilheim nimmt jedoch der Anteil naturferner Abschnitte zu. Im Norden des Projektgebiets verhindern beidseitige, direkt an der Ammer verlaufende Deiche jegliche Seitenerosion oder Flussbettverlagerung, wodurch auch Kiesbänke fehlen. Viele Altarme der Ammer wurden durch die Deiche abgeschnitten und stellen Altwasser in verschiedenen Verlandungsstadien dar. Auch das Querprofil der Ammer ist dadurch künstlich verändert. In den letzten Jahren wurden in diesem Bereich einzelne Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Beispielsweise wurde ein linksufriger Altarm nördlich von Unterhausen (Weilheim) durch Renaturierungsmaßnahmen wieder an die Ammer angeschlossen, für Wasserorganismen durch Aufstiegshilfen zugänglich gemacht und die bestehende Sohlschwelle an der Ammer an dieser Stelle naturnäher gestaltet (WWF 2016, Müller 2017). Diese punktuellen Verbesserungen bieten lokal Tier- und Pflanzenarten neue Reproduktionsräume und Trittsteinbiotope. Jedoch sind für einen stabilen Erhalt von Populationen großflächigere naturnahe Gebiete notwendig. Dies wird sich durch die Ausweisung eines Pendelraums verbessern.

Vergleich der Habitatstrukturen mit dem Leitbild

Für den Vergleich der Habitatstrukturen mit dem gewässertypischen Leitbild wurde ein naturnäherer Abschnitt des Projektgebiets flussab von Peißenberg gewählt. Das Leitbild des Gewässertyps 3.2 „Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlands“ nach den hydromorphologischen Steckbriefen nach Dahm et al. (2014) zeigt, dass die Ammer in diesem Bereich einen leitbildtypisch geschwungenen bis mäandrierenden Flusslauf aufweist (Abbildung 52). Es sind einige bespannte Altarme vorhanden. Die als Stillgewässer klassifizierten Gewässer sind künstlich veränderte Altlaufstrukturen innerhalb des Campingplatzes Ammertal östlich von Peißenberg. Die anderen Augewässer sind jedoch naturnäher in unterschiedlichen Verlandungsstadien und lediglich die Anbindung an die Ammer ist durch den gewässernah verlaufenden Wirtschaftsweg und z. T. bestehende Ufersicherungen verändert. Nicht dargestellt sind einmündende Gewässer in diesem Bereich (wie rechtsufrig Ach und Eyach, linksufrig der Quelltopf).



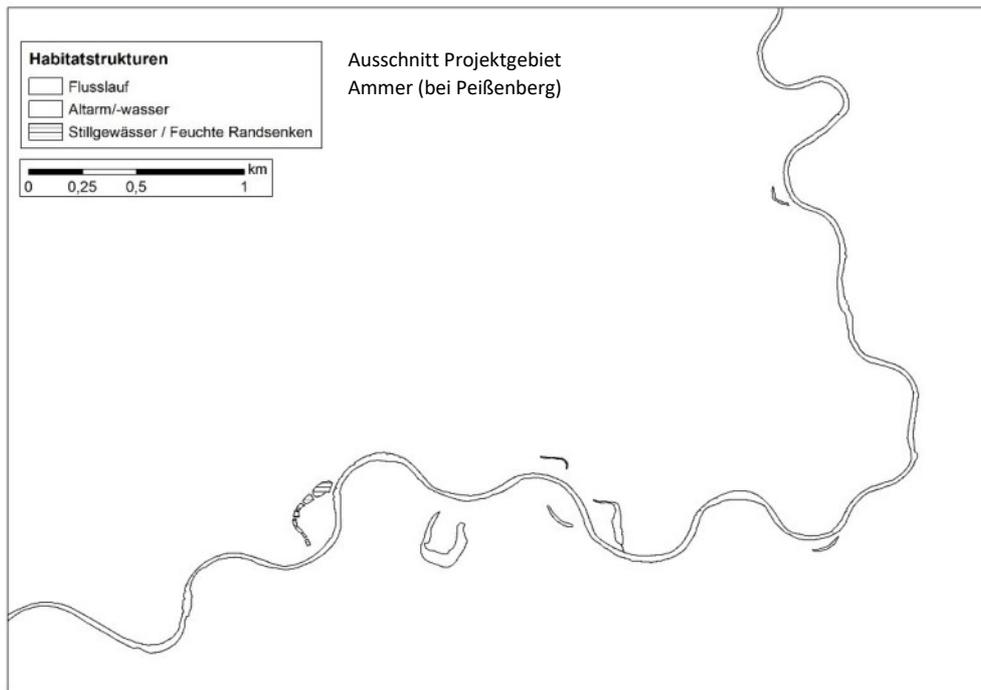


Abbildung 52: Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht auf den Flusslauf) für Typ 3.2 „Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ nach Dahm et al. (2014, oben) und Ausschnitt aus dem Projektgebiet an der Ammer (bei Peißenberg) mit vergleichbaren Strukturen (unten).

Der dargestellte Ausschnitt der Ammer würde zwar der leitbildtypischen Habitatausstattung gerecht werden, jedoch ist der weiter flussab liegende Flusslauf weniger charakteristisch und weist fast nur künstliche vom Hauptlauf abgetrennte, durch die Eintiefung der Ammer deutlich höher liegende Altarme auf. Die Bewertung nach den Habitatstrukturen geht daher als „±“ in die Gesamtbewertung ein.

4.1.7.2. Gewässerumfeld

Für die Bewertung des Gewässerumfelds wurde die Auenkulisse des LfU Bayerns betrachtet. Dafür wurde zum einen die Umlandbewertung der Gewässerstrukturkartierung herangezogen sowie Beobachtungen im Gelände im Vergleich zum Leitbild anhand verschiedener Strukturparameter betrachtet.

Bewertung nach Fließgewässerstrukturgütekartierung

Die Ammerau im Projektgebiet wurde nach Fließgewässerstrukturkartierung des LfU (2020) zu 90 % sehr stark verändert (Abbildung 50 unten rechts, Abbildung 53). Neben den bereits erwähnten gewässerbegleitenden Deichen, durch die neben der Ammer eine rezente Aue zwischen Weilheim und dem Ammersee kaum vorhanden ist, dominieren dort direkt hinter dem Deich intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen (Abbildung 53). Die Ausbildung einer auentypischen Vegetation ist dadurch nicht möglich. Hinzu kommen Siedlungsflächen, die im Gebiet vor allem aus dem Stadtgebiet von Weilheim i. O. bestehen.

Die restlichen 10 % der Auenflächen sind mäßig bis deutlich verändert und liegen flussab von Peißenberg. Hier ist auch der einzige als unverändert eingestufte Abschnitt zu finden. In diesem Bereich liegen Auwälder und extensiv genutztes Grünland, welche im Rahmen der Geländearbeiten erfasst wurden (s. Kapitel 4.1.4).

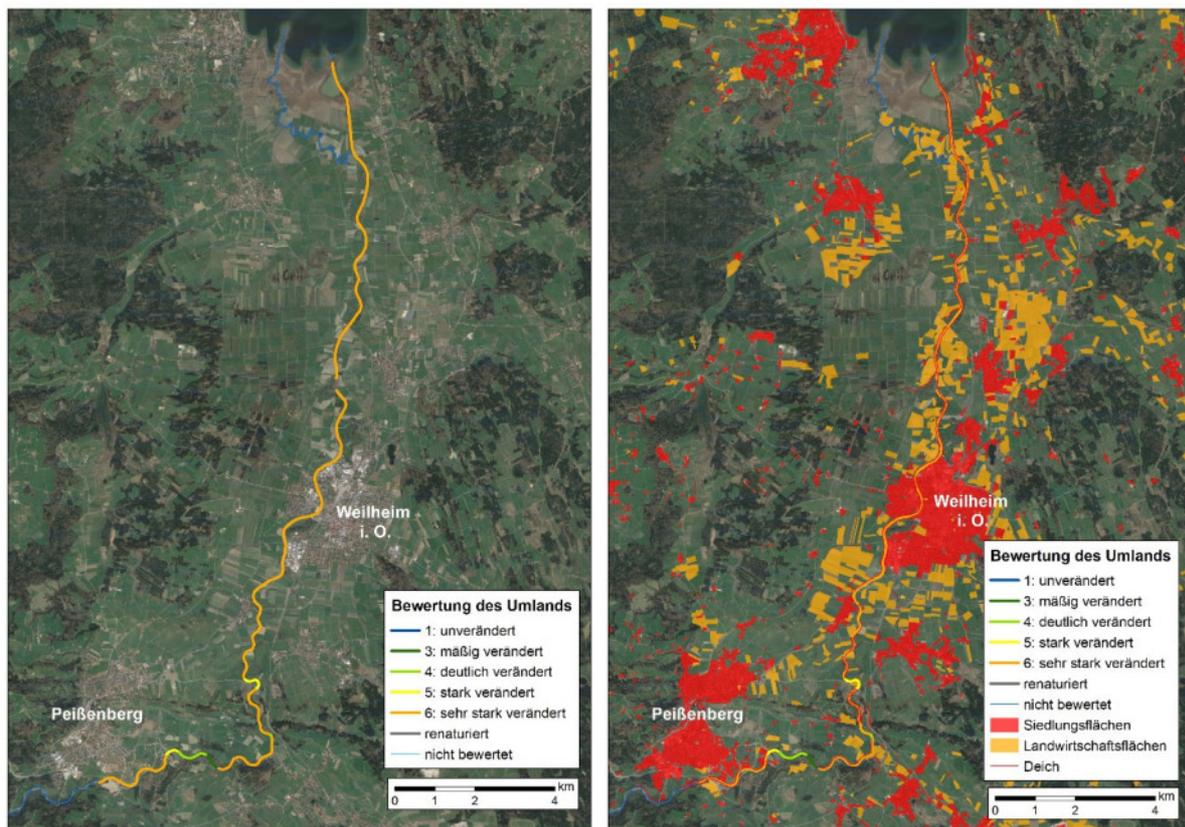


Abbildung 53: Bewertung des Gewässerumlands an der Ammer im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfU 2020) (links) und erklärende negative Faktoren für die als vorwiegend sehr stark verändert eingestufte Aue (rechts).

Da nur die vereinzelt Abschnitte bei Peißenberg als naturnahe eingestuft werden können, geht die Bewertung nach der Fließgewässerstrukturkartierung daher als „--“ in die Gesamtbewertung ein.

Bewertung nach Einzelparametern

Die Bewertung erfolgt analog zur Bewertung der Einzelparameter de Gewässerstruktur oben mit Vergleich der Ausprägung des gewässertypischen Leitbilds anhand der fünfteiligen Skala (++, +, ±, -, --) und dem daraus abgeleiteten Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Vergleich ausgewählter Strukturparameter des Gewässerumfelds des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
Beschattung	halbschattig, > 25-50 %	halbschattig, ab Weilheim vermehrt sonnig	±	mittel (Verbesserung indirekt über Auenvegetation)
Gewässer-randstreifen	flächig Wald und/oder Sukzession	flussauf Weilheim: Wald vorhanden, im Gewässerbett Pionier- und freie Sukzessionsflächen; flussab Weilheim: schmaler Streifen häufig gehölzbestanden (Ausnahme Stadtgebiet Weilheim), Deiche sehr gewässernah	±	flussauf von Weilheim gering bis mittel, flussab von Weilheim hoch

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbildkonformität	
Ufervegetation	oft Grauerlen-Auenwald mit Bergahorn-Eschenwald, örtlich Kiefernwald oder Silberweiden-Auenwald; zudem Schwarzerlen-Eschen-Sumpfwald, Schwarzerlen-Bruchwald	bis Nordknick der Ammer an B472: Grauerlen-Auwälder verschiedener Ausprägungen (beigemischt v. a. Silberweiden und Esche), auf trockeneren Standorten auch vereinzelt Kiefern; weiterer Flusslauf: vorwiegend landwirtschaftliche Flächen, nur kleine Waldbestände	±	gering bis hoch (ab Nordknick der Ammer an B472)
Umfeldstrukturen	wenige bis mehrere; Ufer sehr wechselhaft, oft verzahnt, aber auch glatt und steilwandig; Aue häufig vielfältig strukturiert aufgrund der abwechslungsreichen Jungmoränenlandschaft, häufig Vermoorungen in Niederungen oder (Rand-) Senken und einzelne Auengewässer	Ufer verzahnt und strukturreich, aber häufig gesichert, durch Steine oder auch Buhnen und direkt am Gewässer verlaufende Deiche; Vermoorungen in Randsenken, Altmäanderbögen unterschiedlicher Ausprägung (jedoch häufig künstlich vom Gewässer abgetrennt)	±	mittel bis hoch
Bewertung des Gewässerumfelds gesamt			±	gering bis mittel flussauf von Weilheim, mittel bis hoch flussab Weilheim

4.1.7.3. Biotope

Die Biotope wurden anhand der Biotopkartierung (Flachland) Bayern (LfU 2020) und anhand der FFH-Kartierung des Gebiets „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ betrachtet. Da sich der Managementplan des FFH-Gebiets aktuell noch in Bearbeitung befindet, konnten die Lebensraumtypen jedoch nicht flächenscharf ausgewertet werden.

Bewertung nach Biotopkartierung

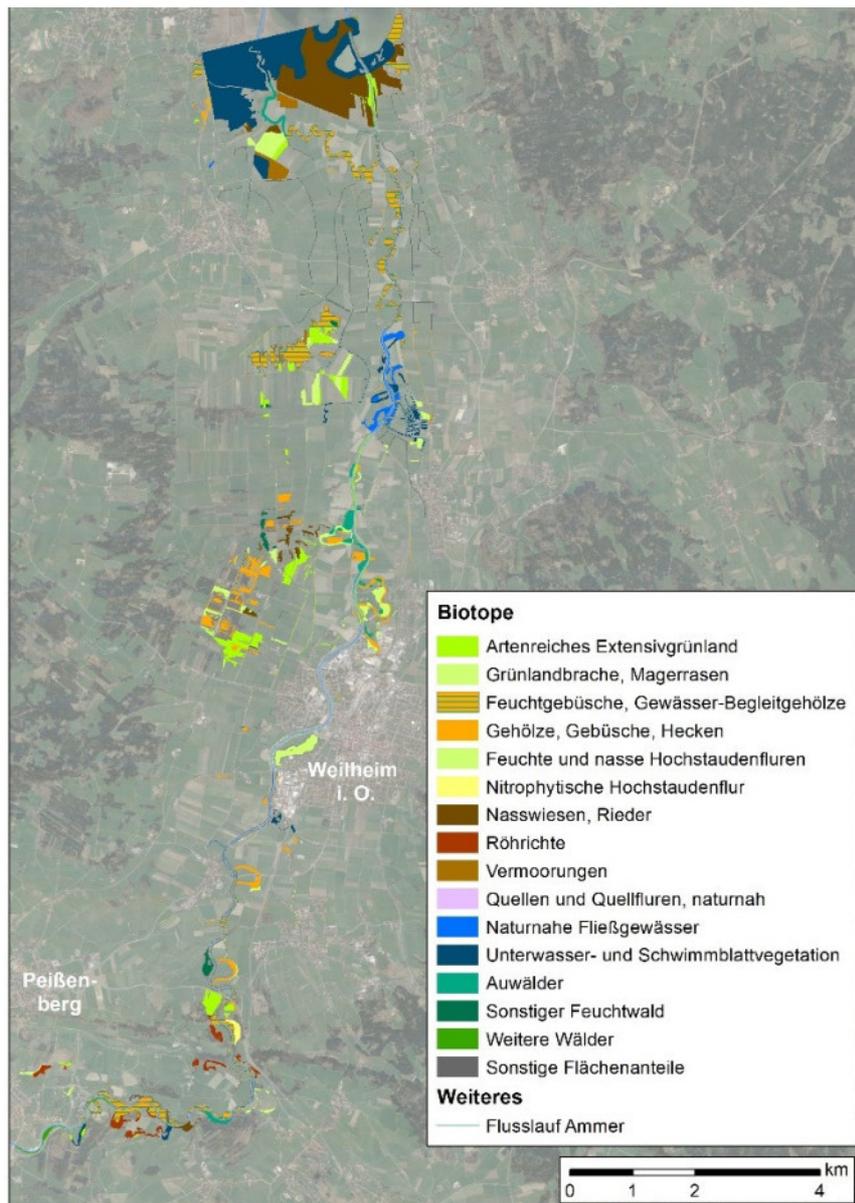


Abbildung 54: Durch die Biotopkartierung (Flachland) Bayern (2020) erfasste Biotope in der morphologischen Aue der Ammer im Projektgebiet.

In der morphologischen Aue der Ammer im Projektgebiet wurden insgesamt 795 ha durch die Biotopkartierung (Flachland) Bayern als Biotope erfasst (LfU 2020). Dies entspricht knapp 17 % der Gesamtfläche des Projektgebiets (Tabelle 23, Abbildung 54). Die flächenmäßig größten Anteile nehmen mit über 210 ha (4,4 %) die als Unterwasser- und Schwimmblattvegetation kartierten Bereiche am Südufer des Ammersees ein sowie Feuchtgebüsche und Gewässer-Begleitgehölze mit fast 145 ha (3,1 %) entlang der Ammer ganz im Süden und Norden des Gebiets und in Senkenbereichen und Nasswiesen und Rieder mit fast 139 ha (2,9 %), die ebenfalls am Südufer des Ammersees und in feuchten Senken vorkommen.

Die Ammer wurde inklusive der vom Hauptlauf durch Deiche abgetrennten Altarme nördlich von Weilheim auf fast 18 ha (0,4 %) als naturnahes Fließgewässer erfasst. Kartierte Auwälder gibt es im Süden, bei den Altarmen bei Unterhausen sowie entlang der Alten Ammer, insgesamt über 22 ha (0,5 %).

Tabelle 23: Durch die Biotopkartierung (Flachland) Bayern (2020) erfasste Biotope in der morphologischen Aue der Ammer und ihre Anteile in Bezug auf die Gesamtfläche des Projektgebiets.

Biotope	Fläche (ha)	Anteil Projektgebiet (%)
Artenreiches Extensivgrünland	71,5	1,5
Grünlandbrache, Magerrasen	26,7	0,6
Feuchtgebüsche, Gewässer-Begleitgehölze	144,7	3,1
Gehölze, Gebüsche, Hecken	59,0	1,2
Feuchte und nasse Hochstaudenfluren	51,9	1,1
Nitrophytische Hochstaudenflur	3,8	0,1
Nasswiesen, Rieder	138,7	2,9
Röhrichte	18,2	0,4
Vermoorungen	16,1	0,3
Quellen und Quellfluren, naturnah	0,1	<0,05
Naturnahe Fließgewässer	17,5	0,4
Unterwasser- und Schwimmblattvegetation	210,1	4,4
Auwälder	22,4	0,5
Sonstiger Feuchtwald	8,7	0,2
Weitere Wälder	3,9	0,1
Sonstige Flächenanteile	2,2	<0,05
Gesamtfläche Biotope	795,4	16,8
Gesamtfläche der Auenkulisse im Projektgebiet	4.728,4	100,0

Da an der Ammer nach Biotopkartierung einige Biotope vorhanden sind, diese jedoch nur kleinflächig vorkommen, geht diese als „±“ in die Gesamtbewertung ein.

Bewertung nach FFH-Kartierung

Der Managementplan für das FFH-Gebiet 8331-302 „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ befindet sich aktuell noch in der Bearbeitung, daher konnte keine flächenscharfe Auswertung der FFH-Lebensraumtypen (und Arten) durchgeführt werden. Das gesamte FFH-Gebiet hat eine Größe von 2.331,7 ha, von dem der nördliche Teil im Projektgebiet liegt (Abbildung 55). Die insgesamt 19 Lebensraumtypen des gesamten FFH-Gebiets sind in Tabelle 24 aufgelistet (LfU 2016).

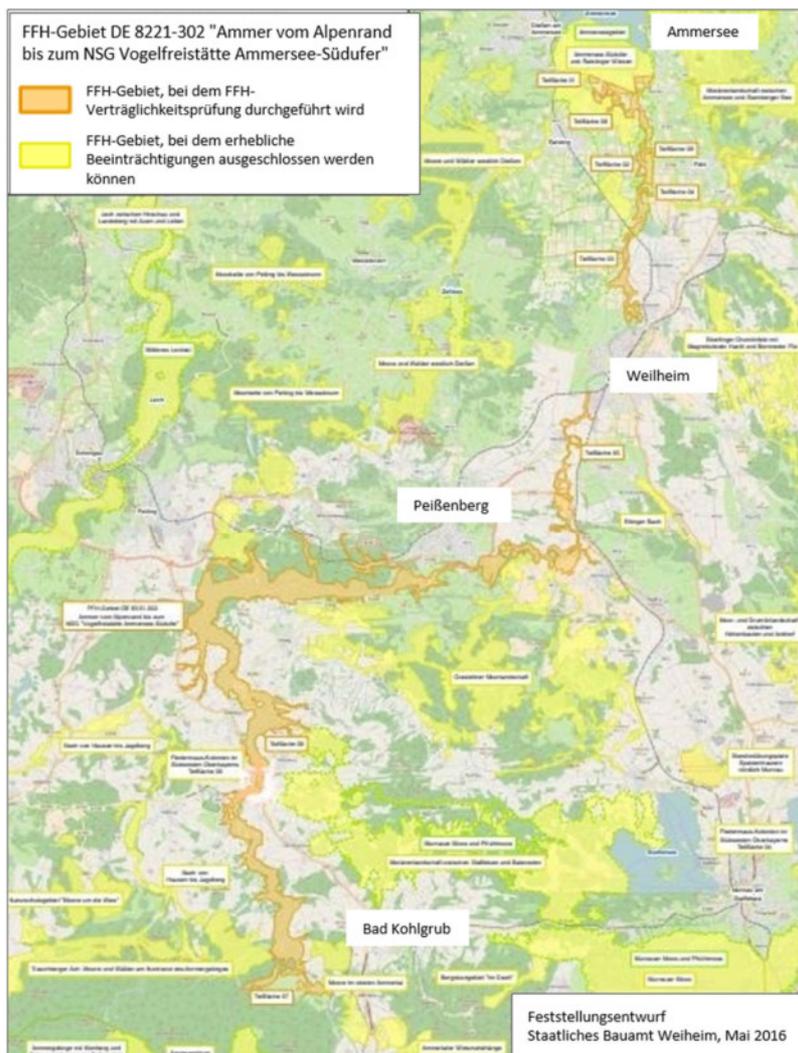


Abbildung 55: Ausdehnung des FFH-Gebiets "Ammer vom Alpenrand bis zum NSG Vogelfreistätte Ammersee-Südufer" (orange). Der Managementplan befindet sich aktuell noch in Bearbeitung (bearbeitet nach Staatliches Bauamt Weilheim 2016).

Darin wurden Gewässerabschnitte als schützenswerte alpine Flüsse (Lebensraumtypen 3220, 3230 und 3240) erfasst. Auch Weichholzauwälder des prioritären Lebensraumtyps 91E0 kommen im Gebiet vor (Tabelle 24).

Tabelle 24: FFH-Lebensraumtypen (LRT) des FFH-Gebiets „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ,Vogelfreistätte Ammersee-Südufer“ (LfU 2016).

LRT-Code (*: prioritär)	Bezeichnung
3220	Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation
3230	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Myricaria germanica</i>
3240	Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von <i>Salix eleagnos</i>
6210*	Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (<i>Festuco-Brometalia</i>)(*besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen)
6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (<i>Molinion caeruleae</i>)
7110*	Lebende Hochmoore
7120	Noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore
7220*	Kalktuffquellen (<i>Cratoneurion</i>)
7230	Kalkreiche Niedermoore

LRT-Code (*: prioritär)	Bezeichnung
8160*	Kalkhaltige Schutthalden der collinen bis montanen Stufe Mitteleuropas
8210	Kalkfelsen mit Felsspaltvegetation
8310	Nicht touristisch erschlossene Höhlen
9110	Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum)
9130	Waldmeister-Buchenwald (Asperulo-Fagetum)
9150	Mitteleuropäischer Orchideen-Kalk-Buchenwald (Cephalanthero-Fagion)
9180*	Schlucht- und Hangmischwälder Tilio-Acerion
91D0*	Moorwälder
91E0*	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
9410	Montane bis alpine bodensaure Fichtenwälder (Vaccinio-Piceetea)

Da die vorhandenen Lebensraumtypen nicht flächenscharf verortet werden konnten und auch der Erhaltungszustand nicht ausgewertet werden konnte, geht diese Auswertung als „±“ in die Gesamtbewertung ein.

4.1.7.4. Auetypischen Artvorkommen

Das Artvorkommen wurde für Tiere und Pflanzen anhand der FFH-Artkartierung nach Anhang II sowie für die Pflanzen anhand der im Geländeaufnahmen bewertet.

Bewertung des Vorkommens ausgewählter auetypischer Tierarten nach FFH-Artkartierung

Der Managementplan für das FFH-Gebiet 8331-302 „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ befindet sich aktuell noch in der Bearbeitung, daher liegen keine Flächeninformationen zu Arthabitaten oder –vorkommen vor und es kann lediglich das Artvorkommen im gesamten FFH-Gebiet aufgelistet werden (Abbildung 55). Es kommen insgesamt 10 Tierarten nach Anhang II der FFH-Richtlinie vor, darunter auch mehrere (semi-)aquatische Arten, wie Gelbbauchunke, Groppe, Huchen und Bachmuschel, die von einer Aufwertung durch den Pendelraum direkt profitieren würden.

Tabelle 25: Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie des FFH-Gebiets „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ (LfU 2016).

Gruppe	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	RL B	RL D
Amphibien	<i>Bombina variegata</i>	Gelbbauchunke, Bergunke	2	2
Fische	<i>Cottus gobio</i>	Groppe	*	*
Fische	<i>Hucho hucho</i>	Huchen	3	2
Fledermäuse	<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	*	V
Fledermäuse	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Kleine Hufeisennase	2	1
Käfer	<i>Carabus variolosus</i>	Gruben-Großlaufkäfer	*	-
Muscheln	<i>Unio crassus</i>	Bachmuschel, Kleine Flussmuschel	1	1
Schmetterlinge	<i>Euphydryas aurinia</i>	Goldener Scheckenfalter	2	2
Schmetterlinge	<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	*	V
Schmetterlinge	<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	*	2

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaß, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

Einige der Arten sind nach Roter Liste Bayerns und/oder Deutschlands gefährdet. Vor allem für die vom Aussterben bedrohte Bachmuschel (*Unio crassus*) sowie die Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) ist das Gebiet besonders bedeutsam.

Da die Artvorkommen jedoch nicht flächenscharf verortet werden konnten und auch ihr Erhaltungszustand nicht ausgewertet werden konnte, geht diese Auswertung als „0“ in die Gesamtbewertung ein.

Bewertung des Vorkommens ausgewählter auetypischer Pflanzenarten nach Erfassung im Gelände

An der Ammer wurde die Vegetation in ausgewählten Abschnitten anhand von Nested Plots sowie nach der Methode von Braun-Blanquet erfasst (s. Kapitel 3.2) und der Gefährdungsstatus nach der Roten Liste Deutschlands und Bayerns ausgewertet (Tabelle 26).

Tabelle 26: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Bayerns (StMUGV 2005) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Ammer.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL Bayern	RL Deutschland
<i>Carex strigosa</i>	Dünnährige Segge	G	*
<i>Medicago minima</i>	Zwerg-Schneckenklee	3	V
<i>Polygonatum odoratum</i>	Duftende Weißwurz	-	V
<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	2	3
<i>Potentilla heptaphylla</i>	Rötliches Fingerkraut	-	V
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	Großer Klappertopf	3	3
<i>Salix daphnoides</i>	Reif-Weide	2	3
<i>Ulmus laevis</i>	Flatter-Ulme	3	V

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

Von den 130 erfassten Arten sind sieben nach der Roten Liste Deutschland (Metzing et al. 2018) gefährdet oder auf der Vorwarnliste, was 5,4 % der erfassten Arten entspricht (Abbildung 56 rechts). Ebenfalls sieben Arten sind nach der Roten Liste Bayerns (StMUGV 2005) gefährdet (4 Arten) bzw. stark gefährdet (2 Arten) und bei einer weiteren ist das Ausmaß der Gefährdung unbekannt (Abbildung 56 links).

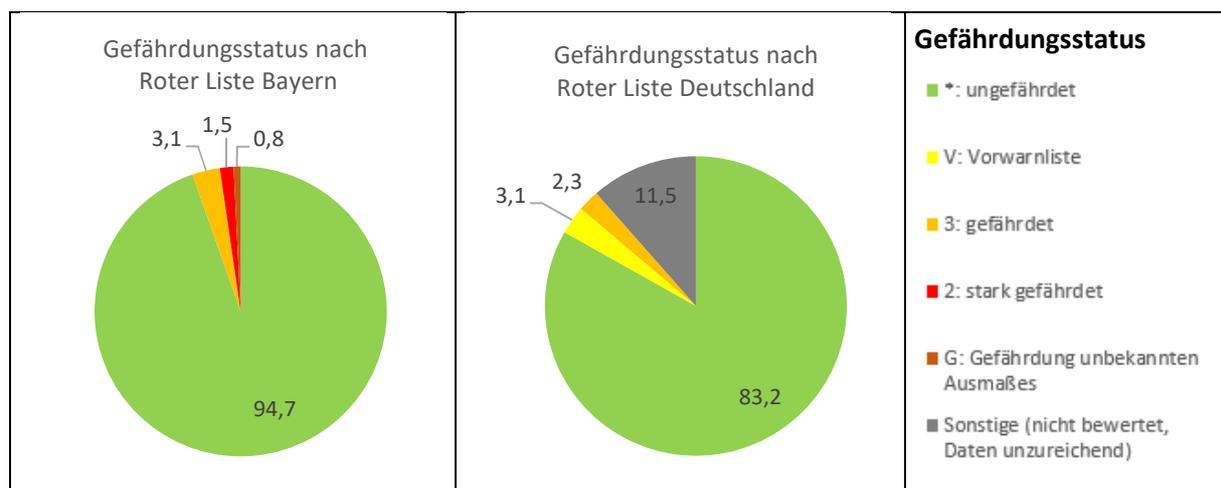


Abbildung 56: Anteile der Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Bayerns (StMUGV 2005) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der während der Geländearbeiten erfassten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Ammer.

Obwohl die Vegetationserfassungen nur an einigen Beispielflächen im Projektgebiet durchgeführt wurden, konnten mehrere geschützte Arten nachgewiesen werden. Dies zeigt, dass das Gebiet trotz

einiger anthropogener Eingriffe noch einige ökologisch hochwertige Flächen aufweist und ein hohes Artpotenzial zur (Wieder-) Besiedlung renaturierter Flächen vorhanden ist (s. hierzu auch Kapitel 4.1.4.1). Auch die beiden nach Anhang II der FFH-Richtlinie kartierten Arten Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) und Sumpf-Glanzkraut (*Liparis loeselii*) kommen im FFH-Gebiet „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ vor und sind demnach potenziell auch im Projektgebiet vorhanden.

Die Bewertung der Pflanzenarten geht daher mit „+“ in die Gesamtbewertung ein.

4.1.7.5. Gesamtbewertung

Der nahezu unbeeinflusste Abfluss und ein geschwungener bis mäandrierender Flusslauf im Projektgebiet entsprechen dem Leitbild der Ammer als Fluss der Jungmoräne. Zudem können sich durch das vorhandene im Fluss transportierte Material und die unverbaute Gewässersohle abwechslungsreiche Sohlstrukturen ausbilden. Jedoch ist der Flusslauf über weite Strecken und vor allem nördlich von Weilheim anhand von gewässerbegleitend verlaufenden Deichen in seinem bestehenden Flussbett fixiert. Dadurch kann sich ein naturnahes Querprofil und Ufer sowie eine Flussbettverlagerung lediglich zu Beginn des Projektgebiets bei Peißenberg ausbilden.

Diese Zweiteilung des Projektgebiets zeigt sich auch in der Umlandnutzung. Auetypische Gehölze und Wälder bestehen fast nur zwischen Peißenberg und dem Nordknick der Ammer an der B472. Flussab gibt es diese nur an vom Flusslauf abgetrennten Altarmen, die meist deutlich über dem mehrere Meter eingetieften Hauptlauf liegen. Viele weitere gewässernahe Flächen im Norden des Projektgebiets sind abgesehen von Siedlungsflächen von Weilheim meist intensiv landwirtschaftlich genutzt. Eine leitbildtypische Auwaldentwicklung wird dadurch unterbunden. Durch die Festlegung des Flusslaufs, die nördlich von Weilheim kaum Uferstrukturbildung bzw. auetypische dynamische Prozesse zulässt, sind zwar noch einige charakteristische Arten und Biotope vorhanden. Jedoch können sich diese auf den verbliebenen Flächen nicht langfristig erneuern und im Gebiet halten. Die bereits durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen an der Ammer, wie der Umbau der Sohlschwellen und die Anbindung des Altarms bei Unterhausen, stellen eine wichtige ökologische Aufwertung dar. Dennoch wäre eine Vergrößerung des durch die Ammer nutzbaren und gestaltbaren Freien Pendelraums ein wichtiger und notwendiger Schritt für langfristige Verbesserungen für viele Artengruppen und Biotope.

So ist der Handlungsbedarf für eine ökologische Aufwertung durch den Freien Pendelraum vor allem nördlich von Weilheim zur Verbesserung aller betrachteten Parameter besonders notwendig.

Tabelle 27: Gesamtbewertung (arithm. Mittel der Einzelbewertungen, Vergleich zum gewässertypischen Leitbild) aus den betrachteten Einzelparametern für die Ammer im Projektgebiet.

Hauptparameter	Einzelbewertungen	Gesamtbewertung	Handlungsbedarf	Bemerkungen
Gewässerstruktur	Fließgewässerstrukturkartierung: - Einzelparameter des Leitbilds: + Habitatskizze: ±	±	mittel	
Gewässerumfeld	Fließgewässerstrukturkartierung: -- Einzelparameter des Leitbilds: ±	-	hoch	

Biototypen	Auswertung der Biotopkartierung: ± Auswertung der FFH-Lebensraumtypen: ±	±	mittel	
Artvorkommen (Tiere)	Auswertung der FFH-Artdaten: ±	±	mittel	
Artvorkommen (Pflanzen)	Auswertungen der Vegetation im Gelände: +	+	mittel	
Gesamtbewertung		±	mittel bis hoch	vor allem ab Weilheim ist Umsetzung des Freien Pendelraums besonders relevant

4.1.8. Freier Pendelraum an der Ammer

4.1.8.1. Schritt 1: Flussabschnitt wählen

Der Freie Pendelraum der Ammer wurde ab Peißenberg bzw. dem Austritt aus der Ammerschlucht bis zur Ausmündung der Alten Ammer kurz vor der Mündung in den Ammersee bestimmt.

Da sich die abiotischen Rahmenbedingungen in diesem Abschnitt ab dem Knick der Ammer nach Norden an der B472 und dem Durchbruch durch die geologische Engstelle ändern, wurde für die detaillierte Pendelraum-Berechnung nach LAWA (2016) das Gebiet ab dort in einen zweiten Abschnitt geteilt. Für den ersten Abschnitt wurde beispielsweise die Abflussmenge von Peißenberg angenommen (mittlerer Abfluss von 12,4 m³/s) und für den zweiten Abschnitt bis zur Alten Ammer der mittlere Abfluss von Weilheim (21,4 m³/s).

4.1.8.2. Schritt 2: Gewässertyp bestimmen

Die Bestimmung des Gewässertyps der Ammer im Projektgebiet war zunächst nicht eindeutig und erfolgte daraufhin vor allem anhand von lokalen Gegebenheiten im Projektgebiet (s. Kapitel 4.1.6). Zusammengefasst entspricht die Ammer zwischen Peißenberg und dem Ammersee:

- Gefällereicher Flussaue der Alpen/Voralpen mit Sommerhochwassern (nach Koenzen 2005)
- Flusstyp der Alpen und des Alpenvorlandes → Subtyp 3.2: Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes (Einteilung nach den Steckbriefen der bundesdeutschen Fließgewässertypen, Pottgiesser & Sommerhäuser 2008)

4.1.8.3. Schritt 3: Freien Pendelraum bestimmen

A) Nach dem Espace de Liberté-Konzept

Die notwendige Fläche für die Ausbildung der Fluss- und Auenstrukturen wird bestimmt und durch den sogenannten funktionellen Entwicklungskorridor dargestellt. Die Bemessung erfolgt durch eine Überlagerung und Abgrenzung verschiedener Räume (s. Kapitel 3.5.3.1, Malavoi et al. 1998, Charrier 2012). Dabei wird der maximale Mobilitätsraum (entspricht der deutschen Bezeichnung der morphologischen Aue), der historische Verlagerungsraum und die theoretische Gleichgewichtsbreite überlagert und vom resultierenden Raum nach Überlagerung Restriktionen abgezogen.

Der maximale Mobilitätsraum wurde an der Ammer durch die Abgrenzung der Auenkulisse des LfU Bayerns begonnen, die auf der Bodenkarte beruht. Anhand des digitalen Geländemodells in Kombination mit den Überschwemmungsflächen bei extremem Hochwasser (HQextrem) des LfU Bayerns wurde die Auenkulisse im Projektgebiet verfeinert.

Für den historischen Verlagerungsraum wurden der Flusslauf der Ammer von 1840 (Bayerische Vermessungsverwaltung 2020) und der aktuelle Flusslauf, digitalisiert anhand der Google Basemap von 2017, verwendet.

Die theoretische Gleichgewichtsbreite wurde anhand der Breite der Ammer bei bordvollem Abfluss (Qbordvoll, 34 m) multipliziert mit dem Faktor 10 ermittelt; d. h. auf jeder Gewässerseite wurde ein Korridor mit 170 m (der fünffachen Breite) an die Ammer angefügt.

Restriktionen im Projektgebiet bilden die anliegenden Ortschaften (vor allem Peißenberg und Weilheim) sowie größere Straßen, die entweder flussnah verlaufen (B472 bei Polling) oder mit Brücken über die Ammer führen (B472 bei Peißenberg, St2058 zwischen Peißenberg und Böbing und zwischen Weilheim und Oderding, Wessobrunner Straße (St2057) im Ortsgebiet Weilheim, Raistingener Straße zwischen Raisting und Pähl) und den Espace de Liberté an diesen Stellen bis auf ein Minimum einengen.

Die Überlagerung dieser Räume ergibt den funktionellen Entwicklungskorridor (EFONC, Abbildung 57 rot). Eine restriktivere Einstufung der Einschränkungen, die beispielsweise auch einzelne Unterstände (Hütten, Holzunterstände), einen Parkplatz oder den Außenplatz des Pferdehofs Oberhausen einschließt ergibt den minimalen Entwicklungskorridor (EMIN), der sich aber nur geringfügig vom EFONC unterscheidet (Abbildung 57 orange).



Abbildung 57: Der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC, rot) und der minimale Entwicklungskorridor mit restriktiveren Einschränkungen (EMIN, orange) an der Ammer im Projektgebiet nach dem Espace de Liberté-Konzept nach Malavoi et al. (1998).

B) Nach dem Konzept des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014)

Die Mindestgrößen des Raums für die Ammer, den diese für die Entwicklung der leitbildtypischen Strukturelemente des Flusses benötigt, kann nach dem Konzept des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014) anhand der flusstypspezifischer Faktormultiplikation mit der potentiell natürlichen Sohlbreite berechnet werden (s. Kapitel 3.5.3.2 A)).

Die im GIS gemessene und über das Projektgebiet gemittelte Sohlbreite der Ammer beträgt 25 m. Zur Einschätzung der Breite der potentiell natürlichen Sohle wird dieser Wert wie für den Flusstyp 3 „Bäche und Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ üblich, mit Faktor 3 multipliziert. Durch die so berechnete Sohlbreite kann der minimale und der maximale Entwicklungskorridor der Ammer anhand von weiterer Faktormultiplikation berechnet werden, die 225 m bzw. 750 m betragen (Tabelle 28, Abbildung 58).

Tabelle 28: Herleitung des Entwicklungskorridors der Ammer als Gewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes (Typ 3) im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

Parameter	Herleitung
Potenziell natürliche Sohlbreite (Orientierung)	25 m x 3 (im GIS abgemessen) = 75 m
Minimaler Entwicklungskorridor	75 m x 3 = 225 m
Maximaler Entwicklungskorridor	75 m x 10 = 750 m



Abbildung 58: Der minimale (dunkleres gelb) und der maximale (helleres gelb) Entwicklungskorridor an der Ammer im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

C) Nach dem Konzept der LAWA (LAWA 2016)

Da sich die abiotischen Rahmenbedingungen an der Ammer im Verlauf des Projektgebiets ändern, wurde die Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite nach dem detaillierten Verfahren der LAWA für zwei separate Abschnitte berechnet (s. Kapitel 3.5.3.2 B)). Im flussauf liegenden ersten Abschnitt bei Peißenberg beträgt der mittlere Abfluss $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$ und das Talbodengefälle ist höher als nach dem Durchbruch durch die geologische Engstelle ab dem Knick der Ammer an der B472. Daher wurde dort ein Abschnittswechsel festgelegt und ab dort bis zur Ausleitung zur Alten Ammer der mittlere Abfluss des Pegels Weilheim ($21,4 \text{ m}^3/\text{s}$) verwendet (Tabelle 29).

Daraus ergibt sich für den ersten Abschnitt eine heutige potenziell natürliche Gewässerbreite von 25 m und eine Gewässerentwicklungskorridorbreite (der Freie Pendelraum) von 131 m. Für den zweiten Abschnitt sind es 37 m Gewässerbreite und 304 m Gewässerentwicklungskorridorbreite.

Tabelle 29: Parameter zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite der Ammer Im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016) eingeteilt in 2 Abschnitte.

1. Abschnitt (Peißenberg bis B472)		
Parameter	Einheit	Ammer im 1. Abschnitt
Q_{bordvoll} (Annahme)	m^3/s	12,4
Talbodengefälle	%	0,4
Windungsgrad	-	1,3
Sohlgefälle	%	0,32
Rauheitsbeiwert k_{st}	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$	18
Böschungsneigung	1:m	1:5
Heutige pot. natürliche Gewässerbreite	m	25
Sohlschubspannung	N/m^2	24,3
Plausibilisierung Sohlschubspannung	für Typ GuS_3.2, N/m^2	60-80
Gewässerentwicklungskorridorbreite	m	131
2. Abschnitt (B472 bis Alte Ammer)		
Parameter	Einheit	Ammer im 2. Abschnitt
Q_{bordvoll} (Annahme)	m^3/s	21,4
Talbodengefälle	%	0,2
Windungsgrad	-	1,7
Sohlgefälle	%	0,14
Rauheitsbeiwert k_{st}	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$	18
Böschungsneigung	1:m	1:5
Heutige pot. natürliche Gewässerbreite	m	37
Sohlschubspannung	N/m^2	14,8
Plausibilisierung Sohlschubspannung	für Typ GuS_3.2, N/m^2	60-80
Gewässerentwicklungskorridorbreite	m	304

Abzüglich der Restriktionen wie Siedlungsflächen und Straßen ergibt sich daraus die kartographische Darstellung des Freien Pendelraums nach LAWA (2016) für die Ammer (Abbildung 59).

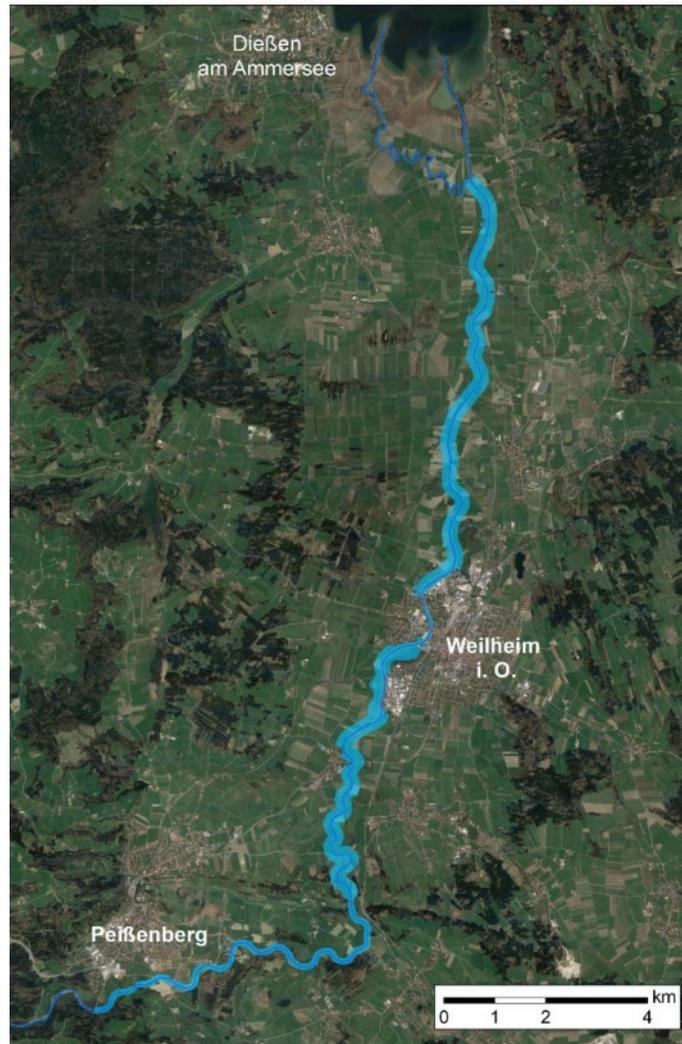


Abbildung 59: Gewässerentwicklungskorridor der Ammer im Projektgebiet aufgeteilt in 2 Abschnitte von Peißenberg bis zum Knick nach Norden an der B472 und ab dem Nordknick bis zum Abzweig der Alten Ammer nach dem Konzept der LAWA (2016).

D) Nach dem Konzept der Regimetheorie

Nachfolgend wird die Anwendung an 2 Abschnitten der Ammer mit unterschiedlicher Charakteristik beschrieben (Guzelj in prep.). Der erste Abschnitt befindet sich in der Nähe von Peißenberg und weist die Charakteristik der Forellenzone auf, während sich der zweite Abschnitt bei Unterhausen im Übergang zwischen Äschen- und Barbenregion befindet.

Die Eingangsgrößen wurden aus der Statistik des Wasserwirtschaftsamts Weilheim (Q) bzw. direkt vor Ort ermittelt:

Parameter	HQ ₁	HQ _{bf}	J _{Unterh}	J _{Peißenb}	d _{50Unterh}	d _{50Peißenb}
Einheit	m ³ /s	m ³ /s	-	-	m	m
Eingangsgröße im Untersuchungsgebiet	120	280	0,00303	0,00335	0,012	0,078

Die Ergebnisse der Korridor-Berechnung für die beiden Flussabschnitte Peißenberg und Unterhausen lauten wie folgt (Guzelj in prep.):

	Primäre Erosion nach Yalin (1992)		Sekundäre Erosion nach Ashmore (2001)	
	m	m	m	m
	Peißenberg	Unterhausen	Peißenberg	Unterhausen
bei HQ1 (120 m ³ /s)	31,1	49,7	36,4	124,7
ca. bei HQ15 (280 m ³ /s)	47,5	75,9	70,4	240,8

Legt man die errechneten Breiten mittels Puffer in einem GIS-Programm übereinander, erhält man die Korridore für die betrachteten Beispielabschnitte bei Peißenberg und Unterhausen (Abbildung 60).

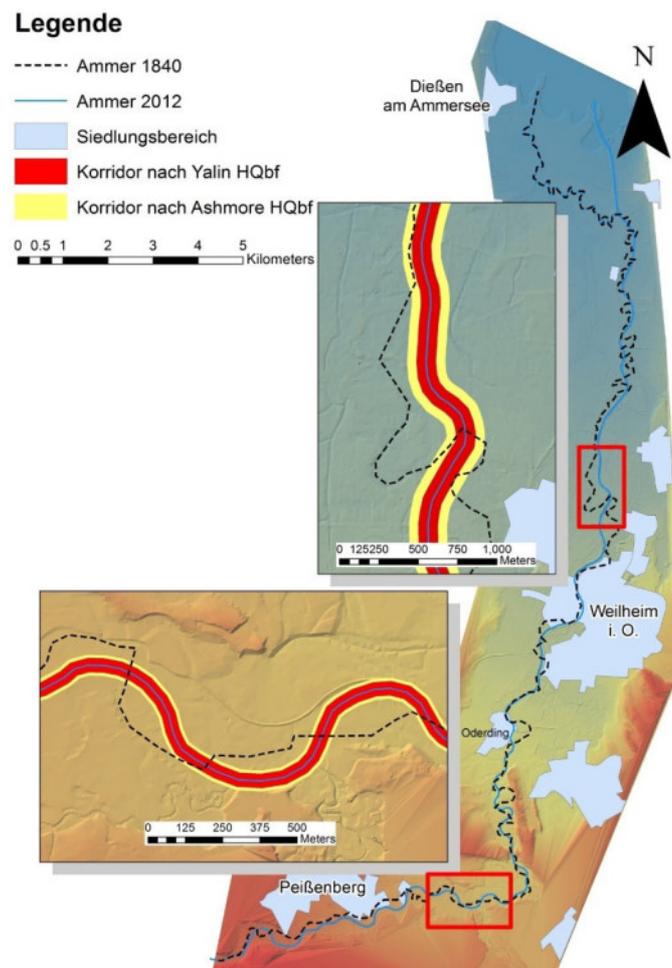


Abbildung 60: Berechnete Regimebreiten des Freien Pendelraums an der Ammer an den Beispielen von Peißenberg und Unterhausen (Guzelj in prep.).

4.1.9. Schwierigkeiten der Pendelraumerstellung an der Ammer

Die Flusstypisierung der Ammer im Projektgebiet konnte nicht ausschließlich nach den angegebenen Konzepten erfolgen, da die Zuweisungen nicht zu den Gegebenheiten vor Ort passten. Die Ammer ist laut Typenkarte von Pottgiesser & Sommerhäuser (2003) ein Fließgewässer der Alpen, genauer der Subtyp 1.1 „Bäche der Alpen“. Bäche sind jedoch in dieser Einteilung als Gewässer mit einem Einzugsgebiet von 10 bis 100 km² definiert. Das Einzugsgebiet der Ammer hat jedoch bereits am Anfang des Projektgebiets bei Peißenberg eine Größe von 168 km², in Weilheim i. O. sind es bereits 608 km². Zudem werden sowohl bei den Bächen als auch bei den Flüssen der Kalkalpen (Subtyp 1.2)

als charakteristische Merkmale gestreckte Flussläufe in Kerb(sohlen)tälern mit fluviatiler Talverfüllung angegeben, dessen Sohlsubstrat vor allem durch Blöcke und Kies gebildet wird. Diese Charakteristika treffen auf die Ammer kurz vor dem Projektgebiet zu, wo sie die Ammerschlucht ab dem Felsdurchbruch Scheibum westlich von Saulgrub (etwa Flusskilometer 169) bis kurz vor Peißenberg durchfließt. Aus diesem Bereich stammt auch die Beispielaufstellung der Ammer in den Steckbriefen der deutschen Fließgewässer von Pottgiesser & Sommerhäuder (2008). Jedoch tritt die Ammer ab Verlassen der Schlucht in das ehemalige Seegebiet des Ammersees ein (siehe Abbildung 61). Dieser hatte zu seiner maximalen nacheiszeitlichen Ausdehnung eine Nord-Süd-Länge von 37 km. Durch das mitgeführte Geschiebe der Ammer wurde der See jedoch immer weiter verfüllt. Die heutige Ausdehnung beträgt lediglich noch 16,2 km (Zillmer 2011). Dieser Prozess hält weiterhin an und es wird vermutet, dass der See unter gleichbleibenden Rahmenbedingungen in etwa 20.000 Jahren vollständig verfüllt sein wird (Kotschi 2012).

Durch diese Gegebenheiten entspricht die Ammer nicht dem vorgegebenen Flusstyp und die Typisierung wurde anhand der lokalen Parameter vorgenommen. Dabei kommen auch die „Flüsse des Alpenvorlandes“ (Subtyp 2.2) nicht als Einstufung in Frage, da sie keine ausgeprägten Abflussschwankungen im Jahresverlauf aufweisen und die höchsten Abflüsse im Februar bis März auftreten sollten. Dies trifft auf die Ammer ebenfalls nicht zu (s. Kapitel Untersuchungsgebiet Ammer).

Daher stellte sich die Einordnung als „Fluss der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ (Subtyp 3.2) als treffendste Typisierung heraus (s. Kapitel 4.1.7). Ebenfalls für diese Typisierung sprechen weitere Einteilung nach Bresinsky (1965), der die Ammer und den –see in die Gewässer der Jungmoräne zuordnete, sowie Briem (1999), der die Ammer bis etwa auf Höhe von Weilheim ebenfalls dem Jungmoränenland zuordnet und flussab von Weilheim als „Aue über 300 m Breite“ (in LfW 2003). Auch nach den hydromorphologischen Steckbriefen des UBA (Dahm et al. 2014) kann die Ammer als Typ 3 „Bäche und Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ eingeordnet werden.



Abbildung 61: Die aktuelle (grau) und die maximale (schraffiert) nahezeitliche Ausdehnung des Ammersees (verändert nach Zillmer 2011).

4.2. Blies

4.2.1. Gewässerauswahl und Festlegung des untersuchten Flussabschnitts

Die Blies im Osten des Saarlands ist der zweite Beispielfluss für die Pendelraum-Bestimmung. Sie stellt, anders als die Ammer in den Voralpen, einen Mittelgebirgsfluss dar. Als Projektgebiet für die Pendelraum-Bestimmung wurde der Flussabschnitt zwischen der Einmündung des Schwarzbachs bei Einöd (Homburg) und der Brücke Blieskastel gewählt (B423) (Flusskilometer 36,7-46,6) (Abbildung 62, Abbildung 63).

Dieser Fluss/-abschnitt wurde gewählt, da:

- wenig Siedlungsbeschränkung
- natürliches Abflussregime
- schmaler Gewässerrandstreifen mit charakteristischer Auenvegetation (Galeriewald) vorhanden
 - ➔ hohes Potential zur naturnahen Entwicklung und raschen Etablierung auentypischer Arten
- der Ansatz von eigendynamischer Entwicklung anhand abgebrochener Ufer erkennbar ist, gleichzeitig gab es aber im Vergleich mit historischen Karten keine umfangreichen Laufverlagerungen in den letzten Jahrhunderten, wodurch das Gefahrenpotential der großflächigen Zerstörung der angrenzenden landwirtschaftlichen Grünlandflächen als gering eingeschätzt wird.

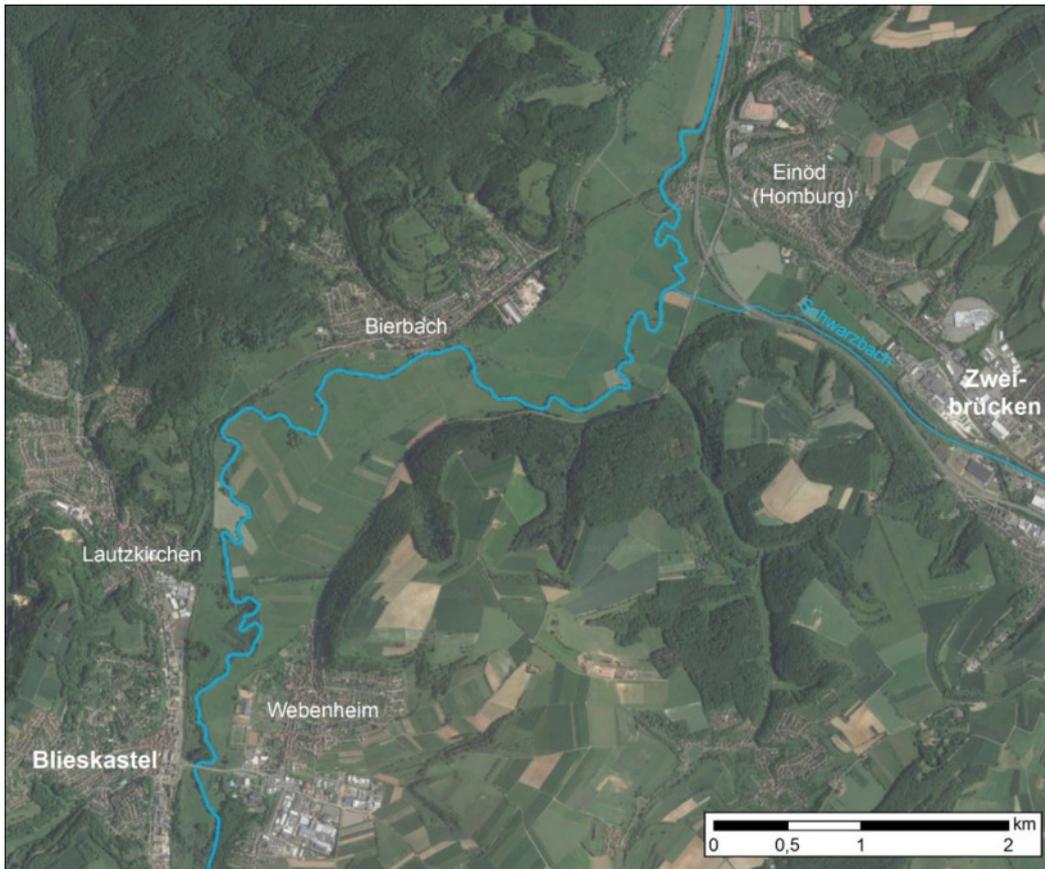


Abbildung 62: Überblick über das Projektgebiet an der Blies zwischen Einöd und Blieskastel.



Abbildung 63: Die Blies bei Blieskastel (Foto: I. Juszczuk).

4.2.2. Gesetzliche Vorgaben und Zuständigkeiten im Saarland

Die übergreifenden gesetzlichen Rahmenbedingungen durch europäische Vorgaben und Gesetze des Bundes sind im Kapitel 4.1.2 *Gesetzliche Vorgaben* dargestellt. Diese werden in die gesetzlichen Regelungen der Länder überführt. Dabei können beispielsweise bei der Festlegung von nutzungsfreien Gewässerrandstreifen nach § 38 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) abweichende Regelungen erlassen werden. Die Gewässerrandstreifen dienen der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen. Im Saarland ist dies durch das Saarländische Wassergesetz festgelegt.

4.2.2.1. Saarländisches Wassergesetz (SWG)

Das Saarländische Wassergesetz (SWG) besteht seit 1960 und besteht aktuell in der Fassung von 2004 (Amtsblatt 2004).

Vierter Teil: Unterhaltung, Ausbau oberirdischer Gewässer, Deiche und Dämme, Gewässerrandstreifen

§ 56 (zu § 38 und § 39 WHG): Umfang der Unterhaltung, Pflege und Entwicklung, Gewässerrandstreifen

(1) Bei der Unterhaltung der Gewässer sind die Belange des Naturschutzes, der Landschaftspflege und der Fischerei zu beachten. Grundsätzlich ist ein natürlicher Zustand zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Hierzu können die Unterhaltungspflichtigen Gewässerpflege- und Entwicklungspläne erarbeiten und umsetzen.

(2) Maßnahmen im Sinne des § 39 Abs. 1 WHG an Gewässern dritter Ordnung sind von den Unterhaltungspflichtigen dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz mindestens einen Monat vor Beginn der Arbeiten mit einer Beschreibung der Maßnahme anzuzeigen. Sind durch Unterhaltungsmaßnahmen Eingriffe in Natur und Landschaft unvermeidlich, so ordnet das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Ausgleichsmaßnahmen an.

(3) Zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG, insbesondere zur Erhaltung oder Verbesserung der ökologischen Funktionen der Gewässer oder zur Vermeidung oder Verminderung von Schadstoffeinträgen, sind die Gewässerrandstreifen naturnah zu bewirtschaften. Unzulässig ist insbesondere

1. bis zu mindestens fünf Metern, gemessen von der Uferlinie,

- a) **innerhalb** der im Zusammenhang bebauten **Ortsteile** die Errichtung baulicher Anlagen, es sei denn, sie sind standortgebunden oder wasserwirtschaftlich erforderlich oder in einer bei In-Kraft-Treten dieses Gesetzes rechtswirksamen Satzung nach dem Baugesetzbuch vorgesehen,
- b) eine ackerbauliche und erwerbsgärtnerische Nutzung,
- c) die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sowie von mineralischem Dünger,
- d) das Aufstellen von Zäunen u. ä.;

2. bis zu mindestens zehn Metern, gemessen von der Uferlinie,

- a) **außerhalb** der im Zusammenhang bebauten **Ortsteile** die Errichtung baulicher Anlagen, es sei denn, sie sind standortgebunden oder wasserwirtschaftlich erforderlich,
- b) die Anwendung wassergefährdender Stoffe einschließlich Jauche, Gülle und Pflanzenschutzmitteln mit Anwendungsbeschränkungen.

(4) Ausgebaute Gewässer sind in dem Zustand zu erhalten, in den sie durch den Ausbau versetzt worden sind, es sei denn, dass das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz die

Erhaltung dieses Zustandes aus ökologischen und landschaftsgestalterischen Gründen nicht mehr für erforderlich hält.

§ 57 (zu § 40 WHG): Unterhaltungspflichtige

(1) Die Unterhaltung obliegt

1. bei Gewässern zweiter Ordnung dem Land,
2. bei natürlichen fließenden Gewässern dritter Ordnung, vorbehaltlich der Regelung in Absatz 2, den Gemeinden, die mit ihrem Gebiet Anlieger sind (Anliegergemeinden),
3. bei stehenden und künstlichen fließenden Gewässern den Eigentümern oder, wenn sich diese nicht ermitteln lassen, den Anliegern.

(2) Bei Gewässerstrecken natürlicher fließender Gewässer dritter Ordnung mit einem Niederschlagsgebiet bis zu 10 qkm und geringer wasserwirtschaftlicher Bedeutung obliegt die Unterhaltung deren Eigentümern oder, wenn sich diese nicht ermitteln lassen, den Anliegern, soweit die Unterhaltung überwiegend deren Interesse dient oder der Aufwand für die Unterhaltung durch sie verursacht wird. Die Gemeinden regeln durch Satzung im Einvernehmen mit dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, welche Gewässer oder Gewässerstrecken unter Satz 1 fallen. Solange Satzungen nicht erlassen sind, gilt Absatz 1 Nr. 2.

§ 58: Förderung durch das Land

Unabhängig von der Regelung in § 57 Abs. 1 Nr. 1 dieses Gesetzes fördert das Land die Unterhaltung der Gewässer durch freiwillige Leistungen nach Maßgabe der im Landeshaushaltsplan jeweils ausgebrachten Mittel.

4.2.2.2. Zuständigkeiten für wasserwirtschaftliche Belange im Saarland

Um Maßnahmen im Sinne des Freien Pendelraums zu planen bzw. umzusetzen ist es notwendig, die Strukturen und Zuständigkeiten der Behörden im betroffenen Bundesland zu kennen. Relevant sind für Maßnahmen an Fließgewässern bzw. in der Flussaue meist die Wasserbehörden und die Naturschutzbehörden.

An der Blies im Saarland sind dies im Bereich der Wasserbehörde (MUV Saarland o.J. a):

- Oberste: Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (MUV Saarland)
- Untere: Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA Saarland)

Im Saarland ist die Oberste Wasserbehörde, das Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, vorwiegend für alle Verfahren im Zusammenhang mit dem Grundwasser zuständig.

Für die Oberflächengewässer erster, zweiter (darunter die Blies) und dritter Ordnung ist dagegen die Untere Wasserbehörde, das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, zuständig. Der Fachbereich Gewässerökologie des LUA betreut die biologischen Messprogramme, die im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie durchgeführt werden, und wertet sie aus.

Die Naturschutzbehörden im Saarland sind wie folgt strukturiert (Amtsblatt 2019):

- Oberste: Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (MUV Saarland)
- Untere: Landkreise, der Stadtverband Saarbrücken und die Landeshauptstadt Saarbrücken

Das Ministerium für Umwelt ist als oberste Naturschutzbehörde zuständig für die Erteilung von Befreiungen des Bundesnaturschutzgesetzes und bei der Beteiligung der Naturschutzbehörde in Zulassungsverfahren nach anderen Fachgesetzen.

Die technische Fachbehörde ist das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz. Es berät und unterstützt die Naturschutzbehörden fachlich, entwickelt Schutz- und Entwicklungskonzepte, führt

Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen durch, erfasst bewertet und untersucht ökologisch bedeutsame Flächen und Arten und ist für die Umweltbildung und Unterrichtung der Öffentlichkeit zuständig.

4.2.3. Stakeholderanalyse und –befragung

Im Projektgebiet liegen nur wenige Siedlungsflächen in der morphologischen Bliesau. Am Auerand befinden sich die Ortschaften Bierbach, Webenheim, Lautzkirchen und Blieskastel, bei denen der Hochwasserschutz gewährleistet werden muss.

Die zuständigen Behörden sind das Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (MUV Saarland) und das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA Saarland), die zum einen den Hochwasserschutz sicherstellen, aber auch die Forderungen der EU nach dem guten ökologischen Zustand der Gewässer erfüllen müssen. Im Saarland gibt es daher zum Beispiel bereits von 2010 eine Methode zur Festlegung des Flächenbedarfs für die natürliche Gewässerentwicklung durch Entwicklungskorridore an Gewässern, mit denen ökologische Aufwertungen erreicht werden sollen (s. auch Kapitel 4.2.7.4, Löffler et al. (2010)).

In der Bliesau wird vorwiegend Grünlandbewirtschaftung betrieben. Weitere Stakeholder sind ortsansässige Vereine wie die NABU Ortsgruppe Blieskastel, die jedoch wenige Tätigkeiten an der Blies durchführen (NABU Blieskastel o. J.), oder die Angelvereine der einzelnen Ortschaften.

Zur Information der Stakeholder wurde ein Faltblatt mit allgemeinen Informationen über das Freie Pendelraum-Projekt und mit Details zum Beispielfluss Blies erstellt (Abbildung 34).

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

ifgg

Aueninstitut

Die Blies...

ist ein knapp 100 km langer Nebenfluss der Saar. Sie durchfließt sowohl das deutsche Saarland als auch das französische Lothringen und bildet auf 16 km die deutsch-französische Grenze.

Die Blies ist der größte Nebenfluss der Saar. Sie nimmt über die Hälfte des Einzugsgebiets der Saar ein und übertrifft bei ihrer Mündung mit einer mittleren Abflussmenge von 20,7 m³/s sogar deren Wasserführung.

Die Blies fließt im Projektgebiet zwischen Einöd (Homburg) und Blieskastel in einem breiten Tal. Der Mittelgebirgsfluss hat in diesem Raum großes Potential für die Entwicklung natürlicher Flussstrukturen. In der Aue dominiert die Grünlandnutzung und nur direkt am Fluss gibt es einen schmalen Gehölzsaum. Die Blies ist dort als FFH- und Vogelschutzgebiet ausgewiesen. Durch die Ausweisung eines Pendelraums könnten die wertvollen flussnahen Habitate vergrößert werden.

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

institut für geographie & geoökologie

Freier Pendelraum für Fließgewässer in Deutschland

Haben Sie noch Fragen? Kontaktieren Sie uns unter:

Abteilung Aueninstitut

Josefstraße 1, Restatt D-76437
<https://www.ifgg.kit.edu/aueninstitut/>
 Tel. +49 (0)7222 3807-0, Fax +49 (0)7222 3807-99
 astrid.wittmann@kit.edu oder isabell.juszczak@kit.edu

gefördert durch

DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Die Blies

Einöd (Homburg)

Blieskastel

Schutzgebiete

- Naturschutzgebiet
- FFH- und Vogelschutzgebiet
- Blies im Projektgebiet

Länge: 99,5 km
Einzugsgebiet: 1.889 km²
Quelle: zwischen Selbach und Groning
Flusssystem: Blies > Saar > Mosel > Rhein > Nordsee

KIT ifgg Aueninstitut



Projekt: "Freier Pendelraum für Fließgewässer - Methoden zur Anwendung des Konzeptes an Beispielen in Deutschland"

In den letzten Jahrzehnten bis Jahrhunderten haben menschliche Eingriffe an Flüssen und Auen, wie Flussbegradigungen, Bau von Stauanlagen und Deichen, zum Verlust des natürlichen Gleichgewichtes geführt.

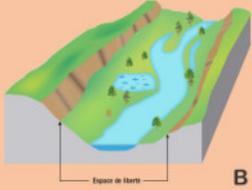
Dadurch gingen viele Funktionen von Flüssen und ihren Auen verloren, zum Beispiel kam es zur Verschlechterung der Wasserqualität, zur Verschlechterung der Hochwassersituation oder zu negativen ökologischen Auswirkungen wie starker Bestandsrückgänge bei Pflanzen und Tieren und damit dem Verlust der standorttypischen Biodiversität.

Die Europäische Union beschloss daher im Jahr 2000 mit der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), dass der ökologische Zustand von Flüssen, Seen und Grundwasser in der EU bis 2027 mindestens ein gutes Niveau erreicht haben muss.

Dies beinhaltet zum Beispiel die Reduzierung von chemischen Schadstoffen und die Verbesserung der Wasserqualität bis hin zur Trinkbarkeit.

Die Wasserqualität vieler Flüsse in Deutschland konnte inzwischen wieder stark verbessert werden, wie z.B. der Rhein oder die Ammer zeigen. Es besteht jedoch noch großer Verbesserungsbedarf bei der Gewässerstruktur, um langfristig die gesetzten ökologische Ziele zu erreichen.

Die Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen steht im Mittelpunkt des hier vorgestellten Projektes, in dem das ursprünglich aus Frankreich stammende Konzept für einen Freiheitsraum der Flüsse (Espace de Liberté) angewendet wird.



B

B. Abhängig von der Größe und Lage des Flusses benötigt er unterschiedlich viel Platz für eine naturnahe Entwicklung. Begrenzungen ergeben sich durch natürliche Hochufer oder menschliche Nutzungen (z. B. Siedlungen). Auf Grundlage dieser Faktoren wird die Breite für den ökologischen Entwicklungskorridor für jeden Flussabschnitt berechnet. In der heutigen intensiv genutzten Kulturlandschaft ergeben sich Nutzungskonflikte, die durch Nutzungsänderung, Flächentausch oder Flächenerwerb zu lösen sind.



A

A. Situation eines begradigten Flusses mit begrenztem Platz für das Flussbett. Natürliche Fluss- und Auenlebensräume sind weitgehend verschwunden.



C

C. Können die Nutzungskonflikte gelöst und Flächen bereitgestellt werden, kann der Fluss aus eigener Kraft natürliche Fluss- und Auenstrukturen wiederherstellen, wie es aus Menschenhand nicht möglich ist. Langjährige Erfahrungen zeigen, dass die eigendynamische Entwicklung der effektivste Weg für die Wiederherstellung der natürlichen standortgemäßen Lebensräume ist. Auch der für intakte Flussauenlandschaften erforderliche Austausch zwischen Fluss und Aue ist damit wieder gegeben.

Bilder: A & C: <http://job.nordestbsl.org/espace-de-liberte.html>
B: Syndicat Mixte d'Etudes et de Travaux pour l'Aménagement et la rivière Dordogne. Gouvernement du Québec. 2014.

Abbildung 64: Vorder- und Rückseite des erstellten Projektfaltblatts zur Information über das Freie Pendelraum-Projekt in Bezug auf die Blies.

4.2.4. Ergebnisse der Vegetationskartierung

4.2.4.1. Zur Auenvegetation an der Blies

Eingebettet in eine alte Kulturlandschaft, ist die Vegetation des Blies-Tales und seiner Aue durch jahrhundertelange Nutzung geprägt, die sich in der Gliederung der Landschaft deutlich abzeichnet. Große Offenlandflächen, Feldkulturen und Grünland, wie auch Brachen, sind von Gehölzen gesäumt. Senken und ehemalige Rinnen umgrenzen tieferliegende Stellen, in denen sich durch die wechselnden Grundwasserstände Weichholzgruppen mit Mandel- und Bruchweide (*Salix triandra* und *Salix fragilis*) sowie unterschiedliche Röhrichte entwickelt haben. Was die Auenwälder im ausgewählten Flussabschnitt der Blies zwischen Einöd (Homburg) und Blieskastel betrifft, sind keine großflächig geschlossenen Waldbestände vorhanden, sondern es zeichnen sich entlang des Flusses mehr oder weniger breite Ufergalerien ab, in denen Eschen (*Fraxinus excelsior*), Baum- und Strauch-förmige Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), vereinzelt Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Schwarzpappel (*Populus nigra*)-Hybride vorkommen. Wasserwärts, meist an den zum Fluss abfallenden Böschungen säumen Feuchtigkeit liebende Hochstauden und Weidenbüsche das Ufer, während sich landwärts der Ufergalerien Hochstauden entwickeln, die mit Wiesen verzahnt sind und sich schließlich in diesen verlieren.

Hätte der Mensch nicht eingegriffen, wäre das Gebiet großflächig von Eichen-Hainbuchenwäldern und etwas tiefer liegend, auf kleineren Flächen von Auen- bzw. von feuchten Niederungswäldern geprägt (Bohn et al. 2000).

An den kleinen Bächen und Gräben im Umfeld der Blies, finden wir derzeit meist schmale, fast nur Saum-artig ausgeprägte Gehölzbestände, die in ihrer Artenzusammensetzung Bach-Erlen-Eschenwäldern ähnlich sind. Charakteristisch ist ein solcher Saum entlang des Hainbachs unmittelbar nahe seiner Mündung in die Blies (Tabelle 30, Spalte 2). Ihm vorgelagert sind Hochstauden und eine Glatthaferwiese (Tabelle 30, Spalte 1).

Die an der Blies ausgewählten Probeflächen nahe der Hainbachmündung machen deutlich, wie nahe die Grünlandnutzung an den Fluss herankommt und wie sehr die Auenwaldvegetation auf schmale Streifen reduziert ist (Plot 1 und Plot 2, jeweils bestehend aus einem Gehölzsaum und einer unmittelbar angrenzenden Wiese, Abbildung 67, Übersicht der Plots Abbildung 66, Abbildung 65). Der untersuchte Gehölzsaum besteht an diesem Standort aus Bruchweide (*Salix fragilis*), Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) (Plot 1, Tabelle 30, Spalte 4) und Esche (*Fraxinus excelsior*) (Plot 2, Tabelle 30, Spalte 6). Stellenweise ist der Gehölzstreifen etwas breiter und entwickelt sich zu einem Galerie-artigen Uferwäldchen, in dessen Bestand neben Esche und Schwarzerle auch Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Schwarzpappel-Hybriden anzutreffen sind (Plot 2, Tabelle 30, Spalte 7). Das Vorkommen von Schwarzer Johannisbeere (*Ribes nigrum*) in der Strauchschicht (Plot 2, Spalte 6 und 7) weist deutlich auf eine Entwicklung von Erlen-Eschenwäldern hin. Gäbe es an diesem Standort eine geringere Grünlandnutzung, könnte sich dieser Waldtyp besser entwickeln.



Abbildung 65: Blies nahe der Hainbachmündung mit einem schmalen Galeriewald und umgebender Grünlandnutzung (Foto: E. Schneider).

Auch auf den untersuchten Flächen nahe Blieskastel zeichnet sich deutlich der menschliche Einfluss sowohl im Offenland als auch in den Wald- bzw. Forstbeständen ab. Hier finden sich Hybridpappel-Pflanzungen und kaum auch nur Reste eines naturnahen Auwaldes (Abbildung 68, Abbildung 69). In der untersuchten Probefläche (Plot 3, Tabelle 30, Spalte 9) kommen Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Bruchweide (*Salix fragilis*) und Traubenkirsche (*Prunus padus*) vor. In der Strauchschicht haben sich unter anderen die Purpurweide (*Salix purpurea*) und Korbweide (*Salix viminalis*) angesiedelt. Die Krautschicht besteht bis auf die Brennnessel (*Urtica dioica*), die mit hoher Abundanz-Dominanz auftritt, aus nur wenigen Arten.

Weichholzbestände, in denen Bruch- und Silberweide vorkommen, finden sich meist in kleineren Gruppen, am Fuß der Uferböschungen in der Zone, in der die hydrologische Dynamik, entsprechend den ökologischen Ansprüchen der Arten, wirksam ist.

Bei dem an die Gehölzsäume bzw. Galerien angrenzenden Grünland des Untersuchungsgebiets nahe des Hainbachs handelt es sich insgesamt um Glatthaferwiesen (Plot 1, Spalte 3, Plot 2, Spalte 5), in denen sich vor allem in kleinen Geländesenken als charakteristischer Feuchtezeiger die Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) ansiedelt, was - wie auch Kriechende Quecke (*Elymus repens*) auf Wechselfeuchte hinweist. Als überflutungsfester Wurzelkriech-Pionier kommt die Quecke bis an die Uferbereiche am unteren Böschungsrand vor.

Die im Gefüge der Glatthaferwiesen zahlreichen Frischezeiger (5) weisen auf typische Frischwiesen hin, in denen stellenweise, vor allem an wenige Zentimeter höheren Stellen, auch etwas trockener stehende Arten wie die Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe (*Achillea millefolium*) und Gewöhnlicher Hornklee (*Lotus corniculatus*) vorkommen.

In den Feuchtwiesen und den vorhandenen Sumpfbeständen nahe Blieskastel dominieren nitrophile Arten, wie es beispielsweise an größeren Vorkommen von Großem Süßgras (*Glyceria maxima*) deutlich wird, das an übermäßig stickstoffreichen Standorten vorkommt (Ellenberg et al. 1992, Oberdorfer 2001).

Das Artenpotential für eine Entwicklung von Auwald bei entsprechenden Renaturierungsmaßnahmen mit morphologischer und -hydrologischer Dynamik der Blies wäre jedoch vorhanden, wenn man an die kleinen Restbestände von Weichholzaunen und die kleinen Flächen von Erlen-Eschenwäldern denkt. Dass es im Gebiet auch noch typische Krautvegetation für periodisch überflutete Standorte gibt, verdeutlicht der Altarm bei Bierbach, wo beispielsweise die Wasserkresse (*Rorippa amphibia*) schöne Bestände bildet und auch der Knick-Fuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*) vorkommt.

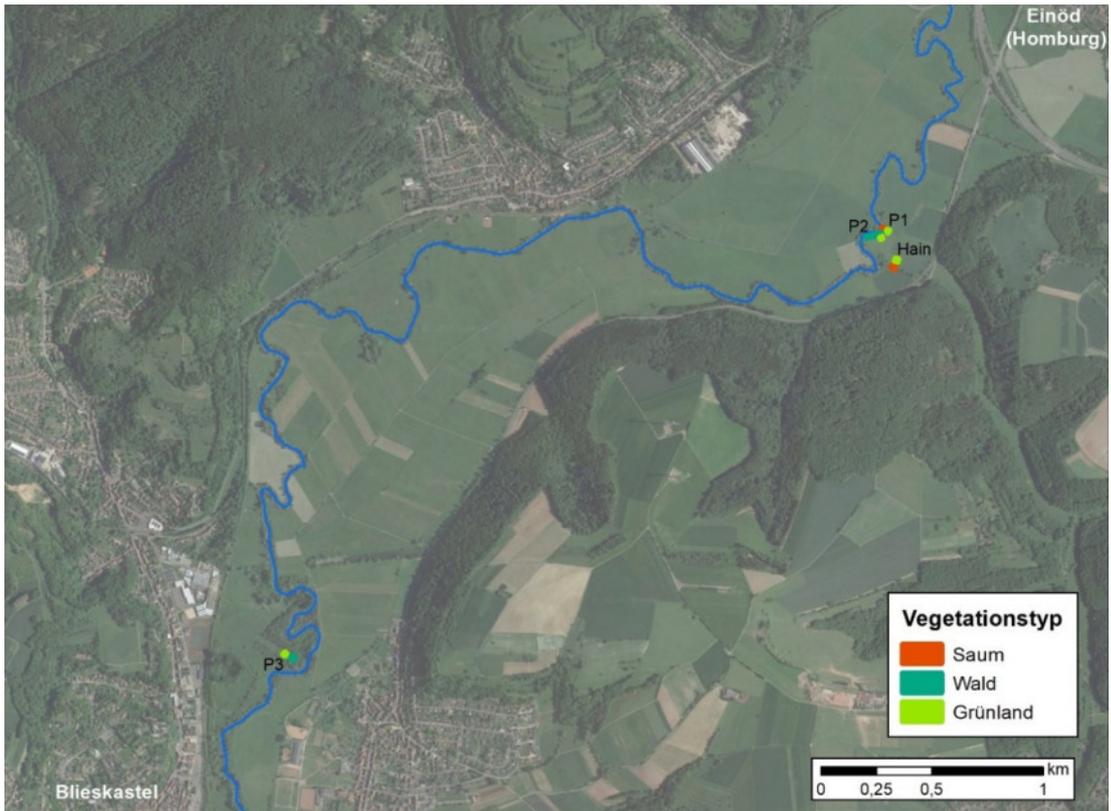


Abbildung 66: Lage der Vegetations-Plots im Projektgebiet der Blies. Im Osten liegen die Plots am Hainbach (Hain), 1 (P1) und 2 (P2), im Südwesten Plot 3 (P3).



Abbildung 67: Detailansicht der Plots Hain, P1 und P2. Das Nested Plots-Modell wurde hier an die Gegebenheiten des schmalen Ufergaleriewalds angepasst.



Abbildung 68: Detailansicht des Plots 3 bei Blieskastel, bestehend aus einem Nested Plot im Auwald und einer Grünland-Aufnahme.



Abbildung 69: Nahe Blieskastel wurden entlang der Blies auch Gehölzpflanzungen vorgenommen, wie hier nahe Plot 3 (Foto: E. Schneider).

Tabelle 30: Vegetation in den Plots der repräsentativen Flächen an der Blies.

Soz.V.	F	Spalte Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Hain Wi	Hain Sa	p1 Wi	p1 Sa	p2 Wi	p2 Wsa	p2 Wa	p3 Wi	p3 Wa
Baumschicht											
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	.	1	.	.	2	3	2	,	3
ALN	9=	<i>Alnus glutinosa</i>	+	2	.	1	1	2	2	,	3
Sa	8=	<i>Salix fragilis</i>	.	+	.	1	1	3	.	,	2
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	2	.	.	1	1	3	,	.
Sa	8=	<i>Populus nigra</i> Hy	.	2	.	.	.	.	3	,	.
Al-UI	8=	<i>Prunus padus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Qur-p	5	<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.
Ti-Ac	x	<i>Acer platanoides</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.
Strauchschicht											
Pru	5	<i>Cornus sanguinea</i>	1	.	.	.	+	1	.	,	.
ALN	9=	<i>Ribes nigrum</i>	.	.	.	.	.	+	1	.	.
ALN	9=	<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.
x	5	<i>Sambucus nigra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Sa-pu	x=	<i>Salix purpurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Pru	5	<i>Euonymus europaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Sa	8=	<i>Salix viminalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
x	x	<i>Rubus caesius</i>	+	+	.	2	.	.	.	.	+
Verjüngung											
FAG	x	<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.
Ti-Ac	x	<i>Acer platanoides</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Lianen, Kletterpflanzen											
Sa	8=	<i>Humulus lupulus</i>	+	+	.	+	.	.	.	,	.
Hochstauden											
Caly	8=	<i>Impatiens glandulifera</i>	.	+	.	+	.	.	.	,	+
Caly	7	<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	+	.	+	.	.	.	,	.
Fil	8	<i>Filipendula ulmaria</i>	.	+	.	+	.	.	.	,	.
x	8~	<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Krautschicht											
M-Arr	x	<i>Arrhenatherum elatius</i>	4	.	4	+	3	.	.	3	.
Agrop	x~	<i>Elymus repens</i>	+	+	+	2	.	.	.	3	.
Glec	6	<i>Elymus caninus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Arrh	5	<i>Galium mollugo</i>	2	.	2	.	1	.	.	+	.
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	+	+	1	.	+	,	+
M-Arr	x	<i>Plantago lanceolata</i>	1	.	.	.	1	.	.	+	.
Arrhn	5	<i>Geranium pratense</i>	+	.	2	.	+	.	.	,	.
M-Arr	5	<i>Trifolium pratense</i>	1	.	.	.	.	.	.	+	.
Cyn	5	<i>Trifolium repens</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Arrh	4	<i>Achillea millefolium</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	.
M-Arr	4	<i>Lotus corniculatus</i>	+	.	.	.	.	.	.	,	.
Carp	x	<i>Ranunculus auricomus</i>	+	.	.	.	.	.	.	,	.
x	5	<i>Taraxacum officinale</i>	1	.	.	.	+	.	.	+	.
x	7~	<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	.
Bid	x	<i>Polygonum amphibium</i> f. terr.	+	.	.	.	.	.	.	,	.
Art	x	<i>Galium aparine</i>	.	+	.	+	.	.	+	,	1
x	4~	<i>Bromus inermis</i>	.	+	+	.	.	.	.	+	.
x	x~	<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	+	3	.	.	.	,	.
Arct	6~	<i>Conium maculatum</i>	.	+	.	+	.	.	.	,	.
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	.	+	+	+	.	.	.	1	4
x	5	<i>Galeopsis speciosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	,	.
M-Arr	x	<i>Rumex acetosa</i>	.	.	+	.	+	.	.	,	.
P-Ch	5	<i>Lamium purpureum</i>	.	.	+	.	.	.	.	,	.
Arrh	5	<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	+	+	.	.	,	.
Ph	9=	<i>Poa palustris</i>	.	.	.	+	.	.	.	,	.
Pha	8~	<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	+	.	.	.	,	+

Soz.V.	F	Spalte Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Hain Wi	Hain Sa	p1 Wi	p1 Sa	p2 Wi	p2 Wsa	p2 Wa	p3 Wi	p3 Wa
FAG	5	<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+
Qu-F	5	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	1
Glec	5	<i>Alliaria petiolata</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	+
Glec	6	<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+
M-Arr	7	<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Ag-Ru	7~	<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Qu-F	5	<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Arrh	5	<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Al-ion	x	<i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Trif	4	<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.

Ort (für Lage der Plots s. Abbildungen) der Aufnahmen am 03.07.2019: Hain = am Hainbach kurz vor seiner Mündung in die Blies; p1 = Saumgesellschaften an der Blies kurz vor Einmündung des Hainbachs; p2 = Galeriewald an der Blies kurz vor Einmündung des Hainbachs; p3 = Auwald bei Blieskastel

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten, die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl. = Klasse

Ag-Ru = V. Agropyro-Rumicion; **Agrop** = Kl. Agropyreteae; **Al-ion** = V. Alliarion; **ALN** = O. Alnetalia glutinosae; **Al-Ul** = V. Alno-Ulmion; **Arrh** = O. Arrhenatheretalia; **Arrhn** = V. Arrhenatheriion; **Arct** = V. Arction; **Art** = Kl. Artemisietea; **Bid** = V. Bidention; **Caly** = O. Calystegietalia; **Carp** = V. Carpinion; **Cyn** = V. Cynosurion; **FAG** = O. Fagetalia; **Fil** = V. Filipendulion; **Glec** = O. Glechometalia; **M-Arr** = Kl. Molinio-Arrhenatheretea; **Ph** = V. Phragmition; **Pha** = O. Phragmitetalia; **P-Ch** = Kl. Polygono-Chenopodietalia; **Pru** = O. Prunetalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fagetea; **Qur-p** = O. Quercetalia robori-petreae; **Sa** = V. Salicion albae; **Sa-pu** = O. Salicetalia purpureae; **Trif** = V. Trifolion medii (O. Origanietalia); **Ti-Ac** = V. Tilio-Acerion; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

Andere in der Tabelle verwendete Abkürzungen: Wi = Wiese; Sa = Gehölzsaum bzw. auch schmale Ufergalerie; Wsa = Waldsaum; Wa = Wald.

4.2.4.2. Gefährdete Pflanzenarten an der Blies

An der Blies wurden zwei gefährdete Arten gefunden: *Conium maculatum* und *Populus nigra* (Tabelle 31). Die geringe Anzahl gefährdeter Pflanzenarten verdeutlicht die Dringlichkeit von Renaturierungsmaßnahmen in diesem Gebiet, um den ökologischen Zustand der Aue aufzuwerten.

Tabelle 31: Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands (MUV Saarland o.J. b) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Blies.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL Saarland	RL Deutschland
<i>Conium maculatum</i>	Gefleckter Schierling	2	*
<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	*	3

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet

4.2.4.3. Erfassung der Baumschicht

An der Blies wurden innerhalb der festgelegten Probestellen insgesamt 56 Bäume von 10 Arten erfasst. Am häufigsten war die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) mit 16 Individuen, gefolgt von *Prunus padus* und *Salix fragilis* mit jeweils 9 Individuen (Abbildung 70).

Die Bäume an der Blies gehören meist zu den Höhenklassen zwischen 16 bis 30 m (Abbildung 71) und zu den Durchmesserklassen zwischen 10 und 40 cm (Abbildung 72).

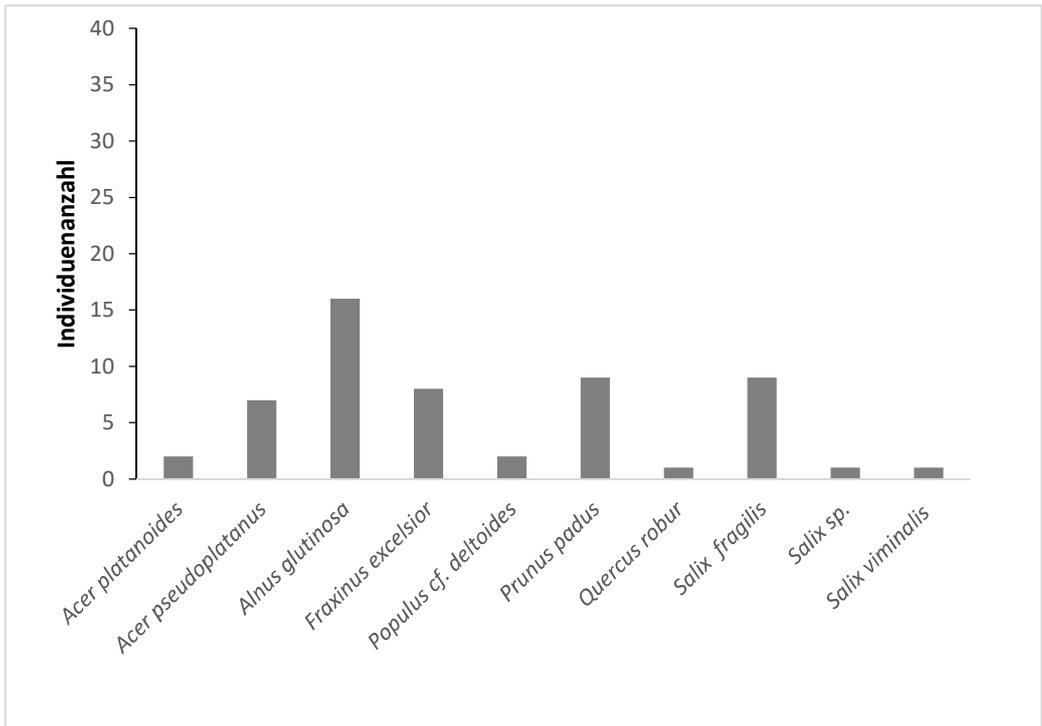


Abbildung 70: Gesamtzahl der Individuen pro Baumart in den Nested Plots (25x25 m), die an der Blies erfasst wurden.

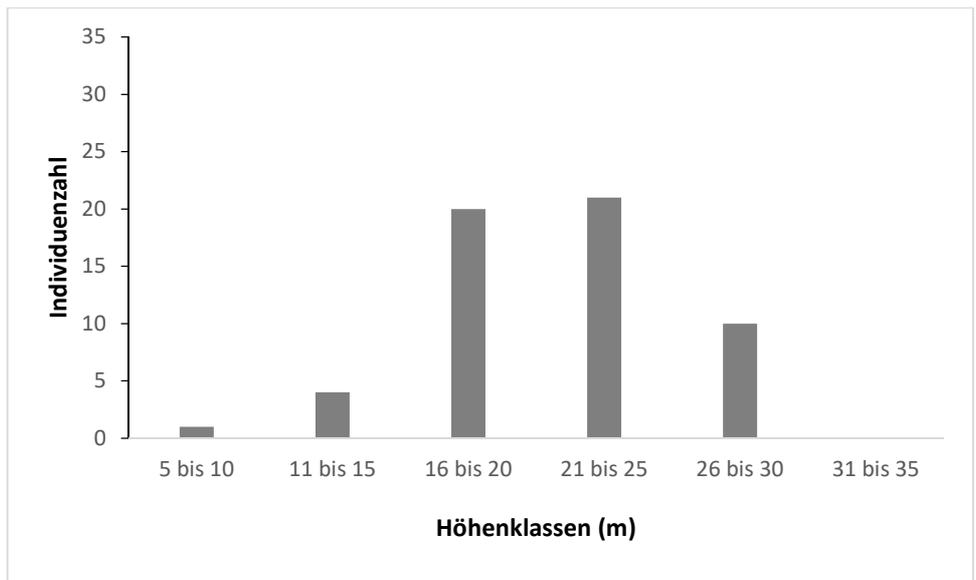


Abbildung 71: Höhenklassen (m) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Blies erfasst wurden.

