

Der Ökosystemleistungsansatz als Grundlage einer Bewertung von Handlungsalternativen im Sinne der WRRL für die Bundeswasserstraße Lahn

Für die Bundeswasserstraße Lahn wurde in einer komplexen Studie untersucht, wie sich hypothetische Umsetzungsvarianten gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (vor allem Staulegungsmaßnahmen) auf das Dargebot der Ökosystemleistungen von Fluss und Aue auswirken könnten. Der Beitrag führt die entsprechenden methodischen Grundlagen aus.

Dietmar Mehl, Janette Iwanowski, Alexandra Dehnardt, Catharina Püffel und Christian Albert

In vielen Flüssen und ihren Auen in Deutschland müssen in den nächsten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen werden, um Fortschritte zur Erreichung der Ziele eines guten ökologischen Potenzials bzw. Zustands entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [1] zu erzielen. Von zentraler Bedeutung wird dabei sein, geeignete Entwicklungskonzepte zu erarbeiten, die die vielfältigen Ansprüche an die Flusslandschaften angemessen berücksichtigen. Ein aktuell laufendes Vorhaben, das sich dieser komplexen Herausforderung stellt, ist das integrierte EU LIFE-Projekt „LiLa Living Lahn – ein Fluss, viele Interessen“ (LiLa-Projekt).

Als ein wesentliches Ergebnis des LiLa-Projekts wird derzeit unter Federführung des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamtes Mosel-Saar-Lahn (WSA MSL) ein sogenanntes „Lahnkonzept“ entwickelt, welches als abgestimmtes Gesamtkonzept zur Entscheidungsunterstützung über die zukünftige Entwicklung und Unterhaltung desjenigen Abschnitts der Lahn beitragen soll, der als Bundeswasserstraße gewidmet ist. Das Lahnkonzept befasst sich mit dem Flussabschnitt vom Badenburger Wehr bei Gießen bis zur Lahnmündung in den Rhein bei Lahnstein. Von entscheidender Bedeutung ist dabei der Umgang mit den 29 Staustufen auf dem 149 km langen Lahnabschnitt im Eigentum des Bundes (**Bild 1**). Die rechtliche Widmung als Bun-



deswasserstraße ergibt sich aus § 1 Abs. 1 Nr. 1 und Abs. 5 und § 2 Abs. 2 sowie Anlage 1 Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) [2]. Zuständig für die Verwaltung der Wasserstraße Lahn ist das WSA MSL mit seinem Dienstsitz in Koblenz.

An der Lahn ist die Güterschifffahrt seit dem Jahr 1981 eingestellt. Heute bestimmen im Hinblick auf den verkehrlichen Aspekt Freizeit- und Tourismusschifffahrt sowie muskelbetriebene Wasserfahrzeuge das Bild. Die bestehenden Staustufen führen jedoch zu einer sehr starken hydromorphologischen und damit gewässer- und auenökologischen Belastung. Hauptgrund ist die mit den Staustufen verbundene Unterdrückung des natürlichen Fließcharakters und insbesondere der mit der hydrologischen Dynamik verbundenen hydro- und morphodynamischen Prozesse (gänzlicher Verlust des natürlichen Formenreichtums von Gewässerbett und Aue eines Mittelgebirgsflusses). Dies bildet sich in der aktuell unbefriedigenden bis schlechten Bewertung des ökologischen Potenzials nach WRRL [1] für die relevanten Lahn-Wasserkörper ab. Mögliche Staulegungsmaßnahmen hätten zwar weitreichende Konsequenzen für derzeitige Nutzungen des Gewässers und der Aue, würden aber vor allem auch eine große Chance für die Gewässer- und Auenentwicklung, für angepasste, nachhaltige Nutzungen, für die Wiederansiedlung einer auentypischen Pflanzen- und Tierwelt sowie für eine optimale ökologische Durchgängigkeit (Artenmigration) bieten. Aus den gleichen Gründen misst auch die EU-Kommission in ihrer Biodiversitätsstrategie 2030 dem Aspekt der „Free-flowing Rivers“ bzw. folglich der „Barrier Removal for River Restoration“ eine entscheidende Bedeutung zu. Im aktuellen Leitfaden der EU-Kommission aus dem Dezember 2021 [3] wird hier als Umsetzungsbeispiel explizit auf das oben angeführte LiLa-Projekt verwiesen.

/ Kompakt /

- Notwendig sind Entwicklungskonzepte, die die vielfältigen Ansprüche an die Flusslandschaften angemessen berücksichtigen, um so die Umsetzung der Maßnahmen nach WRRL zu unterstützen.
- Eine Analyse von Ökosystemleistungen ermöglicht es, die Auswirkungen von Handlungsalternativen und ihre Bedeutung für den Menschen besser zu verstehen.
- Durch die hierbei zusammengetragenen Informationen können die vielfältigen Auswirkungen besser in Diskussions- und Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden.

