



Evaluierung kultureller Ökosystemleistungen renaturierter Fließgewässer

Daniel S. Hayes · Susanne Muhar · Stephanie Popp · Renate Becsi · Helena Mühlmann · Gisela Ofenböck · Sigrid Scheikl

Angenommen: 24. August 2022
 © Der/die Autor(en) 2022

Zusammenfassung Hydromorphologische Sanierungsmaßnahmen an Fließgewässern tragen maßgeblich zur Verbesserung von biologischen und physikalisch-chemischen Parametern bei. Gleichzeitig bieten renaturierte, naturnahe Flusslandschaften einer Vielfalt von Nutzerinnen und Nutzern unterschiedlichste Ökosystemleistungen, wie beispielsweise Erholungsmöglichkeiten oder Naturerlebnis. Bislang fehlte jedoch ein methodischer Rahmen, um diesen Mehrwert renaturierter Flüsse zu ermitteln und zu bewerten. Ziel unserer Studie war es daher, eine räumlich explizite, praktikable und reproduzierbare Methode zur Quantifizierung der potenziell verfügbaren kulturellen Ökosystemleistungen von Flüssen vor und nach Renaturierung zu erarbeiten. Dieser Ansatz umfasst die Identifizierung signifikanter Kriterien und Indikatoren sowie die weitere Entwicklung einer nicht-monetären, aber quantitativen Bewertung. Der Bewertungsrahmen wurde auf Grundlage von Literaturrecherchen, Expertinnen- und

Experteninterviews und standardisierten Befragungen von Flussnutzerinnen und -nutzern entwickelt. Die hierarchisch aufgebaute Methode ermöglicht es, sieben Arten kultureller Ökosystemleistungen anhand eines vielfältigen Indikatorensets zu bewerten. In dieser Arbeit werden die kulturellen Ökosystemleistungen zweier Fallbeispiele, der Isel und des Liesingbachs, jeweils vor und nach der Renaturierung erfasst. Dadurch können die erzielten Veränderungen quantifiziert und dokumentiert werden. Die Evaluierungsergebnisse belegen, dass die Sanierungen von Isel und Liesingbach das Potenzial kultureller Ökosystemleistungen grundsätzlich erhöht haben. Dies trifft vor allem auf die wasserbezogenen Leistungen „Baden und Planschen“, „Bootfahren“ und „Angeln“ zu, aber auch auf passive Leistungen wie „Naturerlebnis und Ruhe“ sowie „Schönheit und Landschaftsbild“. „Wandern und Laufen“ sowie „Radfahren“ sind annähernd gleichgeblieben bzw. haben sich mitunter sogar verschlechtert. Die vorliegende Arbeit verdeutlicht somit, dass die vorliegende Methode geeignet ist, das Potenzial kultureller Ökosystemleistungen zu bewerten und die Veränderung zwischen der regulierten und der renaturierten Situation quantitativ zu erfassen. Diese praktischen Erprobungen und Ergebnisse dokumentieren, dass der hydromorphologische und ökologische Bewertungsrahmen von Renaturierungen durch die Integration dieser Methode in Planungs- und Monitoringprozesse um einen sozio-kulturellen Bewertungsansatz sinnvoll erweitert werden kann.

Evaluating river restoration measures by cultural ecosystem services

Abstract Hydromorphological restoration measures of rivers lead to the improvement of biological and physicochemical parameters. At the same time, restored, near-natural river landscapes offer a wide variety of ecosystem services to a diversity of users, such as recreational opportunities or the experience of nature. However, a methodological framework for determining and evaluating this added value of restored rivers has been outstanding. Therefore, our study aimed to develop a spatially explicit, practicable, and reproducible method to quantify the potentially available cultural ecosystem services of rivers before and after restoration. This approach identifies key criteria and indicators and develops a non-monetary but quantitative assessment. The assessment framework was developed based on literature reviews, expert interviews, and standardized surveys of river users. The hierarchical method allows for assessing seven types of cultural ecosystem services using a diverse set of indicators. In this paper, the cultural ecosystem services of two case studies, the Isel and the Liesingbach Rivers, are recorded before and after river restoration, respectively. Thereby, the achieved changes are quantified and assessed. The evaluation results prove that the restoration of the Isel and Liesingbach Rivers increased the potential of cultural ecosystem services. This improvement is especially true for water-related cultural ecosystem services such as bathing and splashing, boating, and recreational angling, but also passive services such as nature experience and tranquility as well as beauty and scenery. Hiking and running as well as cycling have remained roughly the same or even deteriorated in some cases. Overall, the present work illustrates that this method is suitable

Zusatzmaterial online Zusätzliche Informationen sind in der Online-Version dieses Artikels (<https://doi.org/10.1007/s00506-022-00895-0>) enthalten.

Dr. D. S. Hayes (✉) ·
 Ao. Univ.-Prof. DI Dr. S. Muhar ·
 S. Popp, B.Sc. · DI R. Becsi ·
 DI S. Scheikl
 Department für
 Wasser-Atmosphäre-Umwelt,
 Institut für Hydrobiologie
 und Gewässermanagement,
 Universität für Bodenkultur Wien,
 Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien,
 Österreich
daniel.hayes@boku.ac.at

DI H. Mühlmann · Mag. G. Ofenböck
 Bundesministerium für
 Land- und Forstwirtschaft,
 Regionen und Wasserwirtschaft,
 Stubenring 1, 1010 Wien, Österreich

Schlüsselwörter Fließgewässer-
 Renaturierung · Kulturelle
 Ökosystemdienstleistungen · KÖSL ·
 Hydro-Morphologie ·
 Bewertungsmethode ·
 Zustandsüberwachung ·
 Geographisches Informationssystem
 (GIS)

for evaluating the potential of cultural ecosystem services and quantifying the change between the regulated and the restored state. These tests and results document that the hydromorphological and ecological assessment framework of restoration measures can be usefully extended by a socio-cultural assessment approach by integrating this method into planning and monitoring processes.

Keywords River restoration · Cultural ecosystem services · CES · Assessment method · Hydro-morphology · Monitoring · Geographic information system (GIS)

1 Einleitung

Flusslandschaften werden seit Jahrtausenden als Siedlungsgebiete sowie als Infrastruktur- und Produktionsflächen genutzt. Naturnahe, ökologisch intakte Flusslandschaften stellen dabei eine unentbehrliche Umweltressource für Menschen dar (Haidvogel et al. 2019). Flusslandschaften stellen Trink- und Brauchwasser zur Verfügung, tragen zum Hochwasserrückhalt bei, bieten Erholungsmöglichkeiten und sind von kultureller sowie ästhetischer Bedeutung (Plieninger et al. 2013). Das Konzept der Ökosystemleistungen (ÖSL) beschreibt diese Schnittstelle zwischen Ökosystemen und dem Nutzen, den Menschen aus Ökosystemen ziehen können (MEA 2005) und versucht, diese Verbindung zwischen Ökosystemen und der Gesellschaft zu systematisieren und in Bewertungen dieser Landschaften einfließen zu lassen.

ÖSL werden meist nach dem Schema des Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005) in „regulierende Leistungen“, „bereitstellende“ und „unterstützende“ bzw. „Habitat-Dienstleistungen“ sowie „kulturelle ÖSL“ klassifiziert (z. B. TEEB 2010; CICES 2018; vgl. Haines-Young und Potschin 2010). Zur Erfassung und Evaluierung von Regulierungs- und Bereitstellungsleistungen bestehen bereits umfangreiche Erfahrungen (Umweltbundesamt 2019; Getzner et al. 2011; Hanna et al. 2018). Im Gegensatz dazu sind Erhebungs- und Bewertungsansätze kultureller ÖSL (KÖSL; zusammenfassend nach MEA (2005) als immaterieller Nutzen von Ökosystemen für Menschen beschrieben), etwa im Sinne des Erlebens landschaftlicher Schönheit und Ästhetik, für Erholung und Freizeit, Bildung und Inspiration

oder das Empfinden von Heimatgefühl noch rar (Hanna et al. 2018). Dies ist vor allem auf methodische Herausforderungen bei deren Beschreibung und Quantifizierung zurückzuführen. Häufig hat dieses Problem dazu geführt, dass KÖSL in Bewertungsverfahren nur vereinzelt Berücksichtigung fanden (Chan et al. 2012; Daniel et al. 2012; Plieninger et al. 2013), obwohl ihre Bedeutung für den Menschen – speziell auch im Zusammenhang mit naturnahen oder renaturierten Fließgewässern – mehrfach belegt ist (Junker und Buchecker 2008; Grizzetti et al. 2019).

In den letzten Jahren setzten sich erste Forschungsarbeiten mit der systematischen, Indikatoren-basierten und quantifizierenden Bewertung von KÖSL (Hermes et al. 2018; Rabe et al. 2018) und speziell auch mit einem Fokus auf Flusslandschaften (z. B. Bark et al. 2016; Vermaat et al. 2016) auseinander. Thiele et al. (2019) führten eine umfassende, systematische Studie auf nationaler Ebene durch, um das Potenzial der bereitgestellten KÖSL deutscher Flusslandschaften räumlich-quantitativ zu erfassen. Die Auswahl der Evaluierungsparameter wurde dabei jedoch auf jene beschränkt, die anhand verfügbarer räumlicher Daten nationaler Verwaltungsinstitutionen anwendbar sind. Zudem ist die Methode auf eine größere räumliche Maßstabebene (Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet > 1000 km²) ausgerichtet und schließt damit eine kleinräumige Erfassung und Evaluierung von Fließgewässern weitgehend aus.

1.1 Kulturelle Ökosystemleistungen und Fließgewässer-Renaturierungen

Um die vielfältigen Funktionen von intensiv genutzten und beeinträchtigten Fließgewässern bestmöglich zu gewährleisten sowie den Zustand dieser Gewässer zu verbessern, werden – den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie entsprechend – seit vielen Jahren hydromorphologische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass diese Maßnahmen die von Fließgewässern bereitgestellten KÖSL positiv beeinflussen können (Schindler et al. 2014; Seidl und Stauffacher 2013; Vermaat et al. 2016). Intakte, morphologisch-strukturell vielfältige Flüsse und Bäche sind, in Verbindung mit Landschaftselementen wie Ufergehölzen und Auwaldbeständen, attraktiv für die Befriedigung immaterieller Be-

dürfnisse von Menschen zur Erholung, für Ausgleich und Wohlbefinden sowie Bildung. So konnte auch bereits gezeigt werden, dass ein hydromorphologisch sehr guter oder guter Zustand von Fließgewässern mit „einer zumeist höheren Bereitstellung kultureller Ökosystemleistungen“ einhergeht (Junker und Buchecker 2008).

Sanierungsmaßnahmen werden im Rahmen standardisierter Monitoring-Programme evaluiert. Deren Beurteilung ist, neben physikalisch-chemischen Parametern, meist auf ökologische und biologische Merkmale ausgerichtet, die oftmals direkt nach Umsetzung vorerst nur unzureichende Verbesserungen aufweisen (Unfer et al. 2011) bzw. sich Erfolge erst einige Zeit später nachweisen lassen (Csar et al. 2019). Der Mehrwert von Renaturierungen für die unmittelbaren Bewohner- und Nutzer:innen sowie für die breitere Öffentlichkeit tritt dadurch oft in den Hintergrund und wird durch das aktuell angewendete Monitoring nicht abgebildet. Daher sollen hydromorphologische Sanierungsmaßnahmen zukünftig auch ergänzend hinsichtlich kultureller Ökosystemleistungen bewertet werden.

