

Strategiepapier Fischdurchgängigkeit



Stand 7. Juli 2008

Autoren:

Karl-Heinz Jährling,

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen -Anhalt

Christoph Linnenweber,

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Stephan Naumann,

Umweltbundesamt Dessau

Ulrich Dumont,

Ingenieurbüro Floecksmühle, Aachen

Martin Nußbaum,

Bezirksregierung Köln, NRW

Bernd Schneider,

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Mitglieder des LAWA AO Expertenkreises Hydromorphologie

Dr. Andreas Anlauf, Bundesanstalt für Gewässerkunde

Klaus Bachert, Hessisches Ministerium für Umwelt,
ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Walter Binder, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Birgit Dieler, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht
Rheinland-Pfalz

Holm Friese, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Katrin Heidtmann-Giese, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg

Jörg Heimler, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden- Württemberg (LUWG)

Dr. Frank Herbst, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Ulrike Hursie, Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt
des Landes Sachsen-Anhalt

Karl-Heinz Jährling, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen -Anhalt

Dr. Ralf Köhler, Landesumweltamt Brandenburg

Christoph Linnenweber (Obmann), Landesamt für Umwelt,
Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Stephan Naumann, Umweltbundesamt Dessau

Karsten Pehlke, Ministerium für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt Thüringen

Monika Raschke, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Matthias Rehfeld-Klein, Senatsverwaltung für Gesundheit,
Umwelt und Verbraucherschutz Berlin

Matthias Scholten, Flussgebietsgemeinschaft Weser

Peter Sellheim, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten und Naturschutz

Dr. Bernd Spänhoff, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Inhaltsverzeichnis

1	Erfordernis	1
2	Durchgängigkeit Fische	2
3	Strategien	4
4	Zusammenfassung	8
	Anhang 1	9
	Beispiel für ein Bewertungssystem	
	Anhang 2	14
	Datenerfassung zur Erfassung der Daten von Querbauwerken	

1. Erfordernis

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme zur EG-Wasserrahmenrichtlinie haben gezeigt, dass neben den stofflichen Belastungen vor allem die strukturellen Defizite und die fehlende Durchgängigkeit der Gewässer in allen Flussgebieten voraussichtlich zum Verfehlen der Umweltziele führen.

Ein vorrangiges Bewirtschaftungsziel ist deshalb die Wiederherstellung der Durchgängigkeit und die Entwicklung reproduktionsfähiger heimischer Fischbestände.

Insbesondere für die Fischfauna ist zur Erreichung des guten Zustands die Durchführung von hydromorphologischen Maßnahmen in Kombination mit der Wiederherstellung der Durchgängigkeit notwendig.

Während viele Qualitätskomponenten bereits auf Wasserkörperebene verbessert werden können, erfordert die Wiederherstellung der Durchgängigkeit eine systematische Analyse der Flussgebiete und die Entwicklung auch länderübergreifender Durchgängigkeitsstrategien.

Die Laich-, Aufwuchs- und Verbindungsgewässer der wandernden Fischarten sind meist über Ländergrenzen hinweg im gesamten Flusseinzugsgebiet bis hin zum Meer verteilt und müssen im Rahmen der Bewirtschaftung systematisch vernetzt werden.

Dieses Vorgehen dient einer zeitlichen und räumlichen Priorisierung der erforderlichen Maßnahmen in den aus strategischen Gründen vorrangig zu vernetzenden Gewässerabschnitten.

Auf dieser Grundlage können die ökologisch tatsächlich wirksamen und kosteneffizienten Maßnahmen gefunden werden.

Die Aufstellung solcher Gesamtkonzepte bietet zudem eine fachlich fundierte Argumentationsgrundlage zur Begründung von Einzelmaßnahmen gegenüber Verursachern und - bei Bedarf - der Inanspruchnahme von Fristverlängerungen gegenüber der EU-Kommission.