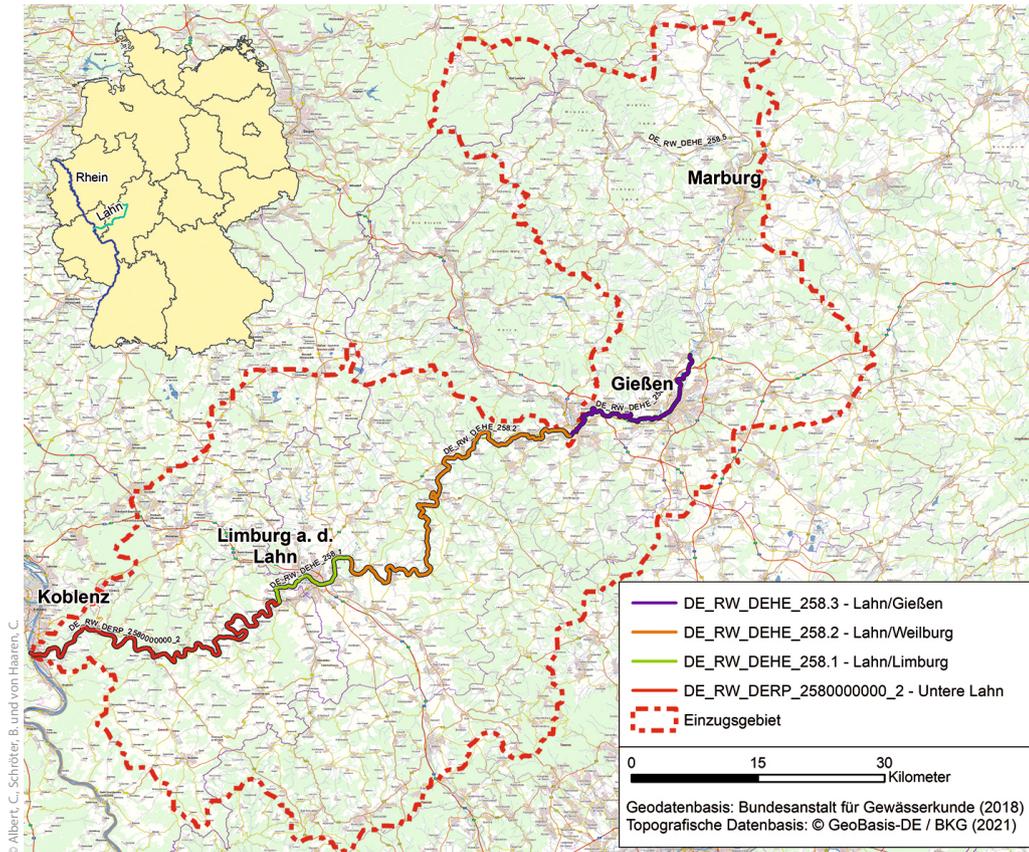


Bild 1: Karte des gesamten Einzugsgebiets der Lahn und des Bereiches der Bundeswasserstraße (zugleich vier Wasserkörper nach WRRL) [1]

Aufgabenstellung der Studie

Eine Betrachtung von Ökosystemleistungen (ÖSL), die hier als direkte und indirekte Beiträge von Natur und Landschaft zum menschlichen Wohlergehen verstanden werden [4], kann hier helfen, mögliche Auswirkungen von Handlungsalternativen und ihre Bedeutung für den Menschen besser zu verstehen. Zudem können die Informationen dazu beitragen, diese vielfältigen Auswirkungen besser in Diskussions- und Entscheidungsprozessen zu berücksichtigen [5].

In der kürzlich abgeschlossenen Studie [6, unveröffentlicht] wurde untersucht, welche positiven und ggf. negative Auswirkungen ausgewählte Handlungsalternativen für den zukünftigen Umgang mit Staufufen auf das Dargebot ausgewählter ÖSL an der Lahn haben könnten. Dabei wurden mögliche Änderungen im Dargebot – soweit möglich – auch ökonomisch bewertet. Zudem wurden Nutzungen des Naturkapitals der Lahn für die Schifffahrt und Wasserkraft, die als abiotische ÖSL bezeichnet werden können [7], [8], ergänzend berücksichtigt. Ziel des vorliegenden Artikels ist es, das grundsätzliche Vorgehen vorzustellen. Exemplarische Ergebnisse der Studie finden sich in einem weiteren Beitrag in dieser Ausgabe von WASSER UND ABFALL [9].

Methodik zur Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen

ÖSL können sowohl als Werte im Sinne der Bedeutung und Wichtigkeit der Natur für den Menschen und die menschliche Gesell-

schaft betrachtet werden, als auch in vielen Fällen in Geldeinheiten ausgedrückt werden. Ein ökonomischer Wert spiegelt am Ende immer die Nachfrage nach ÖSL wider [10], da diese eine Voraussetzung für die Erzielung eines Nutzens darstellt. Die Nachfrage kann sich dabei in dem tatsächlichen Konsum oder der tatsächlichen Nutzung eines Gutes oder einer Leistung ausdrücken, oder aber auch in einer Wertschätzung für Umweltgüter oder -leistungen, beispielsweise um diese für künftige Generationen zu erhalten, ohne sie aber selber unmittelbar zu nutzen [11].

Ökonomische Werte werden in Form individueller Präferenzen ausgedrückt. Die Wertschätzung für die Verbesserung eines Umweltzustands zeigen Menschen über ihre (maximale) Zahlungsbereitschaft oder aber ihre (minimale) Entschädigungsforderung für die Verschlechterung eines Umweltzustands [12]. Wesentlicher Ausgangspunkt für die Operationalisierung des ÖSL-Konzepts ist die Wirkungskaskade von a) natürlichen Strukturen und Prozessen, b) ökologischen Funktionen und c) ÖSL und menschlichem Wohlbefinden bzw. Nutzen [13]. Generelles Ziel ist die Integration der gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen in die Entscheidungsprozesse. So kann der Effekt von Fluss- und Auenrenaturierungsmaßnahmen auf die ÖSL sowohl im Vorfeld bzw. konzeptionell, als auch nach einer Maßnahmenumsetzung bewertet werden [5], [14], [15], [16].

In der Studie wurden die ÖSL zunächst quantitativ erfasst/berechnet (die Detailmethoden sind in [6] umfangreich dargestellt) und dann auf dieser Grundlage nach Wertstufen bzw. Skalen qualitativ bewertet; hierfür wurde ein sechsstufiger, weitgehend linearer Ansatz angewandt (**Bild 2**). Das Minimum (Stufe 0) steht für

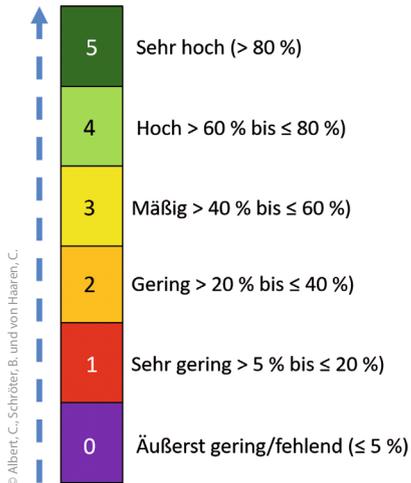


Bild 2: Sechsstufige Skalierung bei der (relativen) Bewertung der Ökosystemleistungen, erweitert nach [14], aus [6]

das Fehlen oder weitgehende Fehlen eines Dargebots von ÖSL, das Maximum hingegen für das maximal erreichbare (Stufe 5). Dabei wurde, soweit möglich und verfügbar, auf bestehende Bewertungsansätze der Landschaftsforschung (Landschaftsökologie, Geo- und Biowissenschaften) gesetzt, mit relativem Bezug auf deutschlandweite ökosystemare Verhältnisse. Der räumliche Bezug der Bewertungen wurde zur morphologischen Aue der Lahn hergestellt. Dies beinhaltet die Altaue, die rezente Aue (heute noch von Überschwemmungen erreichte Aue) und den Fluss (**Bild 3**).