Zu diesem Zwecke wurde im Rahmen des Projektes „ResCulES“ (Methodenentwicklung zur Evaluierung von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern mittels kultureller Ökosystemleistungen; Scheikl et al. 2021a, b), ein methodisches Konzept zur systematischen, räumlich expliziten und quantitativen Erhebung und Bewertung kultureller Ökosystemleistungen renaturierter Fließgewässer entwickelt und an fünf Fallbeispielen erprobt. Der methodische Ansatz wird derzeit im Rahmen des EU-geförderten Projekts „Integrated River Solutions Austria – LIFE IP IRIS Austria“ (<https://life-iris.at>; Wenk et al. 2021; Wenk und Mühlmann 2022) bei weiteren Fließgewässern erprobt.

Nachfolgend werden nun die Bewertungsmethode und deren Anwendung bei den Fallbeispielen Isel und Liesingbach erläutert sowie die Ergebnisse diskutiert und ein Ausblick auf zukünftige Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen von Planungs- und Monitoringprozessen gegeben.

2 Methodik

Einleitend sollen die verwendeten Begriffe zusammenfassend definiert werden: Ökosystemleistungen sind direkte

Tab. 1 Kulturelle Ökosystemleistungen (KÖSL) (renaturierter) Fließgewässer und deren Indikatoren für die Potenzialerhebung und bewertung. (Nach Chiari (2010), Russi et al. (2013), Maes et al. (2014, 2016), Böck (2016), Poppe et al. (2016), Haines-Young und Potschin (2010), Podschun et al. (2018), Hermes et al. (2018), Priglinger (2019) und Scheikl et al. (2021a))

KÖSL-Klasse ^a	KÖSL-Subklasse	Indikatoren	Bewertungselemente bzw. Grenzwerte ^b
Sport und Erholung: Möglichkeiten für aktive wasserbezogene Aktivitäten bzw. Aktivitäten in Gewässernähe	Wandern & Laufen	Begehbare Wege und ausgewiesene Wanderwege entlang des Flussufers bzw. im/entlang des Untersuchungsgebiets	Vorhanden [1]: Gehweg befestigt, Gehweg unbefestigt, Trampelpfad
			Nicht vorhanden [0]
	Radfahren	Mit dem Rad befahrbare Wege und ausgewiesene Radwege entlang des Flussufers bzw. im/entlang des Untersuchungsgebiets	Vorhanden [1]: Radweg befestigt, Radweg unbefestigt
			Nicht vorhanden [0]
	Baden & Planschen	Fließgeschwindigkeit	Stehend, langsam fließend, rasch fließend [1]
			Reißend [K.O. Kriterium]
			Vorhanden [1]: Flachufer/Kies-/Sandbänke
	Baden & Planschen	Bade-/Lagerplätze	Nicht vorhanden [0]
			Klasse < 3 [1]
			Klasse ≥ 3 [0]
	Nicht motorisiertes Bootfahren	Gewässerbreite	< 5 m [K.O. Kriterium]
			≥ 5 m [1]
		Gewässertiefe (Fahrinne)	< 60 cm [K.O. Kriterium]
			≥ 60 cm [1]
	An-/Ablegeplätze	Vorhanden [1]: Flachufer/Kies-/Sandbänke, An-/Ablegeplatz (ausgewiesen)	
Nicht vorhanden [0]			
Angeln	Befahrbare Fließstrecke ohne Querbauwerke	Durchgehend befahrbar [1]	
		Unterbrechung durch Querbauwerke bzw. Restwasserstrecke [K.O. Kriterium]	
		Vorhanden [1]: ohne Hindernisse, durch Wege/Pfade	
Angeln	Angelplätze: Zugänglichkeit des Flussufers	Nicht vorhanden [0], z. B. undurchdringliches Gebüsch	
		Vorhanden [1]: Alt-/Seitenarme, Kies-/Sandbänke, Uferabbrüche Totholzstrukturen	
		Nicht vorhanden [0]	
Angeln	Typspezifische Sonderlebensräume	Klasse < 3 [1]	
		Klasse ≥ 3 [0]	
		Vorhanden [1]: Alt-/Seitenarme, Kies-/Sandbänke, Uferabbrüche, Totholzstrukturen, Feucht-/Nasswiesen, Halbtrockenwiesen, Heißländen	
Möglichkeiten, die Natur passiv und beobachtend zu erleben und Raum für gesellschaftliches Zusammensein	Naturerlebnis & Ruhe	Erreichbare/zu besichtigende typspezifische Sonderlebensräume	Nicht vorhanden [0]
			Vorhanden [1]: Alt-/Seitenarme, Kies-/Sandbänke, Uferabbrüche, Totholzstrukturen, Feucht-/Nasswiesen, Halbtrockenwiesen, Heißländen
	Naturerlebnis & Ruhe	Natürlichkeit	Abwesenheit naturferner Elemente [1], z. B.: Brücken, befestigte Straßen, Eisenbahntrassen, Stromleitungen und -masten, Windräder
			Vorhandensein naturferner Elemente [0]
	Naturerlebnis & Ruhe	Zustand der Gewässermorphologie ^c	Klasse < 3 [1]
			Klasse ≥ 3 [0]
	Naturerlebnis & Ruhe	Zustand des Gewässerverlaufs ^c	Klasse < 3 [1]
			Klasse ≥ 3 [0]
	Naturerlebnis & Ruhe	Ökologische Natürlichkeit der Landnutzung/Landbedeckung	Sehr hoch und hoch ^d [1]
			Mittel bis sehr niedrig ^d [0]
Naturerlebnis & Ruhe	Zugänglichkeit des Flussufers	Vorhanden [1]: ohne Hindernisse, durch Wege/Pfade	
		Nicht vorhanden [0], z. B. undurchdringliches Gebüsch	
Naturerlebnis & Ruhe	Lärmberuhigte Bereiche: ruhige betretbare (Grün-) Flächen ohne anthropogen verursachte Lärmbelastungen bzw. Flächen, die durch Gehölze oder Hecken vor Lärmquellen geschützt sind	Vorhanden [1]	
		Nicht vorhanden [0]	
Naturerlebnis & Ruhe	Bereiche, in denen das Naturerlebnis durch Infrastruktur unterstützt wird ^e	Vorhanden [1]: Aussichtsplattformen, Schau-/Informationstafeln, Infozentren, Erlebnis-/Themenwege, Sitzgelegenheiten	
		Nicht vorhanden [0]	

Tab. 1 (Fortsetzung)

KÖSL-Klasse ^a	KÖSL-Subklasse	Indikatoren	Bewertungselemente bzw. Grenzwerte ^b
Plätze und Elemente, sowie deren Komposition in der Flusslandschaft, die besonderen ästhetischen Wert besitzen	Schönheit & Landschaftsbild	Wahrgenommene Natürlichkeit von Landnutzungsklassen	Sehr hoch und hoch ^d [1] Mittel bis sehr niedrig ^d [0]
		Natürliche Elemente	Abwesenheit naturferner Elemente [1], z. B.: Brücken, befestigte Straßen, Eisenbahntrassen, Stromleitungen und -masten, Windräder Vorhandensein naturferner Elemente [0]
		Eigenart/Seltenheit	Vorkommen seltener Landnutzungsklassen ^d [1]
			Abwesenheit seltener Landnutzungsklassen ^d [0]

^aKlasse nach CICES V5.1 (CICES 2018)
^bDie Werte in den eckigen Klammern (1: Indikator vorhanden; 0: Indikator nicht vorhanden) stellen die Grundlage für die Bewertung der KÖSL dar (siehe Kapitel 2.4)
^cZustandsbewertung entsprechend dem Bewertungsansatz des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes
^dDie Landnutzungs-/Landbedeckungsklassen basieren auf der Nomenklatur der Copernicus Riparian Zones (European Environment Agency, Version 2015). Bezüglich der fünf-stufigen Einteilung einzelner Klassen siehe Scheikl et al. (2021a, b)
^eDieser Indikator ist nicht Teil der quantitativen Bewertung; die entsprechenden Infrastruktureinrichtungen werden jedoch erfasst sowie textlich und planlich dokumentiert

oder indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen (TEEB 2010). Werden diese Ökosystemleistungen vom Menschen direkt oder indirekt in Anspruch genommen, so entsteht ein Nutzen bzw. *Benefit* dieser Leistungen.

Im Rahmen der ResCulES-Methode werden die potenziellen KÖSL (*offered* oder *potential cultural ecosystem services*) erhoben und evaluiert. *Potential ecosystem services* beschreiben somit das Angebot an Ökosystemleistungen (Burkhard et al. 2014), sind also jene Beiträge des Ökosystems, die Menschen aktuell oder zukünftig nutzen könnten, die aber nicht zwangsläufig heute genutzt werden (von Haaren et al. 2014).

2.1 Kulturelle Ökosystemleistungen: Klassen und Indikatoren

Eine umfassende Literaturstudie bildete die Grundlage für die Entwicklung eines nachvollziehbaren Bewertungsinstrumentes KÖSL an (renaturierten) Fließgewässern bzw. Fließgewässerabschnitten. Diese Literaturrecherche verfolgte das Ziel, international angewendete KÖSL-Klassifizierungsmethoden zusammenzutragen, den aktuellen Forschungsstand hinsichtlich der KÖSL-Bewertung von Flusslandschaften zu eruieren sowie geeignete Indikatoren für deren Bewertung an Fließgewässern zu identifizieren. Zentrales Ergebnis dieser Literaturarbeit war eine initiale Liste der Klassen und Subklassen von KÖSL und deren Indikatoren, die sich für die Potenzial-Beurteilung der KÖSL sanierter Abschnitte eignen könnten. Diese Liste wurde im Zuge der weiteren Methodenentwicklung laufend

aktualisiert (u. a. im Rahmen einer Expertinnen- und Expertenbefragung) und an das Ziel einer transparenten und in ihrer technischen Umsetzung standardisierten Bewertungsmethode angepasst.

In einem weiteren Schritt wurden die erste KÖSL- und Indikatorenliste durch Befragungen an den Fallbeispielstandorten ergänzt und verbessert. Diese Befragungen zielten darauf ab, die für Flussbesucherinnen und Flussbesucher tatsächlich relevanten KÖSL und deren Indikatoren zu erheben und so in Verschneidung mit den bisherigen Ergebnissen eine finale Liste von zu bewertenden Indikatoren für unterschiedliche Klassen von KÖSL zu erhalten. Diese finale Liste ist in Tab. 1 dargestellt. Nutzungsverbote werden aufgezeigt, aber bei der Bewertung nicht miteinbezogen, da die hier vorgestellte Methode das Potenzial der lokal bereitgestellten KÖSL bewertet. Verbote werden jedoch als zusätzliche Information erhoben und dargestellt.