Vorteile und Ziele von flussgebietsbezogenen Durchgängigkeitsstrategien

- Schaffung eines überregionalen Handlungsrahmens für die Länder, um eine kosteneffiziente und koordinierte Vorgehensweise zu gewährleisten.
- Bereitstellung einer fachlich begründeten Grundlage für eine zeitliche und räumliche Priorisierung von Maßnahmen wie der Herstellung der Durchgängigkeit oder als Grundlage für den Vollzug in Wasserrechtsverfahren
- Gewährleistung der Kosteneffektivität und der ökologischen Wirksamkeit der Maßnahmen
- Schaffung einer Argumentationsgrundlage für die Begründung von Maßnahmen gegenüber einzelnen Verursachern
- Schaffung einer Argumentationsgrundlage für die Begründung von Fristverlängerungen

2. Durchgängigkeit Fische

Die Bedeutung der „ungestörten Migration aquatischer Organismen und der Transport von Sedimenten“ für die biologischen Qualitätskomponenten lässt sich anhand der Komponente Fischfauna mit den sichersten Erkenntnissen belegen. Vor diesem Hintergrund fokussiert dieses Strategiepapier ausschließlich die Durchgängigkeit für Fische und behandelt nicht die Durchgängigkeit für die benthische Fauna und die Sedimente. Ebenso werden nur Querbauwerke und nicht andere Wanderhindernisse wie beispielsweise physikalisch-chemische Barrieren behandelt.

Ausgehend von der Durchgängigkeit an einem Querbauwerksstandort wird in diesem Papier vor allem die überregionale Durchgängigkeit im Flusssystem thematisiert, die sich aus dem Zusammenwirken aller Querbauwerke im System ergibt. Als Ausbreitungsrichtung werden sowohl die lineare Wanderung stromab und stromauf, als auch die laterale, quer gerichtete Wanderung, in die Habitate der Auen angesprochen.

Fischwanderungen

Alle in unseren Fließgewässern vorkommenden und potentiell vorkommenden Fische führen lineare Wanderbewegungen durch. Dabei werden diadrome und potamodrome Arten unterschieden.

Diadrome Wanderungen schließen einen Wechsel zwischen Meer und Süßwasser ein. Man unterscheidet hierbei zwischen anadromen und katadromen Wanderungen. Bei anadromen Arten (z.B. Lachs) findet die Reproduktion im Süßwasser und die Aufwuchsphase im Meer statt. Die katadromen Arten (z.B. Aal) haben die Reproduktionsstätte im Meer und wachsen im Süßwasser auf.

Potamodrome Wanderungen (z.B. Barbe) beschränken sich auf das Süßwasser, erreichen je nach Art jedoch auch Größenordnungen von

mehreren 100 km. Diese Wanderbewegungen sind artspezifisch unerlässlich für Laichen, Aufwachsen, Nahrungssuche, Fortpflanzung, Wiederbesiedlung und genetischen Austausch.

Laterale Wanderungen bezeichnen den Wechsel zwischen Fluss und Auengewässern, die für viele heimische Fischarten (z.B. Hecht) von existenzieller Bedeutung sind. Voraussetzung für die Etablierung eines kompletten, autochthonen Fischbestandes ist ein intakter Fluss-Aue-Verbund, der diese Wanderbewegungen ermöglicht.

Referenzzönose und Umweltziel

Jedes Bewertungssystem benötigt ein Leitbild, einen Referenzzustand, an dem sich die Defizite des Ist-Zustandes messen und Entwicklungsziele einordnen lassen. Die EG-Wasser-Rahmenrichtlinie beschreibt das Umweltziel des „guten ökologischen Zustands“ als „geringfügige Abweichung“ von der typspezifischen Referenz. Die Beschreibung und damit Konkretisierung der typspezifischen Artengemeinschaften und der für die Zielerreichung zugelassenen Abweichungen sind entsprechend herzuleiten.

Lebensräume

Neben der Durchgängigkeit ist der Zustand der Lebensräume, ihre räumliche Ausdehnung und Verteilung im System von ebenso entscheidender Bedeutung.

Naturnahe Fließgewässer entwickeln durch ihre morphologischen Bettbildungsprozesse die Strukturen, die als Lebensraum entscheidend für die Ausprägung typischer Lebensgemeinschaften sind. Dieser dynamische Prozess ist die treibende Kraft zur Wiederherstellung gewässertypischer Strukturen und schafft die erforderliche Anzahl, Verteilung und Ausprägung geeigneter Areale.