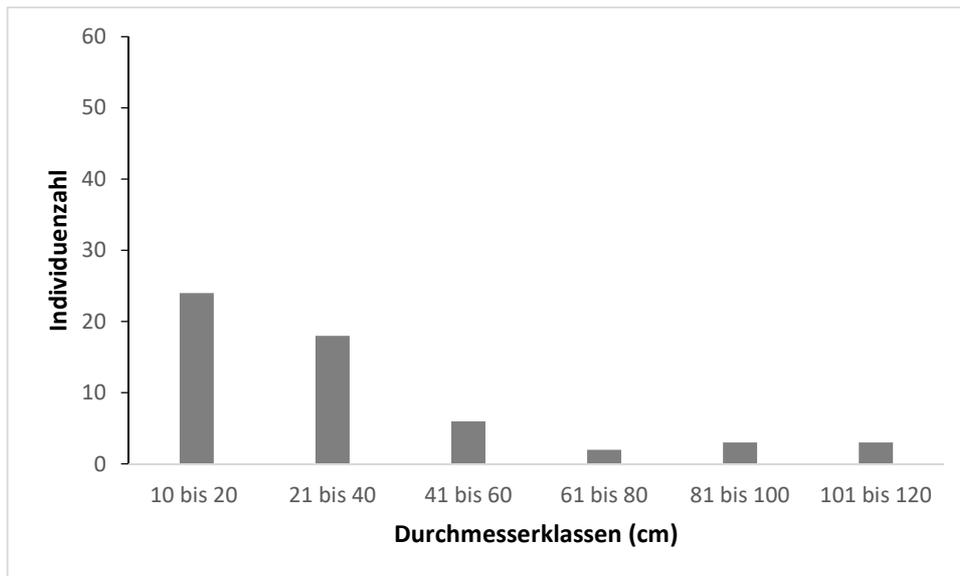


Abbildung 72: Durchmesserklassen (cm) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Blies erfasst wurden.

4.2.5. Flusstypisierung und Leitbild der Blies im Projektgebiet

Nach der Einteilung der Fluss- und Stromauen Deutschlands von Koenzen (2005) zählt die Blies zum Flusstyp „Gefällereiche Flusssau des Deckgebirges mit Winterhochwassern“. Diese Gewässerlandschaft gibt es im Süden und in der Mitte Deutschlands. Die Talformen können in den vielfältigen Gesteinen stark variieren. Im Projektgebiet fließt die Blies in einem Sohlental.

Nach der Typenkarte von Pottgiesser & Sommerhäuser (2003) wird die Blies zu Beginn des Projektgebiets bis zur Einmündung des Schwarzbachs dem Subtyp 5.1 „Feinmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach“ zugeordnet. Da der Schwarzbach ein sehr großes zusätzliches Abflussvolumen in die Blies einbringt wird ab seiner Einmündung der folgende, weitaus größere Fließabschnitt der Blies im Projektgebiet bis Blieskastel als Subtyp 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ klassifiziert. Im Folgenden wird daher vorwiegend auf diesen Typ eingegangen, jedoch finden sich in diesem Übergangsbereich auch typische Elemente des kleineren Typs.

Leitbild (nach Koenzen 2005, Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, Dahm et al. 2014):

Die Bliesauen gehören zu den dynamischen Auen, die durch ein hohes Gefälle mit einer zum Teil sehr hohen Abflussdynamik formenreiche Auen ausbilden. Der Fluss fließt laut Leitbild in einem gewundenen bis mäandrierenden Einbettgerinne oder kann nebengerinnereiche bis verflochtene Gewässerabschnitte aufweisen. Das Sohlsubstrat sind vorwiegend Steine und Kies, in strömungsberuhigten Bereichen gibt es auch feinsedimentreiche Zonen mit sandig-lehmigen Ablagerungen. Die typische Formenvielfalt der Aue sieht ein kleinräumiges Nebeneinander von Flutrinnen, Altwässern und eingelagerten temporären Stillgewässern vor, die durch die lateralen Verlagerungen des Gewässers entstehen. Auch weitere Laufstrukturen, Inseln, Laufverengungen und -aufweitungen oder Sturzbäume sind charakteristisch (s. auch die Habitatskizzen in Abbildung 74). Durch das Rinnen- und Altwassersystem werden die niedrigen Auenstufen während der Hochwasser rasch bespannt. Diese treten durch das charakteristische pluviale Abflussregime im Winter bis Frühjahr auf. Jedoch sind auch im Sommer kurzzeitige Überflutungen möglich.

Die Vegetation ist nach dem Leitbild von Auwaldgesellschaften dominiert, die sich in Abhängigkeit von der Überflutung und dem Grundwasserstand ausbilden. Auf niedrigeren Standorten sind dies

Silberweidenwälder, auf seltener überfluteten Flächen Eichen-Hainbuchenwälder, Eichen-Ulmenwälder oder Erlen-Eschenwälder (Abbildung 73).

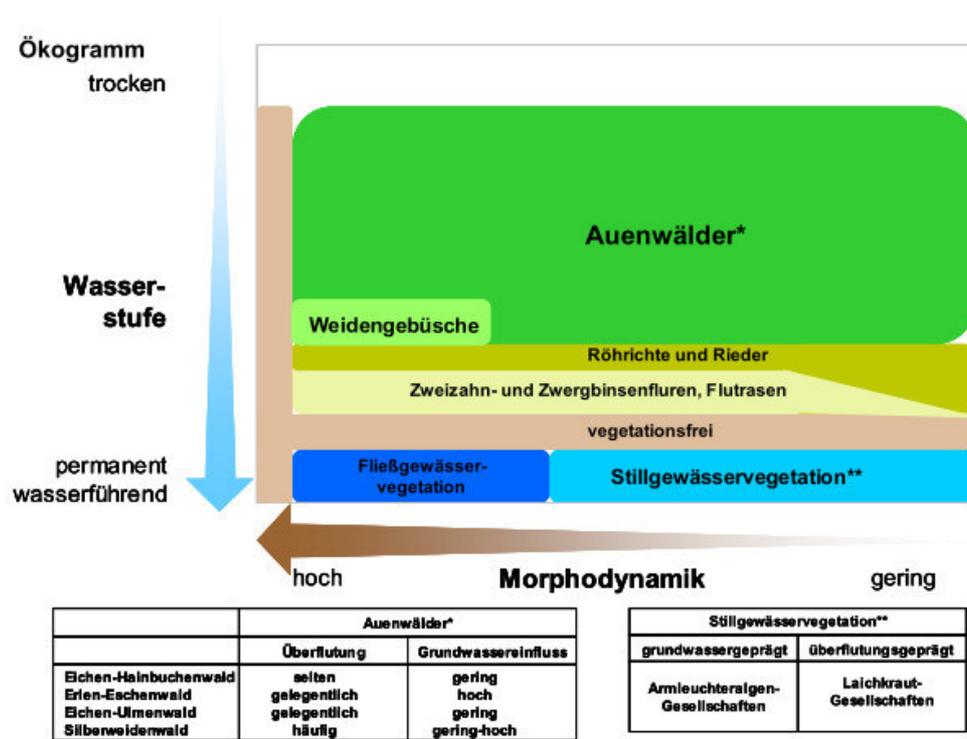
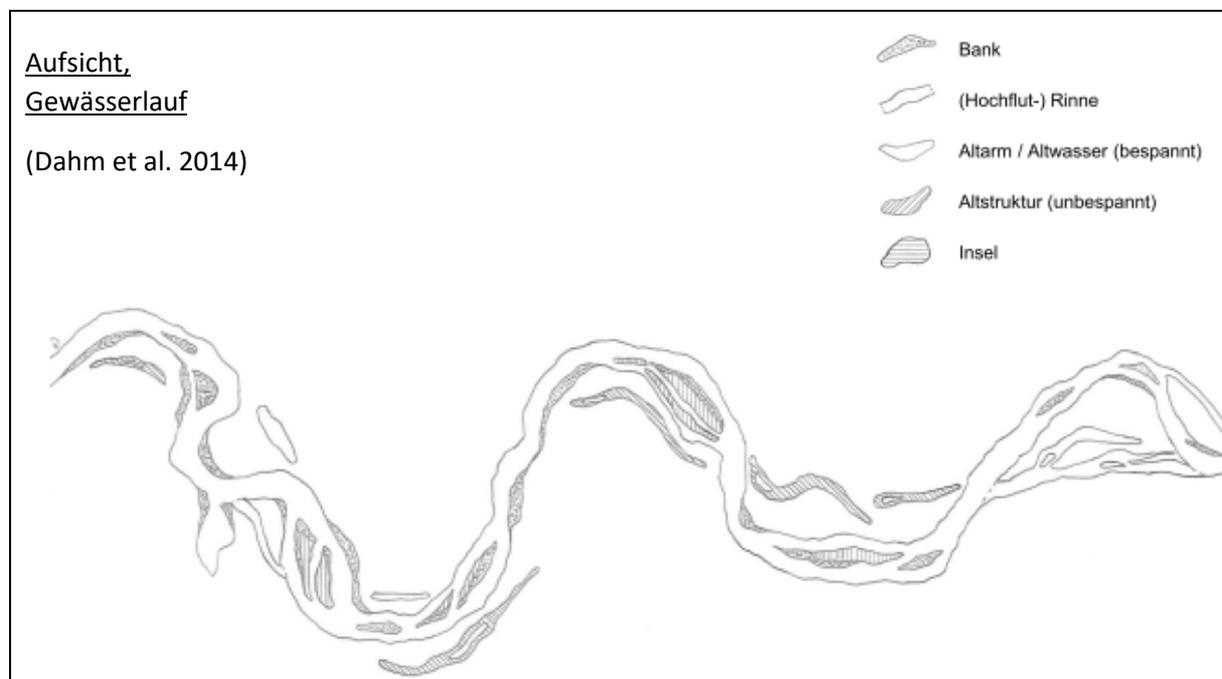


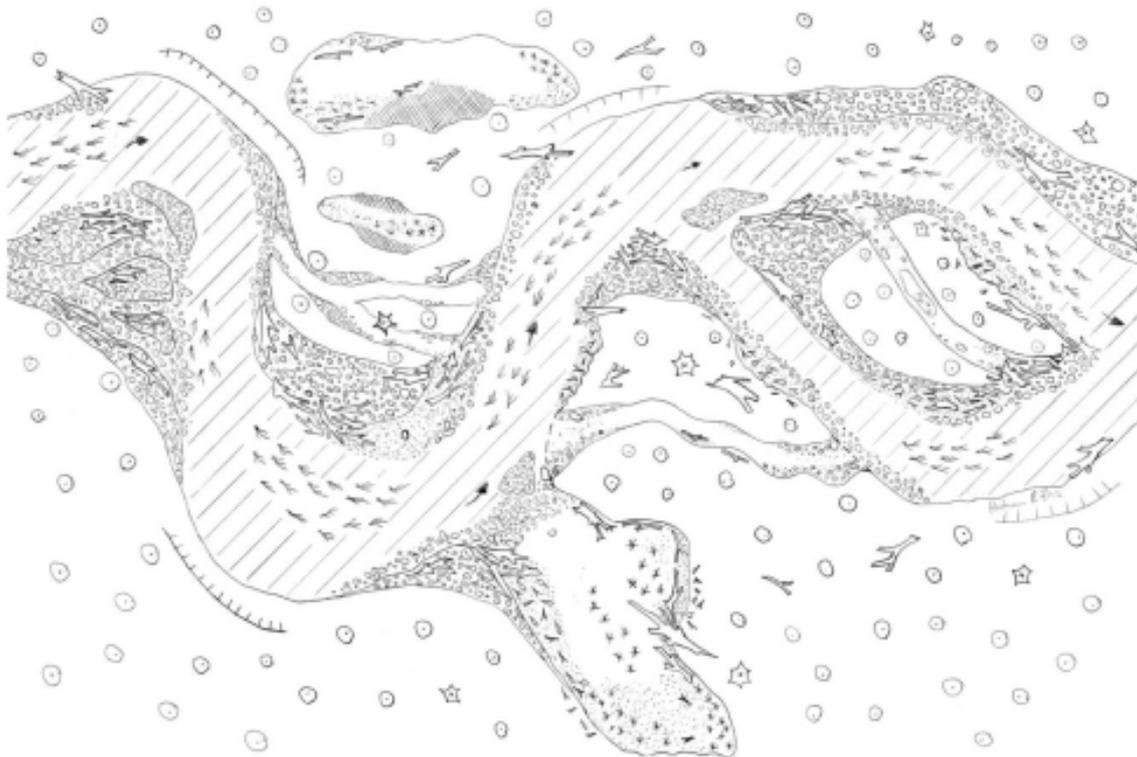
Abbildung 73: Auenvegetation der gefällereichen sandgeprägten Flussauen des Deckgebirges mit Winterhochwassern (Koenzen 2005).



Aufsicht,
Abschnittsebene

(Dahm et al. 2014)

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



Detailausschnitt

(Dahm et al. 2014)

- | | | | |
|---|--|--|---|
|  | Steine (überwiegend dynamisch) |  | Sand / Schluff / Ton |
|  | Steine (überwiegend lagestabil) |  | Totholz |
|  | Schotter / Kies (überwiegend dynamisch) |  | Makrophyten - flutende Arten |
|  | Schotter / Kies (überwiegend lagestabil) |  | Mittelwasserlinie (überspült / nicht überspült) |
| | |  | Strömung |

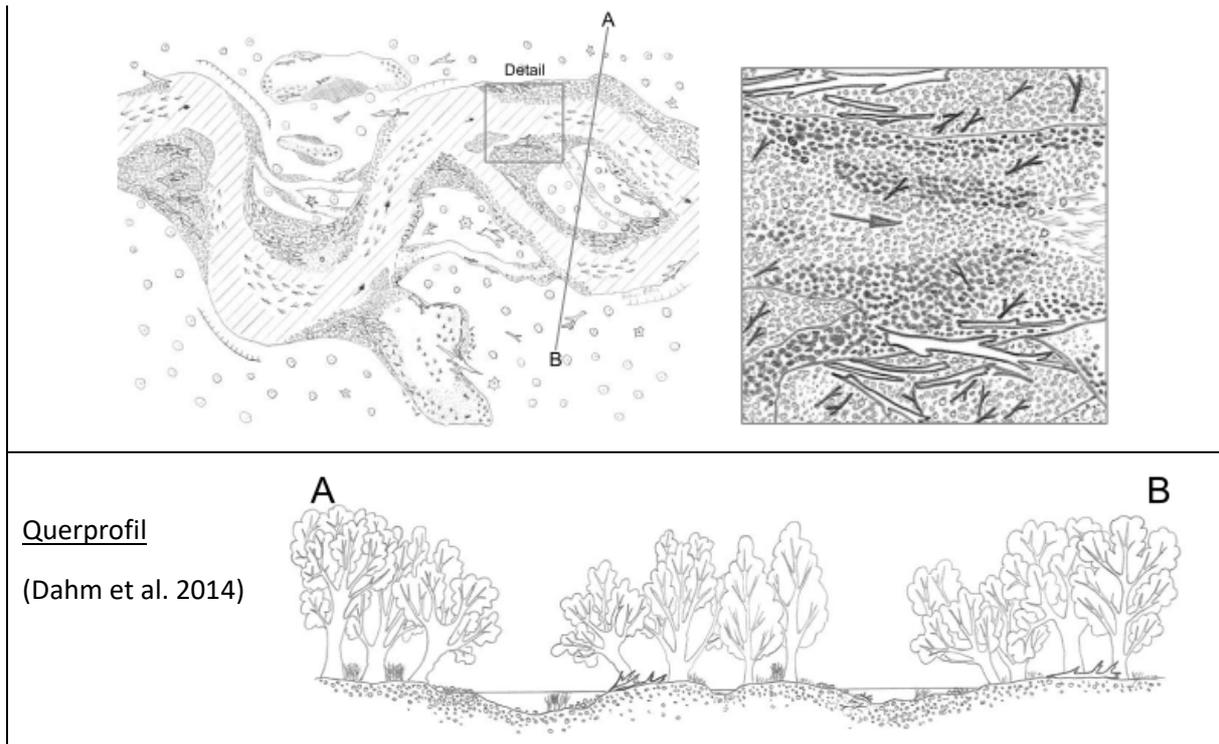


Abbildung 74: Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand der „Gefällereichen Flussauen des Deckgebirges mit Winterhochwassern“ nach Dahm et al. (2014).

Ist nicht genügend Raum für die Ausbildung aller leitbildtypischen Strukturen vorhanden oder sind anderweitig abiotische Rahmenbedingungen eingeschränkt, so dass eine leitbildtypische Entwicklung verhindert ist, geben Dahm et al. (2014) eine Mindestausstattung für die funktionale Verknüpfung von Lebensräumen an (Tabelle 32).

Tabelle 32: Auswahl der Parameter für die Mindestausstattung zur funktionalen Verknüpfung von Lebensräumen für Gewässertyp 9.2 in Bezug auf die Blies. Hinzu kommen möglichst geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit für den Abfluss und Organismen (verändert nach Dahm et al. 2014).

Faktor	Mindestausstattung/Beeinträchtigungen
Wasserführung	permanente Wasserführung (keine signifikante Verminderung bzw. Erhöhung der natürlichen mittleren Fließgeschwindigkeit der dominierenden Abflussverhältnisse)
Abflussdynamik	max. mäßige Steigerung der natürlichen hydraulischen Sohl- und Uferbelastungen (abhängig von der Ausuferbarkeit)
Ausleitung	< 50 m
Besondere Uferbelastungen	kein Schwall und Sunk, ansonsten keine Anforderungen
Geschiebehalt	kein bis geringes Defizit
Sohlsubstrat	Überwiegend Steine, Kiese, daneben können Sande, Blöcke und geschiebefreie Bereiche vorkommen
Feinsedimentanteil	keine erhebliche Kolmatierung
Sohlverbau und -belastungen	kein Verbau oder Verbau, der die Durchwanderung typspezifischer Arten nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt, keine Verockerung (außer geogen bedingt), keine erhebliche Kolmatierung
Makrophyten (Deckung)	geringer Anteil typspezifischer Arten

4.2.6. Naturschutzfachliche Bewertung: Defizite der Blies im Projektgebiet zum Leitbild

Die Blies wird im Projektgebiet zwischen Einöd (Homburg) und Blieskastel anhand der Parameter Gewässerstruktur, Gewässerumfeld, Biotopausstattung und autotypisches Artvorkommen mit dem gewässertypischen Leitbild verglichen, dadurch der aktuelle naturschutzfachliche Wert eingeschätzt und der Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungen abgeleitet und priorisiert. Der Gewässertyp ist für diesen Flussabschnitt die „Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges mit Winterhochwassern“ nach der Einstufung von Koenzen (2005) und der Gewässertyp 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ nach den hydromorphologischen Steckbriefen nach Dahm et al. (2014). Letzterer wird im Saarland noch weiter differenziert zu „Kleinen Flüssen des Berg- und Hügellandes mit vorwiegend feinkörnigem bis kiesigem mobilen Sohlsubstrat“. Die Blies ist im Projektgebiet jedoch erst ab der Einmündung des abflussreichen Schwarzbach im Anfangsbereich des Projektgebiets diesen Typen zuzuordnen. Davor gilt sie als Gewässertyp 5.1 „Feinmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach“ nach Dahm et al. (2014). Da die Rahmenbedingungen sich meist nicht schlagartig ändern, weisen die vorhandenen Strukturen der Blies bei einzelnen Parametern, wie der Habitatausstattung, noch Ähnlichkeiten zu dem vorherigen Gewässertyp auf.

4.2.6.1. Gewässerstruktur

Die Gewässerstruktur wird zum einen anhand der Fließgewässerstrukturkartierung der Blies (LUA 2012) bewertet und zum anderen mit den Erhebungen im Gelände im Vergleich zum Leitbild anhand verschiedener Strukturparameter betrachtet.

Bewertung nach Fließgewässerstrukturgütekartierung

Die Gewässerstruktur der Blies wird im Projektgebiet insgesamt zu fast zwei Drittel als stark verändert bewertet, weitere knapp 26 % sind sehr stark oder vollständig verändert (Abbildung 50 oben, Abbildung 76). Bei Betrachtung der Einzelbewertungen fällt auf, dass das Gewässerumfeld überwiegend nur deutlich verändert ist (68 %), während die Sohlstruktur bei den Ortschaften Einöd, Bierbach und Blieskastel vollständig verändert ist (insgesamt 19 %, Abbildung 50 unten, Abbildung 77). Sowohl in der Gesamtbewertung als auch in der Sohlbewertung fallen die Gewässerabschnitte zwischen Bierbach und Lautzkirchen dagegen deutlich positiver aus. Hier weist die Blies auch noch einen gewundeneren bis mäandrierenden Verlauf im Gegensatz zu den schlechter bewerteten Abschnitten auf.

Da zudem in der Gesamtstruktur keine Abschnitte mäßig verändert bis unverändert sind, geht die Bewertung nach der Fließgewässerstrukturkartierung daher als „-“ in die Gesamtbewertung ein.

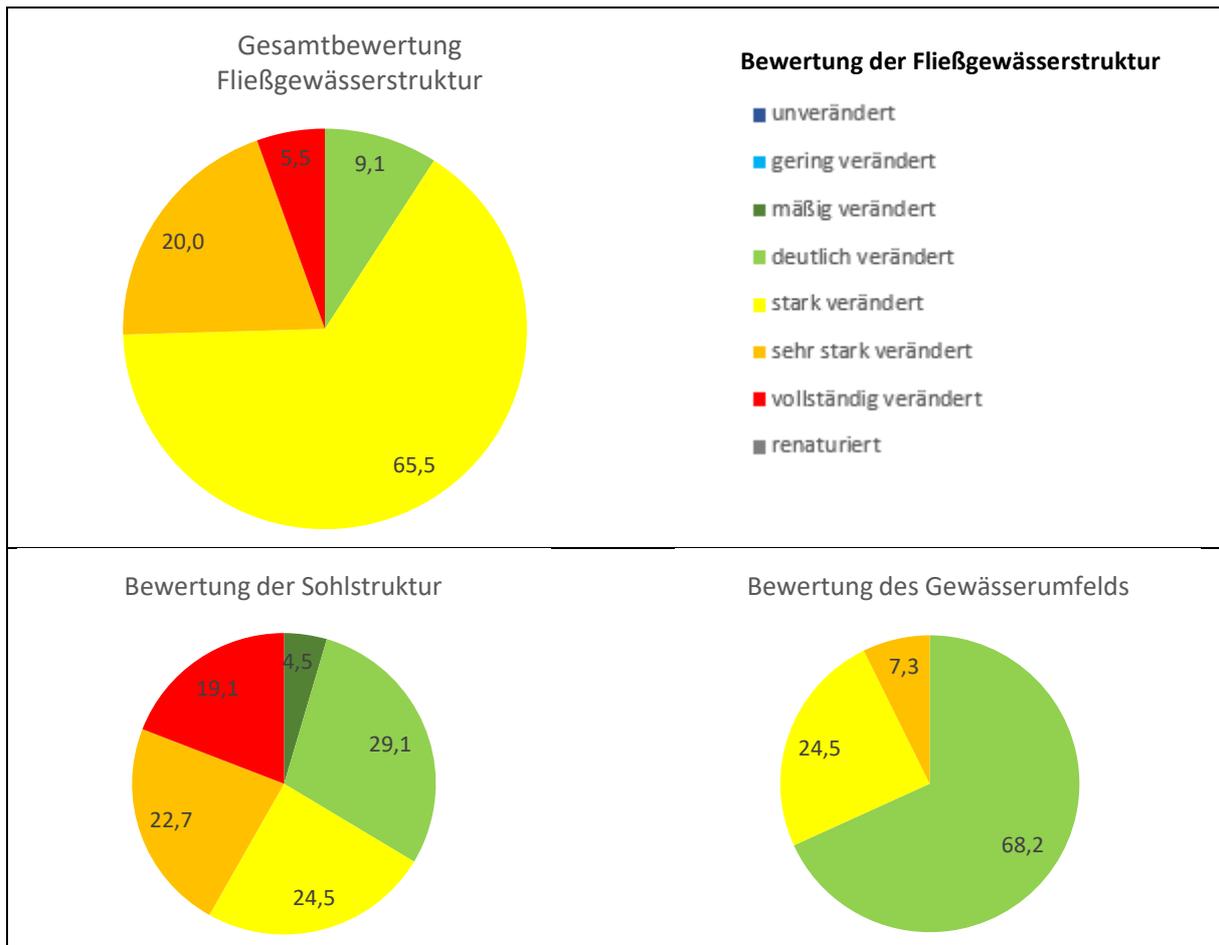


Abbildung 75: Bewertung der Gewässerstruktur (oben: gesamt, unten: Einzelbewertungen) an der Blies im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).

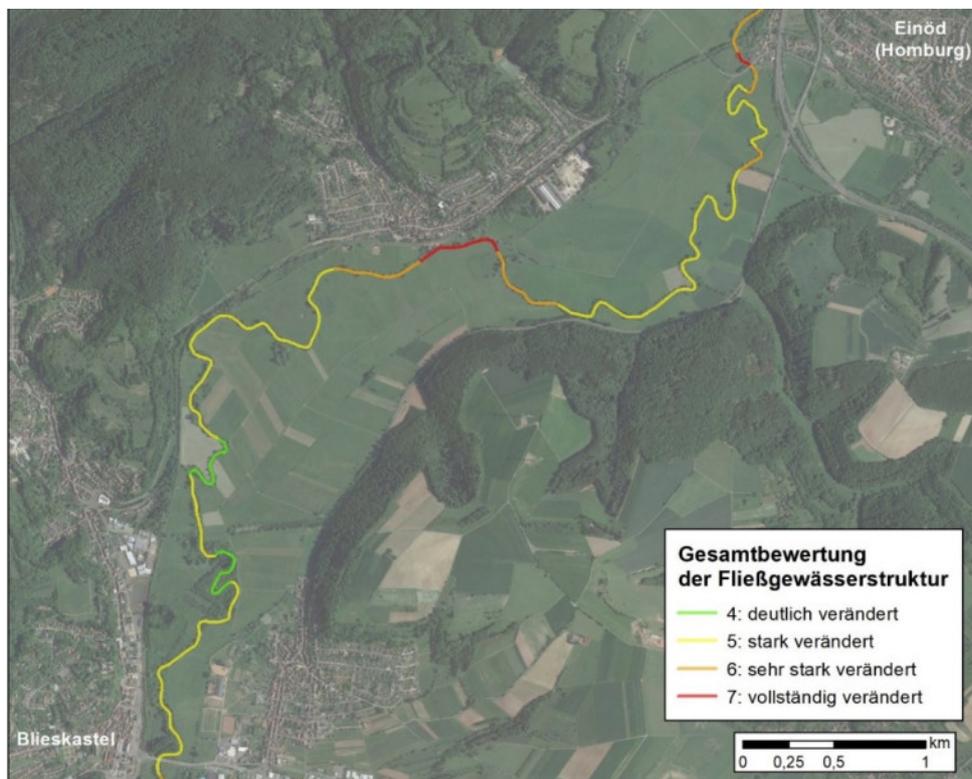


Abbildung 76: Gesamtbewertung der Gewässerstruktur an der Blies im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).

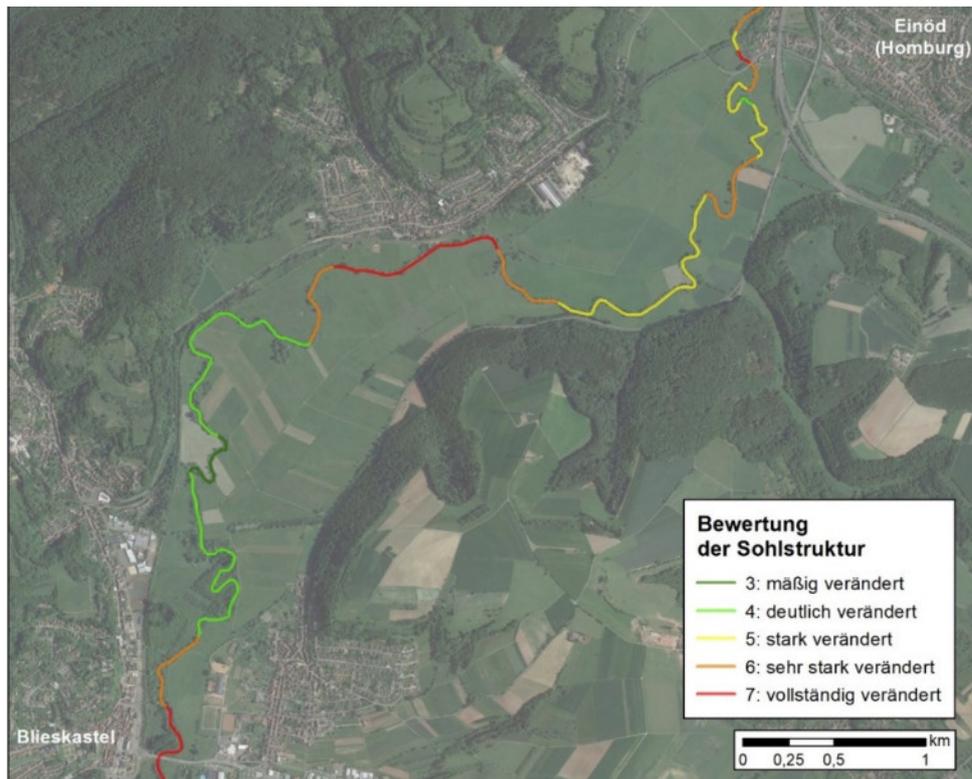


Abbildung 77: Einzelbewertung der Sohlstruktur der Blies nach Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).

Bewertung nach Einzelparametern des Leitbilds

Für die Bewertung einzelner Strukturparameter werden ausgewählte Einzelparameter der gewässertypischen Leitbilder nach Koenzen (2005), Pottgiesser & Sommerhäuser (2008) und Dahm et al. (2014) verwendet und mit Beobachtungen vor Ort sowie Angaben aus der Literatur in nachfolgender Tabelle verglichen. Die Leitbildkonformität wird anhand einer fünfteiligen Skala (++, +, 0, -, --) geschätzt und daraus ein Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen, wie die Umsetzung des Freien Pendelraums, abgeleitet.

Tabelle 33: Vergleich ausgewählter Strukturparameter der Gewässerstruktur des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbildkonformität	
Flusslauf	Einbettgerinne (in gefällearmen Sohlentalabschnitten mit ebenem Talboden) oder nebengerinnereich bis verflochten (in gefällereichen Sohlentälern und Mäandertälern mit ebener, breiter Talsohle)	Einbettgerinne	++	gering
Laufotyp	geschwungen bis mäandrierend oder verflochten	geschwungen, abschnittsweise mäandrierend	+	gering
Abfluss	extrem dynamisch, große Schwankungen im Jahresverlauf, stark ausgeprägte Extremabflüsse bei Einzelereignissen	dynamisch, Talweitung zwischen Einöd und Blieskastel ist fast jährlich überflutet (Wild 2005)	++	gering
Strömungsbild	überwiegend schnell fließend, daneben längere langsam strömende Abschnitte	lange langsam strömende Abschnitte, nur	±	mittel, höherer Strukturreichtum würde

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
		abschnittsweise schneller fließend		zu turbulenterem Strömungsbild führen
Talbodengefälle	um 3 ‰	0,7 ‰ (bzw. 0,5 – 1 ‰ nach Kreiter 2007)	±	gering
Querprofil	flach, ausgeprägte Prall- und Gleithänge, an Prallufeln treten teils massive Uferabbrüche auf, Ufer sehr dynamisch, verändern ihre Gestalt bei jedem Hochwasser	eher tieferes Profil, z. T. kastenförmig, an Prall- und Gleithänge wenig Dynamik, meist vegetationsbedeckte, ältere Uferabbrüche erkennbar	-	hoch, Uferverbau entfernen, Seitenerosion zulassen
Laufstrukturen	mehrere bis viele, großflächige Laufverlagerungen, -verengungen und -aufweitungen, Sturzbäume, Inseln; häufig starke Krümmungserosion	in letzten Jahrhunderten geringe Laufverlagerungen, geringe Breitenvariation, keine Inseln, abschnittsweise Spuren von Krümmungserosion	-	hoch, Struktur-reichtum durch Erosion und Laufverlagerung zulassen
Sohlsubstrat	dominierend dynamischer Steine, Schotter und Kies, Feinsedimentanteil < 10 % in durchströmten, grobmaterialreichen Bereichen, in strömungsberuhigten Bereichen auch dominant, untergeordnet organische Substrate (Totholz, Falllaub)	dominierend Sand und Kies, in strömungsberuhigten Bereichen vermehrt feineres Material	+	gering
Sohlstrukturen	mehrere bis viele, regelmäßig Riffle-Pool-Sequenzen, Kehrwasser	k.A.	nicht bewertet	
Bewertung der Gewässerstruktur gesamt			+	mittel

Der Abfluss der Blies ist im Projektgebiet naturnah und weist dynamische Schwankungen auf, wie es dem gewässertypischen Leitbild entspricht. Auch das Sohlsubstrat ist naturnah zusammengesetzt. Der geschwungene bis mäandrierende Lauftyp ist zwar ebenfalls charakteristisch, jedoch durch Uferbefestigungen fixiert und kann sich dadurch nicht dynamisch entwickeln. Dadurch hat sich die Blies in den letzten Jahrhunderten nicht großflächig verlagert und am Ufer sind nur alte Uferabbrüche erkennbar, die bereits vegetationsbedeckt sind. Diese wurden zum Teil ebenso wie Inseln im Zuge einer Renaturierungsmaßnahme geschaffen, um die Dynamik und Strukturentwicklungen zu fördern (Planungsgesellschaft Obermeyer 2011). Jedoch reichten diese kleinflächigen Eingriffe nicht für eine Redynamisierung aus. Durch die langfristige Festlegung der Blies auf ein Gewässerbett ist auch das Querprofil nicht flach, sondern tiefer und zum Teil kastenförmig ausgebildet. Der Handlungsbedarf für Renaturierungen im Sinne des Freien Pendelraums wird daher als mittel eingestuft. Durch weitere Entfernung der Uferverbauungen und die Vergrößerung des durch den Fluss nutzbaren Raumes könnten sich diese Faktoren verbessern.

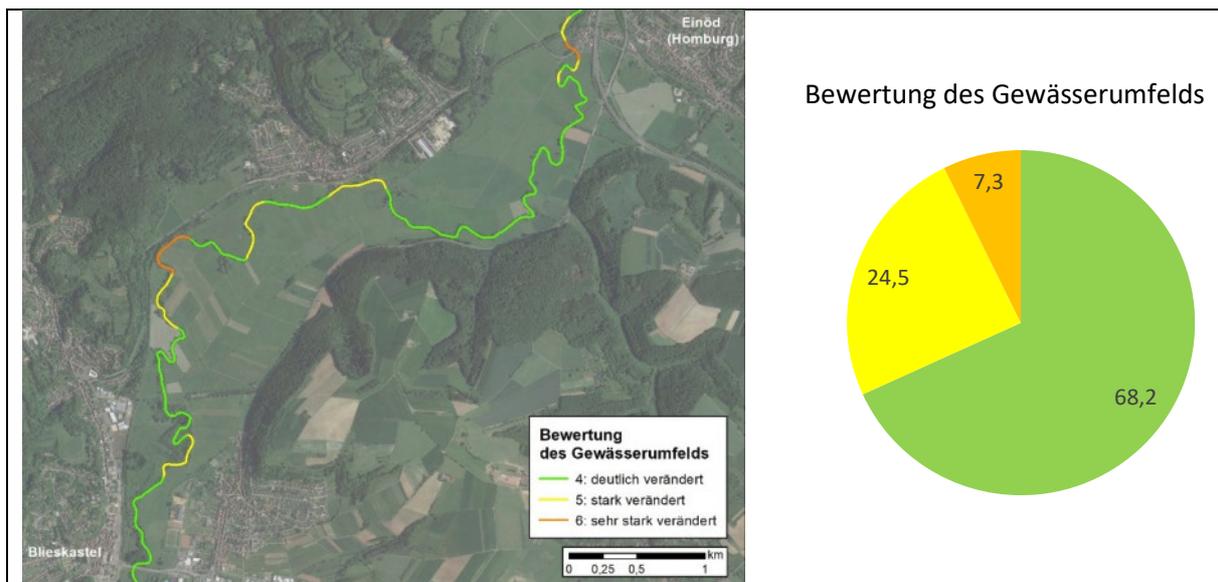
4.2.6.2. Gewässerumfeld

Für die Bewertung des Gewässerumfelds wurde die morphologische Aue der Blies betrachtet. Dafür wurde zum einen die Umlandbewertung der Gewässerstrukturkartierung herangezogen sowie

Beobachtungen im Gelände im Vergleich zum Leitbild anhand verschiedener Strukturparameter betrachtet.

Bewertung nach Fließgewässerstrukturgütekartierung

Die Bewertung des Gewässerumfelds an der Blies als arithmetisches Mittel aus der Bewertung der linken und rechten Gewässerseite nach Fließgewässerstrukturgütekartierung (LUA 2012) ergibt eine vorwiegend deutliche Veränderung im Projektgebiet (ca. 68 %), etwa ein Drittel der Abschnitte sind stark oder sehr stark verändert (Abbildung 78). Nach den sehr starken Veränderungen des Gewässers durch die Siedlungs- und Infrastrukturf Flächen bei Einöd folgen zunächst einige deutlich veränderte Abschnitte, in denen die Blies von einem Gehölzsaum und Grünland umgeben ist. Bei Bierbach und entlang der L111 nach Blieskastel ist das rechte Gewässerumfeld vorwiegend stark bis sehr stark verändert. Die Blies befindet sich hier nah am rechten Auenrand und wird durch die verbauten Flächen in ihrer lateralen Verlagerung behindert. Da linksufrig weiterhin die Grünlandflächen dominieren, fällt die Bewertung hier positiver aus. Danach folgen bis Blieskastel insgesamt einige weniger veränderte Abschnitte und am rechten Bliesufer sogar die einzigen gering veränderten Abschnitte mit einem Gehölzsaum und Feuchtwiesen. Die Aue ist dort zwar durch die natürlichen Gegebenheiten etwas verengt, dennoch schränkt die Reitanlage auf der linken Uferseite den Flusslauf hier ein und die Gesamtbewertung ergibt eine deutliche Veränderung des Gewässerabschnitts.



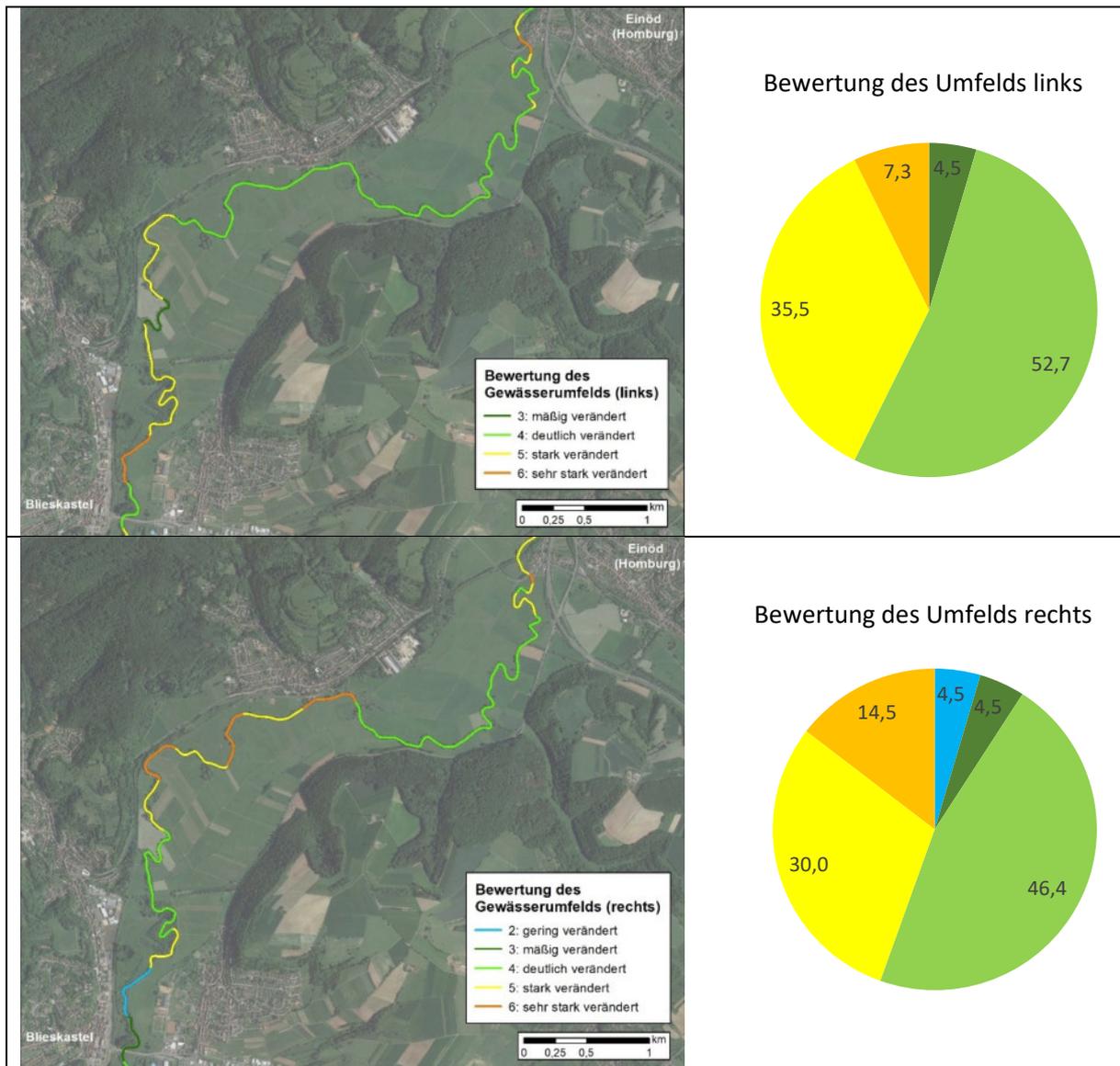


Abbildung 78: Die Bewertung des Gewässerumfelds an der Blies im Projektgebiet (oben) als arithmetisches Mittel der linken (Mitte) und rechten (unten) Einzelbewertung des Umfelds der Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).

An der Blies gibt es im Projektgebiet nur bei Blieskastel einen Hochwasserschutz-Damm. Im restlichen Gebiet bestehen Ufersicherungen, jedoch keine weiteren Deiche. Es gibt lediglich vereinzelte linksufrige Ackerflächen nach der Einmündung des Schwarzbachs. Siedlungsflächen engen die Blies vor allem bei Webenheim (Blieskastel) ein (Abbildung 79). Jedoch ist die Blies durch die Ufersicherungen im Gebiet eingetieft und weist kaum Verlagerungspotenzial auf.

Daher geht die Bewertung nach der Fließgewässerstrukturkartierung als „±“ in die Gesamtbewertung ein.

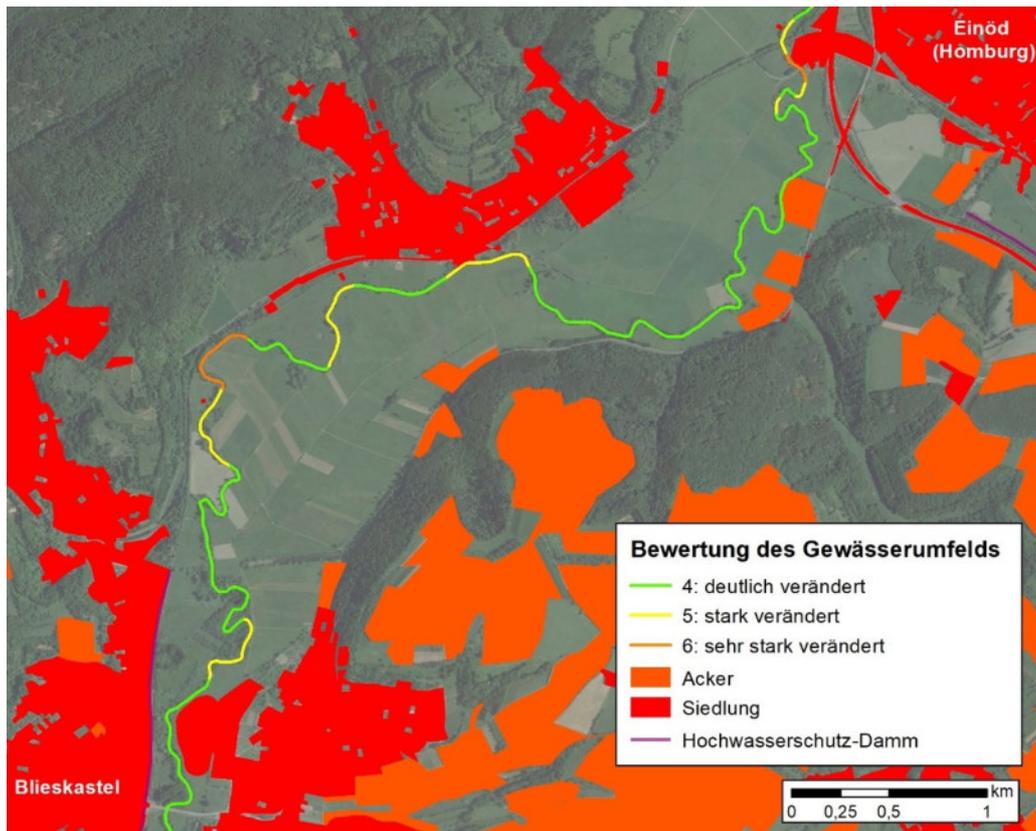


Abbildung 79: An der Blies im Projektgebiet gibt es nur vereinzelte Ackerflächen, im Süden liegen einige Siedlungsflächen.

Bewertung nach Einzelparametern des Leitbilds

Die Bewertung erfolgt analog zur Bewertung der Einzelparameter de Gewässerstruktur oben mit Vergleich der Ausprägung des gewässertypischen Leitbilds anhand der fünfteiligen Skala (++, +, ±, -, --) und dem daraus abgeleiteten Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen (Tabelle 34).

Tabelle 34: Vergleich ausgewählter Strukturparameter des Gewässerumfelds des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
Beschattung	zumeist sonnig, < 25 %	eher sonnig	++	gering
Gewässer-randstreifen	flächig Wald und/oder Sukzession	sehr schmaler Galeriewald vorhanden, nur bei Blieskastel auch breitere Gehölzbestände und Sukzession möglich, sonst landwirtschaftliche Nutzung bis sehr nah ans Gewässer	-	hoch, mind. nutzungs-freien Randstreifen erweitern
Ufervegetation	Weiden- oder Erlen-Auwald, in dauernassen Bereichen bruchwaldartig; höhere Bereiche mit Stieleichen-Hainbuchenwald, wärmebegünstigte Standorte mit Stieleichen-Ulmenwäldern; kleinflächig Rohrglanzgras-Röhricht,	sehr schmaler Galeriewald von Weiden und Erlen dominiert, kleinflächig Hochstauden und Röhrichte vorhanden	-	hoch, typische Arten vorhanden, aber lediglich noch in kleinen Restflächen → sehr großes

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbildkonformität	
	Flutrasen, Pioniere, Hochstaudenfluren u. a.			Aufwertungspotenzial
Umfeldstrukturen	sehr große Abflussdynamik und extreme Abflussereignisse verursachen Laufverlagerungen, wodurch sich häufig Rinnen, Randsenken und Altwasser bilden; Auen daher mit großer Formenvielfalt; vegetationsfreie Kies- und Schotterbänke sind charakteristisch	seit mehreren Jahrhunderten keine großflächigen Laufverlagerungen, wenig Altwasser, kaum Formenvielfalt, kaum Kiesbänke oder Inseln	--	hoch, Ufersicherungen entfernen, Entwicklung des Flusslaufs im Freien Pendelraum fördern
Bewertung des Gewässerumfelds gesamt			-	hoch

An der Blies ist im Projektgebiet mit Ausnahme der Bereiche bei Blieskastel meist nur ein uferbegleitender Galeriewald bestehend aus einer Baum- bzw. Gebüschreihe vorhanden (Abbildung 80). Diese ist zwar als FFH- und Vogelschutzgebiet ausgewiesen und stellt auch in Bezug auf die Artausstattung hochwertige Bestände dar (s. Kapitel 4.2.4). Jedoch ist die flächige Ausprägung zu klein, um als Lebensräume für die typische Flora und Fauna zu wirken. Die landwirtschaftliche Nutzung, die meist aus Grünlandbewirtschaftung besteht, reicht zudem in einigen Bereichen bis direkt an die Böschungsoberkante heran, wodurch Stoffeinträge aus der Umlandnutzung ungehindert in das Gewässer gelangen können. Die dynamische Laufentwicklung durch den Freien Pendelraum und mindestens die Sukzession in einem breiteren Gewässerrandstreifen sind für die ökologische Aufwertung notwendig.



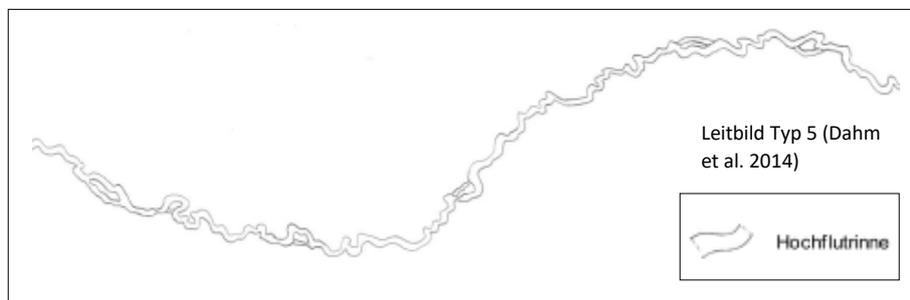
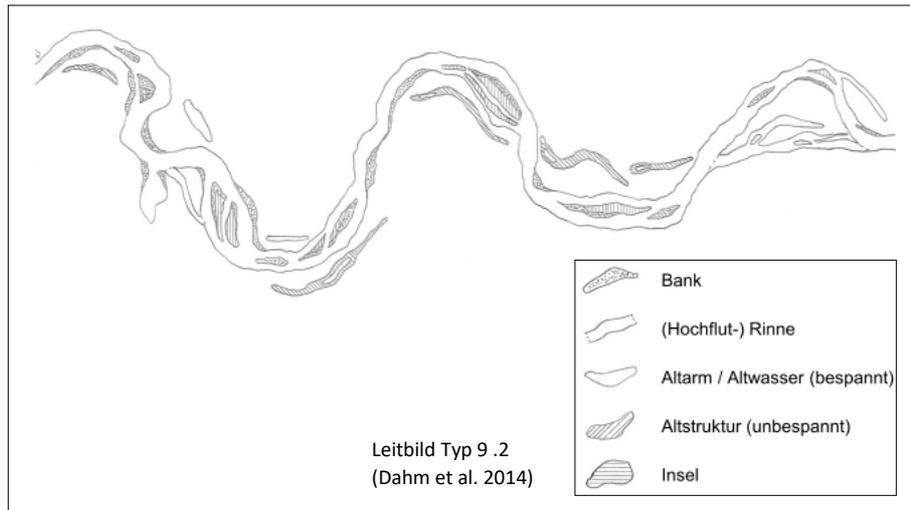
Abbildung 80: Die landwirtschaftliche Nutzung der Bliesaeue im Projektgebiet reicht häufig bis direkt an die Böschungsoberkante heran (Fotos: I. Juszczuk).

Vergleich der Habitatstrukturen mit dem Leitbild

Für den Vergleich der Habitatstrukturen mit dem gewässertypischen Leitbild wurde ein Großteil des Projektgebiets dargestellt. Lediglich der südliche Abschnitt bei Blieskastel wurde ausgespart. Das Leitbild des Gewässertyp 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ nach den hydromorphologischen Steckbriefen nach Dahm et al. (2014) zeigt vielfältige Strukturen mit zahlreichen Hochflutrinne, Bänken und Altwässern (Abbildung 81 oben). Diese Strukturen sind an der Blies im Projektgebiet kaum vorhanden (Abbildung 81 unten). Es gibt im Projektgebiet nur wenige, meist vom Hauptfluss abgetrennte Altarme. Im digitalen Geländemodell (DGM1) sind auch in der Aue nur mäßige Reliefstrukturen erkennbar. Dies liegt zum einen daran, dass die Blies wie eingangs erwähnt, zu Beginn des Projektgebiets bis zur Einmündung des Schwarzbachs noch dem Gewässertyp 5.1

„Feinmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach“ zuzuordnen ist. Bei diesem Typ sind deutlich weniger Bänke und Inseln sowie Altarme charakteristisch (Abbildung 81 Mitte). Im Übergang zum Typ 9.2 hat sich daher noch nicht die vollumfängliche Strukturvielfalt dieses Gewässertyps ausgeprägt. Zum anderen hängt dies mit der Befestigung der Mäanderbögen mit Steinen und Aufschütten der Flächen mit Muttererde zusammen, die an der Blies im Projektgebiet vor allem Ende der 1970er bis 1980er Jahren durchgeführt wurden (Wild 2005). Durch diese Ufersicherungen sind die dynamische Entwicklung des Flusslaufs und eine vielfältige Habitatausstattung unterbunden und die Blies zeigte in den letzten Jahrhunderten kaum laterale Verlagerung (s. Kapitel 2.3).

Die Bewertung nach den Habitatstrukturen geht daher als „±“ in die Gesamtbewertung ein.



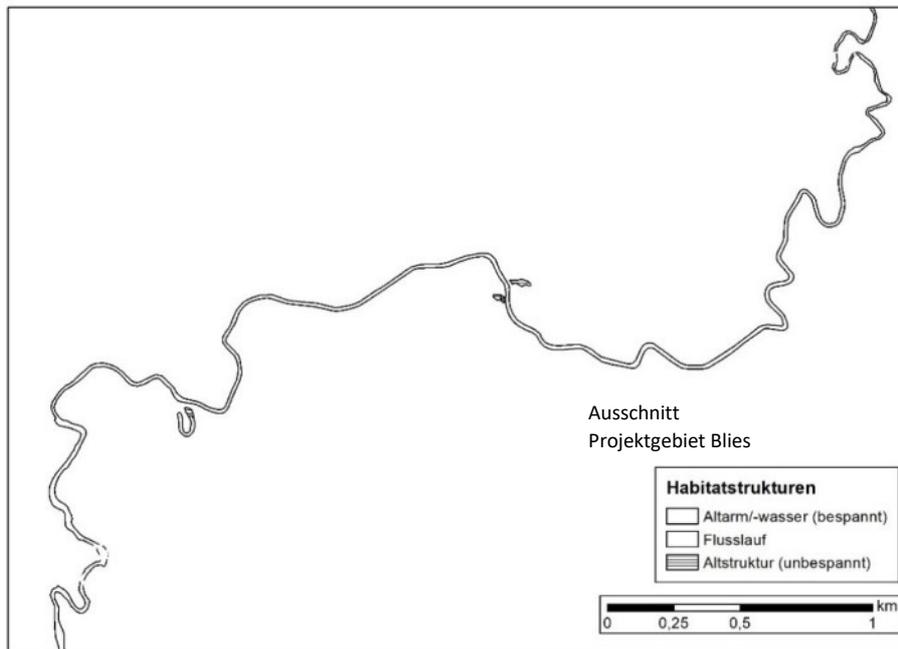


Abbildung 81: Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht auf den Flusslauf) für Typ 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ nach Dahm et al. (2014, oben). Der Ausschnitt aus dem Projektgebiet an der Blies (unten) weist dagegen noch ähnlichere Strukturen mit dem Typ 5 „Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ (Mitte) auf, als der die Blies bis zur Einmündung des Schwarzbachs am Beginn des Projektgebiets klassifiziert wird.

4.2.6.3. Biotope

Die Biotope wurden anhand der BT-Biotope der Kartierung nach Anhang I der FFH-Richtlinie (MUV Saarland 2006) und der GB-Biotope nach §22 SNG (Saarländisches Naturschutzgesetz, MUV Saarland 2010) der Offenland-Biotopkartierung zusammenfassend ausgewertet und dafür auch aus einzelnen Biotoptypen Biotopkomplexe gebildet (z. B. ergeben die Biotope Mittelgebirgsfluss und Bachunterlauf im Mittelgebirge den Biotopkomplex Gewässer im Mittelgebirge). Da sich der Managementplan des FFH-Gebiets 6609-305 „Blies“ aktuell noch in Bearbeitung befindet, konnten die Lebensraumtypen nicht ausgewertet werden.

Tabelle 35: Biotope der Offenland-Kartierung in der morphologischen Aue der Blies und ihre Anteile in Bezug auf die Gesamtfläche des Projektgebiets. Die BT-Biotope der Kartierung nach Anhang I der FFH-Richtlinie (MUV Saarland 2006) und die GB-Biotope nach §22 SNG (MUV Saarland 2010) wurden zusammengefasst.

Biotopkomplexe	Fläche (ha)	Anteil Projektgebiet (%)
Altwasser (abgebunden)	0,3	0,1
Bachbegleitender Erlenwald und Erlen-Sumpfwald	0,7	0,1
Fettwiese (Flachland, Glatthaferwiese)	46,3	8,3
Flutrasen	0,3	0,1
Gewässer im Mittelgebirge	40,5	7,3
Gräben mit begleitender Vegetation	0,7	0,1
Hochstaudenfluren	4,2	0,8
Magerwiese	5,1	0,9
Nass- und Feuchtwiese und -weide	46,1	8,3
Pappelwald auf Auenstandort	5,2	0,9
Röhrichtbestände	3,1	0,5
Ufergehölze	5,8	1,0
Weiden-Auwald	12,7	2,3
Weiherr	2,8	0,5

Gesamtfläche (ha)	173,7	31,2
Gesamtfläche des Projektgebiets (ha)	557,8	100,0

In der morphologischen Bliesau zwischen Einöd und Blieskastel sind insgesamt fast 174 ha als Biotop erfasst, was fast einem Drittel der Fläche des Projektgebiet entspricht (Tabelle 35). Die größten Flächenanteile nehmen die Fettwiesen und die Nass- und Feuchtwiesen und -weiden mit jeweils ca. 46 ha ein. Die Blies wurde fast im gesamten Projektgebiet (fast 41 ha) als Mittelgebirgsfluss kartiert. Das von Grünlandnutzung dominierte Projektgebiet weist nur in den Randbereichen der morphologischen Aue Auwälder (Pappel- und Weiden-Auwald) auf (Abbildung 82). Auch die kartierten wertvollen Ufergehölze sind auf einen Altarm im Projektgebiet und auf den einmündenden Würzbach bei Lautzkirchen beschränkt. Hier liegt ein hohes Potenzial für eine Erweiterung der in Deutschland gefährdeten Auwaldbiotop vor, die sich im Freien Pendelraum entwickeln können.

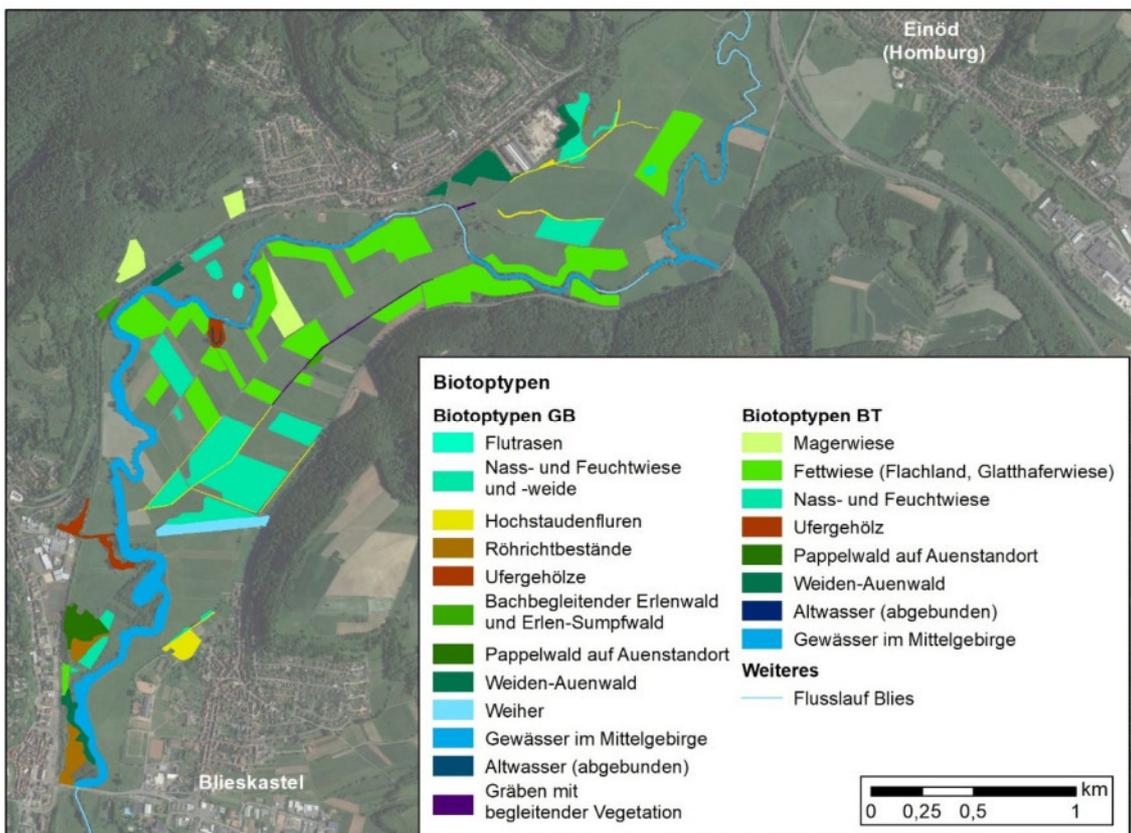


Abbildung 82: Biotop der Offenland-Kartierung in der morphologischen Bliesau. Dargestellt sind die Biotop der Kartierung nach Anhang I der FFH-Richtlinie (MUV Saarland 2006) und die GB-Biotop nach §22 SNG (MUV Saarland 2010).

Durch das großflächige Vorkommen kartierter Biotop geht dieser Parameter mit „+“ in die Gesamtbewertung ein. Da nicht bei allen Biotop ein Erhaltungszustand angeben war, wurde nach diesem Kriterium keine Bewertung durchgeführt.

4.2.6.4. Auetyptischen Artvorkommen

Das Artvorkommen wurde für Tiere anhand mehrerer vom Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland zur Verfügung gestellten Artdaten bewertet. Die Pflanzen wurden anhand der im Gelände aufgenommenen Arten und ihres Schutzstatus nach Roter Liste Deutschlands (Metzing et al. 2018) und des Saarlands (MUV Saarland o.J. b) eingestuft.

Bewertung des Vorkommens auentypischer Tierarten

Die Auswertung der auentypischen Tierarten wurde anhand der Arten- und Biotopschutzdaten Saarland (Stand 2017) zusammen mit der Kartierung windkraftrelevanter Vogelarten sowie Artdaten der FFH-Kartierung (2012) durchgeführt. Die Daten wurden vom Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland zur Verfügung gestellt und die Artvorkommen innerhalb der morphologischen Bliesau ausgewertet.

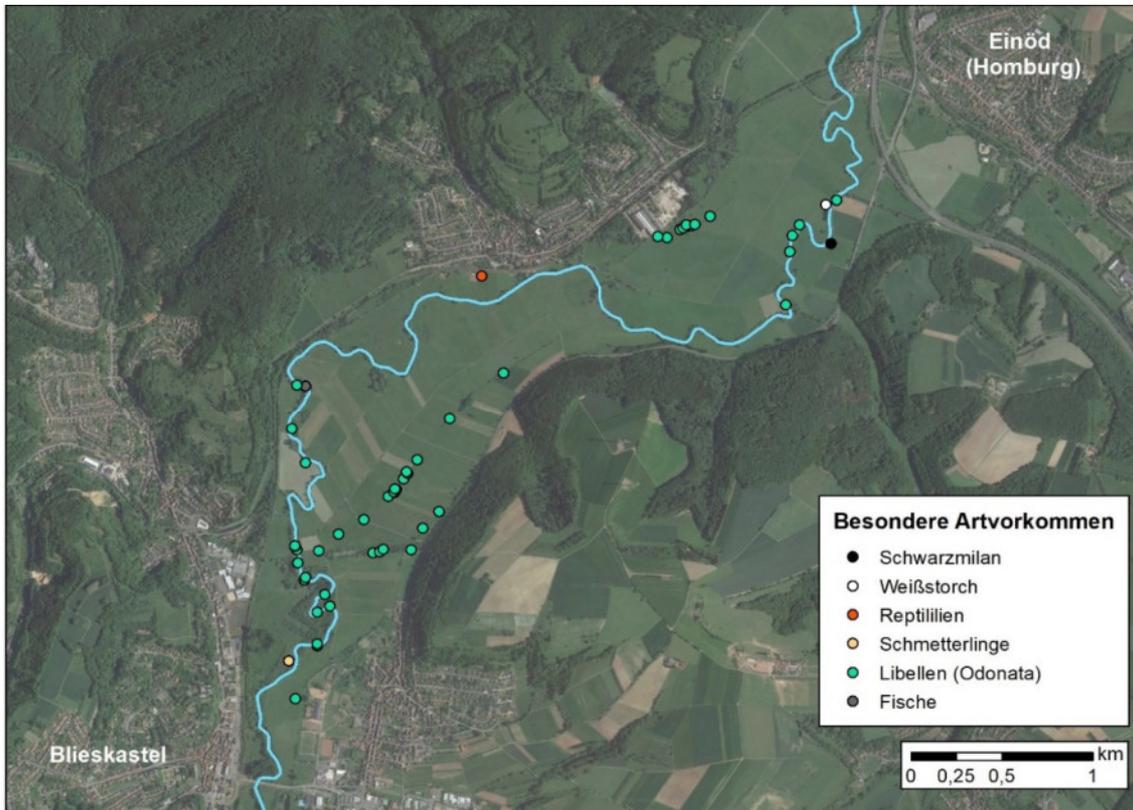


Abbildung 83: Vorkommen auentypische Tierarten an der Blies im Projektgebiet (Daten des MVU Saarland).

Die am häufigsten erfasste Artengruppe im Projektgebiet waren die Libellen, von denen 13 Arten an der Blies, entlang von Grabenstrukturen im Grünland und am Teich nördlich von Webenheim kartiert wurden. Von diesen weisen einige einen Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands auf (für die Rote Liste Deutschland befinden sich einige Artengruppen, u. a. auch die Libellen, aktuell in Überarbeitung, wodurch keine Gefährdung angegeben werden konnte, Rote Liste Zentrum, 2020). Besonders hochwertig ist im Gebiet auch der Nachweis eines der im Saarland vom Aussterben bedrohten Revierpaare von Weißstörchen (*Ciconia ciconia*) mit Horst nahe der Schwarzbachmündung. Trotz dieser bedeutenden Artvorkommen liegen kaum Artnachweise geschützter Arten der Fließgewässer vor. Durch eine strukturelle Aufwertung der Blies durch Zulassen dynamischer Flussentwicklungen würde sich die Habitatvielfalt weiter erhöhen und das Artenspektrum zunehmen.

Tabelle 36: Auentypische Tierarten an der Blies und ihr Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarland (RL S) und Deutschland (RL D) (Daten des MVU Saarland).

Gruppe	Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL S	RL D	Quelle
Amphibien	<i>Rana esculenta</i>	Teichfrosch	*	*	FFH-Artdaten 2012
Amphibien	<i>Rana ridibunda</i>	Seefrosch	*	*	FFH-Artdaten 2012
Fische	<i>Barbus barbus</i>	Barbe	*	*	FFH-Artdaten 2012
Fische	<i>Cottus gobio</i>	Groppe	*	*	FFH-Artdaten 2012

Gruppe	Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL S	RL D	Quelle
Fische	<i>Thymallus thymallus</i>	Europäische Äsche	2	2	FFH-Artdaten 2012
Libellen	<i>Coenagrion mercuriale</i>	Helm-Azurjungfer	2	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Coenagrion pulchellum</i>	Fledermaus-Azurjungfer	3	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Coenagrion scitulum</i>	Gabel-Azurjungfer	*	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Epitheca bimaculata</i>	Zweifleck	*	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	Gemeine Keiljungfer	3	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Lestes dryas</i>	Glänzende Binsenjungfer	3	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Lestes sponsa</i>	Gemeine Binsenjungfer	V	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer	R	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Libellula fulva</i>	Spitzenfleck	G	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Kleine Zangenlibelle	3	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Flußjungfer	R	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Orthetrum brunneum</i>	Südlicher Blaupfeil	V	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Libellen	<i>Orthetrum coerulescens</i>	Kleiner Blaupfeil	2	-	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Reptilien	<i>Podarcis muralis</i>	Mauereidechse	*	V	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Schmetterlinge	<i>Lycaena dispar</i>	Großer Feuerfalter	*	3	Arten-und Biotopschutzdaten Saarland 2013
Vögel	<i>Ciconia ciconia</i>	Weißstorch	1	3	Windkraftrelevante Vogelarten 2017
Vögel	<i>Milvus migrans</i>	Schwarzmilan	*	*	Windkraftrelevante Vogelarten 2017

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

Aufgrund des Artvorkommens einiger wertgebender Arten geht dieser Parameter mit „+“ in die Gesamtbewertung ein.

Bewertung des Vorkommens auentypischer Pflanzenarten nach Erfassung im Gelände

Die Auenvegetation an der Blies wurde in repräsentativen Abschnitten unterschiedlicher Vegetationsstrukturen anhand von Nested Plots sowie nach der Methode von Braun-Blanquet erfasst (s. Kapitel 3.2) und der Gefährdungsstatus nach der Roten Liste Deutschlands und des Saarlands ausgewertet (Tabelle 37).

Tabelle 37: Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands (MVU Saarland) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Blies.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL Saarland	RL Deutschland
<i>Conium maculatum</i>	Gefleckter Schierling	2	*
<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	*	3

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

Unter den erfassten 56 Arten waren jeweils nur zwei nach der Roter Liste gefährdet, zum einen der Gefleckte Schierling (*Conium maculatum*), der im Saarland stark gefährdet ist, und die Schwarz-Pappel (*Populus nigra*), die nach Roter Liste Deutschland gefährdet ist (Abbildung 84).

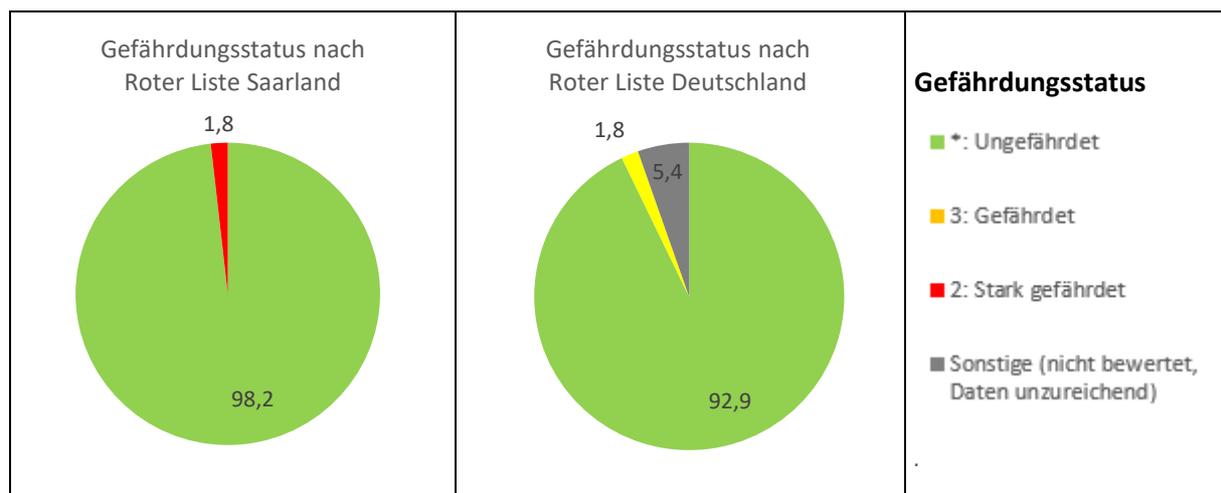


Abbildung 84: Anteile der Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands (MVU Saarland) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der während der Geländearbeiten erfassten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Blies.

Die Vegetation wurde zwar nicht flächendeckend, sondern nur anhand von Einzelplots erfasst, dennoch ist die Ausstattung mit gefährdeten Arten im Vergleich zu den anderen Beispielflächen gering und viele der Arten sind Generalisten. Dadurch wird das Vorkommen der Pflanzenarten mit „±“ in der Gesamtbewertung berücksichtigt.

4.2.6.5. Gesamtbewertung

An der Blies im Projektgebiet sind der Abfluss und das Sohlsubstrat leitbildkonform und die Dynamik und Durchgängigkeit auch für aquatische Organismen werden nicht durch Querbauwerke behindert. Auch in der Aue zeigen die vorhandenen Daten zu Tiervorkommen, dass die vorhandenen Gräben für zahlreiche Libellenarten wichtige Biotope darstellen.

Jedoch ist die Strukturausstattung der Blies mäßig und ihre eigendynamische Gewässerentwicklung durch bereits lange bestehende Ufersicherungsmaßnahmen unterbunden (Tabelle 27). Dies zeigt sich beispielsweise in der sehr geringen Verlagerungstendenz (s. Kapitel 2.3), den fehlenden

Uferabbrüchen und der geringen Leitbildkonformität in Bezug auf das Querprofil und Laufstrukturen. Daher sollte der Uferverbau entfernt werden, was neben einem höheren Strukturreichtum zu einem turbulenteren Strömungsbild führt und so auch wiederum Erosionstendenzen begünstigt.

Die Grünlandnutzung, die abschnittsweise bis direkt an die Böschungsoberkante der Blies heranreicht, unterbindet eine auetypische Vegetationsentwicklung, wodurch auch Nähr- und Schadstoffe direkt in die Blies gelangen können. Um eine Pufferfunktion zu erfüllen sowie einen Biotopverbund zu entwickeln, ist die Förderung eines Galeriewalds wichtig. In den untersuchten Abschnitten (s. Kapitel 4.2.4) sind noch typische Baumarten vorhanden, daher wird durch Zulassen der Sukzession bereits von einer Auwaldentwicklung ausgegangen. Da im Projektgebiet wenige Restriktionen durch Siedlungsflächen bestehen, ist die Ausweisung eines Freien Pendelraums über einen langen Abschnitt umzusetzen. Die Grünlandnutzung im Gebiet kann abzüglich des Randstreifens fortgeführt werden, da von keiner großen und sprunghaften lateralen Flussbettverlagerung der Blies ausgegangen wird. Dennoch wird eine Extensivierung der Bewirtschaftung empfohlen.

Tabelle 38: Gesamtbewertung aus den betrachteten Einzelparametern für die Blies im Projektgebiet.

Hauptparameter	Einzelbewertungen	Gesamtbewertung	Handlungsbedarf	Bemerkungen
Gewässerstruktur	Fließgewässerstrukturkartierung: - Einzelparameter des Leitbilds: + Habitatskizze: ±	±	mittel	Strukturreichtum durch Uferentsicherung fördern
Gewässerumfeld	Fließgewässerstrukturkartierung: ± Einzelparameter des Leitbilds: -	-	hoch	nutzungsfreien Randstreifen entlang der Blies im gesamten Projektgebiet einrichten
Biotoptypen	Auswertung der Biotopkartierung: +	+	mittel	Erweiterung der Auwaldbestände
Artvorkommen (Tiere)	Auswertung verschiedener Artdaten des MUV Saarland: +	+	gering	Vorkommen lassen auf hohes Potenzial schließen, das durch Extensivierung gefördert wird
Artvorkommen (Pflanzen)	Auswertungen der Vegetation im Gelände: ±	±	mittel	durch Extensivierung des Gewässerumfelds und Ausweisung eines Randstreifens wird Verbesserung erwartet
Gesamtbewertung		±	mittel	wichtig sind für ökologische Aufwertung Uferentsicherung und Etablierung eines breiteren Galeriewalds entlang der Blies

4.2.7. Freier Pendelraum an der Blies

4.2.7.1. Schritt 1: Flussabschnitt wählen

Für die Berechnung des Freien Pendelraums der Blies wurde der Abschnitt ab der Einmündung des Schwarzbachs bis Blieskastel verwendet. Da dieser mit einem im Vergleich zur Blies hohen Abflussvolumen einmündet, ändert sich ab dort der Gewässertyp der Blies (s. Kapitel 4.2.5) und dadurch auch der Flächenbedarf des Gewässers. Da der Flussabschnitt vor der Einmündung relativ kurz ist, wurde die berechnete Breite des Freien Pendelraums für das gesamte Projektgebiet angenommen

und in den Karten dementsprechend dargestellt. Die zugrundeliegende Abflussmenge für den mittleren Abfluss sind $17,1 \text{ m}^3/\text{s}$ des Pegels Blieskastel.

4.2.7.2. Schritt 2: Gewässertyp bestimmen

Für die Blies wurde der größere Gewässertyp für die Berechnung und Darstellung des Freien Pendelraums angenommen, dem sie ab der Einmündung des Schwarzbachs zugeordnet wird (s. Kapitel 4.2.5). Zusammengefasst ist die Blies:

- Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges mit Winterhochwassern (nach Koenzen 2005)
- Große Flüsse des Mittelgebirges (nach Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, Dahm et al. 2014)

4.2.7.3. Schritt 3: Freien Pendelraum bestimmen

A) Nach dem Espace de Liberté-Konzept

Nach dem Espace de Liberté-Konzept wird der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC) durch Abgrenzen und Überlagern des maximalen Mobilitätsraums (entspricht der deutschen Bezeichnung der morphologischen Aue), des historischen Verlagerungsraums und der theoretischen Gleichgewichtsbreite bestimmt, von dem anschließend Restriktionsflächen, wie Ortschaften und Straßen, abgezogen werden (s. Kapitel 3.5.3.1, Abbildung 85, Malavoi et al. 1998, Charrier 2012).

Der maximale Mobilitätsraum wurde anhand der Auenkulisse (Brunotte et al. 2009) abgegrenzt. Der historische Verlagerungsraum wurde anhand digitalisierter Flussläufe der Jahre 1564 (Karte von Tilemann Stella), 1955 (Topographische Karte Blieskastel 1955) und 2019 (Google Basemap) abgegrenzt. Die theoretische Gleichgewichtsbreite wurde anhand der Breite der Blies bei bordvollem Abfluss (Qbordvoll, 23 m) multipliziert mit dem Faktor 10 ermittelt; d. h. auf jeder Gewässerseite wurde ein Korridor mit 115 m (der fünffachen Breite) an die Blies angefügt.

Restriktionen im Projektgebiet bilden die anliegenden Ortschaften, vor allem Webenheim, sowie größere flussnah verlaufende Straßen, wie die A8 bei Einöd, die rechtsufrig verlaufende L111 bzw. Pfalzstraße zwischen Blieskastel, Lautzkirchen, Bierbach und Wörschweiler und die linksufrig verlaufende B423 zwischen Einöd und Blieskastel, die jedoch am Auenrand verläuft und die Blies in ihrer lateralen Verlagerung nicht beeinflusst (Abbildung 85 türkis). Brücken gibt es im Projektgebiet keine, lediglich die das Projektende markierende Brücke in Blieskastel (Zweibrücker Straße).

Bei dem minimalen Entwicklungskorridor (EMIN) werden strengere Kriterien für die Ausweisung von Restriktionen angelegt. Dies sind an der Blies im Projektgebiet gewässernahe Strommasten sowie Brunnen-Häuschen zur Trinkwassergewinnung. Diese wurden jeweils einzeln ausgespart (Abbildung 85 hellgrün).

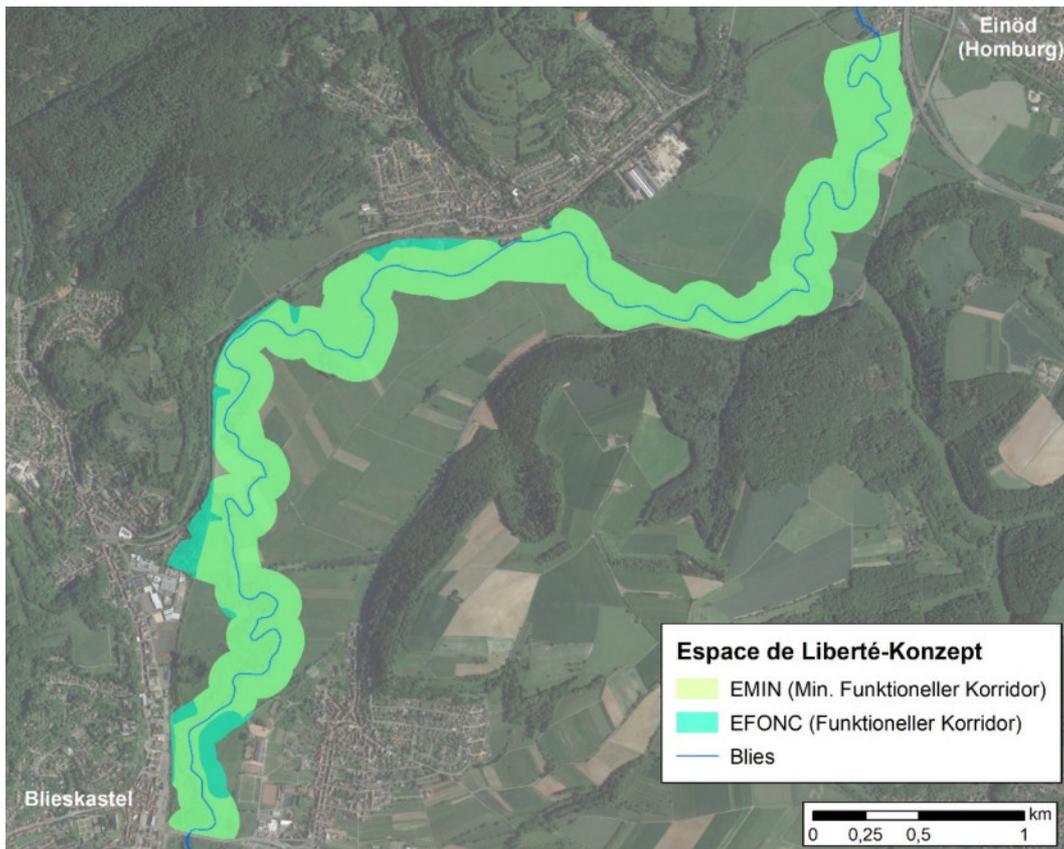


Abbildung 85: Der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC, türkis) und der minimale Entwicklungskorridor mit restriktiveren Einschränkungen (EMIN, hellgrün) an der Blies im Projektgebiet nach dem Espace de Liberté-Konzept nach Malavoi et al. (1998).

B) Nach dem Konzept des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014)

Der Freie Pendelraum der Blies nach dem Konzept des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014) wird anhand der flusstypspezifischer Faktormultiplikation mit der potentiell natürlichen Sohlbreite berechnet (s. Kapitel 3.5.3.2 A)). Die im GIS gemessene und über das Projektgebiet gemittelte Sohlbreite der Blies beträgt 15 m. Zur Einschätzung der Breite der potenziell natürlichen Sohle wird dieser Wert mit Faktor 3 multipliziert, wie es für die „Großen Flüsse des Mittelgebirges“ festgelegt ist. Durch die so berechnete Sohlbreite kann der minimale und der maximale Entwicklungskorridor der Blies anhand von weiterer Faktormultiplikation berechnet werden, die 135 m bzw. 450 m betragen (Tabelle 39, Abbildung 86, Abbildung 87).

Tabelle 39: Herleitung des Entwicklungskorridors der Blies im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

Parameter	Herleitung
Potenziell natürliche Sohlbreite (Orientierung)	15 m x 3 (im GIS abgemessen) = 45 m
Minimaler Entwicklungskorridor	45 m x 3 = 135 m
Maximaler Entwicklungskorridor	45 m x 10 = 450 m

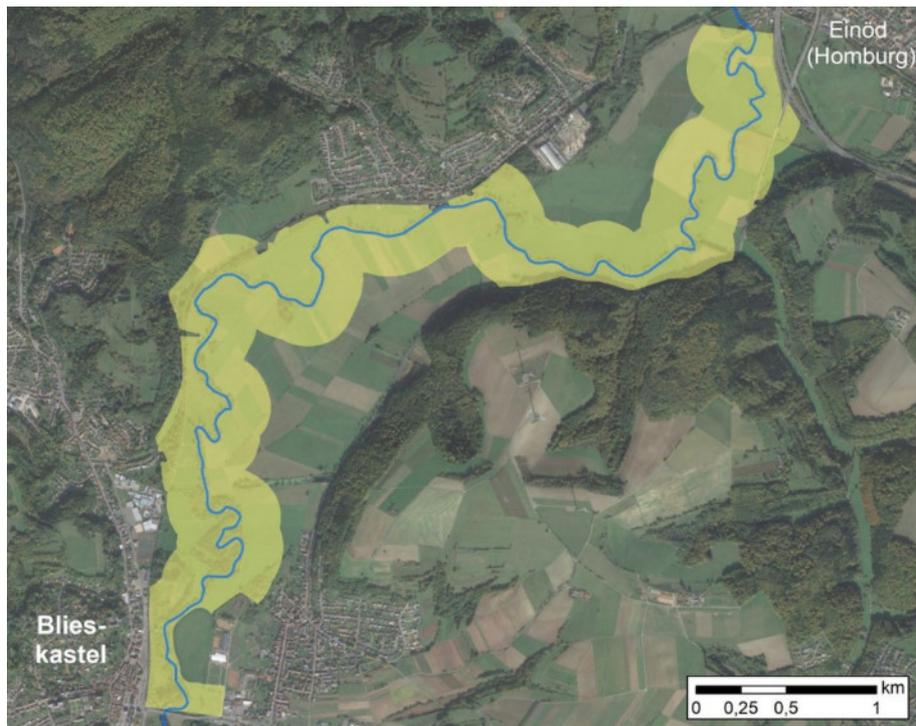


Abbildung 86: Der maximale Entwicklungskorridor an der Blies im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

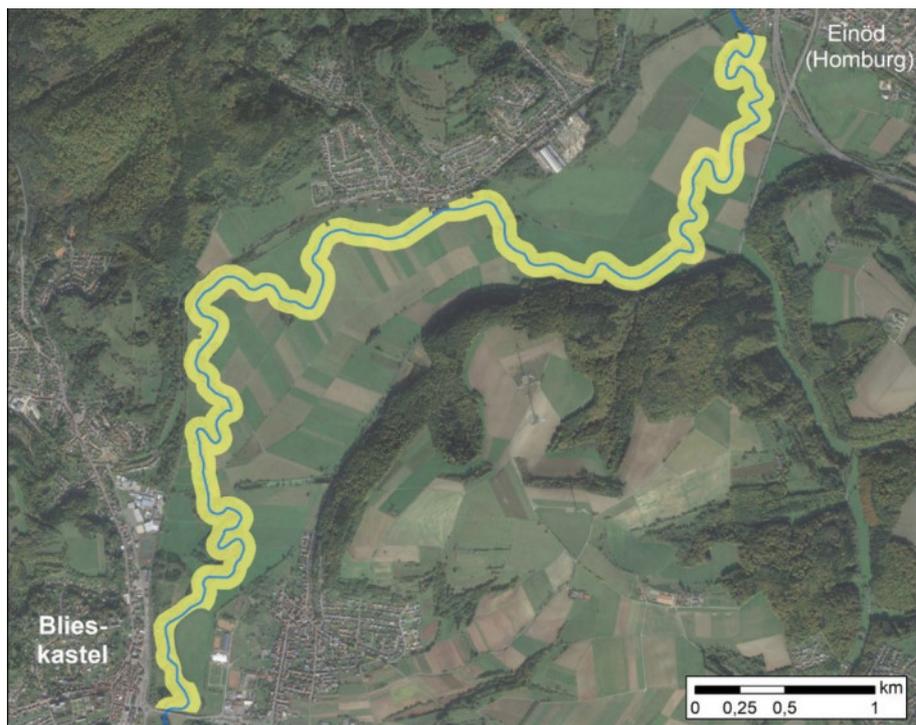


Abbildung 87: Der minimale Entwicklungskorridor an der Blies im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

C) Nach dem Konzept der LAWA (LAWA 2016)

Bei der Berechnung des Freien Pendelraums nach dem Konzept der LAWA (2016) wurde für den bordvollen Abfluss der Blies, wie in dem Konzept empfohlen, der Mittelwasserabfluss am Pegel Blieskastel mit $17,1 \text{ m}^3/\text{s}$ verwendet, da das Einzugsgebiet die benötigte Größe von über 1.000 km^2 aufweist. Für das Talbodengefälle und den Windungsgrad wurden dagegen typische Werte des

Gewässertyps verwendet, da in anderen Fällen die Plausibilisierung über die Sohlschubspannung nicht korrekt war.

Daraus ergibt sich eine heutige potenziell natürliche Gewässerbreite von 35 m und eine Gewässerentwicklungskorridorbreite (der Freie Pendelraum) von 356 m (Tabelle 40).

Tabelle 40: Parameter zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite der Blies Im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).

Parameter	Einheit	Blies
Q_{bordvoll} (Annahme)	m^3/s	17,1
Talbodengefälle	%	0,3
Windungsgrad	-	2,5
Sohlgefälle	%	0,12
Rauheitsbeiwert k_{st}	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$	18
Böschungsneigung	1:m	1:5
Heutige pot. natürliche Gewässerbreite	m	35
Sohlschubspannung	N/m^2	12,1
Plausibilisierung Sohlschubspannung	für Typ GuS_3.2, N/m^2	16-25
Gewässerentwicklungskorridorbreite	m	356

Abzüglich der Restriktionen wie Siedlungsflächen und Straßen ergibt sich daraus die kartographische Darstellung des Freien Pendelraums nach LAWA (2016) für die Blies (Abbildung 88).

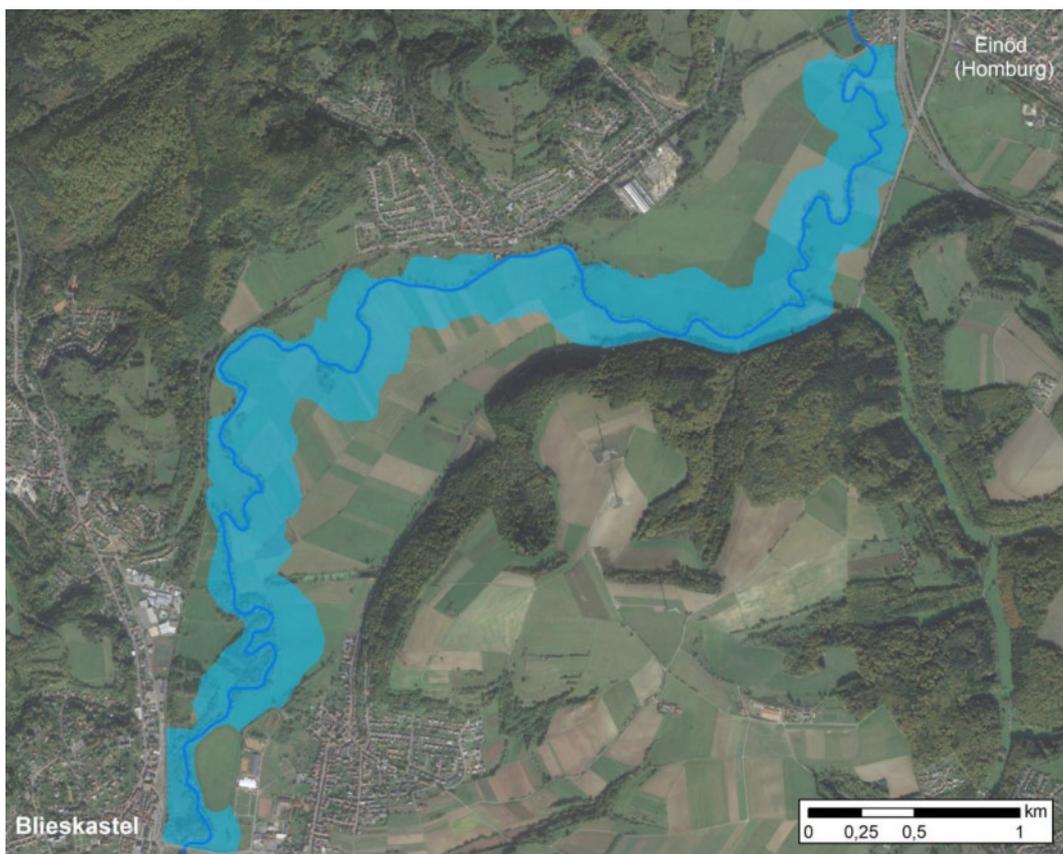


Abbildung 88: Gewässerentwicklungskorridor der Blies im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).