Mit Hilfe ökonomischer Bewertungsansätze kann zusätzlich der Wert ausgewählter ÖSL in monetären Einheiten ermittelt werden. Die durchgeführte ökonomische Wertermittlung beruht im Wesentlichen auf Marktanalysen, sowohl preis- als auch kostenbasierten Ansätzen. Zwar können Marktanalysen nur einen Teil des ökonomischen Gesamtwerts abbilden, sie geben jedoch trotzdem erste und wertvolle Hinweise auf die gesamtwirtschaftliche Bedeutung. Diese Eingrenzung ist für die Interpretation der Werte wichtig, insbesondere, wenn sie mit den Ergebnissen von Präferenzanalysen verglichen werden. Als weitere

wichtige Prämisse für die ökonomische Bewertung gilt das Marginalitätsprinzip, nach dem immer Veränderungen von Kosten und Nutzen infolge von Handlungsoptionen betrachtet werden – nicht jedoch der absolute Wert eines Ökosystems, wie beispielsweise die CO₂-Bindung auf einer Fläche. So können bei der Betrachtung alternativer Handlungsoptionen Kosten und Nutzen miteinander verglichen und als entscheidungsunterstützende Information herangezogen werden. Oder aber es können die Kosten und der Nutzen einer einzelnen Maßnahme miteinander ins Verhältnis gesetzt werden. Entscheidend für die ökonomische Bewertung sind also die Veränderungen vom Status Quo zu Szenarien (Handlungsoptionen) sowie die Differenz zwischen den Szenarien (s. nachfolgend).

Zur Bewertung der Effekte von Veränderungen zwischen Ist- bzw. Ausgangszustand und Szenarien (Situation nach Umsetzung der Maßnahmenoptionen) wurde immer der Zustand 20 Jahre nach (hypothetischer) Umsetzung von Maßnahmen angesetzt. Ein einheitlicher Betrachtungszeitraum ist für die Vergleichbarkeit der verschiedenen Maßnahmenoptionen aus qualitativer und ökonomischer Hinsicht unerlässlich. Mit dem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren wurde zum einen dem Umstand Rechnung getragen, dass in Ökosystemen eine gewisse Entwicklungszeit (Prozesse) und Entwicklungsreife (Strukturen) erforderlich sind, um die jeweiligen Ökosystemfunktionen erfüllen und auf dieser Grundlage die Ökosystemleistungen bereitstellen zu können. Zum zweiten muss die mit dem jeweiligen Szenario verbundene Maßnahmenumsetzung innerhalb des gewählten Betrachtungszeitraumes auch erreicht werden können. Der Ist- oder Ausgangszustand wird pragmatisch als derjenige zeitliche Zustand interpretiert, welcher die jüngsten und qualitativ hochwertigsten Fach- bzw. Geodaten repräsentiert, die jeweils Verwendung fanden.

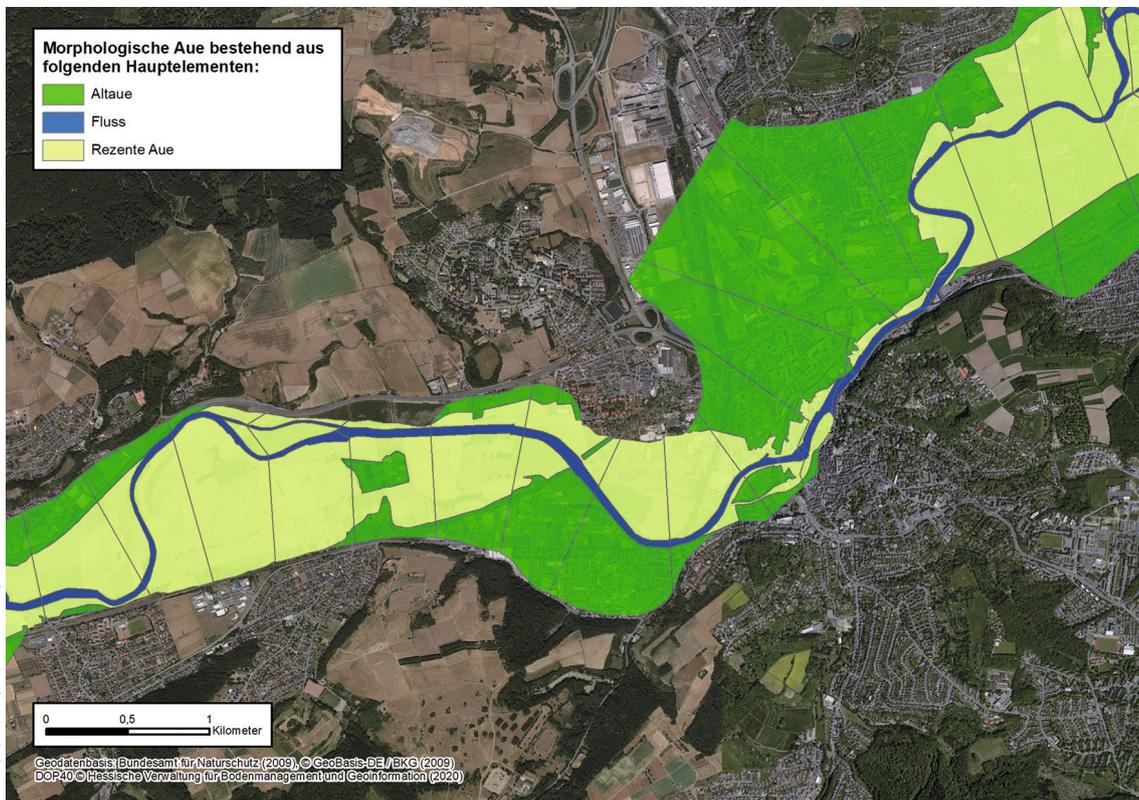


Bild 3: Räumliche Zonierung der Flussaue entsprechend [17], exemplarisch für einen Abschnitt der Lahn [6]

Für die Auswahl der zu betrachtenden ÖSL wurde einheitlich aufbereitete (dargebotene, potenzielle) ÖSL in der morphologischen Flussaue abgestellt, welche die Menschen heute oder zukünftig nutzen könnten, aber nicht zwangsweise heute bereits nutzen (**Tabelle 1**). Besonders war darauf zu achten, dass bei den

ausgewählten ÖSL möglichst auch Veränderungen zwischen Ist-/Ausgangszustand und Planzustand bestehen (Prognosezustände auf Grund der Handlungsalternativen und den zugehörigen hydromorphologischen Notwendigkeiten in Bezug auf die Maßnahmen/-optionen).