Querbauwerke

Querbauwerke behindern die **stromaufwärts** gerichtete Wanderung von Fischen, wenn die hydraulischen Verhältnisse und die Gestaltung des Bauwerks ihre physiologischen und verhaltensbiologischen Fähigkeiten überschreiten.

Aus fischökologischer Sicht sind insbesondere folgende Aspekte für die Durchgängigkeit von Querbauwerken entscheidend:

- Die Fische müssen entsprechend ihres normalen Verhaltens in der fließenden Welle wandern können.
- Die maximale Fließgeschwindigkeit an jedem Gefällesprung sowie die Energie, die zur Überwindung eines Wanderhindernisses insgesamt erforderlich ist, dürfen art- und größenspezifische Grenzwerte nicht überschreiten.
- Ein Querbauwerk kann bereits bei sehr geringen Absturzhöhen oder glatten Sohlenabschnitten für kleinere Fische als Wanderhindernis wirken.
- Die Aufwanderung wird auch beeinträchtigt, wenn Wanderkorridore nicht oder nur mit erheblichem Zeit- und Energieverlust aufgefunden werden (Auffindbarkeit).

Die **stromabwärts** gerichtete Wanderung von Fischen wird durch Querbauwerke in der Regel nicht vollständig unterbunden. Sie ist im Gegensatz zur Aufwanderung grundsätzlich auch ohne die Installation spezieller Fischwege möglich, denn Fische können überströmte Querbau-

werke je nach Bauwerkshöhe und Konstruktionsstyp in der fließenden Welle flussabwärts schadlos passieren.

Wasserkraftanlagen

Bei Ausleitungs- und Flusskraftwerken ist das Querbauwerk mit einer Wasserkraftanlage kombiniert. Durch die Wasserkraftanlage werden die oben beschriebenen Beeinträchtigungen der Fischfauna erheblich verstärkt:

- Je nach Anordnung und Auslegung der Wasserkraftanlage kann bei der Aufwanderung die Auffindbarkeit durch konkurrierende Abflüsse beeinträchtigt werden (Sackgassenwirkung, Desorientierung).
- Wenn abwandernde Fische die Turbinen passieren, können erhebliche, teilweise letale Schädigungen auftreten.

Erreichbarkeit der Lebensräume

Typischerweise tritt bei Fischwanderungen in Gewässern mit einer Reihe von Querbauwerken ein Kumulationseffekt auf. Dieser Effekt führt zu einer Ausdünnung der wandernden Populationen.

Die nachfolgende Graphik zeigt, dass bei einer Erfolgsrate für die Durchwanderung eines Standortes von z.B. 90 % ($q=0,90$) bereits nach sieben Anlagen in Folge von allen gestarteten Fischen nur die Hälfte den Wanderweg erfolgreich zurücklegen kann.

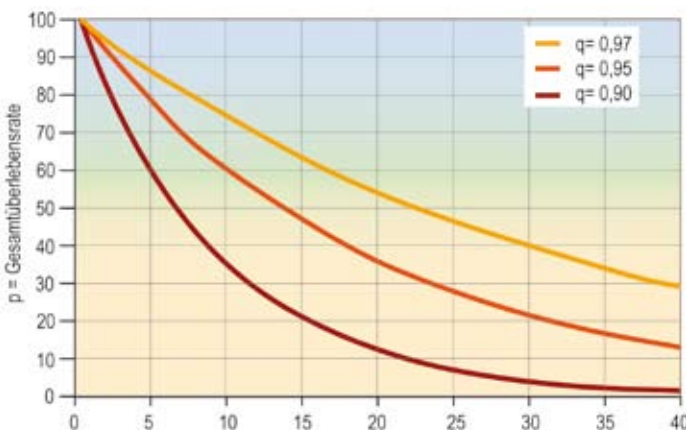


Abb. 1: Fischwanderung durch einen mehrfach gestauten Fluss

$$p = q^n$$

- q Erfolgsrate pro Standort
n Zahl der Standorte
p Gesamt-Erfolgsrate x 100

3. Strategien

Die gewässerökologische Bedeutung der einzelnen Fließgewässer ist die fachliche Grundlage zur Ermittlung notwendiger Maßnahmen und liefert die Begründung für alle damit zusammenhängenden Forderungen. Die fachlichen Anforderungen an die Durchgängigkeit können in Abhängigkeit von den Referenzzönosen in den unterschiedlichen Fließregionen der Gewässer variieren.