4.2.7.4. Bereits bestehende Berechnungen zu Korridorbreiten

Im Saarland wurde 2010 durch die Universität Saarland von Löffler et al. (2010) ein Konzept zur Ermittlung des Flächenbedarfs an EG-WRRRL berichtspflichtigen Gewässern des Saarlandes entwickelt. Dabei haben sich die Strömungsleistung, die Ufersubstratzusammensetzung und die Ufervegetation als die besonders relevanten Faktoren zur Berechnung des lateralen Entwicklungspotenzials herausgestellt. Diese werden zusammen mit der historischen Verlagerung des Gewässers ausgewertet und eine Prognose für die Entwicklungskorridorbreiten in zehn, 20 und 100 Jahren gegeben.

Wendet man das entwickelte Verfahren von Löffler et al. (2010) auf die Blies im Projektgebiet an, kann sie in die Gruppe der gefällearmen, entwicklungsträgen Gewässer eingestuft werden. Nach Einmündung des Schwarzbachs ist sie über 15 m breit und gehört dadurch in die Entwicklungsklasse 1c. Dies ergibt für die Entwicklungskorridorbreiten:

in 10 Jahren:

Berechnung: $(10 \cdot 0,4 \text{ m}) + 15 = 19 \text{ m}$

Ergebnis: beidseitig: 38 m, + 15 m Gewässerbreite = **53 m Entwicklungskorridorbreite**

in 20 Jahren:

Berechnung: $(20 \cdot 0,3 \text{ m}) + 15 = 21 \text{ m}$

Ergebnis: beidseitig: 42 m, + 15 m Gewässerbreite = **57 m Entwicklungskorridorbreite**

in 100 Jahren:

Berechnung: $(100 \cdot 0,2 \text{ m}) + 15 = 35 \text{ m}$

Ergebnis: beidseitig: 70 m, + 15 m Gewässerbreite = **85 m Entwicklungskorridorbreite**

Die berechneten Breiten sind deutlich geringer als die der anderen angewendeten Konzepte. Dies liegt wahrscheinlich an der vereinfachten Berechnungsweise, in die nur wenige lokale oder gemessene Parameter eingehen.

4.3. Mulde

4.3.1. Gewässerauswahl und Festlegung des untersuchten Flussabschnitts

Als dritter Beispielfluss für die Anwendung des Pendelraum-Konzeptes wurde die Vereinigte Mulde im Norden Sachsens zwischen Eilenburg und Bad Dübener Heide (Flusskilometer 96,8 bis 68,1) gewählt (Abbildung 89, Abbildung 90).

Dieser Fluss/-abschnitt wurde gewählt, da:

- sehr naturnah
- Schutzgebiete zeigen hohen naturschutzfachlichen Wert
- hohe Dynamik vorhanden (erkennbar an Seitenerosion, vegetationsfreien Sand-/Kiesbänken, Inselbildung, verschiedenen Sukzessionsstadien der Auenvegetation etc.)
- generell hohe Akzeptanz in der Bevölkerung und bei den Landwirten für die Dynamik des Flusses

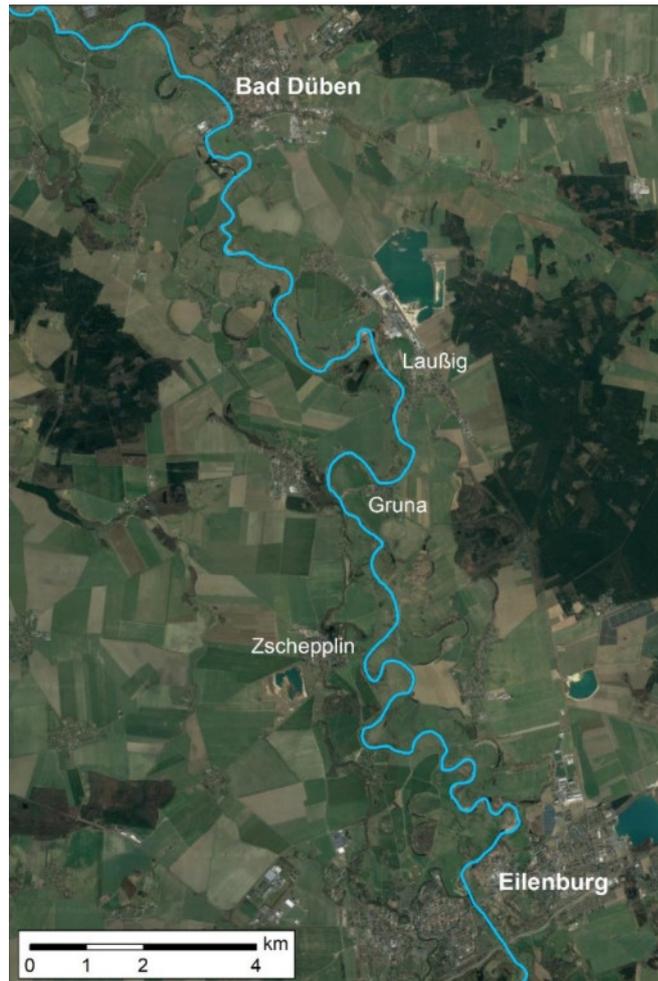


Abbildung 89: Überblick über das Projektgebiet an der Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübener Heide.



Abbildung 90: Die Mulde bei Laußig im Projektgebiet (Foto: I. Juszczuk).

4.3.2. Gesetzliche Vorgaben und Zuständigkeiten in Sachsen

Die übergreifenden gesetzlichen Rahmenbedingungen durch europäische Vorgaben und Gesetze des Bundes sind im Kapitel 4.1.2 *Gesetzliche Vorgaben* dargestellt. Diese werden in die gesetzlichen Regelungen der Länder überführt. Dabei können beispielsweise bei der Festlegung von nutzungsfreien Gewässerrandstreifen nach § 38 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) abweichende Regelungen erlassen werden. Die Gewässerrandstreifen dienen der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen. In Sachsen ist dies durch das Sächsische Wassergesetz festgelegt.

4.3.2.1. Sächsisches Wassergesetz (SächsWG)

Das Sächsische Wassergesetz (SächsWG) besteht in seiner aktuellen Form seit 2013 (SächsGVBl. 2013).

§ 24 (zu § 38 WHG): Ufer und Gewässerrandstreifen

(1) Die Ufer der Gewässer einschließlich ihres Bewuchses sind zu schützen. Als **Ufer gilt die zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante liegende Landfläche. Fehlt eine Böschungsoberkante, tritt an ihre Stelle die Linie des mittleren Hochwasserstandes.** Als mittlerer Hochwasserstand gilt das arithmetische Mittel der Höchstwerte der Wasserstände der letzten 20 Jahre, bei gestauten Gewässern die Linie des höchsten Stauziels. Stehen für diesen Zeitraum keine vollständigen Pegelbeobachtungen zur Verfügung, bezeichnet die zuständige Wasserbehörde die Beobachtungen, die zu verwenden sind.

(2) An das Ufer schließt sich abweichend von § 38 Abs. 2 Satz 1 und 2 WHG **landwärts ein zehn Meter, innerhalb von im Zusammenhang bebauten Ortsteilen fünf Meter breiter Gewässerrandstreifen** an. Die Gewässerrandstreifen sollen vom Eigentümer oder Besitzer standortgerecht im Hinblick auf ihre Funktionen nach § 38 Abs. 1 WHG bewirtschaftet oder gepflegt werden.

(3) § 38 Abs. 4 WHG ist mit der Maßgabe anzuwenden, dass im Gewässerrandstreifen weiterhin in einer Breite von fünf Metern die Verwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ausgenommen Wundverschlussmittel zur Baumpflege sowie Wildverbisschutzmittel, die Errichtung von baulichen und sonstigen Anlagen, soweit sie nicht standortgebunden oder wasserwirtschaftlich erforderlich sind, und abweichend von § 38 Abs. 4 Satz 2 Nr. 4 WHG auch die nur zeitweise Ablagerung von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern können oder die fortgeschwemmt werden können, verboten ist. § 38 Abs. 5 WHG findet bei Verboten nach Satz 1 Nr. 1 und 2 sowie bei Verboten in Folge von Rechtsverordnungen oder Entscheidungen nach Absatz 4 Nr. 3 entsprechende Anwendung.

(4) Die zuständige Wasserbehörde kann durch Rechtsverordnung im Einvernehmen mit der oberen Landwirtschaftsbehörde für einzelne Gewässer oder für bestimmte Abschnitte breitere Gewässerrandstreifen festsetzen, soweit dies zur Sicherung des Wasserabflusses oder zur Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktion der Gewässer erforderlich ist, durch Rechtsverordnung schmalere Gewässerrandstreifen festsetzen, soweit dies im Einzelfall aus überwiegenden öffentlichen Interessen oder wegen unzumutbarer Härte für den betroffenen Grundeigentümer erforderlich ist und die Sicherung des Wasserabflusses und die Erreichung der Bewirtschaftungsziele dadurch nicht gefährdet sind, im Benehmen mit der oberen Landwirtschaftsbehörde durch Rechtsverordnung oder im Einzelfall weitergehende Regelungen zu Gewässerrandstreifen treffen, soweit es zum Schutz der Gewässer vor Schadstoffeinträgen erforderlich ist.

(5) Führen Verbote nach Absatz 3 Satz 1 sowie Verbote in Folge von Rechtsverordnungen oder Entscheidungen nach Absatz 4 Nr. 1 und 3 zu einer über die Sozialpflichtigkeit des Eigentums

hinausgehenden Einschränkung und kann keine Befreiung erteilt werden, ist der Betroffene zu entschädigen.

(6) Für die Einschränkung bisher zulässiger Nutzungen nach Absatz 3 Satz 1 Nr. 1 ist vom Freistaat Sachsen ein angemessener finanzieller Ausgleich entsprechend § 46 Abs. 4 und 5 zu leisten, sofern keine Befreiung erteilt werden kann.

4.3.2.2. Zuständigkeiten für wasserwirtschaftliche Belange in Sachsen

Um Maßnahmen im Sinne des Freien Pendelraums zu planen bzw. umzusetzen ist es notwendig, die Strukturen und Zuständigkeiten der Behörden im betroffenen Bundesland zu kennen. Relevant sind für Maßnahmen an Fließgewässern bzw. in der Flussaue meist die Wasserbehörden und die Naturschutzbehörden.

An der Mulde in Sachsen sind dies im Bereich der Wasserbehörde (SächsGVBl. 2019):

- Oberste: Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
- Obere: Landesdirektion Sachsen
- Untere: Landkreise und die kreisfreien Städte

Das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft ist als oberste Wasserbehörde für die Verlängerung von Fristen und die Festlegung abweichender Bewirtschaftungsziele nach dem Wasserhaushaltsgesetz zuständig sowie für die abschließende Überprüfung und Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme, die Erstellung und Abstimmung von Beiträgen, sowie ihre Veröffentlichung (SächsGVBl. 2019).

Die Landesdirektion Sachsen als obere Wasserbehörde ist u. a. für die Regelung der Abwasserabgabe und der Wasserentnahmeabgabe und für den Schutz der Bevölkerung vor Hochwasserereignissen zuständig. Zudem sichern sie die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie zum Schutz der Natur und bewilligen Fördermittel zum Gewässer- und Hochwasserschutz (LDS o.J.).

Als technische Fachbehörde dient das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie der fachlichen Beratung und Unterstützung der obersten Wasserbehörde. Es ist dabei beispielsweise für den gebietsbezogenen Gewässerschutz, für die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie, für die Koordinierung der Fragen Klimawandel und Wasserwirtschaft sowie für die quantitative Hydrologie, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft zuständig (LfULG o.J.).

Hinzu kommt auch die Landestalsperrenverwaltung. Diese ist als Wasserbaudienststelle verantwortlich für die Unterhaltung sächsischer Stauanlagen und Gewässer I. Ordnung des Freistaates Sachsen. Dazu gehören die Gewässerunterhaltung mit der Pflege der landeseigenen Schutzdeiche und wasserbaulichen Anlagen, die Planung und der Bau von wasserwirtschaftlichen Anlagen, der Hochwasserschutz und die Bereitstellung von Wasser für die Bevölkerung, die Industrie und Landwirtschaft (SMUL o.J. a).

Die Naturschutzbehörden in Sachsen sind strukturieren sich folgendermaßen:

- Oberste: das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
- Höhere: die Landesdirektion Sachsen
- Untere: Landratsämter und die kreisfreien Städte

Das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft ist als oberste Naturschutzbehörde für Naturschutz und Landschaftspflege, Biotop- und Artenschutz, Landschaftsökologie und Landschaftsplanung sowie für den Gewässerschutz zuständig (SMUL o.J. b).

Die Landesdirektion Sachsen ist zuständige Fachbehörde in allen wasserrechtlichen Verfahren zum Hochwasserschutz, wie die Prüfung der Zulässigkeit und Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft, die Einschätzung des Erfordernisses einer FFH- oder SPA-Verträglichkeitsprüfung und deren Bewertung sowie die Erteilung der Ausnahmegenehmigung zur Errichtung oder Erweiterung baulicher Anlagen in Schutzstreifen an Gewässern (LDS 2011).

Die Landratsämter und die kreisfreien Städte sind u. a. zuständig für Entscheidungen über die Zulässigkeit von Eingriffen und über Maßnahmen zur Kompensation (Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen) von Eingriffen, für Biotop- und Artenschutzmaßnahmen einschließlich der Entwicklung von Artenschutzprojekten sowie von regionalen Konzepten und Umsetzungsstrategien für die Pflege und für den Erhalt von Biotopen, für Mitwirkung bei der Aufstellung von Landschaftsrahmenplänen und Landschaftsfachplänen sowie außerhalb wasserrechtlicher Verfahren auf der Ebene der Landesdirektion, die dem Hochwasserschutz dienen, die Erteilung des Einvernehmens bei der Errichtung oder wesentlichen Erweiterung baulicher Anlagen in Gewässerschutzstreifen.

4.3.3. Stakeholderanalyse und –befragung

Im Projektgebiet an der Mulde liegen zahlreiche, zumeist kleinere Ortschaften nahe am Fluss. Einige fordern eine Verbesserung des Hochwasserschutzes, wie beispielsweise durch die Gründung der Bürgerinitiative „HQ100 Schutz für Glaucha“ deutlich wird.

In der Region befindet sich zudem ein Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E+E) „Lebendige Mulde – Wiederherstellung natürlicher Überschwemmungsbereiche an der Vereinigten Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübener (Sachsen)“ der Heinz-Sielmann-Stiftung (Projektträger) in Vorbereitung, welches auch die Erfahrungen und Ergebnisse des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit geförderten „Wilde Mulde“-Projekt des WWF Deutschland und des Helmholtz – Zentrums für Umweltforschung zwischen Muldestausee und Dessau verarbeiten soll. Aktuell bestehen dazu noch Unsicherheiten in der Bevölkerung und der Landwirtschaft in Bezug auf die Gewässerentwicklung und auf rechtliche Fragen (wie beispielsweise Zuständigkeiten der Müllbeseitigung auf den Grundstücken nach Hochwasserereignissen). Die Mulde wird im Projektgebiet vorwiegend für Grünland und Ackerbewirtschaftung genutzt.

Ortsansässige Vereine, die die Mulde nutzen sind Angel- und Fischervereine mehrerer Ortschaften. Ausgewiesene Angelgewässer sind beispielsweise die Kiesgruben bei Bad Dübener und Laußig (Anglerverband Leipzig e. V. 2017). Dabei müssen die Vorgaben des Naturschutzes im Gebiet beachtet werden.

Die zuständigen Behörden für die Mulde im Projektgebiet sind aus dem in Bad Dübener angesiedelten Landratsamt Nordsachsen die Untere Naturschutzbehörde, welche sich um die Einhaltung der Vorgaben im Gebiet kümmert, sowie die Untere Wasserbehörde, die für wasserrechtliche Belange zuständig ist. Ebenfalls in Bad Dübener ist die Flussmeisterei der Landestalsperrenverwaltung zu finden, welche anteilig die Gewässer erster Ordnung im Landkreis Nordsachsen, darunter auch die Mulde im Projektgebiet, überwacht und Hochwasserschutzanlagen, wie beispielsweise die Hochwasserschutzmauer in Eilenburg, unterhält (Flussmeisterei Bad Dübener o.J.).

Zur Information der Stakeholder wurde ein Faltblatt mit allgemeinen Informationen über das Freie Pendelraum-Projekt und mit Details zum Beispielfluss Mulde erstellt (Abbildung 34).

Die Mulde...

ist ein nicht schiffbarer, linker Nebenfluss der Elbe. Ihre beiden Quellflüsse, die Zwickauer Mulde und die Freiburger Mulde, vereinen sich südöstlich von Leipzig bei Sermuth (Sachsen) zur Vereinten oder Vereinigten Mulde.

Das Einzugsgebiet der Mulde umfasst große Teile Sachsens und des Erzgebirges. Mit einer mittleren Wasserführung von fast 73 m³/s an der Mündung ist sie der viertgrößte Nebenfluss der Elbe.

Für dieses Projekt wurde die sehr naturnahe Vereinigte Mulde im Norden von Sachsen zwischen den Städten Eilenburg und Bad Düben betrachtet. Sie ist dort u. a. als Landschafts-, Naturschutz- und FFH-Gebiet geschützt, siehe Abbildung unten. Hinzu kommen weitere Schutzgebiete in den Auen.



Länge: 124 km
Einzugsgebiet: 7.400 km²
Quelle: Zwickauer Mulde
Flusssystem: Mulde > Elbe > Nordsee

Haben Sie noch Fragen?
Kontaktieren Sie uns unter:

Josefstraße 1, Rastatt D-79437
<https://www.ifgg.kit.edu/aueninstitut/>
Tel. +49 (0)7222 3807-0, Fax +49 (0)7222 3807-99
astrid.wittmann@kit.edu oder isabell.jusczyk@kit.edu

Freier Pendelraum
für Fließgewässer
in Deutschland



Die Mulde



Projekt: "Freier Pendelraum für Fließgewässer - Methoden zur Anwendung des Konzeptes an Beispielen in Deutschland"

In den letzten Jahrzehnten bis Jahrhunderten haben menschliche Eingriffe an Flüssen und Auen, wie Flussbegradigungen, Bau von Stauanlagen und Deichen, zum Verlust des natürlichen Gleichgewichtes geführt.

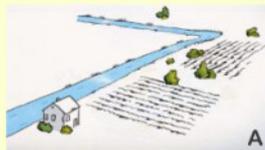
Dadurch gingen viele Funktionen von Flüssen und ihren Auen verloren, zum Beispiel kam es zur Verschlechterung der Wasserqualität, zur Verschlechterung der Hochwassersituation oder zu negativen ökologischen Auswirkungen wie starker Bestandsrückgänge bei Pflanzen und Tieren und damit dem Verlust der standorttypischen Biodiversität.

Die Europäische Union beschloss daher im Jahr 2000 mit der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), dass der ökologische Zustand von Flüssen, Seen und Grundwasser in der EU bis 2027 mindestens ein gutes Niveau erreicht haben muss.

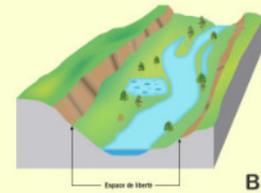
Dies beinhaltet zum Beispiel die Reduzierung von chemischen Schadstoffen und die Verbesserung der Wasserqualität bis hin zur Trinkbarkeit.

Die Wasserqualität vieler Flüsse in Deutschland konnte inzwischen wieder stark verbessert werden, wie z.B. der Rhein oder die Ammer zeigen. Es besteht jedoch noch großer Verbesserungsbedarf bei der Gewässerstruktur, um langfristig die gesetzten ökologische Ziele zu erreichen.

Die Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen steht im Mittelpunkt des hier vorgestellten Projektes, in dem das ursprünglich aus Frankreich stammende Konzept für einen Freiheitsraum der Flüsse (Espace de Liberté) angewendet wird.



A. Situation eines begradigten Flusses mit begrenztem Platz für das Flussbett. Natürliche Fluss- und Auenlebensräume sind weitgehend verschwunden.



B. Abhängig von der Größe und Lage des Flusses benötigt er unterschiedlich viel Platz für eine naturnahe Entwicklung. Begrenzungen ergeben sich durch natürliche Hochufer oder menschliche Nutzungen (z. B. Siedlungen). Auf Grundlage dieser Faktoren wird die Breite für den ökologischen Entwicklungskorridor für jeden Flussabschnitt berechnet. In der heutigen intensiv genutzten Kulturlandschaft ergeben sich Nutzungskonflikte, die durch Nutzungsänderung, Flächentausch oder Flächenerwerb zu lösen sind.



C. Können die Nutzungskonflikte gelöst und Flächen bereitgestellt werden, kann der Fluss aus eigener Kraft natürliche Fluss- und Auenstrukturen wiederherstellen, wie es aus Menschenhand nicht möglich ist. Langjährige Erfahrungen zeigen, dass die eigendynamische Entwicklung der effektivste Weg für die Wiederherstellung der natürlichen standortgemäßen Lebensräume ist. Auch der für intakte Flussauenlandschaften erforderliche Austausch zwischen Fluss und Aue ist damit wieder gegeben.

Bilder: A & C: <http://obv.nordestbol.org/espace-de-liberte.html>
B: Syndicat Mixte d'Etudes et de Travaux pour l'Aménagement et la rivière Dordogne. Gouvernement du Québec. 2014.

Abbildung 91: Vorder- und Rückseite des erstellten Projektfaltblatts zur Information über das Freie Pendelraum-Projekt in Bezug auf die Mulde.

4.3.4. Ergebnisse der Vegetationskartierung

Als typische Gewässerlandschaft ist der untersuchte Flussabschnitt der Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübau durch eine ausgeprägt gegliederte Aue – rezente und Altaue – gekennzeichnet, die durch eine Vielfalt an Mäandern in verschiedenen Verlandungsphasen auffällt und die samt ihren Gehölzsäumen und den großen Offenlandflächen und Kiesbänken dem Gebiet ein eigenes Gepräge geben.

Der untersuchte Abschnitt ist Teil einer alten Kulturlandschaft, die einer ausgeprägten Landwirtschaft mit Ackerbau und großflächigen Grünlandwirtschaft unterlag. Letztere umfasste sowohl Weidenutzung, hatte aber auch große Anteile an Mähwiesen und nur geringe Gehölzbestände. Diese bestehen aus Weidensäumen und Gruppen von Weidengebüsch sowie aus kleinflächigen Gruppen von Hartholzauenwald, der an etwas höher liegenden Stellen in Stieleichen-Hainbuchenwald übergeht. In Auengebieten, die vom Fluss abgetrennt sind, entwickeln sich Traubenkirschen-Erlen-Eschenwälder und in Bereichen mit hochanstehendem Grundwasser, bei kaum ausgeprägter Dynamik auch Großseggen-Erlenbruchwälder, so wie sich auch die potentiell natürliche Vegetation abzeichnet und noch deutlicher abzeichnen würde, wenn es kaum menschliche Eingriffe geben würde (Bohn et al. 2000, Stegner et al. 2011).

Durch ihre unterschiedliche Nutzungsintensität sind die Wiesen im betrachteten Abschnitt der Mulde in ihrer Ausprägung auch verschieden. Diese Tatsache lässt sich an ihrer Artenzusammensetzung ablesen.

Die unmittelbar entlang des Flusses gelegenen Gebiete sind durch die weitgehend natürliche Dynamik der Mulde geprägt, die in den Uferbereichen durch herabgebrochene Steilwände, Kies- und Sandbänke so genannte „Heger“ entstehen lässt und sich auch Inseln bilden, auf denen sich eine typische - durch die Flussdynamik bedingte - Pioniervegetation entwickelt. Diese ist teilweise für Schotter- und Kiesbänke, zum Teil aber auch für Feinsedimente/Schlammflächen charakteristisch, auf denen sich kleinflächig auch Schlammflingeln mit einjährigen Pflanzen entwickeln können, sofern die Voraussetzung längerer Niedrigwasserstände gegeben ist.

Die zahlreichen, aus abgetrennten Flussschlingen entstandenen Altwässer des mäandrierenden Flusses beherbergen Lebensraum-typische eutrophe Wasserpflanzengesellschaften, die sich je nach Struktur des Altwassers und seiner Uferbereiche unterscheiden. In vielen dieser Stillgewässer sind charakteristische Teichlinsendecken zu finden (Ebel 2016).

Die Auevegetation der Mulde wurde in mehreren Plots in Auwald, Grünland und auf Kiesbänken am Muldeufer erfasst und wird getrennt nach diesen Vegetationstypen ausgewertet (Abbildung 92, Abbildung 93).

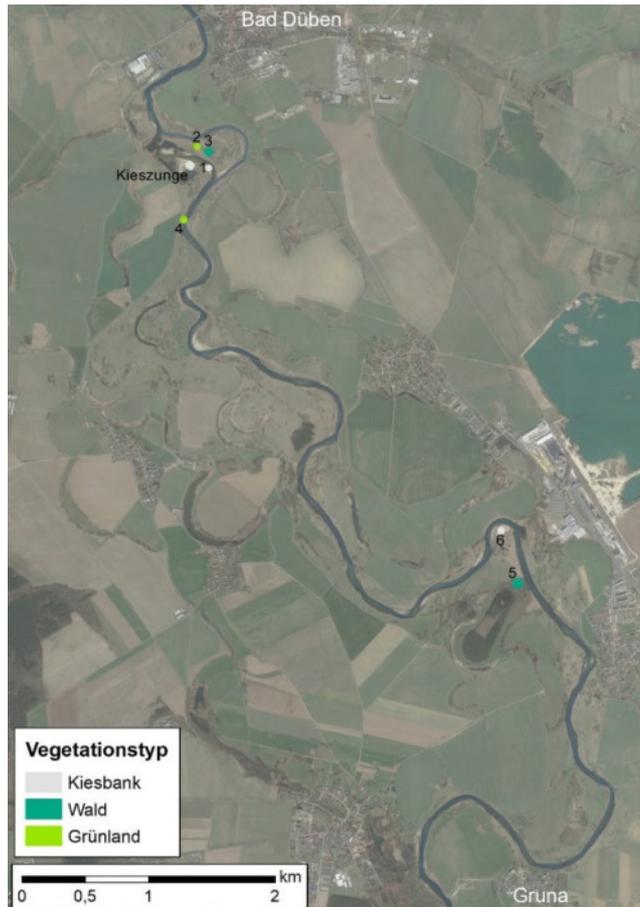


Abbildung 92: Lage der erfassten Vegetationsplots an der Mulde im Projektgebiet.



Abbildung 93: Detailansicht der Plots bei der Kiesgrube Bad Düben (links) und bei Laußig, gegenüber dem "Heinz Sielmann"-Acker (rechts).

4.3.4.1. Auwald, Auengebüsch im Untersuchungsgebiet zwischen Eilenburg und Bad Dübén

Die Auwälder sind im Gebiet durch mehr oder weniger offene Weichholzsäume entlang der Mulde sowie durch Weichholz-Gebüschgruppen und Reste von Hartholzauenwäldern vertreten. Bei den ausgewählten Probeflächen in Tabelle 41, Plot 3 (Spalte 1) und Plot 5 (Spalte 2), handelt es sich um ein lockeres Weidengebüsch, das auf der Insel, d. h. im alten Mäanderbogen nahe der Kiesgrube von Bad Dübén liegt und um einen Hartholzauenwald bei Laußig, gegenüber dem „Heinz Sielmann“-Acker.

Das lockere Weidengebüsch besteht vorwiegend aus Bruchweide (*Salix fragilis*), begleitet von Mandel- und Korbweide (*Salix triandra* und *Salix viminalis*). Gehölzverjüngung fehlt in der Probefläche, da an diesem Standort die hydrologische und morphologische Dynamik nur bei großen Hochwasserereignissen wirksam ist und sich kaum neue Aufschüttungen bilden, die eine Pionierbesiedlung ermöglichen würden. Die Krautschicht ist dominiert von Kratzbeere (*Rubus caesius*) und dem stickstoffreiche, humos, lockere Lehmböden anzeigenden Lauchhederich (*Alliaria petiolata*) begleitet von weiteren Frisch- und Feuchtezeigern (Tabelle 41).

Der Hartholzauenbestand bei Laußig, gegenüber dem „Heinz Sielmann“-Acker zeichnet sich durch eine von Stieleiche (*Quercus robur*), Feld-Ulme (*Ulmus minor*) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) aufgebaute Baumschicht aus, in der auch die Europäische Lärche (*Larix decidua*) und Hängebirke (*Betula pendula*) vorkommen. Die Strauchschicht ist wenig ausgeprägt wie auch die Gehölzverjüngung. In der Krautschicht herrscht das wechselfeuchte Standorte anzeigende Weiße Straußgras (*Agrostis stolonifera*) vor.

Tabelle 41: Vegetation in den Auwald-Plots an der Mulde.

Soz.V.	F	Lfd Nr/Spalte	1 Plot 3	2 Plot 5
Baumschicht				
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	2
x	x	<i>Betula pendula</i>	.	1
Pic	4	<i>Larix decidua</i>	.	1
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	.	3
Sa	8=	<i>Salix fragilis</i>	4	.
Sa	8=	<i>Salix triandra</i>	1	.
Sa	8=	<i>Salix viminalis</i>	r	.
Al-UI	x~	<i>Ulmus minor</i>	.	2
Strauchschicht				
Pru	4	<i>Ligustrum vulgare</i>	+	.
Epi	6	<i>Salix caprea</i>	r	.
x	5	<i>Sambucus nigra</i>	1	+
Al-UI	x~	<i>Ulmus minor</i>	.	r
Gehölzverjüngung				
Ti-Ac	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	1
Qu-F	x	<i>Quercus robur</i>	.	r
x	5	<i>Sambucus nigra</i>	.	+
Lianen				
Sa	8=	<i>Humulus lupulus</i>	1	+
Krautschicht				
Ag-Ru	7~	<i>Agrostis stolonifera</i>	.	5
Glec	5	<i>Alliaria petiolata</i>	3	.
Arrh	5	<i>Anthriscus sylvestris</i>	r	.
Art	6	<i>Artemisia vulgaris</i>	+	.
Che	4	<i>Chenopodium album</i>	r	.
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	r	.

Soz.V.	F	Lfd Nr/Spalte	1	2
			Plot 3	Plot 5
Sec	5	<i>Fallopia convolvulus</i>	r	.
Al-UI	7	<i>Festuca gigantea</i>	+	+
Ag-Ru	8=	<i>Impatiens glandulifera</i>	1	.
x	x	<i>Rubus</i> sp.	4	.
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	1	1

Ort (GPS-Koordinaten) und Datum der Aufnahmen: Spalte 1 = Plot 3: Wald auf der Insel im alten Mäanderbogen bei der Kiesgrube von Bad Düben (33U 0332434, 5717244), 08.08.2018; Spalte 2 = Plot 5: bei Laußig, gegenüber dem „Heinz Sielmann“-Acker (33U 0334754, 5713684), 09.08.2018

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl.=Klasse

Ag-Ru = V. Agropyro-Rumicion; **Al-UI** = V. Alno-Ulmion; **Arrh** = O. Arrhenatheretalia; **Art** = Kl. Artemisietea; **Che** = Kl. Chenopodietea; **Epi** = O. Epilobietalia; **Glec** = O. Glechometalia; **Pic** = O. Piceetalia abietis; **Pru** = O. Prunetalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fagetea; **Sa** = V. Salicion albae; **Sec** = Kl. Secalietea; **Ti-Ac** = V. Tilio-Acerion; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

4.3.4.2. Offenland

Als Offenlandflächen werden die Aufnahmen im Grünland und auf Pionierflächen auf Kiesbänken am Flussufer zusammengefasst.

A) Festgelegte Probeflächen in Wiesen

Die Wiesen des Gebietes sind vorwiegend dem Lebensraumtyp Flachland-Mähwiesen (FFH 6510) zugehörig. Die Wiesenbestände der festgelegten Probeflächen im alten Mäanderbogen nahe Bad Düben (Plot 2) und an der Mulde südlich der Kiesgrube von Bad Düben (Plot 4) sind relativ artenarm und weisen auf trockenere Standorte mit Kies und Sanduntergrund hin, was die Arten mit Feuchtezahlwerten von 3 und 4 anzeigen. Zu ihnen gehören die Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), die Breitblättrige Lichtnelke (*Silene latifolia*), Gewöhnlicher Natternkopf (*Echium vulgare*) u. a. (s. Tabelle 42). Die hohen Abundanz-Dominanzwerte (4, durchschnittlich 62,5 % Bedeckung) der Wechselfeuchte anzeigenden Unbewehrten Trespe (*Bromus inermis*) (Spalte 2, Plot 4), weist gleichzeitig darauf hin, dass sie während der im Jahr 2018 (8.08.) herrschenden Trockenheit als Tiefwurzler gegenüber anderen Arten begünstigt war und aus tieferen Schichten ihren Wasserbedarf decken konnte.

Aus den Erfahrungen in anderen Auengebieten (Schneider 2017) ist zu erwarten, dass sich in den Flächen von Jahr zu Jahr Änderungen der Vegetation ergeben werden, die von den jeweiligen Wasserständen im Fluss und den Grundwasserständen abhängig sind. Dabei kommt es auch zu Verschiebungen in der Artenzusammensetzung der Wiesen und zu Verschiebungen zum feuchteren oder trockeneren Bereich.

Tabelle 42: Vegetation der Wiesen der festgelegten Aufnahmeflächen (Plot 2 und 4).

Soz.V.	F	Lfd. Nr. /Spalte Aufnahmeflächen Deckungsgrad in %	1	2
			Plot 2 75	Plot 4 95
Arrh	x	<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	.
Art	6	<i>Artemisia vulgaris</i>	r	+
x	4~	<i>Bromus inermis</i>	.	4
x	6~	<i>Carex distans</i>	2	.
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	+	.

		Lfd. Nr. /Spalte Aufnahmeflächen Deckungsgrad in %	1 Plot 2 75	2 Plot 4 95
Soz.V.	F			
Dau-M	4	<i>Echium vulgare</i>	r	.
Caly	7	<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	2
F-Br	3	<i>Euphorbia cyparissias</i>	2	.
x	4	<i>Galium mollugo</i>	+	.
T-Ger	4	<i>Hypericum perforatum</i>	r	.
M-Arr	7	<i>Poa trivialis</i>	.	1
-	-	<i>Rubus sp.</i>	.	1
M-Arr	x	<i>Rumex acetosa</i>	+	.
Co-Ag	5	<i>Saponaria officinalis</i>	1	.
Art	3	<i>Silene latifolia</i>	.	r
Dau-M	5	<i>Tanacetum vulgare</i>	2	.
Art	6	<i>Urtica dioica</i>	.	1

Ort (GPS-Koordinaten) und Datum der Aufnahmen: Spalte 1 = Plot 2: Grünland auf der Insel im Mäanderbogen bei der Kiesgrube Bad Düben (33U 0332299, 5717317), 08.08.2018; Spalte 2 = Plot 4: Muldeufer vor der Spaltung des Flusslaufs in Kiesgrube und früheren Hauptlauf (33U 0332216, 5716638), 09.08.2018

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl.=Klasse

Arrh = O. Arrhenatheretalia; **Art** = Kl. Artemisietea; **Caly** = O. Calystegietalia; **Co-Ag** = V. Convolvulo-Agropryion; **Dau-M** = V. Dauco-Melilotion; **F-Br** = Kl. Festuco-Brometea; **M-Arr** = Kl. Molinio-Arrhenatheretea; **T-Ger** = Kl. Triolio-Geranietea; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

B) Die untersuchten Kiesstandorte

Betrachtet man die drei untersuchten Kiesbänke, so werden Unterschiede deutlich, die auf unterschiedliche Typen von Kiesflächen schließen lassen. Dabei geht es um zwei Aufnahme in der Kiesgrube südlich von Bad Düben, davon eine Kiesbank direkt im Einströmungsbereich der Mude in die Kiesgrube und die anschließende Kieszunge innerhalb der Kiesgrube, sowie einer Kiesbank am Gleithang eines Mäanders bei Laußig (Abbildung 94). In der Kiesgrube wurde bei der Aufnahme der Kiesgrube eine größere Fläche erfasst, was die höhere Artenzahl der Aufnahme erklärt. Jedoch ist auch durch die etwas weniger dynamische Lage im Vergleich zur Kiesbank im Einströmungsbereich das Vorkommen charakteristischer Gehölze wie Purpurweide (*Salix purpurea*), Korbweide (*Salix viminalis*) und Silberpappel (*Populus alba*) als Pioniere für die Besiedlung offener Flächen mit auentypischen Weichholzarten zu erklären. Die dennoch hohe Dynamik des Standorts zeigt sich daran, dass sich Arten angesiedelt haben, deren Verbreitung sowohl über den terrestrischen Bereich zoochor oder anemochor, aber vor allem auch durch den Wassertransport stattfindet, während bei den anderen die hydrochore Verbreitungsweise ausfällt (s. Tabelle 43).

Die weiteren vorkommenden Arten wie Graukresse (*Berteroa incana*), Gewöhnlicher Natternkopf (*Echium vulgare*) und Echtes Seifenkraut (*Saponaria officinalis*) sind als Pioniere nicht allein in Flussnähe, sondern auch an anderen offenen Flächen bekannt, können aber auch als charakteristisch für die offenen Kiesflächen angesehen werden. Die angesiedelten Arten verbreiten sich teils zoochor und anemochor, viele aber sind hydrochore bzw. hydro-anemochore Arten.

Im Rahmen der Zulassungsarbeit von Rösch (2018) „Sukzessionsgesellschaften eines Umlagerungsflusses – Vegetationskundliche Untersuchungen an der Mittleren Mulde“ wurde die Auenvegetation in der Kiesgrube Bad Düben ebenfalls untersucht. Seit einem Hochwasserereignis im Jahr 2002 fließt der Hauptlauf der Mulde im untersuchten Gebiet durch die Kiesgrube bei Bad Düben

und der ehemalige Hauptstrom ist zum Nebengerinne geworden. Die trockengefallenen Randbereiche des ehemals breiteren Flussbettes bieten neue Pionierstandorte und ermöglichen die Erfassung der Sukzessionsstadien und Vegetationstypen. Auf den flussnahen Kiesflächen kommen vorwiegend *Rumici crispi-Agropyretum repentis*-Gesellschaften auf, der Mittelwasserbereich wird von *Salicetum triandrea*-Gesellschaften charakterisiert und die flussferneren Hänge und Geländekanten von *Rubetum*-Gesellschaften.



Abbildung 94: Blick auf die Kieszunge in der Kiesgrube bei Bad Döben (Foto: I. Juszczuk).

Tabelle 43: Vegetation der Kiesbänke der festgelegten Aufnahmeflächen (Plot 1 und 6) sowie eine Aufnahme der Kiesbank in der Kiesgrube Bad Döben.

		Lfd. Nummer Aufnahmeflächen	1 Plot 1	2 Plot 6	3 Plot Kiesb
Soz.V.	F				
Strauchschicht					
S-p	x=	<i>Salix purpurea</i>	.	.	1
Sa	8=	<i>Salix viminalis</i>	.	.	1
Al-Ul	7~	<i>Populus alba</i>	.	.	1
x	4	<i>Robinia pseudoacacia</i>	.	.	1
Hochstauden					
Art	5	<i>Solidago gigantea</i>	.	.	+
Dau-M	5	<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	+
Art	6	<i>Artemisia vulgaris</i>	1	r	+
Krautschicht					
Arrh	4	<i>Achilla millefolium</i>	.	.	+
Ag-Ru	7	<i>Agrostis stolonifera</i>	.	1	+
Dau-M	3	<i>Berteroa incana</i>	r	+	+
x	x~	<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	+
x	x	<i>Cirsium arvense</i>	r	.	+
Art	5	<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	+
x	5	<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	+
x	8=	<i>Fallopia japonica</i>	.	.	+
Epif	6=	<i>Erucastrum nasturtifolium</i>	.	.	+

		Lfd. Nummer Aufnahmeflächen	1 Plot 1	2 Plot 6	3 Plot Kiesb
Soz.V.	F				
-	-	<i>Hieracium</i> sp.	.	.	+
P-Che	5	<i>Persicaria maculosa</i>	.	.	+
M-Arr	x	<i>Rumex acetosa</i>	1	1	+
Co-Ag	5	<i>Saponaria officinalis</i>	r	1	+
Dau-M	3	<i>Senecio inaequidens</i>	+	.	.
Art	3	<i>Silene latifolia</i> / <i>Melandrium album</i>	+	.	+
Sis	3	<i>Sisymbrium irio</i>	.	r	+
Sis	5	<i>Xanthium strumarium</i>	.	.	+
Qu-F	5	<i>Poa nemoralis</i>	+	.	+
Che	x	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	+	.	+

Ort (GPS-Koordinaten) und Datum der Aufnahmen: Spalte 1 = Plot 1 Kiesbank in der Kiesgrube Bad Düben (33U 332413.459, 5717102.126), 08.08.2018, Höhe über NN 85 m; Spalte 2 = Plot 6: Gleithang am Mäander gegenüber „Heinz-Sielmann“-Acker nahe Laußig; Spalte 3: Kiesabnk in der Kiesgrube Bad Düben (33U 0334602, 5714112), 09.08.2018

Abkürzungen für das soziologische Verhalten der in den Tabellen enthaltenen Arten - die pflanzensoziologischen Einheiten für die sie jeweils charakteristisch sind (nach Ellenberg et al. 1992)

V. = Verband, O. = Ordnung, Kl.=Klasse

Ag-Ru = V. Agropyro-Rumicion; **Al-Ul** = V. Alno-Ulmion; **Arrh** = O. Arrhenatheretalia; **Art** = Kl. Artemisietea; **Che** = Kl. Chenopodietea; **Co-Ag** = V. Convolvulo-Agropyron; **Dau-M** = V. Dauco-Melilotion; **Epif** = V. Epilobion fleischeri; **P-Che** = O. Polygon-Chenopodietalia; **Qu-F** = Kl. Querco-Fagetea; **Sa** = V. Salicion albae; **S-p** = O. Salicetalia purpureae; **Sis** = V. Sisymbrium; **x** = in verschiedenen Gesellschaften vorkommend

Mit ihrer Vielfalt an Lebensräumen, die sowohl durch die Dynamik der Mulde, als auch durch die extensive Nutzungsweise entstanden sind, weist die Mulde zwischen Eilenburg und Bad Düben ein hohes Arten- und Standortpotential auf, das sich durch die Schaffung eines freien Pendelraumes für den Fluss noch weiter entwickeln und die vielfältigen Leistungen des Ökosystems fördern und unterstützen würde. Die Lebensräume umfassen eine breite ökologische Spanne, die vom überfluteten, dem nassen und feuchten Bereich bis hin zum zeitweise extrem trockenen Bereich auf Kiesbänken reicht.

4.3.4.3. Gefährdete Pflanzenarten

In dem an der Mulde untersuchten Flussabschnitt wurden vier Arten der Roten Liste festgestellt, zwei davon finden sich sowohl in der Roten Liste Sachsens (LfULG 2013) als auch in der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (Metzing et al. 2018, Tabelle 44). Dabei geht es um die Lücken-Segge (*Carex distans*) und die Spitzklette (*Xanthium strumarium*).

Die Schaffung eines freien Pendelraumes und das größere Angebot an standorttypischen Habitaten kann sich auch auf das Vorkommen dieser Arten positiv auswirken.

Tabelle 44: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Sachsens (LfULG 2013) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Mulde.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL Sachsen	RL Deutschland
<i>Carex distans</i>	Entferntährige Segge	1	3
<i>Salix triandra</i>	Mandel-Weide	G	*
<i>Ulmus minor</i>	Feld-Ulme	3	*
<i>Xanthium strumarium</i>	Gewöhnliche Spitzklette	1	2

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

4.3.4.4. Erfassung der Baumschicht

An der Mulde, wo lediglich Restbestände auentypischer Baum- und Straucharten vorhanden sind, wurde in den festgelegten Probeflächen schichtenweise, wie auch in den beiden anderen Flussgebieten, die Gehölzvegetation untersucht. In der Baumschicht der Plots wurden 45 Individuen von 9 verschiedenen Arten, kartiert (Abbildung 95). Die am häufigsten erfasste Art war die Bruchweide (*Salix fragilis*), gefolgt von Stieleiche (*Quercus robur*) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*).

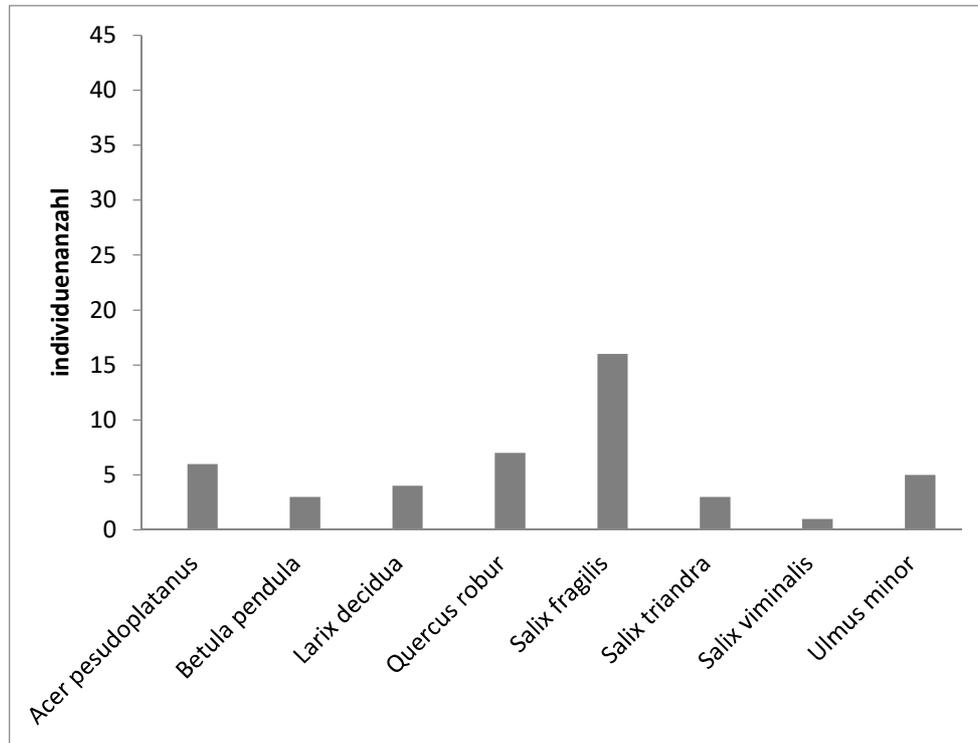


Abbildung 95: Gesamtzahl der Individuen pro Baumart in den Nested Plots (25x25 m), die an der Mulde erfasst wurden.

4.3.5. Flusstypisierung und Leitbild der Mulde im Projektgebiet

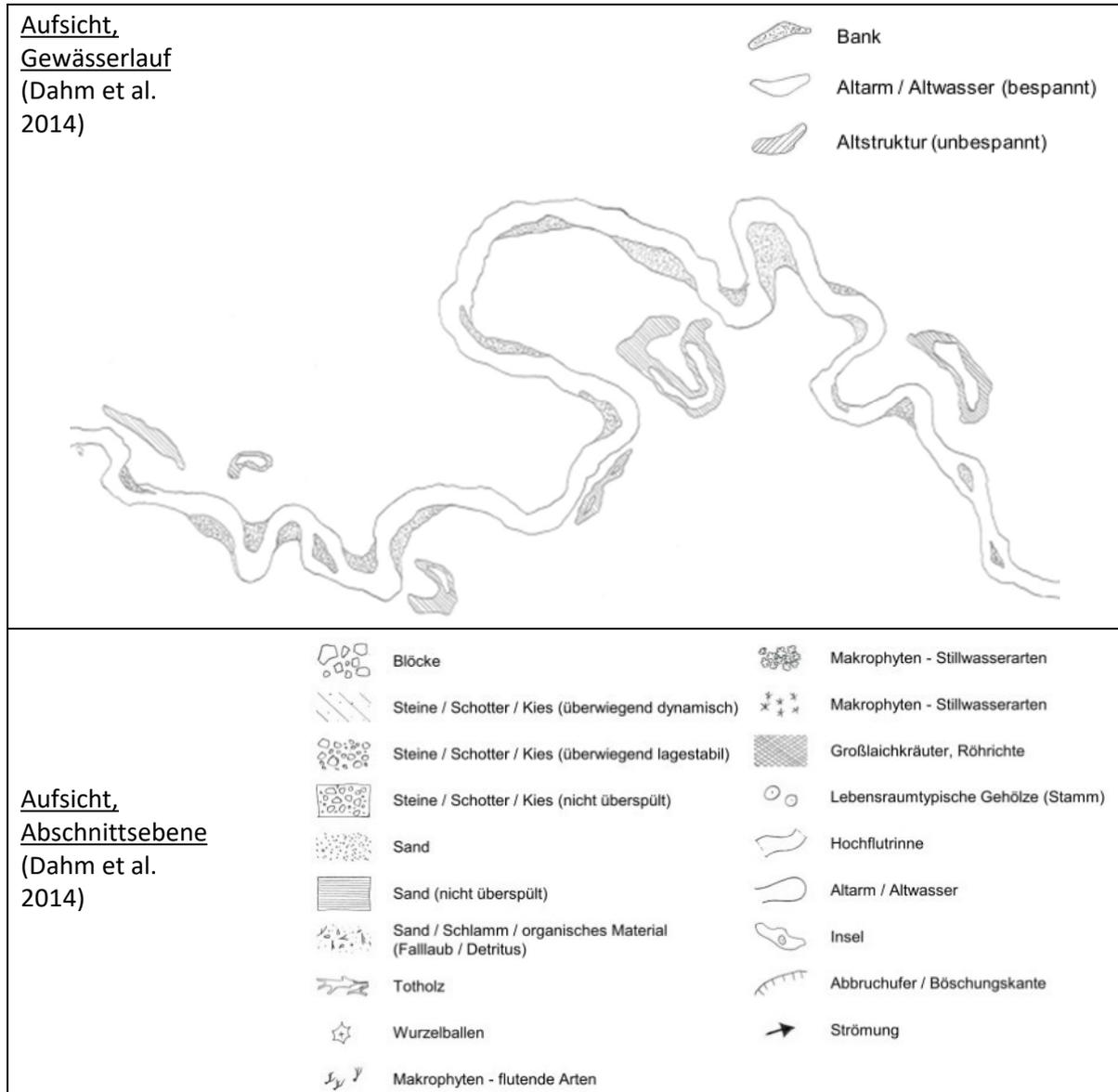
Die Mulde wird nach der Einteilung der Fluss- und Stromauen Deutschlands von Koenzen (2005) dem Flusstyp „Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes mit Winterhochwassern“ zugeordnet. Diese Gewässergrößlandschaft bedeckt, mit Ausnahme der Küstenbereiche, den Norden Deutschlands. Nach der Typenkarte von Pottgiesser & Sommerhäuser (2003) gehört die Mulde dem Gewässertyp 17 „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ an, einem Typ des Norddeutschen Tieflands in breiten flachen Sohlentälern.

Leitbild (nach Koenzen 2005, Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, Stegner et al. 2011, Dahm et al. 2014):

Die Flüsse in der Mitte bis Nordosten Deutschlands durchfließen eine Altmoränenlandschaft mit einem ausgeglichenen Relief. Das Sohlgefälle beträgt zwischen 0,6 und 1,1 ‰. Die Täler sind randlich z. T., wie auch an der Mulde, durch pleistozäne Terrassenstufen begrenzt, auf denen sich bis zu mehrere Meter mächtige Löss- oder Flugsandaufgaben gebildet haben. Charakteristisch sind auch weitläufige Niedermoore. Durch den Grundgebirgsanteil im Einzugsgebiet ist das Substrat kiesig bis sandig.

Das Abflussregime ist pluvial und dynamisch und wird von häufigen und langanhaltenden winterlichen Hochwassern geprägt. In den Sommermonaten sind ebenfalls kurze Hochwasserereignisse möglich. Die Flussläufe sind gewunden bis mäandrierend und meist unverzweigt, weisen aber gelegentlich Nebengerinne auf. An den Gleitufeln entstehen häufig Bänke mit Rinnenstrukturen, auch Mittenbänke

sind möglich. Am Prallhang entstehen häufig Kolke. Die Auen weisen eine hohe Formenvielfalt auf und die Talböden sind häufig stark reliefiert, da sich die Gewässer stark lateral verlagern. Charakteristisch sind dadurch Altwässer in verschiedenen Verlandungsstadien und sich überlagernde Altmäandergürtel, kleinere Nebenläufe, Mäanderscrolls und permanente oder temporäre Stillgewässer (Abbildung 74). Auch die Grundwasserverhältnisse sind durch die Rinnensysteme und Reliefierung kleinräumig sehr differenziert.



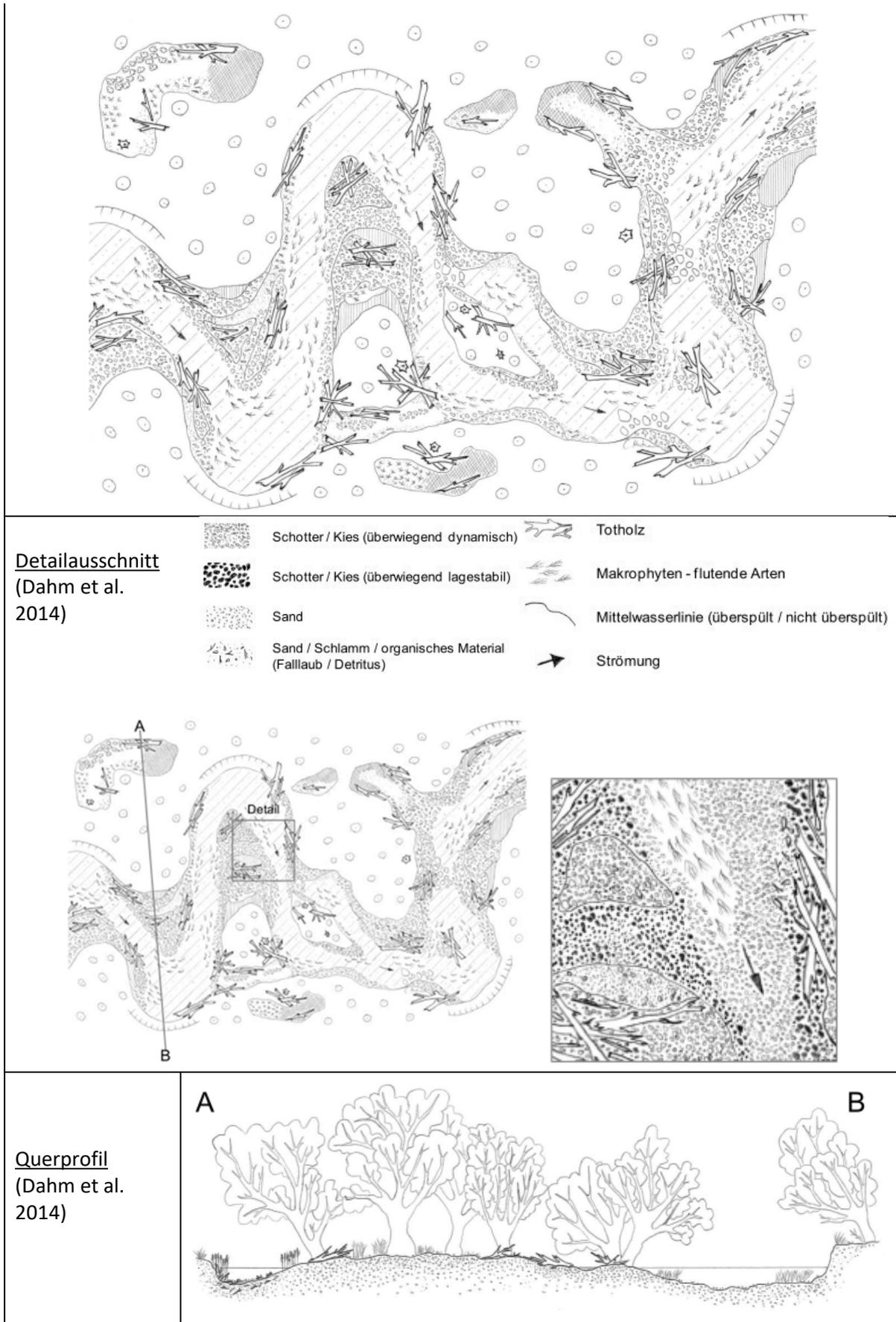


Abbildung 96: Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand der „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ nach Dahm et al. (2014).

Die Vegetation ist Auwald-dominiert und wird auf niedrigen Auenstufen vorwiegend von Silberweidenwald und auf trockenen, höheren Auenstufen von Eichen-Ulmenwäldern gebildet (Abbildung 97). Untergeordnet gibt es Eschen- Erlenbruchwald, zudem Säume mit Pionierfluren, Röhrichte und Riedern.

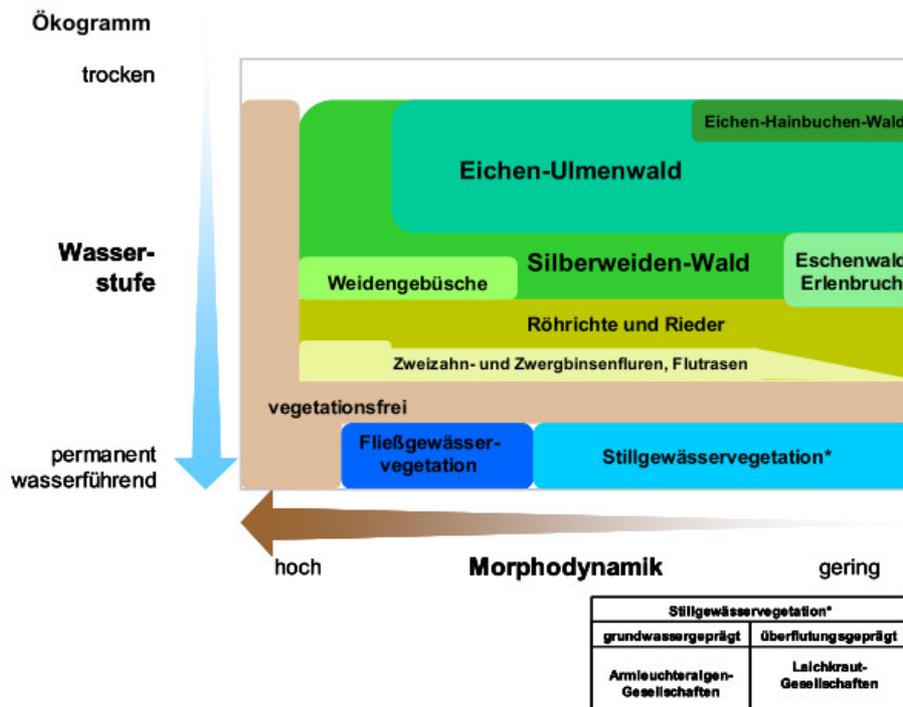


Abbildung 97: Auenvegetation der gefällereicheren Flussaue des Flach- und Hügellandes mit Winterhochwassern (Koenzen 2005).

Ist nicht genügend Raum für die Ausbildung aller leitbildtypischen Strukturen vorhanden oder sind anderweitig abiotische Rahmenbedingungen eingeschränkt, so dass eine leitbildtypische Entwicklung verhindert ist, geben Dahm et al. (2014) eine Mindestausstattung für die funktionale Verknüpfung von Lebensräumen an (Tabelle 32).

Tabelle 45: Auswahl der Parameter für die Mindestausstattung zur funktionalen Verknüpfung von Lebensräumen für Gewässertyp 17 in Bezug auf die Mulde. Hinzu kommen möglichst geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit für den Abfluss und Organismen (verändert nach Dahm et al. 2014).

Faktor	Mindestausstattung/Beeinträchtigungen
Wasserführung	permanente Wasserführung (keine signifikante Verminderung bzw. Erhöhung der natürlichen mittleren Fließgeschwindigkeit der dominierenden Abflussverhältnisse)
Abflussdynamik	max. mäßige Steigerung der natürlichen hydraulischen Sohl- und Uferbelastungen (abhängig von der Ausuferbarkeit)
Ausleitung	< 50 m
Geschiebehalt	kein bis mäßiges Defizit
Sohlsubstrat	es dominieren Kiese, Steine oder Blöcke, daneben gibt es ggf. Sand, Totholz u. a
Feinsedimentanteil	keine erhebliche Kolmatierung
Sohlverbau und -belastungen	kein Verbau oder Verbau, der die Durchwanderung typspezifischer Arten nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt, keine Verockerung (außer geogen bedingt), keine erhebliche Kolmatierung

4.3.6. Naturschutzfachliche Bewertung: Defizite der Mulde im Projektgebiet zum Leitbild

Die Mulde zwischen Eilenburg und Bad Dübén wird anhand der Parameter Gewässerstruktur, Gewässerumfeld, Biotopausstattung und Artvorkommen mit dem gewässertypischen Leitbild verglichen. Dies ist für diesen Flussabschnitt die „Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes mit Winterhochwassern“ nach der Einstufung von Koenzen (2005) und Gewässertyp 17 „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ nach den hydromorphologischen Steckbriefen nach Dahm et al. (2014). Dadurch kann der aktuelle naturschutzfachliche Wert eingeschätzt werden und der Handlungsbedarf für ökologische Aufwertungen abgeleitet und priorisiert werden.

4.3.6.1. Gewässerstruktur

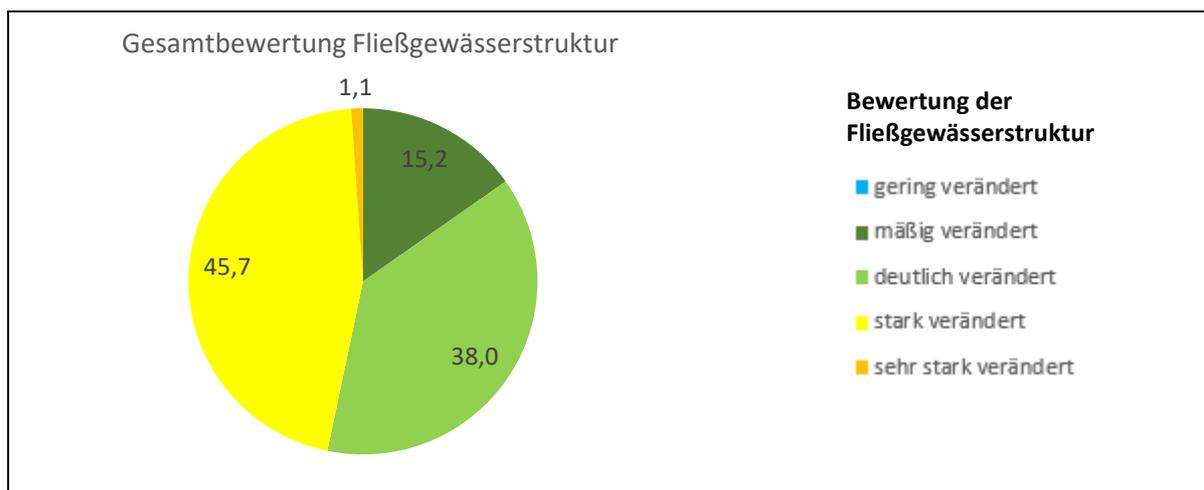
Die Gewässerstruktur wird zum einen anhand der Fließgewässerstrukturkartierung der Mulde (LfULG 2012) bewertet und zum anderen mit den Erhebungen im Gelände im Vergleich zum Leitbild anhand verschiedener Strukturparameter betrachtet.

Bewertung nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012)

Die Bewertung nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012) zeigt in der Gesamtbewertung, dass trotz des hohen Schutzstatus des Projektgebiets als Naturschutzgebiet kein Flussegment eine unveränderte oder gering veränderte Bewertung erlangt (Abbildung 98). Etwa 53 % der Mulde im Projektgebiet sind mäßig oder deutlich verändert, die restlichen Flächen sind meist stark verändert. Vor allem der Norden und Süden des Projektgebiets sind vergleichsweise positiver bewertet, als der Mittelteil ab Hainichen (Eilenburg) bis Laußig (nördlich von Gruna, Abbildung 99).

Die Bewertung des Einzelparameters „Gewässersohle“ ergibt dabei ein etwas positiveres Bild. Die Ausbildung der Sohlstrukturen ist in ca. 22 % des Projektgebiets nur gering bis mäßig verändert.

Dennoch geht durch die Einstufung von fast 85 % als mindestens deutlich verändert die Bewertung nach der Fließgewässerstrukturkartierung als „-“ in die Gesamtbewertung ein.



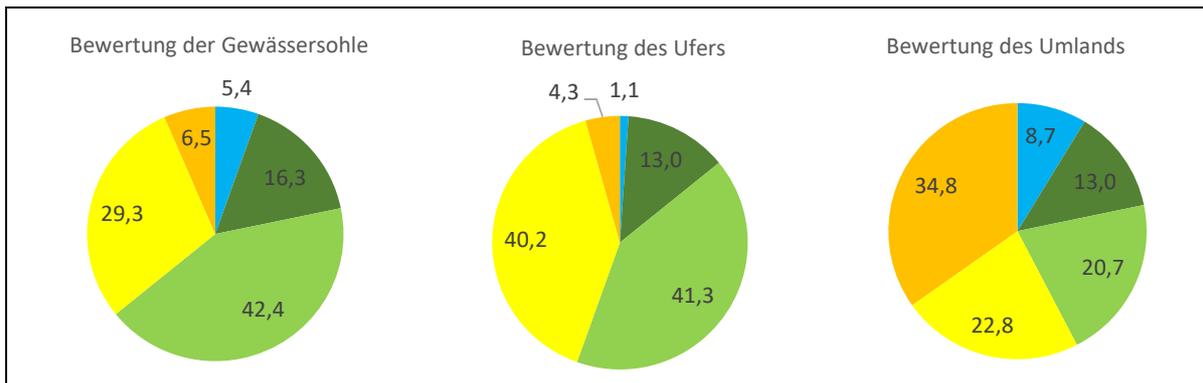


Abbildung 98: Bewertung der Gewässerstruktur (oben: gesamt, unten: Einzelbewertungen) an der Mulde im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012).

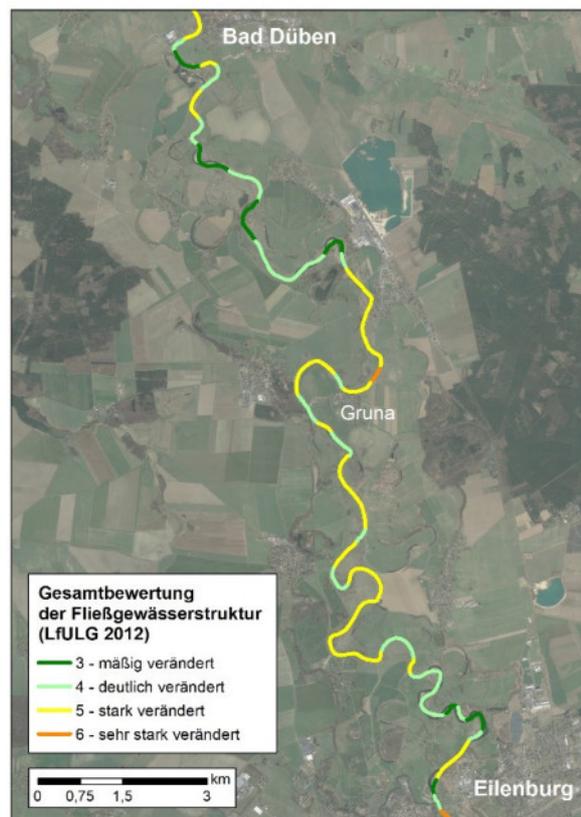


Abbildung 99: Gesamtbewertung der Gewässerstruktur an der Mulde im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012).

Bewertung nach Einzelparametern des Leitbilds

Für die Bewertung einzelner Strukturparameter werden ausgewählte Einzelparameter der gewässertypischen Leitbilder nach Koenzen (2005), Pottgiesser & Sommerhäuser (2008), Dahm et al. (2014) sowie für die Mulde die Beschreibung von Stegner et al. (2011) verwendet und mit Beobachtungen vor Ort sowie Angaben aus der Literatur in nachfolgender Tabelle verglichen. Die Leitbildkonformität wird anhand einer fünfteiligen Skala (++, +, ±, -, --) geschätzt und daraus ein Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen, wie die Umsetzung des Freien Pendelraums, abgeleitet (Tabelle 46).

Tabelle 46: Vergleich ausgewählter Strukturparameter der Gewässerstruktur des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.

Parameter der Gewässerstruktur	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
Flusslauf	Unverzweigt, selten mit Nebengerinnen	unverzweigt, bei Eilenburg Nebengerinne	++	gering
Lauftyp	gewunden bis stark mäandrierend, dynamisch	gewunden bis stark mäandrierend, dynamisch, z. T. weniger durch flussnahe Deiche	+	mittel (hohes Potenzial, z. T. durch Deiche eingeschränkt)
Abfluss	mäßige bis große Abflussschwankungen im Jahresverlauf	mäßige Schwankungen	++	gering
Strömungsbild	schnell bis turbulent fließend, abschnittsweise ruhig	abschnittsweise turbulent oder ruhig	+	gering
Talbodengefälle	0,5-1,5 ‰	ca. 0,4 ‰	+	gering
Querprofil	flaches bis mäßig tiefes Profil mit wechselnden Böschungshöhen aufgrund des fluviatilen Feinreliefs, stellenweise kastenartig	mäßig tiefes Profil, meist höhere Böschung, stellenweise kastenartig	+	gering bis mittel, Seitenerosion zulassen
Laufstrukturen	sehr vielfältig strukturiert, starke Variation in Breite und Tiefe; charakteristisch sind Auengewässer in temporärer und permanenter Verbindung zum Hauptlauf, Steilufer, Kolke, großflächige Gleithänge, talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen durch Erosion, häufig Durchbrüche, vegetationslose Mitten- und Uferbänke sowie große Totholz-Verkläuserungen	z. T. sehr vielfältig strukturiert, im Mittelbereich des PG weniger vielfältig; zahlreiche Auengewässer unterschiedlicher Stadien, Strukturen wie großflächige Gleithänge, Durchbruch z. B. bei Kiesgrube Bad Dübren	+	mittel (hohes Potenzial, z. T. durch Deiche eingeschränkt)
Sohlsubstrat	es dominieren Kiese, zudem auch Sand und Steine; Feinsedimentanteil < 10 % (in strömungsberuhigten Bereichen auch dominant möglich); außerdem Wurzeln, Falllaub, Detritus	dominierend Kies, auch Sand und Steine, wenig Feinsediment (nach Beobachtung im Gelände und Stegner (2015)); durch geringen Waldanteil mäßig Wurzeln, Falllaub etc.	++	gering
Sohlstrukturen	mehrere: vorherrschend ausgedehnte Gleituferbänke mit Rinnen, häufig Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenscheitel	mehrere, ausgedehnte Gleituferbänke sehr häufig, auch mit Rinnen, wenige Mittenbänke	+	gering
Bewertung der Gewässerstruktur gesamt			+	gering bis mittel

Die Bewertung ist insgesamt positiv und es wird ein geringer bis mittlerer Handlungsbedarf abgeleitet. Dabei wurden Abfluss und Sohlsubstrat als bereits sehr leitbildkonform bewertet. Jedoch ist die Laufverlagerung durch die abschnittsweise gewässernah verlaufenden Deiche (Abbildung 101) eingeschränkt, wodurch die Ausbildung der Laufstrukturen z. T. nicht die volle Ausprägung des Leitbilds erreicht. Dies wird sich durch die Ausweisung eines Freien Pendelraums verbessern.

Vergleich der Habitatstrukturen mit dem Leitbild

Der Vergleich der Habitatstrukturen von einem typischen Ausschnitt der Mulde im Projektgebiet mit dem Leitbild des Gewässertyps 17 „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ nach den hydromorphologischen Steckbriefen nach Dahm et al. (2014) zeigt, dass die Mulde einen leitbildtypisch mäandrierenden Flusslauf aufweist (Abbildung 100). Im Norden des Ausschnitts ist die rechtsufrige Verlagerung durch einen flussnahen Deich jedoch unterbunden und der Lauf eher geschwungen (Abbildung 101). Die in der morphologischen Aue leitbildtypisch vorkommenden bespannten Altarme bzw. -wasser unterschiedlicher Verlandungsstadien sind vorhanden, auch die Kies- und Sandbänke bilden sich lokal vorwiegend an Gleithängen aus, sind jedoch flächenmäßig weniger dominant als im Leitbild.

Durch die vorwiegend leitbildtypische Habitatausstattung geht die Bewertung nach den Habitatstrukturen daher als „+“ in die Gesamtbewertung ein.

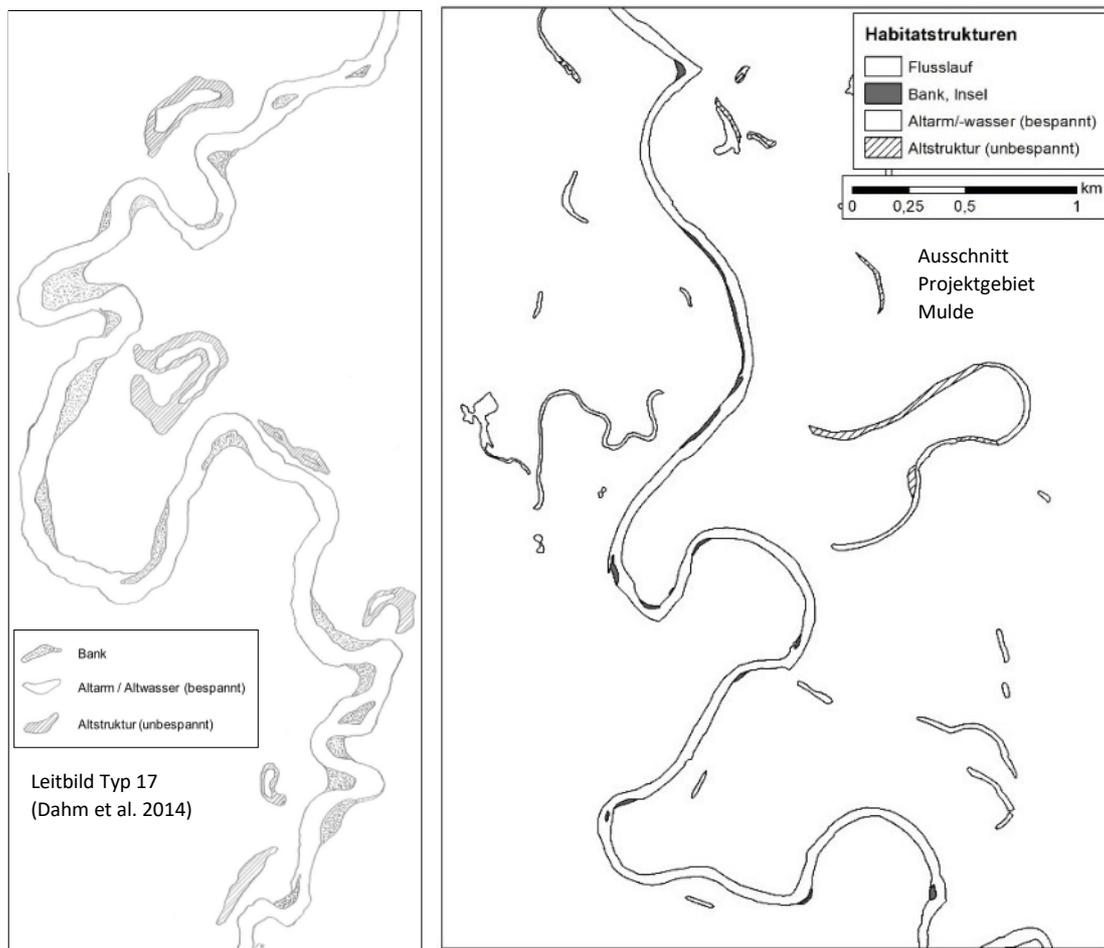


Abbildung 100: Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht auf den Flusslauf) für Typ 17 „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ nach Dahm et al. (2014, links) und Ausschnitt aus dem Projektgebiet an der Mulde mit vergleichbaren Strukturen (rechts).

4.3.6.2. Gewässerumfeld

Für die Bewertung des Gewässerumfelds wurde die morphologische Aue der Mulde betrachtet. Dafür wurde zum einen die Umlandbewertung der Gewässerstrukturkartierung herangezogen sowie Beobachtungen im Gelände im Vergleich zum Leitbild anhand verschiedener Strukturparameter betrachtet.

Bewertung nach Fließgewässerstrukturgütekartierung

Die Bewertung des Einzelparameters „Umland“ in der Fließgewässerstrukturgütekartierung (LfULG 2102) zeigt, dass fast 58 % als stark bis sehr stark verändert erfasst wurden (Abbildung 98 unten rechts, Abbildung 101 links). Gründe dafür sind zum einen die abschnittsweise verlaufenden gewässernahen Deiche (rote Linien in Abbildung 101 rechts) sowie die gewässernahe Lage einiger Ortschaften im Projektgebiet (rote Flächen) und die großflächige landwirtschaftlichen Nutzung der Aue (orange Flächen). An Flussabschnitten, an denen die rezente Aue größer ist und die intensive Flächennutzung erst mit Abstand zum Gewässer beginnt, z. B. rechtsufrig nördlich von Eilenburg, linksufrig bei Laußig, linksufrig nördlich von Glaucha, fallen die Bewertungen positiver aus.

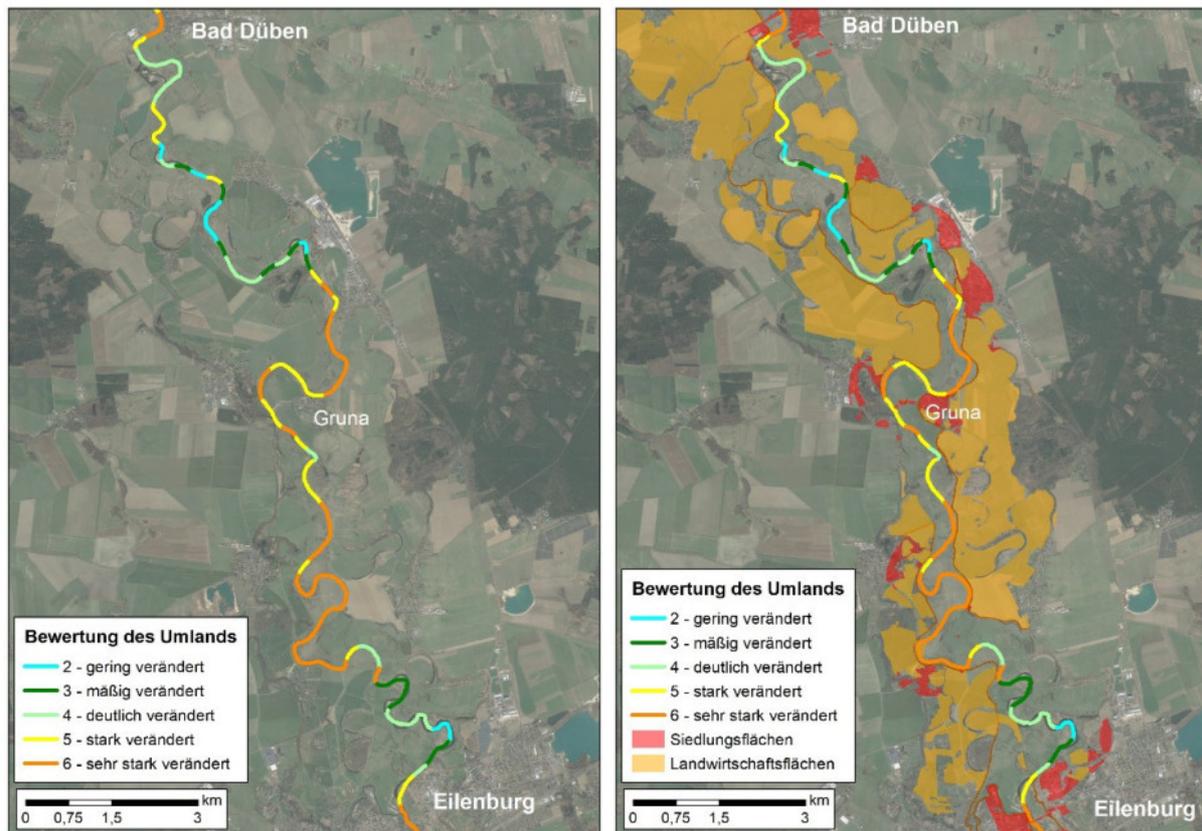


Abbildung 101: Bewertung des Gewässerumlands an der Mulde im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturgütekartierung (LfULG 2012) (links) und erklärende negative Faktoren für die als vorwiegend stark bis sehr stark verändert eingestufte Aue (rechts, rote gewässernah verlaufende Linie sind Deiche).

Da über die Hälfte der Flussabschnitte als stark verändert eingestuft wurden und das Umland großflächig intensiv genutzt wird, geht die Bewertung nach der Fließgewässerstrukturgütekartierung als „-“ in die Gesamtbewertung ein.

Bewertung nach Einzelparametern

Die Bewertung erfolgt analog zur Bewertung der Einzelparameter de Gewässerstruktur mit Vergleich der Ausprägung des gewässertypischen Leitbilds anhand der fünfteiligen Skala (++, +, ±, -, --) und dem daraus abgeleiteten Handlungsbedarf für Renaturierungsmaßnahmen (Tabelle 47).

Tabelle 47: Vergleich ausgewählter Strukturparameter des Gewässerumfelds des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
Beschattung	sonnig, < 25 %	sehr sonnig, < 25 %	++	gering

Parameter	Ausprägung nach Leitbild	Ist-Zustand		Priorisierung Handlungsbedarf
		Ausprägung	Leitbild-konformität	
Gewässer-randstreifen	Hoher Anteil alter Sukzessionsstadien, wie Wald und/oder Sukzession	sehr wenig Wald im UG, flussnah Pionierflächen zur Sukzession vorhanden	-	hoch (Auwald-entwicklung) bis mittel (durch Pendelraum sind größere Pionier-flächen zu erwarten)
Ufervegetation	Silberweiden- und Stieleichen-Ulmen-Auwald, untergeordnet Eschen- Erlenbruchwald; zudem gehölzfreie Säume Pionier- und Röhrichtvegetation, Rieder, Zweizahn- und Zwergbinsenfluren etc.	Lokal Weiden- und Eichen-Auwald vorhanden, jedoch insg. nur kleinflächig und vereinzelt Auwald-bestände, gewässernah auch Pionier- und Röhricht-vegetation	±	hoch, Auwald-entwicklung leitbildtypisch
Umfeldstrukturen	meist viele: durch relativ hohes Gefälle und gröbere Substrate kommt es sehr häufig zu Laufverlagerungen und Mäanderdurchbrüchen, dadurch deutlich gestufte und sehr formenreiche Auen, Altwasser-strukturen in unterschiedlichen Verlandungsstadien, durch hohe Grundwasserstände viele Neben-, Stand- und temporäre Gewässer, abschnittsweise Hochflutrinnen, Randsenken, Mäanderscrolls, kleinräumig ausgeprägtes Klein-relief mit Mulden, Blänken und Sandwällen, untergeordnet Niedermoore	meist viele im UG, strukturierte und reliefierte Aue durch frühere Lauf-verlagerungen, vorhanden sind auch Altwasserstrukturen in unterschiedlichen Verlandungsstadien und Nebengewässer; aktuell sind Lauf-verlagerungen z. T. durch flussnahe Deiche eingeschränkt	+	mittel, zwar vielfältige Strukturen (noch) vorhanden, aber Verlagerungs-potenzial durch flussnahe Deiche abschnittsweise eingeschränkt
Bewertung des Gewässerumfelds gesamt			± / +	mittel / hoch

Das Gewässerumfeld wurde insgesamt als mittel eingestuft. Es sind wertvolle Umfeldstrukturen in der morphologischen Aue und auch naturnahe Biotope vorhanden, beispielsweise die zahlreichen Auengewässer. Dennoch lässt sich eine mittlere bis hohe Notwendigkeit für Renaturierungsmaßnahmen ableiten. Dies liegt vor allem am sehr großen Defizit für Auwälder, die die leitbildtypische Auenvegetation darstellen. Durch eine Vergrößerung des für die Gewässerentwicklung der Mulde nutzbaren Raumes durch den Freien Pendelraum könnten Flächen für die Entwicklung dieses deutschlandweit seltenen Biototyps entstehen.

4.3.6.3. Biotope

Um die vorhandene Biotopausstattung zu bewerten, wurde vor allem die Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie herangezogen und ihr Erhaltungszustand ausgewertet. Kleinflächig sind auch Biotope der Biotopkartierung (LfULG 2016) bzw. der selektiven Biotopkartierung SBK2 (LfULG 2007) vorhanden.

Die Mulde ist über das gesamte Projektgebiet als Lebensraumtyp 3270 ausgewiesen, was einer Fläche von fast 213 ha entspricht (Abbildung 102, Tabelle 48). Auch einzelne Stillgewässer und Altarme sind als Lebensraumtyp (3150) ausgewiesen. Gewässerbegleitend fallen vor allem die großflächigen Mageren Flachland-Mähwiesen (LRT 6510) auf, die insgesamt 292 ha im Projektgebiet bedecken. Die Auwälder sind nur kleinflächig an Altarmen meist mit mittlerem Erhaltungszustand (B) vorhanden. Hier

besteht ein Erweiterungsbedarf, um die charakteristische Auenvegetation der kiesgeprägten Tieflandflüsse mit großflächigen Auwäldern zu erreichen.

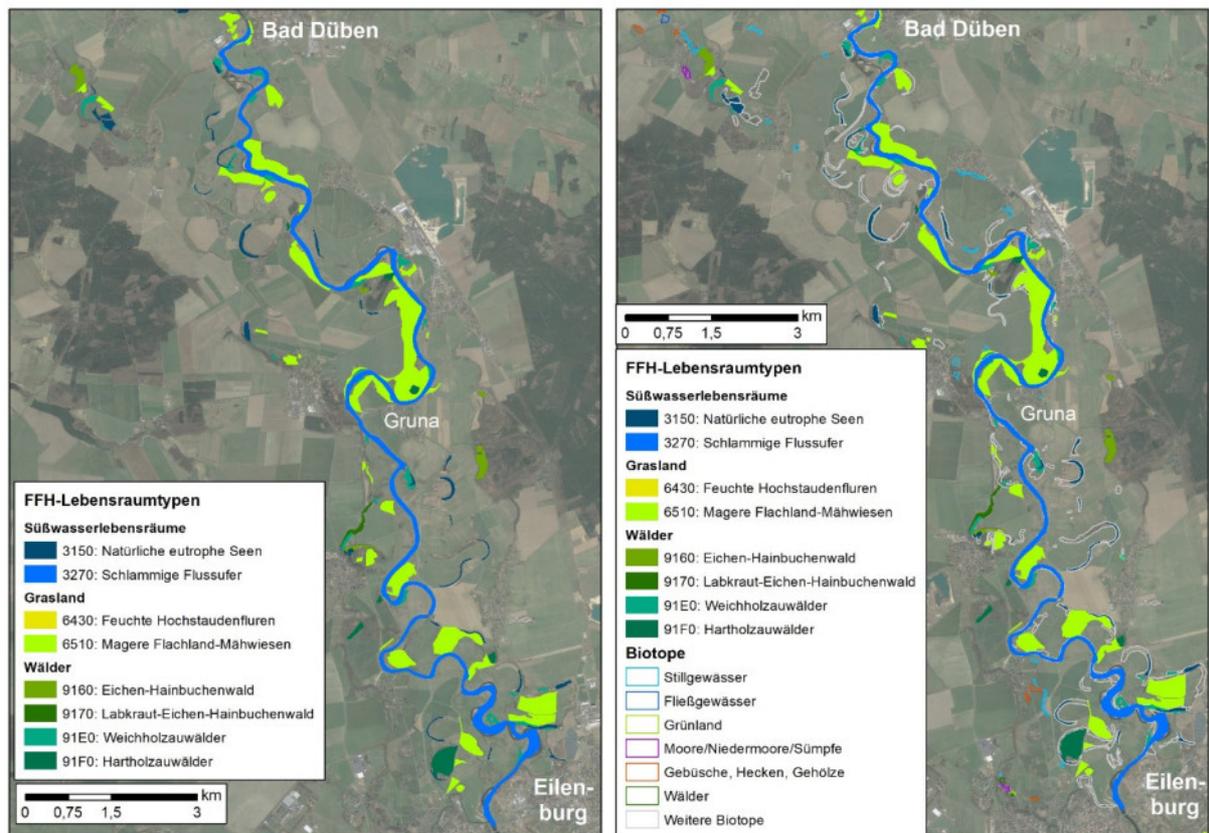


Abbildung 102: FFH-Lebensraumtypen (links) und ergänzend dargestellt kartierte Biotope (rechts) in der morphologischen Aue der Mulde im Projektgebiet.

Die Erhaltungszustände der Lebensraumtypen sind zum größten Teil (knapp 60 %) ungenügend, 26 % sind in der Entwicklung zur Einstufung als Lebensraumtyp (Tabelle 48, Abbildung 103). Dies zeigt noch ein hohes Aufwertungspotenzial und kann beispielsweise für die Grünlandtypen wahrscheinlich durch eine extensivere Flächenbewirtschaftung erreicht werden. Lediglich bei den eutrophen Seen sind sehr viele in einem günstigen Erhaltungszustand.

Tabelle 48: Flächen der FFH-Lebensraumtypen (LRT) nach den Erhaltungszuständen an der Mulde im Projektgebiet.

