

26
09

> Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz

*Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie);
Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

26
—
09

> Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz

*Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie);
Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009*

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Heiko Zeh Weissmann, Christoph Könitzer, Anita Bertiller; Sigmaplan

Begleitung

Ulrich von Blücher, Abt. Wasser, BAFU;

Olivier Overney, Abt. Gefahrenprävention, Hochwasserschutz, BAFU;

Dr. Daniel Hefti, Abt. Artenmanagement, Fischerei, BAFU;

Hannah Scheuthle, Abt. Klima, Ökonomie, Umweltbeobachtung, BAFU;

Dr. Markus Zeh, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA)

Zitierung

Zeh Weissmann Heiko, Könitzer Christoph, Bertiller Anita 2009:
Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle,
Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der ökomorpho-
logischen Kartierung. Stand: April 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0926.
Bundesamt für Umwelt, Bern. 100 S.

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch (Layout)

Titelbild

Pio Pitsch (GR)

Download PDF

www.umwelt-schweiz.ch/uz-0926-d

(eine gedruckte Fassung ist nicht erhältlich)

Code: UZ-0926-D

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar
(UZ-0926-F).

© BAFU 2009

> Inhalt

Abstracts	5	5	Nutzen und Folgerungen	69
Vorwort	7		5.1 Überblick über die Fließgewässerstruktur geschaffen	69
Überblick	9		5.2 Natürliche/naturnahe und wenig beeinträchtigte Fließgewässer dargestellt	70
Einleitung	16		5.3 Strukturelle Defizite der Fließgewässer aufgezeigt	71
<hr/>			5.4 Wanderhindernisse für Fische nachgewiesen	72
1	Methodik	18	5.5 Sicherung des Raumbedarfs abgestützt	74
1.1	Das Modul-Stufen-Konzept	18	5.6 Entscheidungshilfe für Revitalisierungen geschaffen	75
1.2	Methode Ökomorphologie Stufe F	18	5.7 Planung von Wasserbauvorhaben unterstützt und Wirkung kontrolliert	78
1.3	Landesweiter Datenpool als Hochrechnungsbasis	22		
<hr/>			Anhang	81
2	Lagebericht	28	A1 Parameter, Ausprägungen und Klassifizierungen der Methode Ökomorphologie Stufe F	81
2.1	Zustand der Fließgewässerstruktur	28	A2 Methoden bei sehr grossen Flüssen	84
2.1.1	Gute und schlechte Qualität erfasst	28	A3 Ergänzungen zu Auswertungen und Hochrechnungen	88
2.1.2	Raumnutzung bestimmt Verbauungsgrad	36	A4 Kartierte und hochgerechnete Daten	92
2.1.3	Ökomorphologischer Zustand und Gewässerordnung	47		
2.1.4	Ökomorphologischer Zustand und Gewässerbreite	50	Verzeichnisse	94
2.1.5	Querbauwerke behindern Längsvernetzung	51	Abkürzungen	94
2.2	Zustand des Gewässerraums	52	Abbildungen	94
2.2.1	Erfüllter und nicht erfüllter Raumbedarf	52	Tabellen	97
2.2.2	Nutzungsdruck führt zu Raumdefizit	54	Literatur	97
2.2.3	Raumdefizit und Gewässerordnung	55	Glossar	100
<hr/>			Bildnachweis	100
3	Revitalisierung	56		
3.1	Fehlender Gewässerraum	56		
3.2	Revitalisierung: Potenzial und Bedarf	59		
3.3	Grobschätzung der Kosten	62		
<hr/>				
4	Fortschreibung	63		
4.1	Datennachführung als Chance und Notwendigkeit	63		
4.2	Bisherige Aktualisierungen	64		
4.3	Vorgehensvorschlag für zukünftige Fortschreibungen	68		

> Abstracts

The status of the structure of water bodies in 24 cantons has been assessed using a standardised method. In Switzerland some 78 % of watercourses (excluding very large rivers) exhibit a good ecomorphological structure. 42 % of the rivers did not have sufficient riverine zones. Ecomorphological remediation measures are required on some 10,800 km of watercourses and some 50,000 artificial obstacles. The use of a standardised method on a national basis has proved itself.

Der Zustand der Gewässerstruktur ist in 24 Kantonen mit einer einheitlichen Methode erhoben worden. Schweizweit weisen 78 % der Fliessgewässer (ohne sehr grosse Flüsse) einen guten ökomorphologischen Zustand auf. 42 % der Fliessstrecken verfügen nicht über einen ausreichenden Gewässerraum. Ein ökomorphologischer Revitalisierungsbedarf wird für rund 10 800 Gewässerkilometer und rund 50 000 künstliche Hindernisse ausgewiesen. Die landesweite Verwendung einer einheitlichen Methode hat sich bewährt.

La structure des cours d'eau a été évaluée à l'aide de la même méthode dans vingt-quatre cantons. Si 78 % des cours d'eau suisses (sans compter les plus grands) présentent un bon état écomorphologique, 42 % des tronçons inventoriés ne disposent pas d'un espace suffisant. Un besoin de revitalisation écomorphologique a été constaté pour quelque 10 800 km de cours d'eau et environ 50 000 obstacles artificiels. Le recours à une méthode standardisée dans l'ensemble de la Suisse a fourni les résultats escomptés, et l'on recommande une marche à suivre tout aussi cohérente et coordonnée pour actualiser les données.

La struttura dei corsi d'acqua è stata valutata con un metodo uniforme in venti quattro Cantoni. Il 78 per cento dei corsi d'acqua svizzeri (non contando quelli più grandi) presenta un buono stato ecomorfologico, mentre il 42 per cento non dispone di spazio sufficiente. Un bisogno di rivitalizzazione ecomorfologica è stato constatato per circa 10 800 chilometri di corsi d'acqua e circa 50 000 ostacoli artificiali. L'utilizzo di un metodo uniforme su tutto il territorio nazionale è risultato positivo e si raccomanda di applicare una procedura altrettanto coordinata e uniforme per l'aggiornamento dei dati.

Keywords:

Structure of water bodies, watercourses, ecomorphology level F, space requirement, remediation, interconnection of aquatic habitats, recording

Stichwörter:

Gewässerstruktur, Fliessgewässer, Ökomorphologie Stufe F, Raumbedarf, Revitalisierung, aquatische Vernetzung, Fortschreibung

Mots-clés:

structure des cours d'eau, cours d'eau, écomorphologie – niveau R, besoin d'espace, revitalisation, connectivité des milieux aquatiques, tenue à jour

Parole chiave:

struttura dei corsi d'acqua, corsi d'acqua, ecomorfologia a livello F, bisogno di spazio, rivitalizzazione, connettività degli ambienti acquatici, aggiornamento

> Vorwort

Flüsse und Bäche sind wichtige Bestandteile von Natur und Landschaft und dienen als eigentliche verbindende Lebensadern. Sie prägen und gestalten Landschaften, transportieren Wasser und Geschiebe und bilden so Lebensräume für zahlreiche Pflanzen und Tiere. Sie vernetzen wertvolle Ökosysteme und sorgen für die Erneuerung des Grundwassers.

Ein naturnahes Fließgewässer ist dynamisch und ändert je nach Abflussmenge seine Morphologie. Die Biotope in und an einem Fließgewässer sind damit gleichfalls Veränderungen unterworfen. Das natürliche Wechselspiel führt zu andauernd umgestalteten, verschiedenartigen Kleinlebensräumen, in welchen sich eine angepasste, artenreiche Tier- und Pflanzenwelt entwickeln kann. Die periodischen Hochwasserabflüsse sind die massgebenden Treiber dieser Dynamik. Diese für die Vielfalt der Lebensräume wichtigen Hochwasser waren und sind jedoch gerade ein Grund für menschliche Eingriffe in die Gewässer. Während Jahrhunderten wurden die Flüsse gezähmt, das heisst kanalisiert, begradigt und eingeengt, um den Hochwasserabfluss zu kontrollieren und gleichzeitig wertvolles Kulturland zu gewinnen.

Mit dem zunehmenden Verständnis für die Umwelt wurde man sich auch mehr und mehr bewusst, welche grundlegenden natürlichen Funktionen die Gewässer neben der für den Menschen wichtigen Drainage des Kulturlands und dem Schutz vor Hochwasserschäden erfüllen. Diese Erkenntnisse führten zu einer entsprechenden Anpassung der Gesetze. Sowohl im Wasserbaugesetz (Art. 4) wie im Gewässerschutzgesetz (Art. 37) sind die Anforderungen an Projekte festgelegt, welche bei allen Eingriffen in die Gewässer zu berücksichtigen sind. Die grossen Hochwasserereignisse der vergangenen zwei Jahrzehnte machten ihrerseits eine Anpassung der Hochwasserstrategie erforderlich: Auch mit noch so viel technischem Aufwand lässt sich nämlich kein absoluter Schutz vor Hochwasser erreichen. Hochwassersicherheit braucht Platz, Rückhalteräume an den Fließgewässern helfen, Hochwasserspitzen zu dämpfen. Hier ergeben sich Synergien mit den Anliegen des Natur- und Landschaftsschutzes, denn Dynamik kann nur zugelassen werden, wenn der dafür nötige Raum vorhanden ist.

Wie gross ist nun der Handlungsbedarf? Wie steht es um die Strukturvielfalt der Fließgewässer? Zur Beantwortung dieser Frage wurde im Rahmen des Modul—Stufenkonzepts zur Beurteilung des Zustandes der Fließgewässer der Schweiz die Methode Ökomorphologie Stufe F entwickelt. Es war das erste der neun heute vorhandenen Beurteilungsmodule. Darin wurde neben Parametern, die eine Aussage über die Strukturvielfalt und den Verbauungsgrad erlaubten, auch eine Beurteilung des verfügbaren Gewässerraumes integriert. Der Bund förderte gezielt die Anwendung dieses Moduls, indem er die Kantone zusätzlich finanziell bei den Erhebungen unterstützte. Erstmals haben alle Akteure von Wasserbau und Gewässerschutz von Bund und Kantonen zusammengearbeitet, um eine Gesamtsicht über den ökomorphologischen Zustand der schweizerischen Fließgewässer zu ermöglichen. 24 Kantone haben ihre Fließgewässer

abschnittsweise detailliert von auf der Methode geschulten Fachleuten beurteilen lassen. Die Ergebnisse sind nun in der vorliegenden Publikation zusammengefasst. Dank der Erhebungen wissen wir heute besser, wie es um die Strukturvielfalt, den Raumanpruch und die Wanderhindernisse in unseren Fliessgewässern bestellt ist, und entsprechende Defizite können erkannt werden.

Diese wertvolle Grundlage trägt dazu bei, Prioritäten für die Planung von Revitalisierungen und Hochwasserschutzmassnahmen zu setzen. Solche werden sich künftig unter dem Gesichtspunkt der sich infolge des Klimawandels verstärkenden Extreme (grössere Hochwasser, längere Trockenperioden) als umso wichtiger erweisen.

Stephan Müller
Chef der Abteilung Wasser
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

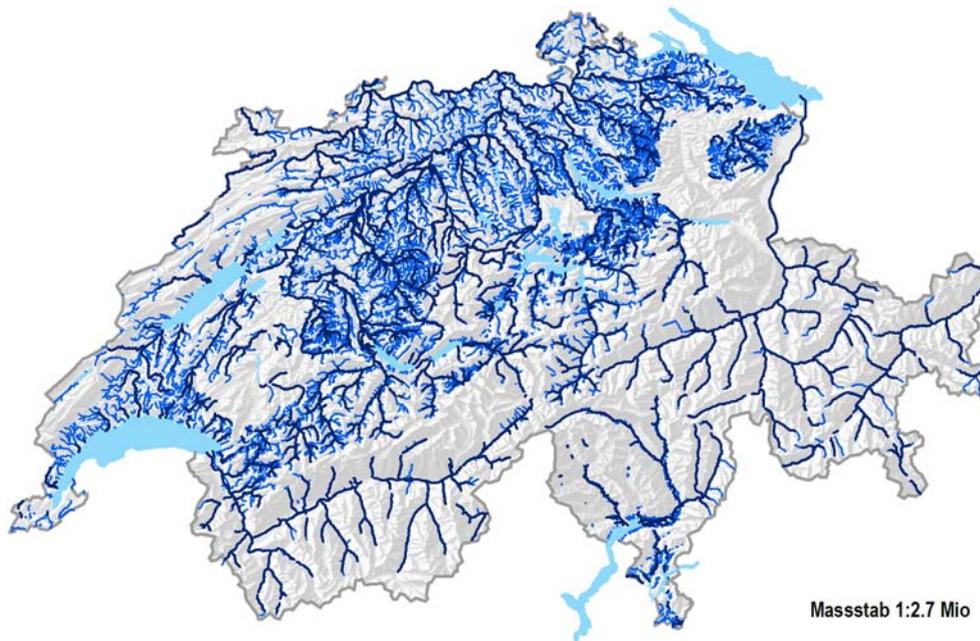
Hans Peter Willi
Chef der Abteilung Gefahrenprävention
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

> Überblick

Fliessgewässer werden seit Jahrhunderten korrigiert und begradigt, die Gerinne mit Verbauungen fixiert oder eingedolt. Ziele dieser Massnahmen waren die Nutzbarmachung der Fliessgewässer als Transportwege, zur Energiegewinnung und der Schutz des angrenzenden Raums für Siedlungen und landwirtschaftliche Nutzung vor Hochwasser. Damit sind die Strukturen und die Durchgängigkeit der Fliessgewässer langfristig verändert und ihre natürlichen Funktionen zunehmend beeinträchtigt oder sogar verhindert worden. Zusätzlich ist der den Gewässern zugestandene Raum mit der Zeit vielerorts bis auf einen Abflusskanal reduziert worden.

Die vorliegende Untersuchung gibt Auskunft über den aktuellen strukturellen Zustand der kleinen und mittleren Fliessgewässer in der Schweiz. In 24 Kantonen wurde der ökomorphologische Zustand entlang von knapp 29 000 Kilometern Bächen und Flüssen nach einer einheitlichen Methodik erhoben. Die Resultate wurden anschliessend auf das Gewässernetz der Landeskarte 1 : 25 000 übertragen und hochgerechnet.

Abb. 1 > Kartierte Fliessgewässer



Die Struktur der Schweizer Fließgewässer im Überblick

Hochgerechnet auf das Schweizer Fließgewässernetz VECTOR25 mit rund 65 000 km sind:

- > 54 % oder 35 000 km (dies entspricht einer Strecke von der Schweiz über Australien bis New York, USA) natürlich bzw. naturnah (Klasse I)
- > 24 % oder 16 000 km (bis Adelaide, Australien) wenig beeinträchtigt (Klasse II)
- > 10 % oder 7 000 km (bis Ulan Bator, Mongolei) stark beeinträchtigt (Klasse III)
- > 5 % oder 3 000 km (bis Nordkap) künstlich bzw. naturfremd (Klasse IV)
- > 7 % oder 4 000 km (bis Usbekistan) eingedolt (Klasse V).
- > 101 000 künstliche Durchgangshindernisse an Fließgewässern vorhanden. Diese künstlichen Abstürze und Bauwerke weisen eine Höhe von mehr als 50 cm auf und behindern die Fischwanderung.

In einem ökomorphologisch guten Zustand sind die Klassen I (natürlich/naturnah, blau) und II (wenig beeinträchtigt, grün). Die Gewässerstrecken der Klassen I und II umfassen rund 51 000 km oder 78 % der Gesamtwässerlänge.

Gewässerabschnitte mit einer schlechten Gewässerstruktur sind die Klassen III (stark beeinträchtigt, gelb); IV (künstlich/naturfremd, rot) und die eingedolten Abschnitte (violett). Die Gesamtstrecke dieser Abschnitte beträgt ca. 14 000 km bzw. 22 % der Gesamtwässerlänge.

Abb. 2 > Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fließgewässer

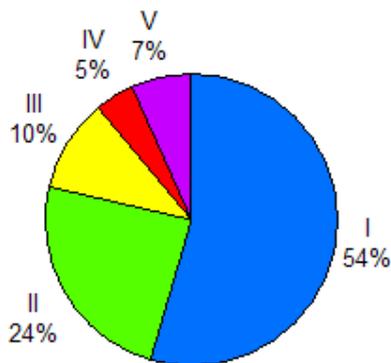


Abb. 3 > Geografische Vergleiche der Längen der Ökomorphologieklassen



Unterschiedliche Verteilung der Ökomorphologieklassen:

- > Während im Jura 36 % der Fliessgewässer einen schlechten Zustand I aufweisen, sind es im Mittelland 38 % und in den Alpen 15 %. In den Alpentälern unter 600 m Höhe sind 52 % der Fliessgewässer in einem schlechten Zustand.
- > In Höhenlagen bis 600 m ü.M. sind 46 % der Gewässerabschnitte in einem ungenügenden Zustand. Mit zunehmender Höhe sinkt der Anteil der Fliessgewässer in schlechtem Zustand.
- > In Siedlungen sind 81 %, im Landwirtschaftsgebiet 48 % und im übrigen Gebiet 7 % der Fliessgewässer in einem schlechten Zustand.

- > 40 % der grossen, 21 % der mittleren und 16 % der kleinen Gewässer sind in einem schlechten Zustand.

Abb. 4 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen¹ nach biogeografischen Regionen

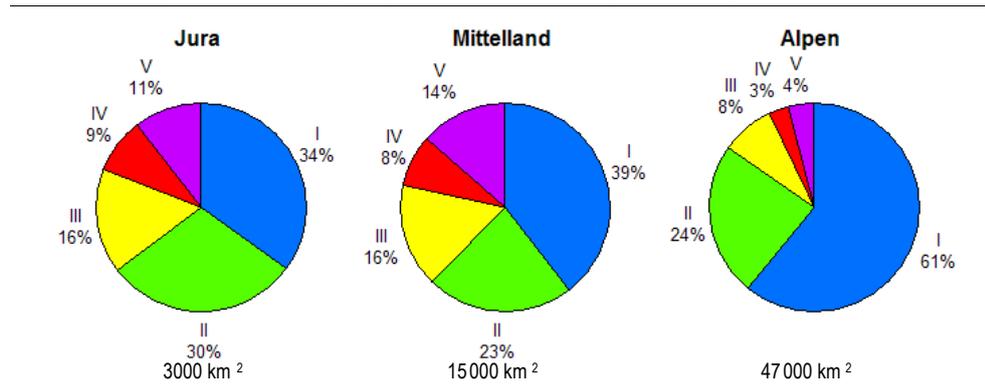
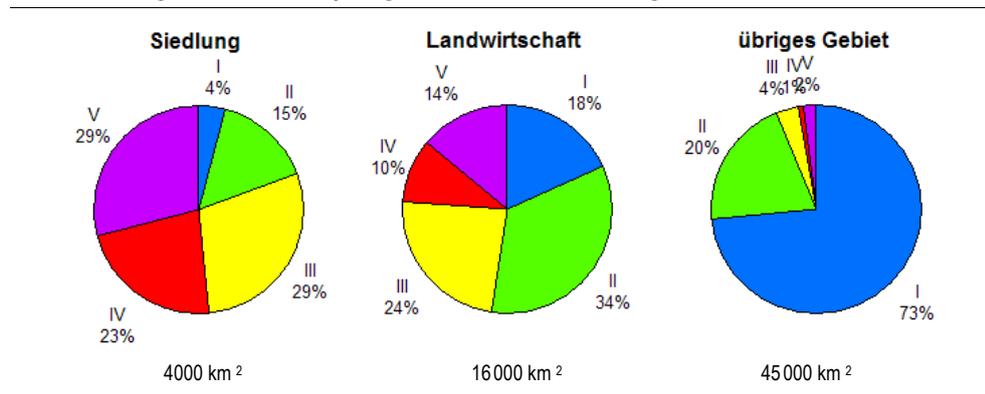


Abb. 5 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen¹ nach Landnutzung



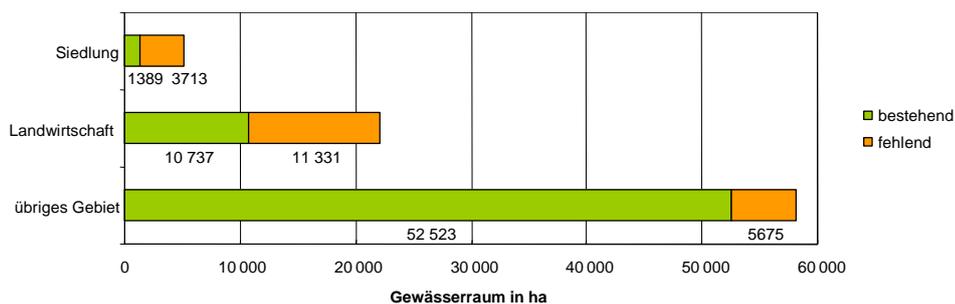
¹ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
 Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
² Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet), Total 65 000 km

Defizite beim Gewässerraum

Der gesamte Raumbedarf der Gewässer beträgt rund 86 000 ha, davon stehen den Gewässern aktuell 64 000 ha zur Verfügung. Der fehlende Raumbedarf von 22 000 ha ist nicht gleichmässig über die Schweiz verteilt:

- > Bei den eingedolten, künstlich/naturfremden und stark beeinträchtigten Fließstrecken fehlen insgesamt 14 000 ha Gewässerraum.
- > Entlang der wenig beeinträchtigten sind 7 000 ha und entlang der natürlichen Abschnitte 10 000 ha Gewässerraum zu wenig vorhanden.
- > Im Landwirtschaftsgebiet fehlen 51 % oder 11 000 ha. Umgekehrt stehen somit 49 % oder 11 000 ha den Gewässern zur Verfügung, wobei nur ein Teil gewässergerechte Vegetation aufweist.
- > Im Siedlungsgebiet fehlen rund 73 % oder 3 700 ha des Raumbedarfs.

Abb. 6 > Fehlender Gewässerraum nach Landnutzung³

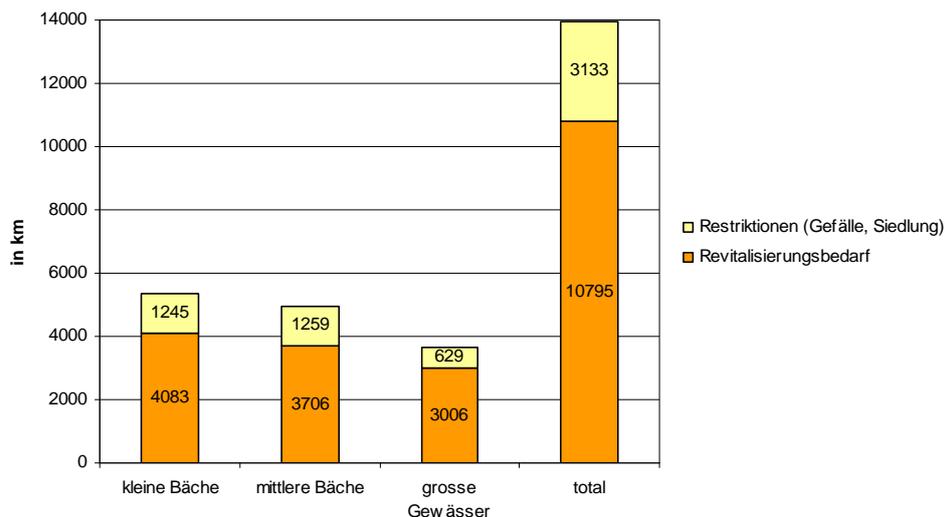


³ Landnutzung: Siedlungsgebiet gemäss VECTOR25; Landwirtschaftsgebiet (gemäss VECTOR25/landwirtschaftliche Zonengrenzen; übriges Gebiet (Wald, Fels, Geröll, Sumpf gemäss VECTOR25 und Sömmerungsgebiet gemäss landwirtschaftlichen Zonengrenzen) vgl. Anhang A3

Ökomorphologischer Zustand und Revitalisierung

- > Natürliche, naturnahe Gewässer müssen erhalten bleiben, sollten möglichst der Eigendynamik überlassen werden und dürfen keinesfalls beeinträchtigt werden.
- > Wenig beeinträchtigte Gewässer sollen erhalten oder durch mehr Gewässerraum und Dynamik zu natürlich/naturnahen Gewässern aufgewertet werden.
- > Stark beeinträchtigte und künstliche, naturfremde Gewässer sollen mindestens zu wenig beeinträchtigten Gewässern aufgewertet werden.
- > Eingedolte Bäche sollen offengelegt und naturnah gestaltet werden.
- > Künstliche Hindernisse sollten wo nötig durch Aufweitungen, Blockrampen, Umgehungsgerinne oder Fischtreppen ersetzt oder passierbar gemacht werden.

Abb. 7 > Revitalisierungsbedarf der Fliessgewässer⁴



Gewässerabschnitte mit einer schlechten Gewässerstruktur (Zustandsklassen III, IV und eingedolte Abschnitte) weisen aus ökomorphologischer Sicht einen Handlungsbedarf auf. Ein Teil dieser Gewässerabschnitte wird nicht in den Revitalisierungsbedarf aufgenommen. Es handelt sich hier um einen Anteil der Strecken im Siedlungsgebiet und um sehr steile Fliessstrecken. Rund 10 800 Bachkilometer werden als Revitalisierungsbedarf ausgewiesen. Die in diesen 10 800 Bachkilometern liegenden 50 000 künstlichen Durchgangshindernisse mit mehr als 50 cm Höhe sind *sanierungsbedürftig*.

⁴ Kleine Bäche: Flussordnungszahl (FLOZ) 1; mittlere Bäche: FLOZ 2 und 3; grosse Gewässer: FLOZ 4 bis 9; ohne sehr grosse Flüsse (vgl. Anhang A2).

Fortschreibung für Erfolgskontrollen

- > Nachkartierungen von Wasserbauprojekten ermöglichen ökomorphologische Erfolgskontrollen.
- > Bund und Kantone greifen aktuell und zukünftig für diverse Planungs- und Monitoringprojekte sowie Finanzierungsprogramme explizit auf die Daten der Ökomorphologie Stufe F zurück und sind damit auf aktualisierte Grundlagen angewiesen.
- > Erste Erfahrungen zeigen, dass die Gewässerstruktur mit wirkungsvollen Revitalisierungsmassnahmen tatsächlich stark verbessert wird.
- > Eine periodische Aktualisierung des bestehenden Datensatzes mit einer einheitlichen Methode wird deshalb empfohlen.

Abb. 8 > Erfolgskontrolle beim Chräbsbach

Bei Kirchlindach (BE) wurde der stark beeinträchtigte (gelbe) Abschnitt von 1550 m zu wenig beeinträchtigt (grün, 975 m) und natürlich (blau, 495 m) aufgewertet. Eine kurze Strecke (80 m) wurde aufgrund der kürzeren Abschnittbildung als künstlich (rot) bewertet. Neu wurde ein ehemals künstlicher Abschnitt (65 m) nach der Aufwertung als wenig beeinträchtigt eingestuft.



Nutzen und Folgerungen

Die Daten der Ökomorphologie Stufe F

- > schaffen einen Überblick über die Strukturen der Schweizerischen Fließgewässer
- > zeigen die natürlichen und wenig beeinträchtigten Gewässer
- > stellen die strukturellen Defizite der Gewässer dar
- > weisen auf Wanderhindernisse für Fische hin
- > unterstützen die Sicherung des Raumbedarfs
- > sind eine wichtige Entscheidungshilfe für die Planung von Revitalisierungen
- > unterstützen moderne, nachhaltige Wasserbauvorhaben und erleichtern die Wirkungskontrolle

> Einleitung

Seit jeher beeinflussen Fliessgewässer das Wirken und Leben der Menschen und seit sehr langer Zeit haben die Menschen den ökomorphologischen Zustand der Fliessgewässer in der Schweiz verändert. Bach- und Flusskorrekturen haben in der Vergangenheit entscheidend dazu beigetragen, dass sich grosse Gebiete der Schweiz überhaupt wirtschaftlich entwickeln konnten. Die Hochwasserereignisse der letzten Jahre und Jahrzehnte haben aber zu einem Sinneswandel geführt. Einen absoluten Schutz vor den Schäden von Hochwassern gibt es nicht. Vielmehr muss eine nachhaltige Raumnutzung angestrebt werden, die auf die vorhandenen Naturgefahren Rücksicht nimmt und die Eingriffe minimiert. Dies ist dann möglich, wenn den Gewässern genügend Raum zur Erfüllung ihrer vielfältigen Funktionen zur Verfügung gestellt wird.

Die unterschiedlichen Fliessgewässerfunktionen werden im «Leitbild Fliessgewässer Schweiz» aufgeführt (BUWAL/BWG/BLW/ARE, 2003). Fliessgewässer gestalten Landschaften, transportieren Wasser und Geschiebe. Sie sind als aquatische Ökosysteme lebenswichtige Adern in unseren Landschaften und haben eine ausgleichende Wirkung auf die benachbarten Lebensräume. Sie erneuern unsere Grundwasserreserven. Und vor allem: Sie sind lebendig und dynamisch. Sie suchen sich ihren Weg und treten dabei manchmal auch über die Ufer. Aber der Mensch ist ihnen zu nahe getreten. Viele Fliessgewässer haben diese vielfältigen Funktionen wegen einschneidender Eingriffe des Menschen teilweise oder ganz verloren. Forschungsergebnisse (zum Beispiel aus dem Projekt Fischnetz) zeigen, dass viele Fische krank sind und dass die Fischpopulationen vielerorts abnehmen. Eine massgebende Ursache im Faktorenkomplex für den Fischrückgang sind fehlende oder unzureichende Lebensräume. Der ökomorphologische Zustand der Fliessgewässer ist zu monoton.

Die Struktur des Lebensraums Fliessgewässer kann mit dem Begriff «Ökomorphologie» beschrieben werden. Er umfasst die Beschaffenheit von Sohle, Ufer, Umland sowie die Vernetzung des Fliessgewässers und die Beeinflussung durch den Menschen. Die Ökomorphologie stellt einen Schlüsselfaktor für viele Eigenschaften und Prozesse des Ökosystems Fliessgewässer dar.

Mit der Methode Ökomorphologie Stufe F stehen nun die Grundlagen zur Verfügung um den Raumbedarf der Fliessgewässer zu bestimmen. Zudem dient der erfasste Zustand der Gewässerstruktur als Grundlage für Revitalisierungen. Es erstaunt deshalb nicht, dass eine hohe ökomorphologische Qualität von Wasserbauprojekten gemäss dem neuen Finanzausgleich eine Voraussetzung für zusätzliche Subventionen ist.

Die Gewässerstruktur wurde in 24 Kantonen zwischen 1997 und 2008 mit einer einheitlichen Methode erhoben. Die Aufnahmedichte war jedoch sehr unterschiedlich. Während einige Kantone fast das gesamte Gewässernetz erfassten, beschränkten sich andere – vorwiegend im alpinen Raum – nur auf die wichtigsten Bäche (vgl. Abb. 9).

Wie geht es den Fliessgewässern in der Schweiz?

Kartierung des Zustandes in 24 Kantonen

Insgesamt ist eine gesamtschweizerische Übersicht über den Zustand, die Defizite und den Handlungsbedarf der Fliessgewässer entstanden.

Von 1998 bis 2006 wurde die Erste Erhebung der Ökomorphologie der Schweizer Fliessgewässer durch den Bund finanziell unterstützt. Die Erhebung der Fliessgewässerstrukturen bleibt eine Daueraufgabe: Auch in Zukunft soll die Information über den Gewässerzustand auf einem aktuellen Stand gehalten und regelmässig nachgeführt werden.

Trägerschaft: Bund und Kantone

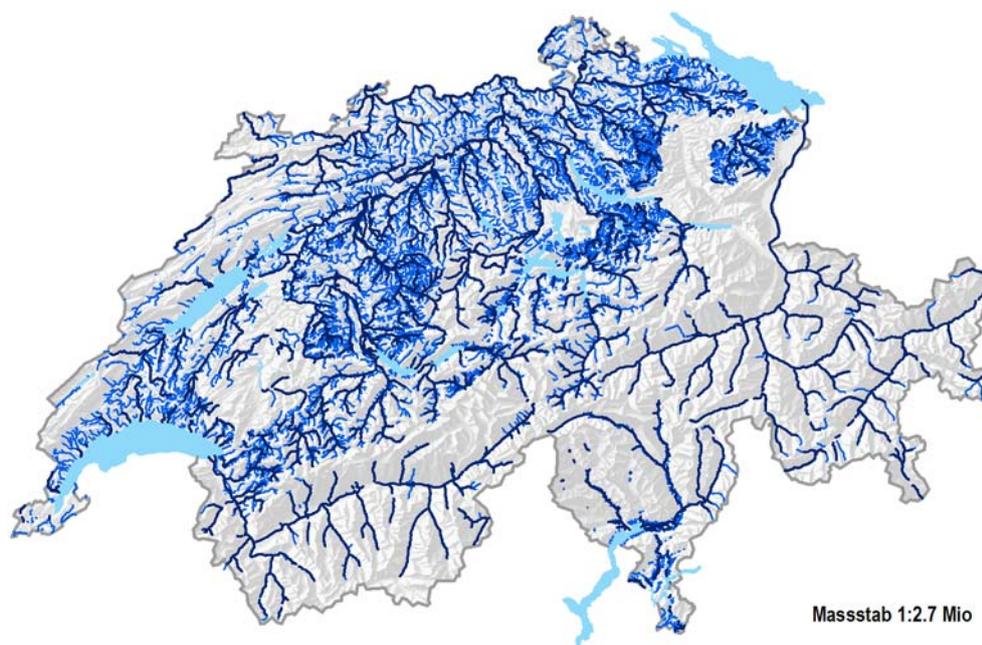
Mit dieser Auswertung liegen aufgrund der einheitlichen Methode vergleichbare und objektive Ergebnisse vor. Damit wird eine Übersicht über den ökologischen Zustand der Gewässerstruktur geschaffen. Dargestellt werden bei der Auswertung auch die natürlichen/naturnahen Gewässerstrukturen, welche schützens- und erhaltenswert sind. Angestrebt wird, die Defizite der Gewässerstruktur, der Durchgängigkeit und des Raumbedarfs offen zu legen und den ökomorphologischen Handlungsbedarf aufzuzeigen. Damit kann die Prioritätensetzung von Revitalisierungen und die Umsetzung der Anliegen des Raumbedarfs von Fliessgewässern unterstützt werden. Nicht Bestandteil dieses Berichts sind der Zustand der Gewässer im Bereich Wasserhaushalt (z. B. Restwasser, Schwall-Sunk, Stau), Geschiebehauhalt (z. B. dynamische Flussprozesse), Wasserqualität und Lebensgemeinschaften.