Im Gewässernetz der Bundesrepublik ist durchschnittlich etwa alle 2 km ein Querbauwerk mit erheblicher Barrierewirkung anzutreffen. Je nach Lage und Gewässergröße sind die Bedeutung und die Schlüsselfunktion der Querbauwerke jedoch sehr unterschiedlich. In Anbetracht der Vielzahl der Querbauwerke und der unterschiedlichen Stellung in den Gewässersystemen können nur eine differenzierte Bewertung und eine systematische Bewirtschaftung zielführend sein.

Erste Länderprojekte haben gezeigt, dass wegen der Vielzahl der Beeinträchtigungen und der Kostenintensität der Maßnahmen insbesondere das Bewirtschaftungsziel Durchgängigkeit in landesweiten, überregionalen Konzepten bewertet werden muss.

Für die Länder empfiehlt sich jeweils die Erarbeitung eines eigenen Konzeptes, insbesondere unter den Aspekten von ökologischer Effizienz und Kostenwirksamkeit. Zusätzlich ist auf Ebene der Flussgebietsgemeinschaften ein gemeinsames Konzept für die überregional wandernden Arten erforderlich.

Unter anderem die Anwendung der indexbasierten Bewertung ganzer Gewässersysteme in einigen Ländern hat gezeigt, dass die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes für die Durchgängigkeit bei der Bewirtschaftungsplanung sowohl für die Länder als auch für die Flussgebietsgemeinschaften besonders hilfreich ist. Dabei können die wirklich bedeutsamen und zentralen Maßnahmen herauskristallisiert werden. Die überregionalen Konzepte können jedoch auch

aus vorhandenem Wissen auf einfacheren Datengrundlagen basieren und schrittweise mit dem Aufbau der Informationssysteme verfeinert werden. Wesentlich ist, dass in einem Flussgebiet die wesentlichen historischen und aktuell geeigneten Laich- und Lebensräume diadromer Arten sowie deren Vernetzungen erkannt werden. Solche überregionalen Konzepte werden nach frühzeitigen Empfehlungen des LAWA-Expertenkreises „Hydromorphologie“ inzwischen an Rhein, Elbe und Weser entwickelt.

Die Konzepte sollten zwei Bestandteile enthalten.

- Die Bewertung und Priorisierung der Fließgewässerstrecken und der darin befindlichen Bauwerke eines Gewässersystems und die Definition der fachlichen Anforderungen an die Durchgängigkeit.
- Die Beachtung rechtlicher und finanzieller Aspekte, sowie die administrative Umsetzung insbesondere im Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung in einer Gesamtstrategie

Dieses Arbeitspapier befasst sich im Folgenden ausschließlich mit den fachlichen Aspekten der Gesamtstrategie.

Querbauwerksinformationssysteme

Als geeignete Datengrundlage für eine differenzierte Bewirtschaftung haben sich Querbauwerksinformationssysteme bewährt, die ausreichende Fachinformationen zu Bauart und Durchgängigkeit der einzelnen Querbauwerke im Gewässernetz enthalten. Beim Aufbau dieser Datengrundlage kann in einer ersten Phase das betrachtete Gewässernetz beispielsweise auf Einzugsgebiete bis etwa 100 km² begrenzt werden, da in diesem Größenbereich alle Langdistanzwanderfische betrachtet werden können. Erhebung und Bewertung sollen möglichst an objektiven physikalischen Parametern orientiert

sein. Im Anhang ist ein solcher Parametersatz aufgelistet, der auch einen Mindestdatensatz definiert, der bei länderübergreifender Zusammenschau als Datenschablone dienen kann.