LRT-Code	Fläche (ha) nach Erhaltungszustand				Gesamtfläche (ha)	Anteil an Gesamtfläche (%)
	A (günstig)	B (ungünstig- unzureichend)	C (ungünstig- schlecht)	E (Entwicklungs- flächen)		
3150	1,4	22,0	1,0	14,6	39,0	6,2
3270	84,5	118,8		9,6	212,9	33,6
6430				0,4	0,4	0,1
6510	2,0	159,7		130,3	292,0	46,1
9160		19,0			19,0	3,0
9170		4,9			4,9	0,8
91E0		28,9		9,1	37,9	6,0
91F0		24,4		2,7	27,1	4,3
Gesamt	87,9	377,7	1,0	166,6	633,2	100,0

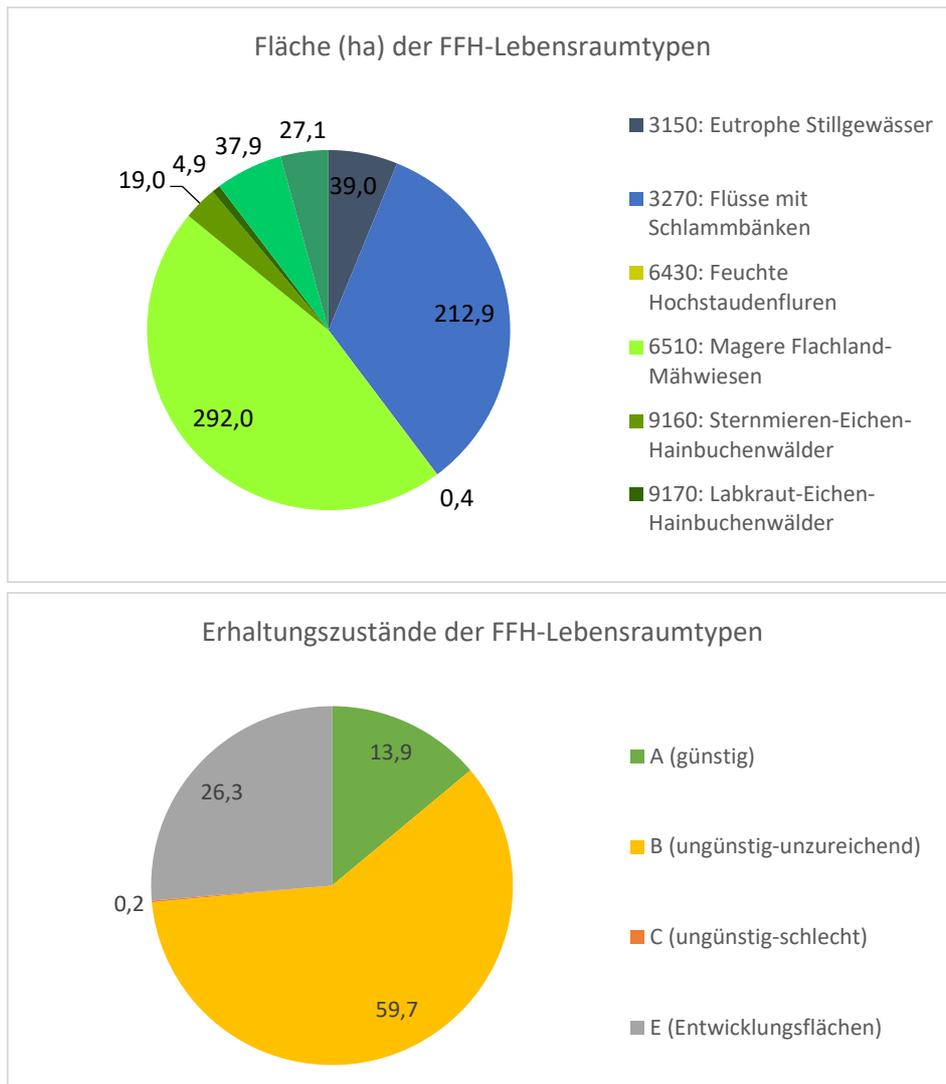


Abbildung 103: FFH-Lebensraumtypen (oben) und ihre Erhaltungszustände (unten) an der Mulde.

Durch das Vorkommen unterschiedlicher FFH-Lebensraumtypen, die jedoch in mittlerem Erhaltungszustand oder noch in Entwicklung zum Lebensraumtyp sind, werden die Biotope in der Gesamtauswertung mit „±“ bewertet.

4.3.6.4. Auentypischen Artvorkommen

Das Artvorkommen wurde für Tiere anhand der FFH-Arthabitate der FFH-Erfassung nach Anhang II bewertet. Die Pflanzen wurden anhand der im Gelände aufgenommenen Arten und ihres Schutzstatus nach Roter Liste bewertet.

Bewertung des Vorkommens ausgewählter auentypischer Tierarten nach FFH-Artekartierung

Nach der FFH-Artekartierung wurden an der Mulde im Projektgebiet insgesamt 11 Arthabitate von Arten des Anhangs erfasst (Abbildung 104, Tabelle 49). Dies sind sowohl einige auentypische bzw. – abhängige Arten, wie der Biber, der Fischotter oder Amphibien wie der Kammmolch. Hinzu kommen auch Arten naturnaher Landschaften, wie die Käferarten Heldbock und Eremit oder weitere wie die Mopsfledermaus.

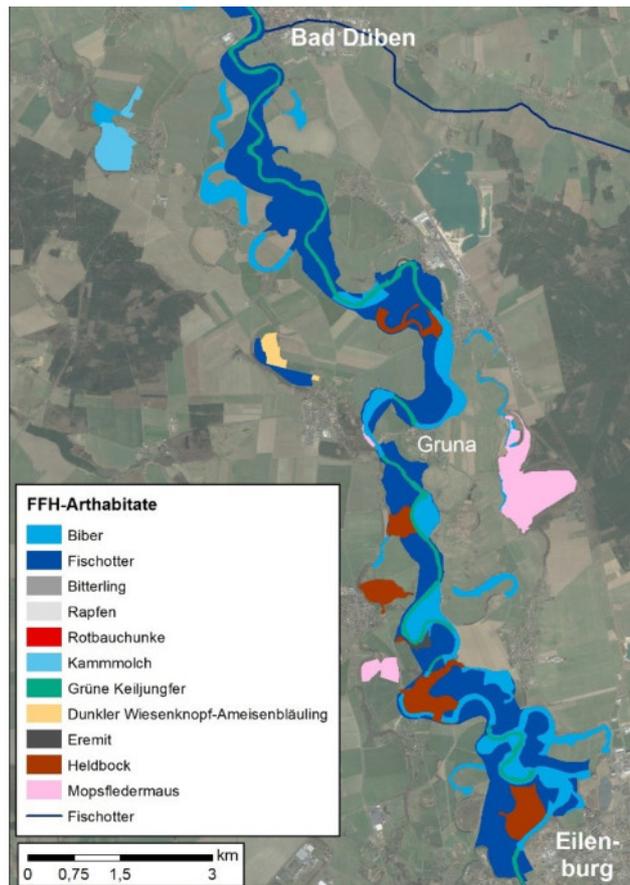


Abbildung 104: FFH-Arthabitate in der morphologischen Aue der Mulde im Projektgebiet.

Tabelle 49: Flächen der FFH-Arthabitate nach den Erhaltungszuständen an der Mulde im Projektgebiet.

Deutscher Artname	Fläche (ha) der Erhaltungszustand-Bewertung				Gesamtfläche (ha)
	A	B	C	E	
Biber		485,2	29,5	50,7	565,3
Fischotter	687,5	585,4	112,5		1.385,4
Bitterling		265,2			265,2
Rapfen		187,4			187,4
Rotbauchunke		7,9	5,2	1,5	14,5
Kammolch		5,9		42,3	48,2
Grüne Keiljungfer		194,4			194,4
Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling			26,3		26,3
Eremit		24,4		4,7	29,1
Heldbock		90,4		58,3	148,6
Mopsfledermaus		461,3			461,3
Gesamt	687,5	2307,5	173,4	157,4	3.325,7

Über das gesamte Projektgebiet wurden entlang der Mulde sowie weiterer Auengewässer Habitate von Biber (über 565 ha), Fischotter (über 1.385 ha) und Grüner Keiljungfer (über 194 ha) erfasst, vorwiegend im Erhaltungszustand „B“, beim Fischotter auch im günstigen Erhaltungszustand „A“ (Tabelle 49, Abbildung 105). In Gehölzbeständen wurden zudem großflächig Heldbock- (knapp 149 ha) und Mopsfledermaushabitate (ca. 461 ha) kartiert. Insgesamt wurden knapp 21 % der Arthabitate als günstig eingestuft, über zwei Drittel waren im mittleren Erhaltungszustand. Hier besteht noch Aufwertungspotenzial, wobei das Gebiet dennoch als sehr hochwertig einzustufen ist.

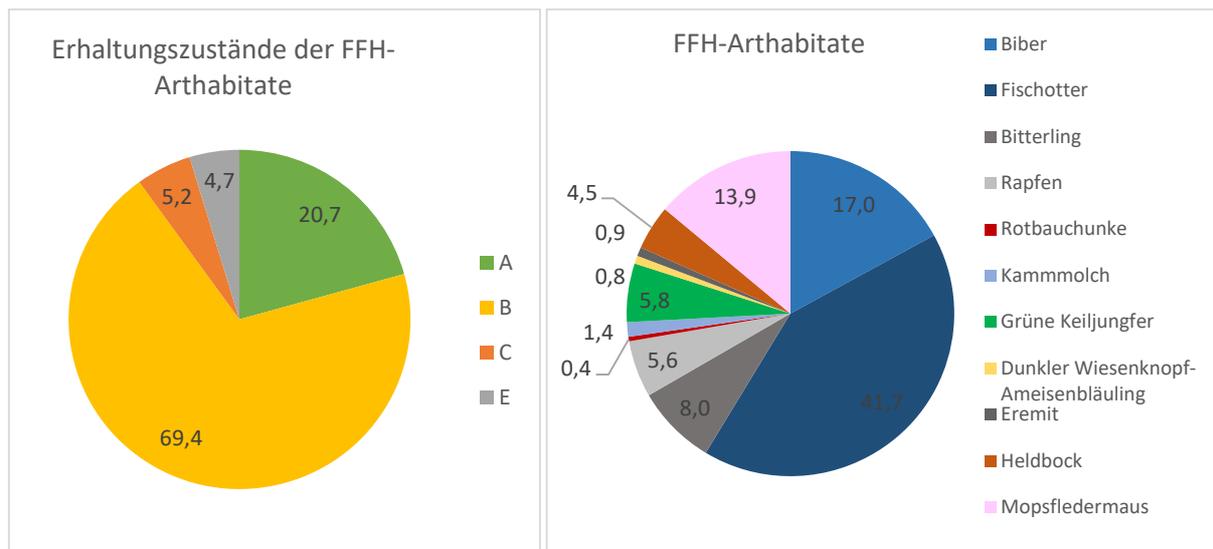


Abbildung 105: FFH-Arthabitate (links) und ihre Erhaltungszustände (rechts) an der Mulde.

Durch die Erfassung einiger FFH-Arten in gutem bis mittlerem Erhaltungszustand geht die Auswertung der Tierarten als „+“ in die Gesamtbewertung ein.

Bewertung des Vorkommens ausgewählter auetypischer Pflanzenarten nach Erfassung im Gelände

Die Auenvegetation an der Mulde wurde in ausgewählten Abschnitten anhand von Nested Plots sowie nach der Methode von Braun-Blanquet erfasst (s. Kapitel 3.2) und der Gefährdungsstatus nach der Roten Liste Deutschlands (Metzing et al. 2018) und Sachsens (LfULG 2013) ausgewertet (Tabelle 50).

Tabelle 50: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Sachsens (LfULG 2013) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Mulde.

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	RL Sachsen	RL Deutschland
<i>Carex distans</i>	Entferntährige Segge	1	3
<i>Salix triandra</i>	Mandel-Weide	G	*
<i>Ulmus minor</i>	Feld-Ulme	3	*
<i>Xanthium strumarium</i>	Gewöhnliche Spitzklette	1	2

Gefährdungsstatus nach Roter Liste: 1: Vom Aussterben bedroht, 2: Stark gefährdet, 3: Gefährdet, G: Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, V: Vorwarnliste, *: Ungefährdet, -: Sonstiges (nicht bewertet, Daten unzureichend)

Es weisen insgesamt vier Arten einen Gefährdungsstatus nach der Roten Liste Sachsens (LfULG 2013) und/oder Deutschlands (Metzing et al. 2018) auf. *Carex distans* und *Xanthium strumarium* sind besonders gefährdet und nach der Roten Liste Sachsens sogar vom Aussterben bedroht. Auch die beiden Gehölzarten der Auwälder *Salix triandra* und *Ulmus minor* gelten in Sachsen als gefährdet.

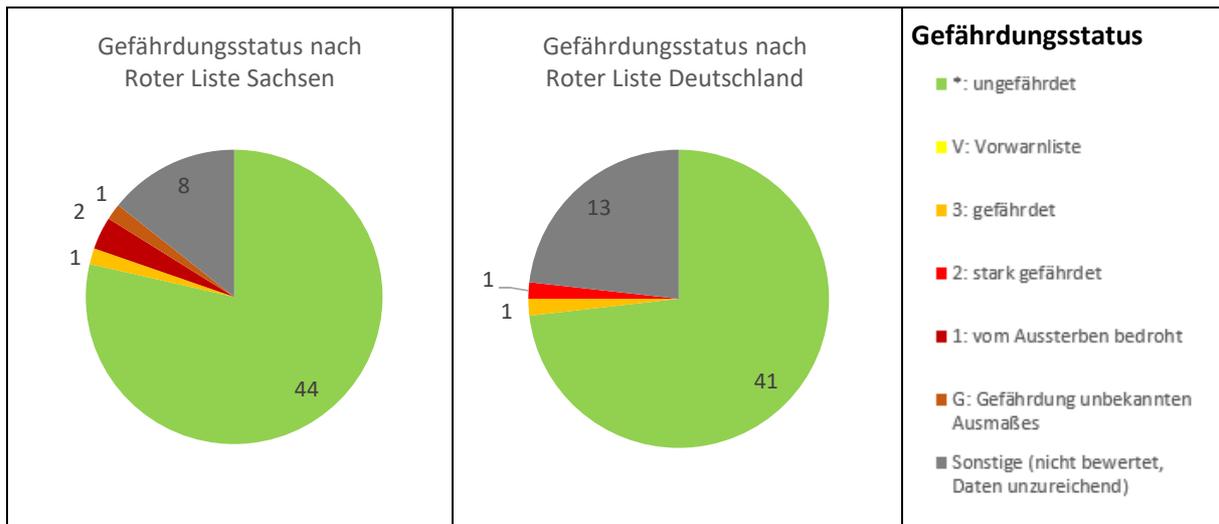


Abbildung 106: Anteile der Gefährdungsstatus nach Roter Liste Sachsens (LfULG 2013) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der während der Geländearbeiten erfassten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Mulde.

Obwohl die Vegetation im Projektgebiet nicht flächendeckend, sondern nur anhand von Aufnahmen in repräsentativen Einzelflächen erhoben wurde, konnten sehr seltene Arten der Flussauen erfasst werden. Dies zeigt die hohe naturschutzfachliche Bedeutung des Gebiets, wodurch der Parameter Pflanzen mit „+“ in die Gesamtbewertung eingeht, da bei diesem Parameter nicht auf die geringe Ausstattung mit Auwald eingegangen wird.

4.3.6.5. Gesamtbewertung

Die Zusammenfassung der Einzelbewertungen aus den vorangegangenen Kapiteln ergibt eine mittlere Bewertung der aktuellen naturschutzfachlichen Ausstattung der Mulde im Projektgebiet (Tabelle 27). Im Projektgebiet sind zum Teil dynamische Entwicklungen des Flusslaufs möglich, wodurch vielfältige Uferstrukturen und hochwertige Habitate in Gewässernähe, wie Altarme, vorhanden sind.

Durch eine Erweiterung des durch die Mulde nutzbaren Raums nach dem Freien Pendelraum-Konzept, können Bereiche, in denen noch flussnahe Deiche bestehen, ökologisch weiter aufgewertet werden. Durch das hohe Laufverlagerungspotenzial ermöglicht dies eine weitere Strukturaufwertung und bietet Habitate für auentypische Tier- und Pflanzenarten. Ein dringender Handlungsbedarf besteht vor allem für die Aufwertung des Gewässerumfelds durch Auwalderweiterung und -entwicklung. Zudem verbessert sich durch eine Erweiterung der rezenten Aue auch die Hochwassersicherheit für die gewässernahen Ortschaften.

Tabelle 51: Gesamtbewertung (arithm. Mittel der Einzelbewertungen, Vergleich zum gewässertypischen Leitbild) aus den betrachteten Einzelparametern für die Mulde im Projektgebiet.

Hauptparameter	Einzelbewertungen	Gesamtbewertung	Handlungsbedarf	Bemerkungen
Gewässerstruktur	Fließgewässerstrukturkartierung: - Einzelparameter des Leitbilds: + Habitate: +	±	mittel	Verlagerungspotenzial des Flusslaufs könnte durch Pendelraum-Konzept ökologische Verbesserungen herbeiführen
Gewässerumfeld	Fließgewässerstrukturkartierung: - Einzelparameter des Leitbilds: ± / +	±	hoch	prioritär Auwaldentwicklung

Hauptparameter	Einzelbewertungen	Gesamtbewertung	Handlungsbedarf	Bemerkungen
Biotoptypen	Auswertung der FFH-Lebensraumtypen: ±	±	mittel	zwar einige LRT vorhanden, aber mittlere EHZ und wenig Auwald
Artvorkommen (Tiere)	Auswertung der FFH-Arthabitate: +	+	gering bis mittel	einige geschützte Arten vorhanden, Aufwertung der EHZ notwendig
Artvorkommen (Pflanzen)	Auswertungen der Vegetation im Gelände: +	+	mittel	geschützte Arten vorhanden, dennoch Auwaldentwicklung fördern
Gesamtbewertung		±	mittel	

4.3.7. Freier Pendelraum an der Mulde

4.3.7.1. Schritt 1: Flussabschnitt wählen

Da sich im Verlauf des Projektgebiets die naturräumlichen Rahmenbedingungen in der Mulde nicht tiefgreifend ändern, wurde die Berechnung des Freien Pendelraums über den gesamten betrachteten Flussabschnitt zwischen Eilenburg und Bad Dübener Heide durchgeführt.

4.3.7.2. Schritt 2: Gewässertyp bestimmen

Für die Mulde passte der anhand der Typenkarte ausgewiesene Gewässertyp zu den lokalen Gegebenheiten im Projektgebiet (s. Kapitel 4.3.5). Zusammengefasst ist die Mulde:

- Gefällereiche Flussaue des Flach- und Hügellandes mit Winterhochwassern (nach Koenzen 2005)
- Kiesgeprägter Tieflandfluss (nach Pottgiesser & Sommerhäuser 2008, Dahm et al. 2014).

4.3.7.3. Schritt 3: Freien Pendelraum bestimmen

A) Nach dem Espace de Liberté-Konzept

Nach dem Espace de Liberté-Konzept wird der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC) durch Abgrenzen und Überlagern des maximalen Mobilitätsraums (entspricht der deutschen Bezeichnung der morphologischen Aue), des historischen Verlagerungsraums und der theoretischen Gleichgewichtsbreite bestimmt, von dem anschließend Restriktionsflächen, wie Ortschaften und Straßen, abgezogen werden (siehe Kapitel 3.5.3.1, Abbildung 107, Malavoi et al. 1998, Charrier 2012).

Der maximale Mobilitätsraum wurde anhand der Auenkulisse (Brunotte et al. 2009) abgegrenzt. Der historische Verlagerungsraum wurde anhand digitalisierter Flussläufe der Jahre 1904 (Karte des Reichsamts für Landesaufnahme), 1985 (Ministerium für Nationale Verteidigung, Militärtopographischer Dienst) und 2009 (Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen) abgegrenzt. Die theoretische Gleichgewichtsbreite wurde anhand der Breite der Mulde bei bordvollem Abfluss (Qbordvoll, 60 m) multipliziert mit dem Faktor 10 ermittelt; d. h. auf jeder Gewässerseite wurde ein Korridor mit 300 m (der fünffachen Breite) an die Mulde angefügt.

Im Projektgebiet liegen einige Ortschaften sehr gewässernahe und bilden dadurch Restriktionen für die Flussbettverlagerung (Abbildung 107 türkis). Dazu zählen Eilenburg, Hainichen, Zschepplin, Hohenprießnitz, Gruna, Laußig, Pristäblich, Glauche und Bad Dübener Heide. Die größeren Straßen, wie die linksufrig verlaufende B107 und die rechtsufrig verlaufende S11, verlaufen größtenteils außerhalb der morphologischen Aue und stellen für die eigendynamische Gewässerentwicklung keine Einschränkungen dar. Lediglich im Norden des Projektgebiets liegt die B107 linksufrig innerhalb der morphologischen Aue, aber dennoch weiterhin außerhalb des Espace de Liberté.

An der Mulde gibt es nur vereinzelt strengere Restriktionen des minimalen Entwicklungskorridors (EMIN). Diese liegen im Projektgebiet bei Gruna (Laußig), wo der die Ortschaft umgebende Korridor lediglich auf die gewässerseitigen Flächen verringert wurde, sowie vereinzelte gewässernahe Lagerplätze, landwirtschaftliche Unterstände etc. (Abbildung 107 hellgrün).

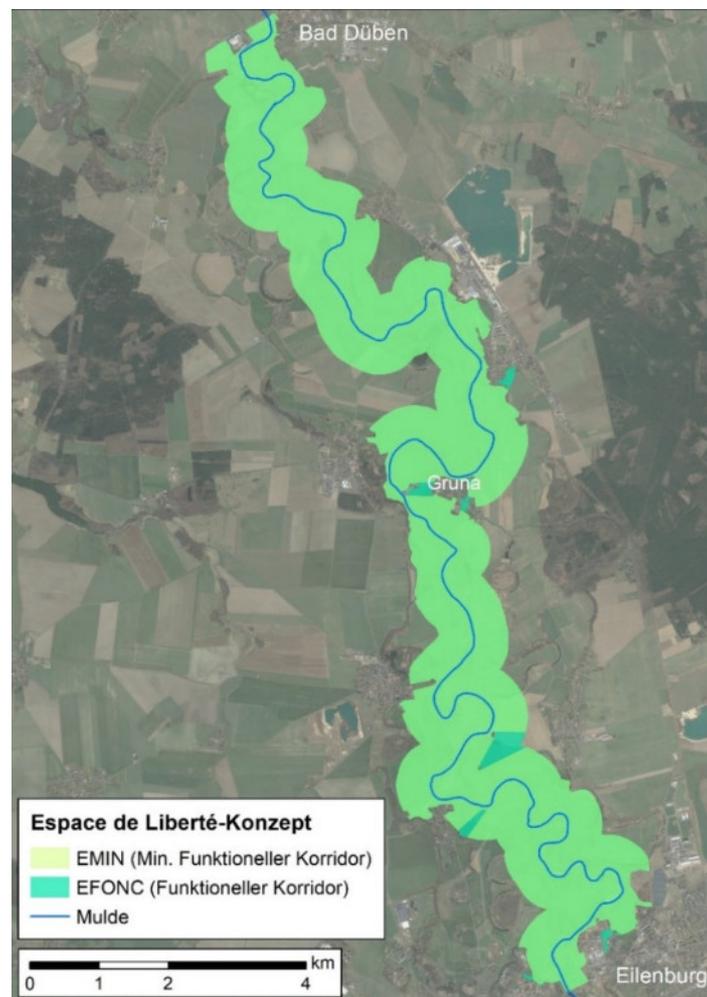


Abbildung 107: Der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC, türkis) und der minimale Entwicklungskorridor mit restriktiveren Einschränkungen (EMIN, hellgrün) an der Mulde im Projektgebiet nach dem Espace de Liberté-Konzept nach Malavoi et al. (1998).

B) Nach dem Konzept des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014)

Der Freie Pendelraum der Mulde nach dem Konzept des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014) wird anhand der flusstypspezifischer Faktormultiplikation mit der potentiell natürlichen Sohlbreite berechnet (s. Kapitel 3.5.3.2 A)). Die im GIS gemessene und über das Projektgebiet gemittelte Sohlbreite der Blies beträgt 40 m. Zur Einschätzung der Breite der potentiell natürlichen Sohle wird dieser Wert mit Faktor 3 multipliziert, wie es für die „Kiesgeprägten Tieflandflüsse“ festgelegt ist. Durch die so berechnete Sohlbreite kann der minimale und der maximale Entwicklungskorridor der Blies anhand von weiterer Faktormultiplikation berechnet werden, die 360 m bzw. 1.200 m betragen (Tabelle 39, Abbildung 108).

Tabelle 52: Herleitung des Entwicklungskorridors der Mulde im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

Parameter	Herleitung
Potenziell natürliche Sohlbreite (Orientierung)	40 m x 3 (im GIS abgemessen) = 120 m
Minimaler Entwicklungskorridor	120 m x 3 = 360 m

Maximaler Entwicklungskorridor

120 m x 10 = 1.200 m

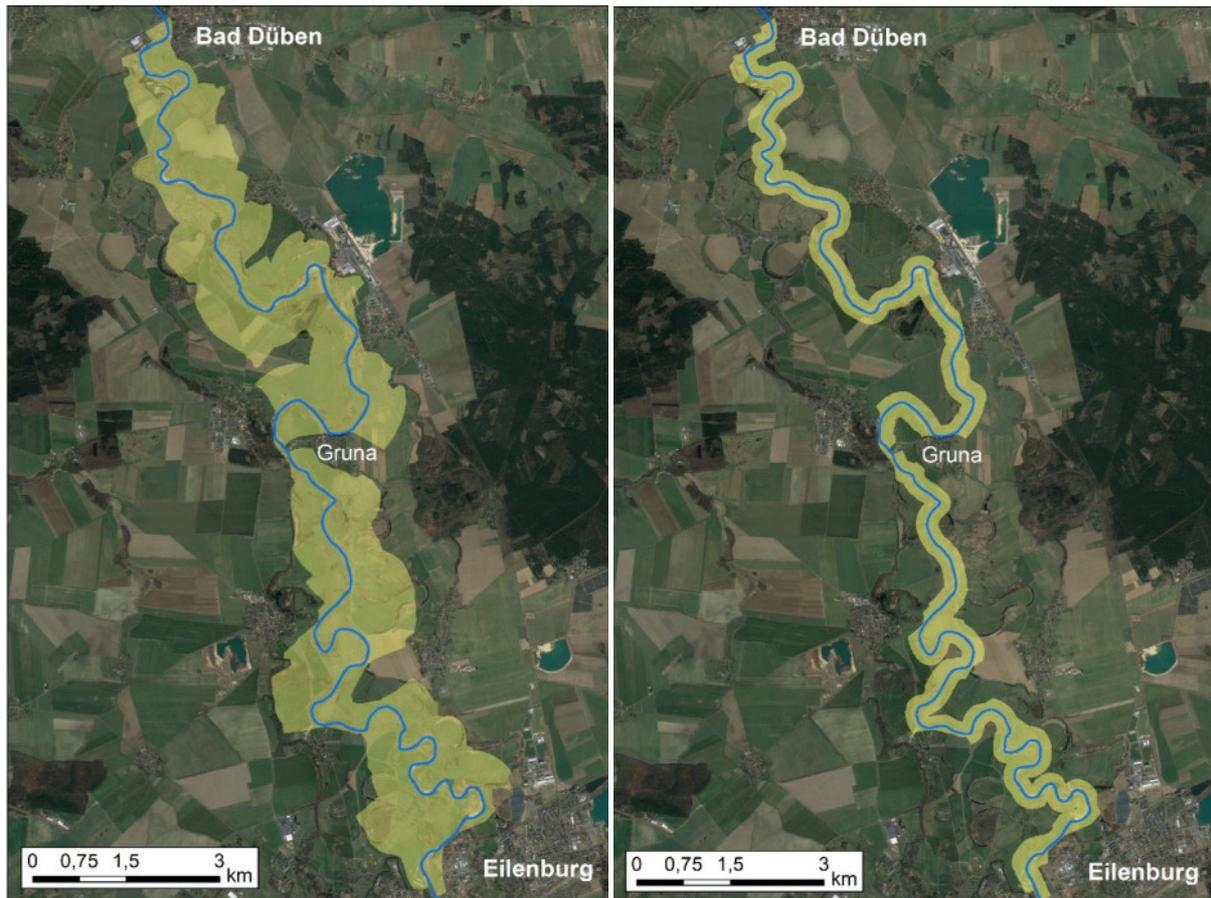


Abbildung 108: Der maximale (links) und der minimale (rechts) Entwicklungskorridor an der Mulde im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).

C) Nach dem Konzept der LAWA (LAWA 2016)

Bei der Berechnung des Freien Pendelraums nach dem Konzept der LAWA (2016) wurde für den bordvollen Abfluss der Blies, wie in dem Konzept empfohlen, der Mittelwasserabfluss am Pegel Bad Döben mit $63,9 \text{ m}^3/\text{s}$ verwendet, da das Einzugsgebiet die benötigte Größe von über 1.000 km^2 aufweist. Das Talbodengefälle und der Windungsgrad wurden im GIS gemessen und die Werte konnten durch eine typische Sohl Schubspannung für diesen Gewässertyp plausibilisiert werden.

Daraus ergibt sich eine heutige potenziell natürliche Gewässerbreite von 78 m und eine Gewässerentwicklungskorridorbreite (der Freie Pendelraum) von 604 m (Tabelle 53).

Tabelle 53: Parameter zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite der Mulde im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).

Parameter	Einheit	Mulde im Projektgebiet
Q_{bordvoll} (Annahme)	m^3/s	63,9
Talbodengefälle	%	0,06
Windungsgrad	-	1,59
Sohlgefälle	%	0,04
Rauheitsbeiwert k_{st}	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$	18
Böschungsneigung	1:m	1:5
Heutige pot. natürliche Gewässerbreite	m	78
Sohl Schubspannung	N/m^2	7,10

Plausibilisierung Sohlschubspannung	für Typ GuS_17, N/m ²	4-11
Gewässerentwicklungskorridorbreite	m	604

Abzüglich der Siedlungsflächen ergibt sich daraus die kartographische Darstellung des Freien Pendelraums nach LAWA (2016) für die Mulde (Abbildung 109).



Abbildung 109: Gewässerentwicklungskorridor der Mulde im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).

4.4. Umsetzung und Maßnahmen im Sinne des Freien Pendelraums

4.4.1. Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Maßnahmen

Um Renaturierungsmaßnahmen umzusetzen spielen die Flächenverfügbarkeit und die Fördermöglichkeiten eine große Rolle.

4.4.1.1. Flächenverfügbarkeit für die Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern

Eine große Hürde bei der Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen ist häufig die Flächenverfügbarkeit. Jedoch sind ausreichend große Flächen die wesentliche Voraussetzung, um die Eigendynamik eines Gewässers zulassen zu können. Um eine nachhaltige Gewässerentwicklung zu ermöglichen, sollten die Flächen zudem dauerhaft zur Verfügung stehen (UBA 2016). Die zielführendste Lösung für eine langfristige, gewässerverträgliche Nutzung der Flächen ist eine eigentumsrechtliche Sicherung. Soll die Nutzung vollständig entfallen oder wird die Bewirtschaftung durch die Gewässerentwicklung voraussichtlich nicht mehr attraktiv sein, stellen die öffentliche Hand, Forstverwaltungen, Naturschutzverbände o. ä. mögliche Eigentümer dar (Koenzen 2016). Gibt es im gewünschten Bereich keine Flächen im Besitz dieser Eigentümer bzw. reichen die bereits vorhandenen Flächen nicht aus, können umgebende Flurstücke durch Flächenankauf oder auch durch einen Flächentausch (z. B. im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren) arrondiert werden.

Sollte der Flächenerwerb nicht möglich sein, bieten sich auch andere Instrumente der Flächenbereitstellung an. Darunter zählen eine Eintragung in das Grundbuch oder Baulastverzeichnis über eine persönliche Dienstbarkeit, Reallast oder Baulast. Dadurch werden bestimmte Handlungen ausgeschlossen oder Nutzungen festgelegt, die im Sinne einer Extensivierung der Gewässerrandnutzung oder Renaturierung genutzt werden können (UBA 2019). Sind Flächenkauf oder -tausch ausgeschlossen aber keine Änderung der Flächennutzung geplant, kann auch eine Entschädigungsvereinbarung getroffen werden, wenn sich die Gewässerentwicklung negativ auf die Flächennutzung auswirkt (UBA 2019).

Eine Flächenbereitstellung kann auch ohne eigentumsrechtliche Sicherung erfolgen. Im Rahmen des hoheitlichen Naturschutzes können über Naturschutzverordnungen Schutzgebiete langfristig gesichert werden. Dafür bieten sich beispielsweise Naturschutzgebiete oder geschützte Biotope an (Koenzen 2016). Zudem stehen verschiedene Möglichkeiten im Rahmen des Vertragsnaturschutzes, der Wasserwirtschaft und von Agrarumweltprogrammen zur Verfügung. In Auen würden sich dafür beispielsweise Uferstrandstreifen- oder Feuchtwiesenschutzprogramme eignen (Koenzen 2016).

Als mögliches Instrument zur Flächenerweiterung bietet sich die Bodenordnung, im ländlichen Raum definiert als Flurbereinigung oder Flurneuordnung, für eine mögliche Umgestaltung von Flächen- und Eigentumsverhältnissen an. Im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren können Flächen zusammengelegt werden oder die Flurstücksgeometrie kann verändert werden und die Flächeneigentümer können wechseln. Nach Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) können in diesem Zuge auch Landschaftspflege- und Naturschutzmaßnahmen wie Gewässerentwicklungsflächen veranlasst werden (Stamm et al. 2018). Dafür stehen mehrere Verfahrensarten der Flurbereinigung zur Verfügung: Freiwilliger Landtausch (§ 103a ff. FlurbG), Beschleunigtes Zusammenlegungsverfahren (§§ 91 ff. FlurbG), Vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren (§ 86 FlurbG), Regelflurbereinigungsverfahren (§§ 1, 4, 37 FlurbG) (Stamm et al. 2018). Zudem kann ein Eigentümer nach § 52 FlurbG eine Landverzichtserklärung abgeben und wird teilweise oder ganz in Geld abgefunden (Stamm et al. 2018).

Des Weiteren bieten sich auch Ausgleichs- oder Ersatzflächen von Eingriffen in den Naturhaushalt an. Diese Kompensationsmaßnahmen können auch an Gewässern umgesetzt werden bzw. können in den Maßnahmenflächenpool eines Ökokontos aufgenommen werden (UBA 2016). Insbesondere für die Kompensation eignet sich auch ein städtebaulicher Vertrag. Dient die Renaturierungsmaßnahme auch den Zielen der Bauleitplanung, können die Flächen im Rahmen des Flächennutzungsplans oder des Bebauungsplans berücksichtigt werden (UBA 2019).

Eine Pacht der Flächen, bei die Nutzungsintensität und die Toleranz der Gewässerentwicklung festgelegt wird, ist ebenfalls möglich (UBA 2019). Jedoch ist dies nur bei langfristigen Vertragsabschlüssen sinnvoll und wird auch nur bei Flächen empfohlen, die wenig von gewässerstrukturellen Veränderungen wie Flussbettverlagerungen betroffen sind. Zudem sollte dabei mit dem Pächter ein Zielzustand für die Entwicklung vereinbart werden (Koenzen 2016, UBA 2016).

4.4.1.2. Fördermöglichkeiten von Auen-Renaturierungsprojekten

Es gibt verschieden Möglichkeiten, Renaturierungsmaßnahmen zu finanzieren, zum Beispiel über Förderungen durch die EU, den Bund, die einzelnen Bundesländer, als auch regionale Stiftungen, Patenschaften und Sponsoren (UBA 2019), die im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Für Gewässerrenaturierungen gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten aus Fonds der Europäischen Union (DVL 2010). Die Nutzung dieser Fonds setzt immer eine Kofinanzierung durch den Bund oder die Länder voraus. Die Verwaltung der Mittel erfolgt häufig durch spezielle Landesprogramme der Bundesländer. Beispiele für mögliche EU-Fonds und Förder-Instrumente sind (Stand 2018, UBA 2019):

- **Titel:** EFRE - Europäischer Fond für regionale Entwicklung
Beschreibung: Durch diesen Fond wird die nachhaltige Entwicklung von Regionen in ökonomischer und ökologischer Hinsicht gefördert. Auch Umweltschutz und -sanierungsprojekte, wie Fließgewässerrenaturierungen, sind darüber direkt förderfähig (EK 2018).
Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/regional_policy/de/funding/erdf/
- **Titel:** ELER - Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raums
Beschreibung: Durch eine finanzielle Unterstützung der Landbewirtschaftung wird der Umweltschutz und die Förderung des ländlichen Raums angestrebt. Renaturierungsprojekte sind im Zusammenhang mit umweltverträglichem Tourismus durch den ELER indirekt förderfähig (EK 2014a).
Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/rural-development_de
- **Titel:** EMFF - Europäischer Meeres- und Fischereifond
Beschreibung: Auch dieser Fond kann für die Umsetzung des Pendelraum-Projekts hilfreich sein, da Renaturierungsmaßnahmen sowie der Rück- und Umbau von Querbauwerken für eine verbesserte Gewässerdurchgängigkeit für aquatische Organismen förderfähig sind (EK 2014b).
Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff_de
- **Titel:** Förderprogramm LIFE+
Beschreibung: Dieses Finanzierungsinstrument der EU fördert Maßnahmen des Natur- und Umweltschutzes und ermöglicht dadurch auch Maßnahmen zur Gewässerentwicklung und zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (BMU 2018). Da das Hauptziel die Sicherung von Flächen zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen und zur Förderung gefährdeter Tier-

und Pflanzenarten ist, bietet sich dieses Programm auch für die Umsetzung von Maßnahmen des Freien Pendelraums sehr gut an. Die Förderquote der EU beträgt im Regelfall 50–75 % der Kosten. Die restliche Finanzierung muss von Seiten der Bundesländer und der Projektträger erbracht werden (UBA 2019).

Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/environment/efe/funding-and-life_de

- Titel: Darlehen der Europäischen Investitionsbank (EIB)
Beschreibung: Eine weitere Möglichkeit für Förderoptionen von Gewässeraufwertungen im Sinne des Freien Pendelraums sind Darlehen der Europäischen Investitionsbank (EIB) zur Maßnahmenfinanzierung. Diese können für Umweltschutzmaßnahmen sowohl von öffentlicher Hand als auch von privaten Trägern beantragt werden (EIB 2018, ZEW 2019).
Weiterführende Informationen: www.eib.org/attachments/strategies/eib_group_emas_environmental_policy_de.pdf

Zudem bestehen auch für Förderungen durch den Bund mehrere Möglichkeiten, von denen hier eine Auswahl vorgestellt wird:

- Titel: chance.natur – Bundesförderung Naturschutz
Förderstelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
Richtlinie: www.bfn.de/fileadmin/BfN/foerderung/Dokumente/richtlinie_chance.natur_19.12.14.pdf
Beschreibung: Bereits seit 1979 (mit einer neuen Förderrichtlinie 2015) besteht dieses Förderprogramm zum Schutz und der langfristigen Sicherung von Naturräumen mit gesamtstaatlicher Bedeutung. Die Förderung erfolgt stets anteilig, wobei der Bund in der Regel 75% der Gesamtkosten trägt. Die restlichen 25% teilen sich das jeweils beteiligte Land und der Projektträger. Träger der Projekte sind meist Landkreise, Städte, Gemeinden, Naturschutzorganisationen oder Zweckverbände. Die geförderten Naturschutzgroßprojekte gliedern sich in ein Planungsprojekt (Projekt I) mit einer in der Regel 3-jährigen Laufzeit und einem Umsetzungsprojekt (Projekt II), das maximal 10 Jahre gefördert werden kann (BfN 2020a). Im Rahmen dieser Förderung können auch Belange des Freien Pendelraums berücksichtigt werden, wie das aktuell in Sachsen-Anhalt geförderte Projekt „NGP Mittelbe - Schwarze Elster (ST): Revitalisierung und Entwicklung der Flussaue“ zeigt, bei dem ein Projektziel die Schaffung der Voraussetzungen für eine dynamische Auenentwicklung darstellt (Heinz Sielmann Stiftung, o. J.).
Weiterführende Informationen: www.bfn.de/foerderung/naturschutzgrossprojekt.html
- Titel: Bundesprogramm Biologische Vielfalt
Förderstelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
Richtlinie: www.biologischevielfalt.bfn.de/fileadmin/NBS/documents/Bundesprogramm/BPBV_23022018.pdf
Beschreibung: Das Programm unterstützt seit 2011 die Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt, um dem Rückgang der Biodiversität entgegenzuwirken. Gefördert werden unter anderem auch Projekte für Gewässerschutz und Hochwasservorsorge (BfN 2020b).
Weiterführende Informationen: www.biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/bundesprogramm.html
- Titel: Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E+E-Vorhaben) im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege

Förderstelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Richtlinie: www.bfn.de/foerderung/e-e-vorhaben/aus-marginalspalte/richtlinien-zur-foerderung.html

Beschreibung: Die geförderten Projekte sollen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt beitragen. Von besonderer Bedeutung sind dabei Projekte, die Schutz- und Nutzungsaspekte zusammenführen. Dies kann beispielsweise auch die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis beinhalten oder die Aufbereitung gewonnener Erfahrungen für allgemein anwendbare Methoden und Empfehlungen (BfN 2020c).

Weiterführende Informationen: www.bfn.de/foerderung/e-e-vorhaben.html

Hinweise für die Antragstellung: <https://www.bfn.de/foerderung/e-e-vorhaben.html>

- Titel: Bundesprogramm Blaues Band Deutschland – Förderprogramm Auen

Förderstelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Richtlinie: www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/Blaues_Band/Richtlinien_Foerderprogramm_Auen.pdf

Beschreibung: Durch dieses Bundesprogramm sollen ab 2020 Projekte gefördert werden, die die Flussauen an deutschen Bundeswasserstraßen in Bezug auf Biodiversität und als Verbundachsen ökologisch aufwerten. Der Bund finanziert maximal bis zu 75 % der Gesamtkosten eines Vorhabens, der restliche Anteil muss als Eigenanteil vom Zuwendungsempfänger eingebracht werden und kann durch Drittmittelgeber (z. B. Bundesländern) ergänzt werden. Das Vorhaben sollte spätestens nach zehn Jahren abgeschlossen sein (BfN 2020d).

Weiterführende Informationen: www.bfn.de/blausband/foerderprogramm-auen.html

Jedes Bundesland hat für die Förderung von Renaturierungen im Thema Wasserwirtschaft und Naturschutz eigene Programme (UBA 2015). Auch in den Bundesländern der drei Beispielflüsse gibt es länderspezifische Förderprogramme (Stand 2019, UBA 2019):

- Der **Freistaat Bayern** unterstützt wasserwirtschaftliche Vorhaben von öffentlichem Interesse mit Förderungen bis zu 90 %. Dies schließt auch Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Gewässern und der Auen ein, insbesondere zur Umsetzung der EU-WRRL und zur Reaktivierung von Rückhalteräumen an Gewässern (RZWas 2018). Bayerische Kommunen können so auch für die verpflichtende Aufgabe der Unterhaltung und den Ausbau Gewässer dritter Ordnung gefördert werden und Zuschüsse für Ausbau- oder Unterhaltungsmaßnahmen auf Basis eines Maßnahmenprogramms nach EU-WRRL und der naturnahen Gewässerunterhaltung nach einem Gewässerentwicklungskonzept beantragen (StMUV 2020).
- Das **Saarland** unterstützt strukturverbessernde Maßnahmen an Fließgewässern mit Zuschüssen bis zu 90 % (bis zu 95 % bei interkommunaler Zusammenarbeit) auf Basis der Förderrichtlinie des naturgemäßen Wasserbaus und der Gewässerentwicklung (Saarland 2005). Diese umfasst Maßnahmen mit ökologischen Zielsetzungen, wie naturnahe Gewässergestaltung einschließlich der Gewässerrandstreifen und der Auen und Gewässerentwicklung, die der Erhaltung oder Verbesserung der Gewässergüte oder der Gewässerstrukturgüte dienen.
- Der **Freistaat Sachsen** gewährt Zuwendungen für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen ökologisch wertvoller Gewässer sowie Renaturierungen ausgebauter Gewässer von bis zu 90 % auf Grundlage der Förderrichtlinie von Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustandes und des präventiven Hochwasserschutzes (Sachsen 2018).

Auch durch Stiftungen können an Gewässern Renaturierungsprojekte gefördert werden. In der Datenbank des Bundesverbandes Deutscher Stiftungen kann nach passenden Stiftungen gesucht werden (<https://stiftungssuche.de/>). Für Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern eignen sich beispielsweise die Allianz Umweltstiftung, die kleinere bis mittlere Projekte zur Entwicklung und Erhaltung von Gewässern fördert oder die Deutsche Umwelthilfe e. V. (DUH), die in ihrem Förderbereich "Lebendige Flüsse" Projekte zur eigendynamischen Gewässerentwicklung und Reaktivierung wertvoller Auenbereiche unterstützt (DUH 2020).

4.4.2. Schema zur Ausweisung des Freien Pendelraums

(1) Auswahl eines Fließgewässerabschnitts zur Anwendung des Pendelraumkonzepts

- Erfassen von Fließgewässerabschnitten im Zuständigkeits-/Interessenbereich mit folgenden Charakteristika
 - o Wenig Siedlungsbeschränkungen oder weitere ausschließende Restriktionsflächen
 - o Naturnahes Abflussgeschehen (kein Staueinfluss, kein Schwallbetrieb eines Wasserkraftwerks im direkten Oberlauf etc.)

Methodik:

- Recherche möglicher Fließgewässerabschnitte über
 - o räumliche Analysen und Auswertung von Karten
 - o Kommunikation mit zuständigen Behörden, Naturschutzorganisationen etc., da häufig schon grobe Auswertungen (z. B. durch Erfassen des Gewässerzustands im Rahmen der WRRRL) vorhanden, z. B. für größere Flüsse Deutschlands Auenpotenzial-Auswertung des Bundesamts für Naturschutz (BfN)

(2) Erfassen der Rahmenbedingung des Fließgewässerabschnittes und Datenerhebung

- Erfassen der (länderspezifischen oder lokalen) Zuständigkeiten
- Prüfen der Flächenverfügbarkeit, Erfassen von Restriktionen
- Erfassen der vorhandenen Infrastruktur
- Analyse des Fließgewässer- und Auezustands
- Ableiten des Handlungsbedarfs

Methodik:

- Recherche relevanter Stakeholder (Behörden, Anwohner, Interessengemeinschaften wie Naturschutzorganisationen oder Vereine, die das Gewässer und sein Umfeld nutzen, z. B. Angelvereine)
- vorhandene nutzbare Flächen erfassen, weitere notwendige Flächen sichern (am besten eigentumsrechtliche Sicherung durch öffentliche Hand, Forstverwaltungen, Naturschutzverbände o. ä., s. Kapitel 4.4.1.1), letzteres gilt für Flächen, die unmittelbar von Erosion betroffen sind, weitere Flächen können zunächst in der Nutzung verbleiben
- Datenrecherche (bei Umwelt-, Wasserwirtschaftsämtern etc.), Aufnahme/Messung fehlender Daten vor Ort
- Kommunikation mit Stakeholdern über Interessen, lokale Projekte (Projektideen, in Planung, in Bearbeitung, abgeschlossene Projekte), Restriktionen etc. → Synergien und vorhandene Infrastruktur nutzen

(3) Flusstypisierung und Leitbilderstellung

- Gewässertyp bestimmen
- Leitbild des Gewässertyps bestimmen
- Entwicklungsrichtung nach dem Leitbild auf den betrachteten Fließgewässerabschnitt übertragen

Methodik:

- Typisierung durch die Typenkarte von Pottgiesser & Sommerhäuser (2003) sowie durch die Steckbriefe von Koenzen (2005), Pottgiesser & Sommerhäuser (2008) und Dahm et al. (2014)
- Parameter aus Steckbriefen abgleichen mit Gegebenheiten vor Ort, wenn notwendig Anpassung (z. B. Wahl des Gewässertyps benachbarter Fließgewässerabschnitte)

(4) Allgemeine gewässertypspezifische Entwicklungsziele

- Entwicklungsrahmen festlegen, um die morphodynamischen Prozesse und Veränderungen zu kommunizieren und für evtl. Sicherungen des Pendelraum-Rands abzuschätzen
- Rahmenbedingungen für eine Verbesserung der Eigendynamik des Flusses schaffen, um dadurch ökologische Verbesserungen zu erreichen
→ keine detaillierten, flächenscharfen Ziele ausformulieren, da eine eigendynamische Entwicklung des Gewässers angestrebt wird

Methodik:

- Entwicklungsbereiche, -ziele und -prognosen formulieren und mit relevanten Stakeholdern besprechen
- morphodynamisch besonders aktive Bereiche eingrenzen, um die Entwicklung zu beobachten und ggf. eingreifen zu können

(5) Berechnung des Freien Pendelraums

- Pendelraum des Fließgewässerabschnitts berechnen, d. h. Flächenbedarf für die Ausbildung der relevanten Strukturen nach Leitbild des Gewässertyps bestimmen und Restriktionsflächen abziehen

Methodik:

- Pendelraum-Berechnung nach Dahm et al. (2014) für einen groben Überblick
- Pendelraum-Berechnung nach LAWA (2016) für eine detailliertere Ausweisung
- wenn anthropogene Überprägung des Gebiets, Pendelraum-Berechnung nach Regimetheorie (Yalin & da Silva 2001)

(6) Umsetzungsrelevante Rahmenbedingungen prüfen

- Der definierte Pendelraum muss für eine praktische Ausweisung mit verschiedenen Akteuren und Belangen abgestimmt werden:
 - Behörden: derartige Vorgehen sollten stets frühzeitig mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden (s. (2))
 - Anwohner und Landnutzer: Restriktionen und Belange berücksichtigen, Informationen über Projektfortschritt weitergeben, Ausgleichsflächen für nicht mehr nutzbare Flächen vergeben (alternativ finanzieller Ausgleich)
 - Hochwasserschutz: wenn bestehende Rechtsansprüche vorliegen, müssen diese auch zukünftig gewährleistet werden
 - Naturschutz: prüfen, ob Schutzgebiete etc. betroffen sind und sich daraus Restriktionen ergeben könnten
- Die Realisierung der Pendelraum-Ausweisung ist zudem abhängig von:
 - Flächenverfügbarkeit
 - Kosten und Fördermöglichkeiten

Methodik:

- Kommunikation mit Akteuren, weiteres Vorgehen abhängig von Gegebenheiten vor Ort und bereits vorhandenen bzw. notwendigen Genehmigungen etc.
- Flächenverfügbarkeit: vgl. (2), notwendige Flächen eigentumsrechtlich sichern, z. B. wenn in naher Zukunft Erosionsgefährdung angenommen wird, in restlichen Flächen kann Nutzung

verbleiben, dabei wird naturverträgliche Nutzung (extensive Grünlandnutzung, Sukzessionsflächen für Auwald) empfohlen

- Naturschutz: Schutzstatus der Flächen prüfen, notwendige Untersuchungen und Prüfungen (z. B. FFH- oder Umwelt-Verträglichkeitsprüfungen) mit Behörden abstimmen
- Kostenkalkulation, für:
 - o Entsicherungsmaßnahmen und evtl. Neuanlage von Sicherungen am Korridorrand
 - o Verträglichkeitsprüfungen
 - o Personalkosten für Prüfung der Flächenverfügbarkeit, Monitoring, Kommunikation etc.
 - o Flächenerwerb
- Förderungen: Fördertöpfe von der EU, dem Bund oder den Ländern bzw. (Teil-)Finanzierung durch Stiftungen etc. möglich (s. Kapitel 4.4.1.2)

(7) Leitfaden mit Entwicklungsrahmen und Freiem Pendelraum erstellen

- Leitfaden erstellen: dieser stellt ein nachvollziehbares Gesamtkonzept der Ausweisung des Freien Pendelraums dar, in dem zusammenfassend die Vorgehensweise, Handlungsempfehlungen, Restriktionen und Erweiterungsmöglichkeiten dargestellt werden
- ebenfalls im Leitfaden dargestellt wird nach Berücksichtigung der Belange aus (6) die genaue Lage und Fläche des Freien Pendelraums

Methodik:

- Leitfaden erstellen, dieser beinhaltet die Zusammenfassung der vorbereitenden Schritte zur Pendelraum-Ausweisung (nachvollziehbare Darstellung der Schritte (1) bis (6)), insbesondere
 - o Entwicklungsrahmen/-ziele
 - o Berechnung des Pendelraums und kartographische Darstellung z. B. über Geoinformationssystem (technische Vorgehensweise s. Kapitel 3.5.3.1), die
 - die Lage des Pendelraums zeigen
 - Uferentsicherungsmaßnahmen u. ä. darstellen
 - durch Erosion gefährdete Gebiete oder bereits abschätzbare notwendige Sicherungsmaßnahmen am Pendelraum-Rand darstellen
 - o Handlungsempfehlungen, Priorisierungen und Kostenabschätzung der Entsicherungsmaßnahmen, Sicherungsmaßnahmen, Pflegemaßnahmen (inkl. Zuständigkeiten)
 - o Flächenverfügbarkeit und Fördermöglichkeiten
 - o optional Erweiterungsoptionen des Pendelraums
- Absprache mit Behörden und abschließende Information aller Akteure

(8) Freien Pendelraum umsetzen

- Eigendynamische Gewässerentwicklung zulassen
- optional: Umland ökologisch aufwerten

Methodik:

- Bestehende Ufersicherungen oder andere Einschränkungen der eigendynamischen Entwicklung entfernen
- Nutzung im ausgewiesenen Korridor kann fortgeführt werden, bis Flächen durch die Gewässerverlagerung in Anspruch genommen werden
- optional: zur weiteren ökologischen Aufwertung Umwandlung von Ackerflächen im Vorland in extensives Grünland oder Zulassen der Sukzession möglich

(9) Vorsorge und Beobachtung der Gewässerentwicklung

- Flussabschnitt vor der Ausweisung des Freien Pendelraums nach gewünschten Kriterien erfassen
- je nach Entwicklungszielen und Kapazitäten Erfassung wiederholen

Methodik:

- je nach gewünschter Genauigkeit vorgeschlagene Monitoringkonzepte (Methode der naturschutzfachlichen Bewertung, Kapitel 3.4, detailliertere Erfassung nach Monitoringkonzept, Anhang A4) verwenden:
 - o notwendig ist die Erfassung der Flusslaufverlagerung, um rechtzeitig Sicherungsmaßnahmen am Korridorrand durchführen zu können
 - o um die ökologische Aufwertung zu dokumentieren und quantifizieren ist eine Erfassung der Gewässerstruktur empfehlenswert und optional die Erfassung der Gewässerqualität sowie von Arten (Pflanzen und Tiere) und Biotopen
- Erfassung wird vor Maßnahmenumsetzung, direkt nach der Umsetzung (Entfernungen Ufersicherung etc.), nach zwei bis drei Jahren für kurzfristige Veränderungen und nach ca. zehn Jahren für mittelfristige Veränderungen empfohlen
- auch nach großen Hochwasserereignissen Monitoring wiederholen und bei Bedarf Sicherungsmaßnahmen (z. B. versteckte Bühnen oder Flussbausteine) am Korridorrand durchführen

Der vorgeschlagene Ablauf zur Ausweisung des Pendelraums mit den wichtigsten Detailpunkten ist auch in der folgenden Graphik schematisch dargestellt:

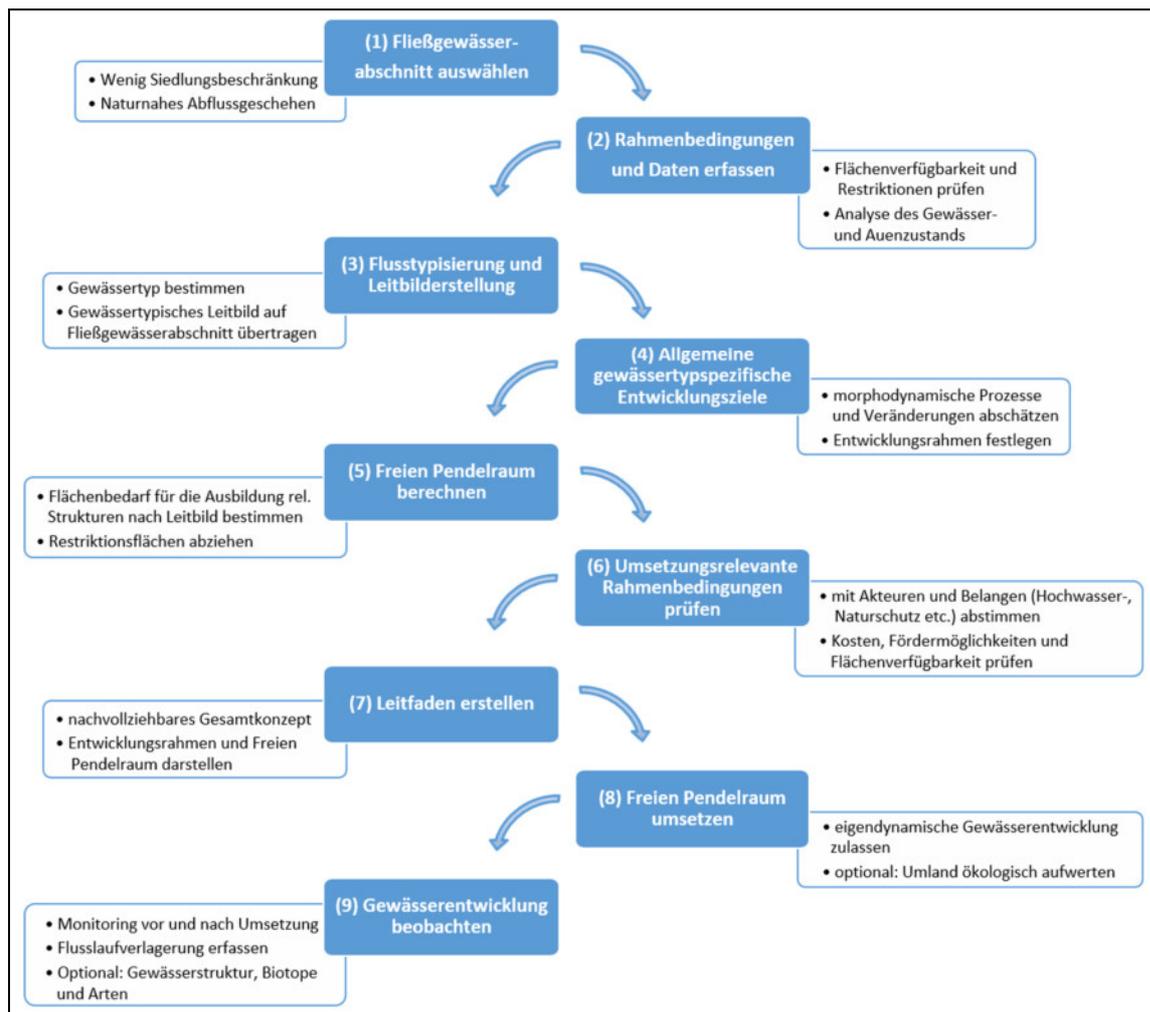


Abbildung 110: Schema zur Ausweisung eines Freien Pendelraums an einem Fließgewässerabschnitt.

4.4.3. Maßnahmenideen im Sinne des Freien Pendelraums an der Ammer

Die Ammer als Fluss in den Voralpen mit einer naturnahen dynamischen Abfluss- und Geschiebeführung, aber einer abschnittsweise eingeschränkten Gewässermorphologie durch Ufersicherungen und flussbegleitende Deiche, bietet ein hohes Potenzial und eine gleichzeitige hohe Notwendigkeit für die Umsetzung eines Freien Pendelraums. Eine Untersuchung typischer Arten alpiner Fließgewässer durch Müller et al. (2019) ergab, dass beispielsweise die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) an der Ammer nur noch am Ende der Ammerschlucht mit wenigen Individuen vertreten ist, während in Bereichen mit weiteren bekannten historischen Vorkommen keine Individuen mehr nachgewiesen werden konnten. Hier ist eine naturnahe Entwicklung mit Schaffung typischer Habitate, wie Schotterpionierfluren als Keimflächen, sehr wichtig für den Erhalt dieser gefährdeten Arten.

Zudem ergaben sich an der Ammer im Projektverlauf durch das kooperative Wasserwirtschaftsamt Weilheim und das Engagement des WWF Deutschlands bzw. des Zusammenschlusses mehrerer Verbände als Ammer-Allianz eine gute Diskussionsgrundlage und Erfahrungsaustausch für die Konkretisierung von Maßnahmenideen. Im Projektgebiet wurden in den letzten Jahren bereits mehrere Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt, um die ökologischen Einschränkungen zu verringern, was auf eine hohe Bereitschaft für die Umsetzung weiterer Maßnahmen schließen lässt (Müller 2017).

4.4.3.1. Maßnahmenoptionen

Aufgrund von Grundstücksverfügbarkeit, bereits bestehenden Projektansätzen, möglichen Synergien mit wasserwirtschaftlichen Erwägungen und der Flussmorphologie wurden in drei Bereichen des Projektgebiets an der Ammer besonders großes Potential für Umsetzungsoptionen im Sinne des Freien Pendelraums gesehen.

1) Deichrückverlegung flussab von Peißenberg

Nach dem Pfingsthochwasser 1999, bei dem es an der Ammer im Projektgebiet zu Ausuferungen kam, wurde im Gewässerentwicklungsplan bereits die Maßnahmenidee einer Deichrückverlegung flussab von Peißenberg südlich der Berghofsiedlung öffentlich diskutiert (Merkur 2009). In Folge dieser Überlegungen wurde südlich der Berghöfe bereits mit dem Bau eines Deiches zum Hochwasserschutz der linksufrig gelegenen landwirtschaftlichen Betriebe begonnen. Die ausgedeichte Fläche kann im Hochwasserfall überflutet werden (Abbildung 111, Abbildung 112).



Abbildung 111: Überblick über den Bereich der Maßnahmenoption an der Ammer flussab von Peißenberg.

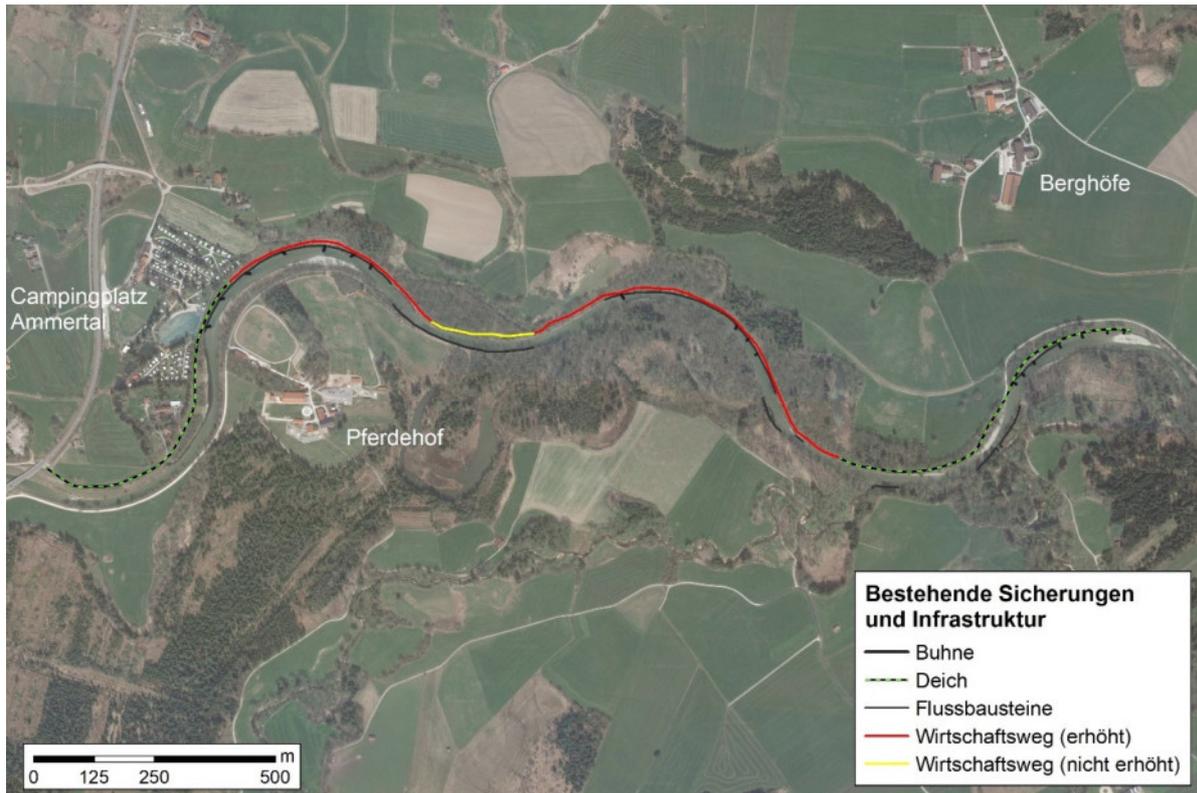


Abbildung 112: Bestehende Ufersicherungen und Infrastruktur an der Ammer flussab von Peißenberg.

Um einen Freien Pendelraum für die Ammer in diesem Gebiet zu ermöglichen, werden die Ufersicherungen entfernt und der gewässerbegleitende Wirtschaftsweg wird aufgelöst und auf den zurückverlegten Deich verlegt, der nach Bedarf ertüchtigt wird. Der ehemalige erhöhte Wegbereich wird mindestens auf das Umlandniveau abgesenkt (Abbildung 113). Dann kommt es in dem skizzierten Raum schneller zu Überströmungen im Hochwasserfall und zu einer flussmorphologischen Reaktivierung durch die Uferentsicherung. Dies erhöht die Strukturvielfalt durch die Eigendynamik des Wassers und die Verfügbarkeit morphologisch aktiver Flächen.

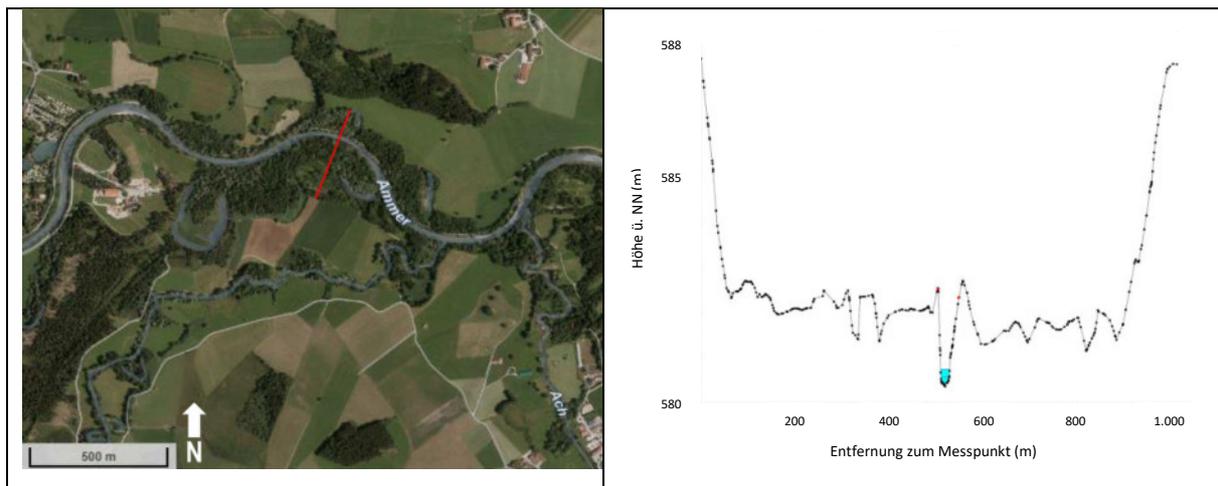


Abbildung 113: Lage des Querprofils (links) sowie das vermessene Querprofil (rechts) an der Ammer bei Peißenberg. Im Querprofil sind deutlich die erhöhten Uferbereiche an der Ammer (blau) erkennbar (verändert aus Steinberger 2018).

Es werden drei Maßnahmenvarianten unterschiedlicher Flächenausdehnung genauer betrachtet (Tabelle 54, Abbildung 114).

Tabelle 54: Hinzugewonnene Fläche für den Freien Pendelraum (ha) und die Länge der Uferentsicherung (m) für die drei Maßnahmenvarianten an der Ammer flussab von Peißenberg.

Variante	Fläche (ha)	Länge der Uferentsicherung (m)	Länge Deichrückverlegung bzw. -ertüchtigung (m)
1A	13,8	Deich: 745 Weitere Entsicherung: 765	1.400
1B	19,4	Deich: 745 Weitere Entsicherung: 840	1.670
2	28,0	Deich: 745 Weitere Entsicherung: 1.500	2.260

Variante 1A und 1B beziehen vor allem die bereits durch den begonnenen zurückverlegten Deich abgedeckte Fläche ein. Die etwas größere Variante 1B deckt dabei noch etwas weiter von der Ammer entfernt liegende Flächen ab, die nach dem Digitalen Geländemodell noch ehemalige Flusstrukturen der Ammer aufweisen, aber durch die flussfernere und höhere Lage morphologisch beruhigtere Bereiche darstellen. Variante 2 beginnt dagegen direkt nach dem Campingplatz Ammertal und ermöglicht auf 28 ha eine eigendynamische Entwicklung der Ammer und eine Aufwertung der Auwälder durch eine erhöhte Überflutungshäufigkeit und die Förderung offener Kiesbänke als Keimflächen für typische Arten alpiner Flussauen.

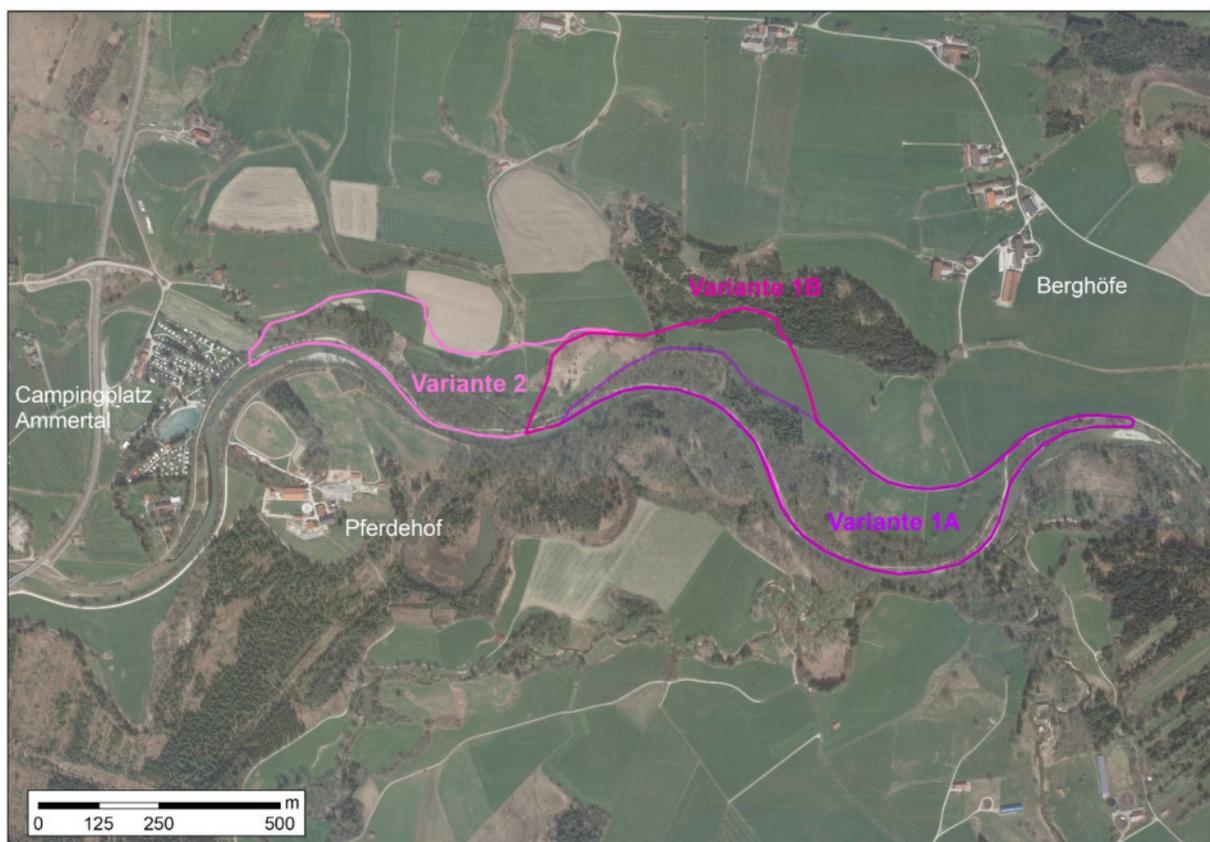


Abbildung 114: Maßnahmenvarianten an der Ammer flussab von Peißenberg.

Variante 1A

Die kleinste Variante 1A umfasst mit ca. 13,8 ha die Flächen des begonnen zurückverlegten Deichs nach dem Pfingsthochwasser 1999 (Abbildung 115). Die Flächen werden vor allem von Auwald bedeckt (53 %) oder werden als Wiese und Weide genutzt (32 %) (Tabelle 55). Zudem sind Augewässer, wie Altarmstrukturen und ein einmündendes Seitengewässer in diesem Bereich vorhanden. Auf dem

aktuellen Grünland kann die Sukzession zugelassen werden und eine Auwaldentwicklung ermöglicht werden. Dies wird auch im Gewässerentwicklungsplan der Ammer empfohlen (Frey et al. 2006).

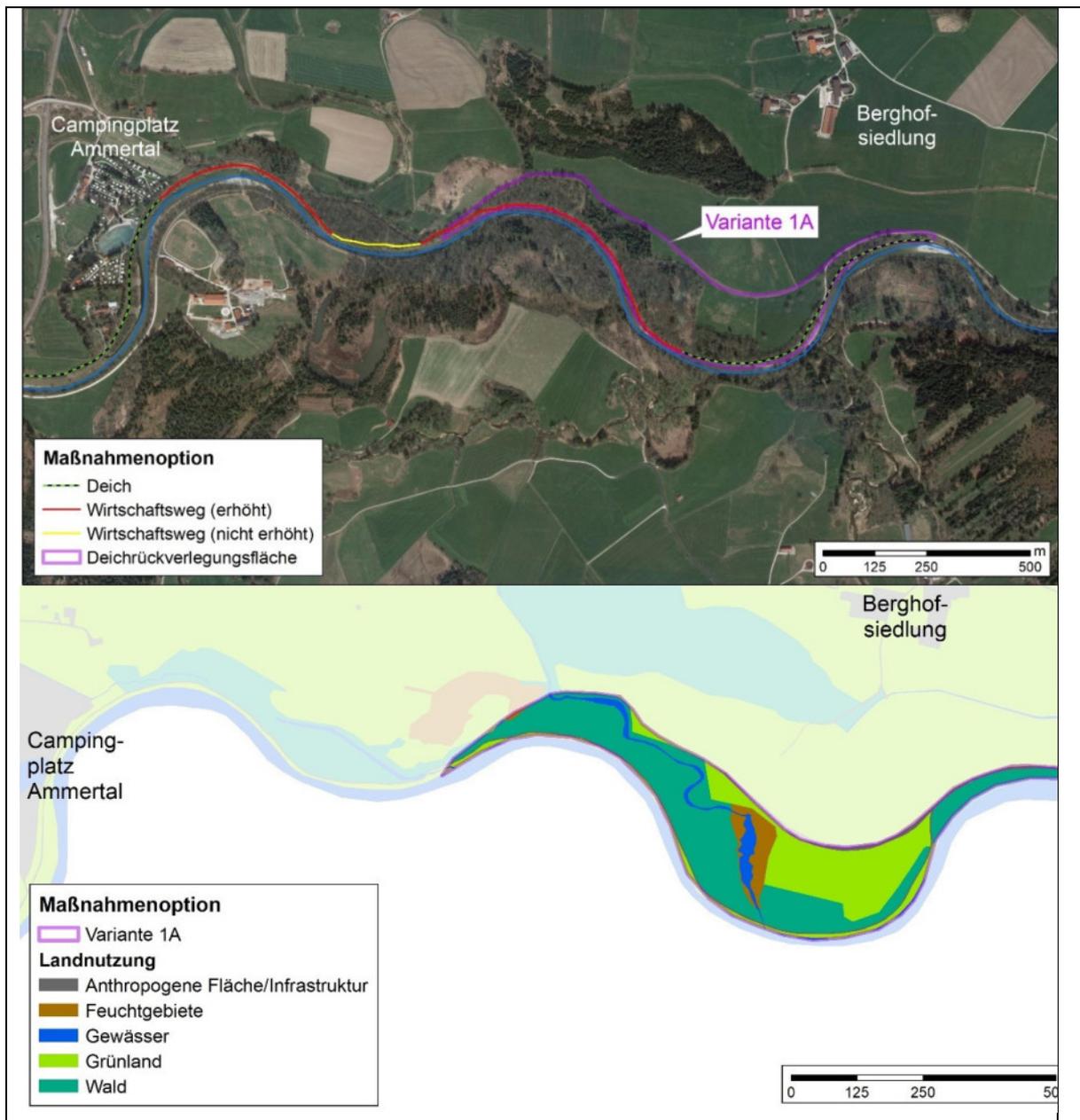


Abbildung 115: Lage (oben) und aktuelle Landnutzung (unten) der Maßnahmenvariante 1A an der Ammer flussab von Peißenberg mit einer Fläche von 13,8 ha für den Freien Pendelraum.

Tabelle 55: Aktuelle Landnutzung in der Maßnahmenvariante 1A.

Landnutzung	Größe (ha)	Anteil (%)
Anthropogen beeinflusste Bereiche / Infrastruktur	0,6	4,6
Feuchtgebiete	0,8	5,4
Gewässer	0,7	5,0
Grünland	4,4	31,9
Wald	7,3	53,0
Gesamt	13,8	100,0

Variante 1B

Variante 1B schließt neben den Flächen von Variante 1A noch flussfernere Flächen ein, die aktuell von Grünland bzw. Nadelforst bedeckt sind (Abbildung 116). Auch eine westlich gelegene Feuchtwiesenfläche ist in diese Maßnahmenvariante integriert. Neben Wald (43 %) und Grünland (39 %) ist daher der Flächenanteil der Feuchtgebiete in dieser Maßnahmenvariante mit 11 % daher ebenfalls hoch (Tabelle 56/Tabelle 55). Zudem sind Augewässer, wie Altarmstrukturen und ein einmündendes Seitengewässer in diesem Bereich vorhanden.

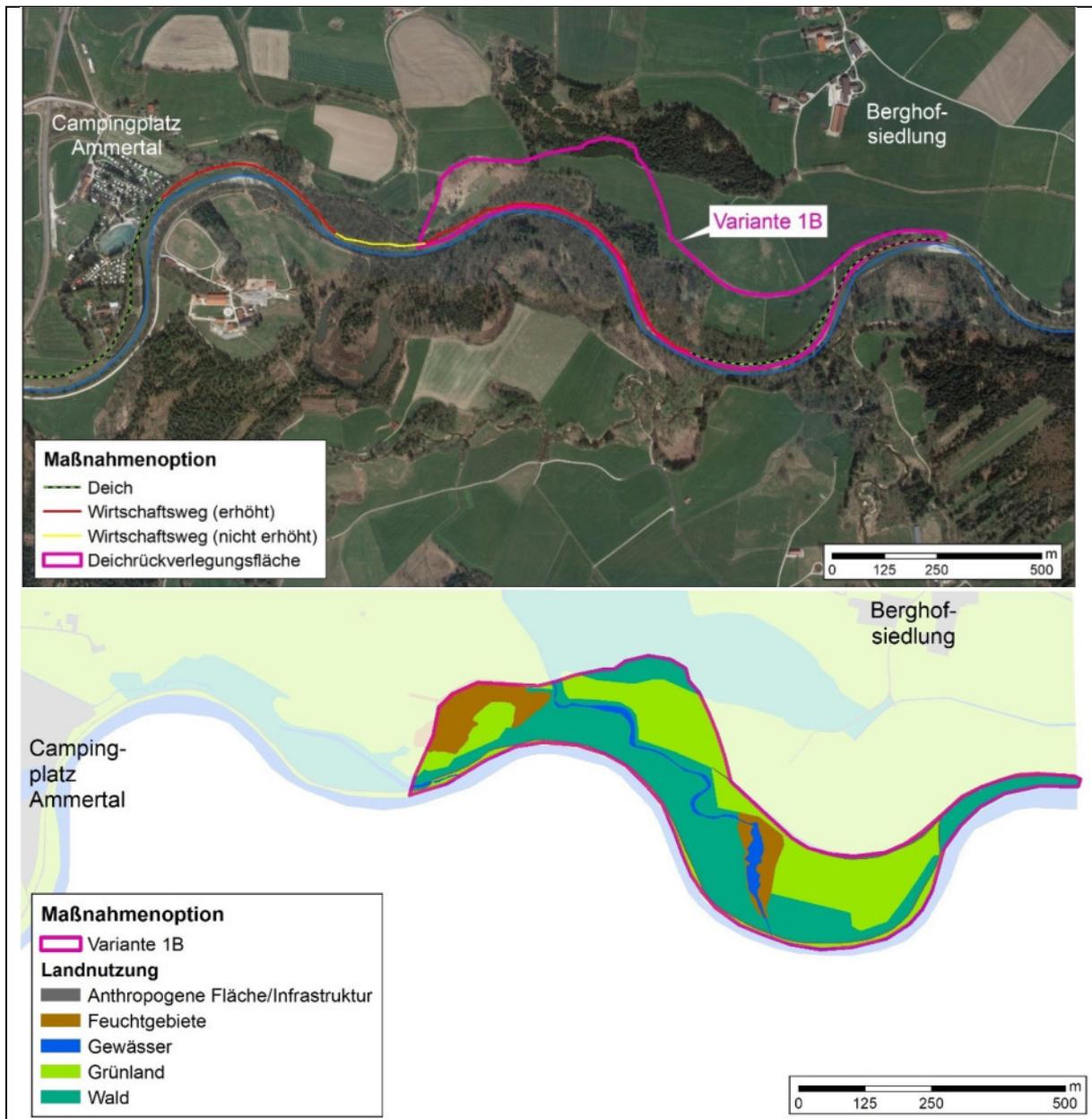


Abbildung 116: Lage (oben) und aktuelle Landnutzung (unten) der Maßnahmenvariante 1B an der Ammer flussab von Peißenberg mit einer Fläche von 19,4 ha für den Freien Pendelraum.

Tabelle 56: Aktuelle Landnutzung in der Maßnahmenvariante 1B.

Landnutzung	Größe (ha)	Anteil (%)
Anthropogen beeinflusste Bereiche / Infrastruktur	0,7	3,4
Feuchtgebiete	2,1	10,9
Gewässer	0,7	3,8
Grünland	7,5	38,8

Landnutzung	Größe (ha)	Anteil (%)
Wald	8,4	43,2
Gesamt	19,4	100,0

Variante 2

Variante 2 reicht ab dem Campingplatz Ammertal bis zu den Flächen südlich der Berghofsiedlung und umfasst damit ca. 28 ha (Tabelle 57). Diese Variante deckt sowohl die flussnahen Auwaldbereiche (ca. 12 ha), als auch verschiedene Arten von Auegewässern (insgesamt fast 1 ha) ab. Dies betrifft den sogenannten Quelltopf, als auch das bereits in den Varianten 1A und 1B eingeschlossene Seitengewässer und Altarme. 42 % der Maßnahmenfläche sind von Grünland bedeckt.

Durch die Absenkung des Wegs erhöht sich die Überflutungshäufigkeit und damit auch das Retentionsvermögen im Hochwasserfall. Dies ist neben der Entwicklung von Auwald durch Sukzession oder Pflanzung und der extensiven Bewirtschaftung eines der Ziele im Gewässerentwicklungsplan der Ammer in diesem Bereich (Frey et al. 2006).

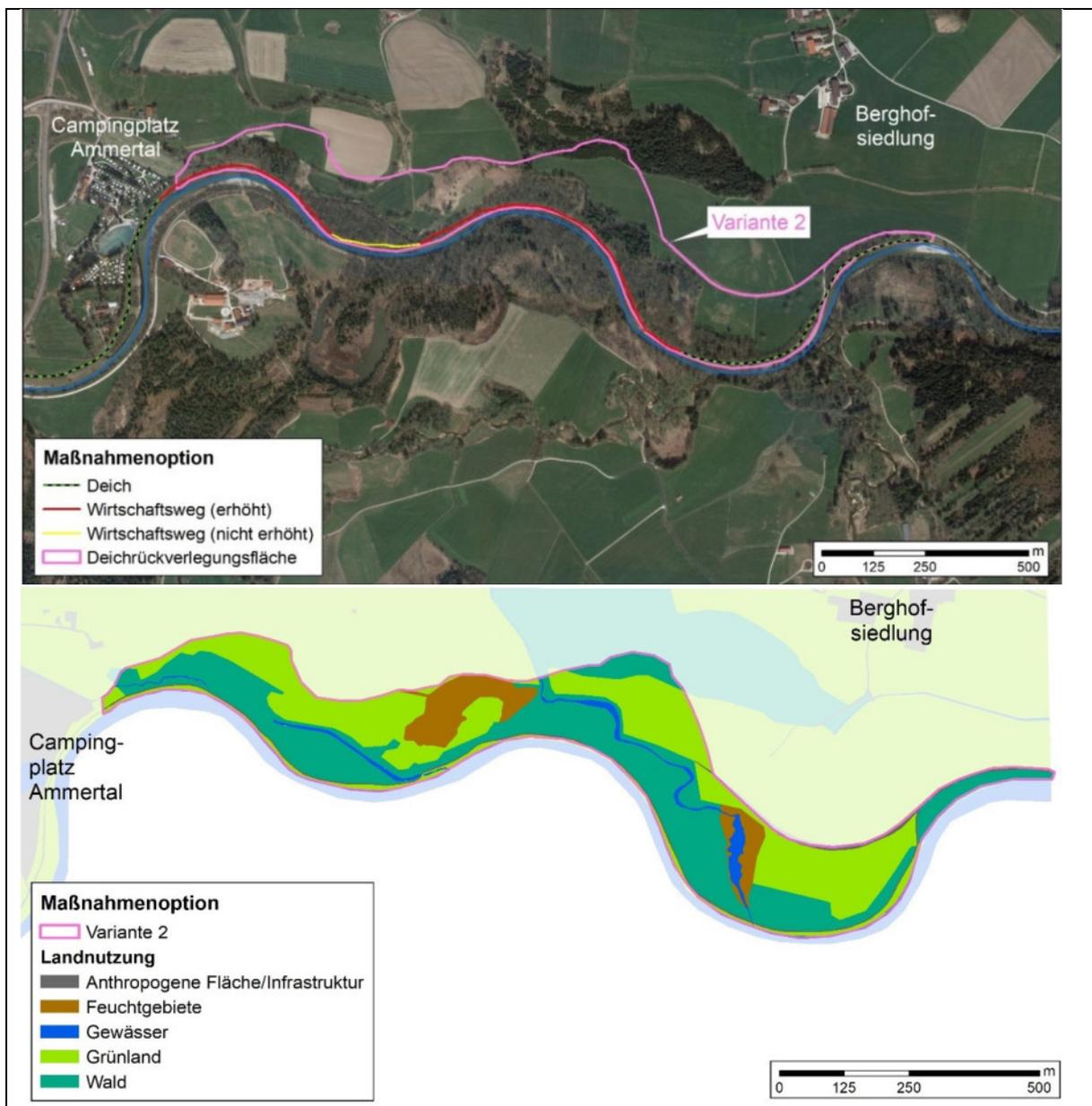


Abbildung 117: Lage (oben) und aktuelle Landnutzung (unten) der Maßnahmenvariante 2 an der Ammer flussab von Peißenberg mit einer Fläche von 28 ha für den Freien Pendelraum.

Tabelle 57: Aktuelle Landnutzung in der Maßnahmenvariante 2.

Landnutzung	Größe (ha)	Anteil (%)
Anthropogen beeinflusste Bereiche / Infrastruktur	0,8	2,9
Feuchtgebiete	2,4	8,6
Gewässer	1,0	3,4
Grünland	11,8	42,0
Wald	12,1	43,0
Gesamt	28,1	100,0

Einen großen Vorteil des vorgeschlagenen Flussabschnitts stellen die Eigentumsflächen des Wasserwirtschaftsamts Weilheims dar, die den Flusslauf der Ammer und die Altarme abdecken. Einige bewaldete Flächen sowie das Grünland sind jedoch nicht im Besitz des Wasserwirtschaftsamts. Diese können jedoch in der aktuellen Nutzung verbleiben, da im Bereich zwar durch die Maßnahme von einer geringen Erhöhung der Überflutungsjährlichkeit der flussnahen Flächen und von Ufererosionen vor allem im Prallhangbereich ausgegangen wird, jedoch keine großflächige Verlagerung und Zerstörung der Waldbestände angenommen wird. Die Wälder in diesem Flussabschnitt wurden im Rahmen der Vegetationserfassung untersucht und weisen noch einen Auwaldcharakter auf (Kapitel 4.1.4). Jedoch fehlen zur Verjüngung der vorhandenen charakteristischen Baumarten offene Keimflächen. Dies verbessert sich durch die Ausweisung eines Freien Pendelraums und die dadurch ermöglichte Diversifizierung der Uferstrukturen oder Überschotterungen der Vegetation.

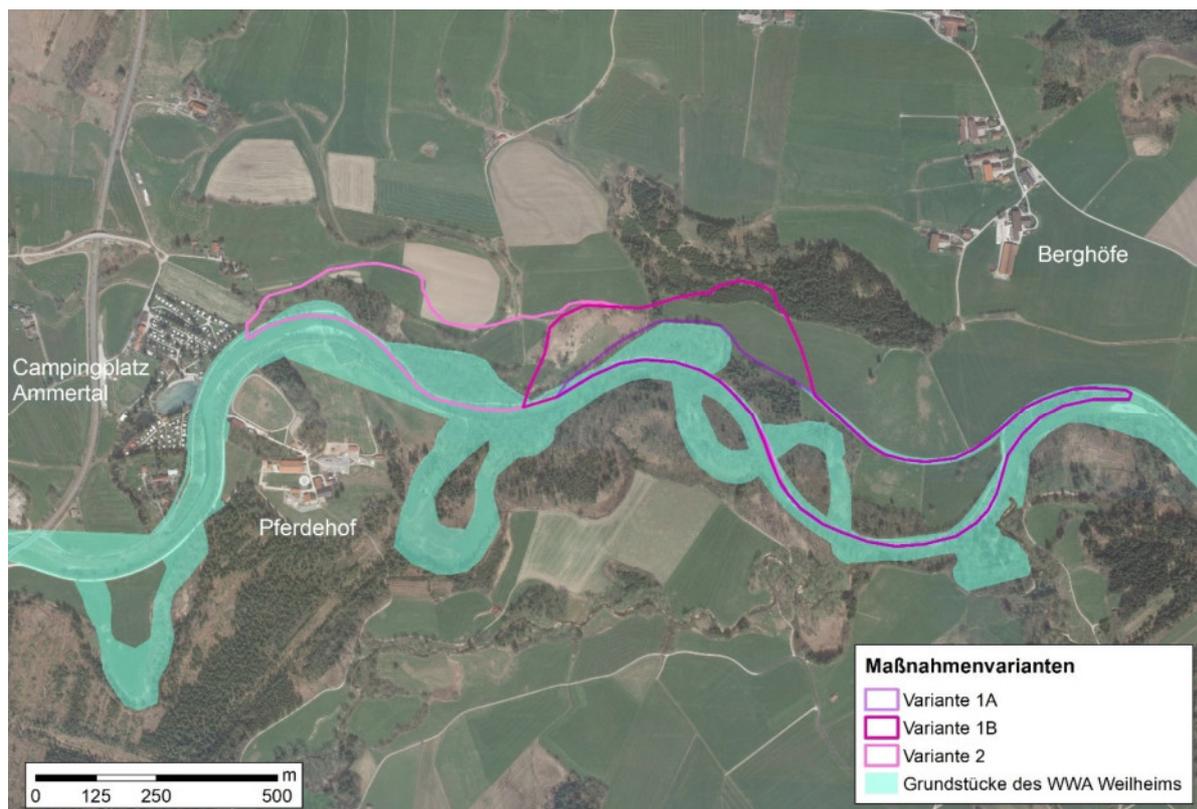


Abbildung 118: Grundstücke des Wasserwirtschaftsamts Weilheim in den drei Maßnahmenvarianten an der Ammer flussab von Peißenberg.

Für die drei verschiedenen Maßnahmenvarianten wurde an diesem Flussabschnitt auch der River Ecosystem Service Index (RESI) für drei Ökosystemdienstleistungen angewendet, um die Veränderungen durch eine Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts darzustellen (Kapitel 4.5). Durch eine Deichrückverlegung und durch Extensivierung wird sich durch eine Erhöhung der Überflutungen die Ausstattung mit auentypischen Habitaten erhöhen, zudem verbessert sich dadurch

die Sedimentregulation. Auch die Hochwasserregulation verbessert sich, nach dem RESI sind die Änderungen aber nur gering.

2) Linksufrige Aufweitung bei Unterhausen

Die zweite Maßnahmenoption liegt flussab von Weilheim vor dem linksseitigen Altarm (Abbildung 119 links). Die Ammer ist hier mit Ausnahme des Beginns des Mäanderbogens beidseitig von gewässerbegleitenden Deichen umgeben (Abbildung 119 rechts).



Abbildung 119: Übersicht über den Bereich der Maßnahmenoption (links) und bestehende Deiche (rechts) bei Unterhausen.