Bei der Auswahl der Indikatoren wurde darauf geachtet, die jeweilige KÖSL-Klasse bzw. Subklasse in ihrer Gesamtheit abzudecken. Je nach KÖSL könnte man noch weiter differenzieren, etwa statt „Radfahren“ potenzielle Nutzungsunterschiede des Mountainbikens und Rennradfahrens gesondert bewerten. Um jedoch den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ aller Nutzungen herauszustreichen, wurden nur jene Indikatoren in die Liste aufgenommen, die für alle Aktivitäten einer KÖSL-Subklasse relevant sind. So wurde etwa die Wassertiefe bei „Baden und Planschen“ ausgespart, weil tiefe Stellen für ersteres attraktiv sein können und seichte Be-

reiche für letzteres. Was jedoch sowohl Baden als auch Planschen verbindet ist, dass die Strömung nicht reißend sein darf.

Die hier vorgestellte KÖSL-Bewertungsmethode basiert zum Großteil auf der ResCulES I-Studie (Scheikl et al. 2021a, b).

Für die KÖSL-Subklasse „Schönheit und Landschaftsbild“ wurden nur drei Sub-Indikatoren gewählt (Tab. 1), im Wissen, dass die Bewertung von Landschaftsbild und Landschaftsästhetik ein eigenes Forschungsgebiet darstellt, wofür ausgereifte und vielfach anerkannte Methoden existieren (z. B. Hermes et al. 2018).

2.2 Abgrenzung der Untersuchungsgebiete

Die longitudinale Ausdehnung des Untersuchungsgebiets entspricht immer der Fließgewässerstrecke, an der die jeweilige Sanierungsmaßnahme durchgeführt wurde bzw. geplant ist. Lateral erfolgt die Abgrenzung entweder ebenfalls entlang der Maßnahmengrenzen, oder, sofern diese (noch) nicht klar festgelegt sind, entlang physischer Grenzen, wie Straßenzügen, Böschungsoberkanten, bzw. angrenzender nicht-gewässerbezogener Landnutzung, die nicht von den Maßnahmen betroffen war (z. B. landwirtschaftliche Flächen).

Je nachdem, ob die Sanierung beide Ufer betrifft bzw. betreffen wird und wie breit das Fließgewässer ist, findet auch im Gewässer selbst eine Abgrenzung statt. Hat die Sanierung Einfluss auf die gesamte Gewässerfläche (vor allem bei kleineren Gewässern), so wird die gesamte Gewässerbreite in die Bewer-



Abb. 1 Abgrenzung der Untersuchungsgebiete Isel (*oben*) und Liesingbach (*unten*)

tion inkludiert. Bei größeren Gewässern (z.B. Drau oder Donau) reicht es aus, nur das jeweils renaturierte Ufer zu bewerten (Abb. 1).

Die Fläche des Untersuchungsgebietes für das Prä- und Postmonitoring muss gleich groß sein, um einen Vergleich der KÖSL vor und nach Maßnahmenumsetzung zu ermöglichen. Aber auch bei *control-impact*-Vergleichen soll darauf geachtet werden, dass der renaturierte Abschnitt im Vergleich zur regulierten „Referenz“ eine möglichst gleiche Größe des Untersuchungsgebietes aufweist.

Zur Bewertung der einzelnen KÖSL wird das gesamte Untersuchungsgebiet teilweise in Sub-Untersuchungsgebiete

unterteilt: Beim „Wandern und Laufen“ sowie „Radfahren“ wird der von Wasser benetzte Bereiche nicht mitberücksichtigt. Umgekehrt wird bei wasserbezogenen KÖSL (d.h. „Baden und Planschen“, „nicht motorisiertes Bootfahren“, „Angeln“) nur der gewässer-nahe Raum als Bewertungseinheit herangezogen. Letzteres inkludiert neben dem aquatischen Bereich beispielsweise auch Uferzonen zum Lagern („Baden und Planschen“) oder Anlanden („Bootfahren“). Das Sub-Untersuchungsgebiet wasserbezogener KÖSL wird dabei mittels lateralem Pufferstreifen vom Gewässerufer aller Haupt- und Nebenarme ausgehend definiert. Die Breite dieses Pufferstreifens ist abhängig von

der Gewässerdimension und wurde anhand einer Expertinnen- und Experteneinschätzung festgelegt (Tab. 2). Zu beachten ist, dass diese Werte als Richtwerte für die Praxisanwendung zu verstehen sind. Deren Dimensionierung sollte sich jedenfalls nicht zwischen dem jeweiligen regulierten und renaturierten Flussabschnitt unterscheiden.

2.3 Datenerhebung anhand der Indikatoren

Ein wesentliches Ziel bei der Entwicklung vorliegender Methode war es, Komplexität und Aufwand bei Datenerhebung- und Analyse möglichst gering

Tab. 2 Dimensionierung des Pufferstreifens für wasserbezogene kulturelle Ökosystemleistungen

Gewässerbreite	Breite des Pufferstreifens ab Uferlinie
0–10 m	5 m
10–20 m	10 m
20–60 m	25 m
>60 m	40 m

zu halten, gleichzeitig aber aussagekräftige, robuste Ergebnisse zu erhalten.

Deshalb kann insbesondere beim Prä-Monitoring die Datenerhebung großteils über bereits vorhandene Grundlagen abgedeckt werden. So ist eine Vielzahl der Daten, wie Infrastruktur, Gewässerbreite, Landnutzung und Gewässerzustand (siehe Tab. 1) weitgehend aus vorhandenen Karten (z. B. Open Street Map), Orthofotos oder den Daten des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans bzw. freien Geodaten des Open Government (z. B. data.gv.at) zu extrahieren. Nach einer entsprechenden „Vorkartierung“ mittels Luftbildauswertungen erfolgt eine Verifizierung und ggf. weitere Differenzierung und Anpassung der Daten vor Ort. Zudem werden dabei auch jene Daten

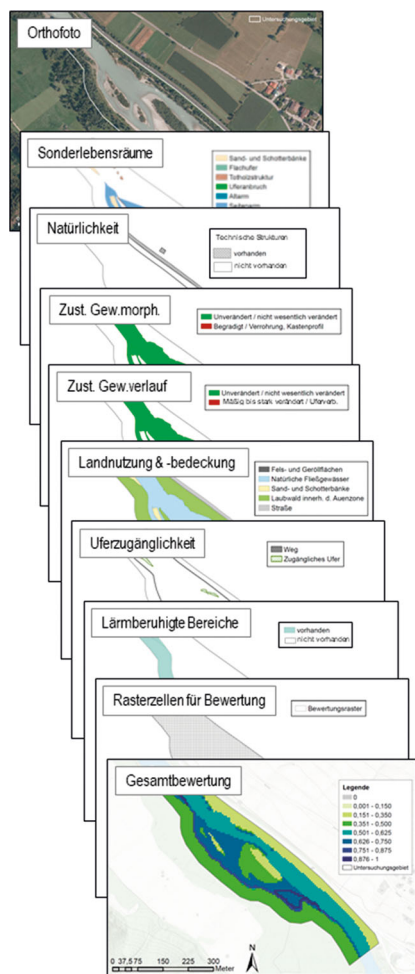


Abb. 2 Beispiel für die KÖSL-Gesamtbewertung (hier: „Naturerlebnis und Ruhe“ am Fallbeispiel Isel). Die verschiedenen Indikatoren-Layer werden über ein 5 × 5-m-Raster miteinander verschnitten und zwischen 0 und 1 skaliert

durch Kartierungen erhoben, für die keine Informationen vorhanden sind.

Für das Post-Monitoring können in der Folge abermals aktuelle Orthofotos als Basis herangezogen werden und außerdem Daten des ökologischen Monitorings übernommen bzw. im Zuge dessen Durchführung ergänzend erhoben werden.

Für die Kartierungen wurde eine kleinste Kartier-Einheit (*Minimum Mapping Unit*) von 4 m² festgelegt. So können auch kleine Strukturen, die für bestimmte KÖSL von wesentlicher Bedeutung sind (z. B. kurze zugängliche Uferabschnitte zum Baden und Planschen oder Angeln; Bootanlegestellen) adäquat abgebildet werden. Punktuelle (z. B. Infotafeln) oder lineare Strukturen (z. B. Trampelpfade) werden auch aufgenommen, wenn sie kleiner bzw. schmaler sind, in weiterer Folge in einem GIS dann jedoch für eine aussagekräftige Analyse auf 2 m Breite bzw. Durchmesser „überzeichnet“.

2.4 Bewertung der kulturellen Ökosystemleistungen

Jede KÖSL wird schließlich basierend auf den vorhandenen Indikatoren (Tab. 1) bewertet. Um einheitliche Bezugsflächen aller KÖSL zu gewährleisten erfolgen die Bewertungen mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) in einem 5 × 5-m-Raster, welches über das gesamte Untersuchungsgebiet gelegt wird.

Pro Indikator erhält jede Rasterzelle die Information, ob dieser Indikator auf der betreffenden Zelle vorhanden [1] oder nicht vorhanden [0] ist. Für die KÖSL-Bewertung werden die Werte aller jeweilig relevanten Indikatoren (1 oder 0; siehe Tab. 1) aufsummiert (Abb. 2). Die Summe der Indikatoren wird dann auf eine Skala von 0 bis 1 transformiert. Null stellt pro Zelle den geringsten möglichen Wert dar (d. h. alle Indikatoren sind nicht verfügbar), Eins den höchsten (d. h. alle Indikatoren sind verfügbar). Die Zwischenwerte bzw. Kategorien entsprechen der Gleichgewichtung aller möglichen Indikatoren in diesem Zahlenbereich. So gibt es etwa bei einem KÖSL mit drei Indikatoren (z. B. „Angeln“) vier Abstufungen (d. h. 0,0; 0,01–0,25; 0,26–0,50; 0,51–0,75; 0,76–1,0). Da je nach Art der KÖSL eine unterschiedliche Anzahl an Indikatoren definiert ist, verteilen sich die Bewertungen zwischen 0 und 1 auch dementsprechend in mehr oder

weniger Kategorien. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. So werden die KÖSL „Wandern und Laufen“ oder „Radfahren“ grundsätzlich mit 0 oder 1 bewertet, je nachdem, ob ein entsprechender Weg vorhanden oder nicht vorhanden ist. KÖSL mit mehreren Indikatoren können entsprechend differenzierter betrachtet werden; bei „Naturerlebnis und Ruhe“ gibt es beispielsweise acht Bewertungskategorien.

3 Fallstudien

Im Folgenden werden zwei Fallbeispiele vorgestellt, an denen die Methode zur Bewertung des kulturellen ÖSL-Potenzials sanierter Fließgewässerstrecken entwickelt und erprobt wurde. Die beiden Beispiele wurden ausgewählt, um zu demonstrieren, dass die Methode für Prä- und Postmonitoring eingesetzt und auch unabhängig von Fluss- und Maßnahmentypen angewendet werden kann.

3.1 Isel

Das Fallbeispiel Isel liegt in Osttirol bei Oberlienz und erstreckt sich von Flusskilometer 6 bis 4,4. In dem Projektabschnitt weist der Gebirgsfluss (MQ = 39 m³/s) einen unbefriedigenden biologischen Zustand aufgrund der hohen hydromorphologischen Belastung auf (BMLRT 2021). Das gesamte Gebiet ist Teil des Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzepts (GERM) Isel-Drau, dessen Ziel eine Abstimmung und Vernetzung von Planungen und Aktivitäten im Flussraum ist. Zudem ist der Fluss Teil des Natura-2000-Gebiets „Osttiroler Gletscherflüsse Isel, Schwarzach und Kalserbach“ und wird als Freizeit- und Erholungs-ort von Paddlern, Anglern, Wanderern und Fahrradfahrern intensiv genutzt. Im Bereich von Flusskilometer 4,4 bis 5,2 wurde bereits 2012 eine 800 m lange Renaturierungsmaßnahme in Form einer Flussaufweitung bis auf 130 m Breite durchgeführt. Durch die Maßnahme werden heterogene hydromorphologische Prozesse initiiert, wodurch zahlreiche Kiesbänke, Uferabbrüche und Sukzessionsflächen als Habitate gewässertypischer Tier- und Pflanzenarten entstehen. Direkt oberhalb dieses Maßnahmenbereichs befindet sich der gleich lange, regulierte Vergleichsabschnitt (Abb. 3).