Indexgestützte Bewertung von Gewässersystemen

Einen Schlüssel zur bauwerksübergreifenden Bewertung der Durchgängigkeit ganzer Gewässersysteme bietet ein indexgestütztes Bewertungssystem, das auf ein aktuelles Querbauwerksinformationssystem aufsetzt und sowohl die Durchgängigkeit eines Gewässers oder Gewässersystems als auch daraus abgeleitet die Bedeutung einzelner Bauwerke im Gesamtsystem bewertet. Ein solches System hilft beim Vergleich der ökologischen Effizienz von Maßnahmen und es können eindeutige Raum-Zeit-Prioritäten für die Bewirtschaftung abgeleitet werden. Es dient damit der Entscheidungsunterstützung bei der Priorisierung von Maßnahmen. Das indexgestützte Bewertungssystem ist im Idealfall so angelegt, dass es im Zuge der Maßnahmenumsetzung kontinuierlich aktualisiert und automatisch neu berechnet werden kann. So kann jederzeit ein Nachweis der Verbesserungen in einer Bewirtschaftungseinheit oder im Gesamtsystem geführt werden. Darüber hinaus lassen sich in definierten Planungseinheiten bei der Bewirtschaftungsplanung auch Aufwandsabschätzungen für verschiedene Maßnahmenkombinationen in prospektiven Szenarien abbilden.

Das System wird beispielhaft in Anhang 1 beschrieben.

Entscheidungsgrundlage

Die derzeit von der Gesellschaft für die Gewässerbewirtschaftung bereitgestellten Mittel decken mittelfristig nicht den Gesamtbedarf für die komplette Wiederherstellung der Durchgängigkeit. Die Durchgängigkeit kann nur im Verlauf mehrerer Bewirtschaftungsperioden mit räumlichen und zeitlichen Priorisierungen

erfolgreich umgesetzt werden. Umso wichtiger ist der Nachweis eines Gesamtkonzeptes, das diesen Sachverhalt gegenüber der EU objektiv nachweist und eine schrittweise und systematische Vorgehensweise ermöglicht.

Das Gesamtkonzept begründet stichhaltig die erforderliche Argumentation zur fallweisen Fristverlängerung gegenüber der EU, aber auch die Argumentation gegenüber einzelnen Betreibern. Es liefert Begründungen für planvolles, rechtssicheres Verwaltungshandeln.

Raum-Zeit-Prioritäten

Für die Bewertungen des Einzelbauwerks, auch im Bezug auf seine Stellung im Gewässersystem sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Raum-Zeit-Prioritäten für anadrome Arten
- Raum-Zeit-Prioritäten für katadrome Arten
- Raum-Zeit-Prioritäten für potamodrome Arten
- Raum-Zeit-Prioritäten für Arealgrößen
- Ökologische Wirksamkeit von Maßnahmen
- Kosteneffizienz
- Administrativer Aufwand

Mit Hilfe eines integrierten, indexgestützten Bewertungssystems können diese Daten abgeleitet werden. Aus diesen Einzelaspekten kann ein Gesamtkonzept für ein Land oder ein Flussgebiete entwickelt werden. Mit solchen verursacherorientierten Systemen werden wesentliche, entscheidungsrelevante Erkenntnisse gewonnen.

Raum-Zeit-Prioritäten für anadrome Arten

Bei den anadromen Arten erfolgt die Reproduktion im Süßwasser. Die laichreifen Tiere wandern vom Meer flussaufwärts in die angestammten Laichgebiete und Aufwuchsgewässer in den Nebengewässern der Flüsse und Ströme. Die Jungfische wandern nach einiger Zeit flussabwärts zum Meer (z.B. Lachs).

Für diese Arten gilt es, die historisch belegten, sowie die potentiell geeigneten Laichgewässer

ausfindig zu machen, denn nicht alle Gewässer sind von Natur aus beispielsweise Lachsgewässer. Das Querbauwerkeinformationssystem kann anhand von Durchgängigkeitsindices Auskunft darüber geben, wie gut oder schlecht die Laichgründe infolge meist mehrerer Querverbauungen erreichbar sind. Zusätzlich sollte anhand der Gewässerstruktur und der Wasserqualität auch die Habitatqualität der Laichareale bewertet werden, denn zu stark degradierte Laichareale müssen nicht primär erschlossen werden. Andere Laichhabitats sind infolge der kumulativen Effekte zahlreicher Querbauwerke kaum noch erreichbar, selbst wenn alle Maßnahmen zur Durchgängigkeit der Bauwerke ergriffen würden. Aus dieser systematischen Betrachtung ergeben sich klare Raum-Zeit-Prioritäten für jedes Bauwerk und jedes Laichareal.