Tabelle 1: Gesamtliste der ausgewählten Ökosystemleistungen (erweitert nach [15], [16]) und ökonomischen Bewertungsmethoden [6]

Hauptgruppe	Subgruppe bzw. Klasse	Ökosystemleistung	Ökonomischer Bewertungsansatz
Versorgende Leistungen	Nahrungsmittel	Kulturpflanzen	Marktpreismethode
		Pflanzliche Biomasse für den Einsatz in der Landwirtschaft	Marktpreismethode
	Rohstoffe	Pflanzliche Rohstoffe für die Verarbeitung	Marktpreismethode
	Energie	Pflanzliche Energierohstoffe aus Landwirtschaft, Kurzumtriebsplantagen, Holzwirtschaft	Wird nicht monetär bewertet (geringe Relevanz für das Untersuchungsgebiet)
Regulative Leistungen	Extremabfluss	Hochwasserregulation	Ersatzkostenansatz
		Niedrigwasserregulation	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
	Sedimente, Böden sowie deren Nährstoffrückhalt	Sedimentregulation im Gewässersystem	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
		Bodenbildung	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
		Retention von Stickstoff (N)	Vermeidungskostenansatz
		Retention von Phosphor (P)	Ersatzkostenansatz
	Biologische Selbstreinigung, Sauerstoffverhältnisse im Wasserkörper sowie im Interstitial	Biologische Selbstreinigung	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
	Globales Klima	Rückhalt von Treibhausgasen/ Kohlenstoffsequestrierung	Schadenskostenansatz
	Regional-/Lokalklima	Kühlwirkung (Gewässer und Böden)	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
	Biologische Vielfalt	Habitatbereitstellung	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
Kulturelle Leistungen	Landschaftserleben	Landschaftsästhetik	Wird nicht monetär bewertet (Abgrenzung zum allgemeinen Erholungsnutzen schwierig)
	Erbe und ideeller Wert	Natur- und Kulturerbe	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
	Erholung und Tourismus	Allgemeine Erholung und Tourismus	Wird aufgrund des hohen Daten- und Informationsbedarfs nicht monetär bewertet (Größenordnung der Wertschätzung aus Studienüberblick ableitbar)
		Spezifische Erholungs-, Sport- und Erlebnisformen	Marktpreismethode
	Intellektuelle Interaktionen	Bildung und Wissenschaft	Wird nicht monetär bewertet (Wirkungszusammenhänge unklar)
Weitere (abiotische) Leistungen	Schifffahrt	Motorisierte Schifffahrt	Marktpreismethode
	Energie	Wasserkraft	Marktpreismethode

© Albert, C., Schröter, B. und von Haaren, C.

Die Bearbeitung erfolgte in hohem Maße unter Einsatz eines Geographischen Informationssystems (GIS). Die hierfür benötigten Fach- bzw. Geodaten wurden im Wesentlichen von den Ländern Hessen und Rheinland-Pfalz, der Bundesanstalt für Gewässerkunde sowie der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) zur Verfügung gestellt. Sehr wertvoll war der Zugang zum „Lahn-GIS“ des WSA MSL, das im Rahmen des LiLa-Projektes für das Lahnkonzept erstellt wurde.

Grundsätzliche Handlungsalternativen für den Umgang mit den Staustufen

Die Untersuchung betrachtete Auswirkungen möglicher Handlungsalternativen im Umgang mit (ausgewählten, repräsentativen) Staustufen und der damit verbundenen Veränderungen von ÖSL. Da alle Handlungsalternativen Veränderungen des Status quo nach sich ziehen und nur hypothetisch sind, mussten die Veränderungen modellhaft abgebildet werden. Das zieht nach sich, dass ein der Fragestellung angepasster Grad der Detaillierung der Teilmodelle (Dimension, Raum-Zeit-Skalen bzw. Maßstab) erreicht wird. Auf Grund der Fokussierung auf ÖSL bot es sich an, soweit wie möglich deterministische Modellansätze aufzugreifen, d. h. eine vereinfachende, möglichst „physikalische“ Abbildung der maßgeblichen Prozesse anzustreben. Neben einer Betrachtung des Status quo (im Weiteren als Szenario 0 bezeichnet) wurden also veränderungsbestimmte Szenarien unterschiedlichen Maßnahmenumfanges bzw. differierender Maßnahmenintensität untersucht.

Eine wesentliche Variable bei Handlungsalternativen im Umgang mit Staustufen der Lahn ist der Grad der Erreichung einer Zielstellung entsprechend der Vorgaben der WRRL [1] („Zielerreichungsgrad“). Dabei sollte für jede betrachtete Staustufe eine Handlungsalternative den grundsätzlichen Zielstellungen entsprechend Artikel 1 WRRL möglichst nahekommen, während eine weitere Handlungsalternative die bestehenden Nutzungen stärker berücksichtigt und somit nicht den gleichen Grad an Umsetzung der WRRL-Ziele erreichen kann. Insofern wurden neben dem Ist- bzw. Ausgangszustand (Status quo) folgende zwei grundsätzliche Handlungsoptionen betrachtet (**Bild 4**):

- Szenario 1: das gute ökologische Potenzial (GÖP) entsprechend Anhang V WRRL bzw. OGewV (bei Beibehaltung der aktuellen Rahmenbedingungen der Lahnnutzung); dies entspricht den aktuellen Bewirtschaftungszielen für die relevanten WRRL-Wasserkörper
- Szenario 2: der gute ökologische Zustand (GÖZ) entsprechend Anhang V WRRL bzw. OGewV, dessen Erreichbarkeit bei (hypothetischer) Staulegung inklusive Beseitigung der bestehenden Wasserkraftanlagen unterstellt wird (dies ist derzeit aber kein WRRL-Bewirtschaftungsziel für die betroffenen Wasserkörper)

Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Erreichung eines GÖP sind davon bestimmt, dass an der Lahn weiterhin Schifffahrt auf und Wasserkraftnutzung von staugeregelten Gewässern stattfinden. Unter diesen Bedingungen ist (nur) das GÖP erreichbar. Zur Berücksichtigung der sinnvollen und erforderlichen Maßnahmen für das Szenario 1

konnte auf ein bereits bestehendes Konzept zur Stauraumstrukturierung des LiLa-Projektes zurückgegriffen werden [18], das ökologisch verbessernde Maßnahmen in den Auenbereichen vorsieht. Zudem wird für das GÖP davon ausgegangen, dass an den Staustufen durch technische Anlagen die ökologische Durchgängigkeit (linear und aquatisch, insbesondere Fischauf- und -abstieg) hergestellt wird.