Direkt unterhalb des Grundwehres II bei Unterhausen kann linksufrig eine vollständige Uferentsicherung erfolgen, welche den gesamten Deich von dort bis zu dessen Ende kurz vor dem linksseitigen Altarm mit der Ochsenbacheinmündung (ca. 700 m Deich) entfernt (Abbildung 120). Variante 1 sieht eine Deichrückverlegung entlang des linksufrigen Wirtschaftswegs vor, die eine Ufererosion der Ammer im Prallhangbereich ermöglicht und ca. 11,5 ha Pendelraum-Fläche bereitstellt. Variante 2 erweitert diese Fläche um weitere 8 ha. Dabei wird der Deich in einem Bogen bis zur Ochsenbachmündung in den Altarm verlängert (Tabelle 58).

Tabelle 58: Hinzugewonnene Fläche für den Freien Pendelraum (ha) und die Länge der Uferentsicherung (m) für die beiden Maßnahmenvarianten an der Ammer bei Unterhausen.

Variante	Fläche (ha)	Länge der Uferentsicherung (m)	Länge Deichrückverlegung (m)
1	11,5	Deich: 735 Weitere Entsicherung: 180	800
2	8,3 (+11,5)	vgl. Variante 1	810 (bis zum Altarm)

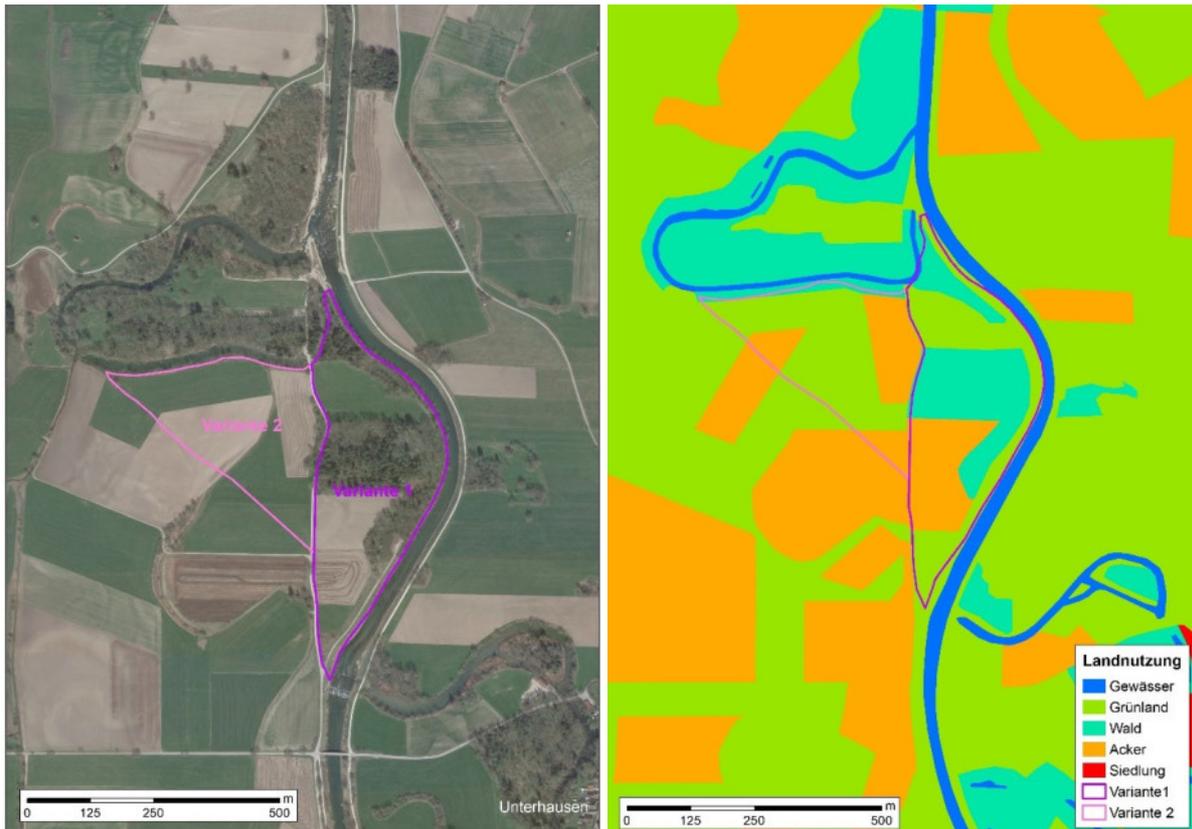


Abbildung 120: Die beiden Maßnahmenvarianten (links) und die aktuelle Landnutzung (rechts) an der Ammer bei Unterhausen.

Die Ammer und der Altmäanderbogen sind im Besitz des Wasserwirtschaftsamts Weilheim (Abbildung 121). Die Flächen zwischen dem geradlinigen Feldweg und dem Fluss sollten erworben werden, um der Gewässerentwicklung zur Verfügung zu stehen. Hier wird durch die Prallhangsituation eine Ufererosion angenommen. Da der Waldquerriegel in einiger Entfernung liegt, wird er die Gewässerentwicklung zunächst nicht behindern. Bei Bedarf kann eine Rinne angelegt oder eine Schneise in den Waldbestand geschlagen werden. Da der mittlere Teil dieses Waldbestands ein Fichtenforst ist (Kapitel 4.1.4.1 Plot *Fichtenforst*), verbessern sich durch die erhöhte Dynamik auch die Standortbedingungen und Ansiedlungsmöglichkeit auetypischer Gehölzarten. Primär schafft jedoch durch die Uferentsicherung die Erosion an der Prallhangkante offene Kiesflächen und mobilisiert lokal Geschiebe. Dadurch entstehen wertvolle Habitats, die flussab von Weilheim durch die Flussbegradigung und Eindeichung kaum mehr vorhanden sind. Dies sind z. B. offene Kiesbänke als Keimhabitate für gefährdete Arten wie die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*). Zudem ergeben sich wichtige Synergien mit dem Hochwasserschutz für Weilheim: bei entsprechender Aufweitung durch anhaltenden Erosionsvorgänge sollte sich langfristig eine leichte Absenkung von Hochwasserspiegeln nach Oberstrom feststellen lassen.



Abbildung 121: Grundstücke des Wasserwirtschaftsams Weilheim an der Ammer bei Unterhausen.

Der Altarm mit der Einmündung des Ochsenbachs war bereits 2017 Teil einer Renaturierungsmaßnahme (Müller 2017). Dabei wurde auf der Höhe des Altarms in der Ammer die Grundwehr III renaturiert und der Sohlunterschied über eine längere Strecke mit niedrigerem Gefälle durch eine Sohlgleite abgebaut. In diesem Zuge wurde zum Altarm eine Fischtreppe und ein Umgehungsgerinne angelegt, um Fischen die Wandermöglichkeiten in diese strömungsberuhigteren Bereiche zu ermöglichen und dadurch erreichbare Laich- und Jungfischhabitate zu schaffen (Abbildung 122). Durch die Einbindung dieses Altarms in den größeren Maßnahmenkomplex durch die hier vorgeschlagene Maßnahme würden weitere naturnahe Habitate entstehen.



Abbildung 122: Umgebautes Grundwehr III flussab von Unterhausen als Sohlgleite. Eine Fischtreppe aus Natursteinbecken verbindet die Ammer mit dem Ochsenbachmäander und ermöglicht eine Durchgängigkeit für Fische und andere aquatische Organismen (linker unterer Bildrand) (Foto: I. Juszczyk).

3) Deichrückverlegung an den Ammerhöfen (Pähl)

Im Flussabschnitt bei den Ammerhöfen im Norden des Projektgebiets vor der Abzweigung der Alten Ammer sind einige Totarme vorhanden, die vom Hauptlauf durch die gewässerbegleitenden Deiche abgeschnitten sind (Abbildung 123 links). Die Deiche verlaufen hier beidseitig direkt entlang des Gewässers, wodurch sich die Ammer durch die Verkürzung der Fließstrecke und die Erhöhung der Fließgeschwindigkeit deutlich eingetieft hat (Abbildung 123 rechts).



Abbildung 123: Übersicht (links) über den Bereich der Maßnahmenoption bei den Ammerhöfen und bestehende Deiche (rechts).

Ökologische Aufwertungsmaßnahmen sind in diesem Raum sehr wichtig, da an der Ammer durch die flussnahe Verbauung nahezu keine gewässertypischen Strukturen vorhanden sind. Zudem reicht die Wiesen- und ackerbauliche Nutzung direkt bis an das Gewässer heran. Auch die Ammerhöfe selbst liegen sehr gewässernahe (Abbildung 124 rechts). Um den Hochwasserschutz dieser Gebäude aufrecht zu erhalten, muss die Deichhöhe beibehalten werden, jedoch kann der Deich weiter vom Gewässer verlegt werden, um wenigstens minimale Strukturentwicklungen zu ermöglichen. Ziel der Maßnahmen ist wiederum primär die Uferentsicherung, nicht der Anschluss der sehr hoch liegenden Altmäanderschlingen (s. dazu auch Kapitel 4.4.4). Die Gehölzbestände werden bewusst nicht vor der Erosion geschützt, um eine naturnähere Dynamik zu erreichen. Durch die Ufererosion entstehen zudem offene Kiesbänke, die potenzielle Keimhabitate für Auwaldarten darstellen.

Dafür werden drei Maßnahmenvarianten vorgeschlagen, bei denen die linksufrigen, von der Ammer abgetrennten Altmäanderbögen wieder in das Überflutungs- und Erosionsgeschehen der Ammer eingebunden werden (Abbildung 124 links).

Bei der am nördlichsten liegenden Variante 1 werden durch die Deichrückverlegung 11 ha eingebunden, in denen ein Altarm mit Auwaldbeständen liegt (Tabelle 59). Variante 2 liegt im Süden des Maßnahmenbereichs. Dabei werden auf 12 ha drei durch die Deiche abgetrennte Altmäanderbögen durch eine Deichrückverlegung entlang der Scheitel mit leicht konvexen Deichlinien in die rezente Aue integriert. Die größte Variante 3 vereinigt beide vorhergehenden Varianten und weist eine Fläche von fast 28 ha für den Freien Pendelraum auf. Der Beginn der linksufrigen Uferentsicherung ist etwa 20 m stromab der Brücke der Raistinger Straße. Der rückverlegte Deich würde von der Brücke beginnen.

Tabelle 59: Hinzugewonnene Fläche für den Freien Pendelraum (ha) und die Länge der Uferentsicherung (m) für die drei Maßnahmenvarianten an der Ammer bei den Ammerhöfen.

Variante	Fläche (ha)	Länge der Uferentsicherung (m)	Länge Deichrückverlegung (m)
1	11,0	ca. 855	ca. 885
2	12,0	ca. 1.035	1.220
3	27,6	ca. 1.950	2.200

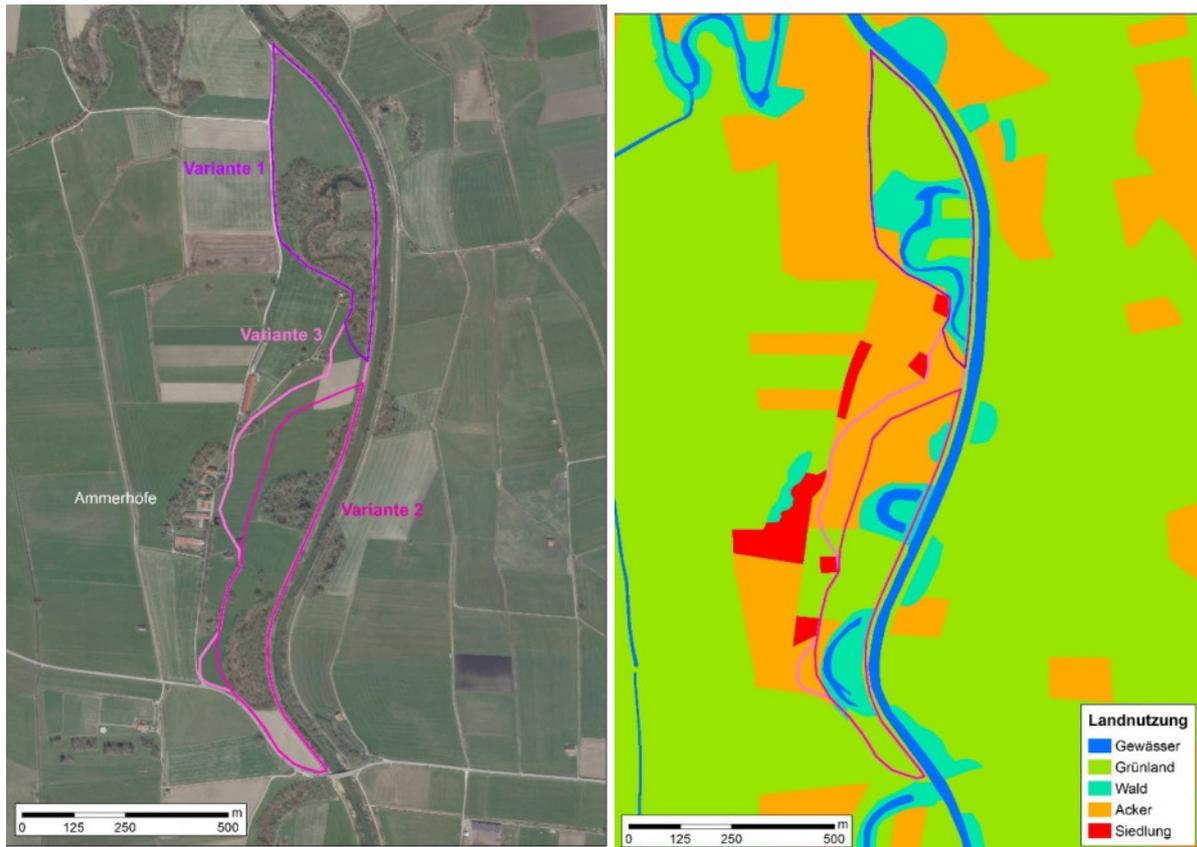


Abbildung 124: Die Maßnahmenvarianten (links) und die aktuelle Landnutzung (rechts) bei den Ammerhöfen

Der Maßnahmenbereich bietet sich auch durch die Eigentumsflächen des Wasserwirtschaftsamts Weilheim an, es muss ergänzend lediglich das dazwischenliegende Grünland erworben oder eingetauscht werden (Abbildung 125).



Abbildung 125: Grundstücke des Wasserwirtschaftsamts Weilheim (links) und aktuelle Landnutzung (rechts) der Maßnahmenvarianten bei den Ammerhöfen.

4.4.3.2. Rahmenbedingungen zur Umsetzung

An der Unteren Ammer ist der Hochwasserschutz der anliegenden Ortschaften sehr gut ausgebaut, daher begann man ab dem Jahr 2000 unter dem Motto „Neue Wege an der Ammer“ ökologische Maßnahmen in dem stark veränderten Flussabschnitt durchzuführen (Müller 2017). Auch flussab von Peißenberg wurde mit dem Bau des zurückverlegten Deichs südlich den Berghöfen begonnen, um der Ammer in diesem Bereich sowohl einen größeren und schneller bespannbaren Hochwasserretentionsraum zur Verfügung zu stellen, als auch eine ökologische Aufwertung zu erreichen. Um dies zu erreichen und nachhaltig zu sichern, sind die Entfernung der Ufersicherungen und die Einrichtung des Freien Pendelraums notwendig.

Aktuell wird an der Ammer der Bereich um das Schnalzwehr flussauf von Peißenberg im Rahmen des Hotspotprojektes Alpenflusslandschaften, eines Zusammenschlusses von 18 Projektpartnern koordiniert durch den WWF Deutschland, renaturiert und redynamisiert (Alpenflusslandschaften 2019). Das Schnalzwehr wurde 1963 erbaut, um nach einer Flussverengung durch eine Hangrutschung in der Ammerschlucht die Sohleintiefung der Ammer zu verhindern. Aktuell wird der Raum für den Fluss hier wieder erweitert, um wieder die Entstehung gewässertypischer Lebensräume wie Kiesflächen, Altwasser und Weidengebüsche zu ermöglichen (Müller 2017). Dies verdeutlicht, dass das Wasserwirtschaftsamt Weilheim Renaturierungsmaßnahmen positiv gegenübersteht und diese fördert, als auch, dass die Verbände und Vereine an der Ammer gut vernetzt sind und solche Maßnahmen unterstützen.

Für Renaturierungsmaßnahmen gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten der europäischen Union, des Bundes oder der Länder (s. Kapitel 4.4.1.2). Für die vorgeschlagenen Maßnahmen an der Ammer könnten Förderungen durch den Freistaat Bayern über die Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz vom 8. Oktober 2018 (RZWAs 2018) beantragt werden. Auch die Finanzierung über Verbände und Vereine wäre möglich.

4.4.4. Weitere Maßnahmenmöglichkeiten an der Ammer im Projektgebiet

Die wasserbaulichen Eingriffe an der Ammer seit Beginn des 20. Jahrhunderts mit dem Bau flussbegleitender Deiche sowie dem Durchstich einiger Mäanderbögen, führten zur Verkürzung der Fließstrecke im Projektgebiet, vor allem flussab von Weilheim. Dies erhöht das Gefälle, die Fließgeschwindigkeit und damit auch die Sohl Schubspannung und führt langfristig zur Sohleintiefung der Ammer (Kapitel 2.2). Die Vermessung von Querprofilen mit Altarmen und dem Hauptgerinne ergab beispielsweise die über zwei Meter betragende Eintiefung der Ammer am Altarm bei den Ammerhöfen (Steinberger 2019, Abbildung 126).

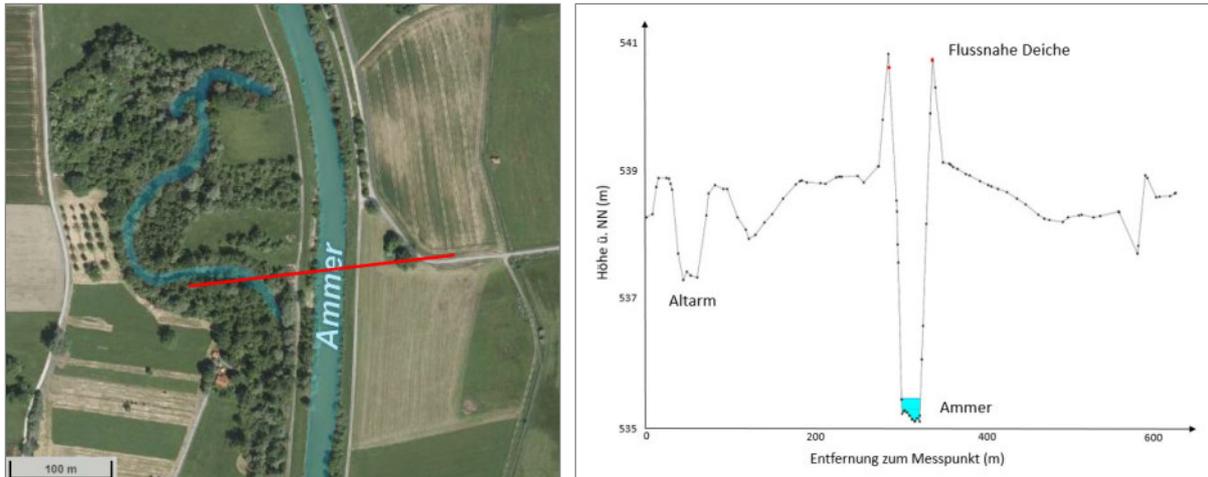


Abbildung 126: Luftansicht eines Totarms der Ammer bei den Ammerhöfen mit der Lage des Querprofils (links) sowie das vermessene Querprofil (rechts) (verändert aus Steinberger 2018).

Die Konzeptidee des Freien Pendelraums setzt auf eine Aufwertung des für das Gewässer verfügbaren Raumes und eine eigendynamische Gewässerentwicklung. Ist dies jedoch aus Gründen der Flächenverfügbarkeit in Gebieten mit strengen Restriktionen, wie siedlungsnahen Gebieten, erschwert, können auch kleinräumige Maßnahmenoptionen erarbeitet werden, welche sich auch unter diesen restriktiven Bedingungen umsetzen lassen. Wenn, wie an der Ammer flussab von Weilheim, auch eine vergleichbare Eintiefung vorliegt, kann die Grundannahme der eigendynamischen Entwicklung beispielsweise für die Altarmenbindung durch menschliche Tätigkeiten gestützt werden. Zusätzlich können solche Maßnahmen auch als Initialmaßnahmen für eine Dynamisierung eingesetzt werden, nach denen sich der Fluss im eingeschränkten Raum des Mäanderbogens eigenständig entwickeln kann.

Daher wurden im Rahmen der Masterarbeit von Steinberger (2019) auch Varianten für die Wiederanbindung von mehreren Altarmen an die Ammer im Projektgebiet erarbeitet und evaluiert (Abbildung 127). Dabei muss nicht notwendigerweise eine permanente Anbindung an den Hauptlauf angestrebt werden, auch eine temporäre Anbindung bei hohen Wasserständen ermöglicht die Wanderung aquatischer Organismen, verbessert die Wasser- und die Habitatqualität (Fisher & Stratford 2008, Seidel et al. 2017) und benötigt gleichzeitig weniger intensiv in das System eingreifende Maßnahmen. Dies wird von Steinberger (2019) für den Altarm bei den Ammerhöfen (Pähl) empfohlen. Dort ist das Ufer am Altarm bereits erhöht und müsste nur geringfügig ertüchtigt werden, um den bestehenden Hochwasserschutz des Ammerufers zu erlangen. Auch für den folgenden linksufrigen Altarm flussab der Ammerhöfe wäre eine derartige Anbindung möglich. Jedoch fehlen hier die Uferdeiche und müssten neu angelegt werden.

Dagegen empfiehlt Steinberger (2019) die Anbindung des rechtsufrigen Altarms bei Unterhausen (südlichster Auenbereich in Abbildung 127) nicht, da die Wohnhäuser Unterhausens direkt an den Altarm angrenzen und so umfassende Hochwasserschutzmaßnahmen durchgeführt werden müssten. Zudem könnten aufgrund dessen nur geringe Abflussmengen in den Altarm geführt werden, wodurch eine Sedimentation begünstigt wird.

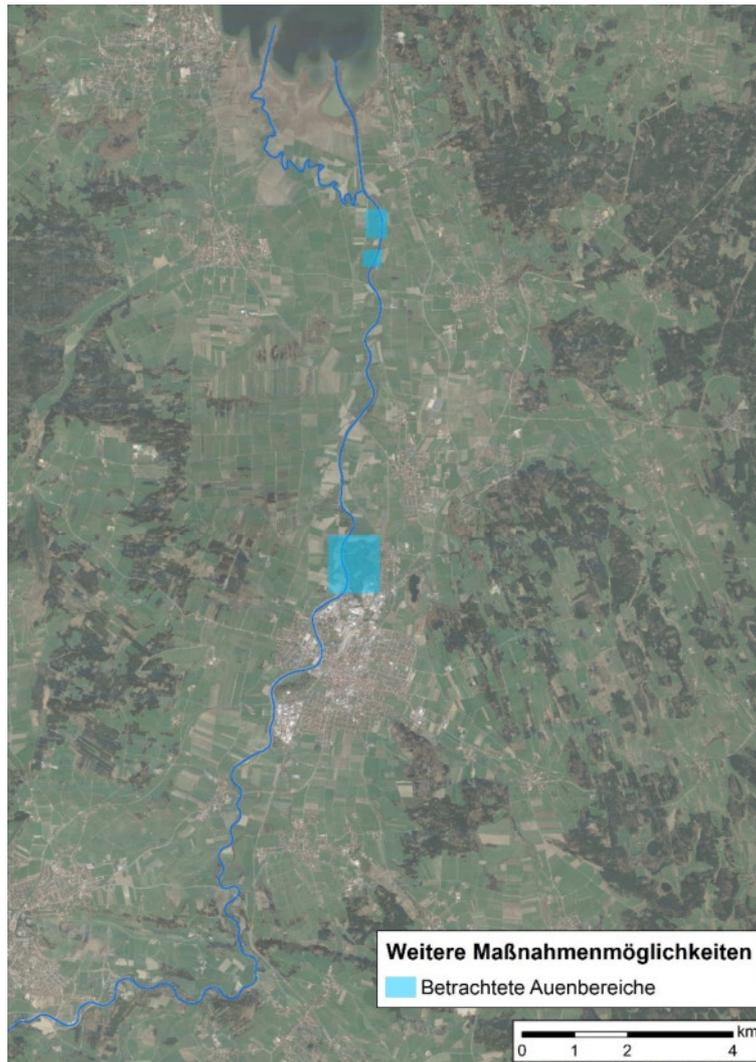


Abbildung 127: Betrachtete Auenbereiche für Wiederanbindungsmöglichkeiten von Altarmen an die Ammer in Steinberger (2019).

4.4.5. Bundesweite Analyse zur Ermittlung von möglichen Anwendungsräumen für das Freie Pendelraum-Konzept

Die Umsetzung des Freien Pendelraum-Konzeptes setzt immer eine vorherige Identifikation von Räumen, in denen dieses angewandt werden kann, voraus. Als Grundlage dafür bietet sich auf bundesweiter Ebene die Auenkulisse (Brunotte et al. 2009) des Bundesamts für Naturschutz (BfN) an, durch die eine einheitliche Abgrenzung der Flussauen der 79 größten deutschen Flüsse vorliegt.

Aus dieser kommen zunächst alle Bereiche, die nicht rückstaubeinflusst sind oder innerhalb der Netzkategorien A – C der Kategorisierung des Bundeswasserstraßennetzes (WSV) liegen, als Suchraum in Frage.

Siedlungsbereiche stellen ein weiteres zu beachtendes Ausschlusskriterium für eine Flächenauswahl dar, sodass für die Auswertung nur Kompartimente der Auenkulisse mit weniger als 1% Siedlungsfläche (nach Landbedeckungsmodell LBM-DE 2018) verwendet werden.

Nach Abzug der oben beschriebenen durch Restriktionen eingeschränkten Kompartimente können nun die Auenbereiche ausgewählt werden, für die sowohl das rezente Auenkompartiment, als auch das daneben liegende Altauenkompartiment mindestens einer Seite eines Flussauensegments

verfügbar sind (Begriffserklärungen s. Kapitel 4.5 Abbildung 143). Von besonderem Interesse für die Umsetzung eines Freien Pendelraums sind Auenabschnitte ab drei Kilometern Gewässerlänge.

Im Folgenden sind 14 Großräume an Flüssen verschiedener Gewässertypen beschrieben (Abbildung 128), die die nach Abschnittslänge größten verfügbaren Bereiche und zugleich mindestens drei zusammenhängende Bereiche > 3 km beinhalten.

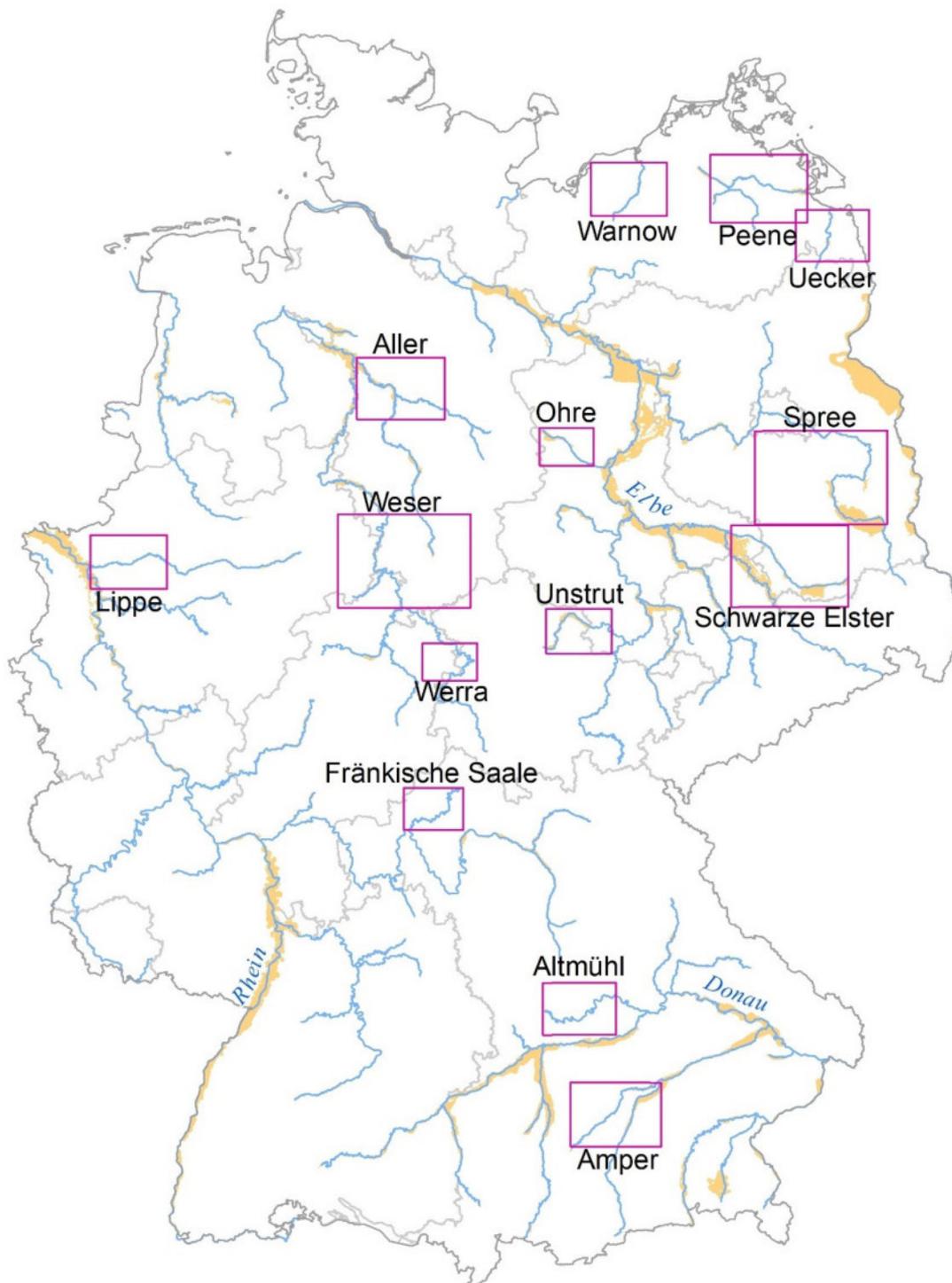


Abbildung 128: Übersicht der ermittelten Anwendungsräume des Freien Pendelraum-Konzepts.

4.4.5.1. Anwendungsräume

1) Aller (Großraum Celle – Verden)

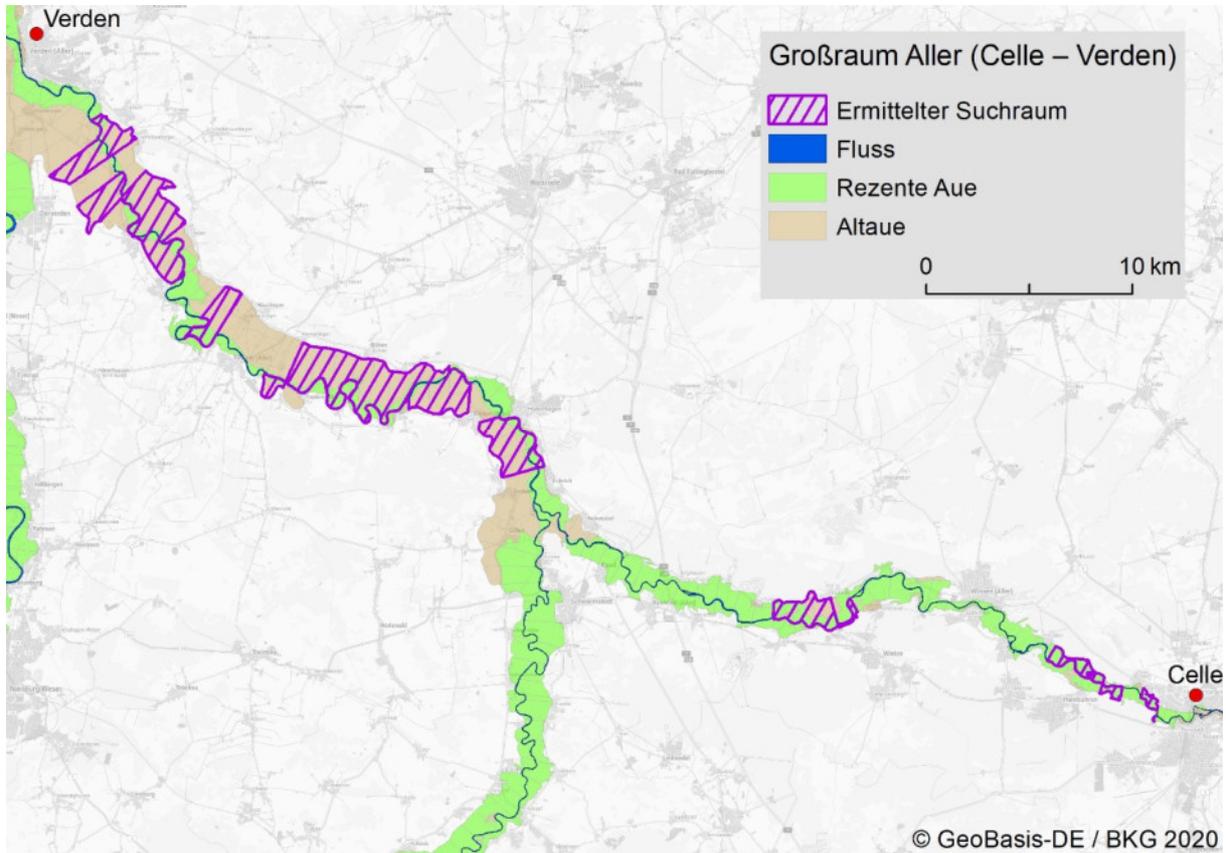


Abbildung 129: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Aller (Großraum Celle – Verden).

Tabelle 60: Datenblatt Aller (Großraum Celle – Verden).

Flussname	Aller
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Celle
Ende Großraumabschnitt	Verden
Netzkategorie BWaStr	Außerhalb des Kernnetzes
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	33 km
Anzahl Suchräume > 3 km	5

2) Altmühl (Großraum Treuchtlingen – Dietfurt)

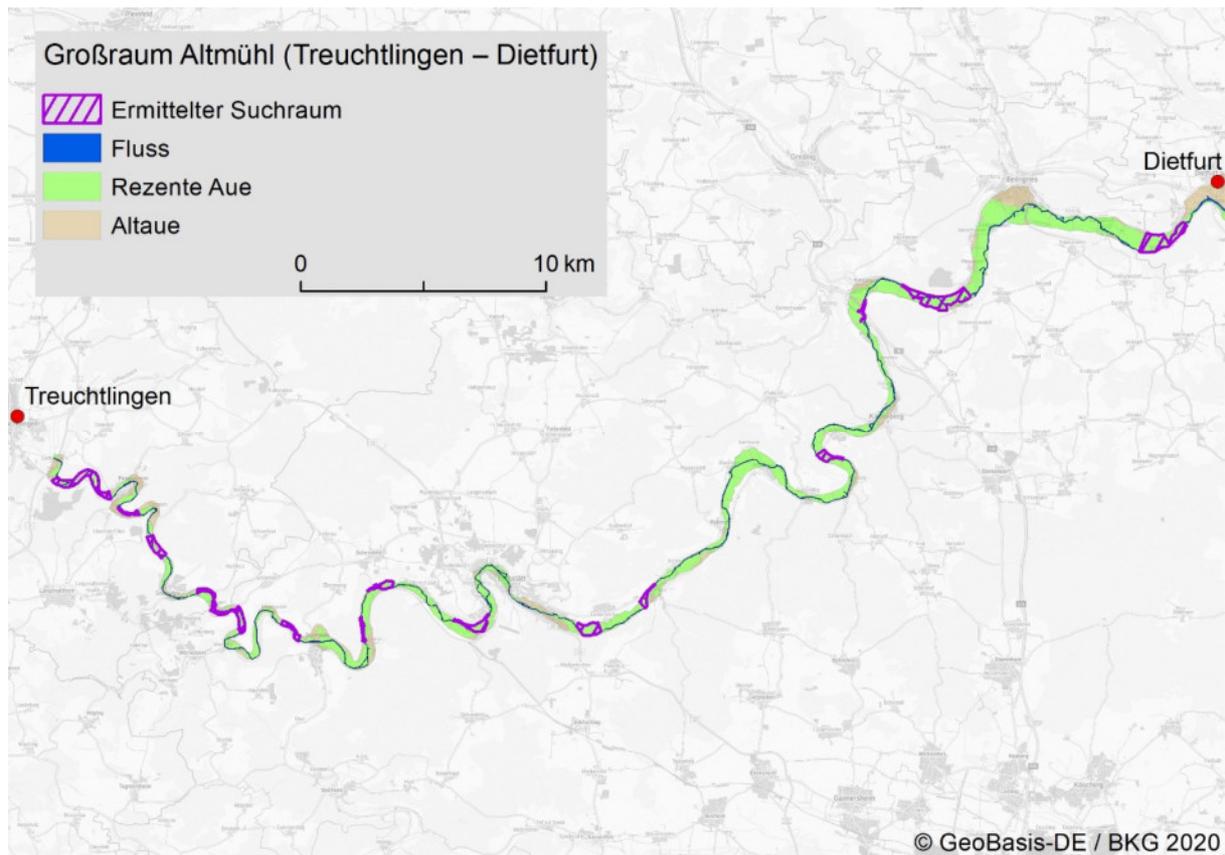


Abbildung 130: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Altmühl (Großraum Treuchtlingen – Dietfurt).

Tabelle 61: Datenblatt Altmühl (Großraum Treuchtlingen – Dietfurt).

Flussname	Altmühl
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges
Start Großraumabschnitt	Treuchtlingen
Ende Großraumabschnitt	Dietfurt
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	22 km
Anzahl Suchräume > 3km	3

3) Amper (Großraum Grafrath – Moosburg (Isar))

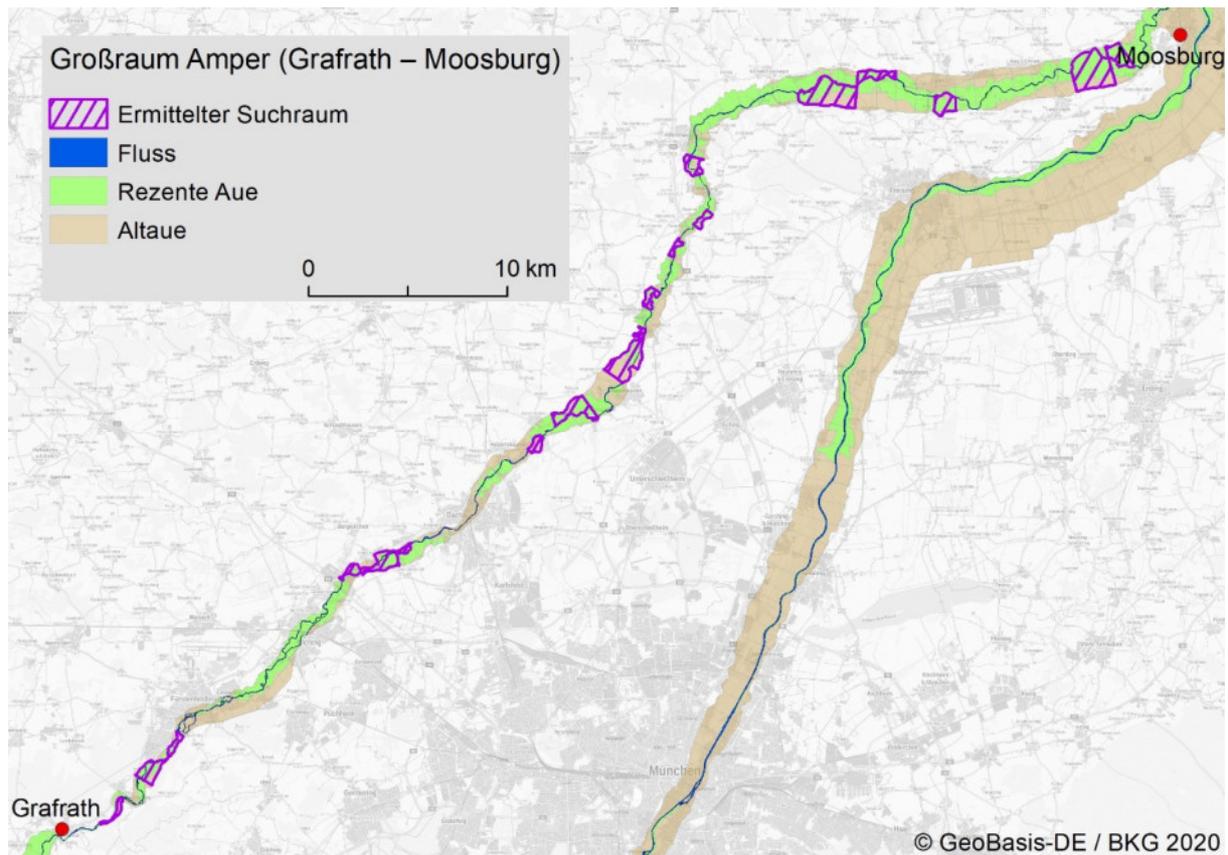


Abbildung 131: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Amper (Großraum Grafrath – Moosburg (Isar)).

Tabelle 62: Datenblatt Amper (Großraum Grafrath – Moosburg (Isar)).

Flussname	Amper
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen
Start Großraumabschnitt	Grafrath
Ende Großraumabschnitt	Moosburg (Isar)
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	28 km
Anzahl Suchräume > 3 km	5

4) Fränkische Saale (Großraum Niederlauer – Gemünden)

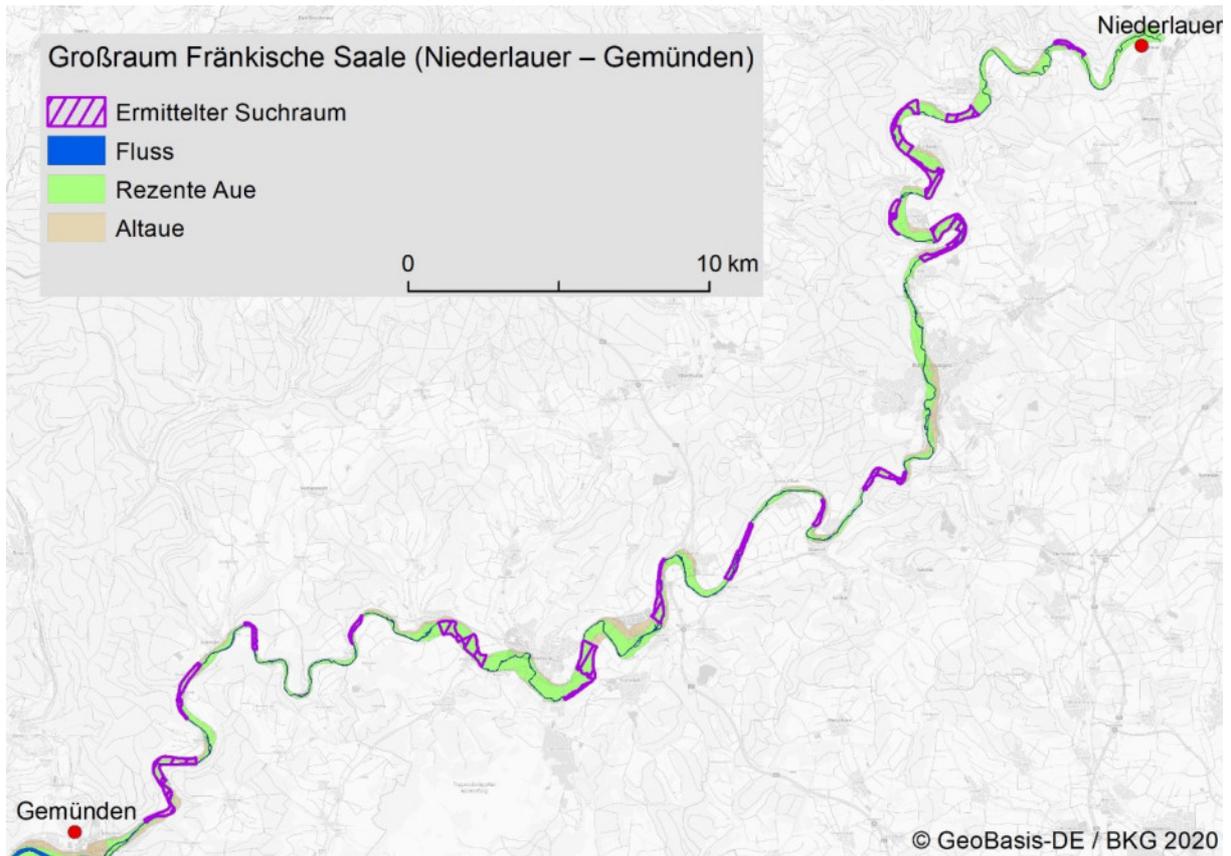


Abbildung 132: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Fränkischen Saale (Großraum Niederlauer – Gemünden).

Tabelle 63: Datenblatt Fränkische Saale (Großraum Niederlauer – Gemünden).

Flussname	Fränkische Saale
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges
Start Großraumabschnitt	Niederlauer
Ende Großraumabschnitt	Gemünden
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	29 km
Anzahl Suchräume > 3 km	3

5) Lippe (Großraum Datteln – Wesel)

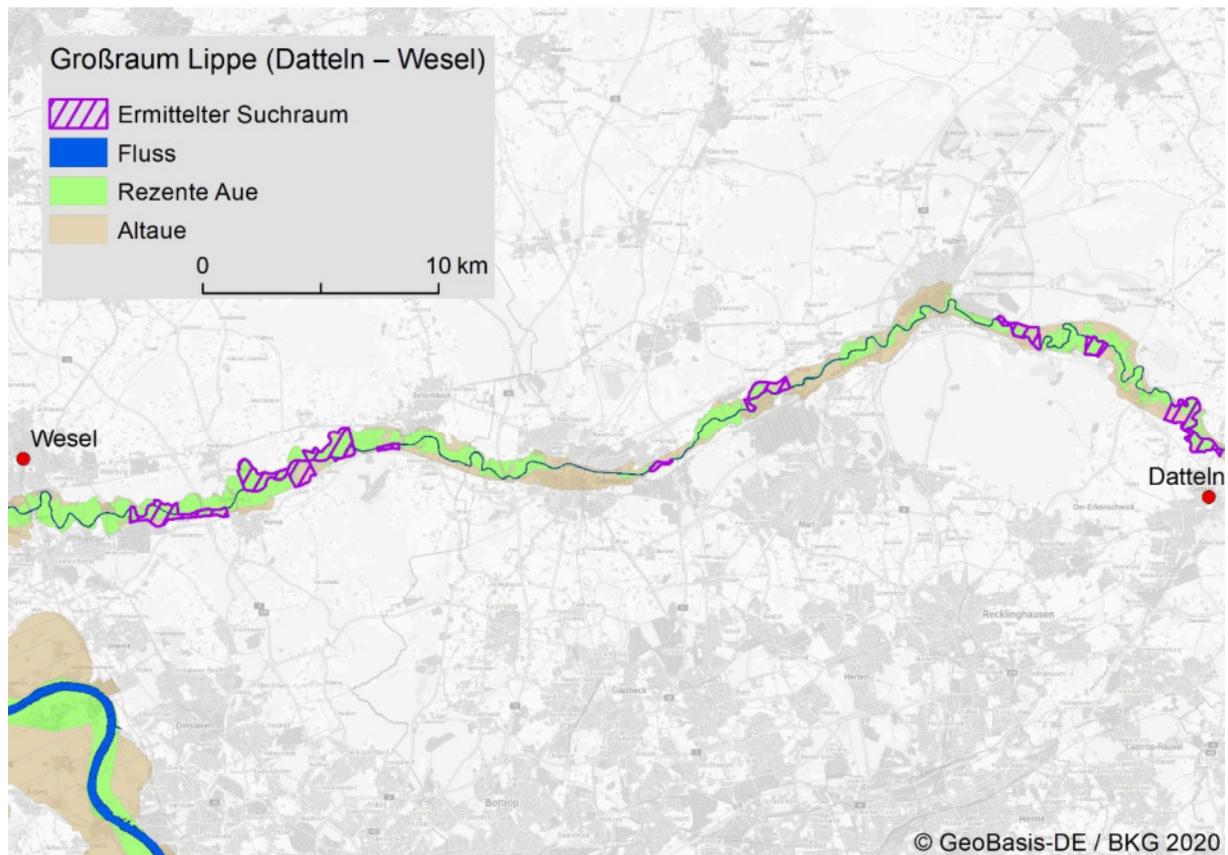


Abbildung 133: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Lippe (Großraum Datteln – Wesel).

Tabelle 64: Datenblatt Lippe (Großraum Datteln – Wesel).

Flussname	Lippe
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Datteln
Ende Großraumabschnitt	Wesel
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	19 km
Anzahl Suchräume > 3 km	3

6) Ohre (Großraum Buchhorst – Hillersleben)

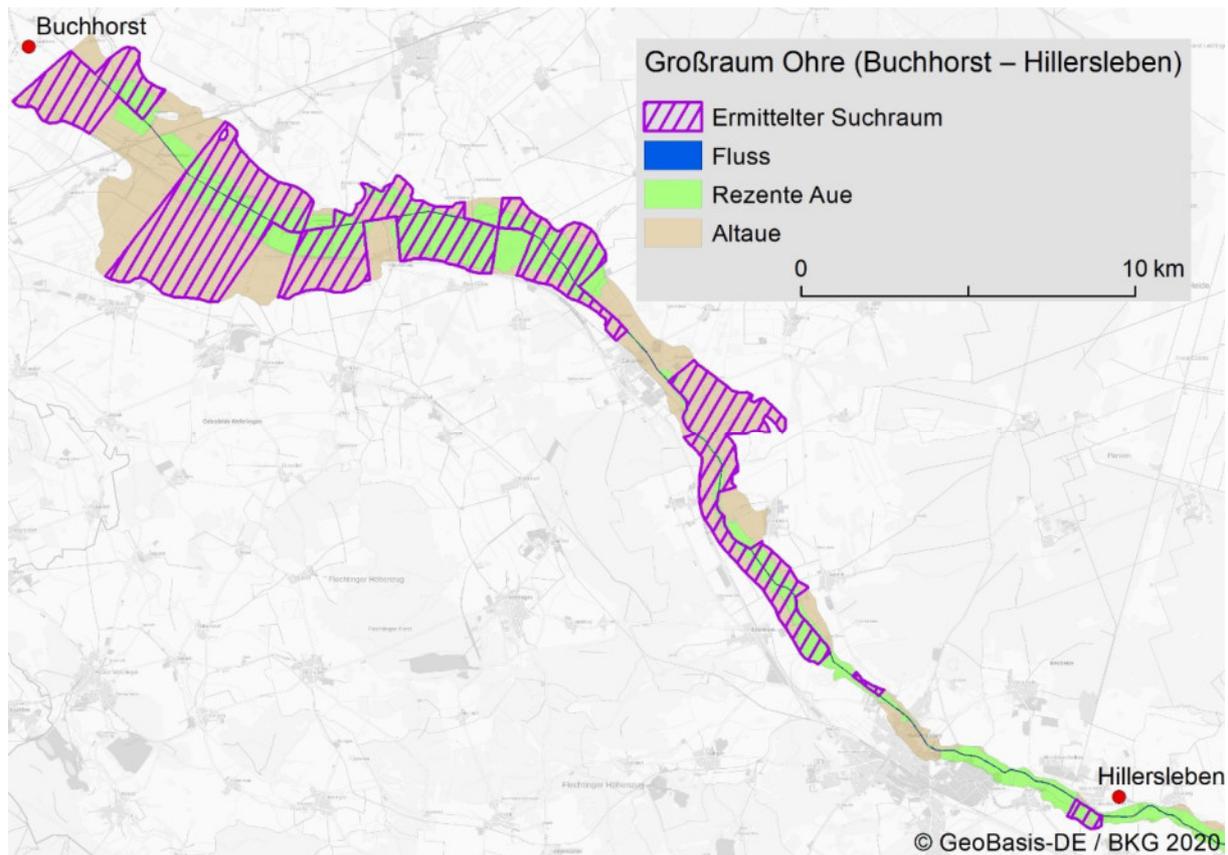


Abbildung 134: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Ohre (Großraum Buchhorst – Hillersleben).

Tabelle 65: Datenblatt Ohre (Großraum Buchhorst – Hillersleben).

Flussname	Ohre
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Buchhorst
Ende Großraumabschnitt	Hillersleben
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	30 km
Anzahl Suchräume > 3 km	3

7) Peene (Großraum Dargun – Anklam)

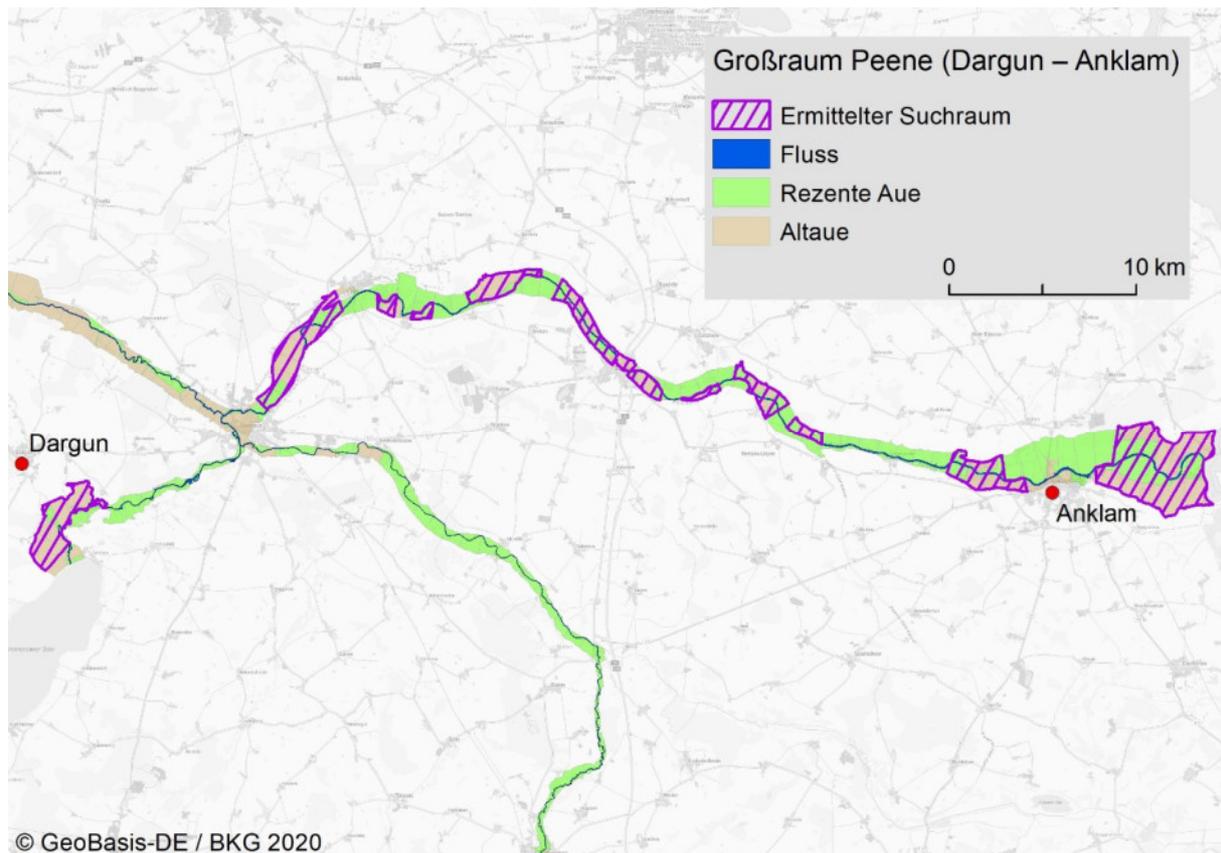


Abbildung 135: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Peene (Großraum Dargun – Anklam).

Tabelle 66: Datenblatt Peene (Großraum Dargun – Anklam).

Flussname	Peene
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Dargun
Ende Großraumabschnitt	Anklam
Netzkategorie BWaStr	Außerhalb des Kernnetzes
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	43 km
Anzahl Suchräume > 3 km	7

8) Schwarze Elster (Großraum Schwarzheide – Jessen)

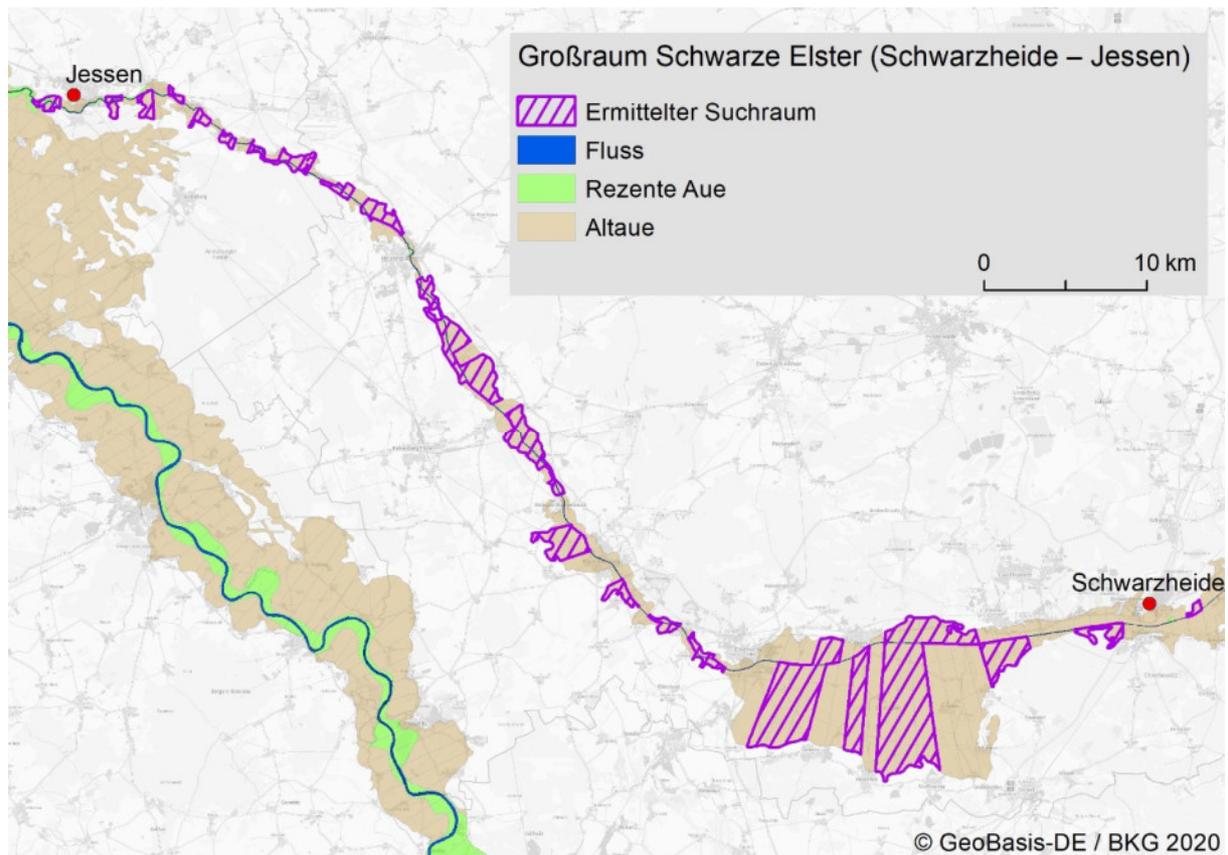


Abbildung 136: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Schwarzen Elster (Großraum Schwarzheide – Jessen).

Tabelle 67: Datenblatt Schwarze Elster (Großraum Schwarzheide – Jessen).

Flussname	Schwarze Elster
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Schwarzheide
Ende Großraumabschnitt	Jessen
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	59 km
Anzahl Suchräume > 3 km	8

9) Spree (Großraum Burg (Spreewald) – Gosen-Neu Zittau)

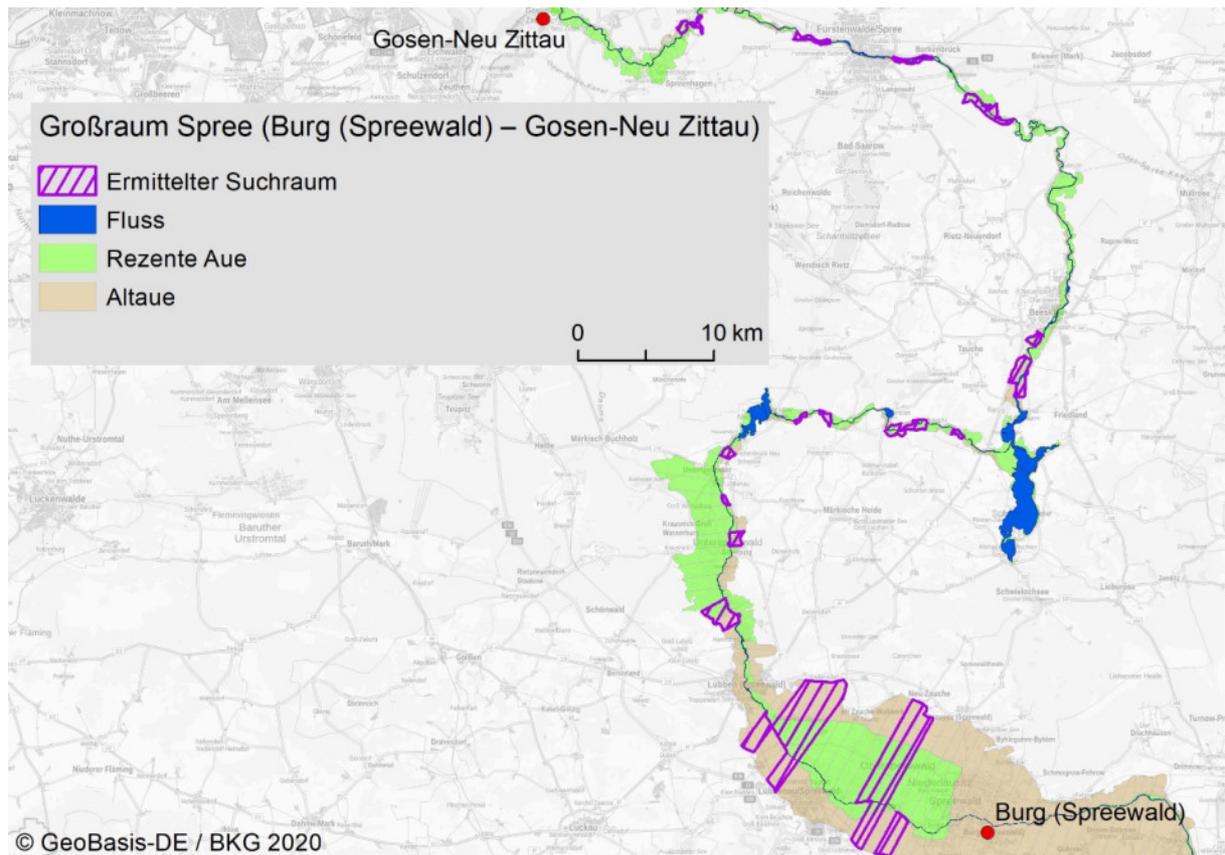


Abbildung 137: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Spree (Großraum Burg (Spreewald) – Gosen-Neu Zittau).

Tabelle 68: Datenblatt Spree (Großraum Burg (Spreewald) – Gosen-Neu Zittau).

Flussname	Spree
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Burg (Spreewald)
Ende Großraumabschnitt	Gosen-Neu Zittau
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße/Außerhalb des Kernnetzes
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	35 km
Anzahl Suchräume > 3 km	6

10) Uecker (Großraum Nieden – Liepgarten)

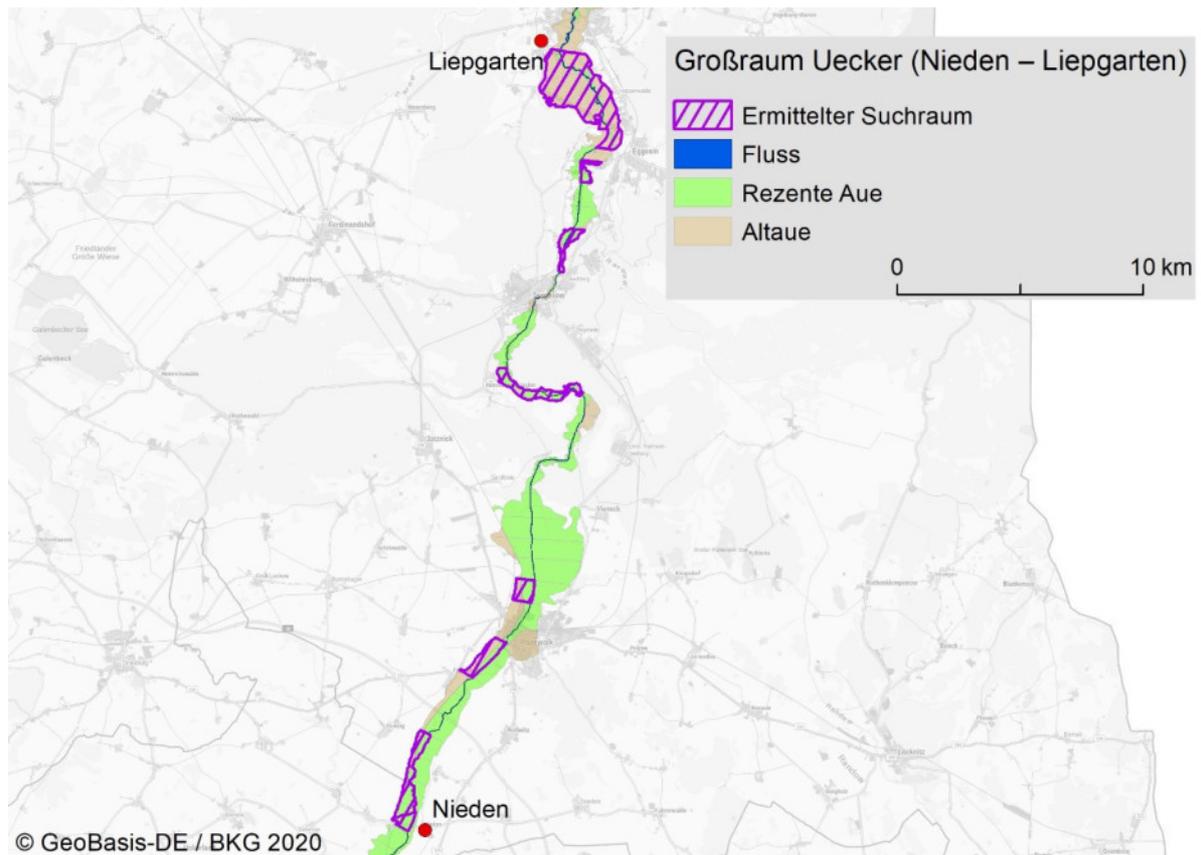


Abbildung 138: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Uecker (Großraum Nieden – Liepgarten).

Tabelle 69: Datenblatt Uecker (Großraum Nieden – Liepgarten).

Flussname	Uecker
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes / Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Nieden
Ende Großraumabschnitt	Liepgarten
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	19 km
Anzahl Suchräume > 3 km	3

11) Unstrut (Großraum Wundersleben – Karsdorf)

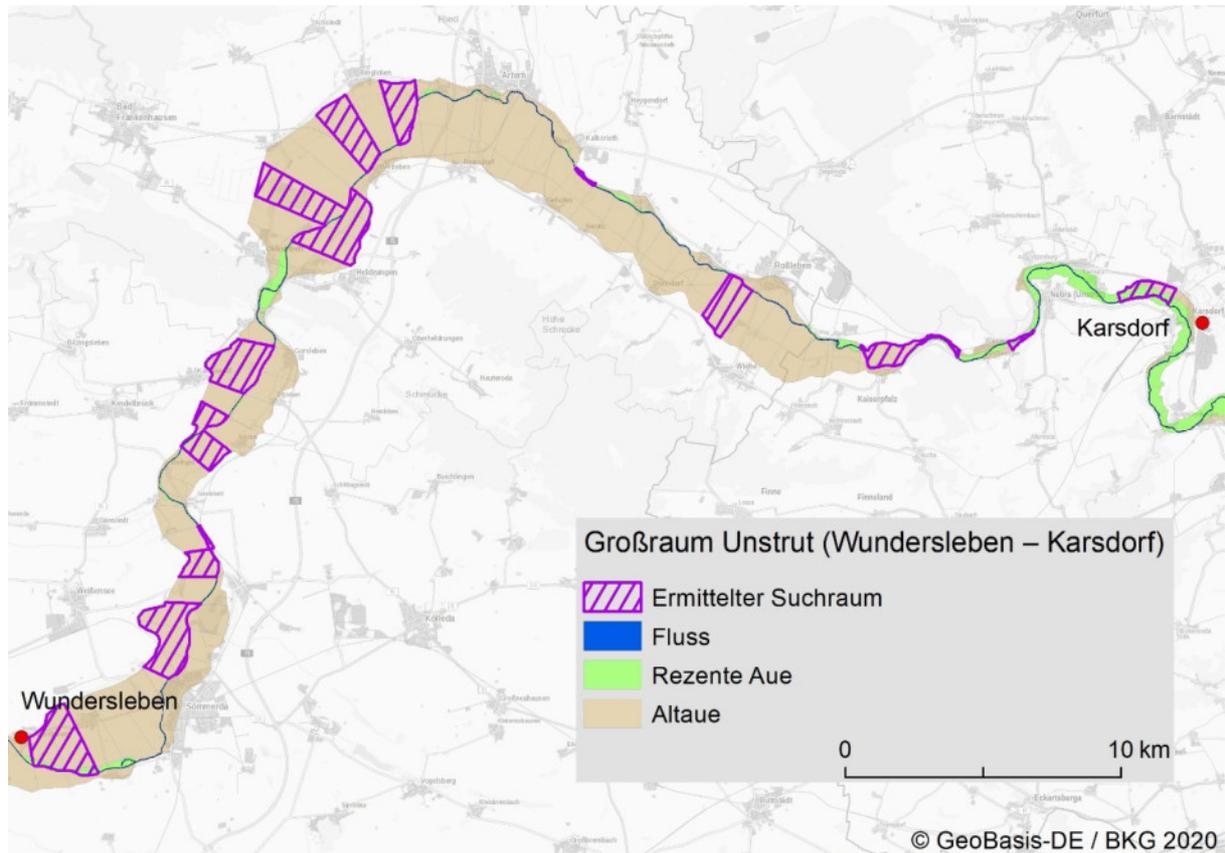


Abbildung 139: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Unstrut (Großraum Wundersleben – Karsdorf).

Tabelle 70: Datenblatt Unstrut (Großraum Wundersleben – Karsdorf).

Flussname	Unstrut
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges / Gefällearme Flussaue des Deckgebirges
Start Großraumabschnitt	Wundersleben
Ende Großraumabschnitt	Karsdorf
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	25 km
Anzahl Suchräume > 3 km	3

12) Warnow (Großraum Warnow – Rostock)

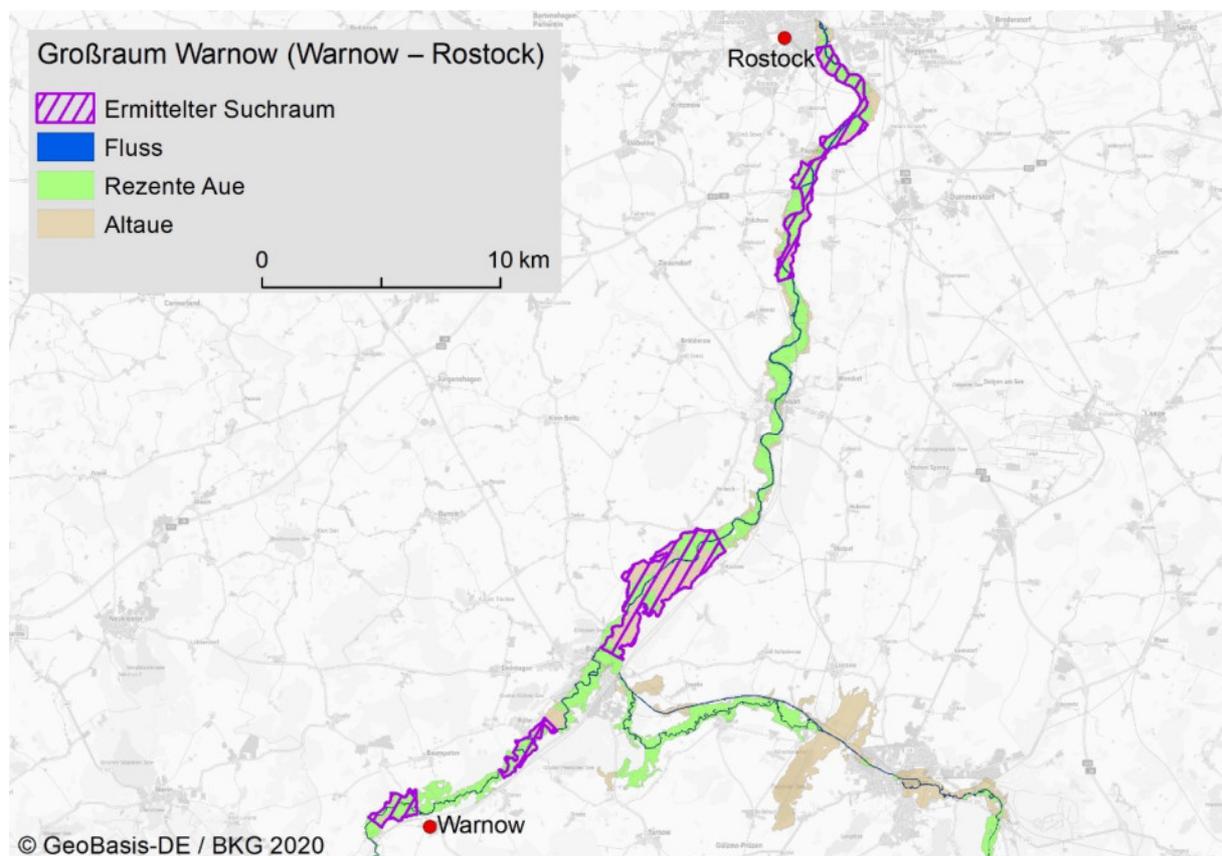


Abbildung 140: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Warnow (Großraum Warnow – Rostock).

Tabelle 71: Datenblatt Warnow (Großraum Warnow – Rostock).

Flussname	Warnow
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Sehr gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Warnow
Ende Großraumabschnitt	Rostock
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	24 km
Anzahl Suchräume > 3 km	3

13) Werra (Großraum Gerstungen – Eschwege)

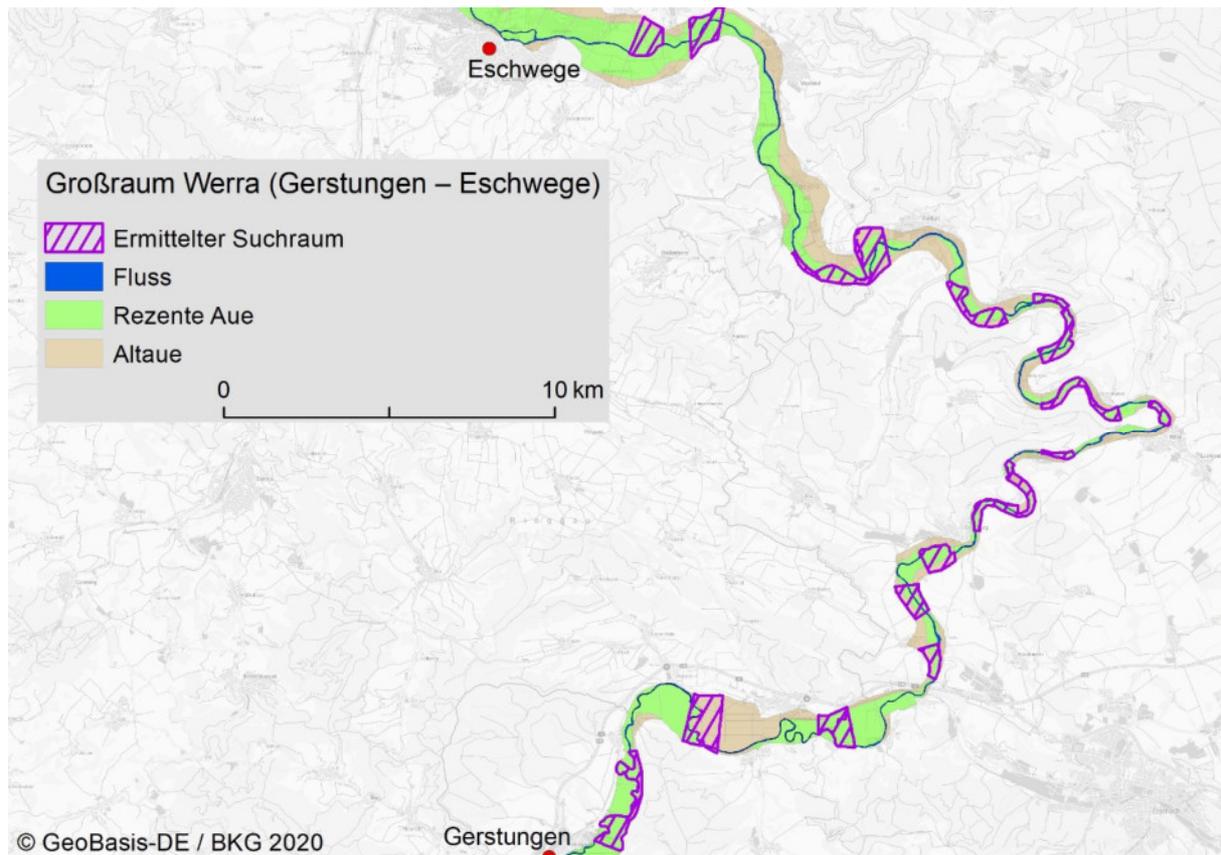


Abbildung 141: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Werra (Großraum Gerstungen – Eschwege).

Tabelle 72: Datenblatt Werra (Großraum Gerstungen – Eschwege).

Flussname	Werra
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällereiche Flussaue des Deckgebirges
Start Großraumabschnitt	Gerstungen
Ende Großraumabschnitt	Eschwege
Netzkategorie BWaStr	Keine Bundeswasserstraße/Außerhalb des Kernnetzes
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	30 km
Anzahl Suchräume > 3 km	6

14) Weser (Großraum Hann. Münden – Bodenwerder)

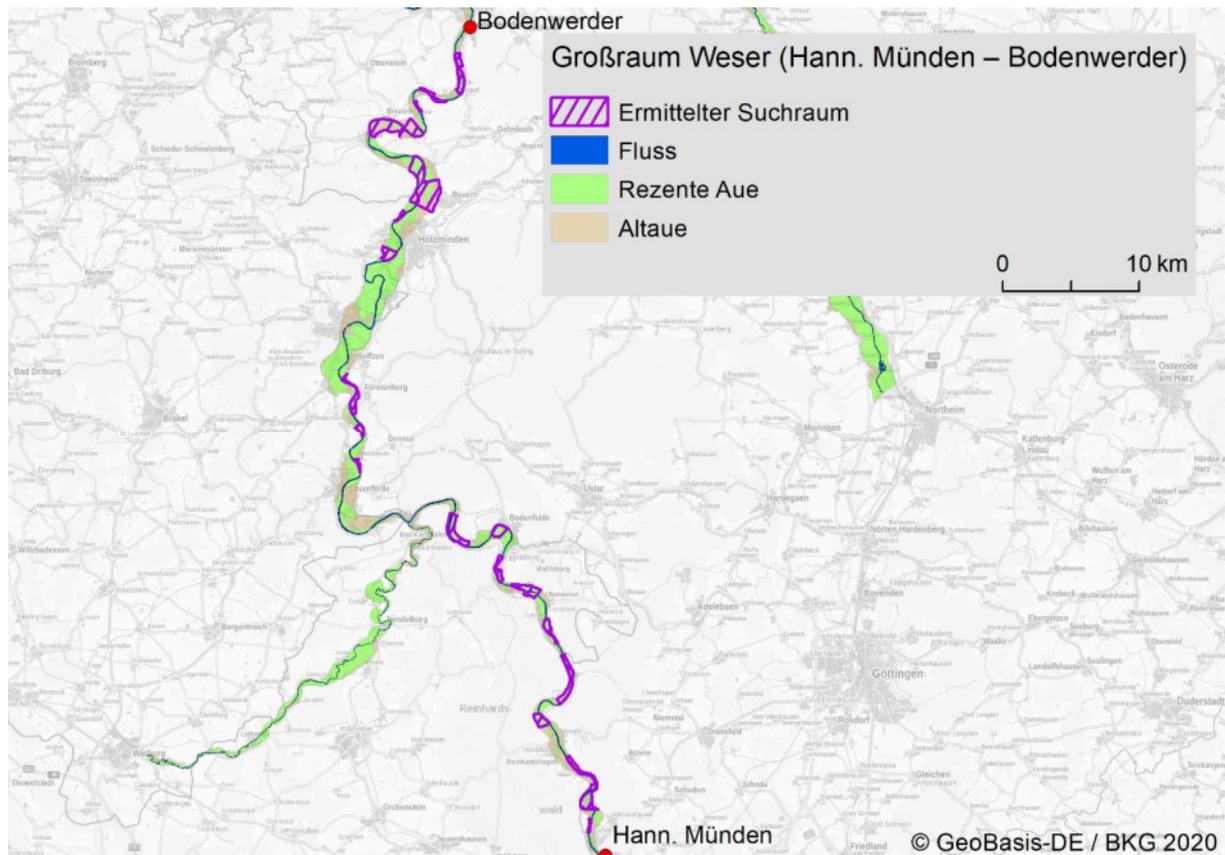


Abbildung 142: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Weser (Großraum Hann. Münden – Bodenwerder).

Tabelle 73: Datenblatt Weser (Großraum Hann. Münden – Bodenwerder).

Flussname	Weser
Flussautentyp (Koenzen 2005)	Gefällearme Flussaue des Deckgebirges / Gefällearme Flussaue des Flach- und Hügellandes
Start Großraumabschnitt	Hann. Münden
Ende Großraumabschnitt	Bodenwerder
Netzkategorie BWaStr	Außerhalb des Kernnetzes
Gesamtstrecke ermittelter Suchräume	43 km
Anzahl Suchräume > 3 km	7

4.5 Verknüpfung mit dem Projekt RESI

4.5.1 Einleitung

Im Projekt RESI (River Ecosystem Service Index) wurde ein Index zur sektorenübergreifenden Bewertung von Fluss- und Auenökosystemen entwickelt (Podschun et al. 2018). Dadurch können diese vielfach genutzten Systeme unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden und die Bewirtschaftung optimiert werden. Auch die angenommene zukünftige Veränderung durch Renaturierungsmaßnahmen, wie die Vergrößerung des nutzbaren Raumes für den Fluss durch den Freien Pendelraum, kann so bewertet werden und verschiedene Maßnahmenvarianten anhand ihrer erwarteten Entwicklungen verglichen werden. So kann der Index für eine nachvollziehbare Kommunikation mit der Öffentlichkeit genutzt werden, um erwartete ökologische Verbesserungen darzustellen und Maßnahmenoptionen zu vergleichen.

Die Ökosystemdienstleistungen des RESI werden auf Grundlage der Fluss-Auen-Abschnitte (Brunotte et al. 2009) bewertet. Liegen diese für einen Bereich (wie im Beispielraum) nicht vor, müssen sie neu generiert werden. Dafür wurde die morphologische Aue, d.h. der natürliche Überschwemmungsbereich des Flusses der Länge nach in 100 m – Segmente gegliedert. Im Gegensatz zu den ursprünglich im RESI verwendeten 1 km-Segmenten können so kleinräumigere Änderungen besser abgebildet werden. Die Segmente wurden wiederum in ihrer Breite beidseitig in die an den Fluss angrenzende überflutbare rezente Aue (nach den Überschwemmungsflächen des HQ100) und die vom Überflutungsregime entkoppelte Altaue (HQextrem) unterteilt. Die daraus entstandenen kleinsten räumlichen Einheiten werden als Kompartimente bezeichnet (Abbildung 143).

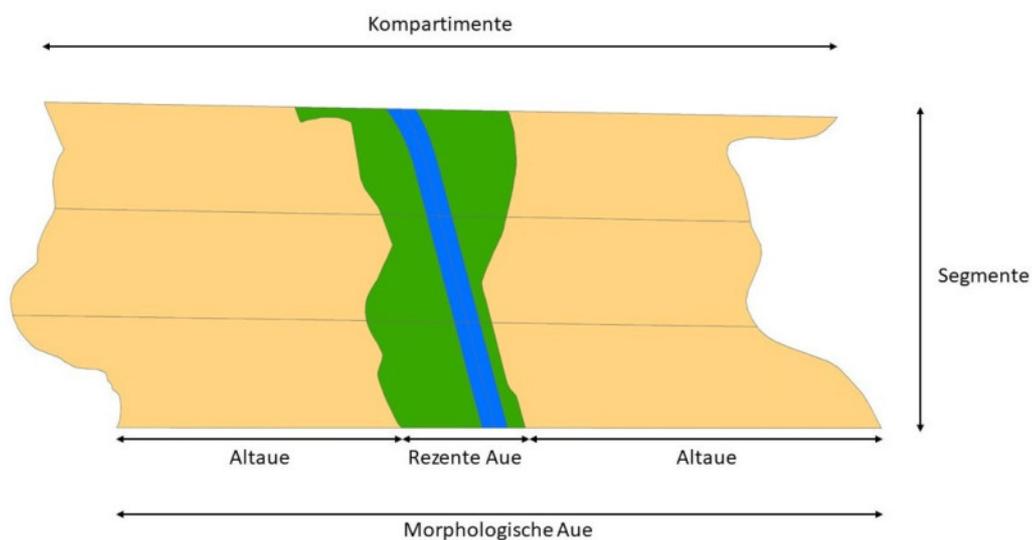


Abbildung 143: Schematische Darstellung der morphologischen Aue mit ihren Kompartimenten Fluss, rezente Aue und Altaue (verändert nach Brunotte et al. 2009).

Beschreibung und Ziele des Projekts:

Das Verbundforschungsprojekt RESI - River Ecosystem Service Index – wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über die Fördermaßnahme Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM, Förderkennzeichen 033W024A-K) gefördert. Die Projektpartner aus Wissenschaft und Wirtschaft entwickelten zwischen Juni 2015 und Mai 2018 einen Ansatz, der die Ökosystemleistungen von Auenökosystemen für die Gesellschaft themenübergreifend darstellt (Podschun et al. 2018). Da

Flussauen intensiv genutzt werden, zum Beispiel für Wasserkraft, Schifffahrt, Industriegebiete, Straßen, Eisenbahnlinien, Land- und Forstwirtschaft, Wassersport und weitere Freizeitaktivitäten wurden die Flüsse häufig begradigt und eingedeicht und die Auen verändert. Jedoch werden der ökologische Wert der Flussauen sowie ihre wichtige Funktion als Rückhalteraum für Hochwasser immer deutlicher. Um diesen unterschiedlichen Forderungen und Ansprüche an die Auennutzung gerecht zu werden, wurde mithilfe des RESI ein Ansatz entwickelt, um die Synergien bei der Fluss- und Auenbewirtschaftung zu optimieren und negative Wechselwirkungen zu reduzieren (Pusch & Beichler o. J.).

Das Ziel von RESI ist, die derzeitigen Entscheidungsgrundlagen der Auennutzung durch die Entwicklung eines "River Ecosystem Services Index" (RESI) zu verbessern. Dabei werden bereits vorhandene Bewertungsansätze um eine funktionsorientierte Bewertung auf der Grundlage der Ökosystemleistungen, die von Flüssen und Auenflächen bereitgestellt werden, ergänzt. Der Index RESI stellt somit ein Werkzeug zur Bewertung verschiedener Entwicklungsszenarien in der wasserwirtschaftlichen, umweltplanerischen und naturschutzfachlichen Praxis dar. Da versorgende, regulative und kulturelle Ökosystemleistungen (ÖSL) visualisiert werden, sind eine sektorenübergreifende Betrachtung und ein transparenter Vergleich von Bewirtschaftungsoptionen möglich (Pusch & Beichler o. J.). Zudem dient der RESI zur Kommunikation und Information der Öffentlichkeit, da die Veränderungen übersichtlich visualisiert werden und dadurch die Entscheidungsprozesse transparent nachvollziehbar sind, was die Akzeptanz für Maßnahmen erhöht (Podschun et al. 2018).

4.5.2 Beispielhafte Anwendung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg

Da durch den RESI die Veränderungen durch Renaturierungsmaßnahmen dargestellt werden können, wurden die Effekte einer Deichrückverlegung im Sinne des Freien Pendelraums an der Ammer flussab von Peißenberg mithilfe des RESI dargestellt. Diese entspricht Maßnahmenvariante 2 im Kapitel 4.4.3, mit einer angenommenen Deichrückverlegungsfläche von insgesamt 281 ha (Abbildung 144). Dafür wurden drei regulative Ökosystemleistungen betrachtet.

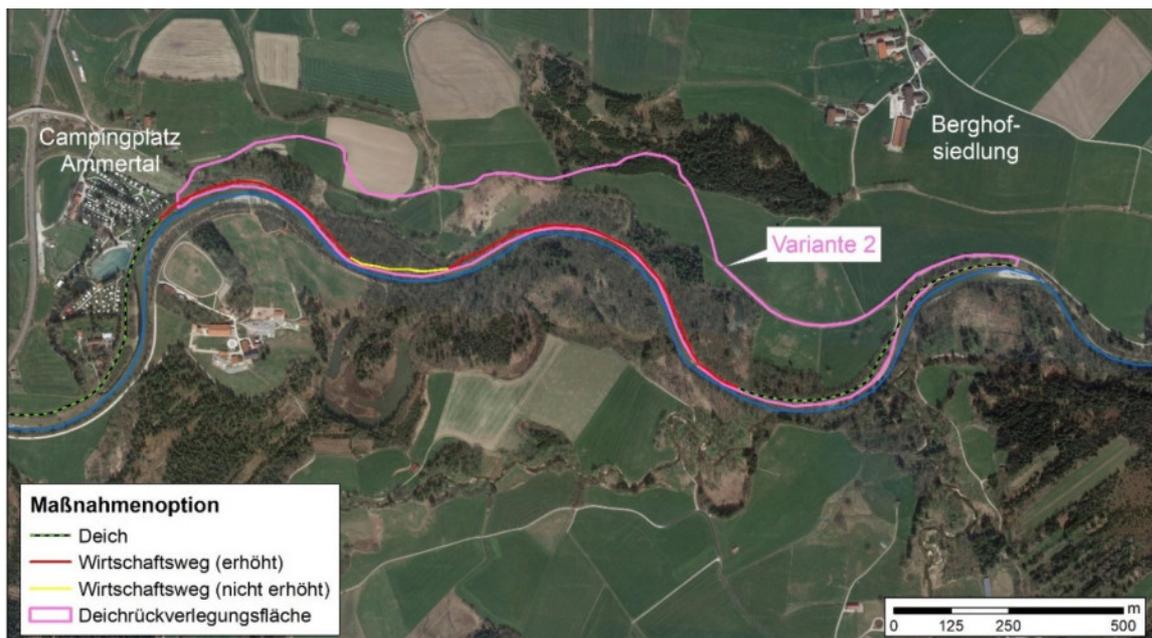


Abbildung 144: Maßnahmenoption (entspricht Variante 2 in Kapitel 4.4.3) für einen Freien Pendelraum an der Ammer flussab von Peißenberg, für die beispielhaft der River Ecosystem Service Index (RESI) anhand dreier Ökosystemleistungen bestimmt wurde.

4.5.2.1 Bewertungskontext

Die Ammer ist im Projektgebiet über weite Strecken wasserbaulich gesichert. Daher finden die für einen Fluss im Alpenvorland charakteristischen großflächigen Erosions- und Sedimentationsprozesse nur kleinräumig bis gar nicht mehr statt. Die Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen mit der Wiederherstellung dieser Prozesse ist deshalb von hohem ökologischem Wert.