Raum-Zeit-Prioritäten für katadrome Arten

Beim Aal, der einzigen in unseren Gewässern vorkommenden katadromen Art, erfolgt die Reproduktion im Meer. Die Jungtiere wandern vom Meer flussaufwärts in die angestammten Lebensräume in den Flüssen und Bächen. Die erwachsenen Fische wandern nach einiger Zeit flussabwärts zum Meer.

Auch für den Aal gilt es, die potentiell geeigneten Lebensräume ausfindig zu machen, denn nicht alle Gewässer sind von Natur aus gleichermaßen Lebensraum für den Aal. Hierbei sind historische Angaben zu berücksichtigen. Ein Querbauwerkeinformationssystem kann anhand von Durchgängigkeitsindices Auskunft darüber geben, wie gut oder schlecht die Lebensräume infolge meist mehrerer Querverbauungen erreichbar sind und wo die Abwanderung der erwachsenen Tiere insbesondere durch die Effekte von Turbinen beendet wird. Aus Gewässern mit einer Kraftwerkskette kann die Abwanderung zum Meer infolge hoher Schädigungsraten stark beeinträchtigt sein, denn außer einem Turbinenmanagement während der Wanderzeiten gibt es derzeit noch keine hochwirksamen Maßnahmen für die Verbesserung der

Abwärtspassierbarkeit großer Gewässer an den bestehenden Kraftwerksstandorten. Auch aus dieser systematischen Betrachtung ergeben sich wiederum klare Raum-Zeit-Prioritäten für jedes Bauwerk und jeden Lebensraum.

Raum-Zeit-Prioritäten für potamodrome Arten

Als potamodrome Arten werden Fischarten bezeichnet, die während ihres Lebenszyklus in den Binnengewässern wandern und teilweise auch zwischen unterschiedlichen Fischregionen wechseln. Hier gibt es zwei strategische Ansatzpunkte für Raum-Zeit-Prioritäten bei der Wiederherstellung der Durchgängigkeit: Die Vernetzung der Lebensräume kann primär von solchen Lebensräumen aus erfolgen, in denen noch stabile Populationen potamodromer Arten vorkommen. Von dort aus kann durch Vernetzung eine natürliche Wiederverbreitung gefördert werden. Verbindungsgewässern kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Weiterhin können solche Gewässersysteme prioritär behandelt werden, die zwei oder mehr Fischregionen in sich vereinen, beispielsweise Barbenregion, Äschenregion und Forellenregion.

Raum-Zeit-Prioritäten für Arealgrößen

Unabhängig vom Wanderverhalten brauchen Fische bestimmte Arealgrößen und Arealfunktionen um eine möglicherweise isolierte, aber überlebensfähige Population ausbilden zu können. Je nach Gewässertypus und Artenspektrum können solche Mindestarealgrößen unterschiedlich ausfallen. Daraus ergibt sich ein weiterer strategischer Ansatzpunkt für Raum-Zeit-Prioritäten bei der Wiederherstellung der Durchgängigkeit: Die Vernetzung angemessen großer Areale.

Fischökologische Effizienz und Kostenwirksamkeit von Maßnahmen

Die Effizienz ergibt sich insbesondere aus der ökologischen Bedeutung einer Maßnahme im Gesamtsystem und aus ihrer Funktionalität

bezüglich der Raum-Zeit-Prioritäten. Mit Hilfe eines Querbauwerkeinformationssystems und einer indexgestützten Bewertung lassen sich für den Vergleich einzelner Standorte, aber auch für Gewässer, Gewässersysteme und ganze Flussgebiete, fischökologische Effizienz und Kostenwirksamkeit von Maßnahmen ableiten. Im Vergleich zum Aufwand ermöglicht eine Zusammenschau eine vergleichsweise Abschätzung der Kostenwirksamkeit. Dies wird beispielhaft in Anlage1 beschrieben.

Weitere Strategien

Vor jeder Maßnahme zur Wiederherstellung von Durchgängigkeit ist insbesondere unter ökonomischen Gesichtspunkten zu prüfen, ob nicht ggf. die Ablösung bestehender Rechte und Abriss oder Rückbau von Bauwerken die kostengünstigere Alternative darstellt.