Der GÖZ ist dagegen durch durchgehend naturnahe hydromorphologische Verhältnisse im Gewässer und mindestens in einem größeren Teil der angrenzenden Aue gekennzeichnet. Die hypothetische Umsetzung dieses Szenarios 2 setzt daher auf folgende Maßnahmen:

1. Legung bzw. Beseitigung der Staustufen sowie Sohllangleichung zur Kompensation der historischen Keilbaggerungen an der Lahn und Erzeugung eines naturraumtypischen Längsgefälles der Lahn,
2. Entfernung aller im Zusammenhang mit den Staustufen oder Schleusen stehenden Gebäude und Anlagen aus der Aue (bis auf einzelne „Schaubjekte“, z. B. für technischen Denkmalschutz und/oder Umweltbildung), um Zwangspunkte zu minimieren,
3. Etablierung naturnaher gewässerstruktureller Verhältnisse in der Lahn (Sohle, Ufer, Umfeld),
4. Anordnung und naturnahe Gestaltung (Höhenzonierung, Substratverhältnisse, Hydro- und Morphodynamik) eines Gewässerentwicklungskorridors als (Mindest-) Raumbedarf (gewässertypspezifischer Flächenbedarf).

Bei Punkt 4. wurde methodisch auf die LAWA-Verfahrensempfehlung für die Ermittlung des Raumbedarfes [19] zurückgegriffen. Diese stützt sich auf die Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen (hpn) Gewässerbreite unter Einbeziehung der Mäanderlänge, der Windung sowie eines Dynamikfaktors. Die Ableitung umfasst eine ganze Reihe von Arbeitsschritten der GIS-Analyse (z. B. Tal-

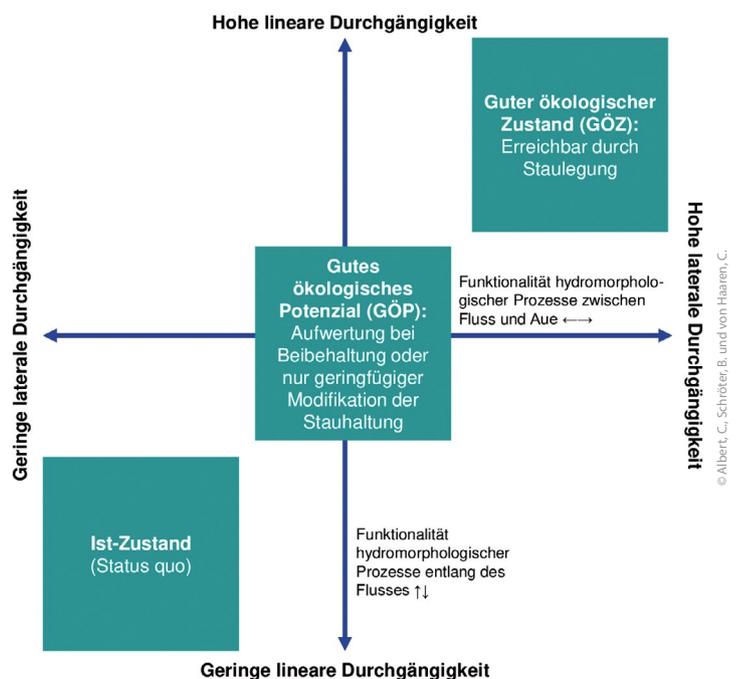


Bild 4: Grundsätzliche Handlungsoptionen für den Umgang mit Staustufen und Folgen im Sinne der WRRL [1], [6]