Abb. 3 Beispielfoto der Untersuchungsgebiete Isel (a,b) und Liesingbach (c,d). Links ist jeweils der regulierte Abschnitt und rechts der renaturierte dargestellt. (Fotos: Susanne Muhar, Isel; Beate Priglinger, Liesingbach)

3.2 Liesingbach

Das Untersuchungsgebiet des Liesingbachs liegt im 23. Wiener Gemeindebezirk und ist naturgemäß ein stark urban geprägtes Fließgewässer. Der Liesingbach wird intensiv von Freizeit- und Erholungssuchenden genutzt. Für diese Studie wurden zwei Abschnitte untersucht. Der erste, flussauf gelegene Abschnitt ist bereits renaturiert; der untere Abschnitt befindet sich noch in einem hart regulierten Trapezprofil (Abb. 3). Die Renaturierungsmaßnahmen der 450 m langen oberen Strecke (2014–2015) zielten insbesondere darauf ab, die ökologische Situation durch die Wiederherstellung einer gewässertypischen pendelnden Linienführung sowie des Gewässerkontinuums durch Entfernung von Querbauwerken zu verbessern und auch einen gewässertypischen Sohlaufbau durch Entfernen der Sohlpflasterung zu initiieren. Außerdem sollte im Siedlungsgebiet ein attraktiver Naherholungsraum geschaffen werden, während gleichzeitig der Hochwasserschutz sichergestellt wer-

den soll (Priglinger 2019; Stadt Wien 2022; Scheikl et al. 2021a).

4 Ergebnisse

Ziel der Bewertungsmethode ist es, kulturelle Ökosystemleistungen (KÖSL) in einer räumlich-expliziten Form darzustellen und dadurch die Eignung des betrachteten Untersuchungsgebiets in Bezug auf KÖSL zu evaluieren. Dieses Kapitel beinhaltet die Bewertungsergebnisse der Fallbeispiele Isel und Liesingbach. Aus Platzgründen können nur ausgewählte KÖSL in Kartenform gezeigt werden; der Rest ist der Onlineversion des Artikels zu entnehmen (*Supplementary material*). Den Abschluss dieses Kapitels bildet eine Kompaktdarstellung aller KÖSL in Bezug auf die mittlere Verbesserung des renaturierten Gewässers im Vergleich mit dem jeweils (noch) regulierten Flussabschnitt.

4.1 Wandern und Laufen

Die Isel wird im renaturierten wie auch im regulierten Abschnitt beidseitig von

Fußwegen begleitet. Bei letzterem ist die Wegedichte gegenüber dem ersten leicht erhöht, da neben dem Iseltrail auch weitere unbefestigte Gehwege durchs Untersuchungsgebiet führen (Abb. S1). In der regulierten Strecke beträgt die Wegedichte somit das 2,5-fache der Länge des untersuchten Abschnitts. Bei der renaturierten Strecke liegt dieser Wert bei 1,8. Knapp 19% der Rasterzellen im regulierten Abschnitt dokumentieren eine Eignung für diesen KÖSL, beim renaturierten Abschnitt sind es 13% (Abb. S4).

Auch der Liesingbach weist in beiden Abschnitten ein dichtes Wegenetz auf beiden Uferseiten auf. Diese Wegedichte führt somit zu einer 2,7- bis 2,8-fachen Wegelänge im Vergleich zur Länge des untersuchten Abschnittes. In Bezug auf die KÖSL-Auswertung der Rasterzellen gibt es einen geringen Unterschied zwischen dem renaturierten (53% geeignet) und regulierten (70% geeignet) Bachabschnitt (Abb. S1, S4).

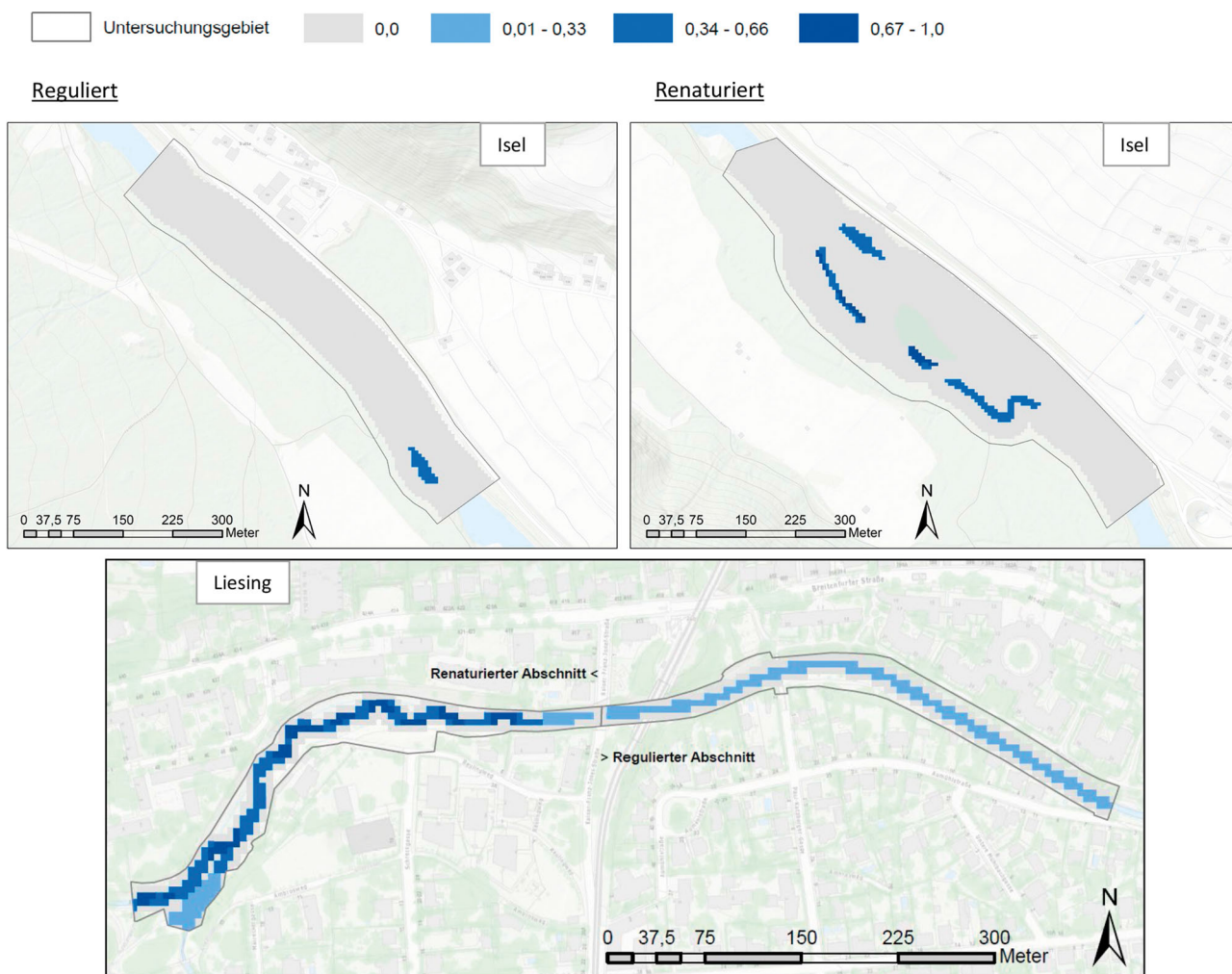


Abb. 4 Kartographische Darstellung der Bewertung von „Baden und Planschen“ in den Untersuchungsgebieten Isel und Liesingbach

4.2 Radfahren

Im Gegensatz zum Fußwegenetz fällt die Radwegenetzdichte an beiden Fallbeispielen jeweils etwas geringer aus (Abb. S2, S4). Grund hierfür ist, dass die Radwege das Gewässer nicht auf der ganzen Länge des Untersuchungsgebiets begleiten. Einzige Ausnahme ist hierbei die renaturierte Isel, wo das Geh- mit dem Radwegenetz ident ist. Die Radwegelänge als Verhältnis der Untersuchungsgebietslänge zur Gesamtweglänge ist am renaturierten Abschnitt leicht höher als im regulierten Bereich; dies trifft auf die Isel (1,8 und 1,4) und den Liesingbach (0,8 und 0,7) zu. Dieses Muster spiegelt sich auch in der Auswertung der Rasterzellen wider (Abb. S4).

4.3 Baden und Planschen

Die räumliche Verortung der Ergebnisse verdeutlicht, dass die ufernahen, zugänglichen Bereiche in der Nähe von Lagerflächen und Sonderlebensräumen wie Kies- und Sandbänken das größte Potenzial für Baden und Planschen aufweisen (Abb. 4).

In Bezug auf die Flächenauswertung (Abb. 5a) ist ersichtlich, dass >40% aller Zellen am renaturierten Liesingbach die besten zwei Kategorien (>0,33) belegen. Dies ist insbesondere auf die enge Verzahnung des Gewässers mit dem Umland zurückzuführen. Obwohl die Liesing kein Gewässer zum Schwimmen ist, bietet der Bach attraktive Bereiche zum Planschen. Der hart verbaute Abschnitt im Vergleich dazu schneidet erheblich schlechter ab. Eine Bewertung von 0,01–0,33 im regulierten Bereich (44%) ist hierbei lediglich der niedrigen

(d.h. geeigneten) Fließgeschwindigkeiten zu schulden. An der Isel ist die (zu) hohe Fließgeschwindigkeit hingegen ein K.O.-Kriterium, welches dazu führt, dass der Großteil der Zellen mit Null bewertet wird; dies trifft sowohl auf den regulierten (98%) als auch auf den renaturierten Abschnitt (95%) zu. Trotz der großflächig reißenden Fließgeschwindigkeitsverhältnisse weist der renaturierte Bereich mehr Zellen als der regulierte Abschnitt auf, an denen die Randbereiche potenziell für Baden und Planschen geeignet sind (Abb. 4 und 5a).

4.4 Nicht motorisiertes Bootfahren

Die Isel weist grundsätzlich eine gute Eignung für Kajaken und Raften auf, wobei eine leichte Verbesserung des renaturierten Abschnittes gegenüber dem regulierten festzustellen ist (Abb. S3).