Ergebnisse zeigen den Zustand der Gewässerstruktur

Die ökomorphologischen Ergebnisse sind wertvolle Arbeitsinstrumente und Grundlagen für Fachstellen und Ämter (Raumplanung, Wasserbau, Fischerei, Natur- und Gewässerschutz, Landwirtschaft etc.), Planungsbüros, Wissenschaft und Verbände.

An wen richten sich die Ergebnisse?

Abb. 9 > Kartierte Fliessgewässer



1 > Methodik

Die Datenerhebung ist in den Kantonen mit der Methode «Ökomorphologie Stufe F» des Modul-Stufen-Konzepts und in unterschiedlichen Detaillierungsgraden erfolgt. Um eine landesweite Datenauswertung zu ermöglichen, werden die Daten auf das digitale Gewässernetz 1:25 000 (VECTOR25-GWN) der Schweiz übertragen. Die Hochrechnungen basieren auf diesem für die ganze Schweiz einheitlichen Datensatz. Die angewendete Methode ist Teil des Modul-Stufen-Konzepts.

1.1 Das Modul-Stufen-Konzept

Ziel des Modul-Stufen-Konzepts⁵ (BUWAL, 1998/2) ist die Entwicklung von Methoden zur standardisierten Untersuchung und Bewertung des Zustands von Fließgewässern. In den drei unterschiedlichen Bearbeitungsstufen F (Flächendeckend), S (Gewässersystem) und A (Abschnitt eines Gewässers) erfassen und bewerten die einzelnen Module strukturelle, biologische, hydrologische, chemische oder ökotoxikologische Aspekte der Gewässerqualität:

Methodische Einordnung der Untersuchungen

- > Stufe F beinhaltet Methoden zur flächendeckenden Untersuchung (Schweiz, Kanton, Region). Auf dieser Stufe ist das Ziel, mit relativ geringem Aufwand pro Einzeluntersuchung einen Gesamtüberblick über das entsprechende Modul zu erhalten.
- > Mit den Methoden der Stufe S werden ausgewählte Fließgewässersysteme (Flüsse/Bäche mit ihren Zuflüssen) betrachtet. Ziel ist eine detaillierte Erfassung des Gewässerzustands mit Defizitanalyse und der Herleitung von Massnahmen.
- > Mit den Methoden der Stufe A können für einzelne Fließgewässerabschnitte problemspezifische Untersuchungen zur Beantwortung von Detailfragen erarbeitet werden. Es handelt sich hier in der Regel allerdings um kaum standardisierbare Spezialuntersuchungen.

1.2 Methode Ökomorphologie Stufe F

Gemessen und bewertet wird die Beeinflussung der Gerinne und ihrer unmittelbaren Umgebung durch menschliche Bauaktivitäten und Nutzungsformen des Umlands. Die Methode Ökomorphologie Stufe F befasst sich mit wichtigen ökologischen und morphologischen Eigenschaften von kleinen und mittleren Fließgewässern mit einer Breite bis ca. fünfzehn Meter⁶. Im Zentrum des Interesses stehen die Strukturvielfalt, die Längsvernetzung und Wechselwirkungen mit der Umgebung. Konzipiert als flächen-

Sohle, Ufer, Umland und Längsvernetzung erfasst

⁵ www.modul-stufen-konzept.ch

⁶ In diesem Bericht werden die Begriffe «kleines», «mittleres» und «grosses» Gewässer bezüglich der Flussordnungszahlen (FLOZ) verwendet und haben keinen direkten Bezug zur konkreten Gewässerbite (vgl. Tab. 10).

deckend anwendbare Methode muss der Erhebungsaufwand für den einzelnen Gewässerabschnitt klein sein. Aus diesem Grund wurde eine repräsentative Auswahl ökologisch und morphologisch relevanter Merkmale getroffen.

Tab. 1 > Definition der wichtigsten Merkmale

Wasserspiegelbreitenvariabilität	Änderung der Wasserspiegelbreite innerhalb eines ausgewählten Gewässerabschnittes. Die Wasserspiegelbreite umfasst den bei mittlerem Wasserstand (Mittelwasser) überspülten Bereich des Gewässers.
Sohlenbreite	Mittlere Breite der Gewässersohle innerhalb eines ausgewählten Gewässerabschnittes. Die Gewässersohle entspricht jenem Bereich, welcher in der Regel bei Hochwasser umgelagert wird und somit frei ist von höheren Wasserpflanzen und Landpflanzen. Normalerweise wird für die Bestimmung der Sohlenbreite der Abstand zwischen linkem und rechtem Böschungsfuss (Definition vgl. unten) verwendet.
Verbauung der Sohle	Ausmass der künstlichen (baulichen) Massnahmen zur Stabilisierung der Gewässersohle.
Verbauung des Böschungsfusses	Ausmass der künstlichen (baulichen) Massnahmen zur Stabilisierung des Böschungsfusses. Der Böschungsfuss entspricht dem Übergang von Gewässersohle zu Böschung.
Breite und Beschaffenheit des Uferbereiches ⁷	Mittlere Breite des Uferbereiches innerhalb eines ausgewählten Gewässerabschnittes. Beschaffenheit = Bewuchs, Material und Struktur des Uferbereiches. Der Uferbereich wird als der Bereich oberhalb des Böschungsfusses bis zum Gebiet mit «intensiver Landnutzung» (Siedlungsgebiet, Gebäude, Strassen, Wege, intensiv genutztes Agrarland wie Acker, Weide u.a.) bezeichnet.

Quelle: BUWAL 1998/1

Die Bewertung und Klassierung der Abschnitte erfolgt aufgrund der Beurteilung der in Tab. 1 beschriebenen Merkmale. Informationen zu folgenden Punkten werden ergänzend erhoben, fliessen aber nicht in die Bewertung ein: Natürliche Abstürze, Algenbewuchs, Totholz, Tiefenvariabilität, Eindolung. Zudem werden Position, Typ und Absturzhöhe von künstlichen Abstürzen und Bauwerken als mögliche Durchgangsstörungen und Wanderhindernisse für die Wasserlebewesen erfasst. Die Erfassung der Abstürze ist nicht vollständig erfolgt. Bei Sperrentreppen wurde manchmal nur der unterste Absturz erfasst.

Die Daten werden im Feld erhoben. Eine Übersicht über die erhobenen Parameter, deren Ausprägungen und die Klassifizierung ist in Anhang 1 aufgeführt. Es werden von der Mündung aus flussaufwärts homogene Abschnitte ausgeschieden und bewertet. Ein Abschnitt endet dort, wo die Ausprägung mindestens eines Parameters deutlich ändert.

Erfassen und bewerten

Die Bewertung im Hinblick auf eine Zustandsklassierung erfolgt als Vergleich mit einem Referenzgewässer. Dieses weist eine natürlicherweise grosse Wasserspiegelbreitenvariabilität auf und einen ausreichend grossen, natürlichen oder naturnahen

⁷ Diese Definition des Uferbereiches ist nur im Rahmen der vorliegenden Methode anzuwenden. Der Begriff «Uferbereich» deckt sich nicht mit jenem nach Art. 18, Abs. 1bis, Bundesgesetz über Natur- und Heimatschutz (NHG) und ist somit rechtlich nicht relevant. Vgl. BUWAL-Schriftenreihe Vollzug Umwelt «Ufervegetation und Uferbereich nach NHG; Begriffsklärung», BUWAL Bern 1997.

Uferbereich. Gerinnesohle und Böschungsfüsse weisen keine Verbauungen auf. Eine unverbaute Gerinnesohle wird dabei als «dem Referenzzustand entsprechend» beurteilt und mit null (Straf-) Punkten bewertet, während eine vollständig und undurchlässig verbaute Gerinnesohle als «dem Referenzzustand vollständig widersprechend» mit dem Maximum von drei Punkten bewertet wird. Teilverbaute Sohlenabschnitte werden je nach Verbaungsgrad und Verbauungsart mit einem bis zwei Punkten bewertet. Für jeden Abschnitt resultiert eine Gesamtpunktzahl und damit eine Zuweisung in eine von vier Zustandsklassen. Eingedolte Abschnitte werden erfasst, aber nicht bewertet. Sie gehen als zusätzliche Zustandsklasse in die Auswertungen und Darstellungen ein.

Für die Einordnung der Resultate stellt sich die Frage, welche Zustandsklassen einen guten oder genügenden ökomorphologischen Zustand aufweisen, und welche als ungenügend oder schlecht zu bewerten sind. Im Neuen Finanzausgleich zwischen Bund und Kantonen (NFA) ist als Revitalisierungsziel bezüglich Ökomorphologie für Renaturierungen die Zustandsklasse II, «wenig beeinträchtigt» festgelegt worden. Davon ausgehend werden im Folgenden die Zustandsklassen I, «natürlich/naturnah» und II, «wenig beeinträchtigt» als gut bzw. genügend bewertet. Alle anderen Zustandsklassen weisen einen Revitalisierungsbedarf auf.

Tab. 2 > Zustandsklassen Ökomorphologie Stufe F

Zustandsklasse	Punktebereich	Darstellung	Bewertung ökomorphologischer Zustand
I natürlich / naturnah	0–1	blaue Linie	gut / genügend
II wenig beeinträchtigt	2–5	grüne Linie	
III stark beeinträchtigt	6–9	gelbe Linie	schlecht / ungenügend
IV naturfremd / künstlich	10–12	rote Linie	
V eingedolt ⁸	13	violette Linie	

Die Anwendung der Methode ermöglicht die einfache Erfassung und Bewertung von Sohle, Ufer und Umland von kleinen und mittelbreiten Fließgewässern. Sie ermöglicht mit vergleichsweise geringem Aufwand einen guten Überblick über die Strukturen von Fließgewässern. Die Resultate haben sich in der Praxis bezüglich vieler unterschiedlicher Ansprüche bewährt (vgl. Kap. 5).

Möglichkeiten und Grenzen der Methode

Der breite Einsatz in der Praxis hat auch Schwächen und Grenzen der Methode aufgezeigt. Im Sinne einer Methodenkritik werden diese Punkte hier aufgeführt. In Kap. 4.3 wird die Optimierung der Methode im Hinblick auf Nachkartierungen und Erfolgskontrollen angeregt.

> Die Bestimmung der «richtigen» Abschnittsgrenze erweist sich in der Praxis nicht immer als einfach. Schleichende Veränderungen (eine langsame Zu- oder Abnahme des Verbaungsgrads beispielsweise) eröffnen hier einen Spielraum. Die Methode

Abschnittbildung

⁸ Eingedolte Abschnitte werden in der Methode Ökomorphologie Stufe F nicht als eigene Zustandsklasse geführt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden sie im vorliegenden Bericht als Zustandsklasse V (eingedolt) in die Auswertungen und Darstellungen übernommen.

sieht die Ausscheidung von homogenen Abschnitten vor. Dieser Anweisung kann entsprochen werden, indem längere Abschnitte ausgeschieden werden, die tendenziell mittlere Bewertungen aufweisen. Alternativ werden kurze Abschnitte ausgeschieden, die tendenziell extreme (gute oder schlechte) Bewertungen aufweisen. Die Ausscheidung von kurzen Abschnitten führt insgesamt zu genaueren Resultaten. Der Bearbeitungsaufwand nimmt mit zunehmender Anzahl Abschnitte pro Gewässerkilometer zu. Es ist davon auszugehen, dass bei der Erstkartierung zugunsten einer grösseren Tageskartierleistung eher längere Abschnitte ausgeschieden worden sind.

- > Für die Erhebungen wurden in verschiedenen Kantonen grosse Teams aus Fachleuten und Hilfspersonal zusammengestellt. Mit Schulungen und Eichkartierungen wurde versucht, eine möglichst homogene Bewertung zu erreichen. Dieses Ziel ist umso schwieriger zu erreichen, je grösser das Kartierteam ist, und je grösser die Unterschiede bezüglich Fachkenntnissen innerhalb des Teams sind. Bei einer detaillierten Betrachtung wie z. B. mit der Methode Ökomorphologie Stufe S ist deshalb eine Überprüfung und Aktualisierung der Abschnittsbeurteilung von Vorteil.

Unterschiedliches Fachwissen der Kartierenden
- > Sehr grossen Flüssen (Unterläufe von Aare, Reuss, Rhein, Rhone usw.) kann die Methode aufgrund der komplexeren Verhältnisse und dem sich daraus ergebendem zusätzlichen Informationsbedarf nicht vollständig gerecht werden. Es fehlt aber eine klar definierte Obergrenze des Einsatzgebiets der Methode Stufe F. In der Praxis haben sich als Maximalbreite 15 Meter etabliert.

Nicht geeignet für sehr grosse Flüsse
- > Gleichzeitig ist ein Bedarf an Daten zur Ökomorphologie sehr grosser Flüsse vorhanden. Aus diesem Grund sind diese in einigen Kantonen entweder mit einer anderen Methode (LAWA, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser 2002), oder mit einer um Elemente aus der LAWA-Methode ergänzten Methode Ökomorphologie Stufe F untersucht worden. So werden etwa zusätzlich Lauf- und Uferstrukturen erhoben, und das Umland und seine Nutzung werden wegen dem deutlich grösseren Raumbedarf dieser Fliessgewässer grossflächiger erfasst als bei der Methode F (vgl. Anhang 2). Um einen Überblick mit allen ökomorphologisch kartierten Fliessgewässern der Schweiz zu ermöglichen, werden die Daten der grossen Flüsse nach Möglichkeit auf die Methode Stufe F umgerechnet. In die Hochrechnungen werden sie nicht einbezogen. Die Resultate der entsprechenden Kartierungen sind in Anhang 2 dargestellt. Ebenfalls nicht für die weiteren Untersuchungen und Hochrechnungen berücksichtigt werden Flussabschnitte, die mit Methode F erhoben worden sind, aber über eine grosse Strecke eine Breite von über 50 Metern aufweisen, und so die Grundlegendaten unter Umständen verfälschen könnten. Es handelt sich hier um die sehr grossen Fliessgewässer unterhalb der Mittellandseen sowie die Rhone unterhalb von Martigny. Insgesamt wurde die Ökomorphologie entlang von 729 km sehr grosser Flüsse kartiert.

Ergänzte Methode für sehr grosse Flüsse
- > Im Uferbereich, der dem Bach zur Verfügung steht, wird die Distanz zwischen dem Böschungsfuss und der ersten intensiven Nutzungsart gemessen. Diese kann auch ein befestigter Wald- oder Feldweg sein. Falls auf der anderen Seite des Weges die gewässergerechte Nutzung weiterführt, wird diese zusätzliche Uferbereichsbreite methodenbedingt nicht berücksichtigt.

Uferbereichsbreite

- > Einbau von Belebungssteinen bei Renaturierungen: Das Setzen von Belebungssteinen im Gerinne oder am Böschungsfuss hat positive Auswirkungen auf die Gewässerstruktur, erhöht aber den Verbauungsgrad von Sohle und/oder Böschung und verschlechtert damit den ökomorphologischen Zustand des Abschnitts.
- > Aufnahme von Absturzsanierungen bei Fortschreibungen: Der Ersatz von künstlichen Abstürzen durch raue Sohlrampen führt auf einer bestimmten Länge im Gerinne zu einem vollständigen Verbau von Sohle und Böschungsfuss. Wenn die bestehende Methode konsequent angewendet wird, muss ein Abschnitt ausgeschrieben werden, der diesen neuen Verhältnissen Rechnung trägt. Im Kanton Bern wird vorgeschlagen, dass bei reinen Absturzsanierungsprojekten in kleinen und mittleren Bächen auf eine Neubeurteilung von Sohle und Böschung verzichtet wird, und nur der Bauwerktyp angepasst wird. Damit sinkt der Bearbeitungsaufwand. Eine mögliche Rückstufung in eine schlechtere Zustandsklasse wegen der Realisierung einer Revitalisierungsmassnahme kann allerdings nicht mehr aufgezeigt werden.

Belebungssteine verbessern Struktur und verschlechtern Resultat

Absturzsanierungen:
Wie erheben?

1.3

Landesweiter Datenpool als Hochrechnungsbasis

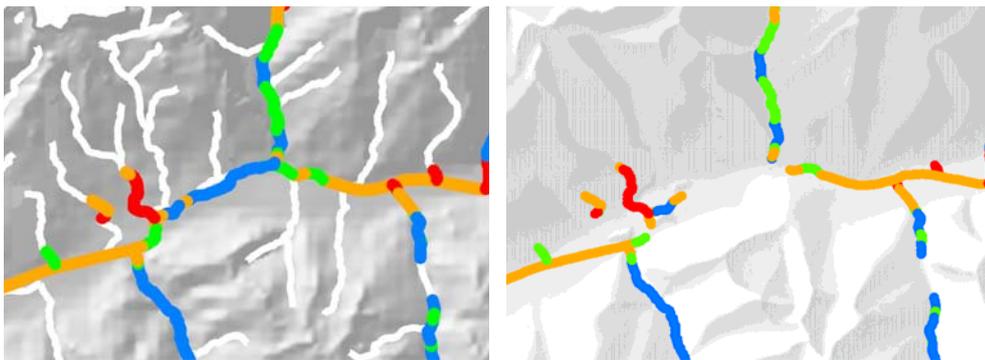
Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) unterstützte die Kantone finanziell bei der Datenerhebung. Bei Verwendung der Methode Ökomorphologie Stufe F wurde jeder kartierte Gewässerkilometer mit Fr. 100.– mitfinanziert, bei Gesamtkosten von Fr. 200.– bis Fr. 260.– pro Gewässerkilometer. Insgesamt leistete das BAFU rund 3,5 Millionen Franken an die Kartierungen. Dank dieser Unterstützung liegen nun direkt vergleichbare Resultate aus insgesamt 24 Kantonen vor.

Finanzielle Anreize führen zu einem vergleichbaren Datensatz

Bei der Übertragung kantonaler Daten, die in einem grösseren Massstab erhoben worden sind, gehen die Daten der kleinsten erhobenen Bäche verloren, weil diese im VECTOR25-GWN nicht vorhanden sind. Zudem werden Daten nicht auf das gesamtschweizerische Netz übertragen, wenn der Verlauf eines Bachabschnitts im nationalen Gewässernetz stark vom Verlauf des gleichen Bachabschnitts im kantonalen Gewässernetz abweicht. Eine eindeutige Zuweisung der kantonalen Daten zum entsprechenden Fließgewässer im VECTOR25-GWN wäre in diesen Fällen nicht gesichert. Obwohl kartiert, konnten deshalb viele Abschnitte (z.B. Rhone beim Pfynwald vgl. Abb. 11) nicht zugewiesen werden. Die Zusammenführung aller Ökomorphologie-Daten in einem einzigen homogenen Datensatz überwiegt aber den detaillierungsgrad- und lagebedingten Datenverlust.

Abb. 11 > Datenverlust beim Übertragen auf das VECTOR25-GWN

Links: Originaldaten vom Kanton Wallis; rechts: auf das VECTOR25-GWN übertragene Daten. Die unterschiedliche Linienführung beider Gewässernetze ist auf die grosse Breite des Rhonebetts in diesem Abschnitt zurückzuführen.



Aus: Departement für Verkehr, Bau und Umwelt des Kantons Wallis (2008)

Von den insgesamt 28 824 durch die Kantone kartierten Bach- und Flusskilometern wurden rund 85 % (inkl. sehr grosse Fließgewässer) aufs VECTOR25-GWN übertragen und konnten so für die vorliegenden Untersuchungen verfügbar gemacht werden. 90 % der kartierten Abstrüme und 86 % der kartierten Bauwerke wurden ins VECTOR25-GWN übernommen (Keusen 2008).

Sehr grosse Flüsse wie Rhein, Aare, Rhone, Limmat und Reuss wurden bis auf den Oberlauf nach einer anderen Methode kartiert. Sie werden auf Ökomorph Stufe F umgerechnet und in den Abbildungen dargestellt, in die Hochrechnungen und Auswertungen fließen sie jedoch nicht ein.

Folgende Gewässertypen des VECTOR25-GWN werden in die Hochrechnung einbezogen: «Bach», «Bach_U», «Fluss», «Fluss_U», «Kanal». Künstlich geschaffene Gewässer wie beispielsweise Suonen/Bissen werden so ausgeschlossen. Nur die Fließgewässer innerhalb der Schweizer Landesgrenze aus VECTOR25 werden weiter verwendet. Die Gesamtlänge des Schweizer Gewässernetzes beträgt damit rund 65 440 km. Abzüglich der sehr grossen Flüsse, die nicht in die Hochrechnung einfließen, sind es noch 64 897 km.

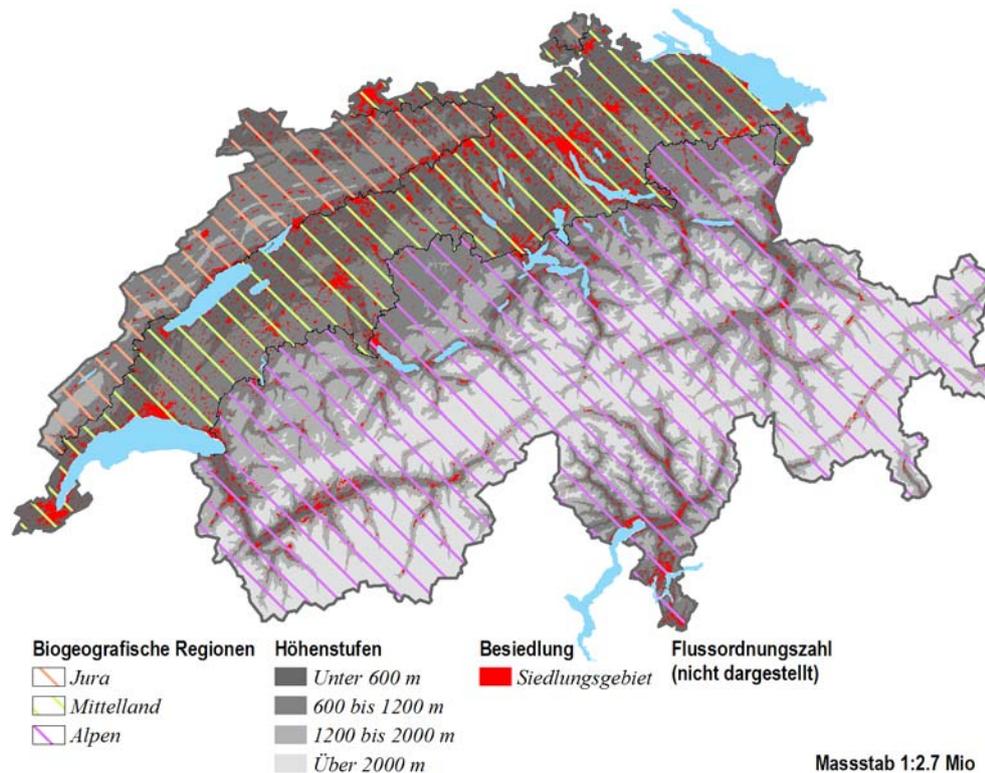
Hochrechnung der Grunddaten
auf VECTOR25-GWN

Nicht alle Gewässer des VECTOR25-GWN wurden kartiert. Sollen Aussagen über alle Fliessgewässer gemacht werden, ist eine Hochrechnung auf das Gewässernetz der gesamten Schweiz nötig. Um möglichst gute Resultate zu erhalten, werden Gruppen (Strata) gebildet, die sich ähnlich verhalten.

Für die Hochrechnung des Gewässerzustands auf das Gebiet der ganzen Schweiz werden die Gewässerabschnitte nach folgenden Kriterien stratifiziert (vgl. Abb. 12):

- > biogeografische Regionen (Jura/Mittelland/Alpen)
- > Höhenklassen (unter 600 m ü.M. / 600–1200 m ü.M. / 1200–2000 m ü.M. / über 2000 m ü.M.)
- > Flussordnungszahlen⁹ (FLOZ 1 (Kleingewässer) / FLOZ 2 und 3 (mittlere Gewässer) / FLOZ 4 bis 9 (grosse Gewässer))
- > Siedlungsgebiete aus Datenebene Primärflächen VECTOR25 (in Siedlung / ausserhalb Siedlung)

Abb. 12 > Stratifikationskriterien für die Hochrechnung



⁹ vgl. Anhang A3

Die auf VECTOR25-GWN umgerechneten Ökomorphologiedaten und das VECTOR25-GWN werden mit den oben genannten Geodatensätzen verschnitten. Dabei werden die einzelnen Merkmale den Gewässerabschnitten zugeordnet. Mit der Stratifizierung entstehen homogene Gruppen, für die bestimmt wird, wie gross der Anteil der Kartierung bezüglich dem Anteil im VECTOR25-GWN ist. Sind von einer Gruppe 50 % oder mehr kartiert, so werden die nicht erfassten Abschnitte aufgrund der Resultate der kartierten Abschnitte geschätzt. Liegt der erfasste Anteil unter 50 %, wird die Schätzung aufgrund der Klassenverteilung der gesamten Schweiz (mit gleicher Höhenstufe, FLOZ und Siedlung/nicht Siedlung)¹⁰ ermittelt.

In intensiver genutzten Gebieten ist der Gewässerzustand durchschnittlich schlechter, aber die Erhebungsdichte grösser als in extensiver genutzten Gebieten. Mit der Hochrechnung über sich ähnlich verhaltende Gruppen wird verhindert, dass der schlechte Gewässerzustand auf unterrepräsentierte Gewässer in extensiv genutzten Gebieten hochgerechnet wird.

Verwendet man einen erfassten Anteil von mindestens 10 % als Kriterium für Repräsentativität, so ist dies in fast allen Strata gegeben. Ausnahmen sind die alpinen Kleingewässer ausserhalb des Siedlungsgebiets in der Höhenklasse über 2000 m (FLOZ 1 0,8 % von rund 6200 km, FLOZ 2 und 3 4,8 % von 3300 km) sowie die alpinen Kleingewässer 1200 bis 2000 m (8 % von 9200 km). Dies betrifft insgesamt 29 % der Schweizer Fliessgewässer¹¹.

Alpine Kleingewässer über 1200 m sind nicht repräsentativ erfasst

Mit Ausnahme der oben erwähnten Fälle ist die Aufnahmedichte aber hoch. Der Kartieranteil bei den mittleren bis grossen Flüssen (FLOZ 4 bis 9) liegt bei 70 %, bei den kleineren bis mittleren (FLOZ 2 und 3) bei 41 % und bei den kleinen Gewässern (FLOZ 1) bei 25 %. Im Jura und Mittelland wurden 73 % bzw. 70 % erfasst und in den Siedlungen unter 600 m, wo der ökomorphologische Zustand am schlechtesten ist, wurden über 76 % der Gewässer erfasst. Insgesamt resultiert eine hohe Zuverlässigkeit der Resultate.

Insgesamt hohe Zuverlässigkeit der Resultate

Es wurden rund 129000 künstliche und natürliche Durchgangshindernisse ab einer Höhe von 20 cm kartiert. Je nach Fischart, Grösse des Fisches sowie Kolkentiefe unterhalb und Tiefwasserbereich oberhalb eines Absturzes liegt der Schwellenwert für die Überwindbarkeit eines Hindernisses bei 20–70 cm (BUWAL 2005). Für die Hochrechnungen werden nur Bauwerke und künstliche Abstürze ab einer Höhe von 50 cm einbezogen, was die Anzahl auf knapp 50000 reduziert. Die Hochrechnung der Anzahl Durchgangshindernisse (Bauwerke und künstliche Abstürze höher als 50 cm) erfolgt auf gleichem Weg wie die der Ökomorphologie-Abschnitte. Die Durchgangshindernisse werden anhand der gleichen Kriterien stratifiziert wie die Abschnitte (vgl. Abb. 12). In den nicht erfassten Abschnitten wird die Anzahl der Hindernisse aufgrund der Dichte der Durchgangshindernisse (Anzahl/km) in den erfassten Abschnitten der gleichen Gruppe geschätzt, sofern mindestens 50 % der Gesamtstreckenlänge kartiert

Hochrechnung der Durchgangshindernisse

¹⁰ Für das Siedlungsgebiet über 2000 m liegen keine Resultate vor, daher werden in diesem Fall die Hochrechnungsfaktoren für die Höhenstufe und die gleiche FLOZ übernommen.

¹¹ FLOZ, vgl. Anhang A3

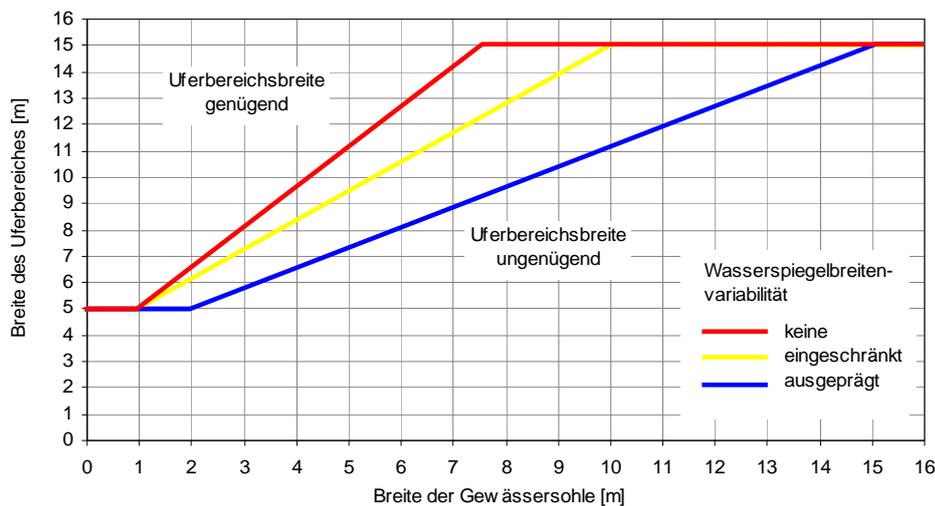
wurde. Liegt der erfasste Anteil unter 50 %, wird die Schätzung aufgrund der Klassenverteilung der gesamten Schweiz (mit gleicher Höhenstufe, FLOZ und Siedlung/nicht Siedlung)¹² ermittelt.

Der minimale Raumbedarf für Fliessgewässer ist abhängig von der Gewässerbreite und dem ökomorphologischen Zustand des Gerinnes (Ausgedrückt in der Wasserspiegelbreitenvariabilität). Er lässt sich aus der untenstehenden Abbildung ableiten.

Hochrechnung
des fehlenden Gewässerraums

Bei eingedolten Gewässern wird für die Bestimmung des Raumbedarfs von einer Sohlenbreite von 1,5 m ausgegangen (vgl. Niederhauser 2000).

Abb. 13 > Beurteilungsschema Uferbereichsbreite



An den ökomorphologisch erfassten Gewässerabschnitten ist auch die im Feld festgestellte Breite des Uferstreifens bekannt. So kann ein allfälliges Uferbereichsdefizit als Differenz zwischen Ist- und Sollbreite berechnet werden.

¹² In der Siedlung über 2000 m liegen keine kartierten Daten vor, daher werden in diesem Fall die Hochrechnungsfaktoren für die Höhenstufe und die gleiche FLOZ übernommen.

2 > Lagebericht

Aufgezeigt wird die gute und schlechte Qualität des ökomorphologischen Zustands der Fließgewässer. Die in fünf Zustandsklassen ausgewiesene Gewässerstruktur ist unterschiedlich nach biogeografischer Region, Höhenlage, Art der Umgebungsnutzung und Gewässergrösse. Auch bei den Querbauwerken und beim Raumbedarf bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Straten.

2.1 Zustand der Fließgewässerstruktur

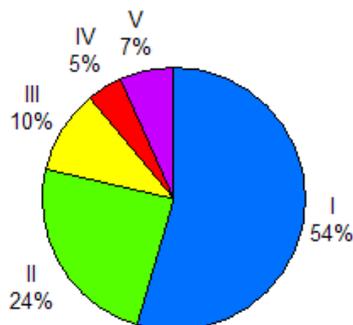
2.1.1 Gute und schlechte Qualität erfasst

In der Schweiz sind 30 000 Gewässerkilometer erhoben worden und 29 000 km wurden klassiert. Davon konnten 23 887 km auf VECTOR25-GWN übertragen und in die Hochrechnungen mit einbezogen werden. Damit sind für 37 % des Gewässernetzes Daten vorhanden. Unter Berücksichtigung von biogeografischer Region, Höhe, Siedlung und Flussordnungszahl (FLOZ) auf das gesamte Schweizer Fließgewässernetz hochgerechnet, sind:

Strukturvielfalt neben
-armut und -einfalt

- > 54 % oder 35 000 km der Gewässerstrecken natürlich bzw. naturnah (Klasse I),
- > 24 % oder 16 000 km wenig beeinträchtigt (Klasse II),
- > 10 % oder 7 000 km stark beeinträchtigt (Klasse III),
- > 5 % oder 3 000 km künstlich bzw. naturfremd (Klasse IV),
- > 7 % oder 4 000 km eingedolt (Klasse V).

Abb. 14 > Ökomorphologischer Zustand¹³ der Schweizer Fließgewässer



¹³ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

Natürliche/naturnahe Gewässer haben genügend Raum und sind weitgehend unverbaut. Teilweise befestigte Ufer und meist nur ein schmaler Gehölzstreifen kennzeichnen die wenig beeinträchtigten Fließgewässer. Stark beeinträchtigte Abschnitte sind häufig begradigt, grösstenteils verbaut und gehölzfrei. Kanalisiert und zum Teil ohne Uferbereich sind die künstlichen, naturfremden Abschnitte. Eingedolte Bäche wurden künstlich in den Untergrund verlegt.