Eine mögliche Aufweitungsfäche für das Zulassen dieser dynamischen Prozesse liegt flussab der Gemeinde Peißenberg, zwischen dem Campingplatz Ammertal und dem Knick des Flusslaufs nach Norden an der B472 zwischen Oberhausen und Polling und umfasst die Flusskilometer 137,8 bis 139,2 (orangenes Rechteck in Abbildung 145). Die Ammer liegt hier im FFH-Gebiet (Gebietsbezeichnung DE8331302 *Ammer vom Alpenrand bis zum NSG 'Vogelfreistätte Ammersee-Südufer'*). Weitere Schutzgebiete sind nicht vorhanden.

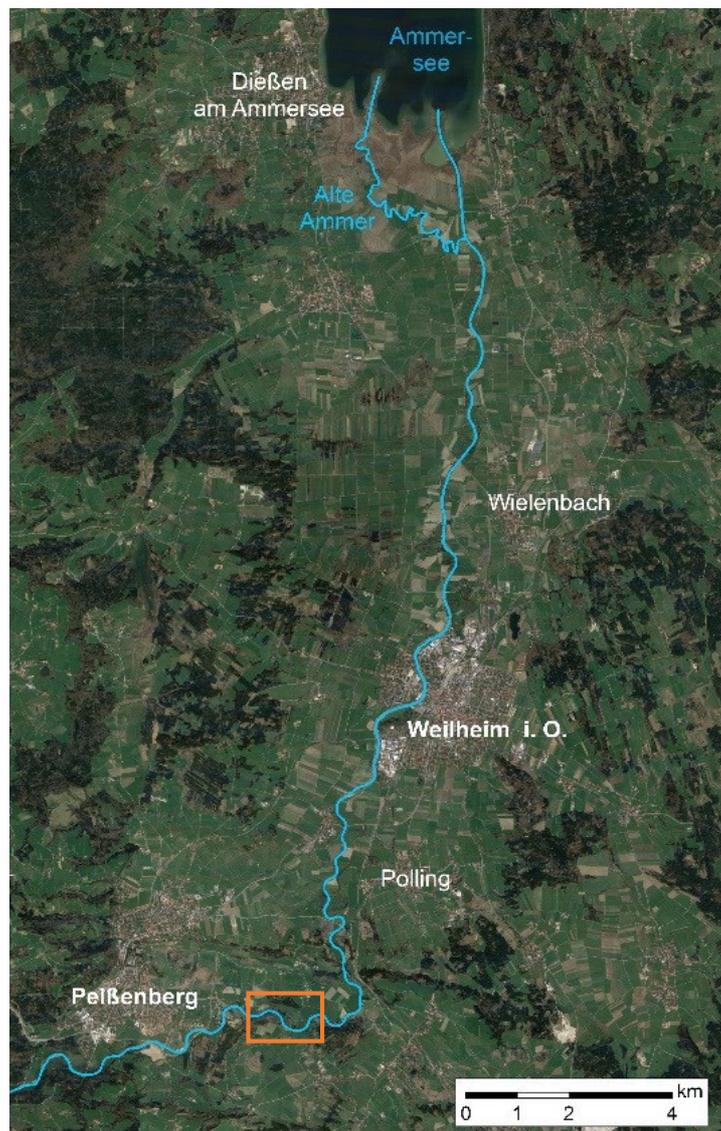


Abbildung 145: Lage des Maßnahmengbietes an der Ammer im Projektgebiet zwischen Peißenberg und dem Ammersee.

An der Ammer verläuft in diesem Flussabschnitt linksufrig ein Wirtschaftsweg, der zum Teil erhöht ist (Abbildung 146). Ein linksseitiger Deich (grün-schwarze Strichsignatur) endet hinter dem Campingplatz Ammertal und geht in einen erhöhten Wirtschaftsweg über (rote Strichsignatur). Im Gemeindegebiet Oberhausen (kurz vor der rechtsseitig einmündenden Eyach bis zu den nördlichsten Häusern des

Ortsteils Thalhausen (Oberhausen)) verläuft wiederum am linken Ufer ein Deich, der mit dem Eintritt der Ammer in das Gemeindegebiet Peißenberg endet (lila Linie in Abbildung 146).

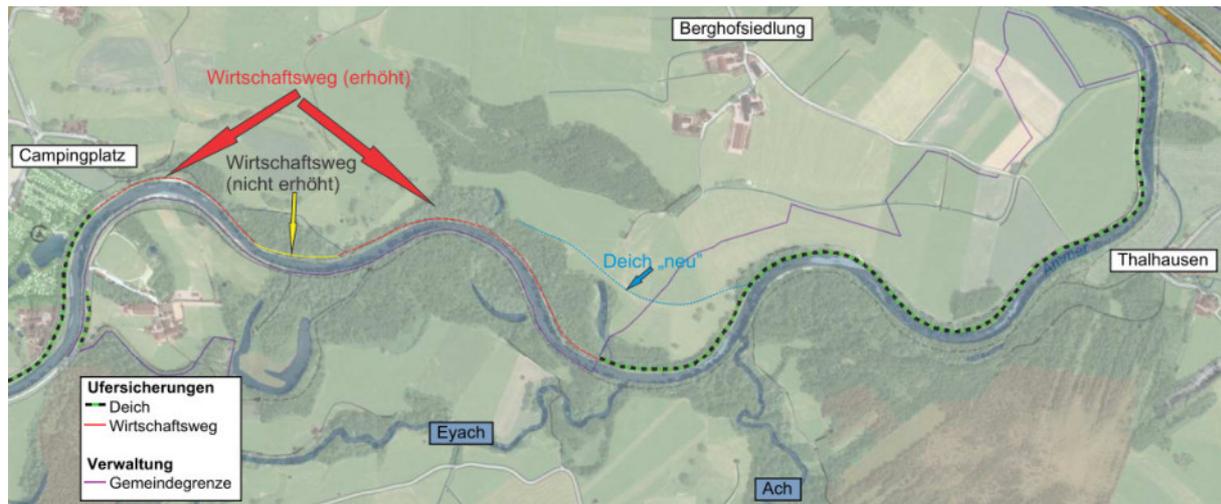


Abbildung 146: Derzeitige Verbauungssituation der Ammer flussab von Peißenberg (Karte verändert nach BayernAtlas).

4.5.2.2 Maßnahmenoption

In diesem Bereich wurden bereits mögliche Renaturierungsmaßnahmen durch ortsansässige Verbände und das Wasserwirtschaftsamt Weilheim vorgeschlagen. Dabei handelt es sich um eine Vergrößerung des durch die Ammer überflutbaren Raumes durch die Verlegung des linksufrigen, flussnahen Wirtschaftswegs auf den begonnenen zurückverlegten Deich, der dafür ertüchtigt werden muss.

Es wurde nun die größte Maßnahmenoption 2 aus dem Kapitel 4.4.3 gewählt, um mögliche ökologische Aufwertungen durch den Freien Pendelraum darzustellen. Im Szenario wird der flussbegleitende Wirtschaftsweg verlegt, das erhöhte Ufer auf das Niveau des umliegenden Geländes abgesenkt und bestehende Ufersicherungen (Buhnen, Flussbausteine) entfernt, um die Überflutungshäufigkeit der dahinterliegenden Fläche zu erhöhen und Seitenerosion zu ermöglichen. Letztere wird vor allem in den Prallhangbereichen auftreten, die Uferstrukturierung erhöhen und neue Kiesflächen schaffen.

Für die Abschätzung der potentiellen Veränderungen des Gebietes durch diese Maßnahme wird der River Ecosystem Service Index (RESI) anhand der drei regulativen Ökosystemleistungen Hochwasserregulation, Sedimentregulation und Habitatbereitstellung erstellt.

4.5.2.3 Betrachtete Ökosystemleistungen (ÖSL): Regulative ÖSL

Zur Anwendung des RESI wurden drei regulative ÖSL herangezogen, bei denen der Nutzen des Menschen aus natürlichen Prozessen der Ökosysteme betrachtet wird (Podschn et al. 2018).

A) Hochwasserregulation

Beschreibung (Podschn et al. 2018)

Die ÖSL beschreibt das natürliche Vermögen von Auen der Abflachung von Hochwasserwellen durch Wasserrückhalt. Dies hängt vom zur Verfügung stehenden Rückhaltevolumen als auch von der Rauigkeit ab. Durch diese ÖSL wird abgebildet, inwieweit natürliche Prozesse zum Hochwasserschutz beitragen können, was auch aufgrund der hohen Bedeutung als Klimaanpassungsmaßnahme von hoher Relevanz ist.

Die ÖSL reagiert sensibel auf Deichrückverlegungen, Maßnahmen, die zur Veränderung der Rauigkeit führen u. ä.

Variablen bzw. benötigte Daten:

- Deiche und Längsbauwerke
- Digitales Geländemodell (DGM10)
- Überschwemmungsflächen eines 100-jährlichen Hochwassers (HQ100-Flächen)
- Fließgewässerstrukturgütekartierung

Berechnung: Die Hochwasserregulation wird im RESI mit Hilfe zweier Teilindikatoren (HW1 und HW2, s. u.) für jedes Fluss-Auen-Segment (100 m-Segmente) berechnet. Der Mittelwert der beiden Ergebnisse geht je Segment als Gesamtindikator in die Bewertung ein.

Teilindikator HW1: Berechnung des Volumenverhältnisses der rezenten Aue zur morphologischen Aue:

Das Volumen ergibt sich aus dem Abstand zwischen den in das Gelände ausgespiegelten Wasserspiegellagen bei Mittelwasser und einem 100-jährlichen Hochwasserereignis. Ist die Geländeoberfläche bei einem (oder auch beiden) Ereignis nicht überströmt, geht die Geländehöhe in die Berechnung ein. Auf Grundlage eines DGM1 lässt sich so für jede 1x1m Rasterzelle ein Volumen berechnen und für die betreffenden Räume (rezente und morphologische Aue eines Segmentes) zusammenfassen.

Die drei Szenarienfleichen liegen alle innerhalb der Anschlaglinie des HQ100 (HWGK), also innerhalb der angenommenen rezenten Aue. Eine Absenkung der flussnahen Wirtschaftswege schafft folglich nicht mehr Retentionsvolumen und sorgt nur für eine frühere Überflutung der dahinter liegenden Flächen. Das zur Verfügung stehende Volumen und damit das Volumenverhältnis „rezente Aue zu morphologischer Aue“ ändert sich mit den Szenarien nicht und muss daher nur einmal berechnet werden.

Teilindikator HW2: Berechnung der längengewichteten mittleren Gesamtklassifizierung des Fließgewässers:

Hier geht ausschließlich die Gesamtbewertung der Gewässerstrukturgütekartierung ein. Deren 100 m-Segmente passen nicht genau auf die angelegte Auensegmentierung. Sie werden deshalb damit ausgeschnitten und ergeben längengewichtet das Teilindikatorergebnis jedes Segments.

Für die Szenarienberechnung der Hochwasserregulation wurden folgende Einzelparameter der Gewässerstrukturgütekartierung betrachtet: Uferverbau, Querprofil, Breitenvariabilität (Breitenwechsel der Querprofile), Ufererosion, Anlandungen, Böschungsbewuchs, Sonderstrukturen (am Ufer oder z. T. auch im Gewässer wie Buchten oder überhängende Vegetation), Strömungsvielfalt, Hochwasserschutzanlagen (linienförmigen Bauwerke wie Deiche, Hochwasserschutzwände, Straßen- oder Bahndamm etc.), Ausuferungsvermögen, Auenutzung (dominante Flächennutzung im Bereich der natürlichen Aue) und ufernahe Ausprägung oder Nutzung (Gewässersaum bis max. halbe Gewässerbreite).

Anwendung an der Ammer

Im Maßnahmenbereich an der Ammer flussab von Peißenberg ist der Verlust an rezentem Auenvolumen und damit ein Verlust von Überschwemmungsflächen im Hochwasserfall geringfügig bis hoch (Abbildung 147 oben).

Im Szenario wurde für den gesamten Maßnahmenbereich wo möglich eine Entfernung der Ufersicherungen angenommen, wodurch sich das Ausuferungsvermögen der Ammer sowie die Ufererosion erhöht und sich naturnähere Strukturen im Flussbett und dem Gewässerumfeld

entwickeln. In den Bereichen mit Infrastruktur, wie in den Abschnitten beim Campingplatz Ammertal, ist eine Deichrückverlegung nicht möglich und die Segmente bleiben auch im Szenario auf dem gleichen Niveau.

Auch im restlichen Maßnahmenbereich stellt sich die Verbesserung durch den RESI nur anhand eines verbesserten Segments in der größten Maßnahmenoption 2 dar, da das Ausuferungsvermögen durch den erhöhten Wirtschaftsweg auch aktuell zwar beeinträchtigt, jedoch nicht gänzlich unterbunden wird (Abbildung 147 unten), die verfügbare Überschwemmungsfläche sich für einen Extremhochwasserfall im Szenario also nicht ändert. Jedoch wird sich durch die Absenkung des Wegs die Anbindung der Bereiche verbessern und dadurch die Strukturgüte im Ufer- und unmittelbar angrenzenden Auenbereich aufwerten. Für diese geringen Änderungen in der Struktur ist der RESI-Ansatz nicht immer sensitiv, daher ändert sich im Beispielraum lediglich ein Segment.

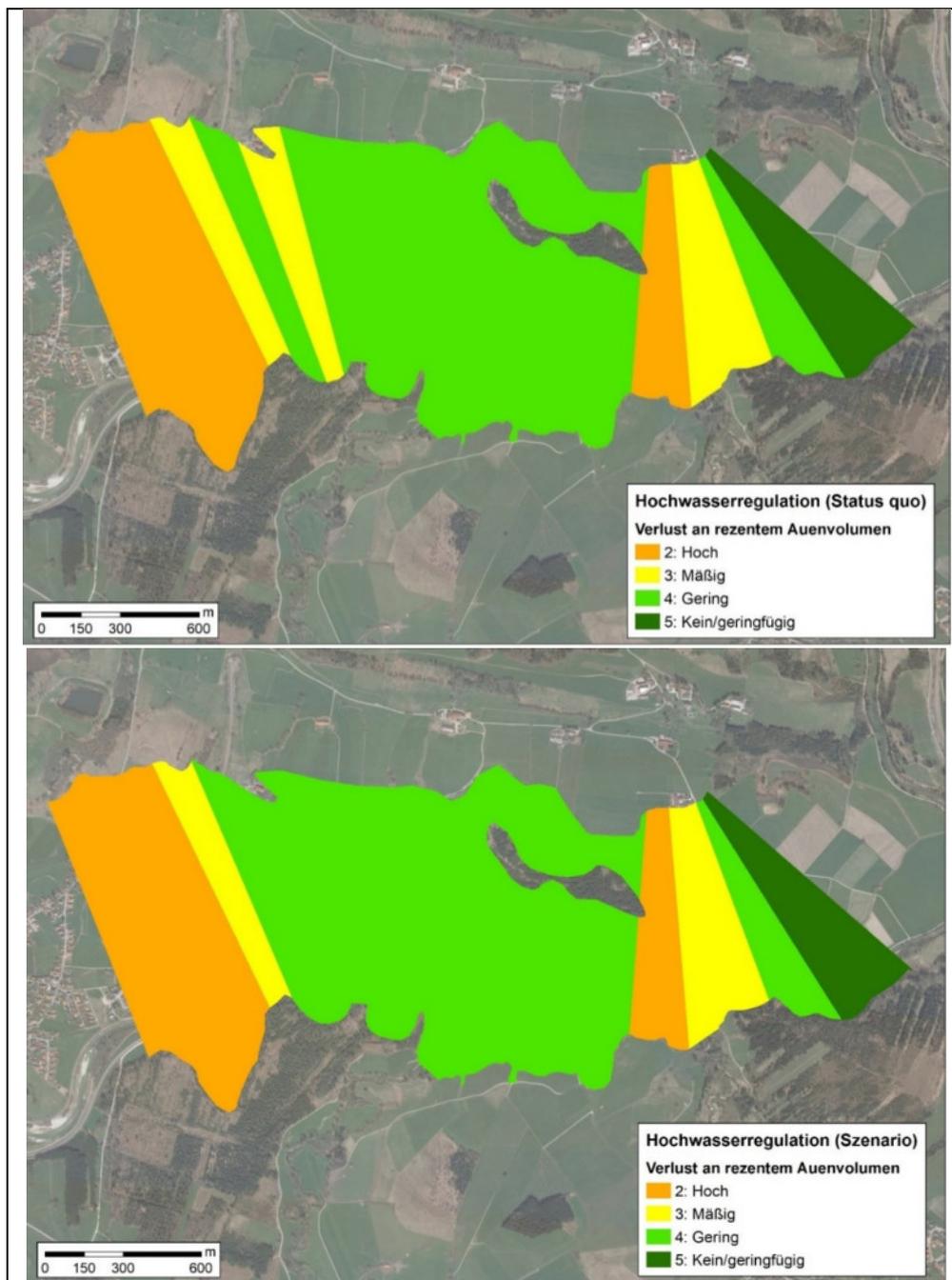


Abbildung 147: Status quo (oben) und Szenario (unten) der ÖSL Hochwasserregulation des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.

B) Sedimentregulation

Beschreibung (Podschn et al. 2018)

Bei dieser ÖSL wird der gewässerinterne Sedimenthaushalt bestehend aus an der Gewässersohle transportiertem Geschiebe und der in Suspension befindlichen Schwebstofffracht betrachtet. Entscheidend für die Transportkapazität sind auch die hydrodynamischen Verhältnisse (Fließgeschwindigkeit, Sohlschubspannung). In einem naturnahen Fließgewässer stellt sich dabei weitgehend ein morphologisches Gleichgewicht ein. Dies beeinflusst sowohl die Gewässermorphologie als auch die abiotischen Faktoren der terrestrischen Umwelt, z. B. über Bodenbildungsprozesse über den Sedimenthaushalt und das Überflutungsregime.

Bauwerke, welche die Sedimentdurchgängigkeit stören, sowie wasserbauliche Maßnahmen, Sedimententnahmen oder –zugaben beeinflussen diese ÖSL besonders.

Variablen bzw. benötigte Daten:

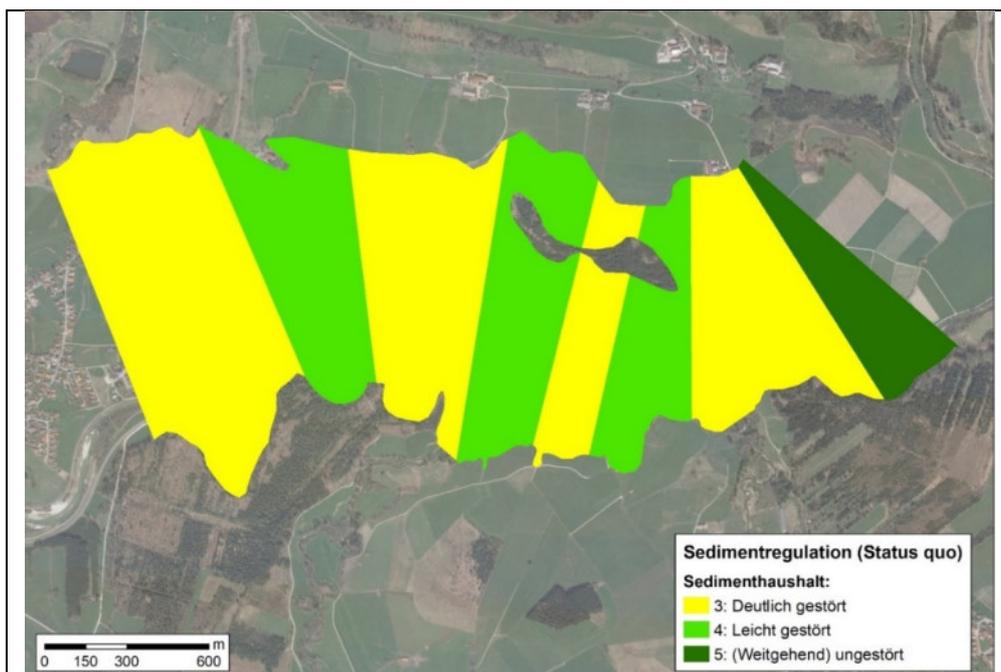
- Fließgewässerstrukturgütekartierung (v. a. Bewertung der Gewässersohle)

Berechnung: Die Bewertung der Sedimentregulation geschieht auf Grundlage der Teilbewertung „Sohle“ aus der Gewässerstrukturgütekartierung, die aus den Einzelparametern „Laufkrümmung“, „Uferverbau“, „Querbauwerke“ und „Ausleitung“ zusammengesetzt ist. Der Mittelwert der Bewertungen wird streckenlängengewichtet für die Segmente der Gebietskulisse berechnet.

Anwendung an der Ammer

Im Maßnahmenbereich an der Ammer flussab von Peißenberg ist der aktuelle Sedimenthaushalt nach der Bewertung anhand der Fließgewässerstrukturgütedaten der Kartierung des LfU Bayerns (2020) größtenteils leicht bis deutlich gestört (Abbildung 148 oben).

Durch die Aufwertung des Parameters Uferverbau aufgrund der angenommenen Entfernung der linksufrigen Ufersicherungen nach dem Campingplatz Ammortal, wird hier eine Verbesserung im Szenario erzielt (Abbildung 148 unten). Die meisten Segmente werden dadurch um eine RESI-Klasse höher bewertet.



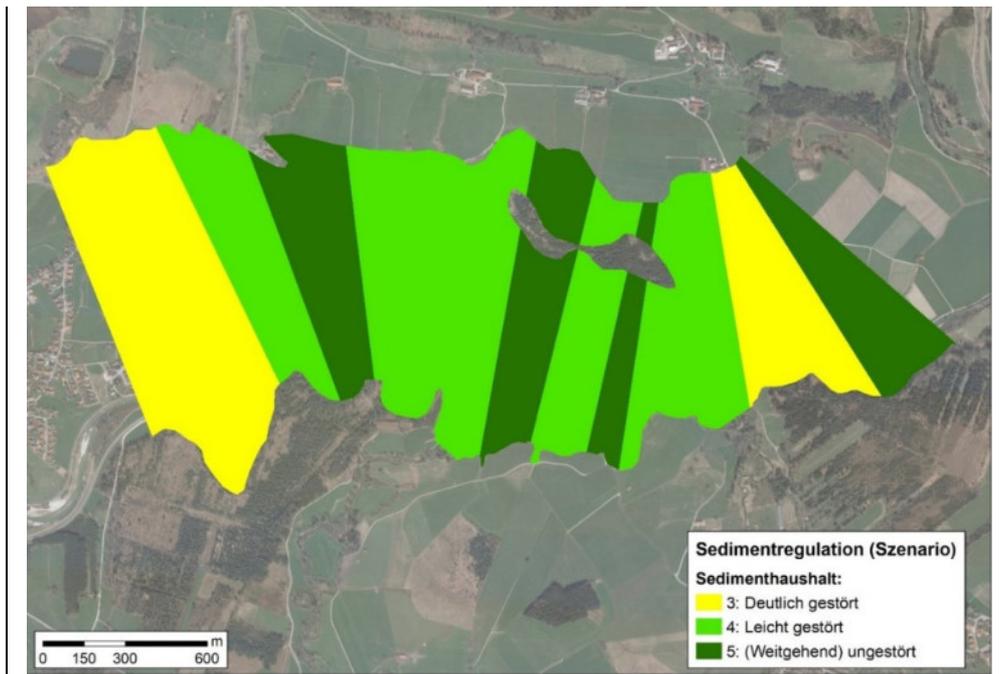


Abbildung 148: Status quo (oben) und Szenario (unten) der ÖSL Sedimentregulation des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.

C) Habitatbereitstellung

Beschreibung (Podschun et al. 2018)

Durch diese ÖSL wird die funktionelle und strukturelle Habitatqualität für auetypische Lebensgemeinschaften und Arten bewertet. Sie ist Grundlage für viele weitere ÖSL und Basis für die Biodiversität der Flussauen. Der Habitatindex ermöglicht eine Abschätzung der flussauetypischen Habitatausstattung und dient als Bewertungsmöglichkeit für die Abschätzung von Maßnahmen auf die Arten und Lebensräume.

Variablen bzw. benötigte Daten:

Abhängig von der verfügbaren Datenlage und dem Bearbeitungsmaßstab kann die Betrachtung auf unterschiedlichen Detailgraden erfolgen. Dazu zählen beispielsweise Angaben der Biotop- oder der FFH-Kartierung. Zudem beeinflussen auch Rückstau oder Landnutzungsintensität diese ÖSL.

Berechnung:

Die Bewertung des Habitatindex erfolgt auf Grundlage von Biotoptypenkartierungen für das Gebiet. Im Rahmen des RESI wurden anhand der 6 Kriterien „Grundwasserabhängigkeit“, „Gefährdung“, „FFH-Habitat“, „Gesetzlicher Schutz“, „Regenerierbarkeit“ und „Auenbindung“ Biotopwerte und Feuchteklassen für jeden möglichen Biotoptyp festgelegt. Somit wird im ersten Schritt (Bewertung auf Biotoptypenebene) eine Bewertung jedes einzelnen Biotops noch ohne Rücksichtnahme auf die äußeren Einwirkungen vorgenommen, die in Schritt 2 (Biotop-Ebene) anhand von biotischen und abiotischen Faktoren ergänzt (Malus oder Bonus) wird. Für das Projektgebiet relevant ist in diesem Schritt nur der Faktor „Verändertes Überflutungsregime“. Naturnahe und Auentypische Biotoptypen erhalten im Status quo aufgrund der durch die flussbegleitenden Wirtschaftswege verminderten Überflutungshäufigkeit einen Malus von 0,25. Im letzten Schritt erfolgt die Aggregation auf Kompartimentebene. Diese erfolgt auf Basis einer flächengewichteten Mittelwertbildung der eingehenden Biotope. Je nach Häufigkeit verschiedener Biotop-Feuchteklassen (>3) wird ein zusätzlicher Bonus von 0,5 vergeben (Abbildung 149).

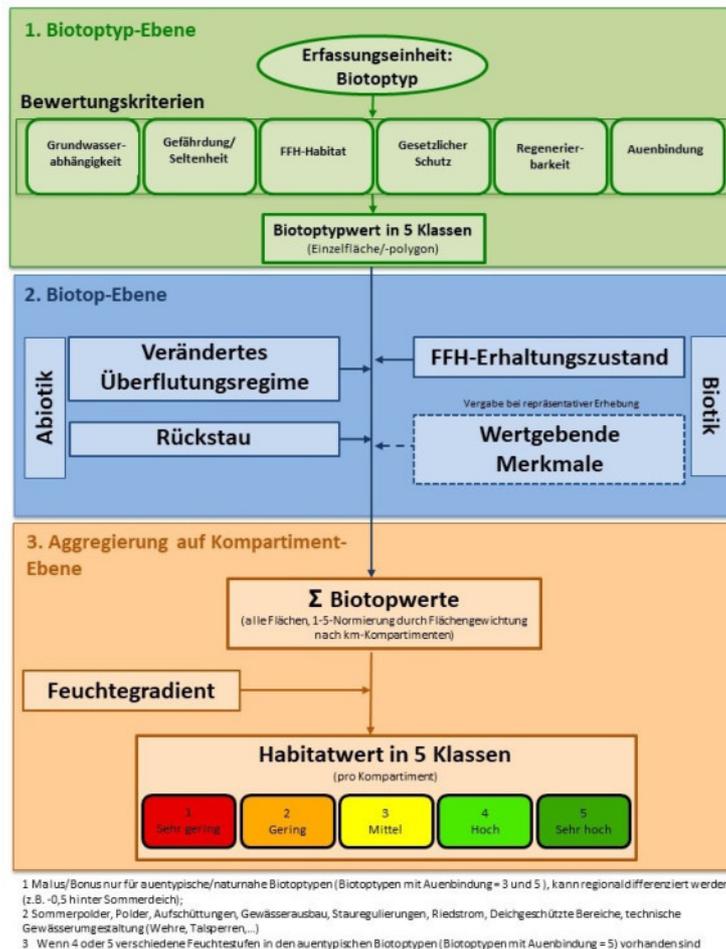


Abbildung 149: Berechnungsschema der Ökosystemleistung Hochwasserregulation (RESI 2018).

Biototyp-Ebene

Zur Vervollständigung der in den Maßnahmenflächen nicht flächendeckenden Biotopkartierung Bayern wurde das nach den CORINE-Landnutzungstypen klassifizierte Landbedeckungsmodell LBM-DE2018 herangezogen. Diesem nun flächigen Biotop- und Landnutzungsdatensatz werden auf Ebene der Einzelflächen die Biotopklassen nach RESI und damit auch die für die weitere Berechnung nötigen Biotopwerte und Feuchteklassen zugewiesen.

Durch das im Szenario an einen Ursprungszustand ohne wasserbauliche Maßnahmen angepasste Überflutungsregime und eine extensive Bewirtschaftung der Flächen kann eine verbesserte Biotopausstattung angenommen werden. Die aktuell intensiv genutzten Mähwiesen und Weiden könnten so in Stromtalwiesen umgewandelt werden. Die häufiger überfluteten Ackerflächen werden zu je einem Drittel in Wald, Grünland und Feuchtgebiete umgewandelt.

Biotop-Ebene

Die für den RESI-Eingangsparameter „Rückstau“ (nicht vorhanden), „FFH-Erhaltungszustand“ (Managementplan des FFH-Gebiets "Ammer vom Alpenrand bis zum NSG Vogelfreistätte Ammersee-Südufer" aktuell noch in Bearbeitung, daher keine LRT- und EHZ-Kartierung vorhanden) und „wertgebende Merkmale“ (keine gebietspezifischen Daten) finden für die Berechnung keine Berücksichtigung.

Im Status Quo wird für die den Maßnahmenbereich von einem veränderten Überflutungsregime ausgegangen. Die gewässerbegleitend verlaufenden Wirtschaftswege liegen nicht so hoch, dass sie die

dahinter liegenden Auenbereiche komplett von der Überflutungsdynamik abtrennen, allerdings liegt hier auch keine rezente Aue ohne Veränderung der Überflutungshäufigkeit vor. Für die RESI-Habitatbereitstellung im Status Quo stellen diese Auenbereiche somit Bereiche mit eingeschränktem Überflutungsregime (1 –5-jährliche Flutung) dar. Da das Überflutungsregime zum natürlichen Zustand durch den erhöhten Wirtschaftsweg verändert ist, wird für die nach der Biotoptypen-Tabelle (RESI) auentypischen oder naturnahen Biotope ein Malus (-0.5) vergeben.

Nach Absenkung der flussbegleitenden Wirtschaftswege und Entfernung bestehender Ufersicherungen (Buhnen, Flussbausteine) können wieder annähernd natürliche Überflutungsbedingungen angenommen werden. Die Flächen gehen damit für die Szenarienberechnung als rezente Auenbereiche in die Bewertung ein.

Aggregation auf Kompartimentebene:

In diesem Berechnungsbeispiel wurden nur die Maßnahmenräume als solche, nicht die umliegende Aue bewertet, um die Bewertungsänderung nach Maßnahme zu dokumentieren.

Die auf Biotop-Ebene angepassten Biotoptypwerte werden mit der Kulisse verschnitten und für jedes Kompartiment flächengewichtet gemittelt. Kommen in einem Kompartiment mehr als 3 verschiedene Feuchteklassen (nach RESI-Biotoptypentabelle) vor, wird zusätzlich noch ein Bonus (0.5) vergeben.

Anwendung an der Ammer

Die aktuelle Biotopausstattung im Maßnahmenbereich an der Ammer flussab von Peißenberg ist in den flussnahen Bereichen vorwiegend Auwald-geprägt, in den flussferneren Bereichen dominiert die z. T. intensive Grünlandnutzung (Abbildung 150 oben). So ergibt auch die Habitatbewertung dieses Status quo in einzelnen Bereichen mit Augewässern und Auwäldern einen sehr hohen Habitatwert, in den meisten Flächen ist er jedoch mittel bis hoch (Abbildung 150 unten).

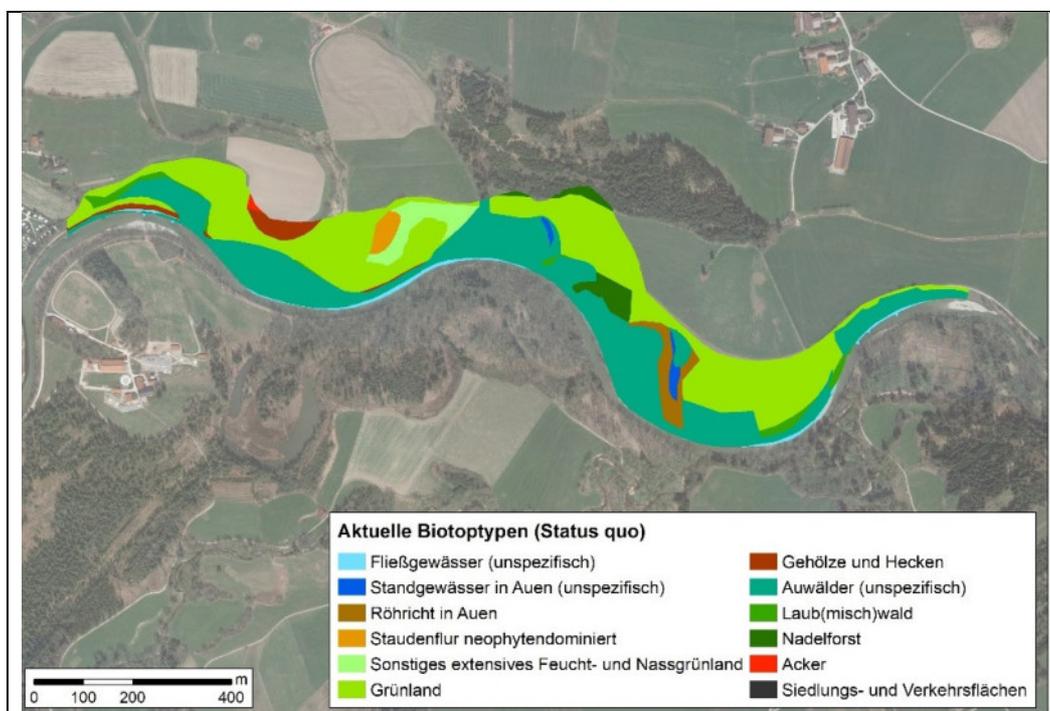




Abbildung 150: Biotoptypen (oben) und der abgeleitete Habitatwert (unten) im Status quo der ÖSL Habitatbereitstellung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.

Im Maßnahmenbereich des rückverlegten Wirtschaftswegs und in den abgesenkten Uferbereichen wird als Szenario eine erhöhte Überflutungshäufigkeit sowie eine Extensivierung der bewirtschafteten Flächen angenommen. Da sich die Habitate dadurch deutlich auetypischer entwickeln und angepassten Arten einen Lebensraum bieten, ist die Szenarienbewertung deutlich besser als der Status quo (Abbildung 151).

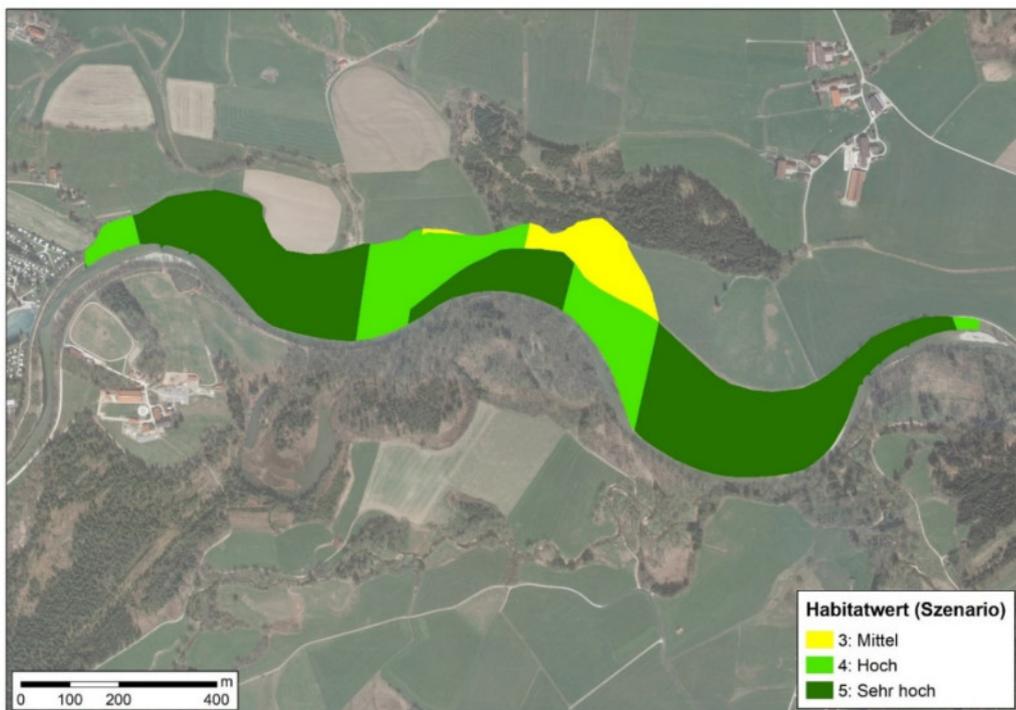


Abbildung 151: Habitatwert in einem Extensivierung-Szenario der ÖSL Habitatbereitstellung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.

In einem zweiten Szenario werden eine weitergreifende Extensivierung sowie das Zulassen der Auwaldsukzession angenommen. Die Grünlandbereiche entwickeln sich so zu naturschutzfachlich

hochwertigen Stromtalwiesen mit einer Ausstattung vieler gefährdeter Grünlandarten. In den flussferneren, höher liegenden Bereichen wird die Grünlandbewirtschaftung zugunsten der Sukzession der Flächen zu Hartholzauwald aufgegeben (Abbildung 152 oben). Dadurch sind nahezu alle Segmente einen hohen bis sehr hohen Habitatwert auf (Abbildung 152 unten).

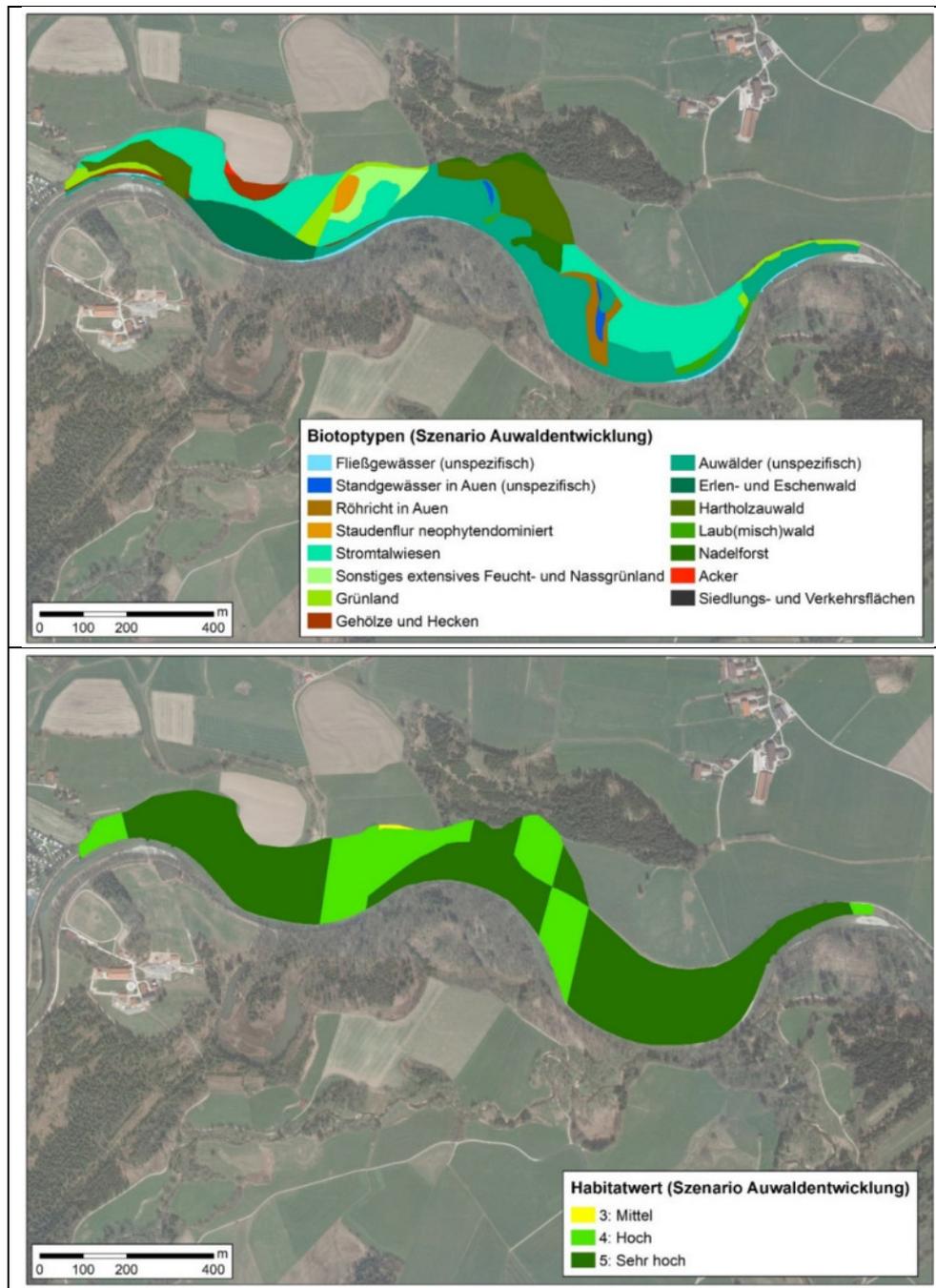


Abbildung 152: Biotoptypen (oben) und der abgeleitete Habitatwert (unten) in einem Extensivierung-Szenario mit Sukzession zum Auwald der ÖSL Habitatbereitstellung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.

4.6. Verknüpfung des Pendelraum-Konzepts mit dem Projekt In_StröHmunG

Das Projekt In_StröHmung ist ein aktuelles Projekt zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und des ökologischen Gewässerzustands (Stamm 2018). Es hat daher eine ähnliche Zielausrichtung wie das Pendelraum-Konzept. Beiden Projekten liegt zudem die Annahme zugrunde, dass die verbreitet schlechte Strukturgüte deutscher Fließgewässer einen der Hauptgründe für das Verfehlen des guten ökologischen Zustandes nach EU-WRRL darstellt. Daher ist die Herangehensweise in beiden Fällen, die Gewässerstruktur zu verbessern, um dadurch auch ökologische Verbesserungen herbeizuführen. Bei beiden Projekten wurden mehrere Beispiel- bzw. Modellgewässer unterschiedlicher Größe und Regionen gewählt, um die Anwendbarkeit der Konzepte unter verschiedenen Bedingungen zu abzuschätzen.

Da das im Rahmen des Projekts In_StröHmunG entwickelte Softwaretool PROGEMIS[®], welches die Planung, Ausführung und Dokumentation von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern unterstützen soll, nicht für eine konkrete Anwendung mit Maßnahmendarstellung im Rahmen des Pendelraum-Projekts zur Verfügung stand, wird im Folgenden nach einer Vorstellung des Projekts ein Vergleich zwischen einem Teilaspekt des Projekts In_StröHmunG, dem Integrierten Gewässerkonzept, mit der Herangehensweise des Pendelraum-Konzepts gegeben.

4.6.1. Beschreibung und Ergebnisse des Projekts In_StröHmunG

Das Projekt In_StröHmunG - Innovative Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung - wurde zwischen 2015 und 2018 durch mehrere Verbundpartner aus Wissenschaft und Wirtschaft unter der Leitung von Prof. Jürgen Stamm des Instituts für Wasserbau und Technische Hydromechanik der Technischen Universität Dresden bearbeitet (Stamm & Müller o. J.). Gefördert wurde das Vorhaben durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über die Fördermaßnahme Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM, Förderkennzeichen 033W017) im Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA).

Ziel des Projektes war die Weiterentwicklung wissenschaftlichen Grundlagenwissens und darauf aufbauend die Entwicklung von Instrumenten für die nachhaltige Bewirtschaftung von Gewässern, wodurch eine naturnahe Fließgewässerentwicklung effizient mit Hochwasserschutz verbunden werden soll (Stamm 2018). Die entwickelten Maßnahmen sollten demnach gleichermaßen der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL, 2007/60/EG) und der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) dienen. Gleichzeitig sollten die Lösungen die Akzeptanz von Maßnahmen in der Öffentlichkeit steigern (Stamm et al. 2018).

Im Rahmen des Projekts wurden einige morphodynamische und ökologische Aspekte von Fließgewässern untersucht, um natürliche Prozesse des Gewässersystems besser einschätzen zu können. Ein wichtiges Ergebnis davon war, dass die räumliche und zeitliche Strömungsdiversität der Schlüsselfaktor für die Wirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen ist (Stamm 2018).

Von den Erkenntnissen der Grundlagenuntersuchungen wurden Empfehlungen für die Bewirtschaftung abgeleitet. Demnach sollten ökologische Gewässeraufwertung und Hochwasservorsorge integriert geplant und umgesetzt werden. Um die dafür notwendige Fläche bereitstellen zu können, ist eine Anpassung der Rahmenbedingungen notwendig. Zudem war ein wichtiges Ergebnis der Öffentlichkeitsarbeit, dass sich die lokale Bevölkerung naturnähere Gewässer wünscht (Stamm 2018).

4.6.2. Mögliche Synergien und Zusammenhänge mit dem Pendelraum-Projekt

Im Projekt In_StröHmunG wurden Empfehlungen zur Gewässerbewirtschaftung formuliert, die einen naturnahen bzw. naturnäheren Prozessablauf in Gewässersystemen ermöglichen sollen. Dadurch wird eine eigendynamische Verbesserung des ökologischen Zustands angestrebt. Die eigendynamische Gewässerentwicklung ist auch eines der Hauptziele des Pendelraum-Konzepts. Durch die Vergrößerung der für den Fluss zur Verfügung stehenden Fläche, wird das gestaltende Potential des Fließgewässers zugelassen und so eine ökologische Verbesserung herbeigeführt. Durch die Vergrößerung des Raums für die ökologische Gewässeraufwertung soll zudem auch Retentionsraum geschaffen werden und somit auch der Hochwasserrückhalt verbessert werden.

Auch der Anwendungsbezug stand bei beiden Projekten im Fokus. Nur wenn die Konzepte und Ideen praxisnah sind und detailliert erläutert und dargestellt werden, werden sie auch umgesetzt bzw. können auch von Interessenten und Behörden unterschiedlicher Fachrichtungen umgesetzt oder angestoßen werden.

4.6.3. Verknüpfung mit dem Pendelraum-Projekt

Um die aktuell bestehenden Herausforderungen der Gewässerbewirtschaftung zu lösen, wurden im Projekt In_StröHmunG drei ausschlaggebende Faktoren identifiziert: Planvolles Vorgehen, effizientes Datenmanagement und Verbesserung der Flächenverfügbarkeit (Stamm et al. 2018). Diese Faktoren wurden in einem integrierten Gewässerkonzept gebündelt, um sowohl die Ziele des Hochwasserrisikomanagements als auch die Ziele einer nachhaltigen, naturnahen Gewässerentwicklung zu erreichen. Die Ziele und Schwerpunkte überschneiden sich häufig mit denen des Pendelraum-Konzepts. Um dies zu verdeutlichen, werden die Schwerpunkte der beiden Projekte in Tabelle 74 gegenübergestellt.

Tabelle 74: Vergleich der Ziele und Schwerpunkte des Integrierten Gewässerkonzepts von In_StröHmunG (links, Stamm et al. 2018) mit denen des Pendelraum-Konzepts (rechts).

Ziele/Schwerpunkte des Integrierten Gewässerkonzepts von In_StröHmunG	Vergleich mit den Zielen/Schwerpunkten des Pendelraum-Konzepts
Hydromorphologische Gewässerentwicklung , um die Voraussetzungen für den guten ökologischen Zustand/das gute ökologische Potenzial gemäß WRRL zu erreichen	Hydromorphologische Gewässerentwicklung als Voraussetzungen für das Erreichen des guten ökologischen Zustands/das gute ökologische Potenzial gemäß WRRL und um dem Verlust der Auenbiotope und der Biodiversität an den Fließgewässern in Deutschland entgegen zu wirken
Reduzierung von Hochwasserrisiken und künftigen Schäden entlang der Gewässer zweiter Ordnung	Durch die Vergrößerung der Fläche für die Gewässerentwicklung entsteht Retentionsraum zur Verbesserung des Hochwasserschutzes , wodurch auch Hochwasserschäden verringert werden
Effiziente fachgerechte Pflege (Gewässerunterhaltung) zur ökologischen Entwicklung der Gewässer und Unterstützung der Hochwasservorsorge gemäß HWRM-RL	Der Gewässerunterhaltungsaufwand beschränkt sich zunächst auf die Beobachtung der eigendynamischen Entwicklungsprozesse des Gewässers (v. a. im bzw. nach dem Hochwasserfall), um wenn notwendig Sicherungs- oder Pflegemaßnahmen am Rand des ausgewiesenen Pendelraums zu treffen. Dafür kann ein Monitoring durchgeführt werden (je nach Detailgrad nur für die Gewässerstruktur oder auch für Biotoptypen und Arten).

Ziele/Schwerpunkte des Integrierten Gewässerkonzepts von In_StröHmunG	Vergleich mit den Zielen/Schwerpunkten des Pendelraum-Konzepts
	Weitere Gewässerunterhaltungsmaßnahmen sind nicht im Sinne des Pendelraums und Pflegemaßnahmen nur zur Sicherung (nach §39 (1) Gewässerunterhaltung WHG) notwendig
Verbesserung der Kommunikation zwischen Kommune/interkommunalem Verband, Behörden, Anliegern und Öffentlichkeit über die öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen an Gewässern.	Kommunikation mit Verantwortlichen aus Naturschutz und Wasserwirtschaft sowie den Anliegern vor Ort ist grundlegend für die Umsetzung von Maßnahmen. Um einen effizienten Austausch zu erlangen, wird auch für die Umsetzung des Pendelraum-Konzepts empfohlen, sich einen umfassenden Überblick über die Stakeholder zu verschaffen, vorhandene Strukturen zu nutzen sowie im ständigen Austausch über aktuelle Entwicklungen zu stehen.

¹: Gewässerunterhaltung nach Wasserhaushaltsgesetz (Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts - WHG):

nach §39 (1): Unterhaltungslast: Die Unterhaltung eines oberirdischen Gewässers umfasst seine Pflege und Entwicklung, dazu gehören insbesondere:

- die Erhaltung des Gewässerbettes und der Ufer, Sicherung eines ordnungsgemäßen Wasserabflusses
- die Erhaltung und Förderung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers insbesondere als Lebensraum von wildlebenden Tieren und Pflanzen,
- die Ermöglichung der Abführung oder Rückhaltung von Wasser, Geschiebe, Schwebstoffen und Eis, die den wasserwirtschaftlichen Bedürfnissen entspricht
- die Erhaltung der Schiffbarkeit

Das Integrierte Gewässerkonzept wird anhand mehrerer Arbeitsschritte erarbeitet, die sich zum Teil mit der Vorgehensweise des Pendelraum-Konzepts vergleichen lassen (Tabelle 75). Darüber hinausgehende Punkte, die für die Ausweisung des Freien Pendelraums benötigt oder empfohlen werden, werden nicht immer vollständig zusätzlich aufgeführt (vgl. dafür das Schema der Pendelraum-Erstellung). Die ersten Schritte (1) zur Datenerhebung und Analyse der Rahmenbedingungen und (2) zur Formulierung der Entwicklungsziele sind in beiden Projekten ähnlich konzipiert, auch wenn sich bei der Herangehensweise bereits Unterschiede abzeichnen. So werden im Integrierten Gewässerkonzept Entwicklungs- und Managementziele definiert, während beim Pendelraum-Konzept gewässertypspezifische Strukturen als Entwicklungsrahmen angesetzt werden, die sich durch Eigendynamik selbst einstellen sollen.

Die Analyse von Synergien und Konflikten zur Maßnahmenplanung (3) wird im Pendelraum-Konzept z. T. bereits vorbereitend bei der Erfassung der Rahmenbedingungen (2) gelöst, bei der es auch schon durch eine Kommunikation mit Stakeholdern zu einer frühzeitigen Identifizierung von Synergien, Nutzung vorhandener Kontakte und Infrastrukturen, aber auch rechtzeitige Information über ausschließende Restriktionen kommen soll. Dagegen werden die beim Integrierten Gewässerkonzept ebenfalls unter diesem Schritt betrachteten Synergien der integrierten Gewässerentwicklung und Hochwasservorsorge bei der Prüfung der umsetzungsrelevanten Rahmenbedingungen (6) bearbeitet, da durch die Vergrößerung des für das Fließgewässer zu Verfügung stehenden Fläche von einer automatischen Verbesserung des Hochwasserschutzes ausgegangen wird.

Die Schritte (4) und (5) des Integrierten Gewässerkonzepts von In_StröHmunG setzen eine großräumigere Betrachtung für eine Umsetzung voraus. Dabei werden zunächst Fließgewässer in ihrer Gesamtheit bzw. sehr lange Fließgewässerabschnitte in die Überlegungen einbezogen und Maßnahmen konzipiert, die im weiteren Verlauf priorisiert und Umsetzungsrisiken abgewogen

werden. Im Gegensatz dazu wird im Pendelraum-Konzept bereits zu Beginn ein Fließgewässerabschnitt ausgewählt. Dieser kann zwar im Lauf der weiteren Bearbeitung noch weiter konkretisiert werden, jedoch wird so von Beginn an gewährleistet, dass keine zu großen Siedlungsbeschränkungen sowie ein weitgehend natürliches Abflussregime als Basis für eine ausreichend dimensionierte morphologische Aktivität der Gewässer vorliegen.

Die Ergebnisse beider Konzepte werden zusammenfassend dargestellt, beim Integrierten Gewässerkonzept im sogenannten Basisplan (6), beim Pendelraum-Konzept im Leitfaden. Dieser bündelt die Ergebnisse aller Arbeitsschritte, gibt Handlungsempfehlungen und zeigt umsetzungsrelevante Details auf.

Tabelle 75: Vergleich der Pendelraum-Anwendung (vgl. Schema in Kapitel 4.4.2) mit der Vorgehensweise des Projekts In_StröHmunG anhand der dort angegebenen 5 Arbeitsschritte (Stamm et al. 2018).

Arbeitsschritte des Integrierten Gewässerkonzepts aus dem Projekt In_StröHmunG	Verknüpfung mit dem Pendelraum-Konzept (Punkte z. T. gekürzt dargestellt, vgl. Schema in Kapitel 4.4.2)
<p>(1) Rahmenbedingungen/Datengrundlagen mit Analyse des Einzugsgebiets und der Fließgewässer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zentral organisierte (inter-)kommunale Gewässerdaten, Analyse- & Bewertungsdaten - Status quo relevanter Rahmenbedingungen je Einzugsgebiet - Analyse des Zustands der Fließgewässer - Kommunale Zuständigkeiten für die Gewässerunterhaltung je Gewässer - Handlungsbedarf und Kostenrahmen für aktuelle Routine-Gewässerunterhaltung 	<p>(1) Auswahl eines Fließgewässerabschnitts zur Anwendung des Pendelraumkonzepts</p> <p>(2) Erfassen der Rahmenbedingungen des Fließgewässerabschnittes und Datenerhebung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse des Fließgewässer- und Auezustands - Erfassen der Zuständigkeiten und der vorhandenen Infrastruktur - Erfassen von Restriktionen - Ableiten des Handlungsbedarfs - Datenrecherche (bei Umwelt-, Wasserwirtschaftsämtern etc.), Erfassung fehlender Daten vor Ort - Kommunikation mit Stakeholdern, Synergien nutzen
<p>(2) Entwicklungs- und Managementziele (2a) Anwendung des Strahlwirkungs-Trittsteinkonzepts</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flächenkonkrete Entwicklungsbereiche mit Entwicklungs- & Maßnahmenzielen, Darstellung des konkreten Flächenbedarfs für Maßnahmen der Gewässerentwicklung <p>(2b) Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flächenkonkrete Risikopotenzialbereiche mit Management- & Maßnahmenzielen - Einschätzung der Signifikanz von Hochwasserrisiken gemäß HWRM-RL 	<p>(3) Flusstypisierung und Leitbilderstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gewässertyp bestimmen und Leitbild auf betrachteten Fließgewässerabschnitt übertragen <p>(4) Gewässertypspezifische Entwicklungsziele</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entwicklungsrahmen festlegen (als Kommunikations-Basis mit Akteuren und zur Abschätzung notwendiger Sicherungsmaßnahmen des Pendelraum-Rands) - Rahmenbedingungen für eine Verbesserung der Eigendynamik des Flusses schaffen, um dadurch ökologische Verbesserungen zu erreichen → keine detaillierten, flächenscharfen Ziele ausformulieren, da eine eigendynamische Entwicklung des Gewässers angestrebt wird <p>(6) Umsetzungsrelevante Rahmenbedingungen prüfen</p>

Arbeitsschritte des Integrierten Gewässer-konzepts aus dem Projekt In_StröHMUNG	Verknüpfung mit dem Pendelraum-Konzept (Punkte z. T. gekürzt dargestellt, vgl. Schema in Kapitel 4.4.2)
	<ul style="list-style-type: none"> - Hochwasserschutz prüfen (darf sich für Anlieger nicht verschlechtern)
<p>(3) Analyse von Synergien und Konflikten mit lagekonkreter Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konfliktlösung durch Zielanpassung - Vorgaben für Maßnahmenplanung zur Konfliktlösung - Synergien der integrierten Gewässerentwicklung und Hochwasservorsorge 	<p><i>wird im Pendelraum-Konzept durch Punkte in den Schritten (2) und (6) abgedeckt:</i></p> <p>(2) Erfassen der Rahmenbedingungen des Fließgewässerabschnittes und Datenerhebung <i>siehe oben</i></p> <p>(6) Umsetzungsrelevante Rahmenbedingungen prüfen</p> <ul style="list-style-type: none"> - der definierte Pendelraum muss für eine praktische Ausweisung mit verschiedenen Akteuren (Behörden, Anwohner und Landnutzer) und Belangen (Hochwasserschutz, Naturschutz) abgestimmt werden - weiterhin zu berücksichtigende Faktoren sind bspw. Flächenverfügbarkeit, Kosten und Fördermöglichkeiten
<p>(4) Sektorale Prioritäten und Handlungskomplexe</p> <p>(4a) Priorisierung Entwicklungsbereiche und Bildung von Handlungskomplexen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Handlungskomplexe Gewässerentwicklung und Prioritäten je Bereich <p>(4b) Priorisierung Risikopotenzialbereiche und Bildung von Handlungskomplexen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Handlungskomplexe Hochwasservorsorge und Prioritäten je Bereich 	<p><i>Die Schritte (4) und (5) des Integrierten Gewässerkonzepts werden im Pendelraum-Konzept weniger detailliert beleuchtet, da der gewünschte Fließgewässerabschnitt bereits zu Beginn der Konzept-Anwendung festgelegt wird (1). Zudem wird durch die Ausweisung des Freien Pendelraums zum einen durch die Eigendynamik eine Schaffung von vielfältigen Strukturen und damit einer ökologischen Verbesserung und zum anderen durch die erhöhte Flächenverfügbarkeit auch ein verbesserter Hochwasserschutz generiert. Zur Erfassung der beiderseitigen Verbesserungen wird ein Monitoring (9) empfohlen.</i></p>
<p>(5) Integrierte Prioritäten & Handlungskomplexe mit Überlagerung und Zusammenführung der Bereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prioritätenliste Entwicklungs- und Risikopotenzialbereiche 	
<p>(6) Basisplan, Maßnahmenkonkretisierung und -umsetzung</p> <p>(6a) Gewässerunterhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maßnahmen zur integrierten Zielerreichung & Kostenreduktion - Optimierung der Routine-Gewässerunterhaltung - Initiale Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen der Gewässerunterhaltung <p>(6b) Gewässerausbau</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maßnahmenziele für die integrierte Objektplanung zur Umsetzung von Bauprojekten <p>(6c) Hochwasservorsorge</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maßnahmenziele im Einzugsgebiet zur Regulierung des Wasser- & Stoffhaushalts 	<p>(7) Leitfaden mit Entwicklungsrahmen und Freiem Pendelraum erstellen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gesamtkonzept mit zusammenfassender Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte, insbesondere der Vorgehensweise, berechneter Pendelraum, Handlungsempfehlungen, Restriktionen und Erweiterungsmöglichkeiten - Absprache mit Behörden und abschließende Information aller Akteure <p>(8) Freien Pendelraum umsetzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigendynamische Gewässerentwicklung zulassen (bestehende Ufersicherungen oder andere Einschränkungen entfernen)

Arbeitsschritte des Integrierten Gewässer-konzepts aus dem Projekt In_StröHmunG	Verknüpfung mit dem Pendelraum-Konzept (Punkte z. T. gekürzt dargestellt, vgl. Schema in Kapitel 4.4.2)
	<ul style="list-style-type: none"> - Umland ökologisch aufwerten (Umwandlung <p>(9) Vorsorge und Beobachtung der Gewässerentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoring vor und nach der Maßnahme, v. a. in Bezug auf die Flussbettverlagerung, um ggf. eingreifen zu können und den Korridorrand zu sichern

4.6.4. Fazit

Das Integrierte Gewässerkonzept des Projekts In_StröHmunG und das Konzept des Freien Pendelraums haben ähnliche Ausgangsfragestellungen. Durch beide Konzepte wird eine beiderseitige Verbesserung der ökologischen Zustände der Fließgewässer und des Hochwasserschutzes in Deutschland angestrebt, um die ökologischen Zustände zu verbessern und dadurch auch die Forderungen der EU-WRRL zu erfüllen. Bei beiden Konzepten wird auf einen frühzeitigen und dauerhaften Austausch mit relevanten Stakeholdern gesetzt, um die Wahrscheinlichkeit für eine Umsetzung zu erhöhen. Als passendes Tool zur Kommunikation und zur Visualisierung von ökologischen Verbesserungsmaßnahmen könnte die im Rahmen von In_StröHmunG entwickelte Software PROGEMIS möglicherweise hilfreich sein, sie konnte für das Pendelraum-Projekt jedoch nicht zur Verfügung gestellt werden.

Bei beiden Ansätzen werden als erste Arbeitsschritte die lokalen Rahmenbedingungen am Gewässer erfasst. Jedoch unterscheidet sich die weitere Vorgehensweise. Das Integrierte Gewässerkonzept setzt auf eine umfassende Maßnahmenkonzeption, Bildung von integrierten Handlungskomplexen und Priorisierungen, die die beiderseitigen Vorteile für Hochwasserschutz und Ökologie herausstellen. Dies eignet sich vor allem für die Umsetzung von Großprojekten, bei denen sehr viele Aspekte und die Belange vieler Akteure berücksichtigt werden müssen. Das Pendelraum-Konzept strebt dagegen weniger eine detaillierte Maßnahmenkonzeption mit flächenscharf konkretisierten Entwicklungszielen an, sondern die eigendynamische Entwicklung des Gewässers wird durch größere Flächenverfügbarkeit und Uferentsicherungen ermöglicht, die zur ökologischen Verbesserung des Fließgewässerabschnitts führen soll. Eine Verbesserung des Hochwasserschutzes von Anliegern wird durch den vergrößerten Retentionsraum automatisch erreicht. Hierfür wird der Gewässertyp ermittelt und daraus das Leitbild abgeleitet. Dieses dient zusammen mit dem berechneten Raumbedarf durch die Pendelraum-Berechnung als Leitlinie und Entwicklungsrahmen. Für mögliche irreversible anthropogene Einwirkungen kann auch einer Modellierung mit Hilfe der Regimetheorie (vgl. Guzelj in prep.) hinzugezogen werden, um den benötigten Raumbedarf des Gewässers zu erfassen.

Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte beider Konzepte werden in einem Gesamtkonzept zusammengefasst, um den Entstehungsprozess der Maßnahmen für alle Akteure nachvollziehbar zusammenzustellen und die Umsetzung zu vereinfachen.

4.7 Informationsaustausch und Öffentlichkeitsarbeit

Da der häufig schlechte ökologische Zustand der Fließgewässer in den letzten Jahren in den Fokus von Behörden und der Öffentlichkeit gedrungen ist, ist die Renaturierung der Flüsse und Auen nun ein wichtiges Ziel in der Wasserwirtschaft. Um wieder naturnähere Zustände der Gewässer zu erreichen und die Hochwasserrückhalteräume zu vergrößern, muss den Fließgewässern wieder Raum zurückgegeben werden, um ihre Eigendynamik zuzulassen.

Bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen sind die Interessen vieler verschiedener Akteure zu berücksichtigen und Kompromisse zu finden, da häufig Flächen wieder dem Fließgewässer zur Verfügung gestellt werden oder die Flächennutzung extensiviert wird. Durch eine frühzeitige Beteiligung, wie lokale Informationsplattformen, können die Akteure zielgruppengerecht informiert oder an der Planung beteiligt werden. Dies schafft eine Transparenz und Vernetzung zwischen den Beteiligten, erhöht die Akzeptanz und trägt zur erfolgreichen Umsetzung der geplanten Maßnahmen bei (NUA 2015).

Im Freien Pendelraum-Projekt wurden daher Stakeholder recherchiert und Kontakte zu Behörden und Verbänden in den Flussgebieten geknüpft (s. Stakeholder-Analysen in den Kapiteln 4.1.3, 4.2.3, 4.3.3). An der Ammer wurden die Wahrnehmung und Haltung der Stakeholder zum Fluss mit einem Fragebogen abgefragt (s. Kapitel 4.1.3). Für alle drei Flüsse wurden Faltblätter erstellt, um das Pendelraum-Konzept einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen und um das Verständnis für die Notwendigkeit von Flussrenaturierungen generell zu erhöhen. Dieses wird auch als Informationsmaterial bei Angabe gewünschter Zusendung von weiteren Informationen im Stakeholder-Fragebogen verwendet.

Zusätzlich wurde zur Information eine Homepage erstellt (Kapitel 4.7.1) und um die Abschätzung zur Ausweisung eines Freien Pendelraums an einem Gewässer zu erhöhen, wurde ein Handlungsleitfaden erstellt (Kapitel 4.7.3, Anhang A3). Zudem wurde das Projekt auf mehreren Fachtagungen vorgestellt (Kapitel 4.7.2).

4.7.1 Website

Zur detaillierteren Information der interessierten Öffentlichkeit wurde eine Website erstellt: www.freier-pendelraum.de. Die Website wurde durch den Editor der 1&1 IONOS erstellt und ging Anfang Februar 2020 online. Sie stellt Grundlagen der Auenökologie vor, um das Verständnis für die Notwendigkeit des hohen Raumbedarfs für Fließgewässer zu erhöhen. Das Pendelraum-Konzept wird auf der Website mit zahlreichen Fotos und Abbildungen illustriert dargestellt und Karten mit den berechneten Pendelräumen der drei Beispielflüsse dargestellt.



Abbildung 153: Startseite der Informations-Website über den Freien Pendelraum von Fließgewässern, die im Rahmen dieses Projektes erstellt wurde.

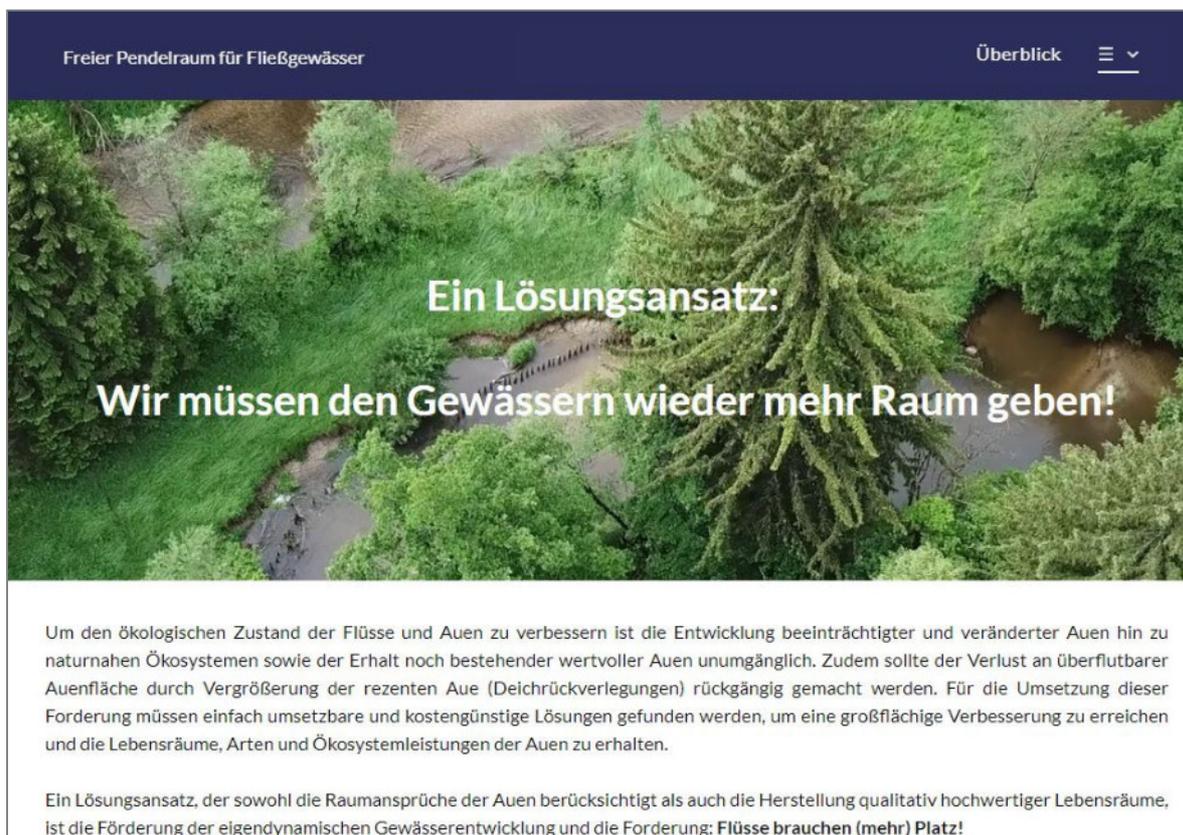


Abbildung 154: Auf der Website wird die interessierte Öffentlichkeit über Grundlagen der Auenökologie informiert und das Konzept des Freien Pendelraums erklärt.

Die Bestimmung des Pendelraums der Ammer

Schritt 1: Flusstypisierung

Einteilung nach den Steckbriefen der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Pottgießer & Sommerhäuser 2008):

- Gefällereiche Flussaue der Alpen/Voralpen mit Sommerhochwassern (nach Koenzen 2005)
- Flusstyp der Alpen und des Alpenvorlandes; Subtyp 3.2: Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes (nach Pottgießer & Sommerhäuser 2008)

Schritt 2: Bestimmung des Pendelraums

A) Entwicklungskorridor nach UBA (Dahm et al. 2014)

Ermittlung des Entwicklungskorridors nach UBA (2014) für Typ 3.2: „Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“.

Parameter	Herleitung	Ammer
Potenziell natürliche Sohlbreite (Orientierung)	Ausbausohlbreite * 3	25 m * 3 = 75 m
Minimaler Entwicklungskorridor	pot. nat. Sohlbreite * 3	75 m * 3 = 225 m
Maximaler Entwicklungskorridor	pot. nat. Sohlbreite * 10	75 m * 10 = 750 m



Abbildung 7: Der minimale Entwicklungskorridor nach UBA (2014) der Ammer im Projektgebiet.

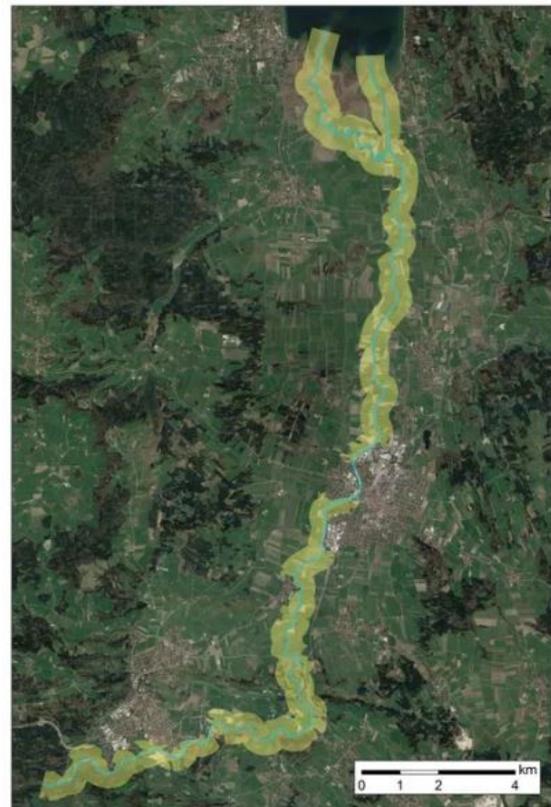


Abbildung 8: Der maximale Entwicklungskorridor nach UBA (2014) der Ammer im Projektgebiet.

Abbildung 155: Die Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts wird anhand der Beispielflüsse, wie hier an der Ammer, dargestellt.

4.7.2 Projektvorstellung auf Fachtagungen und Expertendiskussionen

Um das Pendelraum-Konzept zu verbreiten, wurde das Projekt verschiedenen Fachveranstaltungen vorgestellt (Tabelle 76). Da das Konzept auf viele Flüsse anwendbar ist, können so weitere Projektideen angestoßen werden, bei denen eine naturnahe und kostengünstige Gewässerentwicklung durch die Eigendynamik des Fließgewässers erreicht werden kann. Zudem können durch Diskussion und

Erfahrungsaustausch mit Experten so Verbesserungen oder Erweiterungen erreicht werden. Dies schließt auch Besprechungen an den Beispielflächen ein, bei denen sich über Erfahrungen, Möglichkeiten und vorangegangene Projekte oder Projektideen ausgetauscht wurde.

Table 76: Projektvorstellungen auf Fachtagungen und Besprechungen mit Behörden- und Verbandsvertretern. Hinzu kommen die Geländearbeiten sowie Besprechungen zwischen den Projektpartnern (nicht aufgeführt).

Datum	Veranstaltung, Ort	Beteiligte Projektmitarbeiter	Umfang, Bemerkungen
28.09.2017	Besprechung an der Ammer mit WWF Deutschland, Büro Weilheim i. O.	M. Guzelj, I. Juszczuk	Besprechung und Begehung ausgewählter Flussabschnitte im Projektgebiet
06.10.2017	Besprechung an der Mulde mit Vertretern der Unteren Wasserbehörde und unteren Naturschutzbehörde	C. Damm, M. Guzelj, I. Juszczuk	Besprechung und Begehung ausgewählter Flussabschnitte im Projektgebiet
13.12.2018	Runder Tisch zur Anbindung von Altarmen an die Ammer vom Landesbund für Vogelschutz e.V. (LBV Bayern), Weilheim i. O.	G. Egger, M. Guzelj, I. Juszczuk, T. Steinberger	Vorstellung des Pendelraum-Konzepts und Stakeholder-Befragung
21.-22.02.2019	EcoMeeting, Universität Stuttgart Campus Vaihingen	C. Damm, G. Egger, M. Guzelj, I. Juszczuk	Vorstellung des Pendelraum-Konzepts
24.-26.04.2019	Auenökologischer Workshop an der Universität für Bodenkultur Wien	G. Egger, I. Juszczuk	Vorstellung des Pendelraum-Konzepts, Expertengespräche
24.(-26.) 06.2019	Treffen mit WWF Deutschland Büro Weilheim und Wasserwirtschaftsamt Weilheim	M. Guzelj, I. Juszczuk, E. Schneider, A. de Oliveira Wittmann	Aktuelles über das Projekt, anschließend Geländearbeit
April 2020, aufgrund Beschränkungen bzgl. Corona verschoben	Auenökologischer Workshop in der Burg Lenzen (Elbe)	C. Damm, I. Juszczuk	Vorstellung des Pendelraum-Konzepts, Expertengespräche
April 2020, aufgrund Beschränkungen bzgl. Corona verschoben	Tagung "Freier Pendelraum – Mehr Raum für Flüsse" im Aueninstitut Rastatt	E. Dister, G. Egger, M. Guzelj, I. Juszczuk, E. Schneider, A. de Oliveira Wittmann	Vorstellung des Pendelraum-Konzepts, weitere Vorträge zu Grundlagen und aktuellen Konzepten von Gewässerrenaturierungen sowie Schwierigkeiten und

Datum	Veranstaltung, Ort	Beteiligte Projektmitarbeiter	Umfang, Bemerkungen
			Erfolgskontrollen von Umsetzungen (Renaturierungsbeispiele)

4.7.3 Handlungsleitfaden

Viele Fließgewässer erfüllen nicht den nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie angestrebten guten ökologischen Zustand. Daher müssen rasch kostengünstige Maßnahmen gefunden und verbreitet werden, die durch Behörden etc. an vielen Gewässern einfach umgesetzt werden können. Dafür wurde ein Handlungsleitfaden entwickelt. Dieser bietet eine verständliche Einführung in die Thematik der eigendynamischen Gewässerentwicklung und den Raumbedarf von Fließgewässern sowie eine nachvollziehbare Anleitung zur Ausweisung des freien Pendelraums. Zudem soll das Pendelraum-Konzept dadurch ebenfalls weiter verbreitet werden.

Im Leitfaden werden folgende Themen vorgestellt:

Flüsse und Auen - Warum wir sie brauchen

Was sind Auen?

Die Bedeutung von Flüssen und Auen: Wertvolle Lebensadern unserer Landschaft

Der Zustand der Flüsse und Auen in Deutschland ist schlecht

Das Konzept des Freien Pendelraums

Wie können wir den Zustand der Flüsse verbessern?

Was bedeutet das Konzept des Freien Pendelraums?

Wie funktioniert die Ausweisung eines Freien Pendelraums?

Wie viel Platz braucht ein Fluss? Die Berechnung des Freien Pendelraums

Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Maßnahmen

Flächenverfügbarkeit für die Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern

Fördermöglichkeiten von Auen-Renaturierungsprojekten

Kommunikation mit Stakeholdern

Monitoring umgesetzter Maßnahmen

Förderhinweis

Referenzen

Der erstellte Handlungsleitfaden befindet sich im Anhang dieses Berichts.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Lager der drei Beispielflüsse in unterschiedlichen Gewässergroßlandschaften Deutschlands .	13
Abbildung 2: Ammer flussab von Peißenberg mit umgebenden Auwäldern (Foto: I. Juszczuk).....	14
Abbildung 3: Klimadiagramm für Weilheim in Oberbayern, welches in der Mitte des Projektgebiets liegt	15
Abbildung 4: Flussverlauf der Ammer durch die verschiedenen geologischen Einheiten (WWA Weilheim 2003).	16
Abbildung 5: Abfluss am Pegel Peißenberg von 1957 bis 2020 (GKD Bayern 2020b).	17
Abbildung 6: Abfluss am Pegel Weilheim von 1925 bis 2020 (GKD Bayern 2020c).....	18
Abbildung 7: Beginn der Alten Ammer (links) hinter dem gewässerbegleitenden Deich des heutigen Hauptlaufs (rechts) vor der Mündung in den Ammersee (Fotos: I. Juszczuk).	19
Abbildung 8: Untere Ammer bei der Mündung in den Ammersee. Der ehemalige Flusslauf wurde verlegt und später über Leitdämme zum Sedimentationsschutz weiter in den See geleitet. Der abgetrennte Flusslauf wird als Alte Ammer bezeichnet.	21
Abbildung 9: Karte der potentiell natürlichen Vegetation (PNV) im Projektgebiet (PNV Bayerns nach Suck & Bushart 2012).	21
Abbildung 10: Blies nahe Blieskastel. Das Gewässer ist im Projektgebiet meist von einem Saum oder schmalen Galeriewald umgeben, die morphologische Aue ist vorwiegend durch Grünlandnutzung geprägt (Foto: I. Juszczuk).....	24
Abbildung 11: Klimadiagramm für Blieskastel (Climate-Data Blieskastel 2020)	25
Abbildung 12: Ufersicherungen durch Steine an der Blies im Projektgebiet nahe der Einmündung des Hainbachs	27
Abbildung 13: Flusslauf der Blies im Projektgebiet 1564 (links), 1955 (Mitte) und 2016 (rechts) (Kartengrundlagen: Tilemann Stella 1564, Topographische Karte Blieskastel. Messtischkartenblatt 6709 – 1955, Topographische Karte DTK-Blatt 6709 Blieskastel, aus Löffler 2016).	28
Abbildung 14: Vergleich der ausgewerteten Flussläufe von 1564, 1955 und 2016 (Löffler 2016).	28
Abbildung 15: Klimadiagramm für Bad Düben im Norden des Projektgebiets (Climate-Data Bad Düben 2020).	30
Abbildung 16: Durchbruch der Mulde an der ehemaligen Kiesgrube bei Bad Düben. A: 2002, B: 2007, C: 2009, D: 2013, E: 2015, F: 2018 (A-E: Stegner (2015), F: Google Basemap, Darstellung aus Rösch 2018).	33
Abbildung 17: Kiesbank an der Mulde gegenüber dem "Heinz-Sielmann“-Acker. Die Mulde verlagert sich hier durch Seitenerosion und schafft eine Abbruchkante, die auch von Höhlenbrütern genutzt wird (Foto: I. Juszczuk).	33
Abbildung 18: Schema der „Nested Plots“ für die Vegetationsaufnahme in der Aue. In jedem Vegetationstyp (Auwald, Offenland) werden mehrere Plots eingerichtet.....	37
Abbildung 19: Markieren eines 25 x 25 m großen Quadrats mit Absperrband während der Messungen an der Ammer 2019 (Foto: A. de Oliveira Wittmann).	38
Abbildung 20: Schema des Espace de Liberté-Konzepts (nach Malavoi et al. 1998).	44
Abbildung 21: Schema des funktionellen Entwicklungskorridors (EFONC, rot gestrichelt) inklusive der erosionsgefährdeten Bereiche (rot) nach dem Espace de Liberté-Konzept (Charrier 2012).	45
Abbildung 22: Schema des Entwicklungskorridors nach der Methode des Umweltbundesamts (Planungsbüro Koenzen in DWA 2010).	48
Abbildung 23: Schema der Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite nach LAWA (LAWA 2016b)..	49
Abbildung 24: Übersicht der Bearbeitungsschritte zur Bestimmung des Pendelraums (Gewässerentwicklungskorridorbreite) nach LAWA (2016a).....	49
Abbildung 25: Modifiziertes Diagramm nach Da Silva und Zarn (1991) zur morphologischen Typisierung anhand von Abflusstiefe, Gerinnebreite und mittlerem Korndurchmesser (Guzelj in prep.).....	54
Abbildung 26: Diagramm nach Jäggi (1983) zur morphologischen Gerinnebestimmung anhand von Gerinnebreite, Sohlgefälle und mittlerem Korndurchmesser.	54
Abbildung 27: Überblick über das Projektgebiet an der Ammer zwischen Peißenberg und dem Ammersee.....	58
Abbildung 28: Die Ammer im Projektgebiet flussab von Peißenberg (Foto: I. Juszczuk).	58
Abbildung 29: Gesetzliche Grundlagen unterschiedlicher Ebenen, die in Bezug auf eine Umsetzung des Freien Pendelraums relevant sind.	59
Abbildung 30: Organisation im Bereich der Wasserwirtschaft in Bayern (StMUV o. J. a).	69

Abbildung 31: Stakeholder-Fragebogen für die Ammer.	72
Abbildung 32: Auswertung der Stakeholder-Fragebögen an der Ammer für den ersten Themenbereich über flussnahe Grundstücksflächen (n=17, y-Achse: Anzahl Rückmeldungen).....	74
Abbildung 33: Auswertung der Stakeholder-Fragebögen für den zweiten Themenbereich über die Wahrnehmung der Ammer (n=17, y-Achse: Anzahl Rückmeldungen).....	75
Abbildung 34: Vorder- und Rückseite des erstellten Projektfaltblatts zur Information über das Freie Pendelraum-Projekt in Bezug auf die Ammer.....	76
Abbildung 35: Entwicklungsphasen der Auenwäldern Süddeutschlands (E. Schneider nach Seibert in Oberdorfer et al. 1992).	77
Abbildung 36: Lage der Vegetations-Plots im Projektgebiet der Ammer. Im Süden flussab von Peißenberg liegen die Plots 1 bis 7, flussab von Weilheim bei Unterhausen die Plots „Ochsenbachmäander“ (OM) und „Fichtenforst südlich des Ochsenbachmäanders“ (FF) und im Norden der Plot „Ammerhöfe“ (AH).....	78
Abbildung 37: Detailansicht der Plots 1 bis 7 flussab von Peißenberg.	79
Abbildung 38: <i>Telekia speciosa</i> (Großblumiger Scheinalant) (links) vor Grauerlenauwald und <i>Lonicera xylosteum</i> (Rote Heckenkirsche) (rechts) als Waldsaum an der Ammer flussab von Peißenberg (Fotos: E. Schneider).	80
Abbildung 39: Detailansicht des Plots „Ammerhöfe“ (AH) bestehend aus einem Nested Plot im Wald und einer Grünland-Aufnahme.	86
Abbildung 40: Detailansicht des Ochsenbachmäanders mit dem südlich einmündenden Ochsenbach flussab von Weilheim und den Plots „Ochsenbachmäander“ (OM) und „Fichtenforst südlich des Ochsenbachmäanders“ (FF).	87
Abbildung 41: Ochsenbachmäander, auch als Altwasser Unterhausen bezeichnet, mit umgebendem Auwald (Foto: I. Juszczyk).....	88
Abbildung 42: Gesamtzahl der Individuen pro Baumart in den Nested Plots (25x25 m), die an der Ammer erfasst wurden.	93
Abbildung 43: Höhenklassen (m) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Ammer erfasst wurden.	94
Abbildung 44: Durchmesserklassen (cm) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Ammer erfasst wurden.	94
Abbildung 45: Lage der Sedimentprobenahmestellen (Steinberger 2019).....	95
Abbildung 46: Korngrößenverteilung der Sedimentanalysen bei Weilheim und Unterhausen (Steinberger 2019).	96
Abbildung 47: Korngrößenverteilung der Sedimentanalysen beim ehemaligen Grundwehr III (Ochsenbachmäander), Oderding und der Alten Ammer (Steinberger 2019).	96
Abbildung 48: Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand der „Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ nach Dahm et al. (2014).	99
Abbildung 49: Auenvegetation der gefällereichen Flussauen der Alpen/Voralpen mit Sommerhochwassern (gültig für Flüsse ab einer Einzugsgebietsgröße von über 1.000 km ² , Koenzen 2005).....	99
Abbildung 50: Bewertung der Gewässerstruktur (oben: gesamt, unten: Einzelbewertungen) an der Ammer im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfU 2020).	101
Abbildung 51: Gesamtbewertung der Gewässerstruktur an der Ammer im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfU 2020).	102
Abbildung 52: Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht auf den Flusslauf) für Typ 3.2 „Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes“ nach Dahm et al. (2014, oben) und Ausschnitt aus dem Projektgebiet an der Ammer (bei Peißenberg) mit vergleichbaren Strukturen (unten).....	105
Abbildung 53: Bewertung des Gewässerumlands an der Ammer im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfU 2020) (links) und erklärende negative Faktoren für die als vorwiegend sehr stark verändert eingestufte Aue (rechts).	106
Abbildung 54: Durch die Biotopkartierung (Flachland) Bayern (2020) erfasste Biotope in der morphologischen Aue der Ammer im Projektgebiet.	108
Abbildung 55: Ausdehnung des FFH-Gebiets "Ammer vom Alpenrand bis zum NSG Vogelfreistätte Ammersee-Südufer" (orange). Der Managementplan befindet sich aktuell noch in Bearbeitung (bearbeitet nach Staatliches Bauamt Weilheim 2016).	110

Abbildung 56: Anteile der Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Bayerns (StMUGV 2005) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der während der Geländearbeiten erfassten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Ammer.	112
Abbildung 57: Der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC, rot) und der minimale Entwicklungskorridor mit restriktiveren Einschränkungen (EMIN, orange) an der Ammer im Projektgebiet nach dem Espace de Liberté-Konzept nach Malavoi et al. (1998).....	115
Abbildung 58: Der minimale (dunkleres gelb) und der maximale (helleres gelb) Entwicklungskorridor an der Ammer im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	116
Abbildung 59: Gewässerentwicklungskorridor der Ammer im Projektgebiet aufgeteilt in 2 Abschnitte von Peißenberg bis zum Knick nach Norden an der B472 und ab dem Nordknic bis zum Abweig der Alten Ammer nach dem Konzept der LAWA (2016).	118
Abbildung 60: Berechnete Regimebreiten des Freien Pendelraums an der Ammer an den Beispielen von Peißenberg und Unterhausen (Guzelj in prep.).	119
Abbildung 61: Die aktuelle (grau) und die maximale (schraffiert) nacheiszeitliche Ausdehnung des Ammersees (verändert nach Zillmer 2011).....	121
Abbildung 62: Überblick über das Projektgebiet an der Blies zwischen Einöd und Blieskastel.	122
Abbildung 63: Die Blies bei Blieskastel (Foto: I. Juszczuk).	122
Abbildung 64: Vorder- und Rückseite des erstellten Projektfaltblatts zur Information über das Freie Pendelraum-Projekt in Bezug auf die Blies.	126
Abbildung 65: Blies nahe der Hainbachmündung mit einem schmalen Galeriewald und umgebender Grünlandnutzung (Foto: E. Schneider).	127
Abbildung 66: Lage der Vegetations-Plots im Projektgebiet der Blies. Im Osten liegen die Plots am Hainbach (Hain), 1 (P1) und 2 (P2), im Südwesten Plot 3 (P3).	129
Abbildung 67: Detailansicht der Plots Hain, P1 und P2. Das Nested Plots-Modell wurde hier an die Gegebenheiten des schmalen Ufergaleriewalds angepasst.	129
Abbildung 68: Detailansicht des Plots 3 bei Blieskastel, bestehend aus einem Nested Plot im Auwald und einer Grünland-Aufnahme.	130
Abbildung 69: Nahe Blieskastel wurden entlang der Blies auch Gehölzpflanzungen vorgenommen, wie hier nahe Plot 3 (Foto: E. Schneider).	130
Abbildung 70: Gesamtzahl der Individuen pro Baumart in den Nested Plots (25x25 m), die an der Blies erfasst wurden.	133
Abbildung 71: Höhenklassen (m) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Blies erfasst wurden.	133
Abbildung 72: Durchmesserklassen (cm) der Bäume in den Nested Plots (25x25 m), die an der Blies erfasst wurden.	134
Abbildung 73: Auenvegetation der gefällereichen sandgeprägten Flussauen des Deckgebirges mit Winterhochwassern (Koenzen 2005).	135
Abbildung 74: Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand der „Gefällereichen Flussauen des Deckgebirges mit Winterhochwassern“ nach Dahm et al. (2014).	137
Abbildung 75: Bewertung der Gewässerstruktur (oben: gesamt, unten: Einzelbewertungen) an der Blies im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).	139
Abbildung 76: Gesamtbewertung der Gewässerstruktur an der Blies im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).	139
Abbildung 77: Einzelbewertung der Sohlstruktur der Blies nach Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).	140
Abbildung 78: Die Bewertung des Gewässerumfelds an der Blies im Projektgebiet (oben) als arithmetisches Mittel der linken (Mitte) und rechten (unten) Einzelbewertung des Umfelds der Fließgewässerstrukturkartierung (LUA 2012).	143
Abbildung 79: An der Blies im Projektgebiet gibt es nur vereinzelte Ackerflächen, im Süden liegen einige Siedlungsflächen.	144
Abbildung 80: Die landwirtschaftliche Nutzung der Bliesau im Projektgebiet reicht häufig bis direkt an die Böschungsoberkante heran (Fotos: I. Juszczuk).	145
Abbildung 81: Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht auf den Flusslauf) für Typ 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ nach Dahm et al. (2014, oben). Der Ausschnitt aus dem Projektgebiet an der Blies (unten) weist dagegen noch ähnlichere Strukturen mit dem Typ 5 „Grobmaterialreiche, silikatische	