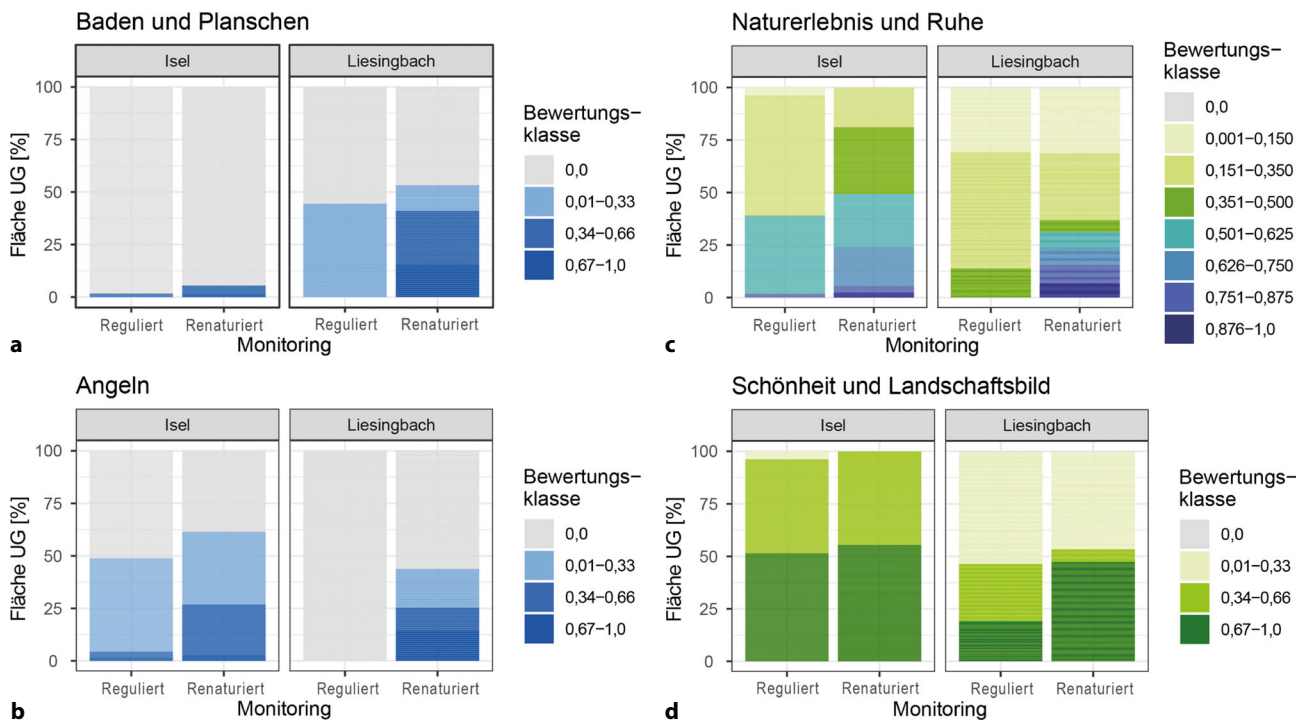


Abb. 5 Flächenauswertung der KÖSL **a** Baden und Planschen, **b** Angeln, **c** Naturerlebnis und Ruhe sowie **d** Schönheit und Landschaftsbild in den Untersuchungsgebieten (UG) Isel und Liesingbach, jeweils Prä- (reguliert) und Post-Monitoring (renaturiert)

Bei ersterem belegt rund die Hälfte aller Zellen die zwei besten Bewertungskategorien ($>0,50$), bei letzterem sind es mit 46% etwas weniger (Abb. S4). Die absolute Summe der Zellenfläche der höchsten Kategorie ($>0,75$) ist am renaturierten Abschnitt sogar über drei Mal so hoch ($\sim 4900\text{m}^2$) wie am regulierten ($\sim 1500\text{m}^2$). Diese Unterschiede sind auf die erhöhte Verfügbarkeit der Wasseroberfläche sowie der Kiesbänke, die durch die Sanierungsmaßnahmen wiederhergestellt wurden, zurückzuführen.

Bootsfahren ist an der Liesing nicht möglich. Aufgrund der geringen Gewässerdimension schlagen die K.O.-Kriterien Gewässerbite und -tiefe an und das Potenzial aller Rasterzellen wird mit Null bewertet (Abb. S3 bis S4).

4.5 Angeln

Die räumliche Verortung der Bewertungskategorien verdeutlicht, dass die ufernahen, zugänglichen Bereiche für die Angelfischerei am attraktivsten sind, vor allem, wenn sie sich direkt bei Sonderlebensräumen wie Kies- oder Sandbänken befinden (Abb. 6).

Am Beispiel des Liesingbachs ist ersichtlich, dass die Renaturierung eine deutliche Verbesserung der KÖSL „Angeln“ im Vergleich zum hart regulierten

Abschnitt gebracht hat. Während der gesamte verbaute Abschnitt eine unbefriedigende Bewertung des Angelpotenzials darstellt (d.h. keiner der Indikatoren schlug an), werden ein Viertel aller Zellen mit den besten zwei Kategorien ($>0,33$) bewertet (Abb. 5b). Diese Potenzialaufwertung ist einerseits auf die Verbesserung der Sohldynamik zurückzuführen. Andererseits wurden im Zuge der Maßnahmen auch gewässertypische Sonderlebensräume geschaffen bzw. initiiert und auch die Uferzugänglichkeit wurde an vielen Stellen ermöglicht. Auch an der Isel hat sich aus diesen Gründen das Potenzial zum Angeln verbessert. Beim regulierten Abschnitt wurden lediglich 4% der Zellen mit $>0,33$ bewertet; beim renaturierten Teil waren es mit 27% hingegen sechs Mal so viele (Abb. 5b und 6).

4.6 Naturerlebnis und Ruhe

Wie in Abb. 7 ersichtlich, erlaubt die Potenzialbewertung eine differenzierte Darstellung der KÖSL „Naturerlebnis und Ruhe“. Während straßen- und brückennahe Zellen in den untersuchten Fallbeispielen tendenziell niedrig bewertet werden, sind es vor allem die Lebensräume im Gewässer bzw. am Ge-

wässerrand, die eine höhere Bewertung in Bezug auf „Naturerlebnis und Ruhe“ bewirken.

Die Bewertung beider Fallbeispiele verdeutlicht, dass sich bei dieser KÖSL-Klasse der renaturierte Abschnitt vom regulierten Abschnitt differenziert. So machen die besten vier Klassen ($>0,50$) beim renaturierten Liesingbach über 30% der Untersuchungsgebietsfläche aus. Beim regulierten Abschnitt hingegen fehlen diese Kategorien gänzlich.

Bei der Isel haben sich durch die Sanierung die Flächenanteile der besten vier Klassen von 39% auf 49% vergrößert. Betrachtet man nur die drei besten Klassen, so betrug die Verbesserung sogar 22% (von 2% auf 24%). In den regulierten Flussabschnitten liegt der Flächenanteil der niedrig bewerteten Klassen über dem der renaturierten Strecken (Abb. 5c). Aus diesem „Shift“ kann deutlich die positive Wirkung von Renaturierungsmaßnahmen auf „Naturerlebnis und Ruhe“ abgelesen werden.

4.7 Schönheit und Landschaftsbild

Ähnlich der KÖSL-Klasse „Naturerlebnis und Ruhe“ erlaubt auch „Schönheit und Landschaftsbild“ eine differenziertere Darstellung (Abb. 8). Vor allem die aquatischen Bereiche erhalten eine gute

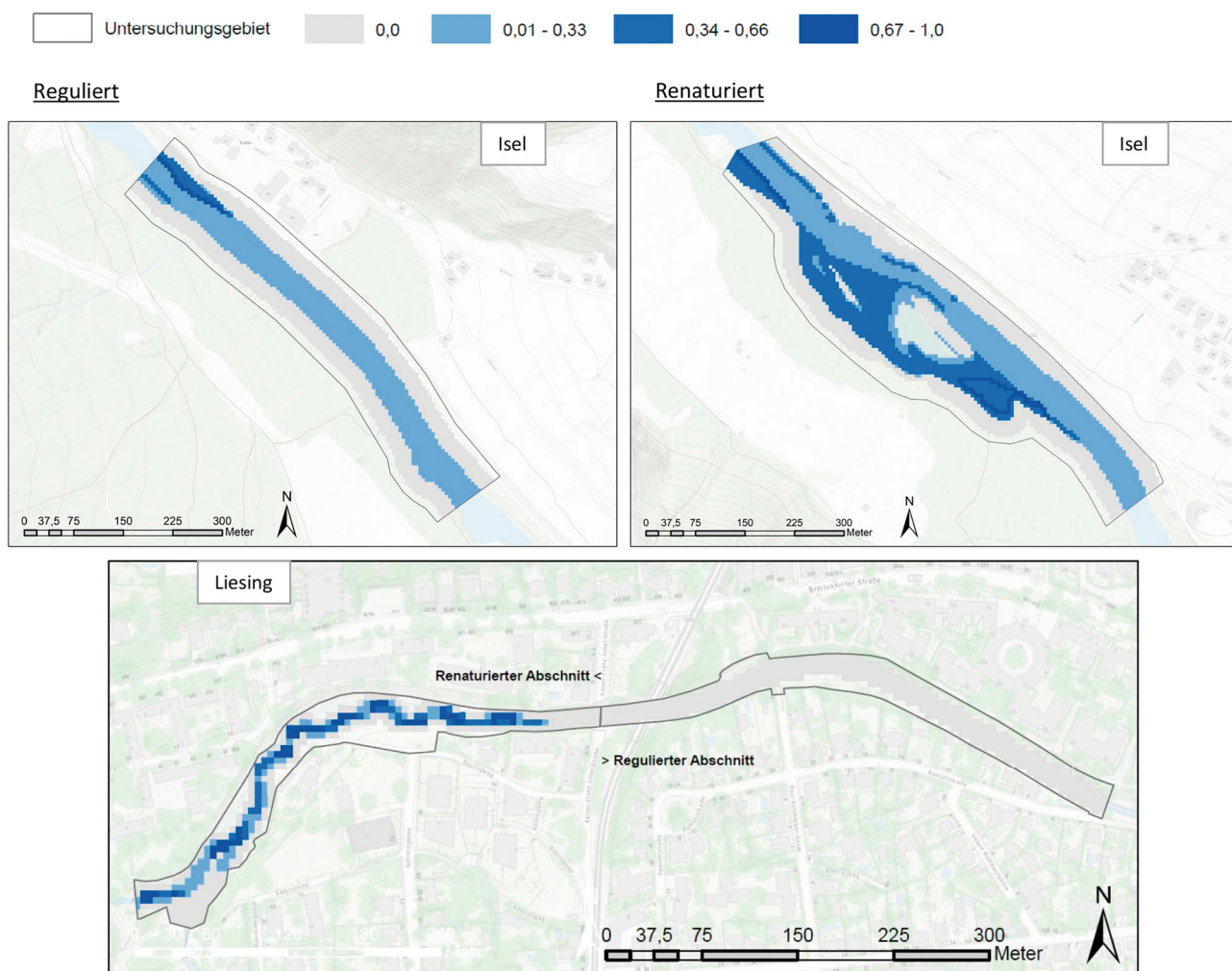


Abb. 6 Kartographische Darstellung der Bewertung von „Angeln“ in den Untersuchungsgebieten Isel und Liesingbach

Bewertung, da Gewässerflächen prinzipiell als natürlich wahrgenommen werden und sie zeitgleich einer seltenen Landnutzungs-kategorie entsprechen, wenn sie nicht anthropogen überformt sind.