Charakterisierung
der Klassen I bis V

Abb. 15 > natürlich, naturnah

Aubonne bei Nyon (VD)



Abb. 16 > wenig beeinträchtigt

Önz bei Heimhausen (BE)



Abb. 17 > stark beeinträchtigt

Suhre bei Knüttwil (LU)



Abb. 18 > künstlich, naturfremd

Stadtbach in Bern (BE)



Abb. 19 > eingedolt

Lötschenbach in Ostermundigen (BE)



Die Längen der hochgerechneten Fließgewässer entsprechen Distanzen von Bern bis nach:

Geografische Vergleiche

- > New York (USA, von Bern um die Welt nach Osten): rund 35 000 km natürlich bzw. naturnah
- > Adelaide (Australien): rund 16 000 km wenig beeinträchtigt
- > Ulan Bator (Mongolei): rund 7 000 km stark beeinträchtigt
- > Nordkap: rund 3 000 km künstlich bzw. naturfremd
- > Usbekistan: rund 4 000 km eingedolt

Abb. 20 > Geografische Vergleiche der Längen der Ökomorphologieklassen¹⁴

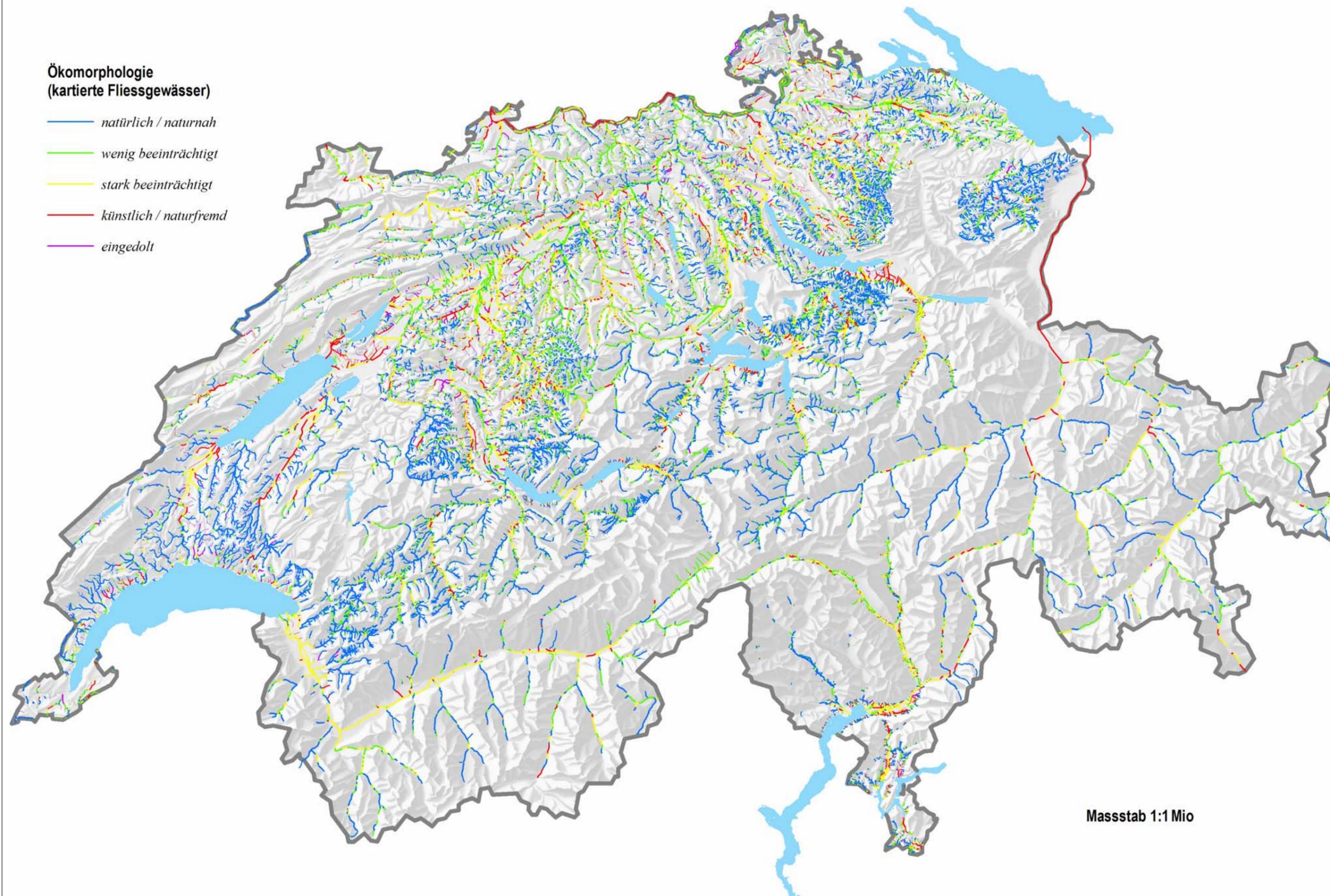


www.visibleearth.nasa.gov

Abb. 21 zeigt alle kartierten Fließgewässer. Abb. 22 bis Abb. 27 zeigen die kartierten Fließgewässer nach Zustandsklassen. Wie in Kap. 1 erläutert, variiert der Anteil der kartierten Gewässer zwischen den Kantonen stark. Auch in den biogeografischen Regionen bestehen grosse Unterschiede in der Kartierdichte (73 % Jura, 70 % Mittelland, 24 % Alpen).

Wie sieht es in der Schweiz aus?

¹⁴ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

Abb. 21 > Kartierte Fließgewässer, Zustandsklassen Ökomorphologie Stufe F¹⁴

Eine hohe Konzentration von natürlichen/naturnahen Fließgewässern ist in den Voralpen mit einer aufgrund der höheren Niederschläge hohen Dichte von kleinen Bächen in häufig steilen Waldgebieten zu finden. Wenig beeinträchtigte Abschnitte sind häufig im Wies- und Weideland festzustellen. Viele kleine Bäche und mittelgrosse Flüsse sind stark beeinträchtigt. Künstliche/naturfremde Gewässer und eingedolte Abschnitte sind nicht nur im Mittelland, sondern in der gesamten Schweiz festzustellen. Der Bereich im westlichen und östlichen Mittelland ohne Abschnitte ist auf die nicht vollständige bzw. nicht erfolgte Erfassung im Kanton Fribourg und St. Gallen zurückzuführen. Schwerpunkte der Erfassung sind die Alpennordseite, das Mittelland und der Jura, während in den Alpen und auf der Alpensüdseite vorwiegend die grossen Flüsse erfasst worden sind.

Verteilung
der ökomorphologischen
Zustandsklassen

Abb. 22 > Natürliche/naturnahe Abschnitte



Abb. 23 > Wenig beeinträchtigte Abschnitte



Abb. 24 > Stark beeinträchtigte Abschnitte



Abb. 25 > Künstliche/naturfremde Abschnitte



Abb. 26 > Eingedolte Abschnitte

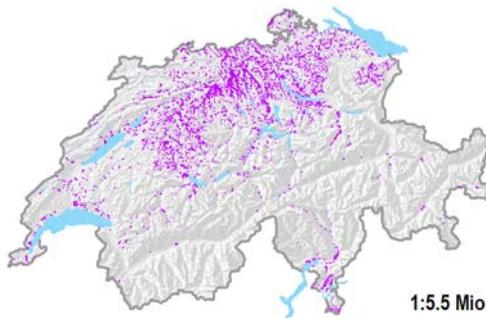


Abb. 27 > Kartierte Fließgewässer



Die Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung sollen einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Dazu werden die Ökomorphologieklassen aller kartierten Gewässer in verschiedenen Massstäben dargestellt. So kann auf einfache Weise festgestellt werden, wie der Zustand der Fließgewässer in der Region, der Gemeinde oder vor der eigenen Haustüre beurteilt worden ist.

Wie sieht der Bach vor meiner Haustüre aus?

Folgende Karten stehen zu Verfügung: www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz

- > 1 Übersichtskarte Ökomorphologie Schweiz (A3)
- > 1 Übersichtskarte Ökomorphologie Schweiz (A0)
- > 23 Detailkarten Ökomorphologie 1 : 100 000 gemäss Blatteinteilung swisstopo

Zusätzlich sind die Ökomorphologiedaten zum Beispiel auf folgenden kantonalen Geoportalen aufgeschaltet bzw. können bei den zuständigen Fachstellen bestellt werden (Stand: 27. Februar 2009):

- > Appenzell: www.geoportal.ch
- > Basel Stadt: www.geo-bs.ch
- > Bern: www.bve.be.ch
- > Obwalden: www.gis.ow.ch
- > Solothurn: www.sogis.so.ch
- > Zürich: www.giszh.zh.ch

Abb. 28 > Ausschnitt aus einer Detailkarte Ökomorphologie

Beispiel Umgebung des Sihlsees (SZ) 1 : 100 000
mit künstlichen Abstürzen und Bauwerken ≥ 50 cm (Quadrate mit Zentrumspunkten)



Die ökologische und hydrologische Funktionsfähigkeit vieler Fliessgewässer ist heute vielerorts beeinträchtigt. Zahlreiche für aquatische Tierarten lebensnotwendige ökologische Kleinlebensräume, wie Kiesbänke, Abfolgen von Tief- und Flachwasserzonen, Abfolgen von Zonen mit schneller und langsamer Strömung, periodisch überflutete Bereiche, dem Standort angepasste vielfältige und strukturreiche Ufervegetation sowie natürliche Unterstände fehlen bei verbauten Gewässern oft gänzlich. Harte Verbauungen unterbinden die Geschiebeumlagerung, schränken die natürliche Dynamik des Gewässers ein und hemmen damit die ständige Neubildung von Strukturen. So wird einerseits die Bildung von Pionierstandorten verhindert, die vielen Amphibien-, Reptilien- und Pflanzenarten als Lebensräume dienen. Gleichzeitig wird bei fehlender Umlagerung des Sohlenmaterials die Gerinnesohle zunehmend verdichtet. Dieser als Kolmatierung (Verfestigung) bekannte Effekt sowie undurchlässige Sohlenverbauungen reduzieren die Neubildung von Grundwasser. Schliesslich begünstigen begradigte Flussläufe wegen der erhöhten Strömungsgeschwindigkeit (und daraus resultierender höherer Transportkapazität des Wassers) die Tiefenerosion. Zudem fließen die Hochwasserwellen schneller und höher ab (BUWAL 1998, Notter et al. 2007 u. Woolsey et al. 2005).

Auswirkungen einer
schlechten Gewässerstruktur

Das breite Spektrum der Beeinträchtigungen der Gewässerstruktur geht vom eingedolten Bach über den vollständig verbauten Abflusskanal bis zum praktisch unberührten, natürlich fliessenden Bach. Die Einteilung in die fünf Zustandsklassen kann dazu führen, dass Gewässer in einer Klasse ein recht unterschiedliches Erscheinungsbild aufweisen. Für die Betrachtung auf gesamtschweizerischer Ebene und für die Auswertung mit weiteren Einflussgrössen auf das Gewässer wie biogeografische Region, Höhe, Gefälle und Nutzung ist eine Zusammenfassung in zwei Zustände zweckmässig. Die Zustandsklassen I und II werden als gut bzw. genügend bewertet, die Zustandsklassen III, IV und V als schlecht bzw. ungenügend (vgl. Kap. 1.2).

Hochgerechnet auf die gesamte Schweiz zeigen die ökomorphologischen Kartierungen, dass 22 % der Fliessgewässer in einem schlechten Zustand sind. Die Gesamtstrecke der eingedolten, künstlichen und stark beeinträchtigten Abschnitte entspricht etwa einem Drittel des Erdumfangs (ca. 14 000 km).

22 % in schlechtem Zustand

In gutem Zustand sind 78 % der Fliessgewässer oder rund 51 000 km. Die 40 000 km Gewässerlänge in den Alpen mit gutem Zustand haben einen Anteil von 60 % an der Gesamtgewässerlänge und wirken sich deutlich auf die Gesamtverteilung des Zustandes aus.

78 % in gutem Zustand

2.1.2 Raumnutzung bestimmt Verbauungsgrad

Werden die ökomorphologischen Daten mit den biogeografischen Regionen verschnitten (vgl. Kap. 1.3), so spiegelt sich der unterschiedliche Anteil an Natur-, Kultur- und Wirtschaftsraum in der Struktur der Fließgewässer wider. Es fällt auf, dass der Jura mit 36% und das Mittelland mit 38% deutlich höhere Anteile an Gewässern mit einem schlechten Zustand aufweisen als die Alpen mit 15%. Das Mittelland weist mit 14% den grössten Anteil an eingedolten Gewässern auf.

Ökomorphologischer Zustand in Jura, Mittelland und Alpen

Abb. 29 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen¹⁵ nach biogeografischen Regionen

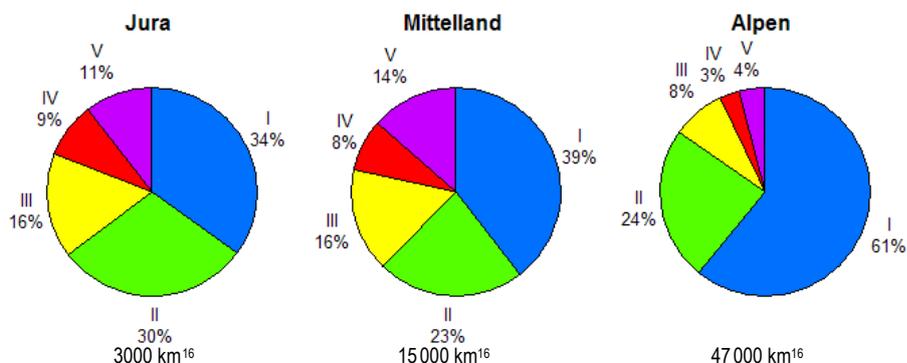
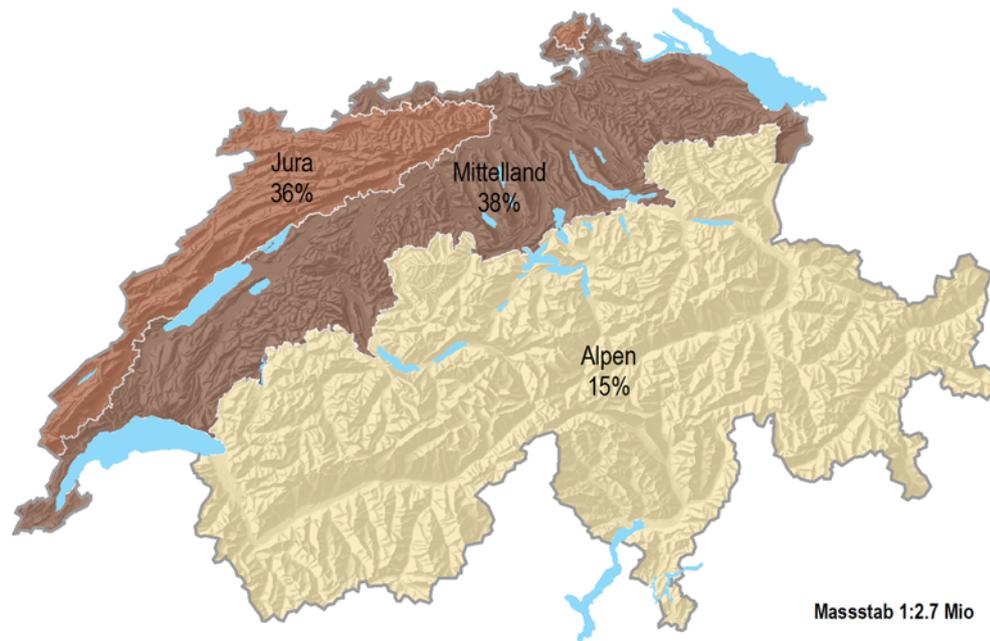


Abb. 30 > Anteil der Gewässer in schlechtem Zustand nach biogeografischen Regionen



¹⁵ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt; Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
¹⁶ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet) Total: 65 000 km

Fließgewässer in tieferen Lagen sind im Durchschnitt stärker verbaut als in höheren Lagen. Mit zunehmender Höhe gehen die Beeinträchtigungen zurück. Die Beispiele aus dem Urner Reusstal und der Magadinoebene zeigen eine für die grossen Alpentäler typische Situation (vgl. Abb. 33 und Abb. 34). In den Alpen sind bis 600 m Höhe 52 % und von 600 m bis 1200 m ü.M. 23 % der Fließgewässer in einem schlechten Zustand. Die Gewässerstruktur ist zum Teil sogar schlechter als in den gleichen Höhenlagen im Mittelland (44 % und 23 %).

Tief gelegene Gewässer sind stärker verbaut

Abb. 31 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen¹⁷ nach Höhenstufen in der Schweiz

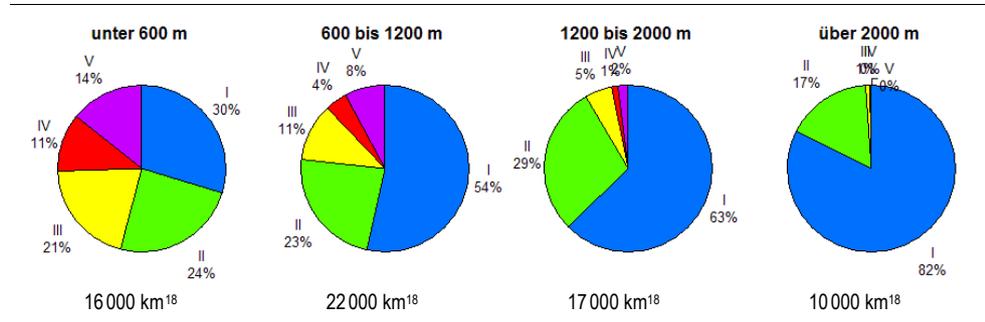
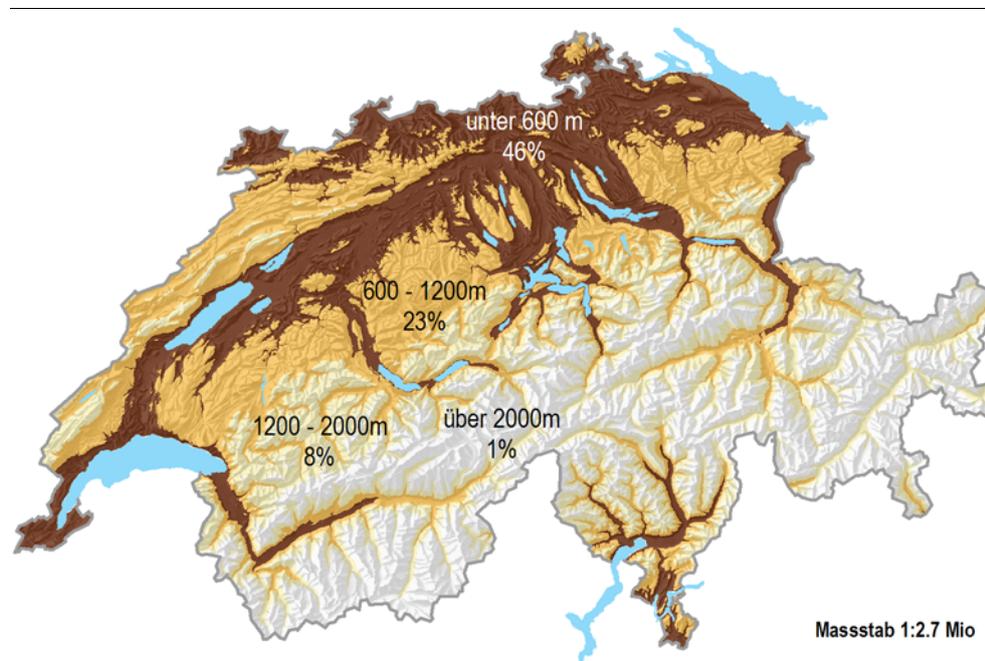


Abb. 32 > Anteil der Gewässer in schlechtem Zustand nach Höhenstufen



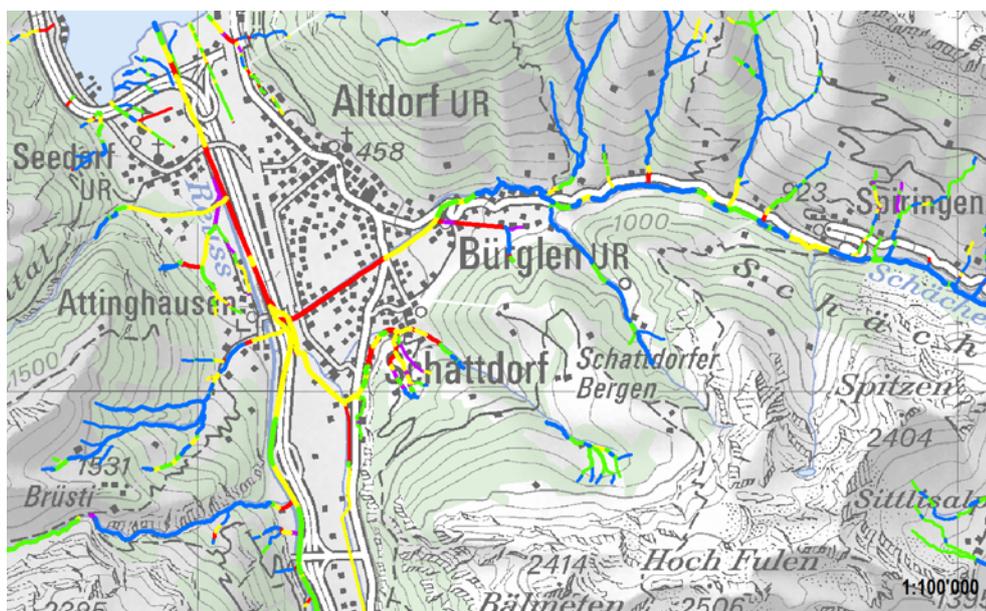
¹⁷ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;

Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

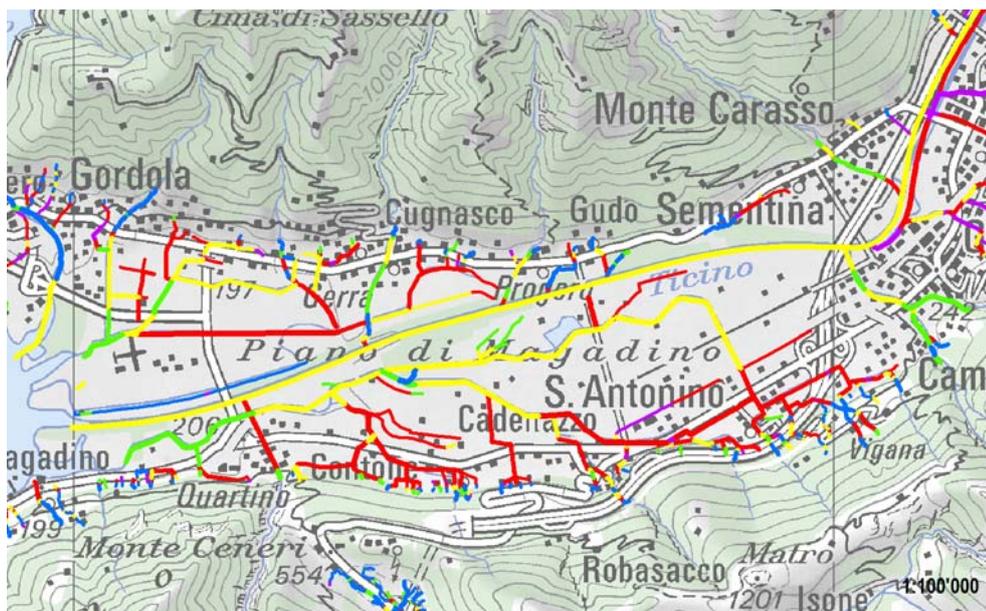
¹⁸ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

Abb. 33 > Zustand der Gewässerstruktur im Urner Reusstal

Unter 600 m in den Alpen ist ein hoher Anteil in schlechtem Zustand: Reusstal (UR)

**Abb. 34** > Zustand der Gewässerstruktur in der Magadinoebene

Fließgewässer in den Haupttälern der Alpen stehen stärker unter Druck als im Mittelland: Piano di Magadino (TI). Die Seitenbäche wurden im Kanton Tessin nicht erfasst. Diese meistens steilen Bäche liegen häufig im Wald und sind natürlich strukturiert.



Weisen unter 600 m ü.M. 46 % der Gewässer einen ungenügenden Zustand auf, so sind es zwischen 600 und 1200 m ü.M. noch 23 % und zwischen 1200 und 2000 m ü.M. 8 %. Über 2000 m ü.M. gibt es kaum noch Gewässer in ungenügendem Zustand (unter 1 %). Im Gegensatz zu den Gewässern unter 600 m mit 69 % kartierten Gewässer am gesamten VECTOR25-Gewässernetz wurden über 2000 m nur 3 % der Gewässer erfasst. Die Eingriffe durch Strassen, Alperschliessungen und Schutzbauten etc. treten hier aber nur vereinzelt auf. In den Alpen sind unter 600 m 1833 km bzw. 52 % der Fliessgewässer in schlechtem Zustand.

Tief gelegene (unter 600 m):
46 % in schlechtem Zustand

Flache Gewässerabschnitte (bis 5 % Gefälle) sind sehr viel stärker beeinträchtigt als die gemässigt steilen (5–15 % Gefälle) und die steilen (> 15 % Gefälle) Abschnitte. Von den Schweizer Fliessgewässern sind 45 % der flachen, 17 % der gemässigt steilen und 7 % der steilen Abschnitte in einem schlechten Zustand.

Flache Abschnitte:
45 % in schlechtem Zustand

Flache Gewässer mit natürlicher Dynamik sind ökologisch wertvoll, da sich hier Kies und Sand ablagern und so eine sich ständig ändernde Sohlenstruktur mit vielfältigen Lebensräumen entsteht. Diese Geschiebeablagerungen unterschiedlicher Korngrössen bilden den Laichgrund für viele Fischarten und sichern ein hohes Nahrungsangebot (Aquatca u. Imhof 2004).

Flache Gewässer
sind ökologisch wertvoll

Die steilen Bachabschnitte sind durch einen sehr hohen Anteil natürlicher/naturnaher Abschnitte charakterisiert. Die flachen Abschnitte, zu denen ursprünglich wertvolle und artenreiche Schwemmebenen und Auengebiete gehörten, sind heute zu 45 % in einem ökomorphologisch schlechten Zustand. Dies betrifft nicht nur die Fliessgewässer im Mittelland, sondern auch die Ebenen der Alpentäler und die flachen, hochgelegenen Alpbiete. Fast alle steilen Gewässer weisen auch ohne Verzweigungen eine hohe Breitenvariabilität auf, während flache Gewässer häufig so stark eingeeengt werden, dass ihnen nicht mehr genügend Raum zu Verfügung steht, um Mäander, Inseln, Kiesbänke, Kolke, Furten und Schnellen auszubilden (vgl. Aquatica 2003).

Abb. 35 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen¹⁹ nach Gefälle

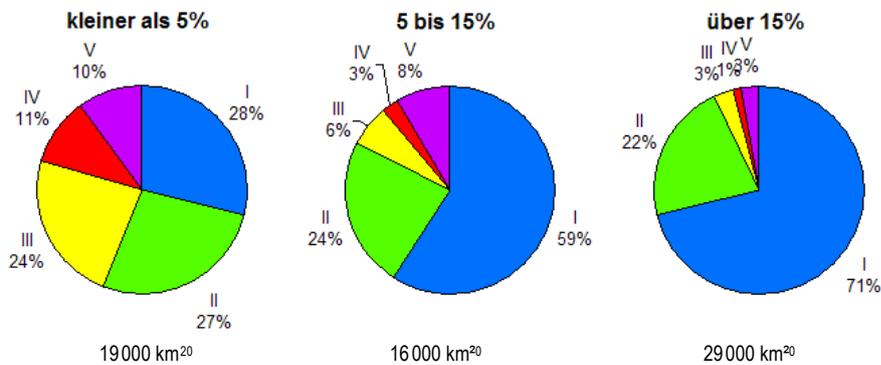
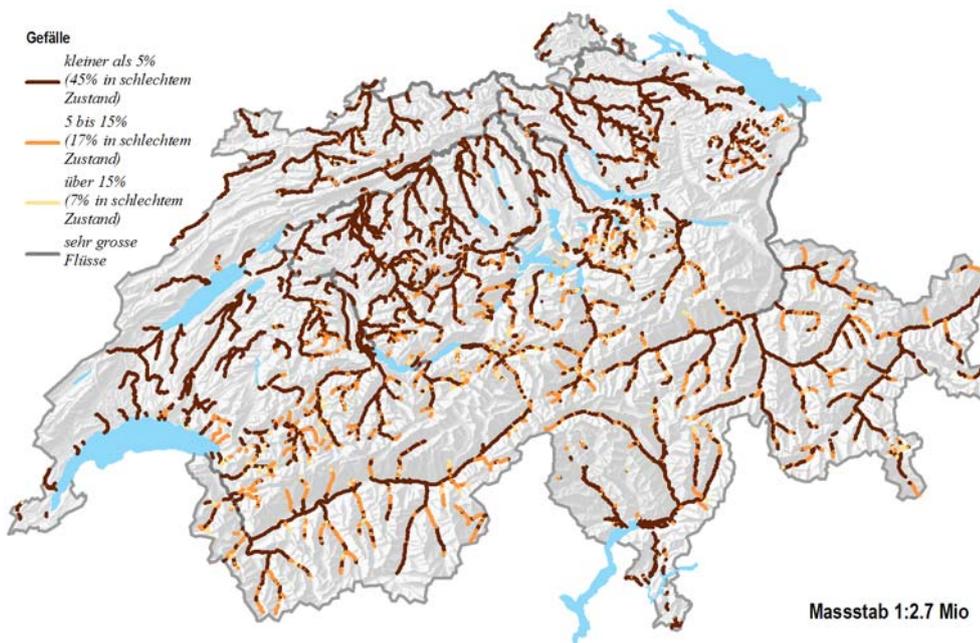


Abb. 36 > Anteil der grossen Flüsse in schlechtem Zustand nach Gefälleklassen



Die Landnutzung bestimmt den ökomorphologischen Zustand der Fließgewässer massgeblich mit. Wie die Beispiele (Abb. 40 und Abb. 42) zeigen, kann ein guter Zustand auch in der Siedlung oder im Kulturland erreicht werden.

Landnutzung prägt Gewässerstruktur

Der Zustand der Fließgewässerstruktur hängt von der Landnutzung ab (vgl. Anhang 4):

¹⁹ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt; Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
²⁰ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

- > Im Siedlungsgebiet (VECTOR25, vgl. Anhang 3) sind 81 % oder 2845 km in einem schlechten Zustand. Innerhalb von Siedlungen sind 29 % der Gewässer eingedolt.
- > Im Landwirtschaftsgebiet (gemäss VECTOR25/landwirtschaftliche Zonengrenzen, vgl. Anhang A3) weisen 48 % oder 7645 km eine schlechte Qualität auf. Rund 4000 km von insgesamt knapp 7000 km stark beeinträchtigten Abschnitten liegen im Landwirtschaftsgebiet.
- > Beim übrigen Gebiet (Wald, Fels, Geröll, Sumpf gemäss VECTOR25 und Sömmerungsgebiet, vgl. Anhang A3) sind 7 % in einem schlechten Zustand.

Abb. 37 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen²¹ nach Landnutzung

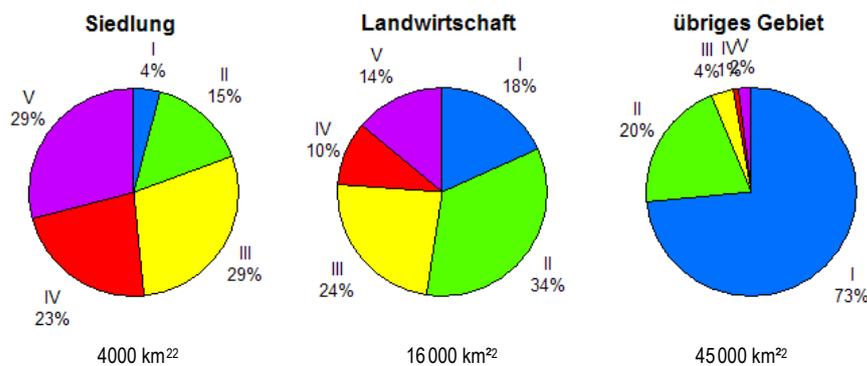


Abb. 38 > Anteil der Gewässer in schlechtem Zustand nach Landnutzung



²¹ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;

Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

²² Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

Abb. 39 > Künstliches, naturfremdes Gewässer im Siedlungsgebiet

Chräbsbach in Kreuzlingen (TG)



Abb. 40 > Wenig beeinträchtigt Gewässer im Siedlungsgebiet

Lötschenbach in Ostermundigen (BE)



Abb. 41 > Stark beeinträchtigt Gewässer im Landwirtschaftsgebiet

Grüene bei Ramsei (BE)



Abb. 42 > Wenig beeinträchtigt Gewässer im Landwirtschaftsgebiet

Urtenen bei Münchringen (BE)



Abb. 43 > Stark beeinträchtigt Gewässer im Wald

Sperrentreppe im Alpbach bei Meiringen (BE)

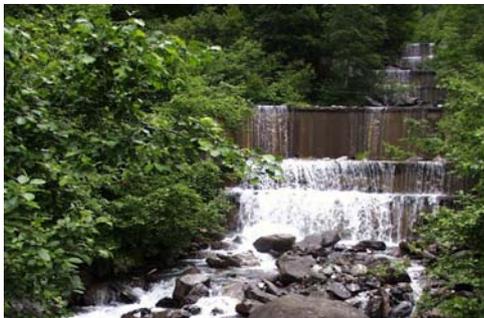


Abb. 44 > Natürliches, naturnahes Gewässer im Wald

Renaturierte Kander im Augand bei Spiez (BE)



Bei den Erhebungen in den Kantonen Solothurn, Schwyz und Uri wurde die Art der Umlandnutzung (die an den Uferbereich angrenzende Nutzung) erfasst (vgl. Tab. 3):

Ökomorphologischer Zustand und Umlandnutzung in drei Kantonen

- > Im Kanton Solothurn liegen die Gewässer mit guter Qualität überwiegend in bewaldeten Bereichen. Weideland/Dauergrünland ist in der Regel durch einen hohen Anteil wenig beeinträchtigter Gewässer charakterisiert. Die grössten Defizite wurden im Siedlungsgebiet und im Ackerland festgestellt (vgl. Tab. 3). 4 % der beurteilten Eindolungen liegen im Wald, 28 % im Dauergrünland/Weide, 16 % im Ackerland und 50 % im Siedlungsgebiet (Guthruf 2001).
- > Die Erhebungen im Kanton Schwyz zeigen, dass im Wald 4 %, im Dauergrünland und Weide 46 %, im Ackerland und Kunstwiese 81 % und im Siedlungsgebiet 78 % in einem schlechten Zustand sind.
- > Fliessgewässer in schlechtem Zustand liegen im Kanton Uri zu 7 % im Wald, zu 22 % im Grünland, zu 52 % entlang von Verkehrsträgern und zu 80 % in Siedlungen. In den ungenutzten Gebieten haben fast alle Gewässer eine naturnahe Struktur.