Mittelgebirgsbäche“ (Mitte) auf, als der die Blies bis zur Einmündung des Schwarzbachs am Beginn des Projektgebiets klassifiziert wird.	147
Abbildung 82: Biotope der Offenland-Kartierung in der morphologischen Bliesau. Dargestellt sind die Biotope der Kartierung nach Anhang I der FFH-Richtlinie (MUV Saarland 2006) und die GB-Biotope nach §22 SNG (MUV Saarland 2010).	148
Abbildung 83: Vorkommen auentypische Tierarten an der Blies im Projektgebiet (Daten des MVU Saarland).	149
Abbildung 84: Anteile der Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands (MVU Saarland) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der während der Geländearbeiten erfassten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Blies.	151
Abbildung 85: Der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC, türkis) und der minimale Entwicklungskorridor mit restriktiveren Einschränkungen (EMIN, hellgrün) an der Blies im Projektgebiet nach dem Espace de Liberté-Konzept nach Malavoi et al. (1998).	154
Abbildung 86: Der maximale Entwicklungskorridor an der Blies im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	155
Abbildung 87: Der minimale Entwicklungskorridor an der Blies im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	155
Abbildung 88: Gewässerentwicklungskorridor der Blies im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).	156
Abbildung 89: Überblick über das Projektgebiet an der Mulde zwischen Eilenburg und Bad Düben.	158
Abbildung 90: Die Mulde bei Laußig im Projektgebiet (Foto: I. Juszczuk).	158
Abbildung 91: Vorder- und Rückseite des erstellten Projektfaltblatts zur Information über das Freie Pendelraum-Projekt in Bezug auf die Mulde.	162
Abbildung 92: Lage der erfassten Vegetationsplots an der Mulde im Projektgebiet.	164
Abbildung 93: Detailansicht der Plots bei der Kiesgrube Bad Düben (links) und bei Laußig, gegenüber dem "Heinz Sielmann"-Acker (rechts).	164
Abbildung 94: Blick auf die Kieszunge in der Kiesgrube bei Bad Düben (Foto: I. Juszczuk).	168
Abbildung 95: Gesamtzahl der Individuen pro Baumart in den Nested Plots (25x25 m), die an der Mulde erfasst wurden.	170
Abbildung 96: Habitatskizzen für den sehr guten ökologischen Zustand der „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ nach Dahm et al. (2014).	172
Abbildung 97: Auenvegetation der gefällereichen Flussaue des Flach- und Hügellandes mit Winterhochwassern	173
Abbildung 98: Bewertung der Gewässerstruktur (oben: gesamt, unten: Einzelbewertungen) an der Mulde im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012).	175
Abbildung 99: Gesamtbewertung der Gewässerstruktur an der Mulde im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012).	175
Abbildung 100: Habitatskizze für den sehr guten ökologischen Zustand (Aufsicht auf den Flusslauf) für Typ 17 „Kiesgeprägte Tieflandflüsse“ nach Dahm et al. (2014, links) und Ausschnitt aus dem Projektgebiet an der Mulde mit vergleichbaren Strukturen (rechts).	177
Abbildung 101: Bewertung des Gewässerumlands an der Mulde im Projektgebiet nach Fließgewässerstrukturkartierung (LfULG 2012) (links) und erklärende negative Faktoren für die als vorwiegend stark bis sehr stark verändert eingestufte Aue (rechts, rote gewässernah verlaufende Linie sind Deiche).	178
Abbildung 102: FFH-Lebensraumtypen (links) und ergänzend dargestellt kartierte Biotope (rechts) in der morphologischen Aue der Mulde im Projektgebiet.	180
Abbildung 103: FFH-Lebensraumtypen (oben) und ihre Erhaltungszustände (unten) an der Mulde.	181
Abbildung 104: FFH-Arthabitate in der morphologischen Aue der Mulde im Projektgebiet.	182
Abbildung 105: FFH-Arthabitate (links) und ihre Erhaltungszustände (rechts) an der Mulde.	183
Abbildung 106: Anteile der Gefährdungsstatus nach Roter Liste Sachsens (LfULG 2013) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der während der Geländearbeiten erfassten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Mulde.	184
Abbildung 107: Der funktionelle Entwicklungskorridor (EFONC, türkis) und der minimale Entwicklungskorridor mit restriktiveren Einschränkungen (EMIN, hellgrün) an der Mulde im Projektgebiet nach dem Espace de Liberté-Konzept nach Malavoi et al. (1998).	186

Abbildung 108: Der maximale (links) und der minimale (rechts) Entwicklungskorridor an der Mulde im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	187
Abbildung 109: Gewässerentwicklungskorridor der Mulde im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).	188
Abbildung 110: Schema zur Ausweisung eines Freien Pendelraums an einem Fließgewässerabschnitt.	197
Abbildung 111: Überblick über den Bereich der Maßnahmenoption an der Ammer flussab von Peißenberg. .	198
Abbildung 112: Bestehende Ufersicherungen und Infrastruktur an der Ammer flussab von Peißenberg.	199
Abbildung 113: Lage des Querprofils (links) sowie das vermessene Querprofil (rechts) an der Ammer bei Peißenberg. Im Querprofil sind deutlich die erhöhten Uferbereiche an der Ammer (blau) erkennbar (verändert aus Steinberger 2018).	199
Abbildung 114: Maßnahmenvarianten an der Ammer flussab von Peißenberg.....	200
Abbildung 115: Lage (oben) und aktuelle Landnutzung (unten) der Maßnahmenvariante 1A an der Ammer flussab von Peißenberg mit einer Fläche von 13,8 ha für den Freien Pendelraum.....	201
Abbildung 116: Lage (oben) und aktuelle Landnutzung (unten) der Maßnahmenvariante 1B an der Ammer flussab von Peißenberg mit einer Fläche von 19,4 ha für den Freien Pendelraum.....	202
Abbildung 117: Lage (oben) und aktuelle Landnutzung (unten) der Maßnahmenvariante 2 an der Ammer flussab von Peißenberg mit einer Fläche von 28 ha für den Freien Pendelraum.....	203
Abbildung 118: Grundstücke des Wasserwirtschaftsamts Weilheim in den drei Maßnahmenvarianten an der Ammer flussab von Peißenberg.	204
Abbildung 119: Übersicht über den Bereich der Maßnahmenoption (links) und bestehende Deiche (rechts) bei Unterhausen.	205
Abbildung 120: Die beiden Maßnahmenvarianten (links) und die aktuelle Landnutzung (rechts) an der Ammer bei Unterhausen.	206
Abbildung 121: Grundstücke des Wasserwirtschaftsamts Weilheim an der Ammer bei Unterhausen.	207
Abbildung 122: Umgebautes Grundwehr III flussab von Unterhausen als Sohlgleite. Eine Fischtreppe aus Natursteinbecken verbindet die Ammer mit dem Ochsenbachmäander und ermöglicht eine Durchgängigkeit für Fische und andere aquatische Organismen (linker unterer Bildrand).	208
Abbildung 123: Übersicht (links) über den Bereich der Maßnahmenoption bei den Ammerhöfen und bestehende Deiche (rechts).	208
Abbildung 124: Die Maßnahmenvarianten (links) und die aktuelle Landnutzung (rechts) bei den Ammerhöfen	210
Abbildung 125: Grundstücke des Wasserwirtschaftsamts Weilheim (links) und aktuelle Landnutzung (rechts) der Maßnahmenvarianten bei den Ammerhöfen.	210
Abbildung 126: Luftansicht eines Totarms der Ammer bei den Ammerhöfen mit der Lage des Querprofils (links) sowie das vermessene Querprofil (rechts) (verändert aus Steinberger 2018).	212
Abbildung 127: Betrachtete Auenbereiche für Wiederanbindungsmöglichkeiten von Altarmen an die Ammer in Steinberger (2019).	213
Abbildung 128: Übersicht der ermittelten Anwendungsräume des Freien Pendelraum-Konzepts.....	214
Abbildung 129: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Aller (Großraum Celle – Verden).	215
Abbildung 130: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Altmühl (Großraum Treuchtlingen – Dietfurt).....	216
Abbildung 131: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Amper (Großraum Grafrath – Moosburg (Isar))	217
Abbildung 132: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Fränkischen Saale (Großraum Niederlauer – Gemünden).	218
Abbildung 133: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Lippe (Großraum Datteln – Wesel).....	219
Abbildung 134: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Ohre (Großraum Buchhorst – Hillersleben).	220
Abbildung 135: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Peene (Großraum Dargun – Anklam). .	221
Abbildung 136: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Schwarzen Elster (Großraum Schwarzheide – Jessen).	222
Abbildung 137: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Spree (Großraum Burg (Spreewald) – Gosen-Neu Zittau).	223

Abbildung 138: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Uecker (Großraum Nieden – Liepgarten).	224
Abbildung 139: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Unstrut (Großraum Wundersleben – Karsdorf).....	225
Abbildung 140: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Warnow (Großraum Warnow – Rostock).	226
Abbildung 141: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Werra (Großraum Gerstungen – Eschwege).	227
Abbildung 142: Suchräume für das Freie Pendelraum-Konzept an der Weser (Großraum Hann. Münden – Bodenwerder).	228
Abbildung 143: Schematische Darstellung der morphologischen Aue mit ihren Kompartimenten Fluss, rezente Aue und Altaue (verändert nach Brunotte et al. 2009).	229
Abbildung 144: Maßnahmenoption (entspricht Variante 2 in Kapitel 4.4.3) für einen Freien Pendelraum an der Ammer flussab von Peißenberg, für die beispielhaft der River Ecosystem Service Index (RESI) anhand dreier Ökosystemleistungen bestimmt wurde.	230
Abbildung 145: Lage des Maßnahmengbietes an der Ammer im Projektgebiet zwischen Peißenberg und dem Ammersee.	231
Abbildung 146: Derzeitige Verbauungssituation der Ammer flussab von Peißenberg (Karte verändert nach BayernAtlas).	232
Abbildung 147: Status quo (oben) und Szenario (unten) der ÖSL Hochwasserregulation des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.	234
Abbildung 148: Status quo (oben) und Szenario (unten) der ÖSL Sedimentregulation des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.	236
Abbildung 149: Berechnungsschema der Ökosystemleistung Hochwasserregulation (RESI 2018).	237
Abbildung 150: Biotoptypen (oben) und der abgeleitete Habitatwert (unten) im Status quo der ÖSL Habitatbereitstellung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.	239
Abbildung 151: Habitatwert in einem Extensivierung-Szenario der ÖSL Habitatbereitstellung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg.	239
Abbildung 152: Biotoptypen (oben) und der abgeleitete Habitatwert (unten) in einem Extensivierung-Szenario mit Sukzession zum Auwald der ÖSL Habitatbereitstellung des RESI an der Ammer flussab von Peißenberg... ..	240
Abbildung 153: Startseite der Informations-Website über den Freien Pendelraum von Fließgewässern, die im Rahmen dieses Projektes erstellt wurde.	248
Abbildung 154: Auf der Website wird die interessierte Öffentlichkeit über Grundlagen der Auenökologie informiert und das Konzept des Freien Pendelraums erklärt.	248
Abbildung 155: Die Anwendung des Freien Pendelraum-Konzepts wird anhand der Beispielflüsse, wie hier an der Ammer, dargestellt.	249

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abflüsse (1958 – 2020) und Wasserstände (1964 – 2020) am Pegel Peißenberg (GKD Bayern 2020a,b).	16
Tabelle 2: Höchste Abflüsse und Wasserstände am Pegel Peißenberg (1957-2020, GKD Bayern 2020a,b).	17
Tabelle 3: Abflüsse (1926 – 2020) und Wasserstände (1938 – 2020) am Pegel Peißenberg (GKD Bayern 2020c).	17
Tabelle 4: Höchste Abflüsse und Wasserstände am Pegel Weilheim (1926-2020, GKD Bayern 2020c,d).	18
Tabelle 5: Abflüsse an der Messstation Reinheim, Blies (1957-2019, LUA Saarland 2020b).	26
Tabelle 6: Höchste Abflüsse an der Messstation Reinheim, Blies (1957 – 2019, LUA Saarland 2020b).	26
Tabelle 7: Niedrigste Abflüsse an der Messstation Reinheim, Blies (1957 – 2019, LUA Saarland 2020b).	26
Tabelle 8: Wasserstand und Durchfluss an der Mulde am Pegel Bad Düben (SLULG 2016, SLULG 2020).	31
Tabelle 9: Höchste Wasserstände am Pegel Bad Düben 1 / Vereinigte Mulde (SLULG 2016).	31
Tabelle 10: Darstellung der sieben-skaligen Braun-Blanquet-Klassifizierung (Braun-Blanquet 1964).	38

Tabelle 11: Grundlegende Formel für die Bestimmung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite. Die Faktoren werden abhängig vom Flusstyp eingesetzt (Tabelle 2, Dahm et al. 2014).	47
Tabelle 12: Zusammenfassung der flusstypabhängigen Faktoren für die Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite (vgl. Tabelle 2, Dahm et al. 2014).	48
Tabelle 13: Vergleich der gesetzlichen Regelungen in den drei betroffenen Bundesländern am Beispiel des Gewässerrandstreifens und der zugehörigen Definition des Ufers.	67
Tabelle 14: Grauerlenwald mit Esche und Roter Heckenkirsche (im Übergangstadium zu Traubenkirschen, Erlen-Eschenwald/ Pruno Fraxinetum).	80
Tabelle 15: Vegetationstabelle an der Ammer am alten Mäander (Plot 6).	82
Tabelle 16: Vegetationstabelle an der Ammer am Quelltopf (Plot 7).	84
Tabelle 17: Vegetation an den Ammerhöfen (1), Fichtenforst südöstlich des Ochsenbachmäanders (2), Altarm an der Ochsenbachmündung (3, 4).	89
Tabelle 18: Offenland beim alten Mäander (1, 2) und beim rückverlegten Deich (3, 4).	91
Tabelle 19: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Bayerns (StMUGV 2005) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Ammer.	93
Tabelle 20: Auswahl der Parameter für die Mindestausstattung zur funktionalen Verknüpfung von Lebensräumen für Gewässertyp 3 in Bezug auf die Ammer. Hinzu kommen möglichst geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit für den Abfluss und Organismen (verändert nach Dahm et al. 2014).	99
Tabelle 21: Vergleich ausgewählter Strukturparameter der Gewässerstruktur des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.	102
Tabelle 22: Vergleich ausgewählter Strukturparameter des Gewässerumfelds des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.	106
Tabelle 23: Durch die Biotopkartierung (Flachland) Bayern (2020) erfasste Biotope in der morphologischen Aue der Ammer und ihre Anteile in Bezug auf die Gesamtfläche des Projektgebiets.	109
Tabelle 24: FFH-Lebensraumtypen (LRT) des FFH-Gebiets „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ (LfU 2016).	110
Tabelle 25: Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie des FFH-Gebiets „Ammer vom Alpenrand b. zum NSG ‚Vogelfreistätte Ammersee-Südufer‘“ (LfU 2016).	111
Tabelle 26: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Bayerns (StMUGV 2005) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Ammer.	112
Tabelle 27: Gesamtbewertung (arithm. Mittel der Einzelbewertungen, Vergleich zum gewässertypischen Leitbild) aus den betrachteten Einzelparametern für die Ammer im Projektgebiet.	113
Tabelle 28: Herleitung des Entwicklungskorridors der Ammer als Gewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes (Typ 3) im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	116
Tabelle 29: Parameter zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite der Ammer Im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016) eingeteilt in 2 Abschnitte.	117
Tabelle 30: Vegetation in den Plots der repräsentativen Flächen an der Blies.	131
Tabelle 31: Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands (MUV Saarland o.J. b) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Blies.	132
Tabelle 32: Auswahl der Parameter für die Mindestausstattung zur funktionalen Verknüpfung von Lebensräumen für Gewässertyp 9.2 in Bezug auf die Blies. Hinzu kommen möglichst geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit für den Abfluss und Organismen (verändert nach Dahm et al. 2014).	137
Tabelle 33: Vergleich ausgewählter Strukturparameter der Gewässerstruktur des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.	140
Tabelle 34: Vergleich ausgewählter Strukturparameter des Gewässerumfelds des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.	144

Tabelle 35: Biotope der Offenland-Kartierung in der morphologischen Aue der Blies und ihre Anteile in Bezug auf die Gesamtfläche des Projektgebiets. Die BT-Biotope der Kartierung nach Anhang I der FFH-Richtlinie (MUV Saarland 2006) und die GB-Biotope nach §22 SNG (MUV Saarland 2010) wurden zusammengefasst.	147
Tabelle 36: Auentypische Tierarten an der Blies du ihr Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarland (RL S) und Deutschland (RL D) (Daten des MVU Saarland).	149
Tabelle 37: Gefährdungsstatus nach Roter Liste des Saarlands (MVU Saarland) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Blies.	151
Tabelle 38: Gesamtbewertung aus den betrachteten Einzelparametern für die Blies im Projektgebiet.	152
Tabelle 39: Herleitung des Entwicklungskorridors der Blies im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	154
Tabelle 40: Parameter zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite der Blies Im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).	156
Tabelle 41: Vegetation in den Auwald-Plots an der Mulde.	165
Tabelle 42: Vegetation der Wiesen der festgelegten Aufnahmeflächen (Plot 2 und 4).	166
Tabelle 43: Vegetation der Kiebbänke der festgelegten Aufnahmeflächen (Plot 1 und 6) sowie eine Aufnahme der Kiesbank in der Kiesgrube Bad Düben.	168
Tabelle 44: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Sachsens (LfULG 2013) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Mulde.	169
Tabelle 45: Auswahl der Parameter für die Mindestausstattung zur funktionalen Verknüpfung von Lebensräumen für Gewässertyp 17 in Bezug auf die Mulde. Hinzu kommen möglichst geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit für den Abfluss und Organismen (verändert nach Dahm et al. 2014).	173
Tabelle 46: Vergleich ausgewählter Strukturparameter der Gewässerstruktur des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.	176
Tabelle 47: Vergleich ausgewählter Strukturparameter des Gewässerumfelds des gewässertypischen Leitbilds mit den lokalen Beobachtungen sowie Literaturangaben des Ist-Zustands und daraus abgeleitetem Handlungsbedarf.	178
Tabelle 48: Flächen der FFH-Lebensraumtypen (LRT) nach den Erhaltungszuständen an der Mulde im Projektgebiet.	180
Tabelle 49: Flächen der FFH-Arthabitate nach den Erhaltungszuständen an der Mulde im Projektgebiet.	182
Tabelle 50: Gefährdungsstatus nach Roter Liste (RL) Sachsens (LfULG 2013) und Deutschlands (Metzing et al. 2018) der erfassten gefährdeten Pflanzenarten im Projektgebiet an der Mulde.	183
Tabelle 51: Gesamtbewertung (arithm. Mittel der Einzelbewertungen, Vergleich zum gewässertypischen Leitbild) aus den betrachteten Einzelparametern für die Mulde im Projektgebiet.	184
Tabelle 52: Herleitung des Entwicklungskorridors der Mulde im Projektgebiet nach der Methode des Umweltbundesamtes (Dahm et al. 2014).	186
Tabelle 53: Parameter zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite der Mulde Im Projektgebiet nach dem Konzept der LAWA (2016).	187
Tabelle 54: Hinzugewonnene Fläche für den Freien Pendelraum (ha) und die Länge der Uferentsicherung (m) für die drei Maßnahmenvarianten an der Ammer flussab von Peißenberg.	200
Tabelle 55: Aktuelle Landnutzung in der Maßnahmenvariante 1A.	201
Tabelle 56: Aktuelle Landnutzung in der Maßnahmenvariante 1B.	202
Tabelle 57: Aktuelle Landnutzung in der Maßnahmenvariante 2.	204
Tabelle 58: Hinzugewonnene Fläche für den Freien Pendelraum (ha) und die Länge der Uferentsicherung (m) für die beiden Maßnahmenvarianten an der Ammer bei Unterhausen.	205
Tabelle 59: Hinzugewonnene Fläche für den Freien Pendelraum (ha) und die Länge der Uferentsicherung (m) für die drei Maßnahmenvarianten an der Ammer bei den Ammerhöfen.	209
Tabelle 60: Datenblatt Aller (Großraum Celle – Verden).	215
Tabelle 61: Datenblatt Altmühl (Großraum Treuchtlingen – Dietfurt).	216
Tabelle 62: Datenblatt Amper (Großraum Grafrath – Moosburg (Isar)).	217
Tabelle 63: Datenblatt Fränkische Saale (Großraum Niederlauer – Gemünden).	218
Tabelle 64: Datenblatt Lippe (Großraum Datteln – Wesel).	219
Tabelle 65: Datenblatt Ohre (Großraum Buchhorst – Hillersleben).	220

Tabelle 66: Datenblatt Peene (Großraum Dargun – Anklam).	221
Tabelle 67: Datenblatt Schwarze Elster (Großraum Schwarzheide – Jessen).	222
Tabelle 68: Datenblatt Spree (Großraum Burg (Spreewald) – Gosen-Neu Zittau).	223
Tabelle 69: Datenblatt Uecker (Großraum Nieden – Liepgarten).	224
Tabelle 70: Datenblatt Unstrut (Großraum Wundersleben – Karsdorf).	225
Tabelle 71: Datenblatt Warnow (Großraum Warnow – Rostock).	226
Tabelle 72: Datenblatt Werra (Großraum Gerstungen – Eschwege).	227
Tabelle 73: Datenblatt Weser (Großraum Hann. Münden – Bodenwerder).	228
Tabelle 74: Vergleich der Ziele und Schwerpunkte des Integrierten Gewässerkonzepts von In_StröHmunG (links, Stamm et al. 2018) mit denen des Pendelraum-Konzepts (rechts).	242
Tabelle 75: Vergleich der Pendelraum-Anwendung (vgl. Schema in Kapitel 4.4.2) mit der Vorgehensweise des Projekts In_StröHmunG anhand der dort angegebenen 5 Arbeitsschritte (Stamm et al. 2018).	244
Tabelle 76: Projektvorstellungen auf Fachtagungen und Besprechungen mit Behörden- und Verbandsvertretern. Hinzu kommen die Geländearbeiten sowie Besprechungen zwischen den Projektpartnern (nicht aufgeführt).	250

Literaturverzeichnis

Ackermann, W. & Sachteleben, J. (2012): Identifizierung der Hotspots der Biologischen Vielfalt in Deutschland. Erarbeitet im Rahmen des gleichnamigen F+E-Vorhabens (FKZ 3510 82 3700). Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn, Bad Godesberg. *BfN-Skripten*. 137 S.

Alpenflusslandschaften (2019): Die Renaturierung der Ammer schreitet voran. Bericht vom 17.06.2019. URL: <https://www.alpenflusslandschaften.de/de/news-aktivitaeten/die-renaturierung-der-ammer-schreitet-voran.html> (Zugriff: 15.08.2019).

Amtsblatt (2004): Saarländisches Wassergesetz (SWG). Gesetz Nr. 714. URL: http://sl.juris.de/cgi-bin/landesrecht.py?d=http://sl.juris.de/sl/WasG_SL_2004_P56.htm (Zugriff: 20.04.2020).

Amtsblatt (2019): Gesetz zum Schutz der Natur und Heimat im Saarland. Saarländisches Naturschutzgesetz (SNG). URL: http://www.lexsoft.de/cgi-bin/lexsoft/justizportal_nrw.cgi?t=159049959867585754&sessionID=7672108721494852988&templatelD=document&source=context&chosenIndex=Dummy_nv_68&xid=2187899_1 (Zugriff: 20.04.2020).

Ashmore, P. (2001): Braiding phenomena: statics and kinetics. *Gravel Bed Rivers*, V: 95-121.

Ashmore, P., Bertoldi, W., & Gardner, J.T. (2011): Active width of gravel-bed braided rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36 (11): 1510-1521.

Ashmore, P. E. (1991): How do gravel-bed rivers braid? *Canadian journal of earth sciences*, 28(3): 326-341.

Aueninstitut & Ungarische Donauforschungsstation der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (2012): Grundlagenuntersuchungen für die Entwicklung eines Managementplanes für den Donau-Drau-Nationalpark, Teil Donau (Auwaldgebiet von Gemenc und Béda-Karapanca), in Ungarn. Endbericht an die DBU. 298 S.

Bayerische Staatskanzlei (2019): Bayerisches Wassergesetz (BayWG). URL: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayWG> (Zugriff: 20.04.2020).

Bayerische Staatskanzlei (2020): Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur (Bayerisches Naturschutzgesetz – BayNatSchG) URL: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayNatSchG> (Zugriff: 20.04.2020).

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1997): Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern. Landkreis Weilheim-Schongau. Textband. 791 S.

Bayerische Vermessungsverwaltung (2020): Historische Karte. Positionsblätter 1:25000 (um 1860). BayernAtlas. URL:

<https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/index.html?zoom=10&lang=de&topic=ba&bgLayer=historisch&E=658125.59&N=5297053.78&catalogNodes=122> (Zugriff: 20.04.2020).

Bettinger, A. & Wolf, P. (2002): Vegetation des Saarlandes und seiner Randgebiete. Teil 1. Saarbrücken.

BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2020a): Naturschutzgroßprojekte. URL: <https://www.bfn.de/foerderung/naturschutzgrossprojekt.html> (Zugriff am 18.03.2020)

BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2020b): Bundesprogramm Biologische Vielfalt. URL: <https://biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/bundesprogramm.html> (Zugriff am 18.03.2020)

BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2020c): Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben. URL: <https://www.bfn.de/foerderung/e-e-vorhaben.html> (Zugriff am 18.03.2020)

BfN (Bundesamt für Naturschutz) (2020d): Förderprogramm Auen. URL: <https://www.bfn.de/blausband/foerderprogramm-auen.html> (Zugriff am 18.03.2020)

Birkel, I. & Mayer, A. (1992): Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach und Donau und ihre Unterschutzstellung. *Schriftenreihe des Bayerisches Landesamts für Umweltschutz (LfU)* (Hrsg.). 124. 102 S.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (o. J.): Das Wasserhaushaltsgesetz. URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/gewaesserschutzrecht/deutschland/das-wasserhaushaltsgesetz/> (Zugriff: 20.04.2020).

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2011): Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in Deutschland. URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/gewaesserschutzpolitik/deutschland/umsetzung-der-wrrl-in-deutschland/> (Zugriff: 20.04.2020).

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2016): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts. Wasserhaushaltsgesetz. URL: <https://www.bmu.de/gesetz/gesetz-zur-ordnung-des-wasserhaushalts/> (Zugriff: 20.04.2020).

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2017): Gesetz zur weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes und zur Vereinfachung des Hochwasserschutzes. Hochwasserschutzgesetz II. URL: <https://www.bmu.de/gesetz/gesetz-zur-weiteren-verbesserung-des-hochwasserschutzes-und-zur-vereinfachung-des-hochwasserschutzes/> (Zugriff: 20.04.2020).

Bohn, U., Gollub, G. & Hettwer, C. (2000): Karte der natürlichen Vegetation Europas/ Map of the natural Vegetation of Europe. Maßstab/Scale 1:2.500 000, Legende Bd. 2, Kartenband, Bd. 3. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg.

Bogner, F. (2009): An Ammer und Amper. Porträt einer Flusslandschaft. Bayerland. Dachau.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien-New York. 3. Auflage, 865 S.

Bresinsky, A. (1965): Zur Kenntnis des circumpolaren Florenelements im Vorland nördlich der Alpen. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 38: 5-57.

Briem, E. (1999): Die Gewässerlandschaften Baden-Württembergs, Textband, Tal und Gewässermorphologische Übersichtskarte, Oberirdische Gewässer, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe. *Gewässerökologie*, Bd. 53: 102 S.

Brück, D. (1996): Schwermetalle in Saarländischen Auenböden. URL: http://www.uni-saarland.de/fileadmin/user_upload/Campus/Forschung/forschungsmagazin/1996/2/2-96-7.pdf (23.07.2016)

- Brunke, M. (2017): Gewässerökologische Empfehlungen für die Renaturierung von Flussauen. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) (Hrsg.). 39 S.
- Brunotte, E., Gebhardt, H., Martin, C., Meurer, M., Meusburger, P. & Nipper, J. (Hrsg.) (2001): Lexikon der Geographie. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg.
- Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & Mehl, D. (2009): Flussauen in Deutschland. Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. BfN, Bonn-Bad-Godesberg. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bd. 87, S. 141 und S. 102 (Anhang und Kartenband).
- Camporeale, C., Perona, P., Porporato, A., & Ridolfi, L. (2005): On the long-term behavior of meandering rivers. *Water Resources Research*, 41 (12).
- Castro-Díez, P. & Alonso, A. (2017): Effects of non-native riparian plants in riparian and fluvial ecosystems: a review for the Iberian Peninsula. *Limnetica*, 36 (2): 525-541.
- Charrier, P. (2012): Flusskorridore in Frankreich. Konzept, Umsetzung, Erfahrungen. In: *Auenmagazin, Magazin des Auenzentrums Neuburg a. d. Donau*. 03/2012: 4-9.
- Climate-Data Bad Düben (2020): Klimadiagramm für Bad Düben. URL: <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/sachsen/bad-dueben-7328/> (Zugriff: 20.04.2020).
- Climate-Data Blieskastel (2020): Klimadiagramm für Blieskastel. URL: <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/saarland/blieskastel-11334/> (Zugriff: 20.04.2020).
- Climate-Data Weilheim (2020): Klimadiagramm für Weilheim in Oberbayern. URL: <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/bayern/weilheim-in-oberbayern-23046/> (Zugriff: 20.04.2020).
- Dahm, V., Kupilas, B., Rolaufts, P. & Herin, D. (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau. *Texte Heft* 43: 288 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. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Da Silva, A.M.A.F. (1991): Alternate bars and related alluvial processes. Masterarbeit an der Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.
- Dietrich, W.E., Kirchner, J.W., Ikeda, H. & Iseya, F. (1989). Sediment supply and the development of the coarse surface layer in gravel-bedded rivers. *Nature*, 340 (6230): 215-217.
- DUH – Deutsche Umwelthilfe (2020): Lebendige Flüsse. URL: <https://www.duh.de/themen/natur/lebendige-fluesse/> (Zugriff am 18.03.2020)
- DVL (Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V.) (2010): Kleine Fließgewässer kooperativ entwickeln. Erfolgsmodelle für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. DVL-Schriftenreihe *Landschaft als Lebensraum*, Heft 17.
- DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) (2010): Merkblatt DWA-M 610. Neue Wege der Gewässerunterhaltung. Pflege und Entwicklung von Fließgewässern. Aktualisierte Fassung. 473 S.
- Ebel, J. (2016): Voruntersuchung des freien Pendelraumes an der sächsischen Mulde. Zulassungsarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT). 143 S. und Kartenanhang.
- Egger, G., Zittel, A., Juszczuk, I., Resch, C., Krupitz, W., Resch, S., Gerstner, L. & Essl, F. (2019): Invasive Arten - Verbreitung und Strategien. Kapitel 3.10. In: Muhar, S., Muhar, A., Siegrist, D., Egger, G. (Hrsg.): Flüsse der Alpen: Vielfalt in Natur und Kultur. 202-211.

- EIB – Europäische Investitionsbank- Gruppe (2018): EMAS-Umweltpolitik. Luxemburg. URL: https://www.eib.org/attachments/strategies/eib_group_emas_environmental_policy_de.pdf (Zugriff am 09.04.2020)
- EK (Europäische Kommission) (2018): Europäischer Fonds für regionale Entwicklung. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/de/funding/erdf/ (Zugriff: 29.04.2020)
- EK (Europäische Kommission) (2014a): Entwicklung des ländlichen Raums 2014-2020. URL: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/rural-development_de (Zugriff: 29.04.2020)
- EK (Europäische Kommission) (2014b): Europäischer Meeres- und Fischereifonds (EMFF). URL: https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff_de (Zugriff: 29.04.2020)
- Ellenberg, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Hrsg.: Walter, H. (1956): Einführung in die Phytologie. Bd. IV. Grundlagen der Vegetationsgliederung. Einführung in die Vegetationskunde für Studierende der Hochschulen. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulißen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. In: *Scripta Geobotanica*. Erich Goltze KG, Göttingen, 2. Auflage, 18: 258 S.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Dull, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulißen, D. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. durchgesehene Auflage. *Scripta Geobotanica*, 18: 1-262.
- Ellwanger, G., Finck, P., Riecken, U. & Schröder, E. (2012): Gefährdungssituation von Lebensräumen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland. Verlag W. Kohlhammer, 87 (4): 150-155.
- Fischer, C., Damm, C., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Harris, R.M.B., Hoffmann, T.G., Iwanowski, J., Kasperidus, H., Mehl, D., Podschun, S.A., Rumm, A., Stammel, B. & Scholz, M. (2019): The “Habitat Provision” Index for Assessing Floodplain Biodiversity and Restoration Potential as an Ecosystem Service. Method and Application. *Front. Ecol. Evol.*, 7: 483.
- Fischereiverband Weilheim e. V. (o. J.): Die Ammerfischer. URL: <https://www.fischereiverein-weilheim.de/index.php/die-ammerfischer> (Zugriff: 20.04.2020)
- Fisher, J. & Stratford, C. (2008): Does reconnection mean restoration for an oxbow lake, Hungary? *International Journal of River Basin Management*, 6 (3): 201-211.
- Flussmeisterei Bad Dübener (o.J.): Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen. Flussmeisterei Bad Dübener. URL: <https://www.smul.sachsen.de/ltv/13767.htm> (Zugriff: 20.04.2020)
- Frey, W., Lenhart, B., Fastner, A. & Hofmann, H. (2006): Gewässerentwicklungsplan Landkreise Weilheim-Schongau und Garmisch-Partenkirchen. Gewässer I./III. Ordnung - Ammer, Fkm. 116,7 bis 184,2. 43 S. und Karten.
- GKD Bayern (2020a): Hauptwerte Wasserstand Pegel Peißenberg / Ammer. URL: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/isar/peissenberg-16612001/> (Zugriff: 20.04.2020)
- GKD Bayern (2020b): Hauptwerte Abfluss Pegel Peißenberg / Ammer. URL: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/isar/peissenberg-16612001> (Zugriff: 20.04.2020)
- GKD Bayern (2020c): Hauptwerte Wasserstand Pegel Weilheim / Ammer. URL: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wasserstand/isar/weilheim-16613004/hauptwerte> (Zugriff: 20.04.2020)
- GKD Bayern (2020b): Hauptwerte Abfluss Pegel Weilheim / Ammer. URL: <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/isar/weilheim-16613004/hauptwerte> (Zugriff: 20.04.2020)
- González E., Felipe-Lucia M.R., Bourgeois B., Boz B., Nilsson C., Palmer G. & Sher A.A. (2017): Integrative conservation of riparian zones. *Biological Conservation*, 211: 20–29.

- Greil, A. (2020): Ammer. URL: [https://www.allgaeubild.de/detailansicht/ammer-1241.html?&tx_allgaeubilddb_allgaeubild1\[subcatm\]=37,38,33,32,36,31,35,34](https://www.allgaeubild.de/detailansicht/ammer-1241.html?&tx_allgaeubilddb_allgaeubild1[subcatm]=37,38,33,32,36,31,35,34), (02.03.2020)
- Griffiths, G.A. (1981): Stable-channel design in gravel-bed rivers. *Journal of Hydrology*, 52 (3-4): 291-305.
- Guzelj, M., Hauer, C. & Egger, G. (in prep.): The third dimension in river restoration: How anthropogenic disturbance changes boundary conditions for ecological mitigation.
- Haase, G. (1995): Düben-Dahlener Heide, Riesa-Torgauer Elbtal. In: Mannsfeld, K., Richter, H. (Hrsg.): Naturräume in Sachsen. Zentralausschuß für deutsche Landeskunde, Trier. *Forschungen zur Deutschen Landeskunde*, Band 238: 42-53.
- Harrison, L. R., Legleiter, C. J., Wyzga, M. A., & Dunne, T. (2011): Channel dynamics and habitat development in a meandering, gravel bed river. *Water Resources Research*, 47(4).
- Heinrich, R. (2017): Die unterschiedlichen Charaktere der Ammer. In: Landesbund für Vogelschutz (LBV) (Hrsg.): Das Blaue Band. Die Ammergemeinden bandeln an. 16-21.
- Heinz Sielmann Stiftung (o. J.): Projekt Mittelbe-Schwarze Elster. Hochwasserschutz, Naturschutz und Regionalentwicklung in Sachsen-Anhalt. URL: <https://www.sielmann-stiftung.de/mittelbe/> (Zugriff am 09.04.2020)
- Hettrich, R., Ruff, A., Tranter, C., Geiger, M. & Rast, G. (2011): Freiheit für das wilde Wasser. Die WWF-Alpenflussstudie. Status und Perspektiven nordalpiner Wildflusslandschaften aus naturschutzfachlicher Sicht. WWF Deutschland, Berlin. 140 S.
- HND Bayern (2020a): Hochwassermarken Pegel Peißenberg / Ammer. URL: <https://www.hnd.bayern.de/pegel/isar/peissenberg-16612001/marken?begin=16.01.2019&end=16.01.2020> (Zugriff: 20.04.2020)
- HND Bayern (2020b): Hochwassermarken Pegel Weilheim / Ammer. URL: <https://www.hnd.bayern.de/pegel/isar/weilheim-16613004/marken?days=365> (Zugriff: 20.04.2020)
- Hudin, S. (2010): Espace de Liberté des grands cours d'eau. Freier Pendelraum für Flüsse. Beispiel Loire und Allier. Fachtagung Ökologischer Hochwasserschutz und Auenschutz am 21. April 2010 am Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Jäggi, M. (1983): Alternierende Kiesbänke. Mitteilung Nr. 62 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Zürich, 286 S.
- Kautenburger, R. ET AL. (2002): Hochwasserrückhalt durch die Wiederentwicklung von Auwald. Wasserwirtschaft. Hydrologie, Wasserbau, Boden, Ökologie. Wiesbaden. Band 92, Heft 11: 21-25.
- Köberich, T. (2015): Wild und frei. Der WWF an einem der letzten Wildflüsse Deutschlands. WWF Deutschland (Hrsg.). Ohne Verlag, Berlin.
- 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. Schriftenreihe *Angewandte Landschaftsökologie*, Heft 65. 327 S.
- Koenzen, U. (2016): Strategien zum Flächenerwerb: Wie kommen wir an die Flächen, die die Gewässer brauchen? Präsentation auf dem Workshop Hydromorphologie: Erfolgsfaktoren der Gewässerentwicklung. Dessau, 10. / 11.05.2016.
- Kotschi, P. (2012): Entstehung unserer Landschaft. Überblick. URL: <https://fuerstenfeldbruck.bund-naturschutz.de/natur-info-ffb/entstehung.html> (Zugriff: 18.03.2020).
- Kreiter, T. (2007): Dezentrale und naturnahe Retentionsmaßnahmen als Beitrag zum Hochwasserschutz in mesoskaligen Einzugsgebieten der Mittelgebirge. Fachbereich Geographie/Geowissenschaften der Universität Trier. Trier.

Küster, H. (2007): Die Elbe. Landschaft und Geschichte. Verlag C. H. Beck, München. 352 S.

LAWA (Bund- /Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2011): Überarbeitung der Verfahrensbeschreibung der Gewässerstrukturkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine bis mittelgroße Fließgewässer. Entwurf.

LAWA (Bund- /Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2014): LAWA-Verfahrensempfehlung „Gewässerstrukturkartierung für mittelgroße bis große Fließgewässer“. 2. Auflage. Entwurf.

LAWA (Bund- /Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2016): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“. LFP Projekt O 4.13. Ergebnisbericht. 138 S. und Anhänge.

LAWA (Bund- /Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2016b): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“. LFP Projekt O 4.13. Anwenderhandbuch. 119 S. und Anhänge.

Landesverband Sächsischer Angler (2017): Gewässerordnung – Gewässerverzeichnis. Ausgabe 2018 – 2020.

LDS (Landesdirektion Sachsen) (o.J.): Aufgaben Abteilung 4. Umweltschutz. URL: https://www.lds.sachsen.de/?ID=4091&art_param=364 (Zugriff: 20.04.2020).

LDS (Landesdirektion Sachsen) (2011): Naturschutz - Aufgaben und Ziele. Aufgaben der Landesdirektion Sachsen als obere Naturschutzbehörde. URL: https://www.lds.sachsen.de/umwelt/?ID=3024&art_param=252 (Zugriff: 20.04.2020).

LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt Bayern) (2016): Ammer vom Alpenrand b. zum NSG 'Vogelfreistätte Ammersee-Südufer'. Gebietsdaten NATURA 2000. Gebietsrecherche online. 2 S.

LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt Bayern) (2016): Ammer vom Alpenrand b. zum NSG 'Vogelfreistätte Ammersee-Südufer'. Gebietsdaten NATURA 2000. Gebietsrecherche online. 2 S.

LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt Bayern) (2020): Biotopkartierung Bayern. Aktualisiert 2020.01.29. Downloaddienst. URL: https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/pretty_downloaddienst.htm?dld=biotopkartierung (Zugriff: 10.03.2020).

LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (o.J.): Abteilung 4 - Wasser, Boden, Wertstoffe. URL: <https://www.lfulg.sachsen.de/abteilung-4-wasser-boden-wertstoffe-7552.html?cp=%7B%7D> (Zugriff: 20.04.2020).

LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (2007): Ergebnisse der landesweiten selektiven Biotopkartierung (2. Durchgang) im Offenland - SBK 2.

LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (2013): Rote Liste und Artenliste Sachsens. Farn- und Samenpflanzen. 310 S.

LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (2012): Fließgewässerstrukturkartierung der Mulde.

LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (2016): Erfassungs- und Planungsdaten zu Schutzgütern nach FFH-Richtlinie (LRT, Habitats, Maßnahmen, Handlungsgrundsätze) und Offenlandbiotope.

LfW (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft) (2003): Wasserwirtschaftlicher Bericht. Niedrigwasserperiode 2003. Informationsberichte Heft 2/05: 162 S.

Liedtke, H. (1969): Grundzüge und Probleme der Entwicklung der Oberflächenformen des Saarlandes und seiner Umgebung. Forschungen zur deutschen Landeskunde. Band 183. Bad Godesberg.

- Löffler, H. (2016): Der freie Pendelraum der Blies im Kulturraum zwischen Blieskastel und Einöd. Zulassungsarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- Löffler, E. & Kinsinger, C. (1998): Gewässertypenatlas des Saarlandes. Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr, Saarbrücken (Hrsg.).
- Löffler, E., Kinsinger, C. & Charrier, P. (2010): Ermittlung des Flächenbedarfs an EG-WRRL berichtspflichtigen Gewässern des Saarlandes. Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Universität des Saarlandes. Bericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Energie und Verkehr. 32 S.
- LUA (Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz) (2012): Strukturgütekartierungen an der Blies. Zur Verfügung gestellt durch das LUA Saarland.
- LUA (Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz) (2020a): Pegel Blieskastel / Blies. URL: https://iframe01.saarland.de/extern/wasser/Pegel22_neu.htm (Zugriff: 20.04.2020).
- LUA (Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz) (2020b): Pegel Reinheim / Blies. URL: https://iframe01.saarland.de/extern/wasser/Pegel22_neu.htm (Zugriff: 20.04.2020).
- Malavoi, J.-R., Bravard, J.-P., Piégay, H., Héroin, E. & Ramez, P. (1998): Guide technique No. 2. Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau. Agence de Bassin Rhône, Méditerranée. Paris. 39 S.
- Merkur (2009): WWA widerspricht Bauern. Artikel vom 13.04.2009. URL: <https://www.merkur.de/lokales/regionen/widerspricht-bauern-180004.html> (Zugriff: 20.04.2020).
- Metzing, D., Garve, E. & Matzke-Hajek, G. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. – In: Metzing, D., Hofbauer, N., Ludwig, G. & Matzke-Hajek, G. (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. Bonn (Bundesamt für Naturschutz). *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 70 (7): 13–358.
- Millar, R.G. (2005): Theoretical regime equations for mobile gravel-bed rivers with stable banks. *Geomorphology*, 64(3-4): 207-220.
- Mosley, M. (1983): Response of braided rivers to changing discharge. *Journal of Hydrology (New Zealand)*, 18-67.
- Müller, B. (2017): Die Ammer zwischen Zähmung und Befreiung. In: Landesbund für Vogelschutz (LBV) (Hrsg.): Das Blaue Band. Die Ammergebiete bandeln an. 45-51.
- Müller, T., Oberdorfer, E. & Seibert, P. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. Textband. Oberdorfer, E. (Hrsg.). 2. stark bearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, 282 S.
- Müller, N., Woellner, R., Wagner, T. C., Reich, M., Behrendt, S., Burkelt, L., Neukirchen, M. & Kollmann, J. (2019): Hoffnung für die Populationsentwicklung von Wildflussarten der Alpen? Rückgang und aktuelle Bestandssituation von Zwergrohrkolben (*Typha minima*), Deutscher Tamariske (*Myricaria germanica*) und Uferreitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*) in Bayern. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 89: 5-22.
- MUV Saarland (Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland) (o.J. a): Zuständige Behörde. URL: <https://www.saarland.de/36803.htm> (Zugriff: 20.04.2020).
- MUV Saarland (Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland) (o.J. b): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere im Saarland. URL: https://www.saarland.de/dokumente/thema_naturschutz/01_Rote_Liste_Einleitung-10-21.pdf (Zugriff: 20.04.2020).
- MUV Saarland (Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland) (2006): Biotopkartierung Saarland Biotoptypen. Offenland OBK. Zur Verfügung gestellt durch das LUA Saarland.

- MUV Saarland (Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland) (2010): Biotopkartierung Saarland 2020 Offenland-OBK IV / Wald-WBK II. URL: [https://ausschreibungen-deutschland.de/602084 Biotopkartierung Saarland 2020 Offenland-OBK IV Wald-WBK II](https://ausschreibungen-deutschland.de/602084-Biotopkartierung-Saarland-2020-Offenland-OBK-IV-Wald-WBK-II) Referenznummer der 2019 Saarbrücken (Zugriff: 20.04.2020).
- NABU Blieskastel (o. J.): Projekte. URL: <http://www.nabu-blieskastel.de/projekte.html> (Zugriff: 20.04.2020).
- NUA (Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW) (2015): Gewässerschutz braucht Akzeptanz! Bürgerbeteiligung und Kommunikation bei Umsetzungsmaßnahmen. URL: <https://www.nua.nrw.de/veranstaltungen/veranstaltungsberichte/artikel/616-gewaesserschutz-braucht-akzeptanz-buergerbeteiligung-und-kommunikation-bei-umsetzungsmassnahmen/detail/> (Zugriff: 20.04.2020).
- Oberdorfer, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. Textband. 2. stark bearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, 282 S.
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora: Für Deutschland und angrenzende Gebiete. Verlag Eugen Ulmer, 8. Auflage. 1056 S.
- Planungsgesellschaft Obermeyer (2011): Strukturverbessernde Maßnahmen an der Blies (OWK Blies II-1 und II-2). Pläne im Auftrag des Landesamts für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland.
- Podschun, S.A., Albert, C., Costea, G., Damm, C., Dehnhardt, A., Fischer, C., Fischer, H., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Hartje, V., Hoffmann, T. G., Hornung, 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. und Anhang.
- Pottgiesser, T. & Sommerhäuser, M. (2003): Karte der biozönotisch bedeutsamen Fließgewässertypen Deutschlands. Stand Dezember 2003. Erläuterungen in: Pottgiesser, T., Kail, J., Seuter, S. & Halle, M. (2004): Abschließende Arbeiten zur Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL. Teil II. Endbericht.
- Pottgiesser, T. & Sommerhäuser, M. (2008): Begleittext zur Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente (Teil B). UBA-Projekt (Förderkennzeichen 36015007) und LAWA-Projekt O 8.06.
- Pusch, M. & Beichler, S. (o.J.): RESI. River Ecosystem Service Index. URL: <https://bmbf.nawam-rewam.de/projekt/resi/> (Zugriff: 18.03.2020).
- Pyšek, P. & Prach, K. (1993): Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to Central Europe. *Journal of Biogeography*, 20: 413 – 420.
- Rapp, K. (2016): Die historische Analyse und Erfassung des aktuellen Zustandes der Flusslandschaft an der Ammer. Zulassungsarbeit, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- Rempe, A. (2018): Wie ein Fluss (fast) wieder jungfräulich wird: Die Renaturierung der Ammer. Bauer-Verlag, 1. Auflage. 384 S.
- Requena, P. (2008): Seitenerosion in kiesführenden Flüssen. Prozessverständnis und quantitative Beschreibung. Mitteilungen 210, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), H.-E. Minor, Hrsg. ETH Zürich.
- Rice, S. & Church, M. (1998): Grain size along two gravel-bed rivers: statistical variation, spatial pattern and sedimentary links. *Earth Surface Processes Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 23(4): 345-363.

Ringler, A., Layritz M., Vilgertshofer J., Wimmer T. & Scheer C. (2000) Ökologische Untersuchungen zum Pflingsthochwasser 1999 in Südbayern – Schwerpunkt Ammer-Gebiet. Lebensraum nach dem Hochwasser. Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Ohne Verlag.

Rösch, S.-F. (2018): Sukzessionsgesellschaften eines Umlagerungsflusses – Vegetationskundliche Untersuchungen an der Mittleren Mulde. Zulassungsarbeit am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). S. 99.

Rote Liste Zentrum (2020): Kontakt und Service. <https://www.rote-liste-zentrum.de/de/Kontakt-und-Service-59.html> (Zugriff: 03.02.2020).

RZWas (2018): Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz vom 8. Oktober 2018. 7538-U. URL: https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_7538_U_589 (Zugriff am 09.04.2020).

Saarland (2005): Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen des naturgemäßen Wasserbaus und der Gewässerentwicklung. URL: http://www.vorschriften.saarland.de/verwaltungsvorschriften/vorschriften/vv_18_10_2005.pdf (Zugriff am 09.04.2020).

Sachsen (2018): Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustandes und des präventiven Hochwasserschutzes (Förderrichtlinie Gewässer/Hochwasserschutz – RL GH/2018) vom 18. Juni 2018. URL: <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/17743-Foerderrichtlinie-Gewaesser-Hochwasserschutz-#ef> (Zugriff am 09.04.2020).

SächsGVBl. (Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt) (2013): Sächsisches Wassergesetz (SächsWG). Landesrecht Sachsen. URL: http://www.lexsoft.de/cgi-bin/lexsoft/justizportal_nrw.cgi?t=159059037511933603&sessionID=9288169301573938999&chosenIndex=Dummy_nv_68&templateID=document&source=context&source=context&highlighting=off&xid=5800129,1 (Zugriff: 20.04.2020).

SächsGVBl. (Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt) (2019): Sächsische Wasserzuständigkeitsverordnung. URL: <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/14028-Saechsische-Wasserzustaendigkeitsverordnung#p1> (Zugriff: 20.04.2020).

Schneider, E., Dister, E. R. (2017): Auenwaldentwicklung auf ehemaligen Ackerbrachen am Kühkopf durch ungesteuerte Sukzession. Kapitel 6.3.3: 207–224. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G. M., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. R. & Egger, G. (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 163. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn - Bad Godesberg. 512 S.

Schneider, E. (2017): Wiesenentwicklung auf ehemaligen Ackerbrachen am Kühkopf durch gesteuerte Sukzession nach hochwasserbedingtem Deichbruch. In: Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G. M., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E. R. & Egger, G. (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 163. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn - Bad Godesberg. 512 S.

Schneider, E., Werling, M., Stammel, B., Januschke, K., Ledesma-Krist, G.M., Scholz, M., Hering, D., Gelhaus, M., Dister, E.R. & Egger, G. (2017): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 163. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn - Bad Godesberg. 512 S.

Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H.D., Born, W. & Henle, K. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 124(2): 257 S.

Schwabe, A. (1985): Monographie *Alnus incana*-reicher Waldgesellschaften in Europa. Variabilität und Ähnlichkeiten einer azonal verbreiteten Gesellschaftsgruppe. *Phytocoenologia* 13: 197-302.

Seibert, P. (1992): Verband Alno-Ulmion Br.-Bl. et Tx. 43. In: Oberdorfer, E. (Hrsg.). (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsch. Textband. 2. stark bearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, 139-156.

Seidel, M., Voigt, M., Langheinrich, U., Hoge-Becker, A., Gersberg, R.M., Arévalo, J.R. & Lüderitz, V. (2017): Re-Connection of Oxbow Lakes as an Effective Measure of River Restoration. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 45(3): 1-9.

SLULG (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft) (o. J.): Landschaftsökologische Charakterisierung von 30 Naturräumen. URL: <https://www.natur.sachsen.de/landschaftsoekologische-charakterisierung-von-30-naturraumen-23087.html> (Zugriff: 20.04.2020)

SLULG (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft) (2016): Wasserstände Pegel Bad Düben 1 / Vereinigte Mulde. URL: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/hwims/portal/web/wasserstand-pegel-560051> (Zugriff: 20.04.2020)

SLULG (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft) (2020): Abflusstafel Pegel Bad Düben 1 / Vereinigte Mulde. URL: https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/lhwz/download/560051_Q2016.pdf (Zugriff: 20.04.2020)

SMUL (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft) (o.J. a): Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen. Aufgaben. URL: <https://www.smul.sachsen.de/ltv/11708.htm> (Zugriff: 20.04.2020)

SMUL (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft) (o.J. b): (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft). Aufgaben, Organisation. URL: <https://www.smul.sachsen.de/aufgaben-organisation-4188.html> (Zugriff: 20.04.2020)

Staatliches Bauamt Weilheim (2016): FFH-Übersichtskarte. FFH-Verträglichkeitsprüfung für das FFH-Gebiet DE 8331-302 "Ammer vom Alpenrand bis zum NSG Vogelfreistätte Ammersee-Südufer". URL: https://www.peissenberg.de/fileadmin/user_upload/bekanntmachungen/auslegungen/19-4-2_FFH_Uebersicht_160722_Unterschr.pdf (Zugriff: 20.04.2020)

Stamm, J. (2018): In_StröHmunG – Innovative Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung. Abschlussbroschüre. *Gewässerentwicklung und Wasserbewirtschaftung I*, 14-15.

Stamm, J., Alshomaree, R., Berendonk, T.U., Bilinski, W. et al. (2018): Innovative Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung. Abschlussbericht des BMBF-ReWaM-Projektes In_StröHmunG. *DWA Report*, 146 S.

Stamm, J. & Müller, N. (o. J.): In_StröHmunG. Innovative Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung. Flyer. URL: https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/iwd/wasserbau/ressourcen/dateien/in_stroehmung/Flyer_InStroehmung.pdf?lang=de (Zugriff: 18.03.2020).

Steinberger, T. (2019): Analysis of Variants for the Reconnection of Oxbows between Weilheim and Lake Ammersee. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU). 81. S.

Stegner, J., Kleinknecht, U., Ulbrich, J. & Blume, N. (2011): Pilotprojekt Biotopverbund Mittlere Mulde. Maßnahmenkonzept für einen Beispielraum und Handlungsstrategien zur Umsetzung des Biotopverbundes im Freistaat Sachsen. Abschlussbericht. Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie. Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Leipzig 319 S.

- Stegner, J. (2015): Projektskizzen zur dynamischen Entwicklung von Flussauen am Beispiel der Mittleren Mulde. Kiesgrube Bad Dübén. Entwurf des Abschlussberichts. StegnerPlan, Büro für Landschaftsplanung und Naturschutz, Leipzig. 61 S.
- StMUV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (2005): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Gefäßpflanzen Bayerns. Kurzfassung. 183 S. URL: [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000006?SID=803956021&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%27stmugv_nat_00044%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000006?SID=803956021&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%27stmugv_nat_00044%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27)) (Zugriff: 18.03.2020).
- StMUV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (2020): Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben. URL: <https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/> (Zugriff am 18.03.2020)
- StMUV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (o. J. a): Organisation im Bereich Wasserwirtschaft. URL: https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/wasserwirtschaft_in_bayern/organisation.htm (Zugriff: 12.02.2020)
- StMUV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (o. J. b): Der staatliche Naturschutz in Bayern. URL: <https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/organisation/index.htm> (Zugriff: 12.02.2020)
- Stohlgren T.J., Falkner M.B. & Schell L.D. (1995): A Modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*, 117: 113-121.
- Suck, R. & Bushart, M. (2012): Potentielle Natürliche Vegetation Bayerns. Erläuterungen zur Übersichtskarte 1 : 500 000. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LFU) (Hrsg.). UmweltSpezial, 115 S.
- Suske, W. & Schnetzer, N. (2017): Alles im Fluss. Perspektiven für Isar, Loisach, Ammer und Lech. Erarbeitet im Rahmen der Hotspotkonzeption des Verbundprojektes Alpenflusslandschaften – Vielfaltleben von Ammersee bis Zugspitze“. 99 S.
- Thebaud, C. & Debussche, M. (1991): Rapid Invasion of *Fraxinus ornus* L. Along The Herault River System in Southern France: The importance of seed dispersal by water. *Journal of Biogeography*, 8 (1): 7-12.
- Tilemann Stella (1564): Landesaufnahme der Ämter Zweibrücken und Kirel des Herzogtums Pfalz-Zweibrücken. Blatt 10.
- Topographische Karte Blieskastel (1955): Topographische Karte: Messtischkartenblatt 6709.
- Topographische Karte DTK25 Blieskastel (2016): Topographische Karte DTK25-Blatt 6709.
- UBA (Umweltbundesamt) (2015): Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel. Ergänzungsmodul: Fördermöglichkeiten für Kommunen zur Umsetzung von räumlichen Anpassungsmaßnahmen. UBA-Text 38/2015.
- UBA (Umweltbundesamt) (2016): Workshop I: Fachliche Grundlagen und strategische Instrumente der Flächenbereitstellung. Präsentation auf dem Workshop Hydromorphologie: Erfolgsfaktoren der Gewässerentwicklung. Dessau, 10. / 11.05.2016.
- UBA (Umweltbundesamt) (2019): Finanzierung und Förderung von Gewässerrenaturierungen. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/finanzierung-foerderung-von#> (Zugriff am 18.03.2020).
- Übersichtsbodenkarte ÜBK25: Bodenübersichtskarte des Landesamts für Umwelt Bayern im Maßstab 1:25.000. URL: https://www.lfu.bayern.de/boden/karten_daten/uebk25/index.htm (Zugriff am 18.03.2020).
- Van den Berg, J.H. (1995): Prediction of alluvial channel pattern of perennial rivers. *Geomorphology*, 12(4): 259-279.

- Völker, J., Mohaupt, V., Arle, J., Baumgarten, C., Blondzik, K., Borchardt, D., Hilliges, F., Mathan, C., Naumann, S., Osiek, D., Rechenberg, J., Schmedtje, U., Ullrich, A., Weiß, A. & Wolter, R. (2016): Die Wasserrahmenrichtlinie. Deutschlands Gewässer 2015. Umweltbundesamt BMUB/UBA (Hrsg.). Quedlinburg Druck GmbH, Bonn, Dessau. 148 S.
- Volksbegehren Artenvielfalt (o.J.): Volsbegehren Artenvielfalt Bayern. Der bayrische Landtag hat mit großer Mehrheit angenommen. URL: <https://volksbegehren-artenvielfalt.de/> (Zugriff am 18.03.2020).
- Walter, A.M., West, M., Ehlert, T., Natho, S., Neukirchen, B., Möhring, U., Peters, A., Schackers, B., Koenzen, U. & Kurth, A. (2015): Den Flüssen mehr Raum geben. Renaturierung von Auen in Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) & Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.). Bonifatius GmbH, Druck/Buch/Verlag, Paderborn. Broschüre Nr. 2227: 60 S.
- Wasserwirtschaftsamt (WWA) Weilheim (Hrsg.) (2003): Die Ammer. Ohne Verlag. 15 S.
- Wild, V. (1985): Biogeographische Bewertung des Uferzustandes und der Ufervegetation der unteren Blies im Hinblick auf zukünftige Wasserbauliche Maßnahmen. Institut für Biogeographie der Universität des Saarlandes. Saarbrücken.
- Wild, V. (1986): Ufergehölze und Uferstand der unteren Blies im Hinblick auf die Ufersicherung und Künftige Wasserbauliche Maßnahmen. Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland. 18. Jahrgang, Heft 1. Eigenverlag der DELATTINIA, Fachrichtung Biogeographie, Universität des Saarlandes. Saarbrücken.
- Wild, V. (2005): Die Blies und ihre Auen. Saarpfalz – Blätter für Geschichte und Volkskunde. Homburg. Heft 2005/1.
- WWF Deutschland (o.J.): Auf dem Weg zu neuen Ufern: Naturschutz an der Unteren Donau in den beiden EU-Beitrittsländern Rumänien und Bulgarien. Unveröffentlichter Berichtentwurf des gleichnamigen Projektes bei der DBU.
- WWF Deutschland (2016): Ammer. Reizvoller Wildfluss mit tiefer Schlucht. Flussflyer Ammer.
- Yalin, M. (1992): River Mechanics. Elsevier, New York. S. 219.
- Yalin, M. S. & Da Silva, A. F. (2001). Fluvial processes. IAHR. Delft, Niederlande. 197 S.
- ZEW - Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim (2019): Führungsmitglieder der Europäischen Investitionsbank verleihen bevorzugt Geld an eigene Herkunftsregion. ZEW-Studie zur Kreditvergabepraxis der EU-Bank. URL: <https://www.zew.de/de/presse/pressearchiv/fuehrungsmitglieder-der-europaeischen-investitionsbank-verleihen-bevorzugt-geld-an-eigene-herkunftsregion/> (Zugriff am 09.04.2020)
- Zillmer, H.-J. (2011): Die Erde im Umbruch. Katastrophen form(t)en diese Welt. Beweise aus historischer Zeit. F.A. Herbig Verlagsbuchhandlung GmbH, München. 304 S.

Anhang

Inhaltsverzeichnis des Anhangs

A1: Berechnungsfaktoren für Entwicklungskorridorbreiten	2
A2: Auenvegetation an der Ammer flussab von Peißenberg.....	4
Vegetationskartierung anhand von Nested Plots	4
A3: Handlungsleitfaden.....	9
A4: Recherche zu Monitoringkonzepten für Fluss- und Auenökosysteme	23
1 Wasserqualitätsparameter.....	28
2 Auenvegetation	32
3 Biologische Parameter	33
4 Gewässerstruktur	37
Abbildungsverzeichnis Anhang	43
Tabellenverzeichnis Anhang.....	43
Literaturverzeichnis Anhang	43

A1: Berechnungsfaktoren für Entwicklungskorridorbreiten

Im Bericht ist eine zusammenfassende Tabelle der Faktoren für die Flusstypen angegeben (Kapitel 3.5.3), an dieser Stelle werden die Faktoren differenziert für jeden Flusstyp angegeben (Dahm et al. 2014, Tabelle 1).

Tabelle 1: Flusstypabhängige Faktoren für die Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite (Dahm et al. 2014).

Flusstyp	Flusstyp	Pot. natürliche Sohlbreite	Minimaler Entwicklungskorridor	Maximaler Entwicklungskorridor
Typ 1.1	Bäche der Kalkalpen	Ausbausohlbreite * 2	pot. nat. Sohlbreite * 1	pot. nat. Sohlbreite * 3
Typ 1.2	Flüsse der Kalkalpen	Ausbausohlbreite * 5 (Ausnahme: Kerbtäler * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 2 (Ausnahme: Kerbtäler * 1)	pot. nat. Sohlbreite * 5 (Ausnahme: Kerbtäler * 3)
Typ 2.1	Bäche des Alpenvorlandes	Ausbausohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 2.2	Flüsse des Alpenvorlandes	Ausbausohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 3	Bäche und Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: mit Nebengerinnen * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 4	Große Flüsse des Alpenvorlandes	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: mit Nebengerinnen/ anastomosierend * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 5	Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 2, mit Nebengerinnen * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 1)	pot. nat. Sohlbreite * 10 (Ausnahme: Kerbtal * 3)
Typ 5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 1)	pot. nat. Sohlbreite * 10 (Ausnahme: Kerbtal * 3)
Typ 6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 1)	pot. nat. Sohlbreite * 10 (Ausnahme: Kerbtal * 3)
Typ 7	Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: Kerbtal * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 1,5 (Ausnahme: Kerbtal * 1)	pot. nat. Sohlbreite * 5 (Ausnahme: Kerbtal * 3)
Typ 8	-			
Typ 9	Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	Ausbausohlbreite * 5	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 9.1	Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: mit Nebengerinnen * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahme: Karstfluss * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 10 (Ausnahme: Karstfluss * 5)
Typ 9.2	Große Flüsse des Mittelgebirges	Ausbausohlbreite * 5 (Ausnahme: unverzweigt * 3)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 10	Kiesgeprägte Ströme	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: mit Nebengerinnen/ verflochten * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 11	Organisch geprägte Bäche	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: mit Nebengerinnen/ anastomosierend * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10

Typ 12	Organisch geprägte Flüsse	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: anastomosierend * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 13	-			
Typ 14	Sandgeprägte Tieflandbäche	Ausbausohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 15	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: Lehmgeprägter Fluss * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 15g	Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: Lehmgeprägter Fluss * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 16	Kiesgeprägte Tieflandbäche	Ausbausohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 17	Kiesgeprägte Tieflandflüsse	Ausbausohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 18	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	Ausbausohlbreite * 2	pot. nat. Sohlbreite * 5	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 19	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	Ausbausohlbreite * 5	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 5
Typ 20	Sandgeprägte Ströme	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme: verzweigt * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 21	Seeausflussgeprägte Fließgewässer	bei kohäsiven Substraten Ausbausohlbreite * 2, bei nicht-kohäsiven Substraten Ausbausohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 3	pot. nat. Sohlbreite * 10
Typ 22	Marschengewässer	k. A.	k. A.	k. A.
Typ 23	Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse	k. A.	k. A.	k. A.

A2: Auenvegetation an der Ammer flussab von Peißenberg

Vegetationskartierung anhand von Nested Plots

Aus den während der Geländearbeiten in den Probeflächen und deren unmittelbaren Umgebung erfassten und zum Teil nachbestimmten Arten wurde eine allgemeine Artenliste zusammengestellt. Die Plots an der Ammer (Abbildung 1) liegen in mehreren kartierten Biotopen der bayerischen Biotopkartierung, die dort 2006 durchgeführt wurde (Abbildung 2, LfU 2020).

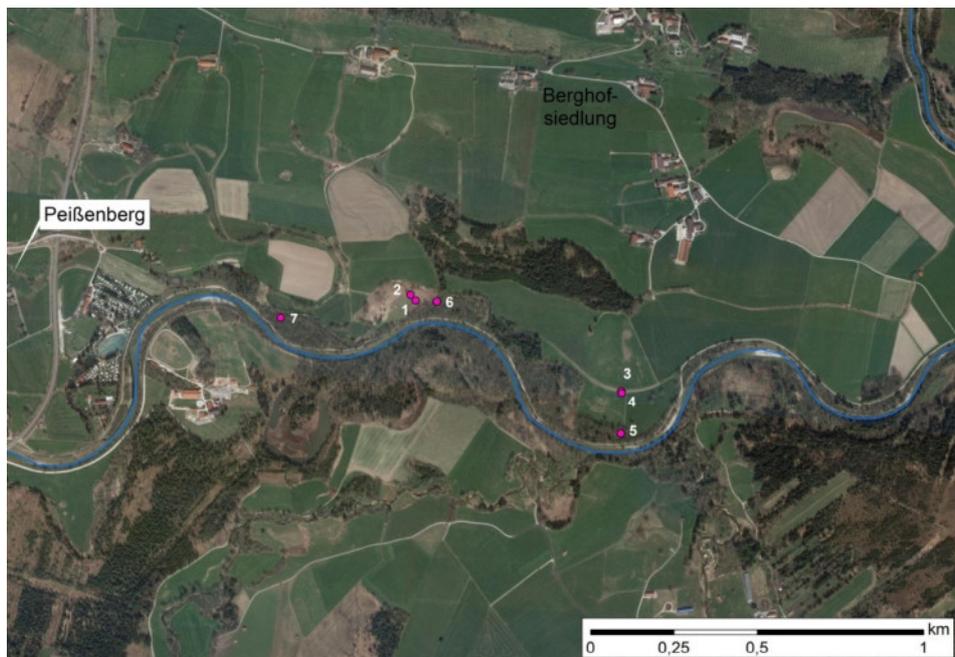


Abbildung 1: Die Lage der Nested Plots Parzellen (rosa Punkte mit Plot-Nr., vgl. Vegetationsaufnahmen) an der Ammer flussab von Peißenberg.

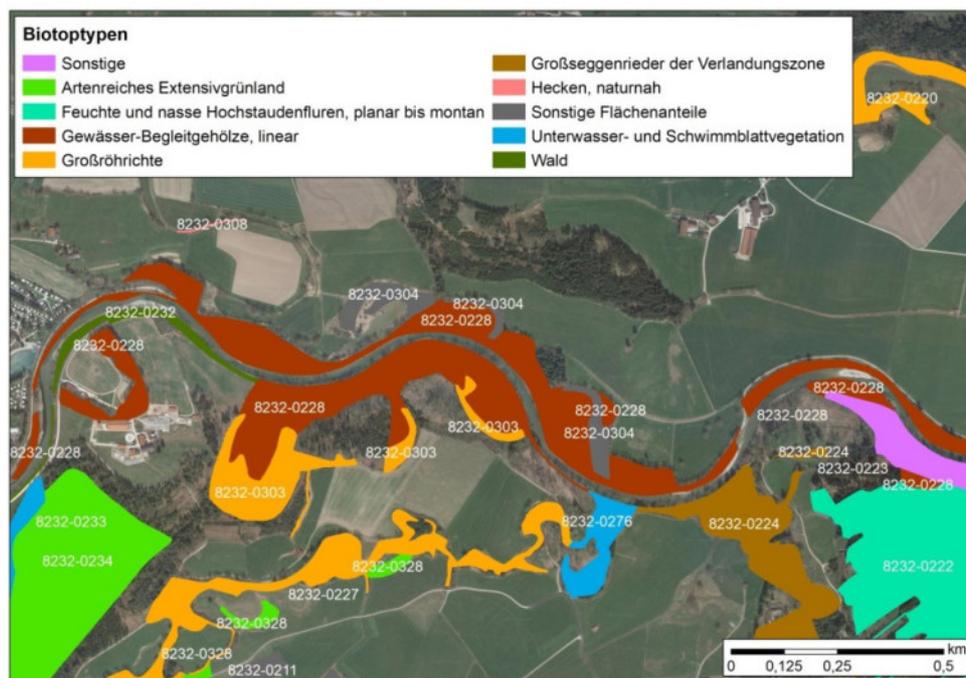


Abbildung 2: Biotoptypen der Biotopkartierung Bayern an der Ammer flussab von Peißenberg (LfU 2020).

Insgesamt wurden auf den an dem untersuchten Flussabschnitt der Ammer bei Peißenberg festgelegten Probeflächen und deren unmittelbarer Umgebung mehr als 130 Pflanzenarten erfasst. Diese wurden jeweils mit denen der Biotopkartierung des Bayerischen Landesamts für Umwelt verglichen und jede Art den entsprechenden Biotopnummern zugeordnet (s. Tabelle 2, letzte Spalte). Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass einige der Arten weit verbreitet sind und in bis zu acht verschiedenen Biotopen vorkommen. Dagegen wurden auch einige Arten vorgefunden, die in der Biotopliste nicht erfasst sind. Diese sind in grüner Farbe kenntlich gemacht. Da die Biotoperfassung bereits 2006 erfolgte, die Vegetation aber eine dynamische Komponente der Landschaft ist, kann es sein, dass manche Arten verschwunden, andere aber hinzugekommen sind. Für die Offenlandflächen hängt dieses auch von der jeweiligen Nutzung ab, beispielsweise vom Zeitpunkt und der Häufigkeit der Mahd.

Tabelle 2: Gesamtliste der Arten, die in Felduntersuchungen an der Ammer gefunden wurden. Die Biotop-Nummern beziehen sich auf Biotopkartierung des Bayerischen Landesamts für Umwelt: 1 = 8232-0223, 2 = 8232-0224, 3 = 8232-0227, 4 = 82320228, 5 = 8232- 0232, 6 = 8232-0276, 8232-0303, 8 = 8232-0304, 9 = 82320308 und 10 = 8232-0328. Die Lage der Biotope ist auf der Karte in Abbildung 4 dargestellt.

Nr.	Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Artname	Biotop-Nr.
1.	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Berg-Ahorn	1, 2, 4, 5
2.	<i>Achillea millefolium</i>	Gewöhnliche Schafgarbe	
3.	<i>Aegopodium podagraria</i>	Gewöhnlicher Giersch	1, 2, 3, 4, 5, 6
4.	<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	3, 4, 6
5.	<i>Ajuga reptans</i>	Kriech-Günsel	
6.	<i>Alliaria petiolata</i>	Lauchhederich	3
7.	<i>Allium ursinum</i>	Bär-Lauch	
8.	<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen Fuchsschwanz	5
9.	<i>Alnus incana</i>	Grau-Erle	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
10.	<i>Angelica sylvestris</i>	Wild Engelwurz	2, 3, 4, 10
11.	<i>Anemone ranunculoides</i>	Gelbes Busch-Windröschen	
12.	<i>Arctium lappa</i>	Große Klette	
13.	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	5
14.	<i>Asarum europaeum</i>	Haselwurz	3, 5, 7
15.	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Wald-Zwenke	1, 3, 4, 5, 6, 7
16.	<i>Briza media</i>	Zittergras	2, 10
17.	<i>Bromus erectus</i>	Aufrechte Trespe	
18.	<i>Calamagrostis epigejos</i>	Sand-Reitgras	3, 4, 7, 8
19.	<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	Ufer-Reitgras	
20.	<i>Calystegia sepium</i>	Gewöhnliche Zaunwinde	
21.	<i>Carex acuta</i>	Schlanke Segge	
22.	<i>Carex brizoides</i>	Zittergras-Segge	
23.	<i>Carex canescens</i>	Grau-Segge	
24.	<i>Carex gracilis</i>	Schlanke Segge	7
25.	<i>Carex paniculata</i>	Rispen-Segge	
26.	<i>Carex pendula</i>	Hänge-Segge	
27.	<i>Carex strigosa</i>	Dünnährige Segge	
28.	<i>Carex sylvatica</i>	Wald-Segge	
29.	<i>Carum carvi</i>	Wiesen-Kümmel	

30.	<i>Centaurea phrygia</i>	Phrygische Flockenblume	
31.	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	Wechselblättriges Milzkraut	
32.	<i>Circaea lutetiana</i>	Großes Hexenkraut	
33.	<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel	
34.	<i>Clematis vitalba</i>	Waldrebe	3, 5, 6
35.	<i>Cornus sanguinea</i>	Blutroter Hartriegel	2, 5, 6, 7
36.	<i>Corylus avellana</i>	Gewöhnliche Hasel	1, 2, 3, 6, 9
37.	<i>Crataegus monogyna</i>	Eingrifflicher Weißdorn	5, 6, 8, 9
38.	<i>Dactylis glomerata</i>	Gewöhnliches Knaulgras	
39.	<i>Daucus carota</i>	Gewöhnliche Möhre	
40.	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele	1, 3, 6, 7, 8
41.	<i>Euonymus europaeus</i>	Pfaffenhütchen	3, 6, 7
42.	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Gewöhnlicher Wasserdost	1, 2, 4
43.	<i>Epilobium</i> sp	Weidenröschen	
44.	<i>Equisetum hyemale</i>	Winter-Schachtelhalm	
45.	<i>Equisetum telmateja</i>	Riesen-Schachtelhalm	
46.	<i>Erigeron annuus</i>	Feinstrahl-Berufkraut	
47.	<i>Festuca arundinacea</i>	Rohr-Schwingel	
48.	<i>Festuca gigantea</i>	Riesen-Schwingel	
49.	<i>Filipendula ulmaria</i>	Mädesüß	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10
50.	<i>Fontinalis antipyretica</i>	Brunnen-Moos	
51.	<i>Frangula alnus</i>	Echter Faulbaum	2
52.	<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewöhnliche Esche	2, 3, 4, 5
53.	<i>Galeobdolon luteum</i>	Echte Goldnessel	
54.	<i>Galeopsis speciosa</i>	Bunter Hohlzahn	
55.	<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut	
56.	<i>Galium mollugo</i>	Wiesen-Labkraut	5
57.	<i>Galium sylvaticum</i>	Wald-Labkraut	
58.	<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkenwurz	
59.	<i>Glechoma hederacea</i>	Gewöhnlicher Gundermann	
60.	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	2, 8
61.	<i>Humulus lupulus</i>	Gewöhnlicher Hopfen	2, 3, 7
62.	<i>Hypericum hirsutum</i>	Behaartes Hartheu	
63.	<i>Impatiens glandulifera</i>	Drüsiges Springkraut	1, 3, 6, 7
64.	<i>Impatiens parviflora</i>	Kleinblütiges Springkraut	
65.	<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Binse	3, 6, 10
66.	<i>Juncus inflexus</i>	Blaugrüne Binse	3, 4, 8
67.	<i>Lathyrus pratensis</i>	Wiesen-Platterbse	10
68.	<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewöhnlicher Liguster	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
69.	<i>Lilium martagon</i>	Türkenbund-Lilie	
70.	<i>Lolium perenne</i>	Ausdauernder Lolch	
71.	<i>Lonicera xylosteum</i>	Rote Heckenkirsche	1, 2, 3, 4, 6, 7
72.	<i>Lotus corniculatus</i>	Gewöhnlicher Hornklee	10
73.	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Gewöhnlicher Gelbweiderich	7, 10
74.	<i>Lythrum salicaria</i>	Gewöhnlicher Blutweiderich	3, 4, 7, 8
75.	<i>Medicago falcata</i>	Sichel-Luzerne	

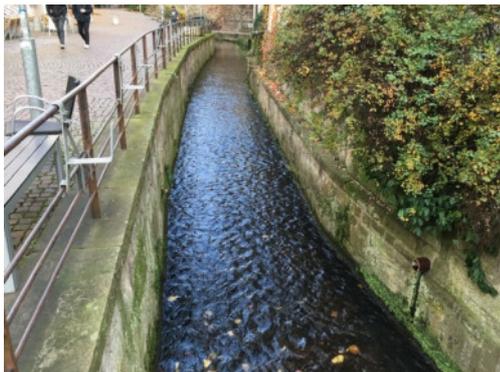
76.	<i>Medicago lupulina</i>	Hopfen-Luzerne	
77.	<i>Medicago minima</i>	Zwerg-Schneckenklee	
78.	<i>Mercurialis perennis</i>	Wald- Bingelkraut	
79.	<i>Mercurialis perennis</i>	Ausdauerndes Bingelkraut	3, 4, 5
80.	<i>Molinia caerulea</i>	Pfeifengras	2, 10
81.	<i>Origanum vulgare</i>	Gewöhnlicher Dost	2
82.	<i>Paris quadrifolia</i>	Vierblättrige Einbeere	1, 2, 4, 5
83.	<i>Petasites hybridus</i>	Gewöhnliche Pestwurz	3, 6
84.	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	1, 2, 3, 4, 7, 8
85.	<i>Phleum pratense</i>	Wiesen-Lieschgras	
86.	<i>Phragmites australis</i>	Gewöhnliches Schilf	1, 3, 6, 7, 10
87.	<i>Picea abies</i>	Gemeine Fichte	3, 5, 6, 8
88.	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich	5, 8
89.	<i>Poa palustris</i>	Sumpf-Rispengras	
90.	<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras	
91.	<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras	
92.	<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel	6
93.	<i>Potentilla heptaphylla</i>	Rötliches Fingerkraut	
94.	<i>Primula veris</i>	Wiesen-Primel	
95.	<i>Prunella vulgaris</i>	Gewöhnliche Braunelle	
96.	<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Trauben-Kirsche	1, 2, 3, 4, 7, 9
97.	<i>Prunus spinosa</i>	Schlehe oder Schwarzdorn	1, 3, 6, 7, 8
98.	<i>Pulmonaria obscura</i>	Lungenkraut	
99.	<i>Pulmonaria officinalis</i>	Geflecktes Lungenkraut	3
100.	<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	1, 2, 6, 9
101.	<i>Rhamnus cathartica</i>	Echter Kreuzdorn	1
102.	<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	1, 3, 6, 7
103.	<i>Rhinanthus sp.</i>	Klappertopf	2
104.	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	Großer Klappertopf	
105.	<i>Rhytidiadelphus (Moos)</i>	Kranzmoos (Laubmoos)	
106.	<i>Rubus caesius</i>	Kratzbeere	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
107.	<i>Salix alba</i>	Silber-Weide	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
108.	<i>Salix caprea</i>	Sal-Weide	
109.	<i>Salix daphnoides</i>	Reif-Weide	
110.	<i>Salix eleagnos</i>	Lavendel-Weide	5
111.	<i>Salix fragilis</i>	Bruch-Weide	3
112.	<i>Salix purpurea</i>	Purur-Weide	1, 3, 4, 5, 6, 7
113.	<i>Salix trianda</i>	Mandel Weide	
114.	<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder	6
115.	<i>Sanguisorba minor</i>	Kleiner Wiesenknopf	
116.	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Wald-Simse	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10
117.	<i>Solidago canadensis</i>	Kanadische Goldrute	
118.	<i>Stachys sylvatica</i>	Wald-Ziest	1, 2, 4, 5, 9
119.	<i>Symphytum officinale</i>	Gewöhnlicher Beinwell	7, 8
120.	<i>Taraxacum officinale</i>	Löwenzahn	
121.	<i>Telekia speciosa</i>	Schöne Telekie	

122.	<i>Trifolium pratense</i>	Rot-Klee	2
123.	<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	10
124.	<i>Ulmus glabra</i>	Berg-Ulme	1, 2, 4, 5
125.	<i>Ulmus laevis</i>	Flatterulme	2, 4
126.	<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
127.	<i>Viburnum lantana</i>	Wolliger Schneeball	3
128.	<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhnlicher Schneeball	3, 4, 6, 7
129.	<i>Vicia cracca</i>	Vogel-Wicke	
130.	<i>Vicia sepium</i>	Zaun-Wicke	
131.	<i>Vinca minor</i>	Kleines Immergrün	5

A3: Handlungsleitfaden

HANDLUNGSLEITFADEN

für die Ausweisung eines
Freien Pendelraums für Fließgewässer



FLÜSSE UND AUEN - WARUM WIR SIE BRAUCHEN

Was sind Auen?

Auen sind alle flussbegleitenden Flächen, die von unterschiedlich häufig auftretenden Hochwassern des Flusses erreicht werden und durch diese Überflutungen geprägt werden. Als morphologische Aue werden die Bereiche bezeichnet, die von einem Hochwasser sowohl aktuell erreicht werden als auch theoretisch erreichbar wären, wenn keine Hochwasserschutzmaßnahmen wie Deiche vorhanden wären. Diese heute abgetrennten Bereiche werden als Altaue bezeichnet, während sich die im Vorland der Deiche befindenden Flächen, die noch regelmäßigen Überschwemmungen ausgesetzt sind, als rezente Aue bezeichnet werden. Innerhalb der rezenten Aue liegt auch das Hauptfließgewässer (Abbildung 3).

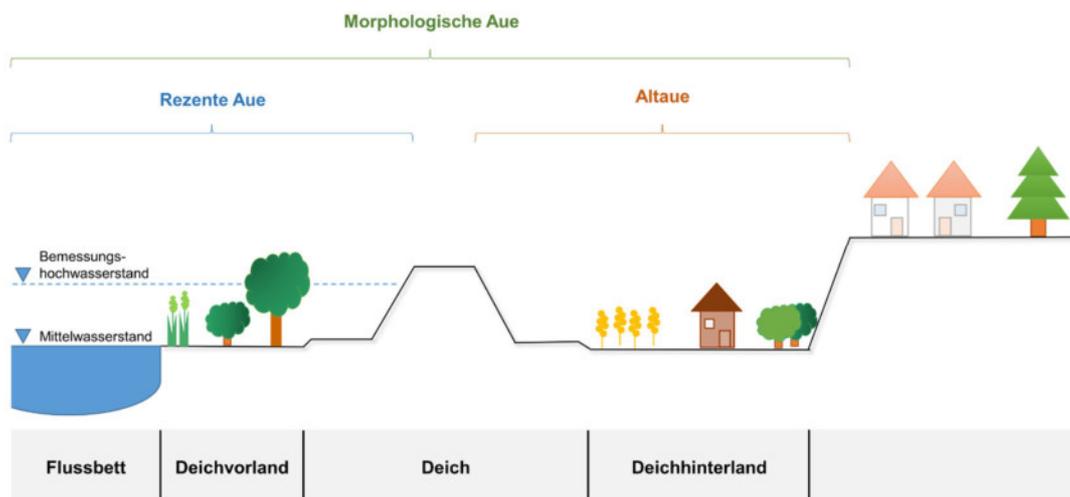


Abbildung 3: Die schematische Gliederung einer Flussaue.

Fließgewässer können je nach der Landschaft, durch die sie fließen, sehr unterschiedlich ausgebildet sein. Dies wird zum Beispiel durch das Gefälle und das anstehende Gestein bestimmt, welches auch das im Fluss mitgeführte Material bildet. Dieses kann von sehr groben Blöcken bis sehr feinen Schwebstoffen reichen. Die Erosion und Sedimentation dieses Materials ist in natürlichen Fluss-Aue-Ökosystemen in einem natürlichen Gleichgewicht und formt die umgebende Landschaft, was als Morphodynamik bezeichnet wird.

Die Bedeutung von Flüssen und Auen: Wertvolle Lebensadern unserer Landschaft

Naturnahe Flüsse und Auen sind wertvolle Bestandteile in unserer Landschaft und erfüllen zahlreiche Funktionen für die Umwelt, aber auch für uns Menschen – die sogenannten *Ökosystemdienstleistungen*.

Beispiele für Ökosystemdienstleistungen der Flüsse und Auen (Scholz et al. 2012):

- Rückhalteräume für Hochwasser
- Filterung und dadurch Reinigung des Flusswassers in den Aueböden (Trinkwasser)
- Rückhalt von Treibhausgasen
- vielfältige Lebensräume für Pflanzen und Tiere (Auen sind „Hotspots der Biodiversität“)
- bilden verbindende Korridore in den Landschaften und einige sind Bestandteil eines bundesweiten Biotopverbunds oder auch des europaweiten Netzwerks aus Schutzgebieten, Natura 2000
- Erholungsräume für Anwohner und Touristen

Der Zustand der Flüsse und Auen in Deutschland ist schlecht

Im Jahr 2009 wurde vom Bundesumweltministerium ein Bericht zur Erfassung und Bewertung von Flussauen in Deutschland sowie daran anschließend der Auenzustandsbericht veröffentlicht (Brunotte et al. 2009). Darin wurde für die deutschen Fließgewässer und Auen ein erschreckend schlechter Zustand nachgewiesen. Die zugrundeliegenden Untersuchungen zeigten, dass dies vor allem durch zwei Faktoren bedingt ist: fehlender Raum für Flüsse und eine starke Veränderung durch menschliche Eingriffe.



Abbildung 4: Begradigte und beidseitig gewässernah eingedeichte Ammer bei Weilheim in Oberbayern. Die umgebende morphologische Aue wird landwirtschaftlich genutzt (Foto: I. Juszczak 2018).

Im Jahr 2000 wurde in Europa die Wasserrahmenrichtlinie verabschiedet (Richtlinie 2000/60/EG). Diese fordert von den europäischen Mitgliedsstaaten, dass die Gewässer bis zum Jahr 2027 mindestens einen guten ökologischen Zustand aufweisen. Derzeit erreichen nicht einmal 7 % der deutschen Flüsse dieses Ziel (BMUB & UBA 2016). Um die ökologisch wichtigen Funktionen und die wertvollen Ökosystemleistungen der Flussauen für uns Menschen zu erhalten, ist eine Änderung der bestehenden Einschränkungen und Nutzungen notwendig.

Wie lassen sich diese Forderungen unter den gegebenen Rahmenbedingungen umsetzen?

DAS KONZEPT DES FREIEN PENDELRAUMS

Wie können wir den Zustand der Flüsse verbessern?

Um den ökologischen Zustand der Flüsse und Auen zu verbessern ist die Entwicklung beeinträchtigter und veränderter Auen hin zu naturnahen Ökosystemen sowie der Erhalt noch bestehender wertvoller Auen unumgänglich. Für die Umsetzung dieser Forderungen müssen einfach umsetzbare und kostengünstige Lösungen gefunden werden, um eine großflächige Verbesserung zu erreichen und die Lebensräume, Arten und Ökosystemdienstleistungen der Auen zu erhalten.

Ein Lösungsansatz ist, den Gewässern mehr Raum zu geben und die eigendynamische Gewässerentwicklung zu ermöglichen.



Wird den Gewässern mehr Raum zur Verfügung gestellt, kann sich das Flussbett entwickeln und verlagern. Dies schafft nicht nur eine größere Fläche, in der die wichtigen Ökosystemdienstleistungen für Mensch und Umwelt zur Verfügung gestellt werden können. Sondern durch die Möglichkeit der Eigendynamik des Flusses kann die gestaltende Kraft des Wassers auch die flusstypischen Lebensräume selbst schaffen. Dadurch können die vielfältigen Prozesse und Wechselwirkungen zwischen dem Fluss und der umgebenden Landschaft ablaufen und die entstehenden Habitatstrukturen sind natürlicher und vielfältiger, als es in Maßnahmen vom Menschen geplant werden kann.

In vielen Konzepten, die sich in den letzten Jahren mit dem schlechten Zustand der Flüsse und Auen Deutschlands beschäftigen, wird diese Forderung deutlich. So gaben beispielsweise im Jahr 2015 das Bundesumweltministerium (BMUB) und das Bundesamt für Naturschutz (BfN) die Broschüre „Den Flüssen mehr Raum geben - Renaturierung von Auen in Deutschland“ heraus. Ein Jahr später folgte von BMUB und dem Umweltbundesamt (UBA) die Vorgaben zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland, in der ebenfalls mehr Raum für die Flüsse gefordert wurde („Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer“).

Aber wie viel Platz können wir in unserer genutzten Kulturlandschaft für die Flüsse zur Verfügung stellen? Und wie viel Platz ist für die Flüsse überhaupt notwendig, damit sie sich naturnah entwickeln können?

Was bedeutet das Konzept des Freien Pendelraums?

Die Idee sieht vor, Fließgewässern einen definierten Korridor (den „Freien Pendelraum“) zur Verfügung zu stellen, in dem sich der Fluss frei bewegen kann. Dafür muss für jeden Fluss bzw. jeden Flussabschnitt mit homogenen Eigenschaften die benötigte Gewässerentwicklungskorridorbreite bestimmt werden, die dem Fluss zur Verfügung gestellt werden kann.

Nach Entfernen vorhandener Ufersicherungen, des Sohlverbaus und anderer Einschränkungen des Flusslaufs in diesem Bereich werden zunächst keine weiteren Eingriffe durchgeführt, sondern der Fluss darf sich innerhalb des Freien Pendelraums frei bewegen. Durch das Nutzen der landschaftsgestaltenden Kraft des Gewässers können sich einerseits die für den Flusstyp charakteristischen Strukturen und Lebensräume ausbilden und andererseits werden dadurch sowohl die Baukosten für sonstige Renaturierungsmaßnahmen als auch die Unterhaltungskosten der Ufersicherungen verringert. Bauliche Maßnahmen werden nur lokal in Erwägung gezogen, wenn der Fluss an erosionsanfälligen Stellen den Rand des Freien Pendelraums erreicht oder wenn der Fluss durch den Menschen bereits so stark verändert und beispielsweise die Flusssohle derart eingetieft ist, dass sich ohne Initialmaßnahmen kaum Strukturen entwickeln.

In den Flächen innerhalb des Freien Pendelraums werden dynamische Prozesse zugelassen, welche für das Funktionieren einer Aue charakteristisch und notwendig sind. Dies bedeutet gerade in flussnahen Bereichen eine ständige Veränderung der Standortbedingungen. Dadurch entstehen kleinräumig unterschiedliche Strukturen und damit viele Lebensräume für die auentypischen Pflanzen- und Tierarten, die durch die menschlichen Einwirkungen in Flusssysteme heute häufig gefährdet sind. Diese Lebensräume werden im Freien Pendelraum wirksam und nachhaltig geschützt.

Ein weiterer Vorteil durch die Einrichtung eines Freien Pendelraums ist, dass die Auenflächen wieder direkt mit dem Fluss verbunden sind, wodurch sich eine Reihe von Synergien ergibt. Neben der Erhöhung der Biodiversität verbessern sich auch weitere Ökosystemdienstleistungen, wie Nährstoffrückhalt in den Auen, Grundwasseranreicherung und -filterung. Auch naturschutzfachliche Ziele, wie die europäischen Vorgaben zum Arten- und Biotopschutz durch das Natura 2000-Netz aus Schutzgebieten oder die Wasserrahmenrichtlinie zur länderübergreifenden nachhaltigen Wasser- und Gewässernutzung, werden durch den Freien Pendelraum gefördert und leisten dadurch einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der in den Richtlinien festgelegten Zielen.