Am Fallbeispiel Liesingbach sieht man, dass die Bewertung von „Schönheit und Landschaftsbild“ im renaturierten Bereich besser abschneidet als beim regulierten Abschnitt und die Maßnahmen somit zu einer Verbesserung der Schönheit und des Landschaftsbildes geführt haben (Abb. 5d). Die größten Unterschiede finden sich in Zellen der zweitbesten und erstbesten Bewertungsklasse. Am regulierten Liesingbach machen diese 27 % (0,34–0,66) und 19 % (0,67–1,0) aus; im sanierten Abschnitt reduzierte sich die zweitbeste Klasse auf 6 %, während die erstbeste Klasse fast die Hälfte der Zellen (47 %) einnahm. Der Anteil der Klasse 0,1–0,33 beträgt auch jeweils knapp die Hälfte

und ist mit 53 % im regulierten Teil höher als im renaturierten Abschnitt (47 %).

Auch an der Isel ist eine leichte Verbesserung zu erkennen, obwohl in beiden Abschnitten die höchsten zwei Kategorien dominieren, da in diesen KÖSL vor allem die Landnutzungs-klassen als Indikator einfließen, die in diesem Fall sowohl im regulierten und im renaturierten Abschnitt mehr oder weniger gleich sind. Die Kategorie 0,01–0,33 verschwand im renaturierten Abschnitt komplett (–4 % im Vergleich zur regulierten Strecke). Stattdessen kam es zu einer leichten Zunahme (+4 %) der höchsten Kategorie mit insgesamt 55 % Flächenanteil (Abb. 5d).

4.8 Zusammenfassende KÖSL-Bewertung

Der Erfolg von Gewässersanierungen in Hinblick auf kulturelle ÖSL lässt sich

durch einen Vorher-Nachher-Vergleich (*before-after*) bzw. durch eine Gegenüberstellung des regulierten und renaturierten Abschnittes (*control-impact*) eruieren. Neben der anteilmäßigen Veränderung der Bewertungsklassen in den Rasterzellen des Untersuchungs-gebiets (Abb. 5) wird abschließend die mittlere Verbesserung bzw. Verschlechterung aller bewerteten Rasterzellen der KÖSL dargestellt (Abb. 9).

Die Sanierung der Fallbeispiels-gewässer hat den mittleren Wert der KÖSL grundsätzlich verbessert. Eine Ausnahme stellt jedoch „Wandern und Laufen“ dar, wo der regulierte Abschnitt aufgrund der erhöhten Wegedichte besser bewertet wurde als der renaturierte. Beim „Radfahren“ zeigte der Vergleich, dass beide Abschnitte pro Untersuchungsgebiet jeweils dasselbe Ergebnis lieferten.

Die größten mittleren Verbesserungen an der Isel konnten für die KÖSL

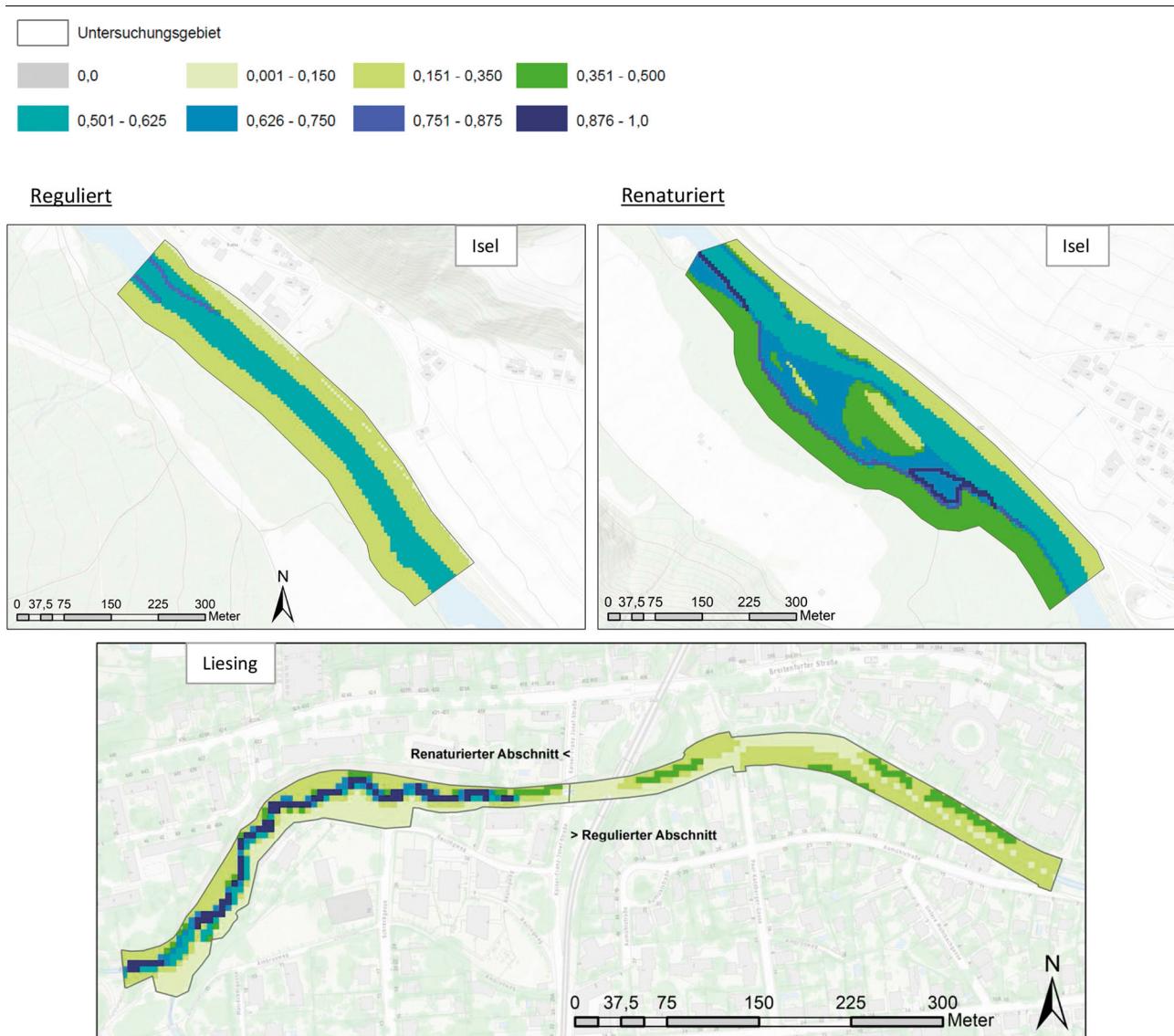


Abb. 7 Kartographische Darstellung der Bewertung von „Naturerlebnis und Ruhe“ in den Untersuchungsgebieten Isel und Liesingbach

„Angeln“ sowie „Naturerlebnis und Ruhe“ dokumentiert werden. Die KÖSL „Baden und Planschen“ wie „Schönheit und Landschaftsbild“ zeigten eine geringere Verbesserung (Abb. 9a).

Am Liesingbach hat sich das Potenzial für die wasserbezogenen KÖSL „Baden und Planschen“ sowie „Angeln“ erhöht. Auch die passiven KÖSL „Naturerlebnis und Ruhe“ sowie „Schönheit und Landschaftsbild“ haben sich durch die Renaturierung verbessert. Im Vergleich der Mittelwerte haben sich erstere zwei KÖSL jeweils um rund 0,2 bzw. 0,3 Punkte und letztere zwei jeweils um 0,1 Punkte erhöht (Abb. 9b).

5 Diskussion

Der sozio-kulturelle Mehrwert sanierter Fließgewässer ist bis dato dem Verbesserungsziel der biologischen und physikalisch-chemischen Parameter untergeordnet und wird durch die aktuell angewendeten Standarderhebungen nicht abgebildet. Es ist jedoch belegt, dass ökologisch oder hydromorphologisch intakte Fließgewässer als Landschaften mit hohem landschaftsästhetischem Wert wahrgenommen werden (Junker und Buchecker 2008) bzw. sie oftmals auch hohe Attraktivität für Erholungs- und Freizeitaktivitäten oder für Naturerlebnisse besitzen (Grizzetti et al. 2019).

Bis heute fehlen jedoch für das Gewässermanagement sowie die Verwaltung und Politik ausreichende Daten sowie Analysen über kulturelle Ökosystemleistungen (Kosanic und Petzold 2020). Daher wurde ein methodisches Konzept zur systematischen Erhebung und Bewertung kultureller Ökosystemleistungen an Fließgewässern entwickelt und erprobt. Für die Bewertung des Potenzials kultureller Ökosystemleistungen steht damit ein umfassendes Set an Indikatoren zur Verfügung (siehe Tab. 1). Die hierfür notwendigen Daten werden in eine GIS-Datenbank integriert und das Potenzial der jeweiligen kulturellen Ökosystemleistung bewertet.

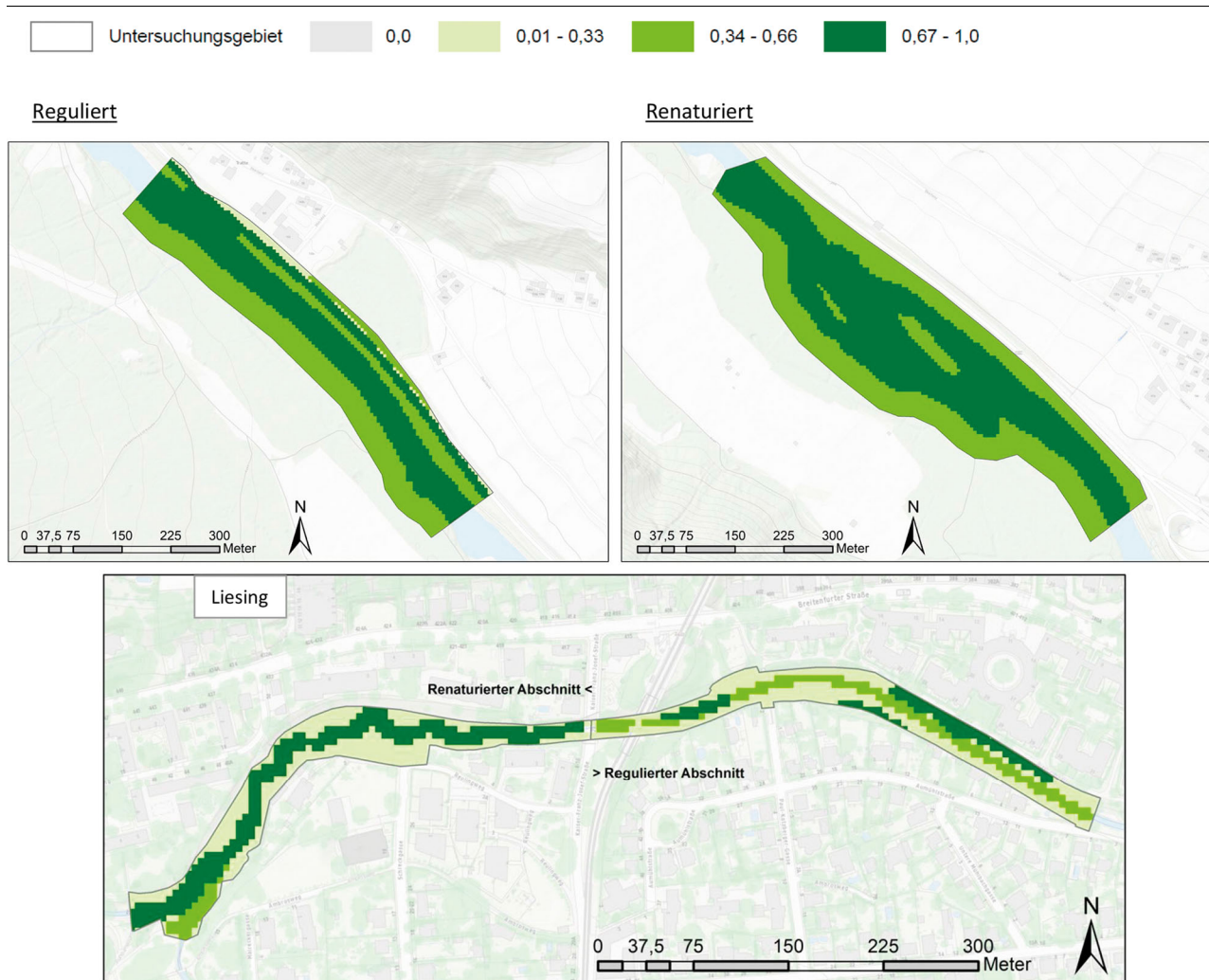


Abb. 8 Kartographische Darstellung der Bewertung von „Schönheit und Landschaftsbild“ in den Untersuchungsgebieten Isel und Liesingbach