Die gesamtschweizerische Auswertung stimmt mit den drei Beispielen überein und zeigt, dass der ökomorphologische Zustand wesentlich durch die Raumnutzung entlang der Fliessgewässer bestimmt wird.

Tab. 3 > Umlandnutzung in den Kantonen Solothurn, Schwyz und Uri (kartierte km in %)

Klassen ²³	I	II	III	IV	V
Kanton Solothurn					
nicht beurteilt					32
Wald	74	21	4	0	
Dauergrünland, Weide	19	57	16	8	
Ackerland, Kunstwiese	5	36	37	22	
befestigte Flur- und Wanderwege	19	37	36	8	
Siedlung/Infrastruktur	7	27	39	27	
andere	30	42	8	20	
Kanton Schwyz					
Wald	80	16	3	1	
Dauergrünland und Weide	24	40	14	9	13
Ackerland und Kunstwiese	2	17	45	34	2
Siedlung und Infrastruktur	7	15	19	28	31
Kanton Uri					
Keine Nutzung	92	8	0,1		
Wald	82	11	5	2	0,1
Grünland	30	48	14	4	4
Verkehr	24	24	34	13	5
Siedlung	4	16	30	14	37

²³ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

In den Auen von nationaler Bedeutung sind 89 % der Fließgewässer natürlich oder wenig beeinträchtigt. Dies liegt deutlich über dem schweizerischen Durchschnitt. Während bei den kleinen Bächen in Auen 5 % oder 16 km in einen schlechten Zustand sind, sind es bei den mittleren Bächen 8 % oder 30 km und bei den grossen Flüssen 16 % oder 104 km.

Zustand in den Auen

Bei den sehr grossen Flüssen wie Aare, Rhein, Rhone, Reuss, Limmat, die mit anderen Methoden erfasst und dann auf Ökomorphologie Stufe F umgerechnet wurden, weist nur gut ein Drittel der kartierten Strecken einen guten Zustand auf²⁴. In den Auen sieht das Bild jedoch anders aus. 61 % der Abschnitte von sehr grossen Flüssen in Auen sind strukturell natürlich oder wenig beeinträchtigt. Defizite der Auenfließgewässer im Bereich Wasserhaushalt (z. B. Restwasser, Schwall-Sunk, Stau), Geschiebehaushalt (z. B. Sohlabsenkung, dynamische Flussprozesse) und Lebensgemeinschaften wurden aber nicht beurteilt.

Abb. 45 > Hochgerechnete Ökomorphologie-Klassen²⁵ in den Auen

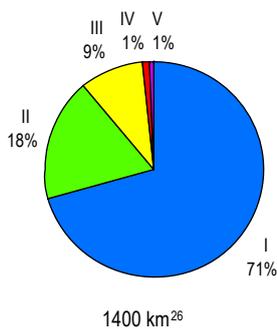


Abb. 46 > Hochgerechnete Ökomorphologie-Klassen²⁵ nach Gewässerordnung in den Auen

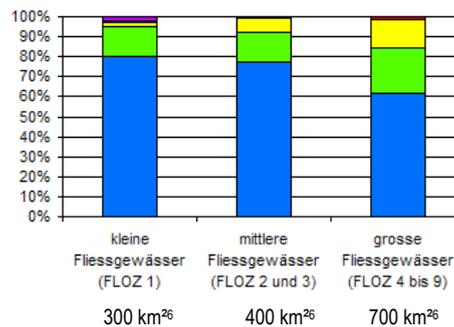


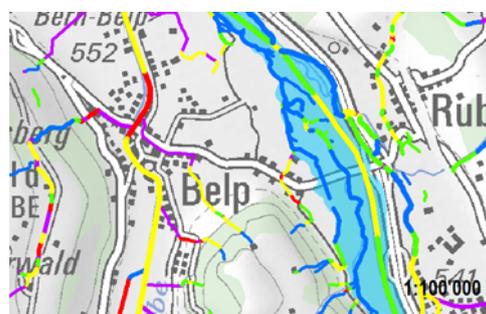
Abb. 47 > Zustand²⁵ eines grossen Gewässers in einer Aue

Überwiegend stark beeinträchtigt
Vorderrhein in der Aue Ognä da Pardiala



Abb. 48 > Zustand²⁵ von sehr grossen und mittleren/kleineren Gewässern in einer Aue

Z. T. stark beeinträchtigte Aare und natürliche Giessen in der Aue Belper Giessen



²⁴ Sehr grosse Flüsse (Aare, Reuss, Limmat, Rhone, Rhein): I: 49 km, 7 %; II 212 km 29 %; III 333 km, 46 %; IV: 134 km, 18 %; V 0 km

²⁵ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;

Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

²⁶ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

In den Landschaften und Naturdenkmälern von nationaler Bedeutung (BLN) sind 90 % der Bäche und Flüsse in einem guten Zustand. Dieser hohe Anteil ist hauptsächlich auf den hohen Anteil von BLN-Gebieten in den Alpen zurückzuführen, wo die Gewässerstrukturen insgesamt in einem vergleichsweise guten Zustand sind.

Zustand in den BLN-Gebieten

Ob der in den BLN-Gebieten festgestellte bessere Zustand auf die Schutzkategorie BLN zurückzuführen ist, kann hier nicht beurteilt werden. Allgemein steht bei den BLN-Gebieten der Schutz der Fließgewässer nicht im Zentrum der Schutzbemühungen, sondern vielmehr die Eigenart, Vielfalt und Schönheit der Landschaft. In BLN-Gebieten können bei Bundesaufgaben höhere Anforderungen an die Fließgewässerstruktur gefordert werden.

Abb. 49 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen²⁷ in den BLN-Gebieten

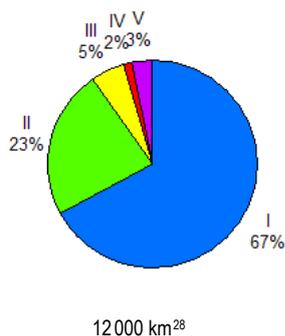


Abb. 50 > Zustand der Gewässerstruktur²⁷ in einem BLN-Gebiet

Eingedolte und künstliche Fließgewässer kommen auch im BLN-Objekt Lauerzersee (SZ) vor.



²⁷ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;

Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

²⁸ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

In den Parks von nationaler Bedeutung (Kandidaten, Stand 2008) sind hochgerechnet 84 % der Fließgewässer in einem guten Zustand. Zwischen den Parks variiert der Anteil der Gewässer mit schlechter Qualität beträchtlich. Der im 2007 revitalisierte Rombach bei Fuldera im Val Müstair zeigt, dass die naturfremden Abschnitte von 2,2 um 1,5 km und die stark beeinträchtigten um 0,5 km reduziert werden konnten.

Zustand in den Parks von nationaler Bedeutung

Abb. 51 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen²⁹ in den Parks

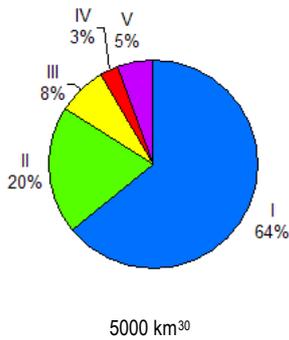


Abb. 52 > Zustand der kartierten Fließgewässerstruktur²⁹ in der Biosfera Val Müstair (Stand: 2003)

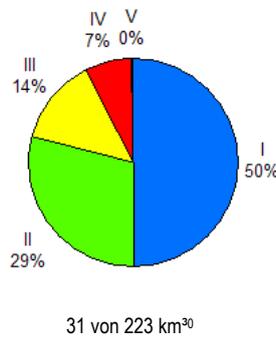
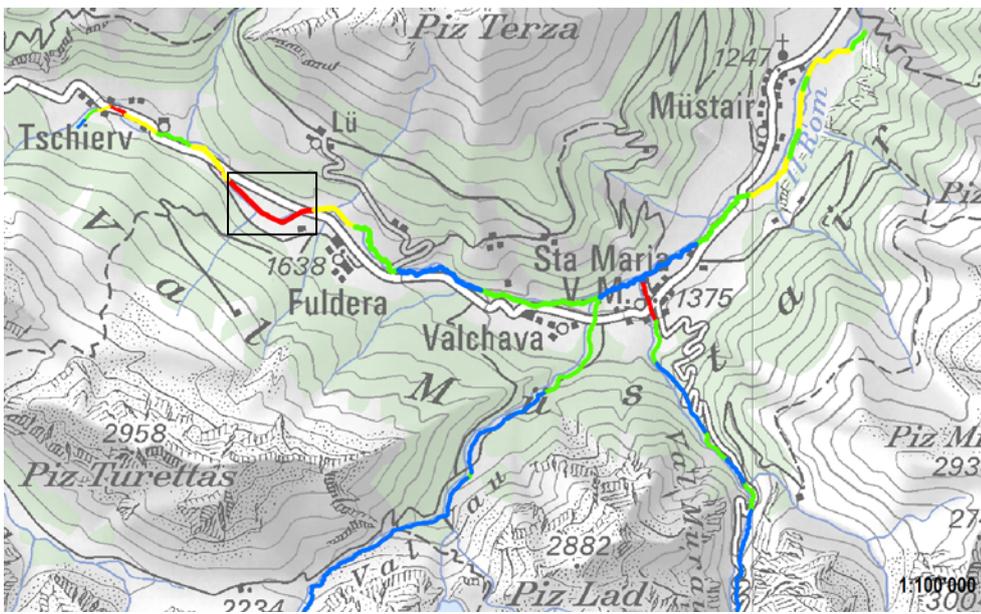


Abb. 53 > Ökomorphologischer Zustand der Fließgewässer²⁹ in der Biosfera Val Müstair

Bereits vor dem Jahr 2000 durch Aufweitungen revitalisierte (grüne) Abschnitte bei Müstair. Der künstliche (rote) Abschnitt des Rombachs bei Fuldera wurde 2007 renaturiert (vgl. Abb. 90 und Abb. 91).



²⁹ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt; Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
³⁰ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

2.1.3 Ökomorphologischer Zustand und Gewässerordnung

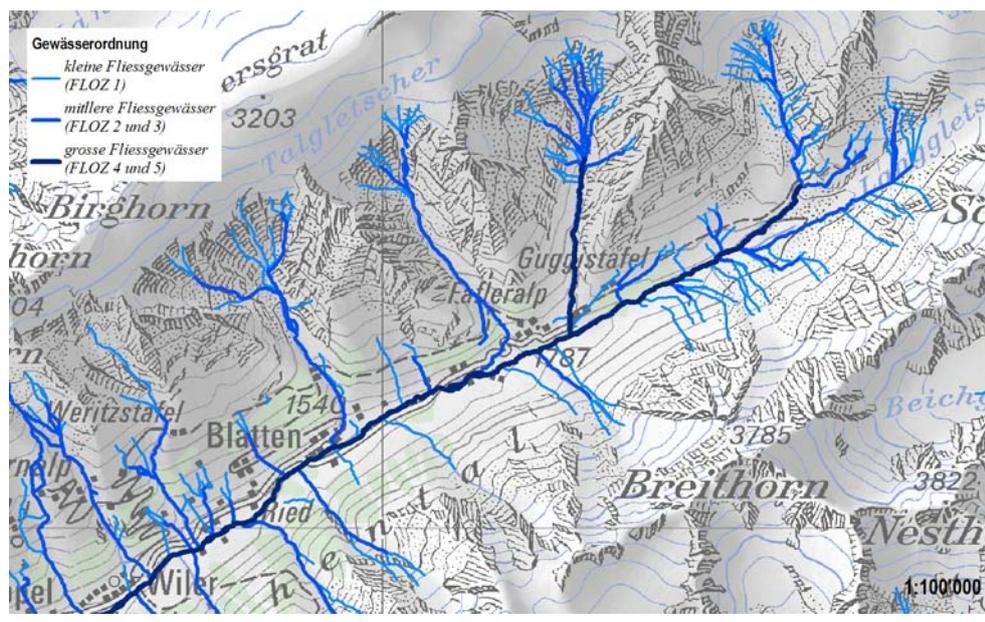
Die Grösse der Fließgewässer kann nach der Flussordnungszahl (FLOZ) in drei Klassen charakterisiert werden (vgl. Anhang A3 und Abb. 54):

- > FLOZ 1: Kleine Gewässer mit häufig geringer bis lokaler Bedeutung im Fließgewässersystem. 87 % der FLOZ 1-Abschnitte sind weniger als 2 m breit (vgl. Anhang 3). Mit 84 % weist ein sehr hoher Anteil der FLOZ 1-Abschnitte einen guten ökomorphologischen Zustand auf. Häufig handelt es sich um kleine Waldbäche, Quellbäche oder temporär wasserführende Gebirgsbäche wie im Lötschental.
- > FLOZ 2 und 3: Mittlere Gewässer mit lokaler bis regionaler Bedeutung im Fließgewässersystem. FLOZ 2 entsteht aus dem Zusammenfluss von zwei FLOZ 1 Bächen und FLOZ 3 beginnt nach dem Zusammenfluss von zwei FLOZ 2 Bächen. 38 % der FLOZ 2–3-Abschnitte sind weniger als 2 m und 51 % sind 2–5 m breit (vgl. Anhang 3). Der Anteil der natürlichen/naturnahen und wenig beeinträchtigten Gewässer ist mit 79 % immer noch hoch.
- > FLOZ 4 bis 9: Grosse Gewässer mit regionaler bis überregionaler Bedeutung im Fließgewässersystem. 73 % der FLOZ 4–9-Abschnitte sind grösser als 5 m (vgl. Anhang 3). Bei den grossen Fließgewässern werden nur noch 60 % als natürlich/naturnah und wenig beeinträchtigt eingestuft. Zum Zustand der sehr grossen Flüsse wird auf Anhang 2 verwiesen.

Gewässerhierarchie
nach Flussordnungszahl

Abb. 54 > Beispiel Gewässersystem nach Flussordnungszahlen

Die Lonza im Lötschental (VS) weist als grosses Gewässer (FLOZ 5) eine regionale bis überregionale Bedeutung im Fließgewässersystem auf.



40 % der grossen, 21 % der mittleren und 16 % der kleineren Fließgewässer sind in einem schlechten Zustand. Abb. 56 zeigt, dass die Unter- und Mittelläufe der grossen bis sehr grossen Flüsse häufig in einen schlechten Zustand sind, während ihre Oberläufe und seitlichen Zuflüsse eher noch einen guten Zustand aufweisen.

Grosse Gewässer:
40 % in schlechtem Zustand

Abb. 55 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen³¹ nach Flussordnungszahl (FLOZ)

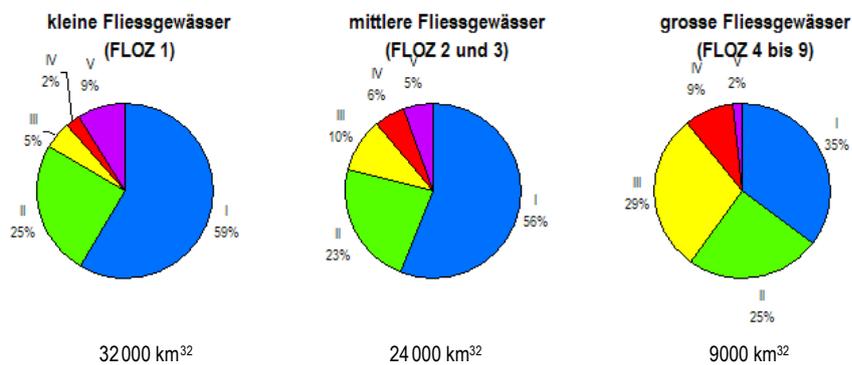
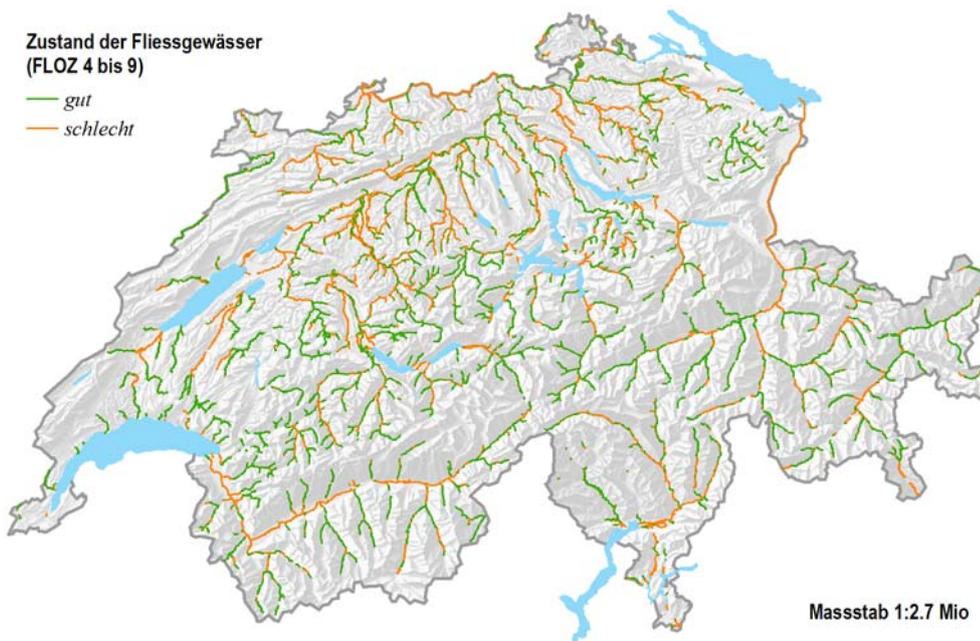


Abb. 56 > Kartierte grosse und sehr grosse Fließgewässer in gutem und schlechtem Zustand



³¹ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
³² Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

Bei den Fliessgewässern in schlechtem Zustand verändern sich die Anteile von stark beeinträchtigten, künstlich/naturfremden und eingedolten Abschnitten mit der Grösse des Gewässers: 29 % der grossen Gewässer sind stark beeinträchtigt. Bei den mittleren Gewässern sind es 10 %, bei den Kleingewässern 5 % (vgl. Abb. 57). Von den insgesamt ca. 5300 km Kleingewässern in schlechtem Zustand sind 2800 km eingedolt.

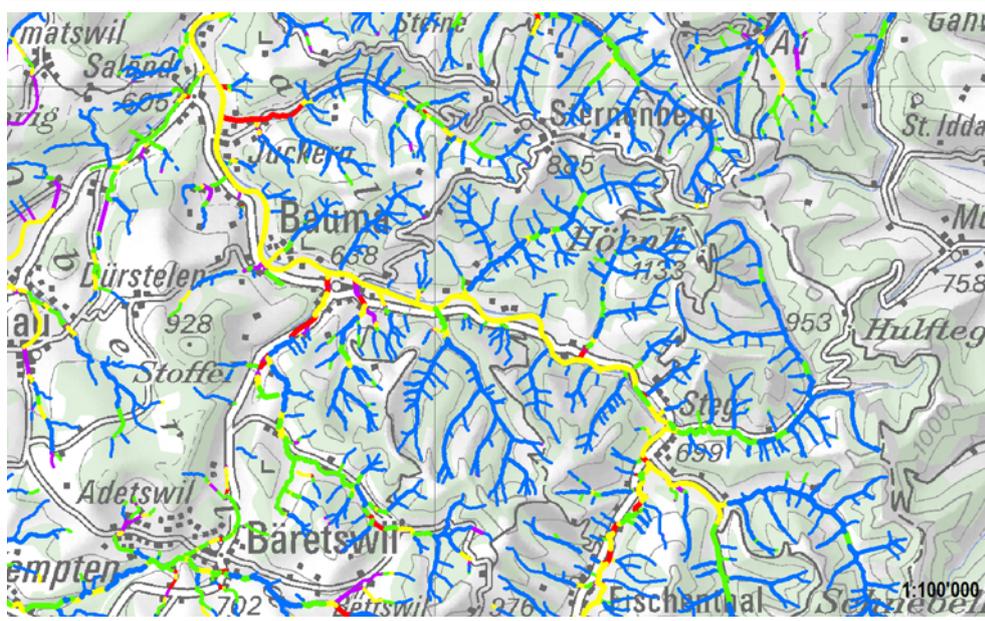
Rund 1/3 der grossen Gewässer sind stark beeinträchtigt

Bei den grossen und breiten Fliessgewässern kommen kaum Eindolungen vor. Dafür ist hier der Anteil der stark beeinträchtigten Gewässerabschnitte hoch. Weil an Fliessgewässern dieser Breite die Sohle höchstens punktuell gesichert wird, erfolgt häufig nur eine Einstufung als stark beeinträchtigtes Gewässer. Erst bei einem Anteil von mehr als 10 % Sohlverbauung kann ein gelber zu einem roten Abschnitt werden. Bei der Verteilung der Ökomorphologieklassen nach Gewässerordnung zeigt sich, dass kleine und schmalere Gewässer einfacher einzudolen oder zu verbauen sind als breitere. Eindolungen wurden weniger zum Schutz vor den Gefahren des Hochwassers vorgenommen. Ein hoher Anteil von Eindolungen ist im Siedlungsgebiet aufgrund des Nutzungsdruckes und Platzmangels und im Landwirtschaftsgebiet wegen früheren Meliorationen und dem Landgewinn festzustellen.

Während bei den Kleingewässern über 1200 m in den Alpen 96 % in einem guten Zustand sind, sind es unter 600 m im Mittelland 61 %. Bei den ökologisch vielfältigen und artenreichen Gewässerabschnitten der mittleren und grossen Fliessgewässer unter 600 m im Mittelland sind rund 3300 km bzw. 52 % in einem guten Zustand.

Abb. 57 > Beispiel Gewässerordnung und ökomorphologischer Zustand

Während die im Wald gelegenen Seitenbäche (FLOZ 1) natürlich (blau) oder wenig beeinträchtigt (grün) sind, ist das Hauptgewässer Töss (FLOZ 4 bis 9) bei Bauma (ZH) durch Siedlung, Verkehr und Landwirtschaft stark beeinträchtigt (gelb).



2.1.4 Ökomorphologischer Zustand und Gewässerbreite

Die kartierte Gewässerbreite wird hier in drei Klassen ausgewertet:

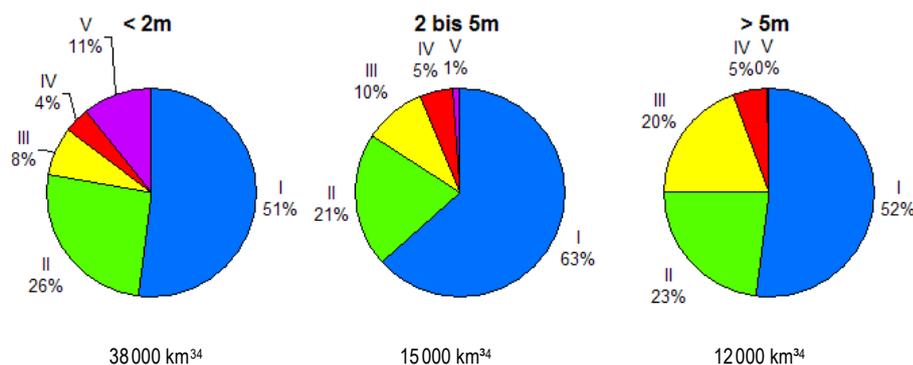
- > schmale Fließgewässer < 2 m
- > 2 bis 5 m breite Fließgewässer
- > mehr als 5 m breite Fließgewässer

Kartierte Sohlenbreite
der Fließgewässer

Schmalere Gewässer (bis 2 m Breite) befinden sich durchschnittlich in einem besseren Zustand als breitere Gewässer (über 5 m Breite). Bei den schmalen Gewässern befinden sich 19 % in ungenügendem Zustand, bei den 2 bis 5 m breiten sind es 16 % und bei den über 5 m breiten Gewässern sind es 25 %. Die bis 5 m breiten Gewässer haben einen Anteil von 81 % an der Gesamtgewässerslänge.

Ähnlich wie bei der Gewässerordnung (FLOZ 1 und 2/3) liegt bei den schmalen Fließgewässern < 2 m und den 2 bis 5 m breiten der Anteil in schlechtem Zustand im gleichen Bereich. Bei den grossen Fließgewässern mit Flussordnungszahl (FLOZ 4 bis 9: 40 %) zeigt sich im Vergleich mit den mehr als 5 m breiten Gewässern (25 %) aber ein deutlicher Unterschied (vgl. Anhang 3). Ein Grund könnte sein, dass im alpinen Bereich viele Bäche in guter Qualität ein aufgrund der Abfluss- und Geschiebedynamik breiteres Bachbett haben. Diese Fließgewässer weisen im Vergleich mit den Bächen im Mittelland in der Regel eine tiefere Flussordnungszahl auf.

Abb. 58 > Hochgerechnete Ökomorphologieklassen³³ nach Gewässerbreite



³³ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
³⁴ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

2.1.5 Querbauwerke behindern Längsvernetzung

Eine starke Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Fliessgewässern stellen Querbauwerke, z. B. Schwellen, Flusskraftwerke und Staudämme dar: Sie behindern die Wanderung von schwimmenden Wasserorganismen zwischen Unter- und Oberlauf. Diese Wanderungen sind für die Fortpflanzung von vielen Fischarten unerlässlich. Die meisten Fische können ein über 50 cm hohes Hindernis nicht überspringen, für gewisse Arten stellen schon 20 cm hohe Abstürze ein unüberwindbares Hindernis dar. Auch für nicht wandernde Arten ist die künstliche Fragmentierung des Lebensraumes eine grosse Beeinträchtigung, denn sie verhindert die Ausbreitung und Vermischung der Populationen. Zu kleine, isolierte Populationen sind langfristig nicht überlebensfähig. Querbauwerke beeinflussen ausserdem auch den Geschiebehaushalt der Gewässer: Durch ihre Funktion als Barriere, oder indem sie die Fliessgeschwindigkeiten zwischen den Schwellen herabsetzen, wird Geschiebe zurückgehalten. In der Folge wird an stromabwärts gelegenen Abschnitten die Sohlenerosion gefördert, weil der Nachschub an Geschiebe unterbunden ist. Weiter wird die Sedimentationsdynamik eingeschränkt (BAFU 1998, Notter et al 2007).

Fische bleiben auf der Strecke

Grosse Flüsse sind oft begradigt und im Vergleich zum Umland abgesenkt. Begradigte Flussläufe haben eine Erhöhung der Fliessgeschwindigkeit zur Folge, was zu Tiefenerosion führen kann. Der Niveauunterschied zu mündenden Nebengewässern kann dadurch mehrere Meter betragen. Die Mündungsbereiche sind für die Fische von zentraler Bedeutung, da sie den Einstieg zu Laichgründen darstellen, und weil sie in den Monaten der Schneeschmelze oft wärmer und weniger trüb sind als die Hauptgewässer. Wegen hohen Schwellen im Mündungsbereich werden sie oft für die Wasserlebewesen unerreichbar (Notter et al. 2006). Aus diesen Gründen kommt in der Methode Ökomorphologie Stufe S den Mündungen eine hohe Bedeutung zu.

Abgetrennte Seitenbäche

Durchgangshindernisse an Fliessgewässern werden unterschieden in künstliche Abstürze (Schwellen) und Bauwerke (Stauwehr, Durchlass, Brücke etc.) (vgl. Tab. 4). Laut Hochrechnung bestehen 101 000 künstliche Durchgangshindernisse mit einer Absturzhöhe von mehr als 50 cm. Damit behindern sie die Fischwanderung. Diese Zahl ist sehr hoch – sie bedeutet, dass im Durchschnitt 1,6 Hindernisse pro Gewässerkilometer vorkommen. Die Hindernisse sind hochgerechnet nicht gleichmässig über alle Gewässer verteilt:

9000 Hindernisse unterbrechen die Hauptverbindungsgewässer

- > Im Mittelland sind mit 2,5 Hindernissen pro Gewässerkilometer mehr als im Jura und in den Alpen festzustellen. Allerdings wurden Sperrentreppen (kurz aufeinander folgende Abstürze) in eigenen Kantonen nur als Einzelobjekte mit Angabe des höchsten Absturzes erfasst, wobei in steilen Gebieten keine vollständige Erhebung erfolgte. In anderen Kantonen wurden keine Sperrentreppen erfasst.
- > 1,0 Hindernisse pro km oder rund 9000 Hindernisse unterbrechen die wichtigen Hauptverbindungsgewässer FLOZ 4 bis 9 und 1,7 Hindernisse pro km oder 41 000 Abstürze und Bauwerke die untergeordneten Verbindungsgewässer FLOZ 2 und 3 Gewässer.
- > Mit 2,5 sind in der Höhenlage von 600 bis 1200 m ü.M. am meisten Hindernisse pro Gewässerkilometer festzustellen.

Tab. 4 > Hochgerechnete künstliche Abstürze und Bauwerke >= 50cm

	künstliche Abstürze	Bauwerke	Hindernisse	Hindernisse/km
Schweiz	91 990	8 841	100 831	1,6
Jura	4 305	676	4 9871	1,6
Mittelland	34 478	3 127	37 605	2,5
Alpen	53 207	5 038	58 245	1,3
FLOZ 1	46 730	3 917	50 647	1,6
FLOZ 2 und 3	37 842	3 378	41 220	1,7
FLOZ 4 bis 9	7 419	1 546	8 965	1,0
Unter 600 m ü.M.	27 392	3 535	30 927	2,0
600–1200 m ü.M.	51 356	3 888	55 244	2,5
1200–2000 m ü.M.	12 716	1 071	13 787	0,8
Über 2000 m ü.M.	527	347	874	0,1
Siedlungsgebiet	5 877	1 268	7 145	2,0
Landwirtschaft ³⁵	19 244	2 770	22 014	1,4
übriges Gebiet ³⁶	67 385	4 687	72 072	1,6

2.2 Zustand des Gewässerraums

2.2.1 Erfüllter und nicht erfüllter Raumbedarf

Die Ansprüche des Verkehrs, der Siedlungsgebiete, der Wirtschaft und der Landwirtschaft haben den Raum unserer Gewässer eingeengt. Mit zu starken räumlichen Eingrenzungen und starren Verbauungen können Fließgewässer nicht gebändigt werden. Zu intensive Nutzungen im Fließgewässerraum führen zu grösseren Hochwasser- und Umweltschäden. Gemäss Leitbild Fließgewässer Schweiz (BUWAL, BWG, BLW, ARE 2003) soll den Fließgewässern ein Korridor zur Verfügung stehen, der genügend Raum für den Hochwasserschutz und die Erfüllung ihrer natürlichen Funktionen gewährleistet (vgl. auch Art. 21 der Wasserbauverordnung).

Fließgewässer unter Druck:
37 % mit Defiziten beim
Gewässerraum

Der hochgerechnete Gewässerraum in ha (ohne Sohlenbreite und ohne sehr grosse Flüsse) in der Schweiz weist folgenden Zustand auf (vgl. Kap. 3.1):

- > Der gesamte Raumbedarf (beidseitiger Uferbereich) beträgt 86 000 ha.
- > Der bestehende Gewässerraum umfasst 64 000 ha oder 75 % des benötigten Raumes: Davon sind 91 % gewässergerecht, 6 % gewässerfremd, 1 % künstlich und 2 % nicht bestimmt.
- > Der fehlende Gewässerraum³⁷ beträgt 22 000 ha oder 25 %.

³⁵ Definition Landwirtschaftsflächen vgl. Anhang A3

³⁶ Definition übriges Gebiet vgl. Anhang A3

³⁷ Der Raumbedarf von Fließgewässern ist abhängig von der Gewässerbite und der Breitenvariabilität. Auf der Basis der kartierten Uferbereichsbreite wurde die Differenz zwischen Ist- und Sollbreite je Abschnitt und Uferseite bestimmt und hochgerechnet.

Der Raumbedarf bezogen auf die Fließstrecken in km ist in

- > 58 % oder 38 000 km beidseitig erfüllt (grün),
- > 8 % oder 5 000 km einseitig erfüllt (gelb),
- > 7 % oder 4 000 km eingedolt (orange),
- > 22 % oder 14 000 km beidseitig nicht erfüllt (rot),
- > 5 % oder 3 000 km unbestimmt (grau).

Zusammengefasst ist der Raumbedarf bei 58 % der Fließstrecken in einem guten und bei 37 %³⁸ in einem schlechten Zustand. 5 % der Abschnitte wurden nicht bestimmt.