Ein wichtiger Effekt ist zudem die Bereitstellung von Retentionsflächen entlang der Flüsse. Diese können im Hochwasserfall überschwemmt werden, ohne die menschlichen Nutzungsräume zu schädigen. Bei zukünftigen Abflussänderungen, beispielsweise einer erhöhten Hochwassergefahr durch den Klimawandel, ist der zusätzliche Raum entlang der Flüsse ein wirksamer Puffer, um diese abzufangen.

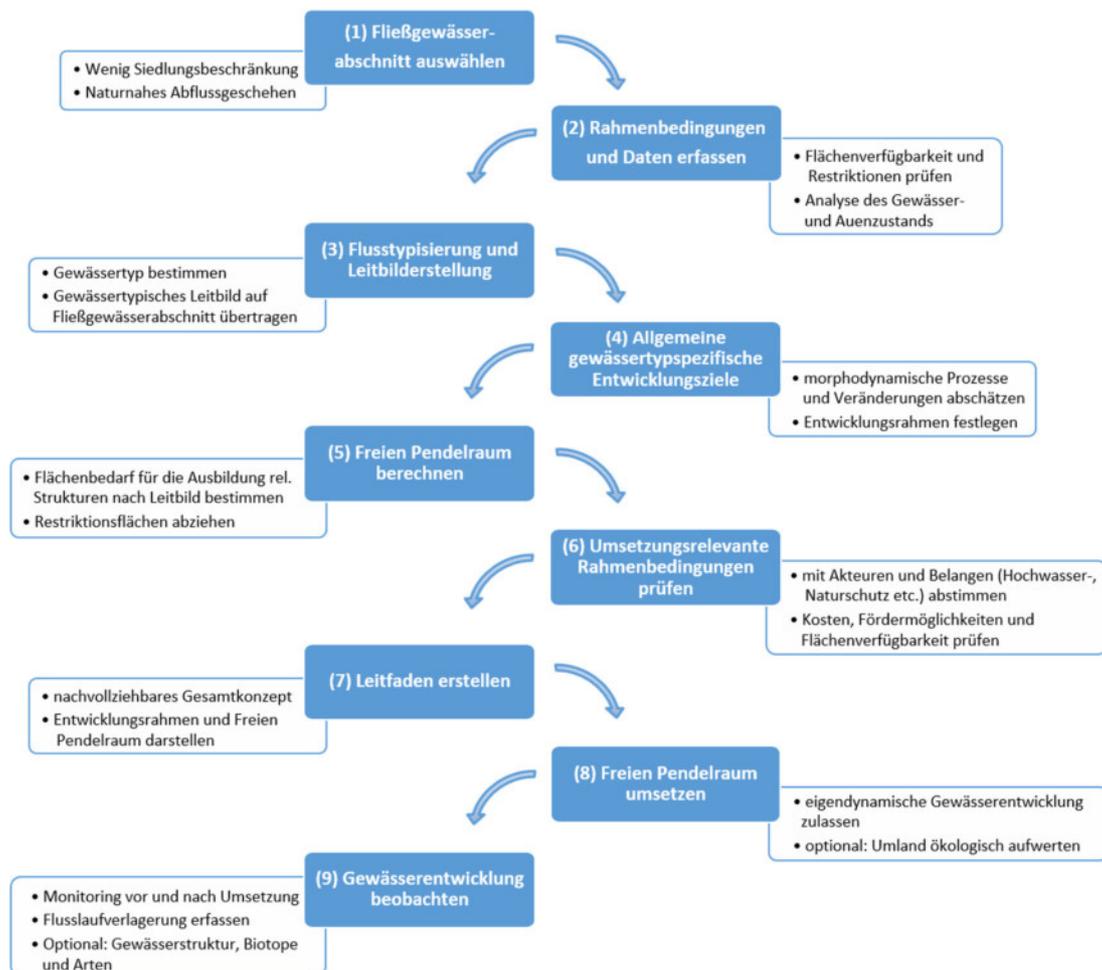
Das Konzept des Freien Pendelraums zusammengefasst:

Durch die Ausweisung des Freien Pendelraums wird einem Fluss eine definierte Fläche zur Verfügung gestellt, in der er sich frei bewegen kann, ohne mit den Nutzungsinteressen des Menschen zu kollidieren. Dabei wird ein Maximum an natürlichen Prozessen und Ökosystemdienstleistungen der Flusslandschaften mit einem Minimum an Unterhaltungsaufwand kombiniert.

Wie funktioniert die Ausweisung eines Freien Pendelraums?

Das Konzept kann an Fließgewässerabschnitten angewendet werden, an denen wenig Beschränkungen durch Siedlungsflächen oder weitere ausschließende Restriktionen bestehen und an denen ein naturnahes Abflussgeschehen als Grundlage für eine morphologische Dynamik vorliegt, welches nicht durch Rückstau beeinflusst ist.

Der vorgeschlagene Ablauf zur Ausweisung des Pendelraums mit den wichtigsten Detailpunkten ist in der folgenden Graphik schematisch dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung befindet sich im Abschlussbericht des Projekts „Freier Pendelraum für Fließgewässer in Deutschland“.



Wie viel Platz braucht ein Fluss? Die Berechnung des Freien Pendelraums

Der Platzbedarf eines Flusses hängt vor allem von der Gewässergröße und -typ ab und kann daher sehr unterschiedlich ausfallen. Anhand eines dreistufigen Verfahrens kann der Freie Pendelraum bestimmt werden.

- **Schritt 1 - Abgrenzen eines homogenen Flussabschnittes:**
anhand der geographischen Gegebenheiten und Standortbedingungen sowie morphologischer, hydrologischer Faktoren
- **Schritt 2 - Flusstypisierung des Flussabschnittes:**
anhand der Typenkarte und Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Pottgiesser & Sommerhäuser 2003, 2008) werden Fließgewässer klassifiziert, dies muss mit lokalen Parametern vor Ort verifiziert werden; durch die Beschreibung der idealen Ausprägung (z. B. ihre hydromorphologische Ausstattung, chemische Leitwerte und charakteristische Arten) kann das Entwicklungsziel des Flussabschnitts abgeschätzt werden
- **Schritt 3 - Bestimmung des Freien Pendelraums:**
je nach vorhandener Datenlage und Kapazitäten sind mehrere Ansätze mit unterschiedlichem Detailgrad möglich:
A) *Pendelraumbreite nach UBA* (Umweltbundesamt, Dahm et al. 2014):
Es wird eine Entwicklungskorridorbreite als Mindestgröße für die Entwicklung der leitbildtypischen Strukturelemente des Flusses anhand von flusstypspezifischer Faktormultiplikation mit der potentiell natürlichen Sohlbreite bzw. bei veränderten Gewässern anhand der Ausbausohlbreite berechnet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Grundlegende Formel für die Bestimmung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite. Die Faktoren werden abhängig vom Flusstyp eingesetzt (Tabelle 4, nach Dahm et al. 2014).

Parameter	Herleitung
Potentiell natürliche Sohlbreite <small>(Die dargestellte Formel zur Berechnung der pot. nat. Sohlbreite dient als Orientierung. Sofern bereits konkrete Werte zur pot. nat. Sohlbreite eines Gewässers vorliegen, sollten diese herangezogen werden.)</small>	Ausbausohlbreite * Faktor
Minimaler Entwicklungskorridor	Potentiell natürliche Sohlbreite * Faktor
Maximaler Entwicklungskorridor	Potentiell natürliche Sohlbreite * Faktor

Die Faktoren sind flusstypabhängig in den Steckbriefen angegeben (Zusammenfassung Tabelle 4).

Vorhandene Restriktionen, die aufgrund sozialer oder ökonomischer Faktoren bestehen können, werden von dem berechneten Entwicklungskorridor abgezogen. Nahe dem Gewässer kann ein nutzungsfreier Uferstreifen ausgewiesen werden. Die restlichen Flächen können weiter genutzt werden, bis es zu einer möglichen Gewässerverlagerung oder Erodierung durch den Fluss kommt.

Tabelle 4: Flusstypabhängige Faktoren für die Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite (Tabelle 3, nach Dahm et al. 2014).

Flusstyp	Pot. natürliche Sohlbreite	Minimaler Entwicklungskorridor	Maximaler Entwicklungskorridor
Fließgewässer in Kerbtälern	Ausbausohlbreite * 2	pot. nat. Sohlbreite * 1	pot. nat. Sohlbreite * 3
Unverzweigte lehmgeprägte Fließgewässer	Ausbausohlbreite * 2	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahme Typ 18: * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 10
Unverzweigte Fließgewässer mit sand-, kies-, schotter- oder steingepäugter Sohle	Ausbausohlbreite * 3 (Ausnahme Typ 19: * 5)	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahmen Typ 7: * 1,5, Typ 9.1: x 2)	pot. nat. Sohlbreite * 10 (Ausnahmen Typ 7, Typ 9.1, Typ 19: * 5)
Gewässer mit Neben-gerinnen / anastomosierende / verflochtene Gewässer	Ausbausohlbreite * 5	pot. nat. Sohlbreite * 3 (Ausnahme Typ 2.1: * 2)	pot. nat. Sohlbreite * 10 (Ausnahmen Typ 2.2: * 5)

B) *Pendelraumbreite nach LAWA* (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA 2016a): Die Gewässerentwicklungskorridorbreite wird anhand der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite unter Berücksichtigung der Mäanderlänge, der Windung sowie eines Dynamikfaktors unter Berücksichtigung lokaler Messungen oder gewässertypischer Angaben anhand von acht Schritten berechnet (Abbildung 5). Restriktionsflächen werden vom Korridor abgezogen und die entfallenen Flächen auf der gegenüberliegenden Gewässerseite ergänzt.

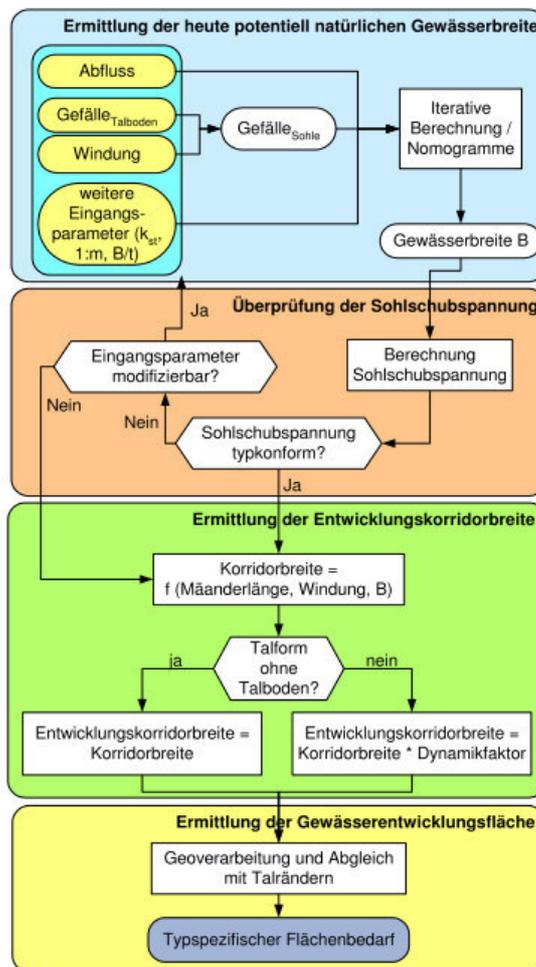


Abbildung 5: Schema der Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite nach LAWA (LAWA 2016b).

C) *Regimetheorie* (nach Yalin & da Silva 2001):

Die Bestimmung der Korridorbreiten nach Regimetheorie basiert vor allem auf den morphologischen Parameter des betrachteten Flussabschnitts. Die grundlegende Annahme dieser Theorie ist, dass sich ein Fluss im Falle morphologischer Aktivität durch Erosion bis zum Erreichen eines Balancezustands, der sogenannten Gleichgewichtsbreite, ausdehnt. Die Bestimmung der Gleichgewichtsbreite erfolgt anhand von empirischen Formeln. Durch die Verwendung eines 1D-Numerischen Modells (z. B. HEC-RAS®) können die bestimmenden morphologischen Parameter, wie Gefälle, Sohlschubspannung, Breite der benetzten Oberfläche (Gerinnebreite) des Flussabschnitts berechnet werden und dadurch auch die Gleichgewichtsbreite bestimmt werden.

RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE UMSETZUNG VON MASSNAHMEN

Flächenverfügbarkeit für die Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern

Eine große Hürde bei der Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen ist häufig die Flächenverfügbarkeit. Jedoch sind ausreichend große Flächen die wesentliche Voraussetzung, um die Eigendynamik eines Gewässers zulassen zu können. Um eine nachhaltige Gewässerentwicklung zu ermöglichen, sollen die Flächen zudem dauerhaft zur Verfügung stehen (UBA 2016). Die zielführendste Lösung für eine langfristige, gewässerverträgliche Nutzung der Flächen ist eine eigentumsrechtliche Sicherung. Soll die Nutzung vollständig entfallen oder wird die Bewirtschaftung durch die Gewässerentwicklung voraussichtlich nicht mehr attraktiv sein, stellen die öffentliche Hand, Forstverwaltungen, Naturschutzverbände o. ä. mögliche Eigentümer dar (Koenzen 2016). Gibt es im gewünschten Bereich keine Flächen im Besitz dieser Eigentümer bzw. reichen die bereits vorhandenen Flächen nicht aus, können umgebende Flurstücke durch Flächenankauf oder auch durch einen Flächentausch (z. B. im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren) arrondiert werden.

Sollte der Flächenerwerb nicht möglich sein, bieten sich auch andere Instrumente der Flächenbereitstellung an. Darunter zählen eine Eintragung in das Grundbuch oder Baulastverzeichnis über eine persönliche Dienstbarkeit, Reallast oder Baulast. Dadurch werden bestimmte Handlungen ausgeschlossen oder Nutzungen festgelegt, die im Sinne einer Extensivierung der Gewässerrandnutzung oder Renaturierung genutzt werden können (UBA 2019). Sind Flächenkauf oder -tausch ausgeschlossen aber keine Änderung der Flächennutzung geplant, kann auch eine Entschädigungsvereinbarung getroffen werden, wenn sich die Gewässerentwicklung negativ auf die Flächennutzung auswirkt (UBA 2019).

Eine Flächenbereitstellung kann auch ohne eigentumsrechtliche Sicherung erfolgen. Im Rahmen des hoheitlichen Naturschutzes können über Naturschutzverordnungen Schutzgebiete langfristig gesichert werden. Dafür bieten sich beispielsweise Naturschutzgebiete oder geschützte Biotope an (Koenzen 2016). Zudem stehen verschiedene Möglichkeiten im Rahmen des Vertragsnaturschutzes, der Wasserwirtschaft und von Agrarumweltprogrammen zur Verfügung. In Auen würden sich dafür beispielsweise Uferrandstreifen- oder Feuchtwiesenschutzprogramme eignen (Koenzen 2016).

Als mögliches Instrument zur Flächenerweiterung bietet sich die Bodenordnung, im ländlichen Raum definiert als Flurbereinigung oder Flurneuordnung, für eine mögliche Umgestaltung von Flächen- und Eigentumsverhältnissen an. Im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren können

Flächen zusammengelegt werden oder die Flurstücksgeometrie kann verändert werden und die Flächeneigentümer können wechseln. Nach Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) können in diesem Zuge auch Landschaftspflege- und Naturschutzmaßnahmen wie Gewässerentwicklungsflächen veranlasst werden (DWA 2018).

Des Weiteren bieten sich auch Ausgleichs- oder Ersatzflächen von Eingriffen in den Naturhaushalt an. Diese Kompensationsmaßnahmen können auch an Gewässern umgesetzt werden bzw. können in den Maßnahmenflächenpool eines Ökokontos aufgenommen werden (UBA 2016). Insbesondere für die Kompensation eignet sich auch ein städtebaulicher Vertrag. Dient die Renaturierungsmaßnahme auch den Zielen der Bauleitplanung, können die Flächen im Rahmen des Flächennutzungsplans oder des Bebauungsplans berücksichtigt werden (UBA 2019).

Eine Pacht der Flächen, bei der die Nutzungsintensität und die Toleranz der Gewässerentwicklung festgelegt wird, ist ebenfalls möglich (UBA 2019). Jedoch ist dies nur bei langfristigen Vertragsabschlüssen sinnvoll und wird auch nur bei Flächen empfohlen, die wenig von gewässerstrukturellen Veränderungen wie Flussbettverlagerungen betroffen sind. Zudem soll dabei mit dem Pächter ein Zielzustand für die Entwicklung vereinbart werden (Koenzen 2016, UBA 2016).

Fördermöglichkeiten von Auen-Renaturierungsprojekten

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Renaturierungsmaßnahmen zu finanzieren, zum Beispiel über Förderungen durch die EU, den Bund, die einzelnen Bundesländer, als auch regionale Stiftungen, Patenschaften und Sponsoren (UBA 2019), die im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Für Gewässerrenaturierungen gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten aus Fonds der Europäischen Union (DVL 2010). Die Nutzung dieser Fonds setzt immer eine Kofinanzierung durch den Bund oder die Länder voraus. Die Verwaltung der Mittel erfolgt häufig durch spezielle Landesprogramme der Bundesländer. Beispiele für mögliche EU-Fonds und Förder-Instrumente sind (Stand 2018, UBA 2019):

- EFRE - Europäischer Fond für regionale Entwicklung (Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/regional_policy/de/funding/erdf/)
- ELER - Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raums (Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/rural-development_de)
- EMFF - Europäischer Meeres- und Fischereifond (Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff_de)
- Förderprogramm LIFE+ (Weiterführende Informationen: https://ec.europa.eu/environment/efe/funding-and-life_de)
- Darlehen der Europäischen Investitionsbank (EIB) (Weiterführende Informationen: www.eib.org/attachments/strategies/eib_group_emas_environmental_policy_de.pdf)

Zudem bestehen auch für Förderungen durch den Bund mehrere Möglichkeiten, von denen hier eine Auswahl vorgestellt wird:

- chance.natur – Bundesförderung Naturschutz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Richtlinie: www.bfn.de/fileadmin/BfN/foerderung/Dokumente/richtlinie_chance.natur_19.12.14).

pdf, Weiterführende Informationen:

www.bfn.de/foerderung/naturschutzgrossprojekt.html)

- Bundesprogramm Biologische Vielfalt des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Richtlinie: www.biologischevielfalt.bfn.de/fileadmin/NBS/documents/Bundesprogramm/BPBV_23022018.pdf, Weiterführende Informationen: www.biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/bundesprogramm.html)
- Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E+E-Vorhaben) im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Richtlinie: www.bfn.de/foerderung/e-e-vorhaben/aus-marginalspalte/richtlinien-zur-foerderung.html, Weiterführende Informationen: www.bfn.de/foerderung/e-e-vorhaben.html)
- Bundesprogramm Blaues Band Deutschland – Förderprogramm Auen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Richtlinie: www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/Blaues_Band/Richtlinien_Foerderprogramm_Auen.pdf, Weiterführende Informationen: www.bfn.de/blausband/foerderprogramm-auen.html)

Jedes Bundesland hat für die Förderung von Renaturierungen im Thema Wasserwirtschaft und Naturschutz eigene Programme (UBA 2015). Auch durch Stiftungen können an Gewässern Renaturierungsprojekte gefördert werden. In der Datenbank des Bundesverbandes Deutscher Stiftungen kann nach passenden Stiftungen gesucht werden (<https://stiftungssuche.de/>). Für Renaturierungsmaßnahmen an Gewässern eignen sich beispielsweise die Allianz Umweltstiftung, die kleinere bis mittlere Projekte zur Entwicklung und Erhaltung von Gewässern fördert oder die Deutsche Umwelthilfe e. V. (DUH), die in ihrem Förderbereich "Lebendige Flüsse" Projekte zur eigendynamischen Gewässerentwicklung und Reaktivierung wertvoller Auenbereiche unterstützt (DUH 2020).

Kommunikation mit Stakeholdern

Ein weiterer ausschlaggebender Punkt für die Planung und Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen ist die frühe Einbindung von Anwohnern, Landnutzern, Behörden und weiteren Akteuren. Dabei können bestehende Netzwerke für den Dialog genutzt werden und bereits bestehende Ideen aufgegriffen werden. Die Information der interessierten Öffentlichkeit ist relevant, um transparent über Entscheidungen und Vorgehensweisen zu berichten und relevante Akteure einzubinden.

MONITORING UMGESETZTER MASSNAHMEN

Um einen Gewässerabschnitt naturschutzfachlich zu bewerten oder um die ökologischen Veränderungen durch eine Renaturierungsmaßnahme zu erfassen, können verschiedene Parameter bewertet werden. Für die Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen wird die Erfassung an einem Gewässerabschnitt vor Umsetzung der Maßnahmen (z. B. Entfernung von Ufersicherungen), unmittelbar nach der Umsetzung, nach 3 Jahren und nach 10 Jahren empfohlen, um Veränderungen zu erfassen und die Entwicklung zu dokumentieren.

Je nach gewünschter Genauigkeit und den Entwicklungszielen sind verschiedene Monitoringkonzepte möglich. Bei einer Umsetzung des Freien Pendelraums ist die Erfassung der Flusslaufverlagerung ratsam, um rechtzeitig Sicherungsmaßnahmen am Korridorrand durchführen zu können, wenn diese notwendig werden. Zudem wird eine Erfassung der Gewässerstruktur, des Gewässerumfelds, der Biotopausstattung und des Artvorkommens auentypischer Tier- und Pflanzenarten empfohlen. Dabei können vorhandene Daten ausgewertet werden oder am betrachteten Gewässerabschnitt erfasst werden. Beschreibungen zur Erfassung dieser Parameter sowie eine Recherche zu verschiedenen Monitoringmöglichkeiten an Fluss- und Aueökosystemen finden Sie im Abschlussbericht des Projekts „Freier Pendelraum für Fließgewässer in Deutschland“.

Förderhinweis

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekts "Freier Pendelraum für Fließgewässer in Deutschland" am Aueninstitut (KIT) erstellt.

Projektdatenbank DBU: www.dbu.de/projekt_32894/01_db_2409.html

Projektbeschreibung KIT: www.ifgg.kit.edu/aueninstitut/forschung_1361.php



Besuchen Sie auch die Informations-Website des „Freien Pendelraums für Fließgewässer in Deutschland“: www.freier-pendelraum.de

Impressum und Kontakt

Verantwortlich für Text und Gestaltung:

M. Sc. Isabell Juszczuk

Aueninstitut

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Josefstr. 1, 76437 Rastatt

Kontakt: https://www.ifgg.kit.edu/aueninstitut/mitarbeiter_juszczuk.php

Referenzen

BMUB & BfN (2015): Den Flüssen mehr Raum geben. Renaturierung von Auen in Deutschland. Publikationsversand der Bundesregierung, Rostock.

BMUB & UBA (2016): Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer. Bonn, Dessau.

Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & Mehl, D. (2009): Flussauen in Deutschland: Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. BfN (Hrsg.), Bonn. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 87: 243.

Bundesverband Deutscher Stiftungen (2020): Stiftungssuche. Suche nach Stiftungen und Dienstleistern für Stiftungen des Bundesverbands Deutscher Stiftungen. URL: <https://stiftungssuche.de/> (Zugriff: 20.04.2020).

Dahm, V., Kupilas, B., Rolauffs, P. & Herin, D. (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau. Texte Heft 43. S. 288.

DUH (Deutsche Umwelthilfe) (2020): Lebendige Flüsse. Wir setzen uns ein für lebendige Flüsse. URL: <https://www.duh.de/themen/natur/lebendige-fluesse/> (Zugriff: 20.04.2020).

DWA (Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) (2010): Merkblatt DWA-M 610. Neue Wege der Gewässerunterhaltung - Pflege und Entwicklung von Fließgewässern. DWA-Regelwerk.

Ellwanger, G., Finck, P., Riecken, U. & Schröder, E. (2012): Gefährdungssituation von Lebensräumen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland. Verlag W. Kohlhammer, 87/4: 150-155.

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. Schriftenreihe Angewandte Landschaftsökologie Heft 65. 327 S.

Koenzen, U. (2016): Strategien zum Flächenerwerb: Wie kommen wir an die Flächen, die die Gewässer brauchen? Präsentation auf dem Workshop Hydromorphologie III: Erfolgsfaktoren der Gewässerentwicklung. Dessau, 10. / 11.05.2016.

LAWA (Bund- /Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2016a): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“. LFP Projekt O 4.13. Anwenderhandbuch.

LAWA (Bund- /Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2016b): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“. LFP Projekt O 4.13. Ergebnisbericht.

Malavoi, J.-R., Bravard, J.-P., Piégay, H., Héroin, E. & Ramez, P. (1998): Guide technique No. 2. Détermination de l'espace de liberté des cours d' eau. Agence de Bassin Rhône, Méditerranée. Paris. 39 S.

Pottgiesser, T. & Sommerhäuser, M. (2003): Karte der biozönotisch bedeutsamen Fließgewässertypen Deutschlands. Stand Dezember 2003. Erläuterungen in: Pottgiesser, T., Kail, J., Seuter, S. & Halle, M. (2004): Abschließende Arbeiten zur Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL. Teil II. Endbericht.

Pottgießer, T. & M. Sommerhäuser (2008): Begleittext zur Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente (Teil B). UBA-Projekt (Förderkennzeichen 36015007) und LAWA-Projekt O 8.06.

Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H. D., Born, W. & Henle, K. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. Naturschutz und Biologische Vielfalt, 124(2).

UBA (Umweltbundesamt) (2016): Workshop I: Fachliche Grundlagen und strategische Instrumente der Flächenbereitstellung. Präsentation auf dem Workshop Hydromorphologie III: Erfolgsfaktoren der Gewässerentwicklung. Dessau, 10. / 11.05.2016.

UBA (Umweltbundesamt) (2019): Finanzierung und Förderung von Gewässerrenaturierungen. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/finanzierung-foerderung-von#> (Zugriff am 18.03.2020)

Yalin, M. S. & Da Silva, A. F. (2001). Fluvial processes. IAHR. Delft, Niederlande. 197 S.

Abbildungen

Titelseite:

Links oben: Neue Ammer in Tübingen, Foto: I. Juszczuk 2018

Rechts oben: Neckar, Foto: P. Juszczuk 2018

Unten: Ach (Bayern), Foto: T. Steinberger (BOKU Wien) 2018

S. 4 Konzept:

Ach (Bayern), Foto: T. Steinberger (BOKU Wien) 2018

A4: Recherche zu Monitoringkonzepten für Fluss- und Auenökosysteme

Im Rahmen des Projektes „Freier Pendelraum für Fließgewässer – Methoden zur Anwendung des Konzeptes an Beispielen in Deutschland“ wird ein vereinfachtes Konzept zur Bewertung des Istzustandes und unterschiedlicher Planungsvarianten vorgestellt (siehe Kap. 3.4). Dieses Bewertungsverfahren eignet sich grundsätzlich auch für die Analyse der zeitlichen Entwicklung von Maßnahmen.

Je nach Fragestellung werden mit einem Renaturierungsprojekt jedoch auch sehr spezielle Ziele verfolgt bzw. stehen einige Lebensräume im Fokus. Für diese Fälle wird im Folgenden eine Auswahl detaillierter Monitoringansätze vorgestellt.

Die ökologische Charakterisierung von Flüssen basiert auf ihrer Struktur und Funktionsweise. Unter Ökosystemstruktur versteht man die abiotischen Faktoren der Umgebung, in der sich das Ökosystem entwickelt, und die im Ökosystem vorhandenen Organismengemeinschaften. Unter Ökosystemfunktionen sind in der Regel die Prozesse zu verstehen, die innerhalb des Systems ablaufen und sowohl von der abiotischen Umgebung, als auch von den Organismen bestimmt werden. Im Fall von Flussökosystemen hängt ihre Struktur von der Form und den Dimensionen des Flusses, der chemischen Qualität des Wassers, der Vielfalt der Lebensräume und den in ihnen lebenden, unterschiedlichen Lebensgemeinschaften ab. Es gibt offensichtliche Wechselwirkungen zwischen Struktur und Funktion (Elosegi & Sabatier 2009).

Die Wechselwirkungen zwischen Biota und der physikalischen Umgebung (hydrologisch, geomorphologisch, chemisch) sind sowohl räumlich als auch zeitlich dynamisch. Der Fluss ist also nicht nur der fließende Wasserkörper einschließlich seiner Mäander, sondern auch sein Umland, die Überschwemmungsgebiete und die komplexen Organismengemeinschaften, die in der Vielfalt der Habitatsnischen leben. Daher können einige Parameter analysiert werden, mit deren Hilfe der Zustand des Flusses überprüft wird.

Um den ökologischen Zustand eines Gewässers zu beurteilen und mögliche Verbesserungen durch Renaturierungsmaßnahmen zu erfassen, müssen einige gut quantifizierbare Parameter festgelegt werden. Selbst wenn dafür vergleichsweise einfache Methoden verwendet werden, ist die Zuverlässigkeit der Erfassung umso größer, je größer die Anzahl der erfassten Parameter ist.

Die Erfassungsmethoden der zu bewertenden Parameter basieren traditionell auf physikalischen, chemischen und biologischen Werten, die im Folgenden näher erläutert werden. Um das durchzuführen ist eine Standardisierung der Methoden erforderlich, die den Vergleich der Ergebnisse an verschiedenen Stellen des betreffenden Gewässers sowie in verschiedenen Zeiträumen ermöglicht. Dafür müssen geeignete und strenge Überwachungskriterien festgelegt werden.

Daher muss von Anfang an ein praktikables Überwachungsprotokoll verabschiedet werden, das alle relevanten Fragen beinhaltet, die bei Messungen für den Vergleich vor der Renaturierungsmaßnahme mit den Änderungen im Zeitverlauf auftreten können.

Zusätzlich zur Standardisierung der Methoden sollte es auch eine Standardisierung der Messinstrumente geben, z. B. sollte ein bei der ersten Messung verwendetes pH-Meter-Modell auch in den nachfolgenden Messungen verwendet werden. Eine sorgfältige Standardisierung von Geräten und Methoden gewährleistet eine zuverlässige Datenerstellung.

Die Parameter, die in diesem Dokument als Vorschläge für zukünftige Analysen ausgewählt wurden, sollten unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Es ist ratsam, für jeden Parameter die ausgewählte Methode, die erforderliche Ausrüstung, die Logistik und das verfügbare Personal zu bewerten. Nur dann ist es möglich, ein Überwachungsprotokoll zu definieren, das machbar und konsistent ist und zuverlässige Daten generiert.

Laut Kaddy (2010) müssen einige Fragen vor der Überwachung berücksichtigt werden:

1. Welche ökologischen Eigenschaften / Indikatoren sollten gemessen werden, um die Integrität der Ökosysteme zu bewerten? (Wasserqualität? Primärproduktion? Häufigkeit ausgewählter Arten?)
2. Wie lassen sich diese Eigenschaften / Indikatoren am besten messen? (Größe der Stichprobeneinheiten? Anzahl der Stichprobeneinheiten? Verteilung der Stichprobeneinheiten in Raum und Zeit? Schichtungsverfahren?)
3. Wie werden die Daten gesammelt, gespeichert, analysiert und geteilt? (Verantwortliche Agentur? Instrumente? Software? Backups? Art der Analyse?)
4. Was sind die akzeptablen Bereiche für jede Eigenschaft / jeden Indikator? (Gibt es Warnwerte, die inakzeptabel hoch oder niedrig sind? Gibt es langfristige Klimazyklen oder andere Besonderheiten, die berücksichtigt werden müssen?)
5. Welche Reaktion ist erforderlich wenn eine Eigenschaft ein bestimmtes inakzeptables Niveau erreicht? (Wer ist für die Entscheidung verantwortlich? Wer ist für die Durchführung des Managements verantwortlich?)

Im Falle einer Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen wie dem Freien Pendelraum, sollen die zu überwachenden Parameter im Voraus zu definiert werden, damit:

- a) die erste Untersuchung vor Durchführung der Maßnahme durchgeführt wird;
- b) die zweite Untersuchung unmittelbar nach Durchführung der Maßnahme stattfinden kann;
- c) die dritte Untersuchung nach 2 oder 3 Jahren im renaturierten Abschnitt und in einem anderen nicht renaturierten Abschnitt durchgeführt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, Änderungen in Zeit und Raum zu vergleichen;
- d) und schließlich eine vierte Untersuchung 10 Jahre nach Durchführung der Maßnahme ebenfalls nach denselben Standards wie die dritte Maßnahme.

Obwohl die deutsche Gesetzgebung (WRRL Richtlinie 2000/60 / EG) keine Überwachung der Auenvegetation vorsieht, um auf die ökologische Qualität von Flüssen schließen zu können, zeigt die Bewertung dieser Vegetation den Grad sowohl natürlicher (Hydrogeomorphologie) als auch anthropogener Störungen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft u.a.).

Die Ufervegetation ist ein wichtiger Wasserfilter, der dazu beiträgt, das Flusswasser frei von Schadstoffen zu halten. Auch die Stabilisierung der Flussufer erfolgt durch die Ufervegetation, da die Substraterosion verhindert wird. Sie ist auch ein wichtiger Lebensraum für unzählige Tiere aus verschiedenen taxonomischen Gruppen, von Wirbellosen bis zu Vögeln und Säugetieren.

Aufgrund der Bedeutung des Ufers wird vorgeschlagen, bei der Untersuchung der Wasserqualität generell auch Beobachtungen der Ufer- und Auenvegetation vorzunehmen (Abbildung 6). Für eine detaillierte Untersuchung dieser Vegetation schlagen wir die Methode der Nested Plots vor, die im Kapitel 3. Methodik ausführlich beschrieben ist. Sie ermöglicht eine zeitlich und räumlich vergleichbare Langzeitüberwachung.

Es ist wichtig, die Ufer- und Auenvegetation des Flusses genau zu identifizieren, da je nach vorhandenen Arten Rückschlüsse auf die ökologische Qualität der Umwelt möglich sind. Wenn beim Ausfüllen der Abbildung 6 alle Vegetationsschichten vorhanden sind, kann aus dieser Diversität darauf geschlossen werden, dass die ökologische Qualität höher ist, als wenn nur eine Schicht an den Ufern gefunden wird. Dominieren nahe des Gewässers landwirtschaftlich genutzte Flächen, ist die ökologische Qualität dieses Ufers beeinträchtigt.

Bogen zur regelmäßigen Erfassung von Fließgewässerabschnitten

Datum: ___/___/___ Koordinaten: _____ Höhe: _____

Tageszeit: _____ Ort: _____ Fluss: _____

1. Wasserqualität					
1.1 Physikalische Parameter					
Temperatur	Geruch	Elektrische Leitfähigkeit	Farbe	Trübung	Flusstiefe
	vorhanden*		natürlich		
	nicht vorhanden		nicht natürlich*		
Beobachtungen:					
1.2 Chemische Parameter					
pH-Wert	Alkalinität	Gelöster Sauerstoff (GS)	Phosphor	Gesamt Stickstoff	Calcium
		Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)	Orthophosphat	Ammoniak (NH ₃)	Eisen
Beobachtungen:					
		Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	Polyphosphat	Nitrit (NO ₂ ⁻)	Mangan
				Nitrat (NO ₃ ⁻)	
Anorganische Bestandteile*					
Arsen	Cadmium	Chrom	Blei	Quecksilber	Silber
Kupfer	Zink	Cyanide	*Bei Verschmutzung, Geruch oder Schadstoffen sollten die möglichen Ursachen untersucht werden.		
Beobachtungen:					

2. Fluss						
Gibt es einen Damm?	Gibt es einen Deich?		Gibt es Querbauwerke?		Ist die Durchgängigkeit für Fische gut?	
Flussabwärts	Flussabwärts		Flussabwärts		Ja	
	Links	Rechts			Nein	
Flussaufwärts	Flussaufwärts		Flussaufwärts		Beobachtungen:	
	Links	Rechts				
Beobachtungen:						
3. Ufervegetation						
vorhanden	Rechtes Ufer		Linkes Ufer		Beschattung des Wasserkörpers	
nicht vorhanden	Krautschicht		Krautschicht			
	Hochstauden	Grünland	Hochstauden	Grünland	0	≥10%
	Strauchschicht		Strauchschicht		≥ 25%	≥ 50%
	Baumschicht		Baumschicht		≥ 75%	100%
Totholz	Neophyten		Totholz**		Neophyten***	
Ja**	Ja**					
Nein	Nein					
** Wenn ja, welche Art oder Arten, Deckung (%), Zustand der Vegetation (geschädigte oder abgestorbene Pflanzen/-teile) oder andere Auffälligkeiten. *** Wie hoch ist die Deckung (in %)						
Beobachtungen:						
4. Auenwald						
nicht vorhanden	Rechtes Ufer		Linkes Ufer		Beobachtungen:	
vorhanden	Abstand zum Gewässerrand (m)		Abstand zum Gewässerrand (m)			
Weichholzauenwald	Wald mit Verjüngungspotential? Keimlinge / junge Bäume vorhanden?		Wald mit Verjüngungspotential? Keimlinge / junge Bäume vorhanden?			
Hartholzauenwald						
Galeriewald	Wie viele Baumarten?		Wie viele Baumarten?			
	≤5	≤10	≤15	≤5	≤10	≤15

Abbildung 6: Aufnahmebogen zu Erfassung von Fließgewässerabschnitten.

1 Wasserqualitätsparameter

Wasser enthält in der Regel mehrere Bestandteile, die aus der natürlichen Umwelt selbst stammen oder durch menschliche Aktivitäten eingebracht wurden.

Zur Charakterisierung des Wassers werden verschiedene Parameter gewählt, die seine physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften repräsentieren. Diese Parameter sind Indikatoren für die Wasserqualität und stellen Verunreinigungen dar, wenn sie Werte erreichen, die über den für eine bestimmte Verwendung festgelegten Werten liegen. Die wichtigsten Wasserqualitätsindikatoren werden nachstehend nach physikalischen, chemischen und biologischen Aspekten getrennt erörtert.

1.1 Physikalische Parameter

a) Temperatur: als Maß für die Wärmeintensität ist ein wichtiger Parameter, da er einige Eigenschaften des Wassers (Dichte, Viskosität, gelöster Sauerstoff) beeinflusst und das Leben im Wasser entscheidend prägt. Die Temperatur kann je nach natürlichen Quellen (Sonnenenergie) und anthropogenen Quellen (Industrieabfälle und Abwärme) variieren.

Wie zu messen: Mit einem Thermometer.

b) Farbe: Die Farbanalyse spiegelt sowohl die Menge an organischem als auch an anorganischem Material im Wasser wider. Die Wasserfarbe ist von natürlichen Ionen wie Eisen und Mangan sowie Plankton, Humus und Torf abhängig. Industrieabfälle oder landwirtschaftliche Verschmutzungen können jedoch zu Farbveränderungen beitragen.

Das Water Colour Photometer kann mit der Platin-Kobalt-Methode, die als Standardmethode für die Farbmessung in Trinkwasser und natürlichen Gewässern gilt, schnell und effizient digitale Messwerte erfassen.

c) Trübung: Vorhandensein von Schwebstoffen im Wasser wie Ton, Schlack, fein verteilte organische Substanzen, mikroskopischen Organismen und andere Partikel.

Die Trübung ist ein Parameter, der bei der Wasserqualitätskontrolle verwendet wird, um den Widerstand zu bestimmen, auf die ein Lichtstrahl beim Durchqueren einer bestimmten Wassermenge stößt.

Es gibt viele Methoden zur Trübungsmessung. Als Maß dafür, wie trüb das Wasser ist, können alle visuellen Methoden im Vollmaßstab verwendet werden.

Eine visuelle Methode ist beispielsweise die Secchi-Disc-Messung, die ideal für den schnellen Feldeinsatz ist. Diese besteht aus einer Scheibe, die in das Wasser getaucht wird, bis sie nicht mehr sichtbar ist. Die Tiefe, in der die Platte nicht mehr sichtbar ist, ist die Secchi-Tiefe. Diese Methode ist subjektiv und funktioniert nur in sich langsam bewegenden und in natürlichen Gewässern mit geringer Trübung.

Eine andere Methode zur Messung der Trübung in einer großen Probenmenge ist die Verwendung eines Nephelometers, auch Trübungsmessgerät genannt.

d) Feststoffe:

- Schwebstoffe: Rückstand auf einem Asbestfilter nach der Probenfiltration. Sie können unterteilt werden in:
 - Sedimentierbare Feststoffe: sedimentieren nach einer Ruhezeit der Probe

- Nicht absetzende Feststoffe: können nur durch Koagulations-, Flockungs- und Dekantierungsverfahren entfernt werden.
- Gelöste Feststoffe: Material, das den Filter passiert. Sie repräsentieren die in der Abwasserprobe vorhandene Substanz in Lösung oder im kolloidalen Zustand.

e) Elektrische Leitfähigkeit: die Fähigkeit von Wasser, elektrischen Strom zu leiten. Dieser Parameter hängt mit dem Vorhandensein von gelösten Ionen in Wasser zusammen, bei denen es sich um elektrisch geladene Teilchen handelt. Je größer die Menge der gelösten Ionen ist, desto größer ist die elektrische Leitfähigkeit des Wassers. Diese kann durch verschiedene Einheiten ausgedrückt werden. Im Internationalen Einheitensystem (S.I.) wird sie als Siemens pro Meter (Sm^{-1}) angegeben. Für Messungen von Wasserproben verwendet man meist Micro Siemens (μScm^{-1}) oder Millisiemens pro Zentimeter (mScm^{-1}).

Süßwasserquellen haben ein breiteres Spektrum der elektrischen Leitfähigkeit, da sie stark von der Geologie des Gewässerorts abhängen. Ein Granitboden führt beispielsweise zu einer geringen Leitfähigkeit, da sich seine Sedimente nicht leicht als Elektrolyte auflösen, während ein Tonboden eine hohe Leitfähigkeit fördert, da er reich an Mineralsalzen ist, die sich leicht in Ionen auflösen.

1.2 Chemische Parameter

a) pH-Wert: Der pH-Wert stellt das Gleichgewicht zwischen H^+ -Ionen und OH^- -Ionen dar. Er reicht von 0 bis 14, dabei zeigt pH 7 einen neutralen Wert an. Lösungen mit einem niedrigeren pH sind sauer und Lösungen darüber alkalisch. Der pH-Wert von Wasser hängt von seiner Herkunft und seinen Eigenschaften ab, kann jedoch durch Einbringen von Abwasser verändert werden. Das Leben im Wasser hängt vom pH-Wert ab. Empfohlen werden Werte zwischen 6 und 9 (Abbildung 7).

Der pH-Wert ist eines der wichtigsten und häufigsten Instrumente in der Wasseranalyse. Der direkte Einfluss des pH-Werts auf aquatische Ökosysteme sind die Auswirkungen auf die Physiologie der verschiedenen Arten.

Nimmt der pH-Wert des Wassers ab (z. B. durch Säureeintrag in das Gewässer), erhöht sich die Atemfrequenz der Fische, was durch Luftholen an der Wasseroberfläche bemerkbar wird. pH-Werte unter 5 können bei heimischen Fischarten bereits zum Tod führen. Werte zwischen 7 und 8 gelten allgemein als für Süßwasserfische geeignet.

Alkalische pH-Werte zwischen 9 und 10 können gelegentlich schädlich sein. Wasser mit einem pH-Wert über 10 gilt für die überwiegende Mehrheit der Fische als tödlich.

Natürliche Gewässer haben unterschiedliche pH-Werte, die sich je nach Bodenbeschaffenheit der Einzugsgebiete unterscheiden. Die Änderung des Wasser-pH-Werts kann auch auf eine hohe photosynthetische Aktivität zurückzuführen sein, bei der der pH-Wert tendenziell ansteigt (Algenblüte).

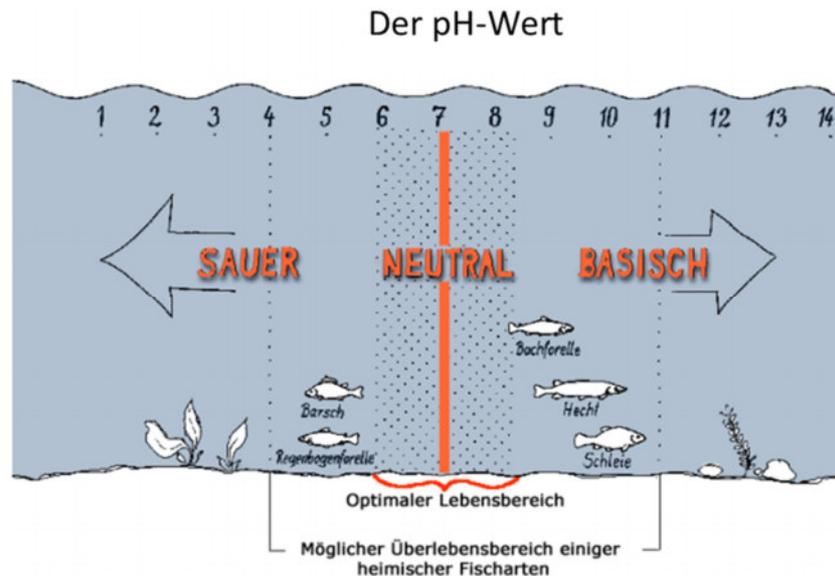


Abbildung 7: Der pH-Wert in Gewässern (Schema verändert nach Holweg 2012).

b) Alkalinität: ist das Maß für die Fähigkeit des Wassers, Säuren zu neutralisieren. Diese Fähigkeit beruht auf dem Vorhandensein von starken Basen, schwachen Basen und Salzen schwacher Säuren. Die für die Gesamtalkalinität verantwortlichen Verbindungen sind Carbonat (CO_3^{2-}), Bicarbonat (HCO_3^-), Hydroxid (OH^-) und sekundär Hydroxidionen wie Calcium und Magnesium, Silikate, Borate, Phosphate und Ammoniak. Die häufigsten Mineralien mit Pufferkapazität sind Calcit (CaCO_3), Magnesit (MgCO_3), Dolomit ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$), und Brucit ($\text{Mg}(\text{OH})_2$).

Die Gesamtalkalinität in Wasserproben wird anhand der Volumetrie-Methode bestimmt und als L^{-1} von CaCO_3 ausgedrückt.

In natürlichen Gewässern sind pH- und Alkalinitätsmessungen für die Untersuchung der biologischen Produktivität von großer Bedeutung, da sie im Grunde genommen die anderen physikalisch-chemischen Prozesse in einem Gewässer beeinflussen und die biologische Aktivität der Wasserorganismen beeinflussen.

c) Eisen und Mangan: Eisen spielt eine wichtige Rolle bei den Stoffwechselprozessen von Tieren und ist ein wesentlicher Bestandteil aller Säugetierzellen. Die Funktion von Eisen im Körper ist fast ausschließlich auf den Transport von Sauerstoff im Blut durch das Hämoglobin in den roten Blutkörperchen beschränkt.

Flusswasser enthält im Allgemeinen 0,5-1 ppm und Grundwasser bis zu 100 ppm dieses Elements.

In Oberflächengewässern nimmt der Eisengehalt während Regenfällen aufgrund von Bodenverschleppung und dem Auftreten von Erosionsprozessen der Ufer zu.

Grundsätzlich kann Eisen in Gewässern vorhanden sein und zwar in Form der Oxidationsstufen Fe^{+2} und Fe^{+3} . Eisenionen (Fe^{+2}) sind löslicher als Eisen (Fe^{+3}).

Mangan ist natürlicherweise im Wasser in geringen Konzentrationen vorhanden und zwar in Oberflächengewässern sowie in größeren Mengen in sauerstoffarmen Gewässern, d.h. im tiefen Grundwasser.

Mangan kommt in der Umwelt in verschiedenen Oxidationsstufen vor. Die am häufigsten vorkommenden Formen sind Mn^{2+} , Mn^{4+} oder Mn^{7+} . Die meisten Mn^{2+} -Verbindungen sind löslich in Wasser.

Eisen und Mangan können aus der Auflösung von Bodenkompost, Industriedumping sowie durch Färbungsprozesse von Kleidungsstücken und anderen Industrieprodukten stammen. Sie verursachen eine rötliche Wasserfärbung bei Eisen oder eine braune Färbung bei Mangan.

d) Calcium: ist ein üblicher Bestandteil aller natürlichen Gewässer. Der Calciumgehalt liegt in Flusswasser im Allgemeinen bei etwa 1-2 ppm, wobei der Wert in Kalkgebieten auf sogar 100 ppm ansteigen kann. Calcium ist in wässriger Lösung vor allem als $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ vorhanden, kommt jedoch auch in Form von $\text{CaOH}^+(\text{aq})$ oder $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ vor.

In Gesteinen kommt Calcium natürlicherweise in Form von Phosphaten oder Carbonaten vor. Wenn es durch Regenwasser aufgelöst wird, wird es für Lebewesen verfügbar und ist Bestandteil vielfältiger Strukturen wie Skelette, Schalen, Panzer, Eierschalen und Zellwände von Pflanzen. Es wirkt auch auf einige physiologische Prozesse wie Muskelkontraktion und Blutgerinnung bei Wirbeltieren. Mit dem Tod dieser Lebewesen wird das Calcium wieder an die Umwelt abgegeben.

e) Stickstoff: ist eines der wichtigsten Elemente im Stoffwechsel von aquatischen Ökosystemen, da es an der Proteinbildung beteiligt ist, einem der Grundbestandteile von Lebewesen. In geringen Konzentrationen kann es als limitierender Faktor bei der Primärproduktion von Seen und Stauseen wirken.

Stickstoff kann in folgenden Formen vorliegen: molekular, als Ammoniak (NH_3), Nitrit (NO_2^-) oder Nitrat (NO_3^-).

Er ist ein unverzichtbares Element für das Wachstum von Algen, kann aber im Überschuss zu übermäßiger Entwicklung dieser Organismen führen und damit zur Eutrophierung eines Gewässers. Nitrat im Wasser kann Methämoglobinämie verursachen. Ammoniak ist giftig für Fische. Erhöhter Stickstoffgehalt im Wasser entsteht durch häusliches und industrielles Abwasser, Düngemittel und Tierkot.

Die wichtigsten natürlichen N-Quellen sind: Regen, organisches und anorganisches Material äußerer Herkunft und biologische Fixierung.

f) Phosphor: kommt im Wasser als Orthophosphat, Polyphosphat und organisches Phosphor vor. Phosphate sind verschiedene sauerstoffhaltige Verbindungen und spielen eine wichtige Rolle im Körper von Organismen, da sie Teil des DNA-Moleküls sowie der Energieversorgung im ATP-Molekül sind.

Phosphor ist wichtig für das Algenwachstum, führt im Übermaß jedoch zur Eutrophierung. Seine Hauptquellen sind: Auflösung von Bodenkompost, Zersetzung von organischer Substanz, häusliches und industrielles Abwasser, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel (Pestizide, Fungizide, Herbizide).

g) Gelöster Sauerstoff (GS): ist für aerobe Organismen unverzichtbar. Wasser enthält unter normalen Bedingungen gelösten Sauerstoff, dessen Sättigungsgrad von der Höhe und der Temperatur abhängt. Der Abbau organischer Stoffe durch aerobe Bakterien geht in der Regel mit dem Verbrauch und der Verringerung des im Wasser gelösten Sauerstoffs einher. Abhängig von der Fähigkeit zur Selbstreinigung kann der Gehalt an gelöstem Sauerstoff im Wasser durch die Zersetzung von aeroben Wasserorganismen sehr niedrige Werte oder sogar Null erreichen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Wasserzustand in Verbindung mit der gegenwärtigen Konzentration an gelöstem Sauerstoff (http://cta.if.ufrgs.br/projects/medidor-de-condutividade-eletrica-monitoramento-ambiental/wiki/Estado_da_Arte).

Gelöster Sauerstoff (mg/L)	Wasserzustand
0 – 0,5	Anoxisch
0,5 – 2	Hypoxisch
2 – 3	Schädlich für viele Lebewesen
5 – 10	Gesund
10 oder mehr	Eutroph

Einige dieser Parameter können mit einem tragbaren Multiparameter-Photometer schnell analysiert werden. Als Vorschlag: HI83300 Multiparameter-Photometer und pH-Meter. Die anderen genannten Parameter haben eine eigene Messmethode, die beschrieben wird, wenn dieses Gerät zur Messung nicht in Anwendung kommt.

2 Auenvegetation

Flussauen und -ufer haben durch ihre Funktion als Pufferstreifen, Flussbankstabilisatoren sowie als Lebensraum für Tiere und Pflanzen einen hohen ökologischen Wert. Die Vegetationsstreifen am Flussufer sind in manchen Fällen der einzige Lebensraum, der für einige Wildtierarten übrig bleibt. Dass die Ufervegetation durch Beweidung, Abholzung, Verstädterung, Straßenbau, wasserbauliche Maßnahmen und Flussregulierungen, Bergbau und Erholung verändert oder zerstört wird, steigert ihre Bedeutung und ihre Schutzbedürftigkeit zusätzlich (Knight & Bottorff 1981).

Süßwasserökosysteme gehören zu den am stärksten degradierten und gefährdeten der Welt (Clerici et al. 2013). Eine systematische Bewertung der Uferlebensräume ist daher sehr wichtig. Flussauen sind aufgrund der Vielfalt der Ökosystem- und Sozialdienstleistungen (z. B. Erosionsschutz, Habitat für Tiere und Pflanze und Kohlenstoffspeicher), die sie erbringen können, besonders wichtig und haben in den letzten Jahren eine wichtige Rolle in der europäischen Politik zur Erhaltung der biologischen Vielfalt erlangt. In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass räumliche Informationen zu Umfang, Verteilung und Merkmalen der Auen erhoben werden müssen (Scholz et al. 2012, Clerici et al. 2013). Nach Clerici et al. (2013) versteht man unter "Auenzonen" Übergangsbereiche, die zwischen terrestrischen und Süßwasserökosystemen auftreten.

In den Auengebieten bilden sich Auenwälder und weitere Vegetationsformationen entlang der Ufer von Flüssen, Seen, Lagunen, Bächen und Quellen. Ufer sind als Lebensraum und Nahrungsquelle für die aquatische und terrestrische Fauna von großer Bedeutung, gehören zu den vielfältigsten Ökosystemen der Welt und sind daher für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von grundlegender Bedeutung (Nilsson et al. 1997, Tockner & Ward 1999, Lyon & Brutto 2005). Da sie als natürliche Korridore dienen, stellen sie Überreste der einheimischen Vegetation dar und erleichtern so die Tiermigration und den genetischen Austausch, ohne den die natürliche Erneuerung von Fauna und Flora nicht gewährleistet ist (Nilsson et al. 1995). Außerdem spielt die Uferumgebung eine wichtige Rolle bei der Filterung von Schadstoffen, landwirtschaftlichen Pestiziden und Sedimenten aus den umliegenden Gebieten und verhindert, dass diese die Wasserläufe erreichen (Mateo-Sagasta et al. 2017, Evans et al. 2019).

Die Auenvegetation ist ein wesentlicher Bestandteil von Auen-Ökosystemen und ist ein offenes sozioökologisches System an der Schnittstelle von Biosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, Atmosphäre und Anthroposphäre. Ihre Ausprägung ist abhängig von klimatischen, morphologischen und landnutzungsbezogenen Zusammenhängen (Dufour et al. 2019).

3 Biologische Parameter

Routineverfahren, bei denen die analytische Chemie von Wasserproben eines Flusses verwendet wird, geben nur für den Zeitpunkt der Probenahme Auskunft über die Wasserqualität, sodass kurzfristige Verschmutzungsereignisse nicht erkannt werden können und sie geben Hinweise auf Änderungen der physikalischen Gegebenheiten, die die Komplexität des Lebensraums beeinflussen. Im Allgemeinen beeinflussen sie nicht die chemische Qualität des Systems. Folglich kann die Integrität des Zielökosystems nicht nur ein Spiegelbild der chemischen und physikalischen Qualität des Wassers sein. Die umfassendste Sicht betreffend den Zustand eines bestimmten aquatischen Ökosystems kann durch die Charakterisierung der Organismen erhalten werden, die im Ökosystem selbst leben.

Die WRRL der Europäischen Union (Richtlinie 2000/60 / EG vom 23. Oktober 2000) unterstreicht die zentrale Rolle biologischer Indikatoren für die Beurteilung des ökologischen Zustands von Flüssen. Diese Beurteilung besteht darin, festzustellen, inwieweit die an einem Standort gesammelten Organismen unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen erwartungsgemäß vorkommen.

Einige Organismengruppen bieten möglicherweise eine umfassendere Sicht auf die Umweltqualität. Wenn Sie sich für ein dauerhaftes Monitoring entscheiden, sollten sie das Überwachungsintervall sowie den optimalen Zeitraum für die Datenerfassung standardisieren.

Ideal wäre die jährliche Überwachung aller hier genannten Parameter, was jedoch äußerst kostspielig und zeitintensiv ist. Wir empfehlen daher, das Monitoring alle zwei Jahre durchzuführen. Dies sollte zur gleichen Jahreszeit für alle nachfolgenden Parameter geschehen, um einen Vergleich zu ermöglichen. Im Sommer (Juni) ist der ideale Zeitpunkt, in dem die fraglichen biologischen Gruppen sowie die verschiedenen chemischen und physikalischen Parameter zu erfassen sind, da in diesem Zeitraum die höchste biologische Aktivität stattfindet.

Innerhalb der nachfolgend genannten Gruppen können je nach Datenverfügbarkeit sowie vorhandenen Mitteln und Kenntnis die passenden Parameter für ein Monitoring gewählt werden.

3.1 Makroinvertebraten

Makroinvertebraten sind eine wichtige Nahrungsquelle für Fische, sie sind wertvolle Indikatoren für die Umweltzerstörung und beeinflussen den Nährstoffkreislauf, die Primärproduktivität und den Abbau (Wallace & Webster, 1996). Diese Organismen bewohnen das Bodensubstrat (Sedimente, Geschiebe, Baumstämme, Wassermakrophyten, fadenförmige Algen usw.) des Süßwasserlebensraums in mindestens einer Phase ihres Lebenszyklus und können mit Netzen einer Maschengröße von 200 bis 500 Mikrometer eingefangen werden (Loyola 1994).

Wirbellose Tiere umfassen die größte Anzahl von Individuen, Arten und Biomasse in Süßwasserökosystemen, insbesondere Insekten, die Süßwassersysteme sowohl zahlenmäßig als auch in Bezug auf die Artenvielfalt dominieren. Diese können nur von Fadenwürmern in Bezug auf Zahlen und Biomasse übertroffen werden. Krustentiere und Weichtiere sind zwar häufig, aber selten in großer Vielfalt anzutreffen (Gullam & Cranston, 1996).

Makroinvertebraten werden von mehreren taxonomischen Gruppen vertreten, wie Platyhelminthes (Plattwürmer), Annelida (Ringelwürmer), Crustacea (Krebstiere), Mollusca (Weichtiere) und Insecta (Insekten).

Modul „Saprobie“

Die Bewertung der Auswirkungen organischer Verschmutzung auf das Makrozoobenthos erfolgt mit Hilfe des gewässertypspezifischen und leitbildbezogenen Saprobienindex nach DIN 38 410 (Friedrich & Herbst 2004). Die Ergebnisse des Saprobienindex werden unter Berücksichtigung typspezifischer Klassengrenzen in eine Qualitätsklasse überführt (Tabelle 6).

Das Ergebnis wird dann als gesichert angesehen, wenn die Abundanzsumme mindestens einen Wert von 20 erreicht (Wert gilt unabhängig von der Ökoregion).

Modul „Allgemeine Degradation“

Dieses Modul spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (Degradation der Gewässermorphologie, Nutzung im Einzugsgebiet, Pestizide, hormonäquivalente Stoffe) wider, wobei in den meisten Fällen die Beeinträchtigung der Gewässermorphologie den wichtigsten Stressor darstellt. Das Modul ist als Multimetrischer Index aus Einzelindices, sogenannten „Core Metrics“, aufgebaut. Die Ergebnisse der typ(gruppen)spezifischen Einzelindices werden zu einem Multimetrischen Index verrechnet wobei dieser abschließend in eine Qualitätsklasse von „sehr gut“ bis „schlecht“ überführt wird. Core Metrics sind zum Beispiel die Anzahl von Trichoptera, die Häufigkeit von Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera oder der Anteil von Litoralbesiedlern. Die Bewertung der „Allgemeinen Degradation“ ergibt sich wie folgt:

Berechnung der Core Metric-Ergebnisse:

Umwandlung der einzelnen Ergebnisse in einen Wert zwischen 0 und 1 unter Zuhilfenahme folgender Formel:

$$\text{Wert} = \frac{\text{Metricergebnis} - \text{unterer Ankerpunkt}}{\text{oberer Ankerpunkt} - \text{unterer Ankerpunkt}}$$

Die oberen und unteren Ankerpunkte eines Metrics entsprechen den Werten 1 (Referenzzustand) und 0 (schlechtester theoretisch auftretender Zustand); Metric-Ergebnisse, die über dem oberen oder unter dem unteren Ankerpunkt liegen, werden gleich 1 bzw. 0 gesetzt. Die Ankerpunkte wurden für jeden Metric und jeden Gewässertyp gesondert ermittelt und stehen neben der Auswahl der Core Metrics für die typspezifische Komponente des Verfahrens.

Der Multimetrische Index wird durch gewichtete Mittelwertbildung aus den Werten der [0;1]-Intervalle der Einzelmetrics berechnet.

Das Ergebnis des Multimetrischen Index (Ecological Quality Ratio (EQR)) wird für jeden Gewässertyp auf dieselbe Art in die Qualitätsklasse überführt (Tabelle 6).

Tabelle 6: Zuordnung der EQR-Werte im Site-Modul zu fünfstufigen ökologischen Zustandsklassen nach WRRL.

EQR Site	Ökologischer Zustand
> 0,80 - 1,00	sehr gut
> 0,60 - 0,80	gut
> 0,40 - 0,60	mäßig
> 0,20 - 0,40	unbefriedigend

0 - 0,20

schlecht

Für mehr Informationen siehe:

https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=121&clang=0

3.2 Fische

Die Fähigkeit, eine ausgewogene Biota zu erhalten, ist einer der besten Indikatoren für die Gesundheit eines Gewässers und damit für das Potenzial der menschlichen Wassernutzung. Daher wurden Anstrengungen unternommen, um die „biotische Integrität“ von Gewässern zu messen. Die biotische Integrität eines Ökosystems ist die Fähigkeit, eine Gemeinschaft mit einer charakteristischen Artenzusammensetzung und funktioneller Organisation zu erhalten, die mit derjenigen von Ökosystemen vergleichbar ist, die nicht durch menschliche Aktivitäten gestört werden (Karr & Dudley 1981).

Aus diesem Grund wurden weltweit verschiedene Fischindices entwickelt, um den ökologischen Zustand von Flüssen zu beurteilen. Die meisten Indices beinhalten einen Referenzzustandsansatz und relevante biologische Metriken (Noble et al. 2007) zur Beschreibung charakteristischer Fischarten und zur Quantifizierung der Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Biota.

Der Biota-Integritätsindex (The Index of Biotic Integrity, IBI) wird zur Beschreibung dieses allgemeinen Bildes nach Karr (1981) und Karr et al. (1986) verwendet. Der IBI-Ansatz ist eine direkte Methode von vergleichbarem Wert mit den Diversitätsindices, den Indikatorarten, den Artenlisten und den multivariaten Analysen, da ein ganzheitlicherer und integrativerer ökologischer Ansatz angestrebt wird (Roset et al. 2007).

Die Verwendung von Fischen für die biologische Überwachung ist aufgrund ihrer biologischen und wirtschaftlichen Bedeutung gerechtfertigt. Tatsächlich wurden weltweit verschiedene Fischindices entwickelt, um den ökologischen Zustand von Flüssen zu bewerten.

Nach Schmutz et al. (2007a) schreibt die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union (WRRL) die Überwachung der Uferfauna vor. Als die WRRL im Jahr 2000 in Kraft trat, verfügten die meisten EU-Mitgliedstaaten nicht über fischbasierte Bewertungsmethoden, die den WRRL-Anforderungen entsprachen. Daher bestand das Ziel von FAME (<http://fame.boku.ac.at>), einem Projekt des Fünften FuE-Rahmenprogramms der Europäischen Kommission, darin, eine standardisierte fischbasierte Methode zur Bewertung des ökologischen Zustands von europäischen Fließgewässern zu entwickeln, zu bewerten und zu implementieren.

Der funktionale ökologische Gildenansatz ist die Grundlage für die Entwicklung von biotischen Integritätsindices und multimetrischen Indices zur Beurteilung des ökologischen Zustands von Wassersystemen. Diese Indices kombinieren Metriken (spezifische Maßeinheiten einer funktionalen Komponente der Fischgemeinschaft, von denen bekannt ist, dass sie auf eine Verschlechterung reagieren) zu einer einzigen ökologischen Bewertungsmaßnahme. Die Arten werden aufgrund von Überschneidungen in ihren ökologischen Nischen in Gilden eingeteilt, unabhängig von ihren taxonomischen Beziehungen. Durch diesen Ansatz werden die Merkmale einzelner Arten mit der Gemeinschaft als Ganzes verknüpft.

Noble et al. (2007) untersuchten einen Ansatz des EU-FAME-Projekts, um europäische Fischarten in konsistente ökologische Gilden zu klassifizieren und geeignete Metriken als grundlegende Instrumente für die Entwicklung einer standardisierten ökologischen Bewertungsmethode für europäische Flüsse zu identifizieren, um die Anforderungen der Rahmenrichtlinie zu erfüllen.

Ein weiterer Artikel von Schmutz et al. (2007), fasst die Ergebnisse von FAME zusammen und definiert den zukünftigen Forschungsbedarf. Es wurden zwei verschiedene Methoden angewendet: die

sogenannte räumliche Modellierung und die ortsspezifische Modellierung, die letzte, die zum European Fish Index (EFI) führte. Der Vorteil von EFI besteht darin, dass es sich zwar um einen einzigen Index handelt, jedoch auf eine Vielzahl von Umweltbedingungen in ganz Europa anwendbar ist, ohne dass eine Interkalibrierung erforderlich ist. EFI wird die harmonisierte / standardisierte Bewertung und Bewirtschaftung von Fließgewässern in Europa unterstützen und so eine vergleichende Analyse des ökologischen Zustands von Fließgewässern in Europa ermöglichen.

Einige Studien in Europa sind bemerkenswert für die Bewertung der geltenden Metriken im Hinblick auf die Ziele der EU-WRRL, zum Beispiel entwickelten Schmutz et al. (2007b) Globalmethoden zur Beurteilung des ökologischen Zustands europäischer Flüsse. In einem fünfstufigen Klassifizierungssystem, das auf hydromorphologischen und physikalisch-chemischen Drücken basiert, wurden etwa 15.000 Proben von etwa 8.000 Standorten vorklassifiziert. Die Vorklassifizierung wurde verwendet, um Referenzbedingungen zu identifizieren und die Bewertungsmethoden zu kalibrieren. Clustering von Referenzstandorten basierend auf der relativen Artenzusammensetzung führte zu 60 Artengemeinschaften in 11 der untersuchten Ökoregionen. Für 43 Artengemeinschaften wurden Bewertungsmethoden entwickelt. Metriken, die auf einzelnen Indikator-Arten basierten, wurden in typspezifischen Methoden häufiger verwendet als Metriken in Bezug auf Fortpflanzung, Lebensraum und Fütterung. Metriken, die auf Langstreckenmigranten und potamodromen Arten basierten, waren empfindlicher gegenüber menschlichem Druck als Metriken der Gesamtzusammensetzung, z. Gesamtzahl der Arten.

Ruaro & Gubiani (2013) bewerteten 30 Jahre nach Veröffentlichung den von J. Karr im Jahr 1981 vorgeschlagenen IBI anhand von Artikeln, die von 1981 bis 2011 veröffentlicht wurden. Die Ergebnisse legen nahe, dass die von Karr vorgeschlagenen Ideen zur Erhaltung aquatischer Ökosysteme beitragen, jedoch Kriterien für die Bewertung verschiedene Metriken angewendet werden müssen sowie die Referenzbedingungen definiert werden müssen, um den IBI zu einem stabileren Index zu machen.

3.3 Aquatische Makrophyten

Aquatische Makrophyten sind Pflanzen, die groß genug sind, um mit bloßem Auge erkannt zu werden. Sie wachsen ständig oder regelmäßig unter Wasser, verwurzelt im Boden oder im Wasser schwebend oder wachsen über die Wasseroberfläche hinaus (Chambers et al. 2008, Jones et al. 2010). Sie sind in sieben Pflanzenabteilungen vertreten: Cyanobakterien (Blaugrünbakterien), Chlorophyta (Grünalgen), Rhodophyta (Rotalgen), Xanthophyta (Gelbgrüne Algen), Bryophyta (Laubmoose), Pteridophyta (Farnpflanzen) und Spermatophyta (Samenpflanzen). Zusammensetzung und Verteilung der aquatischen Makrophytenarten in den primitivsten Abteilungen sind weniger bekannt als die vaskulären Makrophyten (Pteridophyta und Spermatophyta).

Nach Dar et al. (2014) sind aquatische Makrophyten wichtige Bestandteile vieler Süßwasserökosysteme. Ihre Verbreitung hängt von einer Vielzahl von Faktoren, wie Licht, Wassertemperatur, Wasserqualität, Nährstoffverfügbarkeit, Sedimentzusammensetzung und Schwankungen des Wasserspiegels, ab. Licht und Temperatur sind wiederum abhängig von der geographischen Lage, der Jahreszeit und der Wassertiefe. Zudem regulieren sie die Produktivität und die Artenzusammensetzung. Die Sedimentzusammensetzung beeinflusst die Makrophytenwachstumsraten deutlich, was wiederum ihre Verbreitung steuert. Änderungen der Wasserqualität und Nährstoffanreicherung können zu erheblichen Schwankungen des Artenreichtums, der Zusammensetzung und der Dichte der aquatischen Vegetation führen. Auch das Verringern des Wasserspiegels kann Änderungen in der Zusammensetzung und Verbreitung von Makrophytenarten bewirken.

Daher ist es wichtig, die chemischen und physikalischen Faktoren des Wassers in Verbindung mit den ausgewählten biologischen Gruppen zu überwachen.

Da die europäische Wasserrahmenrichtlinie die Einstufung und Überwachung des ökologischen Zustands von Oberflächen- und Grundwasser anhand biologischer Indikatoren vorschreibt, wurde ein auf Makrophyten basierendes Bewertungssystem für die Anwendung an Flussgebietstypen in Deutschland entwickelt. Daten zur Makrophytenhäufigkeit wurden an 262 Standorten in 202 Flüssen erhoben. Sieben Typen von biozönotischen Flussgebieten wurden unter Verwendung von Unterschieden in charakteristischen Makrophytengemeinschaften ermittelt, die Ökoregion, Gewässerbreite, Wassertiefe, Strömungsgeschwindigkeit, Wasserhärte und Grundwassereinfluss widerspiegeln. Für vier dieser Standorttypen wurde ein Makrophyten-Bewertungssystem entwickelt. Für die übrigen drei Flusstypen reichten die Daten nicht aus, um ein Bewertungssystem zu entwickeln (Meilinger et al. 2005). Die Klassifizierung des ökologischen Zustands von Flussgebieten basiert auf der Berechnung eines Referenzindexwerts, der in einigen Fällen durch zusätzliche Vegetationskriterien ergänzt wird. Der Referenzindex quantifiziert die Abweichung der Artenzusammensetzung und -häufigkeit von den Referenzbedingungen und klassifiziert Standorte als eine der fünf möglichen ökologischen Qualitätsklassen, die in der Richtlinie festgelegt sind (Meilinger et al. 2005).

Es gibt auch eine Klassifizierung von Makrophyten und Phytobenthos für deutsche Flüsse (Schaumburg et al. 2004).

Daher spielen aquatische Makrophyten eine wichtige Rolle bei der Strukturierung und Dynamik aquatischer Ökosysteme und ihre Beobachtung kann theoretische und angewandte Aspekte (Überwachung und Management) umfassen.

4 Gewässerstruktur

Die Gewässerstruktur beschreibt das Gewässer, seine Ufer und das Gewässerumfeld. Unter dem Begriff Gewässerstruktur werden sämtliche räumlichen und materiellen Differenzierungen des Gewässerbetts und seines Umfeldes zusammengefasst, soweit sie hydraulisch, gewässermorphologisch und hydrobiologisch wirksam und für die ökologischen Funktionen des Gewässers und der Aue von Bedeutung sind. Die einzelnen Strukturen können natürlicherweise entstanden, anthropogen geschaffen oder initiiert worden sein. Abwechslungsreiche Strukturen dienen als Grundlage für die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers und sind somit für den Erhalt und die Entwicklung natürlicher Lebensgemeinschaften wichtig. Zudem sind sie ein Maß für die morphologische Qualität der Gewässer, da die Strukturen dynamischen Prozesse anzeigen und dadurch notwendige Lebensräume im Fließgewässer für Fauna und Flora geschaffen werden.

4.1 Methodik

Die Kartierung der Gewässerstruktur ist ein wichtiger Teil der hydromorphologischen Qualitätskomponenten der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

In Deutschland wird im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung anhand der Parameter Laufentwicklung, Längsprofil, Querprofil, Sohlenstruktur, Uferstruktur und Gewässerumfeld der Gewässerzustand eines Flussabschnitts beschrieben. Zudem wird erfasst, ob für alle Lebewesen im und am Gewässer geeignete Lebensräume vorhanden sind und ob sich im und entlang des Gewässers die natürlich vorkommende Pflanzenwelt befindet (LUBW o. J., www.gewaesser-bewertung.de).

In der Tabelle 2 sind jeweils drei Einzelparameter des Strukturkartierungsverfahrens für kleine und mittelgroße Fließgewässer einem Kriterium der Qualitätskomponente „Morphologie“ der WRRL zugeordnet. Dadurch können die nach Anhang V für den „sehr guten Zustand“ und das „sehr gute ökologische Potenzial“ geforderten Komponenten und Kriterien berücksichtigt werden.

Tabelle 7: Zuordnung der Einzelparameter der Strukturkartierungsverfahren zu den Kriterien und Komponenten der Qualitätskomponente „Morphologie“ der WRRL gemäß LAWA- AO (2012).

Komponenten Anhang V, Art 1.1.1 WRRL	Kriterien Anhang V, Art. 1.2.1 WRRL	Einzelparameter der LAWA- Strukturkartierung kleine bis mittelgroße FG (LAWA 2000)
Struktur des Flussbetts	Laufentwicklung	Laufkrümmung
		Krümmungserosion
		Bes. Laufstrukturen
	Strömungsgeschwindigkeit	Strömungsdiversität
		Rückstau
		Querbänke
Substrat des Flussbetts	Substratbedingungen	Substratdiversität
		Längsbänke
		Bes. Sohlstruktur
Breitenvariation	Variation von Breite	Gewässerrandstreifen
		Profiltyp
		Breitenvarianz
Tiefenvariation	Variation von Tiefe	Profiltiefe
		Tiefenvarianz
		Breitenerosion
Struktur der Uferzone	Struktur und Bedingungen der Uferbereiche	Uferbewuchs
		Uferverbau
		Bes. Uferstrukturen

4.2 Bewertung

Bewertungsgrundlage für die Gewässerstruktur ist der heutige potentielle natürliche Gewässerzustand (hpnG). Dies ist der Zustand, der sich nach Aufgabe vorhandener Nutzungen im und am Gewässer und seiner Aue sowie nach Entnahme sämtlicher Verbauungen einstellen würde. In Deutschland wurde dafür der Begriff des Leitbildes eingeführt, die europäische WRRL verwendet dafür den Ansatz der Referenzbedingungen, um den „sehr guten ökologischen Zustand“ zu erreichen. Die beste Bewertung (Strukturklasse 1) ist an diesem Maßstab ausgerichtet. Da dieser je nach Naturraum und Gewässergröße verschieden sein kann, werden für die im Wesentlichen zu unterscheidenden morphologischen Gewässertypen verschiedene Bewertungsreferenzen zugrunde gelegt. Daher bildet die Zuordnung eines Gewässers zu diesen morphologischen Typen die Grundlage der Bewertung der Gewässerstruktur.

Bei der indexgestützten Bewertung erfolgt die Strukturklassenbestimmung mit Hilfe eines Indexsystems. Jedem Einzelparameter ist eine Indexziffer zwischen 1 und 7 zugeordnet, die das Ausmaß der Veränderungen bezüglich des jeweiligen Einzelparameters anzeigt.

Die Zusammenführung zur Bewertung der sechs Hauptparameter erfolgt i. d. R. durch arithmetische Mittelwertbildung der Indexwerte der Einzelparameter. Für die Hauptparameter ergeben sich somit in der Regel Werte zwischen 1,0 und 7,0 (Tabelle 8).

Tabelle 8: Definition der Strukturklassen (Wertbereiche, Grad der Veränderung und Farbe der Kartendarstellung) bei einer siebenstufigen Bewertung (www.gewaesser-bewertung.de).

Strukturklasse	Wertebereich	Grad der Veränderung	Kurzbeschreibung des Grads der Veränderung	farbige Kartendarstellung
1	1,0 - 1,7	unverändert	Die Gewässerstruktur entspricht dem potenziell natürlichen Zustand	dunkelblau
2	1,8 - 2,6	gering verändert	Die Gewässerstruktur ist gering beeinflusst durch einzelne, kleinräumige Eingriffe.	hellblau
3	2,7 - 3,5	mäßig verändert	Die Gewässerstruktur ist mäßig beeinflusst durch mehrere kleinräumige Eingriffe	grün
4	3,6 - 4,4	deutlich verändert	Die Gewässerstruktur ist deutlich beeinflusst durch verschiedene Eingriffe; z. B. in Sohle und Ufer, durch Rückstau und/ oder Nutzungen.	hellgrün
5	4,5 - 5,3	stark verändert	Die Gewässerstruktur ist durch Kombinationen von Eingriffen, z. B. in die Linienführung, durch Uferverbau, Querbauwerke, Stauregulierung, Anlagen zum Hochwasserschutz und/oder Nutzungen in der Aue, beeinträchtigt.	gelb
6	5,4 - 6,2	sehr stark verändert	Die Gewässerstruktur ist durch Kombinationen von Eingriffen, z. B. in die Linienführung, durch Uferverbau, Querbauwerke, Stauregulierung, Anlagen zum Hochwasserschutz und/oder Nutzungen in der Aue, stark beeinträchtigt.	orange
7	6,3 - 7,0	vollständig verändert	Die Gewässerstruktur ist durch Eingriffe in die Linienführung, durch Uferverbau, Querbauwerke, Stauregulierung, Anlagen zum Hochwasserschutz und/oder durch Nutzungen in der Aue vollständig verändert.	rot

Für eine fünfstufige Bewertung, z. B. für eine vergleichbare Darstellung gemäß WRRL, ist Tabelle 9 zu verwenden.

Tabelle 9: Definition der Klassen (Wertebereiche, Grad der Veränderung und Farbe der Kartendarstellung) bei einer fünfstufigen Bewertung.

Klasse	Wertebereich	Farbige Kartendarstellung
1	1,0 - 2,2	dunkelblau

2	> 2,2 - 3,4	grün
3	> 3,4 - 4,6	gelb
4	> 4,6 - 5,8	orange
5	> 5,8	rot

Für die Feldaufnahme der Gewässerstruktur empfehlen wir den Aufnahmebogen der Gewässerstrukturgütekartierung in Niedersachsen (Abbildung 8).

4. Sohlenstruktur

4.1 Sohlensubstrat

natürlich unnatürlich

Schllick, Schlamm

Ton, Lehm

Sand

Kies und Schotter

Schotter

Schotter und Steine

Blöcke, Schotter und Steine

reines Blockwerk

anstehender Fels

anstehender Torf

Sohlenverbau

nicht feststellbar

4.2 Sohlenverbau

> 10%

Steinschüttung

Massivsohle mit Sediment

Massivsohle, kein Sediment

kein Sohlenverbau

4.4 Besondere Sohlenstrukturen

viele

mehrere

zwei

eine

Ansätze

keine

Rauschflächen, Schnellen
 Stillwasserpool
 durchströmter Pool
 Kehrwasser
 Flachwasser
 Wurzelflächen
 Tiefinnen, Kolke
 Wasserpflanzenpolster
 Kaskaden

BEWERTUNG der funktionalen Einheiten

Art/Verteilung der Substrate

Sohlenverbau

S

Wertzahl

Klasse

5. Uferstruktur

5.1 Uferbewuchs

L R

Wald

Galerie

Röhricht

teilweise Wald, Galerie

Gebüsch, Einzelgehölz

Krautflur, Hochstauden

Wiese, Rasen

Forst

Galerie

Gebüsch, Einzelgehölz

Verbau

Erosion

naturbedingt

bodenständig

nicht bodenständig

kein Uferbewuchs

5.2 Uferverbau

L R

> 10%

Lebendverbau

Steinschüttung/Steinwurf

Holzverbau

Böschungsrasen

Pflaster, Steinsatz, unverbaut

wilder Verbau

Beton, Mauer, Pflaster

kein Uferverbau

5.3 Besondere Uferstrukturen

viele

mehrere

zwei

eine

Ansätze

keine

Baumumlauf
 Prallbaum
 Unterstand
 Sturzbaum
 Holzansammlung
 Ufersporn
 Nistwand

Bewertung

gewässertypische Ausprägung L R

gewässertypischer Bewuchs L R

Uferverbau L R

S

Wertzahl

Klasse

6. Gewässerumfeld

6.1 Flächennutzung

L R

>50% 10-50%

Wald, bodenständig

typische Auenbiotope

Brache

Grünland

Wald, nicht bodenständig

Acker, Gärten, Nadelforst

Park, Grünanlage

Bebauung mit Freiflächen

Bebauung ohne Freiflächen

Sonstige Umfeldstruktur

6.2 Gewässerrandstreifen

L R

>50% 10-50%

flächenhaft Wald/Sukzession

Gewässerrandstreifen

Saumstreifen

Nutzung

6.3 Sonstige Umfeldstrukturen

L R

Abstand gering mäßig groß

Abgrabung

Fischteich in Nebenschluss

gewässerunverträgliche Anlagen

befestigte Verkehrsanlagen

Anschüttung, Müllablagerung

Hochwasserschutzbauwerk

keine

Bewertung

Gewässerrandstreifen L R

Vorland L R

S

Wertzahl

Klasse

Zusammenfassende Bewertung der funktionalen Einheiten

Wertzahl Klasse 1. Laufentwicklung <input type="checkbox"/> 2. Längsprofil <input type="checkbox"/> 4. Sohlenstruktur <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> Ø <input type="checkbox"/> Sohle	Wertzahl Klasse 3. Querprofil <input type="checkbox"/> 5. Uferstruktur <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> Ø <input type="checkbox"/> Ufer	Wertzahl Klasse 6. Gewässerumfeld <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> Ø <input type="checkbox"/> Land	Wertzahl Klasse S <input type="checkbox"/> Ø <input type="checkbox"/> Gesamt
---	--	--	--

Anmerkungsblatt

Name des Kartierers _____

Güteklasse	1	2	3	4	5	6	7
Indexspanne	1 - 1,7	1,8 - 2,6	2,7 - 3,5	3,6 - 4,4	4,5 - 5,3	5,4 - 6,2	6,3 - 7

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie 2001
verändert nach LAWA 2000

Abbildung 8: Aufnahmebogen der Gewässerstrukturgütekartierung in Niedersachsen.

XLII

Abbildungsverzeichnis des Anhangs

Abbildung 1: Die Lage der Nested Plots Parzellen (rosa Punkte mit Plot-Nr., vgl. Vegetationsaufnahmen) an der Ammer flussab von Peißenberg.	4
Abbildung 2: Biotoptypen der Biotopkartierung Bayern an der Ammer flussab von Peißenberg (LfU 2020).	4
Abbildung 3: Die schematische Gliederung einer Flussaue.	11
Abbildung 4: Begradigte und beidseitig gewässernah eingedeichte Ammer bei Weilheim in Oberbayern. Die umgebende morphologische Aue wird landwirtschaftlich genutzt (Foto: I. Juszczuk 2018).	12
Abbildung 5: Schema der Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite nach LAWA (LAWA 2016b).	17
Abbildung 6: Aufnahmebogen zu Erfassung von Fließgewässerabschnitten.	27
Abbildung 7: Der pH-Wert in Gewässern (Schema verändert nach Holweg 2012).	30
Abbildung 8: Aufnahmebogen der Gewässerstrukturgütekartierung in Niedersachsen.	42

Tabellenverzeichnis des Anhangs

Tabelle 1: Flusstypabhängige Faktoren für die Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite (Dahm et al. 2014).	2
Tabelle 2: Gesamtliste der Arten, die in Felduntersuchungen an der Ammer gefunden wurden. Die Biotop-Nummern beziehen sich auf Biotopkartierung des Bayerischen Landesamts für Umwelt: 1 = 8232-0223, 2 = 8232-0224, 3 = 8232-0227, 4 = 82320228, 5 = 8232- 0232, 6 = 8232-0276, 8232-0303, 8 = 8232-0304, 9 = 82320308 und 10 = 8232-0328. Die Lage der Biotope ist auf der Karte in Abbildung 4 dargestellt.	5
Tabelle 3: Grundlegende Formel für die Bestimmung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite. Die Faktoren werden abhängig vom Flusstyp eingesetzt (Tabelle 4, nach Dahm et al. 2014).	16
Tabelle 4: Flusstypabhängige Faktoren für die Berechnung des minimalen und maximalen Entwicklungskorridors anhand der Ausbausohlbreite (Tabelle 3, nach Dahm et al. 2014).	17
Tabelle 5: Wasserzustand in Verbindung mit der gegenwärtigen Konzentration an gelöstem Sauerstoff (http://cta.if.ufrgs.br/projects/medidor-de-condutividade-eletrica-monitoramento-ambiental/wiki/Estado da Arte).	32
Tabelle 6: Zuordnung der EQR-Werte im Site-Modul zu fünfstufigen ökologischen Zustandsklassen nach WRRL.	34
Tabelle 7: Zuordnung der Einzelparameter der Strukturkartierungsverfahren zu den Kriterien und Komponenten der Qualitätskomponente „Morphologie“ der WRRL gemäß LAWA- AO (2012).	38
Tabelle 8: Definition der Strukturklassen (Wertbereiche, Grad der Veränderung und Farbe der Kartendarstellung) bei einer siebenstufigen Bewertung (www.gewaesser-bewertung.de).	39
Tabelle 9: Definition der Klassen (Wertbereiche, Grad der Veränderung und Farbe der Kartendarstellung) bei einer fünfstufigen Bewertung.	39

Literaturverzeichnis des Anhangs

- Chambers, P.A., Lacoul, P., Murphy, K J. & Thomaz, S.M. (2008): Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 9–26.
- Clerici, N., Weissteinera, C.J., Paracchinia, M. L., Boschettib, L., Baraldib, A. & Strobla, P. (2013): Pan-European distribution modelling of stream riparian zones based on multi-source Earth Observation data. *Ecological Indicators*, 24: 211–223.
- Dar, N.A., Pandit, A.K. & Ganai, B. A. (2014): Factors affecting the distribution patterns of aquatic macrophytes. *Limnol. Rev.*, 14 (2): 75-81.
- Dufour, S. & Rodríguez-González, P.M. (2019): Riparian Zone / Riparian Vegetation Definition: Principles and Recommendations. Report, COST Action CA16208 CONVERGES, 20 S. URL:

<https://converges.eu/resources/riparian-zone-riparian-vegetation-definition-principles-and-recommendations/>
(Zugriff: 01.10.2019).

Elosegui, A. & Sabatier, S. (2009): Conceptos e técnicas en ecología fluvial. Elosegui A & Sabatier S. (eds). Fundación BBVA, Espanha.

Evans, A., Mateo-Sagasta, J., Qadir, M., Boelee, E. & Ippolito, A. (2019): Agricultural water pollution: key knowledge gaps and research needs. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 36: 20-27.

Friedrich, G. & Herbst, V. (2004): Eine erneute Revision des Saprobiensystems – weshalb und wozu? *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 32 (1): 61-74.

Gullan, P.J. & Cranston, P.S. (2014): The insects: an outline of entomology. Fifth Edition. Malden, Oxford, Carlton. Wiley-Blackwell. 595 S.

Hohlweg, R. (2012): Gewässer als Lebensraum. In: Pflege der Fischgewässer. 10S. URL: <file:///D:/Downloads/Gew%C3%A4sserkunde.pdf> (Zugriff: 20.04.2020)

Jones, J.L., Colins, A.L., Nada, P.S. & Sear, D.A. (2010): The relationship between fire sediment and macrophytes in Rivers, *River Res. Appl.*, 20: 111-125.

Karr, J.R. (1981): Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6: 21-27.

Karr, J.R. & Dudley, D.R. (1981): Ecological Perspective on Water Quality Goals. *Environmental Management*, 5 (1): 55-68.

Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant, P.R. & Schlosser, I.J. (1986): Assessing Biological Integrity in Running Waters: A Method and its Rationale. *Illinois Natural Survey Special Publication*. Vol. 5: 28 S.

Keddy, P.A. (2010): Wetland Ecology Principles and Conservation. Cambridge University Press, Second Edition. 497 S.

Knight, A.W. & Bottorff, R.L. (1981): The importance of riparian vegetation to stream ecosystems. URL: [file:///C:/Users/User/Downloads/Riparianvegetation%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Riparianvegetation%20(1).pdf) (Zugriff: 01.10.2019).

Loyola, R.G.N. (1994): Contribuição ao Estudo dos Macroinvertebrados Bentônicos em Afluentes da Margem Esquerda do Reservatório de Itaipu. Curitiba, 1994. *Tese (Doutorado em Zoologia) Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas*. Universidade Federal do Paraná. 300 S.

Mateo-Sagasta, J., Zadeh, S.M., Turrall, H. & Burke, J. (2017): Water pollution from agriculture: a global review. *FAO & IWMI*, 29 S.

Meilinger, P., Schneider, S. & Melzer, A. (2005): The Reference Index Method for the Macrophyte-Based Assessment of Rivers – a Contribution to the Implementation of the European Water Framework Directive in Germany. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 322-342.

Nilsson, C., Jansson, R. & Zinko, U. (1997): Long-Term Responses of River-Margin Vegetation to Water-Level Regulation *Science*, 276: 798-800.

Nilsson, C. & Jansson, R. (1995): Floristic Differences Between Riparian Corridors of Regulated and Free-Flowing Boreal Rivers *Research & Management*, 11: 55-66.

Noble, R.A.A., Cowx, I.G., Goffaux, D. & Kestemont, P. (2007): Assessing the health of European rivers using functional ecological guilds of fish communities: standardising species classification and approaches to metric selection. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 381–392.

Roset, N., Grenouillet, G., Goffaux, D., Pont, D. & Kestemont, P. (2007): A review of existing fish assemblage indicators and methodologies. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 393–405.

Ruaro, R. & Gubiani, E.A. (2013): A Scientometric assessment of 30 Years of the Index of Biotic Integrity in aquatic ecosystems: Applications and main flaws. *Ecological Indicators*, 29: 105-110.

- Schaumburg, J., Schranz, C., Foerster, J., Gutowski, A., Hofmann, G., Meilinger, P., Schneider, S. & Schmedtje, U. (2004): Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive. *Limnologica*, 34: 283-301.
- Schmutz, S., Cowx, I.G., Haidvogel, G. & Pont, D. (2007a): Fish-based methods for assessing European running waters: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 369–380.
- Schmutz, S., Melcher, A., Frangez, C., Haidvogel, G., Beier, U., Böhmer, J., Breine, J., Simoens, I., Caiola, N., De Sostoa, A., Ferreira, M.T., Oliveira J., Grenouillet, G., Goffaux, D., De Leeuw, J.J., Noble, R.A.A., Roset, N. & Virbickas, T. (2007b): Spatially based methods to assess the ecological status of riverine fish assemblages in European ecoregions. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 441–452.
- Scholz, M., Schulz-Zunkel, C. & Mehl, D. (2012): Betrachtung von Auenfunktionen vor und nach der Deichrückverlegung bei Lenzen. *Auenreport spezial*. 96 S.
- Tockner, K. & Ward, J.V. (1999): Biodiversity along riparian corridors. *Large Rivers* 11(3) *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 115 (3): 293-310.
- Wasserrahmenrichtlinie - WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 Anhang V.
- Wallace, J.B. & Webster, J.R. (1996): The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Anna Rev. Emomd.*, 41: 115 -39.