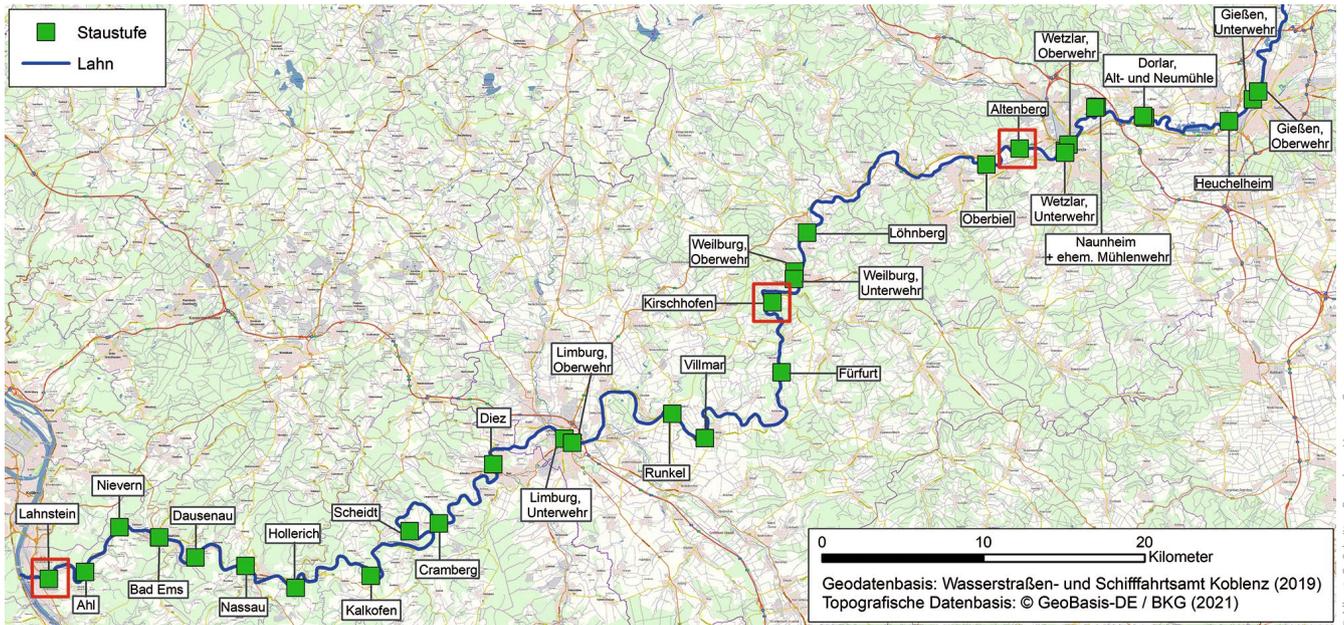


Bild 5: Lage der drei ausgewählten Lahn-Staufufen (rote Rahmen) [6]

bodengefälle, Schwingungsamplitude), der Berechnung (z. B. bordvoller Abfluss bei hpn Gewässerbreite) und der Aussparung bebauter Bereiche.

Aus ökologischer Sicht und nach der Systematik von WRRL [1] und OGewV [20] ermöglicht der Gewässerentwicklungskorridor die Etablierung hydromorphologischer Strukturen und Prozesse, die den guten ökologischen Zustand repräsentieren; er bildet die „ökologisch aktive rezente Aue“. Hinweise zur strukturellen ökologischen Ausprägung geben z. B. die gewässertypspezifischen Steckbriefe und diesbezüglichen Einordnungen für den guten Zustand des Umweltbundesamtes [21]. Für die weitere Analyse mussten noch folgende Schritte durchgeführt werden:

- Weitergehende horizontale Zonierung des Gewässerentwicklungskorridors entsprechend der ökologisch wirksamen Teilräume (u. a. Höhenstufen, Hydromorphie, Überschwemmungsregime)
- Umsetzung/Einschneiden des Gewässerentwicklungskorridors in das 3-dimensionale Höhenmodell der einzelnen Staufufen, um realitätsnahe Höhenverhältnisse eines ökologisch funktionsfähigen Gewässerentwicklungskorridors im Sinne der oben formulierten Grundsätze zu modellieren

Da anschließend beide Szenarien für drei ausgewählte Staufufen zur Anwendung kamen, mussten zusätzlich einige Voraussetzungen definiert werden, z. B. gegebene Längskontinuität bezüglich des Sedimenthaushalts (ökologische Durchgängigkeit für Sedimente) sowie bezüglich der ökologischen Durchgängigkeit, ausreichend gegebenes Wiederbesiedlungspotenzial für alle Arten (aquatisch, terrestrisch, semiterrestrisch), bewusste Vernachlässigung von Eigentumsfragen, rechtlichen Abwägungen und auch des technischen und finanziellen Aufwandes.



Bild 6: Staufufe Lahnstein mit Wehr- und Schleusenanlage [6]



Bild 7: Staustufe Kirschhofen mit Wehr- und Schleusenanlage [6]

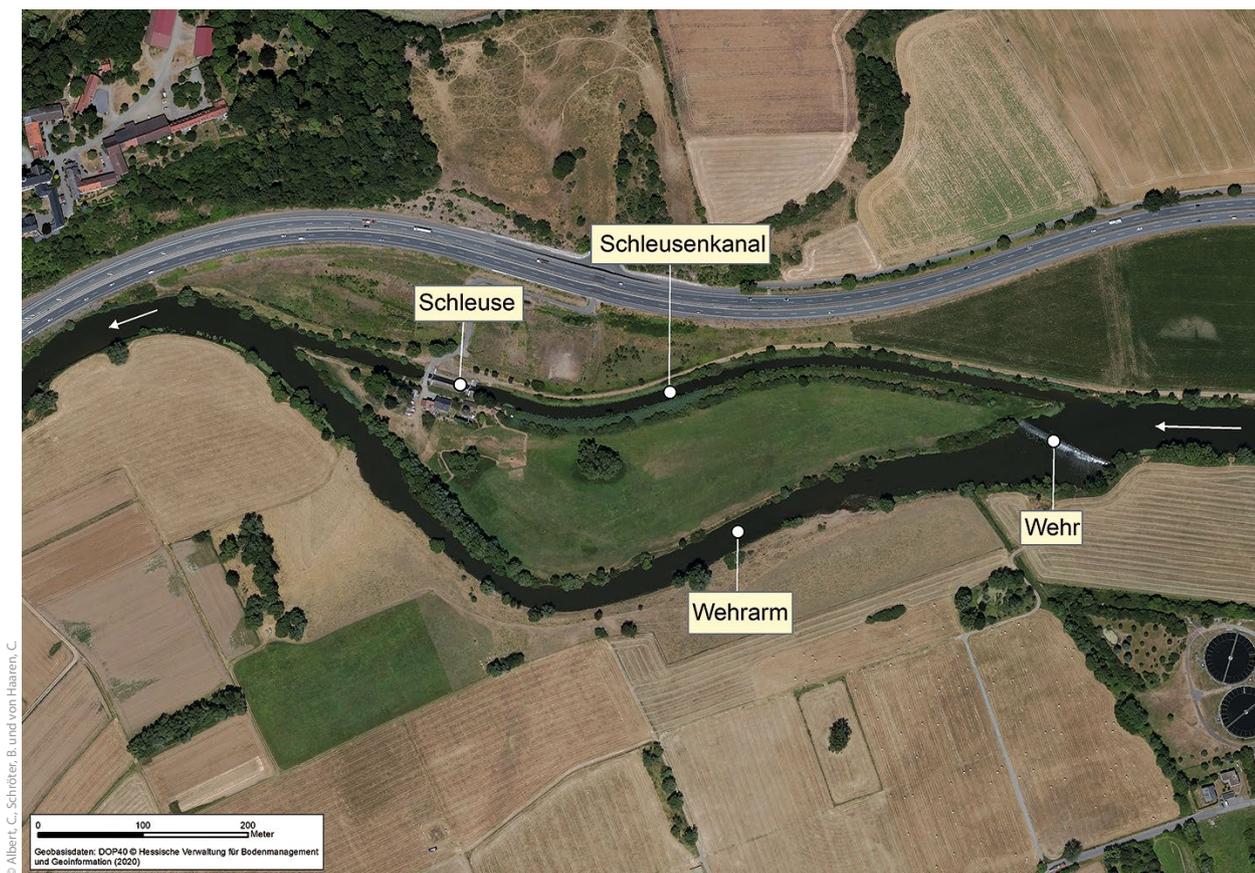


Bild 8: Staustufe Altenberg mit Wehr- und Schleusenanlage [6]