Abb. 59 > Hochgerechneter Zustand des Raumbedarfs (Fließstrecken)³⁹

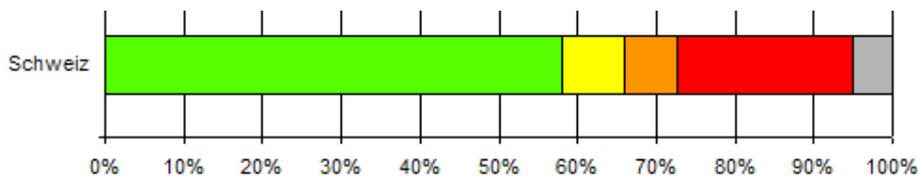
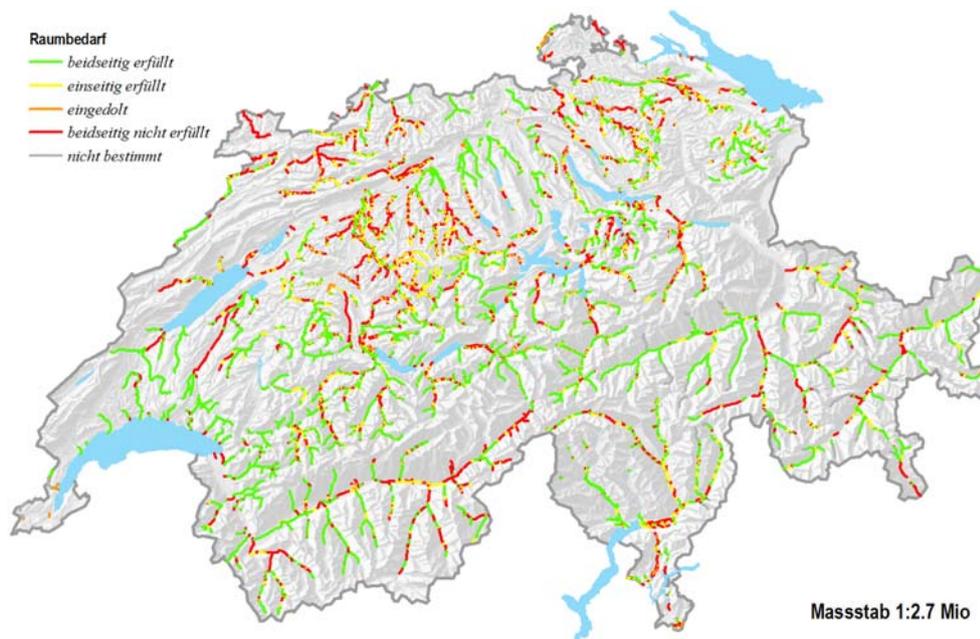


Abb. 60 > Zustand des Raumbedarfs der kartierten grossen Flüsse



³⁸ 55 % der kartierten Gewässerstrecken sind bezüglich Raumbedarf in einem schlechten Zustand. Hochgerechnet auf das Schweizer Fließgewässernetz sind 37 % der Gewässerstrecken in einem schlechten Zustand. Die Differenz ergibt sich aus dem geringen Kartieranteil im Alpenraum: 47 000 km von 65 000 km der Fließgewässerabschnitte liegen in den Alpen. Dort wurden insgesamt 11 000 km erfasst, wovon 3 400 km in einem schlechten Zustand sind. Hochgerechnet ist der Raumbedarf bei 31 % oder 14 434 km dieser Gewässer in einem schlechten Zustand.

³⁹ Raumbedarf: beidseitig erfüllt (grün), einseitig erfüllt (gelb), eingedolt (orange), beidseitig nicht erfüllt (rot), unbestimmt (grau)

2.2.2 Nutzungsdruck führt zu Raumdefizit

Der Zustand des Gewässerraums⁴⁰ (bezogen auf die Fließstrecken in km) deckt sich weitgehend mit der Beurteilung nach ökomorphologischem Zustand und variiert nach Region, Höhe, Gefälle und Nutzung:

Grosses Raumdefizit im Jura, Mittelland und den grossen Alpentälern

- > Der Anteil mit Defiziten beim Gewässerraum ist im Jura (60 %) grösser als im Mittelland (51 %). In den Alpen liegt der entsprechende Anteil bei 31 %. Wie beim ökomorphologischen Zustand ist der Nutzungsdruck auf den Gewässerraum in den flachen Bereichen der Alpentäler sehr hoch.
- > Bei den Höhenklassen sind unterhalb 600 m mit 58 % mit Abstand die grössten Flächendefizite beim Gewässerraum festzustellen.
- > In den Siedlungen (VECTOR25, vgl. Anhang 3) haben 88 % zu wenig Gewässerraum. Dort, wo bezüglich Hochwasser die grössten Sicherheitsbedürfnisse bestehen, das grösste Schadenspotenzial existiert und gleichzeitig hohe Erwartungen an die Naherholung gestellt werden, fehlt am meisten Raum zur Gewährleistung der umfassenden Gewässerfunktionen.
- > Im Landwirtschaftsland (gemäss VECTOR25/landwirtschaftliche Zonengrenzen, vgl. Anhang 3) ist der Raumbedarf bei 75 % der Bäche einseitig oder beidseitig nicht erfüllt, oder die Bäche sind eingedolt. Im Wald und übrigen Gebiet sind es demgegenüber mit 18 % deutlich weniger.
- > Im Kanton Aargau wurde der Raumbedarf in den Fruchtfolgeflächen⁴¹ untersucht. Von insgesamt 1591 km Gewässerstrecken im Aargauer Landwirtschaftsland liegen 21 % oder 295 km in Fruchtfolgeflächen. Hier weisen 156 km zu wenig Gewässerraum auf.

Abb. 61 > Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums⁴² nach biogeografischen Regionen

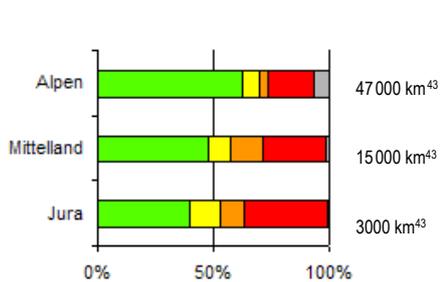


Abb. 62 > Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums⁴² nach Höhe

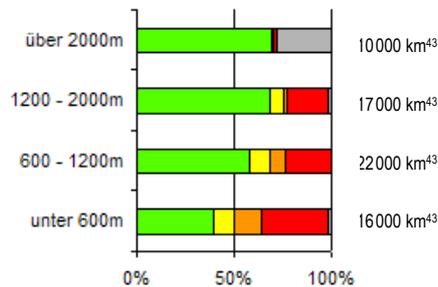
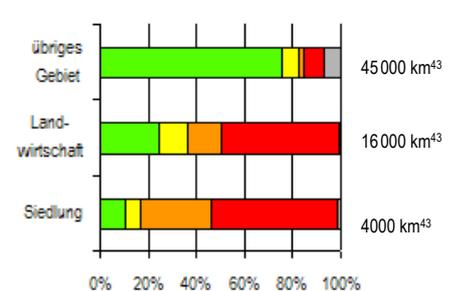


Abb. 63 > Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums⁴² nach Landnutzung



⁴⁰ Hochgerechnet auf das Schweizer Fließgewässernetz sind 37 % oder 23 000 km der Gewässerstrecken bezüglich Uferbereich in einem schlechten Zustand. Wird auf der Basis der kartierten Uferbereichsbreite die Differenz zwischen Ist- und Sollbreite je Abschnitt und Uferseite bestimmt und hochgerechnet, beträgt der fehlende Gewässerraum 25 % oder 22 000 ha vom gesamten Raumbedarf.

⁴¹ Zur Berechnung wurde der Geodatensatz Fruchtfolgeflächen des Aargauischen Geografischen Informationssystems (AGIS) verwendet.

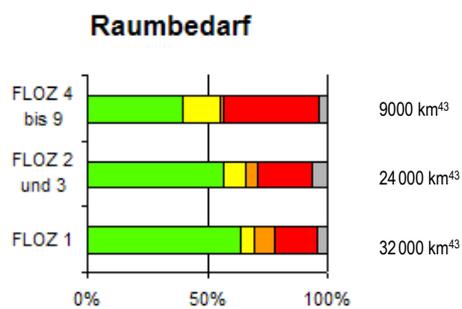
⁴² Raumbedarf: beidseitig erfüllt (grün), einseitig erfüllt (gelb), eingedolt (orange), beidseitig nicht erfüllt (rot), unbestimmt (grau)

⁴³ Streckenlänge gemäss VECTOR25-GWN (auf 1000 km gerundet); Total 65 000 km

2.2.3 Raumdefizit und Gewässerordnung

Bei zunehmender Gewässergrösse sinkt der Anteil der Fliessgewässer mit einem ausreichenden Gewässerraum und gewässergerechtem Uferbereich (beidseitig erfüllt, grün) von 64 % auf 39 %. Rund 10 000 km von 32 000 km der kleinen Fliessgewässer weisen Defizite beim Gewässerraum auf.

Abb. 64 > Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums⁴² nach FLOZ in der Schweiz



3 > Revitalisierung

Viele Fliessgewässer verfügen nicht über genügend Raum, um ihre ökologischen und hydrologischen Funktionen erfüllen zu können. Auf Basis der vorliegenden Daten und der im Neuen Finanzausgleich formulierten Revitalisierungsziele können der Bedarf zur Wiederherstellung naturnaher Strukturen bei verbauten Gewässern (Revitalisierung) und die entsprechenden Kosten geschätzt werden.

3.1 Fehlender Gewässerraum

Gemäss Art. 21 der Wasserbauverordnung, WBV legen die Kantone den Raumbedarf der Gewässer fest, der für den Schutz vor Hochwasser und die Gewährleistung der natürlichen Funktionen des Gewässers erforderlich ist. Sie berücksichtigen die Gefahrengelände und den Raumbedarf der Gewässer bei ihrer Richt- und Nutzungsplanung sowie bei ihrer übrigen raumwirksamen Tätigkeit.

Gesetzliche Grundlage:
Art. 21 WBV

Der minimale Raumbedarf für Fliessgewässer ist unter anderem im Faltblatt «Raum den Fliessgewässern» (BWG/BUWAL/ARE 2000) oder im Leitbild «Fliessgewässer Schweiz» (BUWAL/BWG/BLW/ARE, 2003) definiert. Die Methode Ökomorphologie Stufe F verwendet die Schlüsselkurve zur Bestimmung der «Uferbereichsbreiten zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes und der ökologischen Funktionen» aus der Begleitung Hochwasserschutz (BWG 2001). Demnach variiert der Gewässerraum beidseits des Gerinnes zwischen 5 und 15 m und ist abhängig von der Gewässerbreite und der Wasserspiegelbreitenvariabilität. Der fehlende Gewässerraum kann bestimmt werden, indem die Abschnittslängen mit der Differenz zwischen Ist- und Sollbreite des Uferbereichs multipliziert werden. Die Hochrechnung des fehlenden Gewässerraums auf die Landesfläche der Schweiz erfolgt nach demselben Prinzip wie die Hochrechnung der Ökomorphologieklassen. Der hier berechnete Raumbedarf (ohne Sohlenbreite) entspricht den minimalen Anforderungen mit maximal 15 m Gewässerraum pro Ufer. In naturschützerischen Vorranggebieten, kantonalen Naturschutzgebieten oder in Auen von nationaler Bedeutung, wo eine Eigendynamik gefördert werden soll, ist der Raumbedarf auf die fünf- bis sechsfache Breite der natürlichen Gewässersohle (Pendelbandbreite) auszuweiten, damit die Ausbildung von Mäandern und Laufverzweigungen möglich wird.

Hochrechnung des fehlenden
Gewässerraums

Hochgerechnet auf die gesamte Schweiz beträgt der fehlende Gewässerraum (ohne Sohlenbreite⁴⁴ und Gewässerraum der sehr grossen Flüsse) 22 000 ha. Dies entspricht

⁴⁴ Der Raumbedarf eines Fliessgewässers setzt sich aus dem Gewässergerinne (Sohlenbreite) und den beiden Ufern zusammen. Der landseitige Raum wird als Uferbereich bezeichnet. Durch die Begrädnung und Verbauung der Fliessgewässer wurde in der Regel bei einem kanalisierten Bach die ursprüngliche Sohlenbreite um die Hälfte eingeengt und auch die Breitenvariabilität eingeschränkt. Gewässer ohne Breitenvariabilität sollten die doppelte Breite und diejenigen mit eingeschränkter Breitenvariabilität um 50 % breitere Gerinne aufweisen, um genügend Raum zu haben (Niederhauser 2000).

0,5 % der Landesfläche oder deutlich mehr Fläche als der Kanton AI mit gut 17 000 ha aufweist. Der zusätzlich beanspruchte Raumbedarf ist nicht gleichmässig über die Schweiz verteilt:

- > Der fehlende Gewässerraum je Klasse zeigt, dass nicht nur bei den eingedolten, künstlichen/naturfremden und stark beeinträchtigten Abschnitten mit insgesamt 14 000 ha viel Raum für die Fliessgewässer fehlt. Auch entlang der wenig beeinträchtigten Abschnitte ist mit 7 000 ha ein Defizit beim Gewässerraum vorhanden.
- > Im Mittelland fehlen den Gewässern 7 000 ha und schweizweit in Lagen unter 600 m rund 9 000 ha um ihre Funktionen zu gewährleisten.
- > Bei über der Hälfte der Fliessgewässer im Landwirtschaftsgebiet (gemäss VECTOR25/landwirtschaftliche Zonengrenzen, vgl. Anhang 3) wird der Uferbereich zu intensiv genutzt oder es ist eine nicht gewässergerechte Ufervegetation vorhanden. Zurzeit fehlen im Uferbereich der Fliessgewässer im Kulturland rund 11 000 Hektaren bzw. 1 % der gesamten Landwirtschaftsfläche (vgl. Tab. 6).
- > Obwohl die grossen Fliessgewässer (FLOZ 4 bis 9) nur 14 % der Gewässernetzlänge umfassen, fehlt hier mit 7 000 ha rund ein Drittel des Gewässerraumes.

Tab. 5 > Überblick fehlender Gewässerraum (ohne Sohlenbreite)

	I ha	II ha	III ha	IV ha	V ha	Total ha	Raumdefizit %	Raumbedarf ha ⁴⁵
Schweiz	534	7 362	6 474	3 354	4 020	21 744	25 ⁴⁶	85 489
Jura	42	570	569	355	317	1 852	45	4 137
Mittelland	135	1 509	2 063	1 259	1 959	6 925	37	18 747
Alpen	357	5 284	3 842	1 740	1 744	12 967	21	62 605
FLOZ ⁴⁷ 1	173	3 297	1 103	672	2 660	7 904	23	34 293
FLOZ ⁴⁷ 2 und 3	194	2 403	1 657	1 299	1 204	6 757	22	30 415
FLOZ ⁴⁷ 4 bis 9	167	1 662	3 715	1 383	156	7 083	34	20 781
unter 600 m	156	1 801	3 213	1 970	2 128	9 267	43	21 486
600–1200 m	216	2 529	2 392	1 095	1 588	7 820	28	28 168
1200–2000 m	150	2 867	852	254	301	4 424	20	22 552
über 2000 m	12	165	18	35	3	233	2	13 282
Siedlung	10	336	1 253	1 122	993	3 713	73	5 103
Landwirtschaft	171	3 412	3 910	1 695	2 143	11 331	51	22 068
übriges Gebiet	353	3 290	943	402	687	5 675	10	58 199

⁴⁵ Raumbedarf: Gesamter bestehender und fehlender Gewässerraum (beidseitiger Uferbereich ohne Sohlenbreite)

⁴⁶ Hochgerechnet auf das Schweizer Fliessgewässernetz sind 37 % oder 23 000 km der Gewässerstrecken bezüglich Uferbereich in einem schlechten Zustand. Wird auf der Basis der kartierten Uferbereichsbreite die Differenz zwischen Ist- und Sollbreite je Abschnitt und Uferseite bestimmt und hochgerechnet, beträgt der fehlende Gewässerraum 22 000 ha oder 25 % des gesamten Raumbedarfs.

⁴⁷ Flussordnungszahl (FLOZ), vgl. Anhang A3

Im Landwirtschaftsgebiet werden extensiv genutzte Wiesen oder ökologische Ausgleichsflächen an gehölzgesäumten Gewässern methodenbedingt nicht berücksichtigt. Der ausgewiesene fehlende Gewässerraum ist um diese (unbekannten) Flächen zu gross. Im Kulturland fehlen bei den stark beeinträchtigten, künstlichen und eingedolten Fließgewässern insgesamt 7748 ha Gewässerraum. Zusammen mit den 3583 ha fehlenden Flächen bei den natürlichen und wenig beeinträchtigten Abschnitten führt dies mit 51 % zu einem hohen Anteil an Fließgewässerkilometern mit ungenügender Uferbreite. Gemäss BAFU u. BLW 2008 hat die Landwirtschaft somit bei der Aufwertung von Fließgewässern eine grosse Verantwortung. Extensive Grünlandnutzung oder Gehölzpflanzungen im Uferbereich eines Gewässers können z. B. als ökologische Ausgleichsfläche entschädigt werden. Das Potenzial für Gewässeraufwertungen ist im Kulturland wesentlich grösser als im Siedlungsgebiet, wo die Bereitstellung eines ausreichenden Gewässerraums nicht nur um ein Vielfaches teurer, sondern in der Regel auch wegen bestehenden Gebäuden auf lange Sicht praktisch nicht möglich ist.

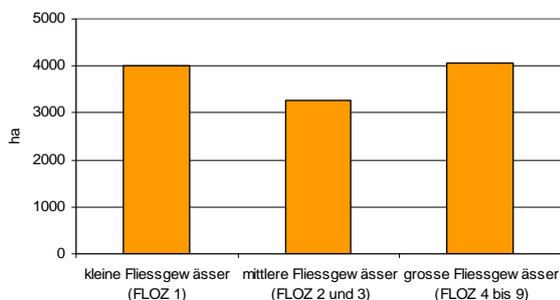
Grosses Raumpotenzial
für Gewässeraufwertungen
im Kulturland

Insgesamt fehlen im Landwirtschaftsgebiet gut 11 000 ha Gewässerraum oder 1 % der Schweizer Landwirtschaftsfläche (vgl. Tab. 6). In Abb. 65 nicht enthalten sind die Sohlenbreiten der Fließgewässer, die eingeeengt wurden und der entlang der sehr grossen Flüsse fehlende Gewässerraum.

Tab. 6 > Gewässerraum im Landwirtschaftsgebiet

Landwirtschaftsgebiet ⁴⁸	Jura		Mittelland		Alpen		Schweiz	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Gesamtfläche Landwirtschaft	175 278	100	589 006	100	390 799	100	1,16 Mio.	100
gesamter Raumbedarf (beidseitiger Uferbereich)	1 961	1,1	8 250	1,4	11 858	3,0	22 068	1,9
bestehender Gewässerraum	847	0,5	3 816	0,6	6 075	1,6	10 737	0,9
fehlender Gewässerraum	1 114	0,6	4 433	0,8	5 784	1,5	11 331	1,0

Abb. 65 > Fehlender Gewässerraum im Landwirtschaftsgebiet nach Gewässerordnung



⁴⁸ Die Landwirtschaftsfläche wird auf der Basis von VECTOR25 und den landwirtschaftlichen Zonengrenzen bestimmt, vgl. Anhang A3

3.2 Revitalisierung: Potenzial und Bedarf

In den fachspezifischen Erläuterungen zur Programmvereinbarung im Bereich Revitalisierungen des NFA wird die Zustandsklasse II (wenig beeinträchtigt) als minimales Ziel für alle Revitalisierungsmassnahmen formuliert (BAFU 2008). Die Hochrechnungen zeigen, dass bei den Fliessgewässern (ohne sehr grosse Flüsse) schweizweit rund 14000 Kilometer Gewässerstrecken der Zustandsklassen III, IV und eingedolt vorkommen und damit als revitalisierungsbedürftig bewertet werden. Sie stellen das ökomorphologische Revitalisierungspotenzial dar.

Realistischerweise ist das Potenzial zur Wiederherstellung naturnaher Strukturen bei verbauten Gewässern (Revitalisierungspotenzial) je nach Umlandnutzung und weiteren Faktoren nicht vollständig nutzbar. Es ist nicht möglich oder sinnvoll, die Strukturen entlang von Fliessgewässern in allen Fällen in ausreichendem Ausmass zu verbessern. So ist etwa im Siedlungsgebiet mit einem hohen Anteil an nicht revitalisierbaren Gewässerabschnitten zu rechnen. Die im Bachkonzept der Stadt Zürich (ERZ 2003) aufgeführten Daten lassen für den urbanen Raum den Schluss zu, dass realistischerweise nur rund 30 % der Fliessgewässer renaturiert werden können. Damit sinkt das Revitalisierungspotenzial im Siedlungsgebiet von 2680 km auf 804 km.

Steile Gewässerabschnitte liegen oft ausserhalb der Siedlungsgebiete. Sie weisen dann Schutzverbauungen auf, wenn aufgrund der bestehenden geologischen Verhältnisse seitlich angrenzende Gebiete stark erosionsgefährdet sind und deshalb stabilisiert werden müssen. Durch die Sicherungsbauten werden auch die unterliegenden Räume vor möglichen Folgen von Hochwasserereignissen geschützt. Gleichzeitig kommen Fische in sehr steilen Bachabschnitten auch unter natürlichen Bedingungen kaum oder gar nicht vor. Als Obergrenze des Forellenlebensraums bezüglich Gerinnegefälle werden in der Literatur 10 % bis 15 % genannt (Huet 1949, Peter 1986). Auch wenn Fische nicht die einzigen Tiere sind, die in Fliessgewässern leben, sind sehr steile Abschnitte deshalb ökologisch insgesamt weniger bedeutend als flachere Abschnitte. Die genannten Punkte führen dazu, dass Gewässerabschnitte der Klassen III und IV mit einem Gefälle von mehr als 15 % vom Revitalisierungspotenzial ausgeschlossen werden. Davon sind 1929 km Gerinnekilometer betroffen. Das Revitalisierungspotenzial im Nichtsiedlungsgebiet und bei kleinem und mittlerem Gefälle (bis zu 15 %) kann auch nicht vollständig ausgeschöpft werden. Verbauungen zur Sicherung von Strassen- oder Bahnböschungen beispielsweise müssen auch in Zukunft bestehen bleiben. Da für diese Fälle keine genauen Zahlen bekannt sind, bleiben diese Strecken im Revitalisierungspotenzial.

Aus dem ausgewiesenen Potenzial und den dargelegten Einschränkungen lässt sich der landesweite Bedarf zur Wiederherstellung naturnaher Strukturen bei verbauten Gewässern (Revitalisierungsbedarf) für kleine, mittlere und grosse Fliessgewässer bestimmen:

Zustandsklassen III, IV und Eindolungen bilden das Revitalisierungspotenzial

Siedlungsgebiet und starkes Gefälle schränken das Potenzial ein

Bestimmung des Revitalisierungsbedarfs

Tab. 7 > Revitalisierungsbedarf der Fließgewässer

Das Revitalisierungspotenzial umfasst die Summen der hochgerechneten Zustandsklassen III und IV plus eingedolte Abschnitte ohne die sehr grossen Flüsse.

	Kleine Bäche FLOZ 1 [km]	Mittlere Bäche FLOZ 2 / 3 [km]	Grosse Gewässer FLOZ 4 bis 9 [km]	Total [km]
Revitalisierungspotenzial (ganze Schweiz)	5 328	4 965	3 635	13 928
- Gewässerstrecken mit einem Gefälle von > 15 % (ohne Eindolungen)	775	447	35	1 257
- Anteil nicht revitalisierbarer Gewässerstrecken im Siedlungsraum (70 % aller Strecken in Siedlung mit Gefälle < 15 %)	470	812	594	1 876
= Revitalisierungsbedarf (ganze Schweiz)	4 083	3 706	3 006	10 795

Neben Massnahmen zur Verbesserung der Laufstrukturen und der Einhaltung des Gewässerraums sind auch Sanierungen von künstlichen Abstürzen ein wichtiger Beitrag zur Revitalisierung von Fließgewässern. Mittels Absturzsanierungen können Längs- und Seitenvernetzungen verbessert werden. Je nach Fischart stellen Abstürze ab 20 bis 50 cm Höhe ein unüberwindbares Hindernis dar. Der Ersatz künstlicher Abstürze durch Aufweitungen, rauhe Sohlrampen oder den Bau von Umgehungsgerinnen ermöglicht die Wiederausdehnung des Lebensraums für Fische und Krebse, idealerweise bis zum ersten natürlichen unüberwindbaren Hindernis.

Vernetzungspotenzial
durch Absturzsanierungen

Als Revitalisierungspotenzial künstliche Hindernisse wird die hochgerechnete Anzahl künstlicher Abstürze und Bauwerke mit einer Höhe von über 50 cm bestimmt. Nicht in das Revitalisierungspotenzial aufgenommen werden künstliche Hindernisse in Abschnitten mit einem Gefälle von mehr als 15 % sowie 70 % der künstlichen Hindernisse im Siedlungsgebiet. Insgesamt werden 50 000 künstliche Abstürze und Bauwerke als sanierungsbedürftig bewertet.

Der Revitalisierungsbedarf in der Schweiz beträgt rund 10 800 Kilometer und damit gut 16 % des Gewässernetzes der Schweiz im Massstab 1 : 25 000. In dieser Zahl nicht enthalten ist der Revitalisierungsbedarf der sehr grossen Flüsse. Bei den Kleingewässern weisen gegen 12 % einen Revitalisierungsbedarf auf, bei den mittleren gut 14 % und bei den grossen Gewässern rund 35 %. Zusätzlich wird für rund 50 000 künstliche Hindernisse ein Handlungsbedarf ausgewiesen. Geht man von einer (hoch geschätzten) zukünftigen jährlichen mittleren Renaturierungsrate von schweizweit 100 Kilometern aus, würde es knapp 110 Jahre dauern, bis der gesamte Revitalisierungsbedarf umgesetzt worden wäre. Das Rechenbeispiel zeigt die Grösse und Langfristigkeit auf. Die Erarbeitung von kommunalen, kantonalen und überkantonalen Priorisierungsszenarien und die Festlegung von darauf basierenden langfristigen Revitalisierungsprogrammen kann eine für das jeweilige Fließgewässersystem optimale Vorgehensweise sicherstellen.

Abb. 66 > Zustand vor Revitalisierung an der Emme

Sohlerosion und unüberwindbare Schwelle in der Emme bei Utzenstorf (BE)

**Abb. 67** > Aufweitung an der Emme

Revitalisierung durch Rückbau des Absturzes und Aufweitung

**Abb. 68** > Zustand vor Revitalisierung beim Flaz

Der Hochwasserschutz beim Flaz oberhalb Samedan (GR) ist nicht mehr gewährleistet

**Abb. 69** > Revitalisierung Flaz

Kombination Hochwasserschutz und Revitalisierung mit neuem Flusslauf des Flaz

**Abb. 70** > Zustand vor Revitalisierung bei der Thur

Stark beeinträchtigte Thur bei Niederneunforn (TG/ZH)

**Abb. 71** > Aufweitung an der Thur

Revitalisierte Thur. Die ökomorphologische Erfolgskontrolle ist in Abb. 72 aufgezeigt.



3.3

Grobschätzung der Kosten

Je nach aktueller Situation und Sanierungsziel variieren die anfallenden Kosten für Revitalisierungsmassnahmen sehr stark. So zeigt eine BAFU-Analyse (Notter et al. 2006) von 147 «rein ökologischen Wasserbauprojekten» eine Kostenspannweite von Fr. 25.– bis Fr. 2800.– pro Laufmeter. Im Wasserbaukonzept des Kantons Solothurn (AfU SO 2007) werden als ungefähre Realisierungskosten pro Laufmeter an Bächen bis zu drei Metern Breite Fr. 1000.– angegeben. Die Sanierung von Abstürzen bis zu 60 cm Höhe wird mit Fr. 10000.– pro Stück veranschlagt, während gemäss BAFU-Studie Kosten zwischen Fr. 3200.– und Fr. 359000.– für die Sanierung eines Absturzes an Bächen bis fünf Metern Breite angefallen sind. Der Renaturierungsfonds des Kantons Bern beziffert die mittleren Kosten für die Revitalisierung eines Meters Fließgewässer auf Fr. 1250.–⁴⁹. Die Laufmeterkosten schwanken je nach Projekt sehr stark. Eine BAFU-interne Untersuchung (Rüfenacht 2008) zeigt, dass nicht die Breiten der revitalisierten Fließgewässer, sondern die Längen der revitalisierten Strecken die Laufmeterkosten entscheidend beeinflussen. Mit zunehmender Streckenlänge sinken die Laufmeterkosten stark.

Die Revitalisierungskosten variieren stark

Als Basis für eine Schätzung der Kosten des Revitalisierungsbedarfs wird von einem durchschnittlichen Laufmeterpreis für Revitalisierungen von Fr. 1250.– ausgegangen. Für die Sanierung von künstlichen Abstürzen werden die anfallenden Kosten auf Fr. 10000.– pro Stück veranschlagt. Die Berechnungen beinhalten den gesamten Revitalisierungsbedarf und das gesamte Sanierungspotenzial, es werden keine Priorisierungen vorgenommen und keine Kosten/Nutzen-Überlegungen angestellt.

Annahmen mittlere Revitalisierungskosten

Tab. 8 > Geschätzte Revitalisierungskosten

	Revitalisierungsbedarf	Kostenschätzung (in Mio. Fr.)	Schätzbasis
Revitalisierungsbedarf	10 800 Kilometer	13 500	1 250.– pro Laufmeter
Sanierung künstliche Hindernisse \geq 50 cm	50 000 Stück	500	10 000.– pro Stück
Gesamtkosten		14 000	

Die grob geschätzten Kosten für eine vollständige Bearbeitung des Revitalisierungsbedarfs betragen vierzehn Milliarden Franken. Unter der Annahme, dass pro Jahr in der Schweiz 100 Gewässerkilometer revitalisiert werden, würden die Revitalisierungen insgesamt 110 Jahre dauern. Damit entstehen jährliche Revitalisierungskosten von etwas mehr als 127 Millionen Franken. Dies entspricht 2,1 % des gesamten Bundesbudgets von 2009. Nicht enthalten sind in dieser Zusammenstellung die Revitalisierungskosten für die sehr grossen Flüsse. Der Umfang der Revitalisierungsaufgaben zeigt auch auf, dass eine für die Gewässer und die Gesellschaft möglichst optimale Priorisierung der Projekte erarbeitet und realisiert werden muss.

⁴⁹ Vgl: <http://www.cercleau.ch> (Stand 19.02.2009)

4 > Fortschreibung

Der ökomorphologische Zustand von Fliessgewässern ist nicht statisch, er wird durch natürliche Prozesse (Gewässerdynamik, Hochwasser, Zerfall von Verbauungen usw.) und bauliche Massnahmen (Realisierung von Massnahmen zum Schutz vor den Folgen von Hochwassern, Revitalisierungen, Ausdolungen usw.) schleichend oder sprunghaft verändert. Damit verliert der bestehende Datensatz laufend an Aktualität und Relevanz. Die Beurteilung und Bewertung von aus Revitalisierungs- und anderen Massnahmen resultierenden ökomorphologischen Veränderungen im und am Fliessgewässer sind ein wichtiges Argument für die Neubeurteilung von Gewässerabschnitten. Der Vergleich von Erstaufnahme und Nachkartierung erlaubt es, die im jeweiligen Projekt formulierten ökomorphologischen Ziele auf einfache Weise zu überprüfen.

4.1 Datennachführung als Chance und Notwendigkeit

In den Bereichen Raumplanung, Wasserbau, Fischerei, Natur- und Gewässerschutz, Landwirtschaft usw. werden die Ökomorphologiedaten von Fachstellen auf Ebene Bund, Kanton und Gemeinde als Grundlagendaten genutzt. Bund und Kantone greifen aktuell und zukünftig für diverse Planungs- und Finanzierungsprojekte explizit auf die Daten der Ökomorphologie Stufe F zurück, so beispielsweise im Zusammenhang mit:

Wer hat Bedarf
an nachgeführten Daten?

- > der Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA): Programmvereinbarung im Bereich Revitalisierungen und Hochwasserschutz
- > dem Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz (NUS): Zustand der Fliessgewässer und Seen
- > der Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES): Aufnahme der Ökomorphologie der Gewässer als Parameter
- > dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM): Aufnahme der Ökomorphologie der Fliessgewässer als Indikator E12 «Anteil beeinträchtigter Fliessgewässerabschnitte» wird geprüft

Dabei besteht ein Bedarf an Daten zum Istzustand, zum Beispiel Defizitanalysen des Zustands bei Revitalisierungsprojekten (NFA), und längerfristig zunehmend auch an Nachführungsdaten (zum Beispiel zur periodischen Erneuerung einer gesamtschweizerisch kohärenten, bedarfsgerechten Datengrundlage zur Bereitstellung von Umweltinformationen (NUS). Um diese Bedürfnisse langfristig erfüllen zu können, bedarf es einer regelmässigen Fortschreibung der bestehenden Datensätze.

Abb. 72 > Erfolgskontrolle bei der 2. Thurkorrektur

Entlang der Thur zwischen Frauenfeld (TG) bis Niederneunforn (ZH) wurde gemäss Stutz (2008) auf 10,5 km Länge der Anteil stark beeinträchtigter (gelber) Abschnitte von 90 auf 36% reduziert. Die wenig beeinträchtigten (grünen) Abschnitte nahmen von 10 auf 54% zu. Neu wurde ein Abschnitt (10%) als natürlich bewertet (vgl. Abb. 70 und Abb. 71).
 Massstab 1 : 100000



4.2 Bisherige Aktualisierungen

Bisher sind in mindestens zwei Kantonen Nachführungsprojekte durchgeführt worden: Im Kanton Zürich wurden zwei Teileinzugsgebiete flächendeckend neu kartiert, auch um die Qualität der bestehenden Daten zu prüfen. Im Kanton Bern wurde mit einer projektbezogenen Nachführung ein pragmatisches Verfahren gewählt, um jene Veränderungen zu erfassen, die sich durch die Realisierung von Wasserbauvorhaben ergeben.