Das Bewertungsergebnis ist eine räumliche Darstellung, welche darauf abzielt, das Potenzial kultureller Ökosystemleistungen zu verorten und deren Flächenanteil am Untersuchungsgebiet zu quantifizieren. Dadurch unterscheiden sich die Ergebnisse signifikant von jenen monetärer Bewertungsansätze (z. B. TEEB 2010). Im Gegensatz zu rein beschreibenden Methoden oder Expertinnen- und Experten-Einschätzungen erlaubt die hier entwickelte Methode eine objektive und datenbasierte Evaluierung der kulturellen Ökosystemleistungen. Es ist jedoch anzuführen, dass aufgrund der noch sehr geringen Anzahl an untersuchten Fallbeispielen einzelne methodische Festlegungen auch bei ResCulES auf Basis von Expertinnen- und Expertenaussagen getroffen wurden. Dies betrifft z. B. die Dimensionierung des Puffer-

streifens für wasserbezogene kulturelle Ökosystemleistungen (siehe Kap. 2.2) oder auch die Ausweisung von lärmberuhigten Bereichen, die anhand der Expertise der Kartierungsfachleute erfolgt, da sich Lärmkarten nur bedingt für die Bewertung eignen.

Die Anwendung der hier vorgestellten Methode in den Fallbeispielen erbrachte klare Ergebnisse. Je nach spezifischer KÖSL-Klasse und Untersuchungsgebiet weisen die renaturierten Strecken ein höheres Potenzial an kulturellen Ökosystemleistungen als die regulierten Abschnitte auf. Dies trifft insbesondere auf wasserbezogene kulturelle Ökosystemleistungen zu, wie „Angeln“ oder „Baden und Planschen“ sowie auf jene, die das passive Erleben der Flusslandschaft charakterisieren (d. h. „Naturerlebnis und Ruhe“ sowie „Schönheit und Landschafts-

bild“). Auch steht die Verbesserung des Potenzials grundsätzlich in direktem räumlichem Zusammenhang mit den gesetzten hydromorphologischen Maßnahmen.

Diese Ergebnisse belegen, dass die gewählten Indikatoren gut geeignet sind, die Veränderung bzw. Verbesserung kultureller Ökosystemleistungen durch hydromorphologische Sanierungsmaßnahmen aufzuzeigen. Somit unterscheidet sich vorliegende Methode von sozialwissenschaftlichen Erhebungen (Befragungen, Zählungen), wie sie im Rahmen des Besuchermonitorings angewendet werden, welche jedoch aufgrund ihres hohen Aufwands nicht häufig eingesetzt werden. Vorliegender Bewertungsansatz stellt eine praktikable und reproduzierbare Methode zur Verortung und Quantifizierung der potenziell verfügbaren kultu-

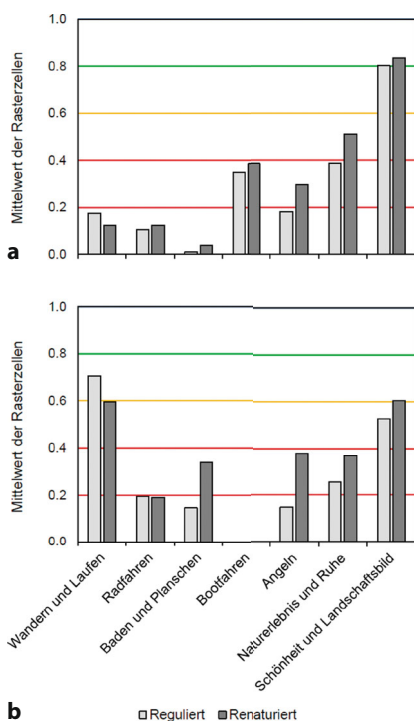


Abb. 9 Zusammenfassende KÖSL-Bewertung: Mittelwert der Rasterzellen jeweils für den regulierten (hellgrau) und den renaturierten (dunkelgrau) Abschnitt der Untersuchungsgebiete Isel (a) und Liesingbach (b)

rellen Ökosystemleistungen von Fließgewässern vor und nach Renaturierung dar und kann mit vergleichsweise geringem Aufwand eingesetzt werden, beispielsweise auch zur Evaluierung von Maßnahmenzenarien (mehr dazu in Kap. 5.1).

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Indikatoren gleich gewichtet bewertet werden. Obwohl Befragungen im Rahmen der REsCulES I-Studie zeigten, dass Flussbesucherinnen und -besucher der unterschiedlichen Untersuchungsgebiete einzelne Indikatoren unterschiedlich gewichten (Scheikl et al. 2021a), wurde aufgrund der Vergleichbarkeit der Fallbeispiele von solch einer differenzierten Gewichtung abgesehen. Dennoch hat die Anzahl der Indikatoren pro kultureller Ökosystemleistung Einfluss auf die Gewichtung: bei Ökosystemleistungen mit weniger Indikatoren erhält der einzelne Indikator ein höheres Gewicht, da unabhängig von der Anzahl an Indikatoren alle kulturellen Ökosystemleistungen von 0 bis 1 skaliert bewertet werden. Hinzu kommt, dass etwa bei „Naturerlebnis und Ruhe“ die

höchste Klasse kaum erreicht werden kann, da einzelne Indikatoren nur den Gewässerraum und andere nur das Gewässerumland betreffen. Somit kann der Höchstwert tendenziell nur in Zellen des Übergangsbereichs (Uferzone), in dem sich Indikatoren des Gewässers und -umlands überschneiden, erreicht werden. Bei Zellen, die gänzlich im gewässernahen Raum liegen, ist schon ein Wert von $>0,35$ als gut anzusehen, weil dieser aufgrund der geringeren Anzahl an Indikatoren des Uferbereichs eher selten erzielt werden kann. Bei aquatischen Zellen hingegen stellt erst ein Wert $>0,63$ ein erhöhtes Potenzial dar.

Bei der Ergebnisinterpretation ist weiters zu berücksichtigen, dass die Methode das vorhandene Potenzial, also die bereitgestellten Ökosystemleistungen bewertet. Es ist auch zu beachten, dass mit dieser Potenzialerhebung keine Aussagen über die tatsächlich genutzten kulturellen Ökosystemleistungen getroffen werden können. Auch mit einer Beurteilung von Defiziten, wie dem Fehlen von bestimmten Leistungen, muss entsprechend vorsichtig umgegangen werden: So kann es beispielsweise im Rahmen eines Maßnahmenkonzepts die ausdrückliche Zielsetzung geben, die Freizeitnutzung an einem bestimmten Flussabschnitt zu begrenzen. In diesem Fall ist eine geringe Verfügbarkeit von Freizeit- und Erholungsangeboten nicht als Defizit zu werten (Stichwort „Besucherlenkung“).

5.1 Ausblick und

Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen von Planungs- und Monitoringprozessen

Aktuell wird die hier vorgestellte Methode zur Bewertung kultureller Ökosystemleistungen im Rahmen des Projekts „Integrated River Solutions Austria – LIFE IP IRIS Austria“ (Wenk et al. 2021; Wenk und Mühlmann 2022) an unterschiedlichen Renaturierungsstrecken angewendet. Die hier gewonnenen Erfahrungen fließen in eine Überarbeitung des Anwendungshandbuchs (Scheikl et al. 2021b) ein, welches nach einem neuerlichen Expertinnen- und Expertenworkshop im Herbst 2022 veröffentlicht wird.

Die Methode bietet die Möglichkeit, die Veränderung bzw. Erhöhung der kulturellen Ökosystemleistungen bzw. deren Potenziale durch einen Vor-/Nach-Maßnahmen-Vergleich und damit den sozio-kulturellen Mehrwert

von Sanierungsmaßnahmen zu erfassen und zu bewerten. Es wird empfohlen, die Methode über dieses Projekt hinaus zukünftig bei Planungs- und Monitoringprozessen standardmäßig anzuwenden und diese auch in entsprechenden Regelwerken oder Leitfäden (z. B. GE-RM 2017) zu integrieren. In diesem Sinne werden nachfolgend zentrale Erkenntnisse in Form von Empfehlungen für gewässerbezogene Planungs- und Monitoringprozesse im Hinblick auf kulturelle Ökosystemleistungen zusammengefasst.

Die Integration kultureller Ökosystemleistungen in die Planung und Bewertung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen bringt viele Vorteile. So können etwa Sanierungserfolge anhand kultureller Ökosystemleistungen teilweise früher sichtbar und besser „greifbar“ gemacht werden, als durch die alleinige Bewertung anhand biologischer und physikalisch-chemischer Parameter. Auch sind anhand der Dokumentation von Leistungen, die dem Menschen direkt zugutekommen, eine erhöhte Akzeptanz für die Umsetzung flussbaulich-ökologischer Projekte zu erreichen sowie potenzielle Konflikte zwischen ökologischen Anforderungen und Ansprüchen der Freizeitnutzung frühzeitig zu identifizieren. Die Ergebnisse der hier vorgestellten Methode können in diesem Sinne u. a. als Entscheidungsinstrument für die Variantenplanung, als Bewertungsinstrument für die Darstellung des Mehrwerts von Sanierungsmaßnahmen (z. B. Vergleich Prä- und Post-Monitoring) sowie als Kommunikationsinstrument (in angepasster Form) für unterschiedliche Zielgruppen fungieren. Im integrativen Gewässermanagement wird der Einbeziehung relevanter Stakeholder im Planungs- und Durchführungsprozess immer höhere Bedeutung zugesprochen (Wenk und Mühlmann 2022) und ist so auch im Bereich der kulturellen Ökosystemleistungen von zentraler Bedeutung, um gemeinsam mit der Öffentlichkeit sektorenübergreifende und lokalspezifische Zielformulierungen und Maßnahmengestaltung zu ermöglichen. In solchen Partizipationsverfahren können etwa auch „Nicht-Ziele“ von Sanierungsmaßnahmen definiert werden; beispielsweise sollen Fließgewässer nicht in touristische Hotspots verwandelt werden, an denen möglichst alle kulturellen Ökosystemleistungen in vollem Ausmaß gefördert werden und zur Verfügung

stehen. Stattdessen kann gemeinsam entschieden werden, welche kulturellen Ökosystemleistungen am gegenständlichen Fließgewässer bzw. -abschnitt für die Menschen besonders bedeutsam sind und wie diese im Einklang mit den ökologischen Zielerfordernissen umgesetzt und verbessert werden können. In diesem Sinne können auch Zonierungs- und Lenkungs-konzepte ein hilfreiches Steuerungsinstrument sein.