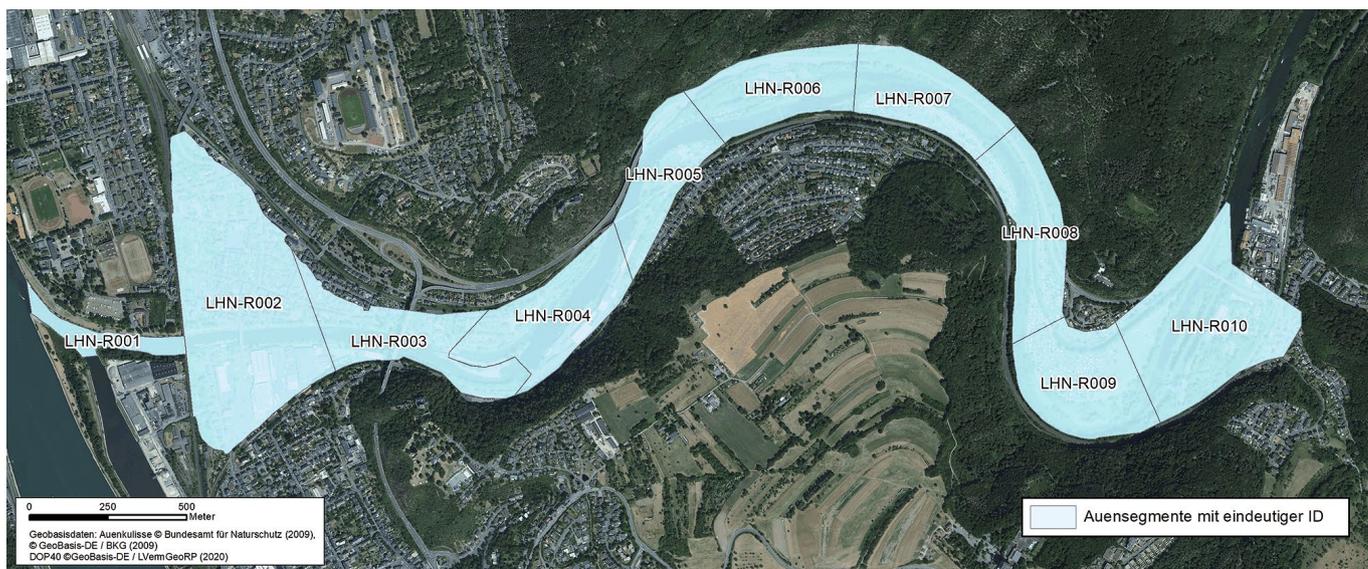


Bild 9: Umgesetzte 500-m-Abschnittsbildung, beispielhaft für die Staustufe Lahnstein [6]

Ausgewählte Staustufen für exemplarische Untersuchungen

In Abstimmung mit dem LiLa-Projektconsortium wurden drei der 29 Staustufen (**Bild 5**) in den beiden betroffenen Bundesländern für die Analysen ausgewählt (technische Angaben: WSV):

1. Lahnstein (Rheinland-Pfalz): die Staustufe Lahnstein bei Lahn-km 135,700 bildet die unterste Staustufe der Lahn (**Bild 6**). Das Stauziel liegt bei 66,06 m NN bei einer Fallhöhe von ca. 5,9 m.
2. Kirschhofen (Hessen): die Staustufe Kirschhofen liegt bei Lahn-km 45,280 (**Bild 7**). Das Stauziel liegt bei 126,77 m NN bei einer Fallhöhe von ca. 3,5 m.
3. Altenberg (Hessen): das feste und einfeldrige Wehr Altenberg bei Lahn-km 15,877 begründet die oberste der drei ausgewählten Staustufen (**Bild 8**). Das Stauziel liegt bei 144,408 m NN bei einer Fallhöhe von ca. 1,4 m.

Alle drei Staustufen können mit den jeweils vorhandenen Schleusen durch Schiffe passiert werden. Die Staustufen stehen repräsentativ für die unterschiedlichen Verhältnisse an der Bundeswasserstraße Lahn und dies sowohl in geographischer und naturräumlicher Hinsicht (Lage im Untersuchungsraum, Talform, Fließgewässertyp, Auentyp, als auch in Bezug auf den Gewässerzustand, die Bedeutung für motorisierte Schifffahrt und die Wasserkraft, als auch hinsichtlich der Auennutzung).

Für Auswerte- und Vergleichszwecke wurden die Ergebnisse in grundsätzlich äquidistante Auenabschnitte/-segmente analog zu [14], [15], [16], [17] überführt und mit einer Segment-ID versehen. Dazu wurden 500-m-Auenabschnitte gebildet, wobei auch das Prinzip „Ober- und Unterwasser“ an Staubauwerken berücksichtigt wurde (**Bild 9**). So sollten keine Unterteilungen erzeugt werden, die wesentliche Arealeigenschaften (vor allem des Ist-Zustandes) willkürlich und fachlich unsystematisch zugeordnet hätten. Insofern wurden Staubauwerke mit ihrer Lage als Grenze eines Auenabschnittes möglichst praktikabel angesetzt. Leichte Abweichungen in der Länge eines Abschnittes von 500 m werden dadurch in Kauf genommen, führen aber durch die Normierung

der Bewertung auf Flächengrößen zu keiner maßgeblichen Verzerrung von Bewertungen. Ganz im Gegenteil, dies führt zu sachgerechteren Ergebnissen. Letztlich konnten mit diesem Vorgehen die Ergebnisse, vorzugsweise flächengewichtet (Arealgröße), zu Ergebnissen und Bewertungen des jeweiligen Auenabschnittes verdichtet werden (hierzu [9] in dieser Ausgabe von WASSER UND ABFALL).