In den Einzugsgebieten von Fischbach und Greifensee wurden vom Kanton Zürich zur Datenplausibilisierung und für die Erfassung von Revitalisierungen von rund 400 km Fließgewässerstrecken 336 km ein zweites Mal mit der Methode Ökomorphologie Stufe F kartiert. Die nicht kartierten 64 km wiesen in der Erstkartierung die Bewertung «natürlich/naturnah» auf oder waren eingedolt. In beiden Fällen wurden keine Veränderungen erwartet. Der Vergleich zeigt, dass bei rund 35% der beurteilten Strecken mehr oder weniger grosse Unterschiede zwischen den beiden Kartierungen bestehen, wobei in 13% der Strecken eine Änderung der Zustandklasse resultierte. Davon werden 5% um eine oder mehrere Zustandsklassen schlechter, 8% besser als bisher eingestuft (AWEL, 2008).

Kanton Zürich:
 Flächendeckende Zweitkartierung
 in zwei Einzugsgebieten

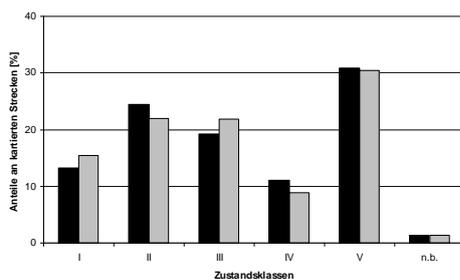
Tab. 9 > Analyse der Resultate der Nachkartierung in den Einzugsgebieten von Fischbach und Greifensee

Veränderungen gegenüber Erstkartierung	Streckenlänge [km]	Anteil [%]
Keine oder geringe Veränderungen	194,8	49
Keine Veränderungen vermutet, nicht kartiert	63,5	16
Effektive Veränderungen im Feld	31,3	8
Fehler bei Erstkartierung	38,1	10
davon neue Abschnittsbildung	32,7	8
Grund der Veränderung unbekannt	38,8	10

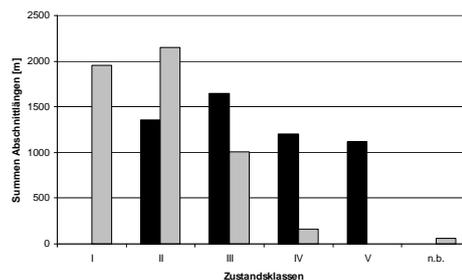
Fehler bei der Erstkartierung werden bei knapp 18 % der kartierten Strecken vermutet. Eine neue (in der Regel kürzere) Abschnittsbildung bei ca. 8 % der erhobenen Abschnitte ist der Grund für die Unterschiede in der Bewertung bei der Nachkartierung (vgl. Kap. 1.2). In weiteren knapp 10 % der Strecken ist der Grund für die Veränderungen unbekannt. Die knapp 8 % Gewässerabschnitte, welche starke Veränderungen gegenüber der Erstkartierung aufweisen, sind auf Revitalisierungen, Bachverlegungen, Hochwasserschutzmassnahmen, aber auch nicht immer klar erkennbare Gründe wie Hochwasser, Landnutzungsänderungen oder Gewässerunterhalt zurückzuführen.

Abb. 73 > Zustandsklassenverteilung⁵⁰ bei Erst- und Nachkartierung im Kanton Zürich

schwarz: Erstkartierung
grau: Nachkartierung
n.b.: nicht beurteilt

**Abb. 74** > Revitalisierte Abschnitte⁵⁰ bei der Nachkartierung im Kanton Zürich

schwarz: Erstkartierung
grau: Nachkartierung
n.b.: nicht beurteilt



Bei rund 5,3 km Bachabschnitten sind Revitalisierungen durchgeführt worden. Der Vergleich der beiden Kartierungen (vgl. Abb. 74) zeigt eine deutliche Verschiebung hin zu den nicht und wenig beeinträchtigten Zustandsklassen. Massnahmen, welche die Revitalisierung von Bachläufen zum Ziel haben, erreichen demnach sehr häufig eine deutliche Verbesserung des ökomorphologischen Zustands.

Revitalisierungsmassnahmen verbessern den ökomorphologischen Zustand von Fließgewässern

⁵⁰ Zustandsklassen: I: natürlich/naturnah, II: wenig beeinträchtigt, III: stark beeinträchtigt, IV: naturfremd/künstlich, V: eingedolt

Aus Kostengründen soll auf eine kantonsweit flächendeckende Nachkartierung verzichtet werden. Vorgeschlagen wird eine selektive Neuerhebung und Nachführung ausschliesslich im Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet. Die Gesamtkosten für den Kanton Zürich (ca 1500 km Fließgewässer) werden hierfür auf rund Fr. 400 000.– geschätzt (inklusive Arbeiten am digitalen Gewässernetz).

Fazit der ersten Nachkartierung
im Kanton Zürich

Im Kanton Bern wurden mit einer projektbezogenen Nachführung jene Gewässerabschnitte wieder beurteilt, an welchen zwischen 1997 und 2002 Wasserbauprojekte realisiert worden sind. Es wurden insgesamt 57,5 km Fließgewässerstrecken verteilt auf 120 Standorte erfasst (vgl. Könitzer u. Zeh 2005 und vgl. Sigmoidplan 2005).

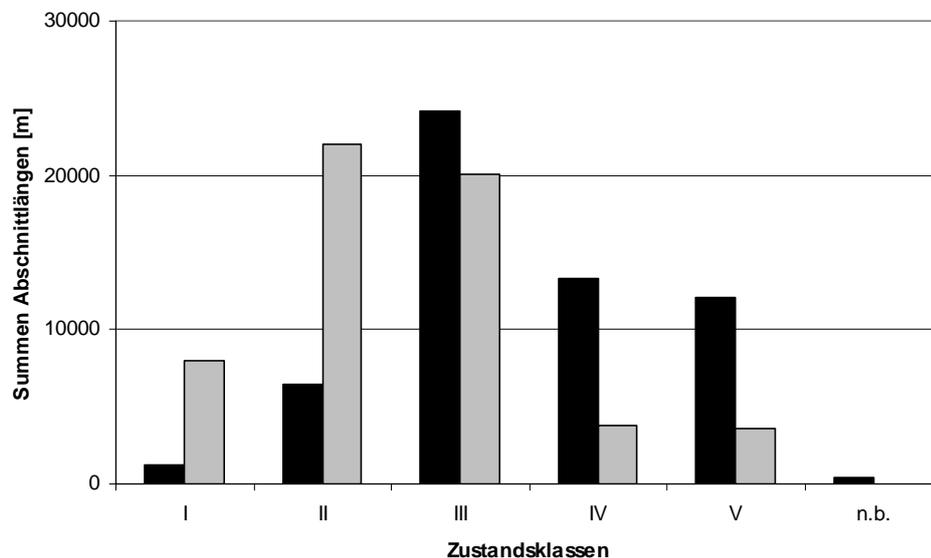
Erste Nachführung
im Kanton Bern

Die Bilanz der Zustandsklassen zeigt bei den nachgeführten Gewässerabschnitten insgesamt erfreuliche Resultate. Abb. 75 zeigt die Unterschiede zwischen der Erstkartierung und der Nachführung. Die beiden besten Klassen «natürlich/naturnah» und «wenig beeinträchtigt» verzeichnen bei der Nachführung deutliche Zunahmen, während die übrigen Klassen allesamt weniger stark vorkommen als bei der Erstkartierung. Zudem konnte die Längsvernetzung dank dem Bau von 89 Sohlrampen (rauh) und sieben Fischpässen gegenüber dem Vorzustand verbessert werden.

Resultate – Die Richtung stimmt

Abb. 75 > Klassierungen⁵¹ aller nachkartierten Abschnitte im Kanton Bern, Vor- und Nachzustand

schwarz: Erstkartierung; grau: Nachkartierung; n.b.: nicht beurteilt.



⁵¹ Zustandsklassen: I: natürlich/naturnah, II: wenig beeinträchtigt, III: stark beeinträchtigt, IV: naturfremd/künstlich, V: eingedolt

Mit der Bilanz der Zustandsklassen wird nur ein Teil der veränderten Situation gezeigt. Oft reichen die Verbesserungen des ökomorphologischen Zustands nicht für einen Klassenwechsel aus. Wenn sich aufgrund eines Wasserbauprojekts die Gesamtpunktzahl eines Abschnitts von neun auf sechs Punkte vermindert, führt dies nicht zu einem Klassenwechsel, weil die Zustandsklasse «stark beeinträchtigt» genau diesen Punktebereich umfasst (vgl. Tab. 2). Hingegen reicht in manchen Fällen eine Verbesserung um einen einzigen Punkt, zum Beispiel von sechs auf fünf Punkte, um einen Klassenwechsel herbeizuführen. Von den 57,5 km erfassten Gewässerabschnitten weisen 35,2 km in der Nachkartierung einen tieferen (besseren) Punktstand auf, als bei der Erstkartierung. 11,3 km wurden unverändert bewertet, 10,2 km weisen neu einen höheren Punktstand auf, 0,8 km wurden nur einmal kartiert.

Das Vorkommen von Gewässerabschnitten in einem schlechteren Zustand ist darauf zurückzuführen, dass neben Ausdolungen und Revitalisierungen auch Hochwasserbauprojekte und klassische Unterhaltsarbeiten beurteilt worden sind. Bei kürzlich durchgeführten Unterhaltsarbeiten sind Böschungsverbauungen wieder gut sichtbar, während sie zuvor unter einer dichten Vegetationsschicht versteckt waren. Massnahmen zum Schutz vor den Folgen von Hochwassern gehen oft mit einer Erhöhung der Anteile verbauter Böschungen im Zusammenhang mit Ufer- beziehungsweise Erosionsschutz einher. Im Berggebiet kann aufgrund starker Gefälle und insgesamt knappen Platzverhältnissen sehr oft nicht auf eine massive Gerinnesicherung verzichtet werden. Auch Mündungsbereiche werden in der Regel sehr stark gesichert. Als zweiter Grund für die schlechtere Klassierung von Abschnitten ist die Abschnittsdefinition zu nennen (vgl. Kap. 1). Gegenüber der Erstkartierung wurden in der Regel mehr Abschnitte ausgeschieden. Kürzere Abschnitte sind häufig insgesamt homogener, und weisen deshalb auch häufiger extremere (sehr gute oder sehr schlechte) Bewertungen auf, als längere Abschnitte.

Die Kosten für die Nachführung betragen Fr. 65 000.– oder rund Fr. 360.– pro Wasserbauprojekt. Die projektbezogene Nachführung führt zu vergleichsweise hohen Reisekosten, da die Projekte im ganzen Kantonsgebiet verteilt sind.

Abb. 76 > Zustand vor Revitalisierung an der Önz

Wegen Quer- und Längshölzern mit Bruchsteinen stark beeinträchtigte Önz mündung in die Aare bei Graben (BE) und entsprechender Kartenausschnitt



Abb. 77 > Renaturierte Önz

Wenig beeinträchtigt Zustand wegen immer noch ungenügendem Gewässerraum, aber ausgeprägte Breitenvariabilität durch einzelne Holzbuhnen und Inseln



4.3 Vorgehensvorschlag für zukünftige Fortschreibungen

Es besteht ein grosser Bedarf an Nachführungsdaten und aktuellen Datensätzen. Mit einer landesweit koordinierten Vorgehensweise für die Nachführung kann die Homogenität des aktuellen Datensatz erhalten und sogar verbessert werden. Zudem kann eine genauere Kontrolle über aufgewendete Mittel und revitalisierte Strecken realisiert werden, wie sie im Rahmen des NFA in Zukunft gefordert sein wird.

Mit einer landesweit einheitlich angewendeten projektbezogenen Fortschreibung werden die Ökomorphologiedaten auf einfache Weise aktualisiert. Gleichzeitig wird eine ökomorphologische Erfolgskontrolle von Wasserbaumassnahmen realisiert. Die Beschränkung der Nachführung auf durch Bauarbeiten verursachte Veränderungen führt zu vergleichsweise tiefen Kosten. Die Nachführung im Kanton Bern hatte Kosten von rund Fr. 360.– pro Projekt zur Folge. Eine Beteiligung des Bundes an den Nachführungskosten ist wahrscheinlich, aber zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zu konkretisieren.

Es kann davon ausgegangen werden, dass spätestens nach 15–20 Jahren eine flächendeckende Überarbeitung der Ökomorphologiedaten notwendig ist (weitere Veränderungen durch Gewässerdynamik, Zerfall von Verbauungen, aber auch «wilde» Verbauungen).

Mögliche Vorgehensweise:

- > Erarbeitung einer standardisierten Vorgehensweise in Zusammenarbeit von Bund und Kantonen zur einheitlichen Erfassung von Revitalisierungsprojekten (z. B. Checklisten) und zur Nachkartierung der bearbeiteten Fliessgewässerabschnitte.
- > Erarbeitung einer Checkliste mit für die Nachführung relevanten Grundinformationen zu den einzelnen Projekten.
- > Periodische Nachkartierung der Wasserbauprojekte (alle 5 Jahre, oder sobald eine bestimmte Anzahl Projekte realisiert sind).
- > Auswertung der Nachführungsdaten im Sinne einer ökomorphologischen Erfolgskontrolle.
- > Lieferung der Nachführungsdaten ans BAFU zuhanden einer landesweiten Nachführung Ökomorphologie Stufe F auch für die Umweltbeobachtung
- > Prüfung einer Beteiligung des Bundes an den Kosten für die Methoden- und Kartierarbeiten. Denkbar wäre hier eine Kostenbeteiligung über km-Beiträge wie bei der Ersterhebung, oder über Fixbeiträge pro bearbeitetem Projekt.

5 > Nutzen und Folgerungen

Die ökomorphologischen Daten

1. schaffen einen Überblick über die Strukturen der Fliessgewässer
2. zeigen die natürlichen und wenig beeinträchtigten Gewässer
3. stellen die strukturellen Defizite der Gewässer dar
4. weisen auf Wanderhindernisse für Fische hin
5. unterstützen die Sicherung des Raumbedarfs
6. sind eine wichtige Entscheidungshilfe für Revitalisierungen
7. unterstützen moderne, nachhaltige Wasserbauvorhaben und erleichtern die Wirkungskontrolle

Deshalb wurde der Zustand der Fliessgewässerstruktur erfasst

5.1 Überblick über die Fliessgewässerstruktur geschaffen

Mit der Erhebung der Struktur der schweizerischen Fliessgewässer liegen aufgrund der einheitlichen, in der ganzen Schweiz verwendeten Methode vergleichbare und objektive Ergebnisse vor. Die Struktur der Fliessgewässer ist in fast allen Kantonen erhoben worden. Mit der Übertragung der kantonalen Resultate auf das digitale Gewässernetz der Landeskarte ist eine landesweite Datengrundlage zur Ökomorphologie Stufe F entstanden. Die Hochrechnungsresultate geben einerseits Auskunft über den aktuellen Stand der Gewässerstruktur in der Gesamtschweiz und andererseits auch unterteilt nach Naturräumen, Höhenlagen, Umlandnutzungen und Gewässergrössen.

Einheitliche Methode und objektive Ergebnisse

In den Kantonen wurden 28 824 km Fliessgewässer kartiert. Davon konnten 23 887 km in das digitale Gewässernetz (Gesamtlänge 64 897 km) übertragen werden. Hochgerechnet auf das gesamte digitale Schweizer Fliessgewässernetz sind 78 % in einem guten und 22 % in einem schlechten ökomorphologischen Zustand. Bei den grossen Gewässern ist der Anteil in schlechtem Zustand mit 40 % doppelt so hoch. Innerhalb von Siedlungen sind sogar 81 % der Fliessgewässer in einem ungenügenden Zustand.

78 % in gutem und 22 % in schlechtem Zustand

Für Fachstellen und Ämter wie Raumplanung, Wasserbau, Fischerei, Natur- und Gewässerschutz, Landwirtschaft, Ingenieure, Planungsbüros, Wissenschaft und Verbände sind die Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung eine wertvolle Arbeitsgrundlage und Argumentationshilfe.

Grundlage für viele Akteure

5.2

Natürliche/naturnahe und wenig beeinträchtigte Fließgewässer dargestellt

Fließgewässer mit natürlich/naturnahen Gewässerstrukturen bieten Lebensraum für viele an die jeweiligen Verhältnisse angepasste Tier- und Pflanzenarten. Sie sind sowohl für die aquatische als auch für die terrestrische Vernetzung von grosser Wichtigkeit. Die Menschen nutzen diese Bach- und Flussabschnitte gern als Erholungsräume. Heute sind noch 54 % der Gewässer natürlich und 24 % wenig beeinträchtigt, wobei diese Anteile nach Naturraum, Nutzung und Gewässergrösse stark variieren.

Warum sind natürliche/naturnahe Fließgewässer so wertvoll?

In unbeeinflussten Auen und an natürlichen Flüssen ist alles in Bewegung: Das Wasser nagt an den Ufern, trägt Sedimente fort und lagert das Geschiebe später wieder ab, sodass durch den Fluss als Gestalter vielfältige Strukturen entstehen. Solche Gebiete mit natürlicher Dynamik sind grösstenteils im Inventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung enthalten. In diesen Gebieten sind insgesamt 89 % der Fließgewässer natürlich oder wenig beeinträchtigt. Bei den grossen Fließgewässern in Auen liegt der Anteil mit ungenügendem Zustand bei 16 % und bei den sehr grossen Flüssen bei 39 %. Nicht betrachtet wird hier der Zustand der Auen im Bereich Wasser-/Geschiebehaushalt und Lebensgemeinschaften.

Dynamische Prozesse führen zu vielfältigen Strukturen

Verbaute Gewässer bieten letztlich einen trügerischen Schutz vor der zerstörerischen Gewalt des Wassers. Siedlungen und Verkehrsinfrastrukturen, welche zu nahe an Gewässern erstellt wurden, können nur mit einem grossen finanziellen und technischen Aufwand vor mittleren Hochwasserereignissen geschützt werden. Die Schadenssummen bei Extremereignissen steigen rasch ins Unermessliche. Natürliche Gewässer mit einer Aue bieten aufgrund ihres grossen Gewässerraums und ihrer Ufervegetation häufig einen nachhaltigen Hochwasserschutz: Das Hochwasser kann im weitläufigen Flussraum verteilt und zurückgehalten werden. Damit wird es verlangsamt und ihm viel von seiner zerstörerischen Kraft genommen.

Stellen häufig einen nachhaltigen Hochwasserschutz sicher

Grundwasservorkommen entlang unserer grossen Gewässer stehen in engem Kontakt zu den Bächen und Flüssen. In natürlichen Flussbetten kann viel Oberflächenwasser versickern. Dabei wird es natürlicherweise gereinigt und bildet im Untergrund ein Wasservorkommen, welches in Gewässerschutzzonen gefasst meist ohne weitere Aufbereitung als Trinkwasser genutzt werden kann.

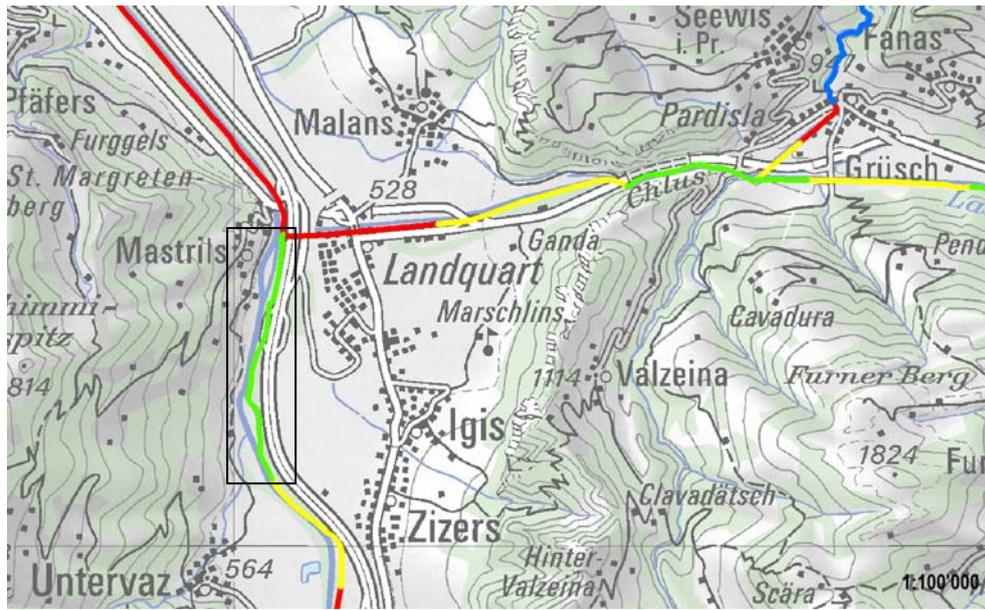
Erneuern und reinigen unser Trinkwasser

Während vor allem an den grossen Flüssen die Auen durch Bund und Kantone unter Schutz gestellt werden, können im Rahmen von kommunalen Planungen die natürlichen Fließgewässer als wertvolle Lebensräume geschützt werden. Der Schutz von natürlichen/naturnahen oder wenig beeinträchtigten Fließgewässern ist bedeutend einfacher und kostengünstiger als beeinträchtigte Gewässer zu revitalisieren. Auch die letzten verbliebenen natürlichen bzw. wenig beeinträchtigten Abschnitte der sehr grossen Flüsse in den Alpen, wie der Rhein bei Mastrils, sind aus ökomorphologischer Sicht zu erhalten und aufzuwerten. Sie sollten möglichst der Eigendynamik überlassen werden und Defizite im Bereich Wasserhaushalt (z. B. Restwasser, Schwall-Sunk, Stau), Geschiebehaushalt (z. B. Sohlabsenkung, dynamische Flussprozesse) und Lebensgemeinschaften sollten behoben werden.

Natürliche/naturnahe Fließgewässer als wertvolle Lebensräume schützenswert

Abb. 78 > Schutz und Aufwertung eines Abschnitts im gutem Zustand am Beispiel des Alpenrheins

Letzter wenig beeinträchtigt (grüner) ca. 3 km langer Abschnitt des Alpenrheins bei Mastrils (GR) vor dem 70 km langen, künstlichen (roten) Gewässerabschnitt bis zum Bodensee



5.3 Strukturelle Defizite der Fliessgewässer aufgezeigt

22 % der Fliessgewässer sind in einem schlechten Zustand (Klassen III, IV und Eindolungen). Dabei variiert der ökomorphologische Zustand nach biogeografischer Region, Höhe, Nutzung und Gewässerordnung:

22 % der Fliessgewässer sind unter Druck

- > Während im Jura 36 % der Fliessgewässer einen schlechten Zustand aufweisen, sind es im Mittelland 38 % und in den Alpen 15 %.
- > In Höhenlagen bis 600 m ü.M. sind 46 % der Gewässerabschnitte in einem ungenügenden Zustand. Mit zunehmender Höhe sinkt der Anteil der Fliessgewässer in schlechtem Zustand.
- > In Siedlungen sind 81 % und im Landwirtschaftsgebiet 48 % der Fliessgewässer in einem schlechten Zustand.
- > 40 % der grossen Gewässer (FLOZ 4 bis 9) sind in einem schlechten Zustand. Bei den mittleren Gewässern (FLOZ 2 und 3) sind es 21 %. Nur 16 % der Kleingewässer sind in einem schlechten Zustand, davon sind über die Hälfte oder 2800 km eingedolt.

Fliessgewässer werden unabhängig von ihrem strukturellen Zustand häufig als attraktive Landschaftselemente wahrgenommen. Auch begradigte Bäche mit gewässerfremder Uferbestockung gelten oft als schöner Bestandteil einer Landschaft. Dieser subjektiven, auf das Landschaftsbild ausgerichteten Betrachtungsweise werden mit den ökomorphologischen Aufnahmen die Defizite von Breitenvariabilität, Sohle, Ufer und

Fakten ersetzen subjektive Bewertungen

Umland gegenübergestellt. Der ökomorphologische Zustand wird durch Experten nach den Vorgaben des Bundes «benotet». Der ungenügende bzw. schlechte Zustand wird aufgezeigt. Die Differenz zu einem genügenden bzw. guten Zustand kann objektiv begründet werden. Dies kann zu einer besseren Akzeptanz von Gewässeraufwertungen beitragen.

Abb. 79 > Stark beeinträchtigter Bach

Binnenkanal in Meiringen (BE)



Abb. 80 > Künstlicher, naturfremder Bach

Worble in Ittigen (BE)



5.4

Wanderhindernisse für Fische nachgewiesen

Die Durchgängigkeit der Gewässer ist für die Fischpopulationen von entscheidender Bedeutung (vgl. Kap. 2.1.5). Sie ist in der Schweiz häufig stark eingeschränkt. Laut Hochrechnung bestehen 101 000 künstliche Abstürze und Bauwerke, die die Fischwanderung einschränken oder verhindern. 50 000 sind prioritär zu sanieren (vgl. Kap. 3.2). Der Durchschnittskilometer Bach weist 1,6 künstliche Hindernisse von mehr als 50 cm Höhe auf. Zudem beeinträchtigen ein künstlicher (sehr stark verbauter) Abschnitt von 150 m Länge und eine eingedolte Teilstrecke von 70 m die Fischwanderung.

Längsvernetzung ist stark eingeschränkt

Oft sind Seitenbäche an der Mündung durch künstliche Abstürze vom Hauptgewässer abgeschnitten, so dass die Fische nicht in diese Bäche aufsteigen können. So könnten bei der Zulg (vgl. Abb. 82 und Abb. 83) mit der Sanierung von Hindernissen lange natürliche Abschnitte im Mittellauf für Fische wieder zugänglich gemacht werden.

Vernetzung von Seitenbächen mit dem Hauptlauf

In den Verbindungsgewässern (FLOZ 2 bis 9) liegen in den flachen bis mässig geneigten Abschnitten (bis 15 % Gefälle) hochgerechnet 34 000 Hindernisse. Diese möglichen Absturzsanierungen haben eine hohe Wirkung für die Fischdurchgängigkeit. Insgesamt sollten künstliche Hindernisse wo nötig mit Aufweitungen, Blockrampen, Umgehungsgerinnen oder Fischtrepfen ersetzt oder passierbar gemacht werden.

Wirkungsvolle Sanierung von Wanderhindernissen

Abb. 81 > Wanderhindernisse für Fische am Beispiel der Zulg

Der natürliche⁵² Mittellauf der Zulg bei Steffisburg (BE) ist von der Aare durch hohe Abstürze (Quadrate mit Zentrums punkten) abgetrennt, so dass keine Fische ein- und aufsteigen können.



Abb. 82 > Künstlicher Absturz in der Zulg

Unüberwindbarer Absturz in der Zulg bei Steffisburg (BE)



Abb. 83 > Natürlicher Mittellauf der Zulg

Von der Aare künstlich abgetrennter natürlicher Mittellauf der Zulg



⁵² Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

5.5

Sicherung des Raumbedarfs abgestützt

Von grosser Wichtigkeit für eine nachhaltige Entwicklung und eine naturnahe Flusslandschaft ist, dass dem Gewässer genügend Raum zur Verfügung steht. Ein ausreichend grosser Gewässerraum kann verhindern, dass die natürliche Gewässerstruktur eingeschränkt werden muss, um Infrastrukturanlagen zu sichern. Im Hochwasserfall wird der Gewässerraum geflutet oder können Ufer kleinräumig erodiert werden, ohne dass daraus Probleme bei Infrastrukturanlagen entstehen. Der gesamte Raumbedarf der Gewässer beträgt rund 86 000 ha, davon stehen aktuell 64 000 ha den Gewässern zu Verfügung (vgl. Kap. 3.1).

Demnach fehlen in der Schweiz insgesamt 22 000 ha Gewässerraum (ohne Sohlenbreite und ohne sehr grosse Flüsse), 11 000 ha davon im Landwirtschaftsgebiet. In tieferen Lagen weisen in der Regel nur Waldbäche oder Bäche mit einem breiten Gehölzsaum genügend Gewässerraum auf. Auch revitalisierte Bachabschnitte verfügen oft über einen zu kleinen Uferraum. Die Nachführung im Kanton Bern hat gezeigt, dass rund ein Drittel der Abschnitte von Revitalisierungs- und Hochwasserschutzprojekten weiterhin einen ungenügend breiten Uferbereich aufweisen.

In Art. 21 der Wasserbauverordnung werden die Kantone dazu verpflichtet, den Raumbedarf der Gewässer bei der Richt- und Nutzungsplanung sowie bei den übrigen raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Die vorsorgliche Freihaltung des Gewässerraums kann durch die Gemeinden im Rahmen ihrer Ortsplanungen erfolgen. Zudem können bei Landumlegungen den Gewässern genügend Raum zu Verfügung gestellt werden. Wenn bei der ökologischen Vernetzungsplanung die ökologischen Ausgleichsflächen der Landwirte entlang der Fliessgewässer angeordnet und Ufergehölze neu angelegt werden, wird damit auch der Raumbedarf der Fliessgewässer umgesetzt.

Nachhaltige Hochwasserschutzprojekte können nur noch durchgeführt werden, wenn eine Grundvoraussetzung erfüllt ist: Die Fliessgewässer brauchen genügend Platz! Diesen fehlenden Raum den Fliessgewässern zurückzugeben, zählt zu den grossen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte.

Grundlage für die Berechnung des Raumbedarfs

Defizite beim Gewässerraum

Umsetzung Raumbedarf durch Richt- und Nutzungsplanung

Genügend Platz für nachhaltige Hochwasserschutzprojekte

Abb. 84 > Gewässer mit genügend Raum

Bachbett der Ova da Roseg im hinteren Val Roseg (GR) mit genügend Raum und Dynamik



Abb. 85 > Gewässer als Gestalter

Frei fliessender Narenbach (Diemtigal, BE) mit tolerierter Ufererosion



5.6 Entscheidungshilfe für Revitalisierungen geschaffen

Die Kartierung vermittelt, wie z. B. an der Birs, eine kantonsübergreifende Gesamt-schau über die Gewässerstruktur der Fliessgewässer. Die strukturellen Defizite sind lokalisierbar. Der Handlungsbedarf und die Prioritäten für eine Revitalisierung können unter Berücksichtigung der Restriktionen bestimmt werden (vgl. Abb. 86). Das nächste Beispiel zeigt, dass die südlichen Zuflüsse des Neuerburgersees eine unterschiedliche ökomorphologische Qualität aufweisen: Die Mentue bei Yvonand ist ein fast vollkommen natürliches Gewässersystem. Demgegenüber sind bei vielen anderen Zuflüssen die Oberläufe natürlich, doch die Unterläufe sind häufig stark beeinträchtigt, künstlich, eingedolt und zum Teil für Fische nicht durchgängig. Bei einer Revitalisierung ist z. B. zu prüfen, ob und wie die natürlichen Abschnitte wieder an den See angebunden werden können (vgl. Abb. 87).

Strukturelle Defizite und Handlungsbedarf sind lokalisierbar

Der erfasste Zustand der Gewässerstruktur dokumentiert den Ausgangszustand und hilft ökologisch wirkungsvolle Projekte zu planen. Mit der ökomorphologischen Methode kann schon bei der Projektierung aufgezeigt werden, dass nur Wasserbauprojekte, die dem Fliessgewässer auch genügend gewässergerechten Raum geben, die Voraussetzungen einer ökologisch wirkungsvollen Revitalisierung erfüllen. Gemäss Methode Ökomorphologie Stufe F kann zudem nur bei einer ausgeprägten Breitenvariabilität, bei einer natürlichen Sohle und teilweise gesicherten Ufern (z. B. unverbaute Gleitufer) der ökomorphologische Zustand eines Baches zum Minimalziel «wenig beeinträchtigt» oder besser zu «natürlich/naturnah» verbessert werden.

Hilfreich für die Planung ökologisch wirkungsvoller Revitalisierungen

Bei der Planung und Projektierung von Hochwasserschutzmassnahmen kann aufgezeigt werden, wo z. B. dank grösserem Uferbereich und Aufweitungen der strukturelle Zustand zu wenig beeinträchtigt oder natürlich/naturnah verbessert wird, und wo wegen der Sicherung von Ufer und Sohle der Zustand stark beeinträchtigt bleibt oder sogar künstlich/naturfremd werden kann.

Differenzierung Hochwasserschutz und Gewässerökologie

Bei Bauprojekten mit Auswirkungen auf die Umwelt müssen oft Ersatzmassnahmen realisiert werden. Erfahrungsgemäss werden solche häufig an Gewässern umgesetzt. Planungsbüros und die zuständigen Fachstellen können mit Blick auf die ökomorphologische Karte rasch erkennen, wo grundsätzlich ein Handlungsbedarf besteht und wo es besonders sinnvoll ist, solche zu realisieren.