Die vorliegende Methode wurde entwickelt, um – nach weiteren Erprobungen und Validierungsprozessen – nachvollziehbare und datenbasierte Informationen zu kulturellen Ökosystemleistungen zu erhalten. Hierfür wurde besonders Wert darauf gelegt, kulturelle Ökosystemleistungen durch Indikatoren zu bewerten, wofür Daten größtenteils existieren bzw. im Rahmen des ökologischen Monitorings erhoben werden. Dieser Ansatz reduziert den Mehraufwand und nutzt etwaige Synergien. Dennoch kann es sinnvoll sein, langfristig einzelne zusätzliche Datenerhebungen in ein ohnehin durchzuführendes Monitoring aufzunehmen, z. B. die Erfassung bestehender Infrastruktur für die Freizeitnutzung.

Neben einer rein quantitativen Bewertung des Potenzials kultureller Ökosystemleistungen kann auch eine ergänzende qualitative Beschreibung sinnvoll sein, etwa um zusätzlich zur generellen Aussage über die BADEIGNUNG zwischen Möglichkeiten für Schwimmen (tiefe Kolke) oder Plan-

schen (seichte Rieselstrecken, Gleithänge) zu unterscheiden. Des Weiteren gibt es eine Reihe von nicht bzw. kaum messbaren kulturellen Ökosystemleistungen, die qualitativ in die Evaluierung Eingang finden können. Dies inkludiert v. a. immaterielle kulturelle Ökosystemleistungen, wie Spiritualität und Natur- und Heimatgefühl bzw. -verbundenheit, welche nichtsdestotrotz für viele Nutzerinnen und Nutzer im Erleben eines Fließgewässers bedeutend sind. Ebenso tragen diese zum Wert von Flusslandschaften bei, der auch entsprechend kommuniziert werden soll. Sollen diese kulturellen Ökosystemleistungen in die Evaluierung miteinbezogen werden, so sind dafür individuelle sozio-kulturelle Bewertungsansätze mit partizipativen Elementen anzuwenden.

Danksagung Das Forschungsprojekt ResCulES (2019–2021) sowie das Folgeprojekt ResCulES II (2022) wurden durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) finanziert. Dank für die Datenbereitstellung und Unterstützung im Zuge der Untersuchungen der Fallbeispiel-Strecken gilt den zuständigen Institutionen und Landesbehörden sowie den am LIFE IP IRIS-Projekt beteiligten technischen/ökologischen Büros. Ebenso danken wir allen Expertinnen und Experten, die sich aktiv bei den Workshops eingebracht haben wie auch Stefan Schmutz für sein Feedback zum Manuskript.

Funding Open access funding provided by University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU).

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Bark, R.H., Robinson, C.J., Flessa, K.W. (2016):** Tracking cultural ecosystem services: Water chasing the Colorado River restoration pulse flow. *Ecol. Econ.* 127, 165–172.
- BMLRT (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus) (2021):** Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Sektion I Wasserwirtschaft, Wien.
- Böck, K. (2016):** Ecosystem services and alternative concepts of human-nature relationship: stakeholders' perspectives on their relevance in river landscape management. Universität für Bodenkultur Wien.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F. (2014):** Ecosystem service potenzials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape online* 34, 1–32.
- Chan, K.M.A., Satterfield, T., Goldstein, J. (2012):** Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecol. Econ.* 74, 8–18.
- Chiari, S. (2010):** Raumbedarf für multifunktionale Flusslandschaften – Potentielle Synergien zwischen ökologischen Erfordernissen und den Bedürfnissen der Freizeit- und Erholungsnutzung. Universität für Bodenkultur Wien.
- CICES (2018):** CICES Version 5.1. https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/03/Finalised-V5.1_18032018.xlsx (aufgerufen am 13.05.2019).
- Csar, D., Gumpinger, C., Pichler-Scheder, C., Höfler, S., Chovanec, A. (2019):** Sanierung der Morphologie kleiner und mittlerer Fließgewässer in Österreich. Resultate und Erkenntnisse aus Best-Practice Projekten inkl. Empfehlungen für die Erfolgskontrolle. Im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.
- Daniel, T.C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., ... & von der Dunk, A. (2012):** Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 8812–8819.
- Getzner, M., Jungmeier, M., Köstl, T., Weiglhofer, S. (2011):** Fließstrecken der Mur – Ermittlung der Ökosystemleistungen – Endbericht. Studie im Auftrag der Landesumweltanwaltschaft Steiermark. Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie, Klagenfurt.
- Grizzetti, B., Liqueste, C., Pistocchi, A., Vigiak, O., Zulian, G., Bouraoui, F., De Roo, A., & Cardoso, A.C. (2019):** Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters. *Science of The Total Environment* 671, 452–465.
- Haidvogel, G., Pont, D., Zwitter, Z., (2019):** Geschichte menschlicher Nutzungen und Eingriffe – Alpenflüsse als Ressource und Risiko. In: Muhar S., Muhar A., Egger G., Siegrist D. (Hrsg.), *Flüsse der Alpen*, 36–44; Haupt, Bern.
- Haines-Young, R., Potschin, M. (2010):** The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D., Frid, C. (Hrsg.), *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 110–139.
- Hanna, D.E.L., Tomscha, S.A., Dallaire, C.O., Bennett, E.M. (2018):** A review of riverine ecosystem service quantification: Research gaps and recommendations. *J Appl Ecol.* 55, 1299–1311.
- Hermes, J., Albert, C., von Haaren, C. (2018):** Assessing the aesthetic quality of landscapes in Germany. *Ecosyst. Serv.* 31, 296–307.
- Junker, B., Buchecker, M. (2008):** Aesthetic preferences versus ecological objectives in river restorations. *Landscape and Urban Planning* 85, 141–154.
- Kosanic, A., Petzold, J. (2020):** A systematic review of cultural ecosystem services and human wellbeing. *Ecosystem Services* 45, 101168.

- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Murphy, P., Pa-racchini, M., José, B., Grizzetti, B. (2014):** Mapping and assessment of ecosystems and their services: Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg.
- Maes, J., Lique-te, C., Teller, A., Erhard, M., Pa-racchini, M.L., Barredo, J. I., ... & Lavalle, C. (2016):** An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosystem services* 17, 14–23.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005):** Ecosystems and human well-being. Island Press, Washington, DC.
- Plieninger, T., Dijks, S., Oteros-Rozas, E., Bie-ling, C. (2013):** Assessing, mapping, and quan-tifying cultural ecosystem services at community level. *Land Use Policy* 33, 118–129.
- Podschun, S.A., Albert, C., Costea, G., Damm, C., Dehnhardt, A., Fischer, C., Fischer, H., ... & Pusch, M. (2018):** RESI-Anwendungshandbuch: Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten.
- Poppe, M., Böck, K., Zitek, A., Scheidl, S., Loach, A., Muhar, S. (2016):** Was? Wie? Warum? Jugendliche erforschen Flusslandschaften-Förderung des Systemverständnisses als Basis für gelebte Partizipation im Flussgebietsmanagement. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 68(7), 342–353.
- Priglinger, B. (2019):** Erhebung und Bewertung von soziokulturellen Leistungen urbaner Fließgewässer am Beispiel des Liesingbaches. Universität für Bodenkultur Wien.
- Rabe, S.-E., Gantenbein, R., Richter, K.-E., Grêt-Regamey, A. (2018):** Increasing the credibility of expert-based models with preference surveys—Mapping recreation in the riverine zone. *Ecosystem Services* 31, 308–317.
- Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R., Davidson, N. (2013):** The Economics of Ecosystem and Biodiversity for Water and Wetlands.
- Scheidl, S., Hayes, D.S., Becsi, R., Böck, K., Grü-ner, B., Muhar, S. (2021a):** Methodenentwick-lung zur Evaluierung von Renaturierungsmaß-nahmen an Fließgewässern mittels kultureller Ökosystemleistungen – Endbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien.
- Scheidl, S., Hayes, D.S., Becsi, R., Böck, K., Grü-ner, B., Muhar, S. (2021b):** Evaluierung von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewäs-sern mittels kultureller Ökosystemleistungen – Anwendungshandbuch. Im Auftrag des Bundes-ministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien.
- Schindler, S., Sebesvari, Z., Damm, C., Euller, K., Mauerhofer, V., Schneidergruber, A., ... & Wrбка, T. (2014):** Multifunctionality of flood-plain landscapes: relating management options to ecosystem services. *Landscape Ecology* 29(2), 229–244.
- Seidl, R., Stauffacher, M. (2013):** Evaluation of river restoration by local residents. *Water Resour. Res.* 49, 7077–7087.
- Stadt Wien (2022):** Renaturierung und ver-besserter Hochwasserschutz für 2. Hälfte des Liesingbachs. <https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/liesingbach/renaturierung/index.html> (aufgerufen am 08.06.2022).
- TEEB (2010):** The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.
- Thiele, J., Haaren, C. von, Albert, C. (2019):** Are river landscapes outstanding in providing cultural ecosystem services? An indicator-based exploration in Germany. *Ecological Indicators* 101, 31–40.
- Umweltbundesamt (2019):** Erfassung und Dar-stellung von Ökosystemleistungen in Österreich im Rahmen des Österreichischen Programms für die ländliche Entwicklung 2014–2020. Reports, Band 0693, Wien.
- Unfer G., Haslauer M., Wiesner C. & Jung-wirth M. (2011):** LIFE-Projekt Lebensader Obere Drau – Fischökologisches Monitoring. Endber-richt der Universität für Bodenkultur, Wien. Im Auftrag der Kärntner Landesregierung, Abt. Wasserwirtschaft, Klagenfurt.
- Vermaat, J. E., Wagtendonk, A. J., Brouwer, R., Sheremet, O., Ansink, E., Brockhoff, T., ... & He-ring, D. (2016):** Assessing the societal benefits of river restoration using the ecosystem services approach. *Hydrobiologia* 769(1), 121–135.
- Von Haaren, C., Albert, C., Barkmann, J., de Groot, R. S., Spangenberg, J. H., Schröter-Schlaack, C., Hansjürgens, B. (2014):** From explanation to application: introducing a prac-tice-oriented ecosystem services evaluation (PRESET) model adapted to the context of land-scape planning and management. *Landscape ecology* 29(8), 1335–1346.
- Wenk, M., Mühlmann, H. (2022):** Das Gewässer-entwicklungs- und Risikomanagementkonzept – Hintergründe und Erfahrungen aus dem Projekt LIFE IP IRIS. *Österreichische Wasser- und Abfall-wirtschaft* 74, 121–128.
- Wenk, M., Mühlmann, H., Unterlercher, M. (2021):** Weiterentwicklung des integrativen Flussraummanagements in Österreich durch das LIFE IP IRIS. *Wasser und Abfall*, 4, 32–39.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in ver-öffentlichten Karten und Institutsadres-sen neutral.