Danksagung

Die Autoren bedanken sich beim LiLa-Projektconsortium (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV), Struktur und Generaldirektion Nord des Landes Rheinland-Pfalz, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz, Regierungspräsidium Gießen, Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes) für die konstruktive Zusammenarbeit und zahlreiche intensive fachliche Diskussionen. Insbesondere möchten wir dem Projektleiter, Herrn Dr. von Keitz, HMUKLV, für das geschenkte Vertrauen danken.

Literatur

- [1] WRRL (Europäische Wasserrahmenrichtlinie): 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, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.
- [2] WaStrG: Bundeswasserstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Mai 2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S.1980), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3901).
- [3] Europäische Kommission (2021): Biodiversity Strategy 2030. Barrier Removal for River Restoration. – https://ec.europa.eu/environment/publications/guidance-barrier-removal-river-restoration_en, Abruf am 05.01.2022.

- [4] Wüstemann, H., Hartje, V., Bonn, A., Hansjürgens, B., Bertram, C., Dehnhardt, A., Döring, R., Doyle, U., Elsasser, P., Mehl, D., Osterburg, B., Rehdanz, K., Ring, I., Scholz, M. & Vohland, K. (2014): Naturkapital Deutschland – TEEB DE. Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Kurzbericht für Entscheidungsträger. – Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, 77 S.
- [5] Albert, C., Schröter, B. und von Haaren, C. (2017): Ökosystemleistungen von Flusslandschaften: Nützliche Informationen für Entscheidungen. – Wasser und Abfall 19 (5), 24 – 29.
- [6] BIOTA (2021): Studie „Sozio-ökonomisches Monitoring und Bewertung der Veränderungen von Ökosystemleistungen (ÖSL) im Projekt LiLa Living Lahn“. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Projektmanagement LiLa Living Lahn, 329 S.
- [7] Haines-Young, R. & Potschin, M. (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. – <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>, Abruf am 01.02.2020.
- [8] Leitfaden der Europäischen Kommission zur Bewertung von Ökosystemleistungen in EU-Life-Vorhaben. – https://ec.europa.eu/easme/sites/easme-site/files/life_ecosystem_services_guidance.pdf, Abruf am 30.03.2020.
- [9] Mehl, D., Iwanowski, J., Dehnhardt, A., Püffel, C. & Albert, C. (2022): Auswirkungen von Handlungsalternativen für Stautufen der Lahn auf Ökosystemleistungen. – WASSER UND ABFALL 1-2/2022, 36 – 43.
- [10] Kowarik, I., Bartz, R. & Brenck, M. [Hrsg.] (2016): Naturkapital Deutschland. Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. – Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, 300 S.
- [11] Wolff, S., Schulp, C. J. E. & Verburg, P. H. (2015): Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. – Ecological Indicators 55, 159 – 171.
- [12] Dehnhardt, A., Horbat, A. & Meyerhoff, J. (2016): Der Nutzen des Schutzes von Flussauen aus volkswirtschaftlicher Perspektive. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 9 (5), 306 – 311.
- [13] de Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. & Willemen, L. (2010): Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. – Ecological Complexity 7, 260 – 272.
- [14] Mehl, D., Hoffmann, T. G., Iwanowski, J., Lüdecke, K. & Thiele, V. (2018): 25 Jahre Fließgewässerrenaturierung an der mecklenburgischen Nebel: Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und auf regulative Ökosystemleistungen. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 62 (1), 6 – 24.
- [15] 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., Linne-mann, 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-Schriftenreihe Heft 31/2018, 187 S.
- [16] Podschun, S. A., Thiele, J., Dehnhardt, A., Mehl, D., Hoffmann, T. G., Albert, C., von Haaren, C., Deutschmann, K., Costea, G. & Pusch, M. (2018): Das Konzept der Ökosystemleistungen - eine Chance für integratives Gewässermanagement. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 62 (6), 453 – 468.
- [17] Brunotte, E., Dister, E., Günther-Diringer, D., Koenzen, U. & Mehl, D. (2009): Flussauen in Deutschland. Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt 87, 141 S.
- [18] ProAqua & PB Koenzen (2018): Erstellung eines Konzeptes zur Stauraumstrukturierung an der hessischen Lahn, LIFE14IPE/DE/022_A.7. – ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik & Planungsbüro Koenzen im Auftrag des Regierungspräsidiums Gießen.
- [19] LAWA (2016): Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern. LAWA-Verfahrensempfehlung. Anwenderhandbuch, LFP-Projekt 04.13. – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 16 S.
- [20] OGWV: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGWV) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).
- [21] UBA (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Anhang 1 von „Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle“. – Umweltbundesamt [Hrsg.], UBA-Texte 43/2014, 288 S.

Autoren

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
M.Sc. Janette Iwanowski
 biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
 Nebelring 15
 18246 Bützow
 E-Mail: dietmar.mehl@institut-biota.de
 E-Mail: janette.iwanowski@institut-biota.de

Dr. rer. oec. Alexandra Dehnhardt
M.Sc. Catharina Püffel
 Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH, gemeinnützig
 Potsdamer Straße 105
 10785 Berlin
 E-Mail: alexandra.dehnhardt@ioew.de
 E-Mail: catharina.pueffel@ioew.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Albert
 Ruhr-Universität Bochum
 Geographisches Institut
 Universitätsstraße 150
 44801 Bochum
 E-Mail: christian.albert@rub.de

Die im Beitrag dargestellte Studie „Sozio-ökonomisches Monitoring und Bewertung der Veränderungen von Ökosystemleistungen (ÖSL) im Projekt LiLa Living Lahn“ wurde im Rahmen des LIFE-IP-Projektes LiLa-Living-Lahn erstellt (IP-LIFE14/DE/022). Die Langfassung, eine Zusammenfassung (Broschüre) und eine englischsprachige Zusammenfassung werden auf der Projekt-homepage unter der Maßnahme D1 veröffentlicht: www.lila-livinglahn.de



LiLa Living Lahn



Brinke, A.; Spira, D.; Feiler, U.: Sedimentqualität - Ein Teilaspekt aus dem integrierten EU-Life Projekt „LiLa - Living Lahn“. In: WASSER UND ABFALL, Ausgabe 6/2019. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019. www.springerprofessional.de/link/16799124

Von Landwüst, C.: Monitoring gebietsfremder Fischarten in Rhein, Mosel und Lahn. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 2-3/2020. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020. www.springerprofessional.de/link/17762852