Hilfreich für Projektbeurteilungen und Bestimmung von Ersatzmassnahmen

Abb. 86 > Birs: Zustand⁵³ über vier Kantone dargestellt

Für die Durchführung der Ökomorphologie Stufe S an der Birs diente die Stufe F als einheitliche Methode und Grundlage für vier Kantone (BE, JU, BL, BS)

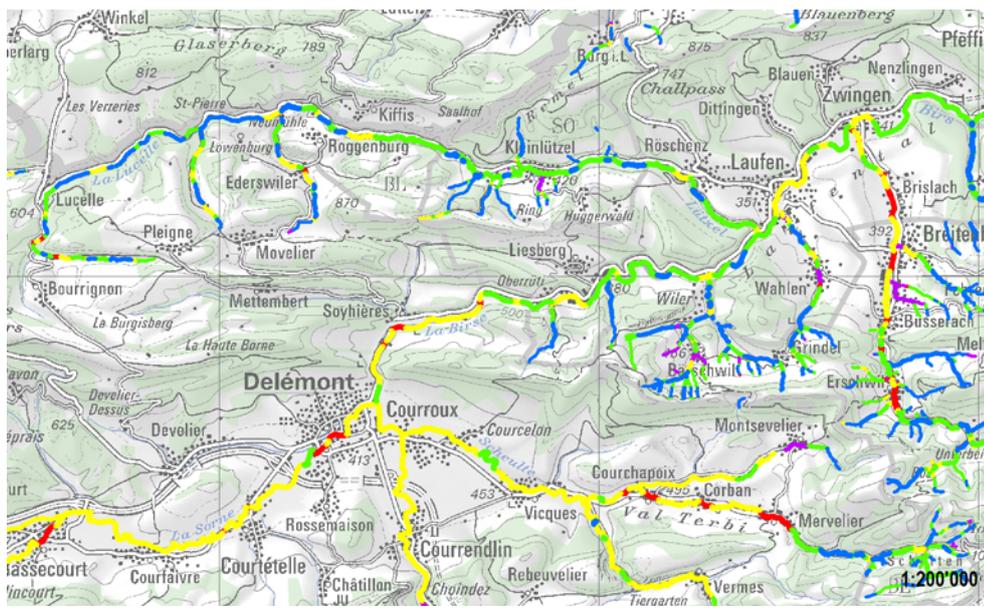
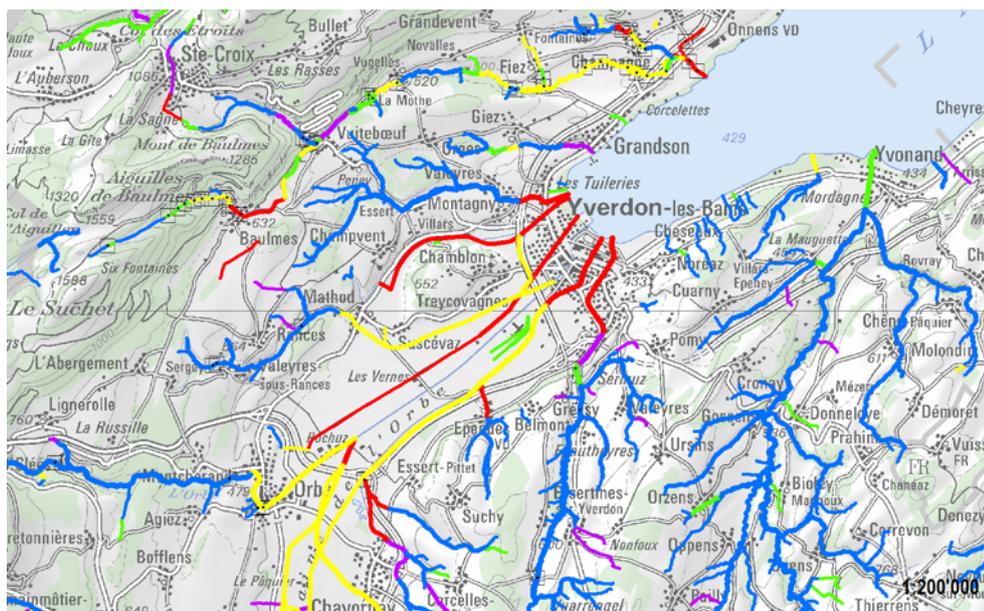


Abb. 87 > Zustand⁵³ einiger Zuflüsse des Neuenburgersees

Natürliches Gewässersystem bei Yvonand (VD) und weitere Zuflüsse mit natürlichen Oberläufen aber zum Teil nicht durchgängigen Unterläufen in schlechter Qualität



⁵³ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
 Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt

Bei Planungen mit Bezug zu Fliessgewässern sollte sich das Aufwertungspotenzial nach dem ökomorphologischen Zustand richten:

- > Natürliche, naturnahe Gewässer müssen erhalten bleiben, sollten möglichst der Eigendynamik überlassen werden und dürfen keinesfalls beeinträchtigt werden.
- > Wenig beeinträchtigte Gewässer sollen erhalten oder durch die Wiederherstellung des Gewässerraums und der Förderung der Eigenentwicklung zu natürlich/naturnahen Gewässern aufgewertet werden.
- > Stark beeinträchtigte und künstliche, naturfremde Gewässer sollen mindestens zu wenig beeinträchtigten Gewässern aufgewertet werden.
- > Eingedolte Bäche sollen offengelegt und naturnah gestaltet werden.

Nicht bei allen stark beeinträchtigten, künstlichen oder eingedolten Abschnitten ist eine Revitalisierung sinnvoll. Unverrückbare Infrastrukturen wie Siedlung, Strassen- oder Bahnanlagen müssen weiterhin geschützt werden, teilweise auch mit massiven Verbauungen. Erosion oder Auflandung werden auch in Zukunft an bestimmten Stellen verhindert werden müssen, um wichtige Infrastrukturen zu schützen. In steilen Gebieten werden auch in Zukunft Geschiebesperren und Sperrentreppen das Gelände sichern.

Hochgerechnet auf die Schweiz besteht ein Revitalisierungsbedarf von rund 10 800 km. Bei der Planung von Revitalisierungen wird empfohlen, die Defizitbeurteilung gemäss Ökomorphologie Stufe F zu aktualisieren und zu verfeinern. Das Revitalisierungsziel sollte mit den Akteuren vor Ort definiert und optimiert werden. «Lokales Wissen» und weitere Grundlagen sollten zusätzlich einfließen. Defizite bei der Breitenvariabilität, der Sohlen- oder Uferverbauung, beim Gewässerraum oder dem Uferbewuchs zeigen die Stossrichtung für Massnahmen auf. Dabei sollte der minimale Gewässerraum dem Gewässer möglichst als maximal überflutbarer Bereich zu Verfügung stehen. Mit der auf der Stufe F aufbauenden Methode Ökomorphologie Stufe S können die bestehenden Restriktionen und das Aufwertungspotenzial systematisch erfasst und konkrete Massnahmen formuliert werden.

Ökomorphologischer Zustand
und Aufwertungspotenzial

Restriktionen schränken
Revitalisierungen ein

Revitalisierungsbedarf
und -planung

5.7 Planung von Wasserbauvorhaben unterstützt und Wirkung kontrolliert

Die Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA) beinhaltet ein neues Subventionsmodell für Schutzbauten und Gefahrengrundlagen. Besonders wirksame Einzelprojekte werden mit zusätzlichen Abgeltungen gefördert, falls sie das integrale Risikomanagement umsetzen. So soll gemäss den «ökologischen Anforderungen an die Planung von Schutzbauten an Gewässern» die Methode «Ökomorphologie Stufe S» (systembezogen) angewendet werden. Basierend auf den Daten aus Stufe F werden in der Stufe S die ökomorphologischen Defizite ausgewählter Fließgewässer analysiert, um daraus Entwicklungsziele und Aufwertungsmassnahmen abzuleiten. Der ökomorphologische Zustand dient auch für den Vorher-Nachher-Vergleich im Rahmen der geforderten Erfolgskontrolle.

Gewässerschutzbauten: Daten aus Stufe F sind eine Basis für Stufe S

Der NFA verlangt nicht nur für die Schutzbauten, sondern auch bei Revitalisierungen planerische Mindestanforderungen. Hier wird eine Defizitanalyse des Zustands vor Revitalisierungen aufgrund der Erhebungen Ökomorphologie Stufe F und des Raumbedarfs verlangt. Die geplanten Vorhaben sollen eine Verbesserung des ökomorphologischen Zustandes um mindestens eine Stufe und bei künstlichen Abschnitten um zwei Stufen zum Ziel haben. Eingedolte Gewässer sollen offen verlaufen und höchstens wenig beeinträchtigt sein. Die Überprüfung dieser Vorgaben ist mit Nachkartierungen möglich.

Revitalisierungen: Ökomorphologie Stufe F als Mindestanforderung

Falls bei Wasserbauprojekten an sehr grossen Flüssen im Rahmen des neuen Finanzausgleichs zusätzliche Mittel für Revitalisierungsmassnahmen angestrebt werden, wird als planerische Mindestanforderung eine Defizitanalyse gemäss der Methode «Stufe F ergänzt mit LAWA-Kriterien» empfohlen (vgl. Anhang 2).

Die Fortschreibung mit der Methode Ökomorphologie Stufe F lässt sich mit einer umfassenden Erfolgskontrolle kombinieren. So wurden bei der zweiten Thurkorrektur neben dem einfach zu erhebenden und kostengünstigen Indikator ökomorphologischer Zustand (vgl. Abb. 72) auch die Limnikolen und flusstypische Lebensräume erfasst (vgl. Stutz 2008). Auch das Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen (Woolsey et al. 2005) greift bei 5 von 50 projektbezogen auszuwählenden Indikatoren, d. h. bei der Durchgängigkeit, Breitenvariabilität, Sohlverbauung, Uferverbauung und Uferbereich auf die Methode Ökomorphologie Stufe F zurück.

Methode Ökomorphologie Stufe F als Teil einer umfassenden Erfolgskontrolle

Weiter wurden im Kanton Bern Projekte mit Beteiligung des Renaturierungsfonds und weitere Wasserbauvorhaben mit der ökomorphologischen Methode nachkartiert. Geprüft wurde, ob eine realisierte Revitalisierung auch tatsächlich eine Verbesserung der Gewässerstruktur bewirkt hat. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass sich Revitalisierungsmassnahmen deutlich positiv auf den ökomorphologischen Zustand von Fließgewässern auswirken (vgl. Abb. 88 bis Abb. 93).

Verbesserung des ökomorphologischen Zustandes nachgewiesen

Abb. 88 > Zustand vor Revitalisierung
an der Kander

*Unüberwindbare Betonsperre an der Kander
bei Frutigen (BE)*



Abb. 89 > Blockrampe
an der Kander

*Freie Bahn für die Seeforelle dank 7 Block-
rampen zwischen Thunersee und Kandergrund*



Abb. 90 > Zustand vor Revitalisierung
beim Rombach

Kanalisiertes Rombach (GR)



Abb. 91 > Rombach nach Revitalisierung
im Rahmen einer Melioration

*Auf 2 km Länge wurde das Umland auf 20 bis
45 m Breite bis auf die Sohlhöhe abgesenkt.*



Abb. 92 > Neuer Seitenarm der Emme

*Neu geschaffener Seitenarm der Emme bei
Oberburg (BE)*



Abb. 93 > Renaturierter Krautmühlebach

*Krautmühlebach bei Bätterkinden (BE).
Gelungenes Beispiel einer Revitalisierung*



Noch vor einen halben Jahrhundert war das einzige massgebende Kriterium im Wasserbau die Sicherheit vor den Gefahren des Wassers. Die Hochwasserereignisse der letzten Jahrzehnte haben uns gelehrt, dass die gesicherten und dementsprechend verbauten Gewässer uns nicht vollkommen vor den Schäden von Hochwassern schützen können. Der gewässernahe Raum sollte so genutzt werden, dass Hochwasser keine grossen Schäden anrichten können. Ein Beitrag zu einer solchen nachhaltigen Raumentwicklung kann erbracht werden, wenn den Fliessgewässern genügend Raum zur Verfügung gestellt wird. Bäche und Flüsse sollen aber nicht nur genügend Raum aufweisen: Bei Fliessgewässern soll zudem die Sohle durchgängig und durchlässig sein, die Ufer sollen naturnah strukturiert und das Umland gewässergerecht genutzt werden. Das tut nicht nur den Bächen und Flüssen und den dort lebenden Pflanzen und Tieren gut, sondern auch schliesslich uns Menschen.

Es hat Generationen gedauert, bis die Fliessgewässer in dem Ausmass verbaut waren, wie man sie heute vorfindet. Ihre Revitalisierung stellt ebenfalls wieder eine Langzeitaufgabe dar. Zum Gelingen sind gemeinsame Anstrengungen aller Akteure notwendig. Die Daten der Ökomorphologie Stufe F können in diesem Prozess Auskunft über die Gewässerstruktur geben und aufzeigen, wo sich Aufwertungsmassnahmen für die Verbesserung der Gewässerstruktur besonders lohnen. Die Wirkung von Revitalisierungen auf die Gewässerstruktur kann mit einer Fortschreibung der Daten erfasst und aufgezeigt werden.

Sinneswandel im
Hochwasserschutz für mehr
naturnahe Gewässer nutzen

Ökomorphologische Daten
schaffen Klarheit und zeigen
Erfolge auf

> Anhang

A1 Parameter, Ausprägungen und Klassifizierungen der Methode Ökomorphologie Stufe F

Kodierungstabelle nach BUWAL (1998)

		CODE			CODE
Eindolung			Viele natürliche Abstürze		
	Nein	0		Nein	0
	Ja	1		Ja	1
Variabilität des Wasserspiegels			mittlere Sohlenbreite		
	ausgeprägt	1		[m]	
	eingeschränkt	2			
	keine	3	Variabilität der Wassertiefe		
				ausgeprägt	1
Sohlenverbauung				mässig	2
	unverbaut	1		keine	3
	punktuell (< 10 %)	2			
	mässig (10–30 %)	3	Material der Sohlenverbauung		
	grössere (30–60 %)	4		Natursteine	1
	überwiegend (> 60 %)	5		Holz	2
	vollständig (100 %)	6		Betongittersteine	3
				undurchlässig	4
				andere (dicht)	5
Verbauung des Böschungsfusses links			Verbauung des Böschungsfusses rechts		
	unverbaut	1		unverbaut	1
	punktuell (< 10 %)	2		punktuell (< 10 %)	2
	mässig (10–30 %)	3		mässig (10–30 %)	3
	grössere (30–60 %)	4		grössere (30–60 %)	4
	überwiegend (> 60 %)	5		überwiegend (> 60 %)	5
	vollständig (100 %)	6		vollständig (100 %)	6
Durchlässigkeit des Verbauungsmaterials links			Durchlässigkeit des Verbauungsmaterials rechts		
	durchlässig	1		durchlässig	1
	undurchlässig	2		undurchlässig	2
Breite Uferbereich links			Breite Uferbereich rechts		
	[m]			[m]	
Bewuchs Uferbereich links			Bewuchs Uferbereich rechts		
	gewässergerecht	1		gewässergerecht	1
	gewässerfremd	2		gewässerfremd	2
	künstlich	3		künstlich	3

Nicht in die Bewertung einflussende Parameter

Algenbewuchs		1 = kein/gering, 2 = mässig/stark, 3 = übermässig/wuchernd
Makrophytenbewuchs		1 = kein/gering, 2 = mässig/stark, 3 = übermässig/wuchernd
Totholz		1 = Ansammlungen, 2 = zerstreut, 3 = kein/vereinzelt
Tiefenvariabilität		1 = ausgeprägt, 2 = mässig, 3 = keine

Abstürze**Bauwerke**

		CODE			CODE
Absturz-Typ			Bauwerk-Typ		
	unbekannt	0		unbekannt	0
	natürlich	1		Sohlrampe sehr rau / aufgegliedert	1
	künstlich	2		Sohlrampe glatt / wenig rau	2
				Stauwehr	3
				Streichwehr	4
Material	natürlich	0		Tirolerwehr	5
	Holz	1		Talsperre	6
	Fels/Steinblöcke	2		Fischpass	7
	Beton/Steinpflasterung	3		Geschiebesperre	8
	andere/unbekannt	4		Schleuse	9
				Durchlass	10
Absturzhöhe				Brücke (wenn nicht in Karte markiert)	11
	[cm]			Seitenentnahme ohne Wehr	12
				Furt	13
				Bauwerkhöhe	

Klassifizierung nach BUWAL (1998)

Merkmal	Beschreibung		Punkte ⁵⁴
Wasserspiegelbreitenvariabilität	Ausprägung		
		ausgeprägt	0,0
		eingeschränkt	2,0
		keine	3,0
Verbauung der Sohle	Verbauungsgrad	Verbauungsart	
	keine Verbauung	-	0,0
	< 10 %	-	1,0
	10–30 %	-	2,0
	> 30 %	Steinschüttung, Raubbett	2,0
	> 30 %	alle anderen Materialien	3,0
Verbauung des Böschungsfusses	Verbauungsgrad	Durchlässigkeit	
	< 10 %	durchlässig	0,0
		undurchlässig	0,0
	10–30 %	durchlässig	0,5
		undurchlässig	1,0
	30–60 %	durchlässig	1,5
		undurchlässig	2,0
	> 60 %	durchlässig	2,5
undurchlässig		3,0	
Uferbereich	Breite	Beschaffenheit	
	genügend	gewässergerecht	0,0
		gewässerfremd	1,5
		künstlich	3,0
	ungenügend	gewässergerecht	2,0
		gewässerfremd	3,0
		künstlich	3,0
kein Uferbereich	-	3,0	

⁵⁴ Punktebereich und ökomorphologische Klassierung vgl. Kap. 1.2 oder Tab. 2

A2 Methoden bei sehr grossen Flüssen

Die Methode Ökomorphologie Stufe F kann sehr grossen Flüssen⁵⁵ aufgrund der komplexeren Verhältnisse und dem sich daraus ergebendem zusätzlichen Informationsbedarf nicht vollständig gerecht werden. Sie wurden bis auf den Oberlauf nach anderen Methoden kartiert. Sie werden auf Ökomorphologie Stufe F umgerechnet und in den Abbildungen dargestellt, in die Hochrechnungen und Auswertungen fliessen sie jedoch nicht ein.

Sehr grosse Flüsse:
64% in schlechtem Zustand

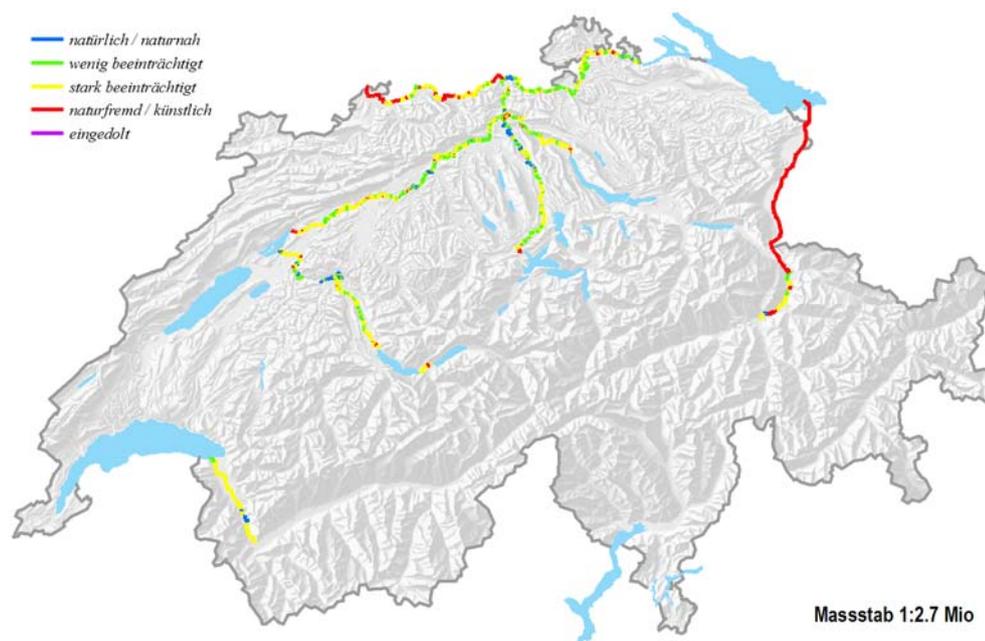
Umgerechnet auf Stufe F sind

- > 7 % oder 49 km natürlich bzw. naturnah (Klasse I)
- > 29 % oder 212 km wenig beeinträchtigt (Klasse II)
- > 46 % oder 333 km stark beeinträchtigt (Klasse III)
- > 18 % oder 134 km künstlich bzw. naturfremd (Klasse IV)

Insgesamt sind 36 % der sehr grossen Flüsse in einem guten und 64 % in einem schlechten ökomorphologischen Zustand:

Abb. 94 > Kartierte sehr grosse Fließgewässer, umgerechnet auf Ökomorphologie Stufe F

Die ökomorphologisch erfassten und hier dargestellten sehr grossen Flussabschnitte von Rhone, Aare, Reuss, Limmat und Rhein werden nicht für die Hochrechnungen berücksichtigt.



⁵⁵ Sehr grosse Flüsse: Unterläufe von Rhone, Aare, Reuss, Limmat und Rhein und in der Regel unterhalb der Mittellandseen

Bei den sehr grossen Flüssen wurden verschiedene Methoden verwendet.

Die Rhone wurde vom Genfersee bis Martigny mit der Methode Ökomorphologie Stufe F kartiert und als stark beeinträchtigt eingestuft.

Rhone:
Methode Ökomorphologie Stufe F

Der Alpenrhein wurde gemäss einer österreichischen, groben ökomorphologischen Methode aufgrund des Regelprofils trotz teilweise alternierender Kiesbänke als künstlich eingestuft (Eberstaller, mdl. 2008). Der angrenzende Abschnitt des Alpenrheins im Kanton Graubünden wurde mit der Methode Ökomorphologie Stufe F ebenfalls als künstlich beurteilt. Nur wenn bei den Parametern Breitenvariabilität, Uferverbauung und Uferbereich jeweils der schlechteste Zustand erreicht wird und zudem die Sohle zu mehr als 10 % verbaut ist, erfolgt gemäss Methode F eine Einstufung als künstliches (rotes) Gewässer. Beim Alpenrhein dürfte aufgrund der Kiesbänke aber nicht in allen Abschnitten eine grössere Sohlverbauung vorliegen. Auch im Vergleich mit der Rhone ist die durchgehende Einstufung des Alpenrheins als künstliches Gewässer nicht plausibel. Zum Überblick werden die Daten zum Alpenrhein trotz dieser Vorbehalte dargestellt. Eine Neubeurteilung z.B. mit der Methode Ökomorphologie Stufe F erweitert um LAWA-Parameter ist zu prüfen bzw. im Rahmen einer weitergehenden Erfolgskontrolle ist eine differenziertere Beurteilung der Struktur bereits vorgesehen.

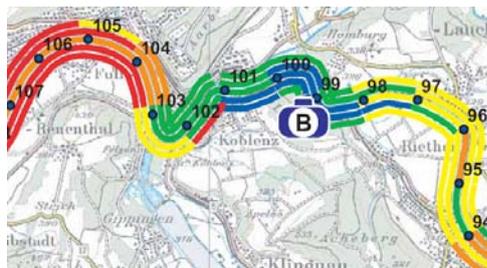
Alpenrhein:
österreichische Methode
und Stufe F

Der zwischen Bodensee und Basel mit der LAWA-Methode kartierte Hochrhein wird differenziert nach rechter und linker Flussseite beurteilt. Die Gesamtbewertung zeigt einen einzigen sehr guten Abschnitt und nur 7 % gute, dafür aber 43 % unbefriedigende bis schlechte Abschnitte. 49 % der Abschnitte werden als «mässig eingestuft. Dies verdeutlicht die hohe strukturelle Beeinträchtigung des ganzen Hochrheins. Im Vergleich zum gesamten Rhein in Deutschland und Holland, wo mehr als 75 % von Sohle und Ufer bzw. 55 % des Umlandes in einem unbefriedigenden bis schlechten Zustand sind, ist der Hochrhein der am wenigsten beeinträchtigte Abschnitt (Maurer 2004).

Hochrhein:
LAWA-Methode

Abb. 95 > Hochrhein gemäss Methode LAWA

*(in Fliessrichtung von rechts nach links):
Umfeld links, Ufer links, Flusssohle,
Ufer rechts, Umfeld rechts*



**Abb. 96 > Hochrhein, Daten LAWA
zusammengefasst nach Stufe F**

*Die Zusammenfassung der LAWA-Daten
in Stufe F ist als grober Überblick hilfreich*



Aus: Maurer (2004)

Die Unterläufe von Aare, Reuss und Limmat wurden mit Methode «Ökomorphologie Stufe F erweitert um LAWА-Parameter» erfasst. Während bei der LAWА-Methode jeweils 1000 m lange Abschnitte bewertet werden, wird bei der ökomorphologischen Kartierung von Aare, Reuss und Limmat gemäss Stufe F ein neuer Abschnitt gebildet, wenn innerhalb eines Parameters eine offen sichtbare Veränderung auftritt. Die Mindestlänge eines Abschnitts beträgt dabei 50 Meter. Bei der Methode «Ökomorphologie Stufe F ergänzt um LAWА-Parameter» werden gegenüber der «Methode F» zusätzlich folgende Parameter erhoben und bewertet: Laufstrukturen, Uferstrukturen, Strömungsdiversität, Flussraumgrösse, Flussraumnutzung, Vorhandensein eines Damms und dessen Distanz zum Gewässer. Als Hinweis (ohne Einfluss auf die Bewertung) werden die LAWА-Parameter Abfluss, Rückstau, Laufform und Profiltyp erhoben. Als Resultat liegt für beide Flussufer je eine Bewertung des ökomorphologischen Zustands vor.

Die Untersuchungen der Aare in den Kantonen Bern und Solothurn haben ergeben, dass der ökomorphologische Zustand der Aare bei 9 % als «natürlich/naturnah» und bei 16 % als «wenig beeinträchtigt» eingestuft worden ist. 75 % der Uferabschnitte sind «stark beeinträchtigt» bis «naturfremd/künstlich» und weisen einen Handlungsbedarf auf.

Aare:
Ökomorphologie Stufe F
erweitert um LAWА-Parameter

Abb. 97 > Aare gemäss Stufe F ergänzt um LAWА-Kriterien

Bei sehr grossen Flüssen ist eine Beurteilung je Uferseite von Vorteil. «Rotes» Prallufer und «grünes» Gleitufer bei Ruppoldingen (SO)



Abb. 98 > Aare, Daten zusammengefasst gemäss Stufe F⁵⁶

Die Zusammenfassung der Daten «Ökomorphologie Stufe F erweitert um LAWА-Parameter» in Stufe F dient als Überblick



Am Beispiel der in der Hunzigenau bei Rubigen/BE 2006 realisierten Hochwasserschutzmassnahmen an der Aare konnte die Methode «Ökomorphologie Stufe F erweitert um LAWА-Parameter» für die ökomorphologische Erfolgskontrolle eingesetzt werden. Bei der Erstkartierung wurden beide Aareufer im Bereich der Bau-massnahmen als «stark beeinträchtigt» eingestuft. Die Veränderungen führten am rechten Aareufer je nach Abschnitt zu einer Verbesserung um eine bis zwei Klassen. Das

Nachführungsbeispiel an der Aare

⁵⁶ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = stark beeinträchtigt; Klasse IV (rot) = künstlich / naturfremd; Klasse V (violett) = eingedolt
⁵⁸ Guter Zustand: Klasse I (blau) = natürlich / naturnah; Klasse II (grün) = wenig beeinträchtigt;
Schlechter Zustand: Klasse III (gelb) = deutlich beeinträchtigt; Klasse IV (orange) = stark beeinträchtigt; Klasse V (rot) = künstlich / naturfremd»

von den Arbeiten nicht betroffene linke Aareufer profitiert von der als verbessert beurteilten Breitenvariabilität und Strömungsdiversität, die in die Bewertung beider Uferseiten einfließen, und wurde um eine Klasse heraufgestuft. Auch aus ökomorphologischer Sicht haben sich demnach die Hochwasserschutzmassnahmen in der Hunzigenau sehr gelohnt.

Abb. 99 > Erstkartierung Aare gemäss Stufe F ergänzt um LAWA-Kriterien

Rubigen (BE): Erstkartierung bei der Hochwasserschutzmassnahme



Abb. 100 > Resultate der Nachkartierung am rechten (oberen) Aareufer

Erfolgskontrolle an der Aare. Eine aktuelle Flugaufnahme ist zurzeit nicht verfügbar.



Abb. 101 > Verbreiterung des Aarelaufs

Neuer Seitenarm mit Flussinsel bei Rubigen (BE)



Abb. 102 > Hochwasserschutz und Revitalisierung an der Aare

Die revitalisierte Aare und die flachen Kiesufer sind bei Erholungssuchenden beliebt



Falls bei Wasserbauprojekten an grossen Flüssen im Rahmen des neuen Finanzausgleichs zusätzliche Mittel für Revitalisierungen angestrebt werden, wird als planerische Mindestanforderung eine Defizitanalyse gemäss der Methode «Ökomorphologie Stufe F erweitert um LAWA-Parameter» empfohlen (vgl. Sigmaplan 2006).

Methodenempfehlung bei sehr grossen Flüssen

A3 Ergänzungen zu Auswertungen und Hochrechnungen

Für die Hochrechnung werden die Daten nach Region, Höhenlage, FLOZ, und Siedlung/Nichtsiedlung stratifiziert. Weitere Untersuchungen werden unter Zuhilfenahme der folgenden Grundlagendaten durchgeführt.

Weitere Auswertungen

- > Gefälle: Mit der Abschnittlänge und der Höhendifferenz zwischen Anfang- und Endpunkt (aus dem Höhenmodell DHM25) wird für alle Abschnitte das mittlere Gefälle bestimmt.
- > Landwirtschaft: Die Landwirtschaftsflächen werden auf der Basis von zwei Datenquellen bestimmt: Die VECTOR25-Primärflächen «Z_Uebrig», «Z_ObstAn» und «Z_Reben», die innerhalb der landwirtschaftlichen Zonen «Talzone», «Hügelzone», «Bergzone I, bis IV» aus den «Landwirtschaftliche Zonengrenzen der Schweiz» (Bundesamt für Landwirtschaft, BLW, Stand 1997) liegen. Auch die an diese Flächen angrenzenden Primärflächen «Z_Fluss» werden der Landwirtschaft zugewiesen, weil sonst bei der GIS-Verschneidung der grossen Fließgewässer die direkt angrenzende Nutzung statt als Landwirtschaftsfläche mit «Z_Fluss» als übriges Gebiet eingestuft worden wäre.
- > Übriges Gebiet: In dieser Kategorie sind die Flächen enthalten, die nicht im Siedlungs- oder Landwirtschaftsgebiet liegen wie Wald, Fels, Geröll und Sumpf. Hinzu kommt auch das Sömmerungsgebiet gemäss der landwirtschaftlichen Zonengrenzen.
- > Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler nationaler Bedeutung (BLN) Datensatz des BAFU (Stand 2001).
- > Auen von nationaler Bedeutung: Datensatz des BAFU (Stand 2007).
- > Pärke von nationaler Bedeutung: 10 Kandidaten (Stand 2008).
- > Fruchtfolgeflächen: Zurzeit ist noch kein schweizweit flächendeckender Datensatz zu den Fruchtfolgeflächen verfügbar. Es werden die Daten des Kantons Aargau exemplarisch ausgewertet (Stand 2008).

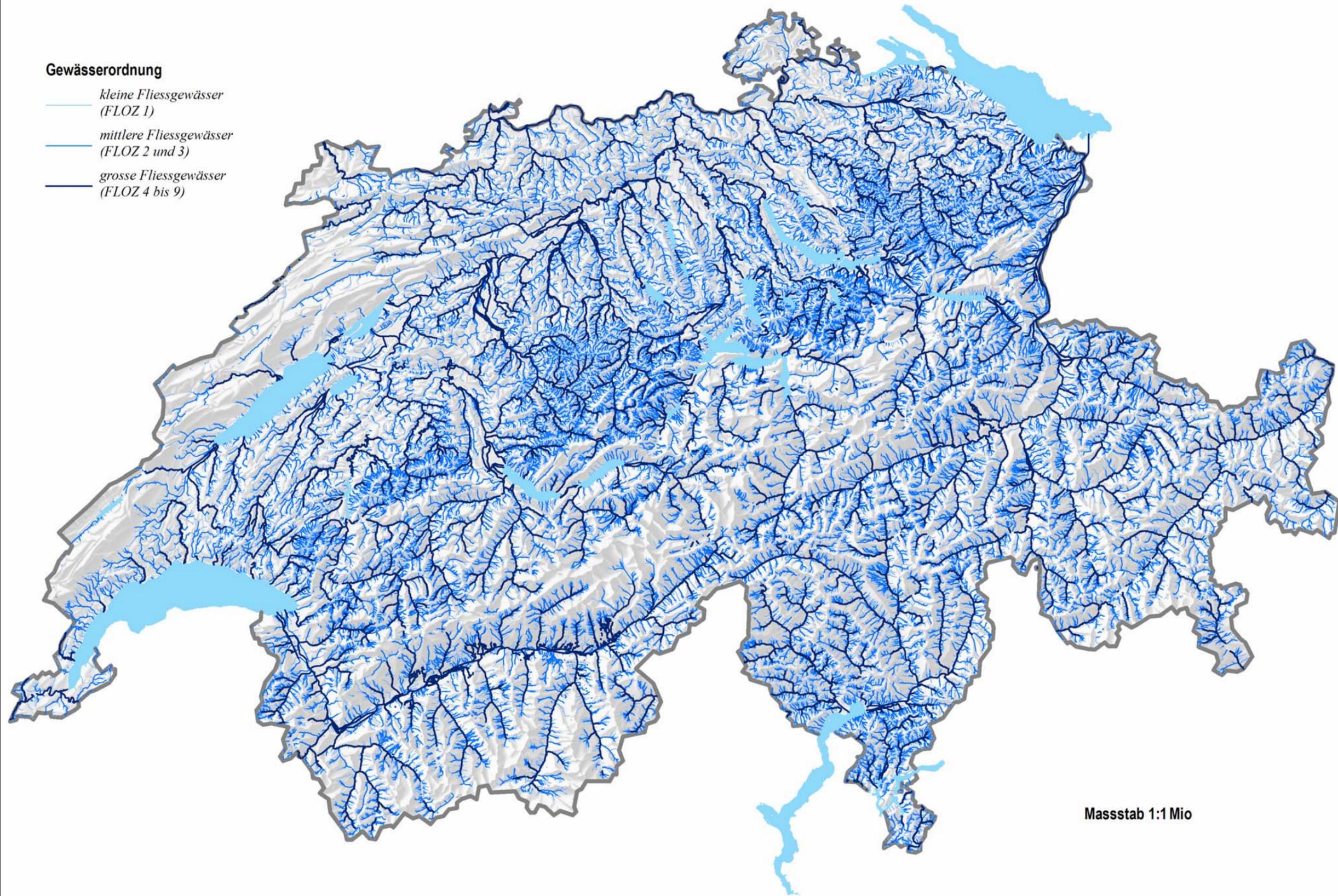
Da im VECTOR25-DGN keine Breite der Gewässer enthalten ist, wird für die Hochrechnung auf die Flussordnungszahlen zurückgegriffen in der Annahme, dass sich Bäche der gleichen Gewässerordnung ähnlich verhalten. Die Grösse von Fließgewässern kann nach der Flussordnungszahl (FLOZ) charakterisiert werden:

Gewässerhierarchie nach Flussordnungszahl

- > FLOZ 1: Kleine Gewässer/Quellbäche
- > FLOZ 2 und 3: Mittlere Gewässer. FLOZ 2 entsteht aus dem Zusammenfluss von zwei FLOZ 1 Bächen und FLOZ 3 beginnt nach dem Zusammenfluss von zwei FLOZ 2 Bächen.
- > FLOZ 4 bis 9: Grosse Gewässer. Die sehr grossen Flüsse wie Rhone, Aare, Reuss, Limmat und Rhein wurden nur als Hinweis dargestellt, aber nicht ausgewertet und nicht in die Hochrechnung einbezogen (vgl. Kap. 1.3).

Abb. 103 zeigt das Fließgewässernetz der Schweiz unterteilt nach FLOZ 1 (kleine Gewässer/Quellbäche), FLOZ 2 und 3 (mittlere Gewässer) und FLOZ 4 bis 9: (Grosse Gewässer inkl. der sehr grossen Flüsse).

Abb. 103 > Gewässerordnung der Fließgewässer in der Schweiz

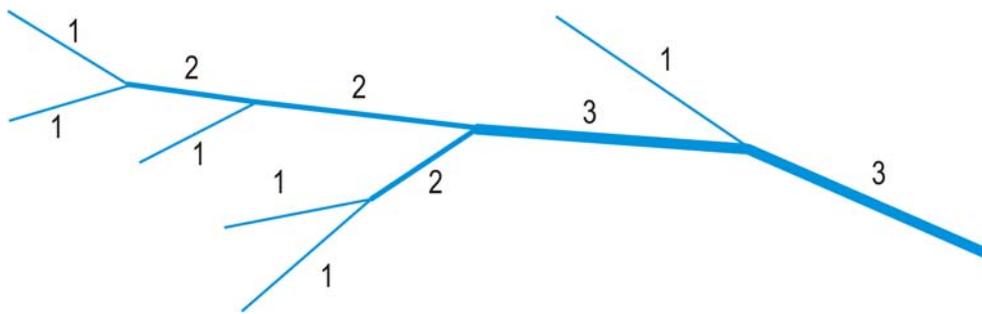


Werden die in drei Klassen zusammengefassten kartierten Gewässerbreiten der Flussordnungszahl zugeordnet, sind 87 % der schmalen Bachabschnitte (< 2 m) in FLOZ 1. Während bei den kartierten FLOZ 4 bis 9 73 % breiter als 5 m sind, ist bei FLOZ 2 und 3 die Verteilung heterogener. (vgl. Tab. 10). Ein Grund hierfür könnte sein, dass im alpinen Bereich auch viele kleine Bäche in guter Qualität aufgrund der Abfluss- und Geschiebedynamik ein breites Bachbett aufweisen. Diese Fliessgewässer weisen im Vergleich mit gleich breiten Bächen im Mittelland in der Regel eine tiefere Flussordnungszahl auf. Weiter ist davon auszugehen, dass die Sohlenbreite von vielen für die Längsvernetzung wichtigen Talgewässern durch Begradigungen und Verbauungen künstlich verkleinert wurde.

Flussordnungszahl
und Gewässerbreite

Abb. 104 > Flussordnungszahlen nach Strahler

Flussordnungszahlen (FLOZ) geben den Grad der Verzweigung in einem Gewässernetz an. Nach Strahler sind Flüsse erster Ordnung (FLOZ 1) die äussersten Zuflüsse. Fliessen zwei Flüsse gleicher Ordnung zusammen, wird die FLOZ des Zusammenflusses um eins erhöht. Beim Zusammenfluss zwei Gewässer mit unterschiedlicher FLOZ, überträgt sich die höhere auf das resultierende Gewässer.



Tab. 10 > Kartierte Gewässerbreiten aufgeteilt nach Flussordnungszahlen

Flussordnungszahl	VECTOR25-GWN [km]	Hierarchie	kartierte Breite	Streckenlänge [km]	Anteil [%]
1	32 178	kleine Gewässer	kleiner 2m	6 916	87
			2 bis 5m	955	12
			grösser 5m	113	1
2 und 3	23 643	mittlere Gewässer	kleiner 2m	4 864	51
			2 bis 5m	3 613	38
			grösser 5m	1 105	11
4 bis 9	9 618	grosse Gewässer	kleiner 2m	743	11
			2 bis 5m	1 131	16
			grösser 5m	5 176	73

A4 Kartierte und hochgerechnete Daten

Tab. 11 > Hochrechnung⁵⁷: ökomorphologischer Zustand, Abstürze und Bauwerke

	VECTOR25-GWN		kartiert		Ökomorphologischer Zustand ⁵⁸										Künstliche Abstürze > 50 cm		Bauwerke > 50 cm	
	km	%	km	%	I		II		III		IV		V		Anzahl	pro km	Anzahl	pro km
Schweiz	64 897	100	23 887	37	35 362	54	15 608	24	6 714	10	2 935	5	4 278	7	91 990	1,4	8 841	0,1
Jura	3 142	5	2 287	73	1 097	35	932	30	510	16	269	9	335	11	4 305	1,4	676	0,2
Mittelland	15 193	23	10 612	70	5 989	39	3 481	23	2 411	16	1 241	8	2 071	14	34 478	2,3	3 127	0,2
Alpen	46 562	72	10 986	24	28 277	61	11 194	24	3 794	8	1 425	3	1 873	4	53 207	1,1	5 038	0,1
FLOZ 1	32 176	50	7 983	25	18 894	59	7 954	25	1 705	5	786	2	2 837	9	46 730	1,5	3 917	0,1
FLOZ 2 und 3	23 642	36	9 582	41	13 264	56	5 414	23	2 355	10	1 320	6	1 290	5	37 842	1,6	3 378	0,1
FLOZ 4 bis 9	9 078	14	6 320	70	3 204	35	2 240	25	2 654	29	829	9	151	2	7 419	0,8	1 546	0,2
unter 600m	15 612	24	10 767	69	4 637	30	3 785	24	3 209	21	1 772	11	2 209	14	27 392	1,8	3 535	0,2
600–1200m	22 077	34	9 879	45	11 775	53	5 120	23	2 516	11	943	4	1 723	8	51 356	2,3	3 888	0,2
1200–2000m	17 399	27	2 961	17	10 894	63	5 064	29	909	5	191	1	342	2	12 716	0,7	1 071	0,1
über 2000m	9 809	15	279	3	8 056	82	1 638	17	80	1	29	0	5	0	527	0,1	347	0,0
Siedlung	3 528	5	2 467	70	151	4	532	15	1 020	29	799	23	1 026	29	5 877	1,7	1 268	0,4
Landwirtschaft	16 043	25	9 037	56	2 928	18	5 469	34	3 791	24	1 633	10	2 221	14	19 244	1,2	2 770	0,2
übriges Gebiet	45 325	70	12 383	27	33 251	73	9 268	20	1 592	4	382	1	834	2	67 385	1,5	4 687	0,1
Gefälle < 5 %	19 225	30	11 974	62	5 546	29	5 198	27	4 550	24	2 027	11	1 903	10	16 476	0,9	3 268	0,2
Gefälle 5–15 %	16 432	25	6 269	38	9 694	59	3 874	24	1 023	6	475	3	1 365	8	32 394	2,0	2 784	0,2
Gefälle > 15 %	29 240	45	5 643	19	20 832	71	6 342	22	926	3	330	1	811	3	43 130	1,5	2 785	0,1
Breite < 2m	37 562	58	12 316	33	19 535	52	9 638	26	2 864	8	1 502	4	4 022	11	59 735	1,6	5 049	0,1
Breite 2–5m	15 129	23	5 699	38	9 569	63	3 175	21	1 448	10	778	5	159	1	23 290	1,5	2 084	0,1
Breite > 5m	12 206	19	5 872	48	6 350	52	2 789	23	2 392	20	645	5	31	0	8 961	0,7	1 684	0,1
in Auen	1 355	2	558	41	954	70	250	18	127	9	15	1	8	1	174	0,1	111	0,1
in BLN	11 618	18	3 149	27	7 788	67	2 684	23	613	5	190	2	342	3	28 199	2,4	809	0,1
in Pärken	5 259	8	1 671	32	3 361	64	1 047	20	412	8	155	3	285	5	6 055	1,2	610	0,1

grau hinterlegte Zeilen: Kriterien in Hochrechnung verwendet

⁵⁷ Jeder hier aufgeführte Wert wird auf eine ganzzahlige Zahl gerundet. Daher können geringe Abweichungen zwischen der Länge des VECTOR25-GWN und den aufsummierten Ökomorphologieklassen entstehen.

⁵⁸ Natürlichkeitsgrad: I = natürlich / naturnah; II = wenig beeinträchtigt; III = stark beeinträchtigt; IV = künstlich / naturfremd; V = eingedolt

Tab. 12 > Raumbedarf der Flie遝strecken⁵⁹ (hochgerechnet in km)

	VECTOR25-GWN		kartiert		beidseitig erf"ullt		einseitig erf"ullt		eingedolt		beidseitig nicht erf"ullt		nicht bestimmt	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Schweiz	64 897	100	23 887	37	37 593	58	5 269	8	4 260	7	14 431	22	3 344	5
Jura	3 142	5	2 287	73	1 256	40	398	13	335	11	1 140	36	14	0
Mittelland	15 193	23	10 612	70	7 273	48	1 479	10	2 067	14	4 162	27	212	1
Alpen	46 562	72	10 986	24	29 064	62	3 393	7	1 858	4	9 130	20	3 118	7
FLOZ 1	32 176	50	7 983	25	20 540	64	1 802	6	2 818	9	5 549	17	1 467	5
FLOZ 2 und 3	23 642	36	9 582	41	13 470	57	2 047	9	1 290	5	5 274	22	1 561	7
FLOZ 4 bis 9	9 078	14	6 320	70	3 583	39	1 421	16	151	2	3 608	40	316	3
unter 600m	15 612	24	10 767	69	6 146	39	1 637	10	2 208	14	5 363	34	258	2
600–1200m	22 077	34	9 879	45	12 739	58	2 411	11	1 715	8	5 153	23	59	0
1200–2000m	17 399	27	2 961	17	11 927	69	1 159	7	331	2	3 696	21	285	2
über 2000m	9 809	15	279	3	6 780	69	62	1	5	0	220	2	2 742	28
Siedlung	3 528	5	2 467	70	361	10	241	7	1 024	29	1 851	52	51	1
Landwirtschaft	16 043	25	9 037	56	3 909	24	1 920	12	2 213	14	7 858	49	144	1
übriges Gebiet	45 326	70	12 383	27	34 350	76	3 044	7	827	2	3 946	9	3 160	7

grau hinterlegte Zeilen: Kriterien in Hochrechnung verwendet

Tab. 13 > Raumbedarf, vorhandener und fehlender Gewässerraum⁵⁹ (hochgerechnet in ha, ohne Sohlenbreite)

	VECTOR25-GWN		kartiert		Raum- bedarf ha	vorhandener Gewässerraum ⁶⁰					fehlender Gewässerraum						
	km	%	km	%		total ha	gg %	gf %	k %	nb %	I ha	II ha	III ha	IV ha	V ha	total ha	%
Schweiz	64 897	100	23 887	37	85 489	63 744	91	6	1	2	534	7 362	6 474	3 354	4 020	21 744	25
Jura	3 142	5	2 287	73	4 137	2 285	89	3	0	8	42	570	569	355	317	1 852	45
Mittelland	15 193	23	10 612	70	18 747	11 821	84	5	0	11	135	1 509	2 063	1 259	1 959	6 925	37
Alpen	46 562	72	10 986	24	62 605	49 637	92	7	1	1	357	5 284	3 842	1 740	1 744	12 967	21
FLOZ 1	32 176	50	7 983	25	34 293	26 389	89	7	0	3	173	3 297	1 103	672	2 660	7 904	23
FLOZ 2 und 3	23 642	36	9 582	41	30 415	23 658	92	5	0	2	194	2 403	1 657	1 299	1 204	6 757	22
FLOZ 4 bis 9	9 078	14	6 320	70	20 781	13 698	91	6	1	1	167	1 662	3 715	1 383	156	7 083	34
unter 600m	15 612	24	10 767	69	21 486	12 218	79	8	1	12	156	1 801	3 213	1 970	2 128	9 267	43
600–1200m	22 077	34	9 879	45	28 168	20 349	96	2	1	1	216	2 529	2 392	1 095	1 588	7 820	28
1200–2000m	17 399	27	2 961	17	22 552	18 128	94	6	0	0	150	2 867	852	254	301	4 424	20
über 2000m	9 809	15	279	3	13 282	13 049	88	12	0	0	12	165	18	35	3	233	2
Siedlung	3 528	5	2 467	70	5 103	1 389	72	13	3	12	10	336	1 253	1 122	993	3 713	73
Landwirtschaft	16 043	25	9 037	56	22 068	10 737	82	11	2	5	171	3 412	3 910	1 695	2 143	11 331	51
übriges Gebiet	45 326	70	12 383	27	58 199	52 523	93	5	0	2	353	3 290	943	402	687	5 675	10

grau hinterlegte Zeilen: Kriterien in Hochrechnung verwendet

⁵⁹ Jeder hier aufgeführte Wert wird auf eine ganzzahlige Zahl gerundet

⁶⁰ Vorhandener Gewässerraum: gewässergerecht (gg), gewässerfremd (gf), künstlich (k), nicht bestimmt (nb)

> Verzeichnisse

Abkürzungen

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BLN

Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung

BUWAL

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, seit 2006 BAFU

DHM25

Digitales Höhenmodell der Schweiz auf Basis der Landeskarte 1 : 25 000

Eawag

Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs

FLOZ

Flussordnungszahl

NFA

Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen

VECTOR25-GWN

Digitales Gewässernetz der Schweiz auf Basis der Landeskarte 1 : 25 000

Abbildungen

Abb. 1

Kartierte Fließgewässer 9

Abb. 2

Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fließgewässer 10

Abb. 3

Geografische Vergleiche der Längen der Ökomorphologieklassen 10

Abb. 4

Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach biogeografischen Regionen 11

Abb. 5

Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Landnutzung 11

Abb. 6

Fehlender Gewässerraum nach Landnutzung 12

Abb. 7

Revitalisierungsbedarf der Fließgewässer 13

Abb. 8

Erfolgskontrolle beim Chräbsbach 14

Abb. 9

Kartierte Fließgewässer 17

Abb. 10

Kartierzeitraum pro Kanton 23

Abb. 11

Datenverlust beim Übertragen auf das VECTOR25-GWN 24

Abb. 12

Stratifikationskriterien für die Hochrechnung 25

Abb. 13

Beurteilungsschema Uferbereichsbreite 27

Abb. 14

Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fließgewässer 28

Abb. 15

natürlich, naturnah 29

Abb. 16

wenig beeinträchtigt 29

Abb. 17

stark beeinträchtigt 29

Abb. 18

künstlich, naturfremd 29

Abb. 19

eingedolt 29

Abb. 20

Geografische Vergleiche der Längen der Ökomorphologieklassen 30

Abb. 21

Kartierte Fließgewässer, Zustandsklassen Ökomorphologie Stufe F 31

Abb. 22	Natürliche/naturnahe Abschnitte	33	Abb. 39	Künstliches, naturfremdes Gewässer im Siedlungsgebiet	42
Abb. 23	Wenig beeinträchtigte Abschnitte	33	Abb. 40	Wenig beeinträchtigt Gewässer im Siedlungsgebiet	42
Abb. 24	Stark beeinträchtigte Abschnitte	33	Abb. 41	Stark beeinträchtigt Gewässer im Landwirtschaftsgebiet	42
Abb. 25	Künstliche/naturfremde Abschnitte	33	Abb. 42	Wenig beeinträchtigt Gewässer im Landwirtschaftsgebiet	42
Abb. 26	Eingedolte Abschnitte	33	Abb. 43	Stark beeinträchtigt Gewässer im Wald	42
Abb. 27	Kartierte Fließgewässer	33	Abb. 44	Natürliches, naturnahes Gewässer im Wald	42
Abb. 28	Ausschnitt aus einer Detailkarte Ökomorphologie	34	Abb. 45	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen in den Auen	44
Abb. 29	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach biogeografischen Regionen	36	Abb. 46	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Gewässerordnung in den Auen	44
Abb. 30	Anteil der Gewässer in schlechtem Zustand nach biogeografischen Regionen	36	Abb. 47	Zustand eines grossen Gewässers in einer Aue	44
Abb. 31	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Höhenstufen in der Schweiz	37	Abb. 48	Zustand von sehr grossen und mittleren/kleineren Gewässern in einer Aue	44
Abb. 32	Anteil der Gewässer in schlechtem Zustand nach Höhenstufen	37	Abb. 49	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen in den BLN-Gebieten	45
Abb. 33	Zustand der Gewässerstruktur im Urner Reusstal	38	Abb. 50	Zustand der Gewässerstruktur in einem BLN-Gebiet	45
Abb. 34	Zustand der Gewässerstruktur in der Magadinoebene	38	Abb. 51	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen in den Pärken	46
Abb. 35	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Gefälle	40	Abb. 52	Zustand der kartierten Fließgewässer-struktur in der Biosfera Val Müstair (Stand: 2003)	46
Abb. 36	Anteil der grossen Flüsse in schlechtem Zustand nach Gefälleklassen	40	Abb. 53	Ökomorphologischer Zustand der Fließgewässer in der Biosfera Val Müstair	46
Abb. 37	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Landnutzung	41	Abb. 54	Beispiel Gewässersystem nach Flussordnungszahlen	47
Abb. 38	Anteil der Gewässer in schlechtem Zustand nach Landnutzung	41	Abb. 55	Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Flussordnungszahl (FLOZ)	48

Abb. 56 Kartierte grosse und sehr grosse Fließgewässer in gutem und schlechtem Zustand	48	Abb. 73 Zustandsklassenverteilung bei Erst- und Nachkartierung im Kanton Zürich	65
Abb. 57 Beispiel Gewässerordnung und ökomorphologischer Zustand	49	Abb. 74 Revitalisierte Abschnitte bei der Nachkartierung im Kanton Zürich	65
Abb. 58 Hochgerechnete Ökomorphologieklassen nach Gewässerbreite	50	Abb. 75 Klassierungen aller nachkartierten Abschnitte im Kanton Bern, Vor- und Nachzustand	66
Abb. 59 Hochgerechneter Zustand des Raumbedarfs (Fließstrecken)	53	Abb. 76 Zustand vor Revitalisierung an der Önz	67
Abb. 60 Zustand des Raumbedarfs der kartierten grossen Flüsse	53	Abb. 77 Renaturierte Önz	67
Abb. 61 Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums nach biogeografischen Regionen	54	Abb. 78 Schutz und Aufwertung eines Abschnitts im gutem Zustand am Beispiel des Alpenrheins	71
Abb. 62 Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums ⁴² nach Höhe	54	Abb. 79 Stark beeinträchtigter Bach	72
Abb. 63 Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums nach Landnutzung	54	Abb. 80 Künstlicher, naturfremder Bach	72
Abb. 64 Hochgerechneter Zustand des Gewässerraums ⁴⁴ nach FLOZ in der Schweiz	55	Abb. 81 Wanderhindernisse für Fische am Beispiel der Zulg	73
Abb. 65 Fehlender Gewässerraum im Landwirtschaftsgebiet nach Gewässerordnung	58	Abb. 82 Künstlicher Absturz in der Zulg	73
Abb. 66 Zustand vor Revitalisierung an der Emme	61	Abb. 83 Natürlicher Mittellauf der Zulg	73
Abb. 67 Aufweitung an der Emme	61	Abb. 84 Gewässer mit genügend Raum	74
Abb. 68 Zustand vor Revitalisierung beim Flaz	61	Abb. 85 Gewässer als Gestalter	74
Abb. 69 Revitalisierung Flaz	61	Abb. 86 Birs: Zustand über vier Kantone dargestellt	76
Abb. 70 Zustand vor Revitalisierung bei der Thur	61	Abb. 87 Zustand einiger Zuflüsse des Neuenburgersees	76
Abb. 71 Aufweitung an der Thur	61	Abb. 88 Zustand vor Revitalisierung an der Kander	79
Abb. 72 Erfolgskontrolle bei der 2. Thurkorrektur	64	Abb. 89 Blockrampe an der Kander	79

Abb. 90	Zustand vor Revitalisierung beim Rombach	79	Tab. 3	Umlandnutzung in den Kantonen Solothurn, Schwyz und Uri (kartierte km in %)	43
Abb. 91	Rombach nach Revitalisierung	79	Tab. 4	Hochgerechnete künstliche Abstürze und Bauwerke > = 50cm	52
Abb. 92	Neuer Seitenarm der Emme	79	Tab. 5	Überblick fehlender Gewässerraum (ohne Sohlenbreite)	57
Abb. 93	Renaturierter Krautmühlebach	79	Tab. 6	Gewässerraum im Landwirtschaftsgebiet	58
Abb. 94	Kartierte sehr grosse Fliessgewässer, umgerechnet auf Ökomorphologie Stufe F	84	Tab. 7	Revitalisierungsbedarf der Fliessgewässer	60
Abb. 95	Hochrhein gemäss Methode LAWA	85	Tab. 8	Geschätzte Revitalisierungskosten	62
Abb. 96	Hochrhein, Daten LAWA zusammengefasst nach Stufe F	85	Tab. 9	Analyse der Resultate der Nachkartierung in den Einzugsgebieten von Fischbach und Greifensee	65
Abb. 97	Aare gemäss Stufe F ergänzt um LAWA-Kriterien	86	Tab. 10	Kartierte Gewässerbreiten aufgeteilt nach Flussordnungszahlen	91
Abb. 98	Aare, Daten zusammengefasst gemäss Stufe F	86	Tab. 11	Hochrechnung: ökomorphologischer Zustand, Abstürze und Bauwerke	92
Abb. 99	Erstkartierung Aare gemäss Stufe F ergänzt um LAWA-Kriterien	87	Tab. 12	Raumbedarf der Fließsstrecken (hochgerechnet in km)	93
Abb. 100	Resultate der Nachkartierung am rechten (oberen) Aareufer	87	Tab. 13	Raumbedarf, vorhandener und fehlender Gewässerraum (hochgerechnet in ha, ohne Sohlenbreite)	93
Abb. 101	Verbreiterung des Aarelaufs	87			
Abb. 102	Hochwasserschutz und Revitalisierung an der Aare	87			
Abb. 103	Gewässerordnung der Fliessgewässer in der Schweiz	89			
Abb. 104	Flussordnungszahlen nach Strahler	91			
Tabellen			Literatur		
Tab. 1	Definition der wichtigsten Merkmale	19	Amt für Umwelt des Kantons Solothurn AfU 2007: Wasserbaukonzept. Aufbruch zu neuen Ufern.		
Tab. 2	Zustandsklassen Ökomorphologie Stufe F	20	Amt für Umwelt des Kantons Thurgau (Hrsg.) 2006: Lebende Fliessgewässer. Konzept: Büro Kaden & Partner. (Broschüre).		
			Amt für Natur des Kantons Bern ANAT (Hrsg.) 2002: Renaturierungsfonds des Kantons Bern, Report 1998–2001. Bern, Amt für Natur des Kt. Bern: 14 S.		
			Aquatica, Kälin A. 2003: Ökomorphologische Erhebungen der Fliessgewässer im Kanton Uri. Zwischenbericht 2002.		

- Aquatica, Imhof A. 2004: Ökomorphologie der Fließgewässer im Kanton Uri. Amt für Umweltschutz Uri, Abt. Gewässerschutz (Hrsg.): 28 S.
- Aquatica, Aquaplus, Hydra 2001: Ökomorphologie der Fließgewässer im Kanton Solothurn, Schlussbericht mit Tabellen- und Kartenanhang.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (Herausgeber), 2008: Handbuch NFA im Umweltbereich. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Umwelt-Vollzug Nr. 0808. Bundesamt für Umwelt, Bern. 283 S.
- BAFU und BLW 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern: 221 S.
- Baudirektion Kanton Zürich, AWEL 2008: Nachführung der ökomorphologischen Erhebungen im Kanton Zürich. Pilotprojekt in den Einzugsgebieten von Fischbach und Greifensee 2005. Grundlagen für ein Nachführungskonzept zur Umsetzung ab 2009.
- Beyeler H. 2005: Finanzierung und Abgeltung am Beispiel des Limpachmoos. In: Thema Umwelt 4/2005: S. 20–21. Zürich, Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch: 28 S.
- Blücher U. 2005: Erhebungen belegen den Revitalisierungsbedarf. In: Thema Umwelt 4/2005: S. 5–7. Zürich, Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch. 28 S.
- BUWAL (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit BWG / EAWAG / AWEL 2005: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Ökomorphologie Stufe S. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 49 S. Entwurf vom Juli 2006.
- BUWAL (Hrsg.), in Zusammenarbeit mit BWG / EAWAG / AWEL 1998a: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Modul-Stufen-Konzept. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: 43 S.
- BUWAL (Hrsg.), in Zusammenarbeit mit BWG / EAWAG / AWEL 1998b: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Ökomorphologie Stufe F. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: 49 S.
- BUWAL / BWG / BLW / ARE (Hrsg.) 2003: Leitbild Fließgewässer Schweiz. Für eine nachhaltige Gewässerpolitik. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: 12 S.
- BWW, BUWAL, ARE, BLW 1996: Raumbedarf von Fließgewässern. Naturwissenschaftliche Grundlagen. Schlussbericht. Bern: 100 S.
- BWG. 2001: Hochwasserschutz an Fließgewässern: Wegleitung 2001. BWG, Biel: 72 S.
- BWG/BUWAL/ARE/BLW 2000: Raum den Fließgewässern! (Faltblatt).
- CIPEL 2006: Aktionsplan 2001–2010 für den Genfersee, die Rhone und deren Zuflüsse. Internationale Kommission zum Schutz des Genfersees (CIPEL).
- Departement für Verkehr, Bau und Umwelt des Kanton Wallis. Dienststelle für Umweltschutz 2008. ECOMORPH-R im Kanton Wallis.
- Eberstaller J., Eberstaller D., Rey P., Becker A. 2007: Monitoring Alpenrhein, Teilbereich Gewässerökologie, Konzept zur Koordination und Durchführung. Im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA): 65 S.
- Ecoplan / Natura 2005: Grundlagen zur Initiative «Lebendiges Wasser». Teilprojekt 2: Finanzierung. Unveröffentlicht. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: 62 S.
- ERZ (Hrsg.) 2003: Bäche in der Stadt Zürich. Konzept, Erfahrungen und Beispiele. Zürich, Entsorgung + Recycling Zürich, Werk Werdhölzli.
- Fischnetz. 2004: Dem Fischrückgang auf der Spur. Schlussbericht des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz. Eawag, Dübendorf, BUWAL, Bern.
- Frossard P., Lachat B. Paltrinieri L. 1998: Mehr Raum für unsere Fließgewässer. Ein Gewinn für Mensch und Natur. Pro Natura (Hrsg.). Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz Nr. 19/1998.
- Grünenfelder J. 2003: Ökomorphologie der Bündner Fließgewässer. Amt für Natur und Umwelt (Hrsg.). In: Umwelt-Info 1 03.
- Horstmann M. 2002: Befreite Wasser. Entdeckungsreisen in revitalisierte Flusslandschaften der Schweiz. WWF Schweiz (Hrsg.). Zürich Rotpunktverlag.
- Huet M. 1949: Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. In: Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 11: 333–351.
- Keusen M. 2008: Abschlussbericht Nachführung 2008 der Daten Ökomorphologie F auf VECTOR25 GWL.
- Könitzer C., Zeh H. 2007: Stark beeinträchtigte Aareufer. Ökomorphologische Kartierung der Aare in den Kantonen Bern und Solothurn. In GSA Informationsbulletin 1/2007.
- Könitzer C., Zeh M. 2005: Die Veränderungen erfassen. Nachführung der ökomorphologischen Daten der Fließgewässer im Kanton Bern. In GSA Informationsbulletin 3/2005.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2002: Gewässerstrukturkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für mittelgrosse bis grosse Fließgewässer. Landesumweltamt NRW.

Maurer V. 2004: Koordinierte biologische Untersuchungen an Hochrhein und Aare 1990–2002, Zusammenfassender Kurzbericht. BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 375: 45 S.

Niederhauser P. et al. 2000: Ökomorphologische Beurteilung der Fließgewässer. Flächendeckende Erhebungen im Kanton Zürich. Sonderdruck Wasserbau im Kanton Zürich. Nr. 1450 des Schweiz. Vereins des Gas- und Wasserfaches.

Notter B., Aschwanden H., Klauser H., Staub E., von Blücher U. 2007: Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fließgewässer: Zwischenauswertung aufgrund der Erhebungen aus 18 Kantonen.

Notter B., Droz M., Sieber U., Staub E., von Blücher U. 2006: Morphologie: Grundlagen für die Renaturierungs-Initiative. (unveröffentlicht).

OcCC / ProClim (Hrsg.) 2007: Klimaänderungen und die Schweiz 2050: Akademie der Naturwissenschaften, Bern: 168 S.

Peter Rey, HYDRA 2004: Ökologische Aspekte der Gewässerentwicklung Alpenrheinzuflüsse und Bäche im Rheintal. Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) (Hrsg.).

Peter A. 1986: Abgrenzung zwischen Fisch- und Nichtfischgewässern. Schriftenreihe Fischerei, Nr. 45. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

Renaturierungsfonds, Amt für Landwirtschaft und Natur (Hrsg.), 2006: Report 2002–2005. Bern: 27 S.

Rüfenacht M. 2008: Laufmeterkosten von Renaturierungsprojekten. BAFU (unveröffentlicht).

SESA 2005: Inventaire écomorphologique de niveau régional des rivières vaudoises. Canton de Vaud, Département de la Sécurité et de l'Environnement Service des eaux, sols et assainissement (SESA).

Sieber U. 2005: Leitbild für eine nachhaltige Gewässerpolitik. In: Thema Umwelt 4/2005: S. 4. Zürich, Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch: 28 S.

Sigmaplan 2001: Renaturierungsfonds des Kantons Bern. Leitbild und Projektbeurteilung. Ökologische und ökonomische Entscheidungskriterien für die Beurteilung von Renaturierungsprojekten. (unveröffentlicht).

Sigmaplan 2003: Ökomorphologie der Fließgewässer im Kanton Bern. Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA), Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL): 52 S.

Sigmaplan 2005: Erste Nachführung Ökomorphologie der Fließgewässer im Kanton Bern 1997–2003; Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA), Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL): 20 S.

Sigmaplan 2006: Ökomorphologische Kartierung Aare in den Kantonen Bern und Solothurn. Methode und Resultate: 23 S.

Sigmaplan 2008: Ökomorphologie von Aare, Reuss und Limmat im Kanton Aargau. Methode und Datendokumentation: 13 S.

Stutz 2008: Erfolgskontrolle 2. Thurgauer Thurkorrektur – eine Bilanz der Ökomorphologie und der Lebensräume. Ingenieurbio 3/08: 6 S.

Trottmann N., Peter A. 2006: Ökologische Anforderungen an die Planung von Schutzbauten an Gewässern. Leitfaden ökologische Mehrleistungen. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern & Eawag, Kastanienbaum.

Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Tockner K., Peter A. 2005: Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ: 112 pp.

Zeh M., Wagner T. 2003: Ökomorphologie der Fließgewässer im Kanton Bern. Informationsbulletin des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern.

Zeh M. 2001: Die Hälfte der Fließgewässer ist kartiert. Informationsbulletin des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern, 1/2001: S. 4–7.

Glossar

Ökomorphologischer Zustand

Mit dem Natürlichkeitsgrad von Fließgewässern werden gemäss Methode Ökomorphologie Stufe F Aussagen zur Natürlichkeit der Gewässerstruktur gemacht.

Ökomorphologie

Beschreibung der Fließgewässerstruktur (Sohle, Ufer, Umland), Vernetzung des Fließgewässers und die Beeinflussung durch den Menschen. Bewertung der Lebensraumsfunktion.

Raumbedarf

Der Raumbedarf eines Fließgewässers setzt sich aus dem Gewässergerinne (Sohlenbreite) und den beiden Ufern zusammen. Der landseitige Raum wird als Uferbereich bezeichnet.

Renaturierung

Renaturierung ist der Oberbegriff für sämtliche Massnahmen, die zu einer funktionellen Aufwertung der Gewässerökosysteme beitragen. Darunter versteht man unter anderem: die Wiederherstellung naturnaher Strukturen bei verbauten Gewässern (Revitalisierung), die Sanierung von Strecken mit ungenügender Restwassermenge, die Verminderung von schädlichen Wirkungen von Schwall- und Sunkbetrieb der Wasserkraftwerke sowie Massnahmen zur Reaktivierung des Geschiebehauhalts.

Revitalisierung

Wiederherstellung naturnaher Strukturen bei verbauten Gewässern: Minimales Ziel von Revitalisierungsmassnahmen ist die Erreichung der Zustandsklasse «wenig beeinträchtigt» nach Ökomorphologie Stufe F (gemäss NFA). Verbesserung der aquatischen Vernetzung: Minimales Ziel ist die Sanierung der künstlichen Abstürze von mehr als 50 cm Höhe.

Bildnachweis

BAFU: 84; Fotoagentur Aura: 17; A. Knutti: 15; C. Könitzer: 18, 92, 93; W. Müller: 88, 89; J. von Orelli: 76; P. Pitsch: 90, 91; J. Rieder: 39, P. Rey: 68, 69; VBS 66, 67; T. Wagner 77; I. Weissmann: 79; M. Zeh: 6, 42, 80, 85; H. Zeh Weissmann: 19, 40, 41, 43, 44, 82, 83, 101, 102.

Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA091195): 1, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 47, 48, 50, 53, 54, 56, 57, 60, 72, 78, 81, 86, 87, 94, 96, 97, 98, 104.

PK200 © 2009 swisstopo (JD092835)

Relief PK500 © 2009 swisstopo (JD092835)