Für die Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeiten an einzelnen Standorten sollten technische Standards verbindlich festgeschrieben werden. Die Auswahl der Maßnahmenart ist oft entscheidend für die Kostenwirksamkeit. Vor allem an kleinen Gewässern können oft einfache, naturnahe Lösungen den gleichen ökologischen Erfolg erzielen, wie technisch perfektionierte kostenintensive Bauwerke.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Qualitätskontrolle der Einzelmaßnahme bereits bei der Projektierung und während der Baumaßnahme. Wenn die Standards nach dem Stand der Technik bei Bau und Planung sorgfältig eingehalten werden, sind spätere Funktionskontrollen nur in Einzelfällen erforderlich. Suboptimale Maßnahmen sind regelrechte Fehlinvestitionen. Im Betrieb sind funktionsgerechte Wartung und Unterhaltung für eine dauerhafte ökologische Wirksamkeit selbstverständlich sicherzustellen.

4. Zusammenfassung

Durchschnittlich alle zwei Kilometer findet sich in dem für die Wasserrahmenrichtlinie relevanten Gewässernetz der Bundesrepublik Deutschland ein Querbauwerk. Damit hat die Durchgängigkeit der Gewässer eine Schlüsselfunktion für die Wiederherstellung des guten ökologischen Zustandes der Gewässer, insbesondere bezüglich der Fischfauna. Gleichzeitig zeigt die große Zahl der Querbauwerke auch die Grenzen des Machbaren auf.

Unter diesen Randbedingungen erscheint es umso wichtiger, Durchgängigkeit nicht nur am Einzelbauwerk oder im Wasserkörper zu betrachten. Insbesondere für diadrome Langdistanzwanderfische sind Konzepte für Flussgebiete und Gewässersysteme erforderlich. Den Ländern wird empfohlen, sowohl für den Gesamtzusammenhang als auch für die Maßnahmeneffizienz Konzepte aufzustellen, die sowohl unter ökologischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten eine sinnvolle und zielführende Vorgehensweise ermöglichen.

Dieses Strategiepapier erläutert die wesentlichen fischökologischen Gründe für übergreifende Konzepte. Es wird aufgezeigt, wie beginnend mit einfachen Masterplänen für ganze Flussgebiete sodann systematisch auf Landesebene und im Gewässersystem die Entscheidungsgrundlagen sowohl unter ökologischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten verfeinert und kontinuierlich für die Bewirtschaftungsplanung fortgeschrieben werden können. Unterstützend hierbei können ein Querbauwerk-sinformationssystem und ein indexgestütztes Bewertungssystem wirken.

Anhang 1:

A1.1 Beispiel für ein Bewertungssystem

Ausgehend von den Daten eines Querbauwerke-Informationssystems wurde ein fischbiologisch begründetes, indexgestütztes Bewertungsverfahren entwickelt, das mehrere Aspekte sowohl für das einzelne Querbauwerk, als auch systematisch für ein Gewässer, ein Gewässersystem, ein Bewirtschaftungsgebiet, ein Flussgebiet oder für ein Bundesland bewertet.

Das Bewertungssystem erfasst und bewertet verschiedene Auswirkungen von Querbauwerken und Wasserkraftanlagen mittels insgesamt 17 abgeleiteter Indizes. Sie repräsentieren den internationalen, allgemein anerkannten Stand des Wissens. Das regelbasierte System ist gekennzeichnet durch Übersichtlichkeit, Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Es erfüllt damit wichtige Anforderungen der EG-WRRL. Das Bewertungssystem differenziert nach diadromen Fischarten, die auf den Wechsel zwischen Binnengewässern und Meer angewiesen sind und potamodromen Arten, die regional in Binnengewässern wandern.

Als Ergebnis werden mit Hilfe von Raten/Indizes die Gewässer und Querbauwerke ermittelt, bei denen die Wiederherstellung der Durchgängigkeit eine hohe Aufwand-Nutzen-Effizienz für die Entwicklung der Fischfauna besitzt und an denen deshalb zeitlich prioritär Maßnahmen durchgeführt werden sollten. Alle wichtigen Wandergewässer und überregionalen Verbindungsgewässer können damit herausgearbeitet werden. Durch die systematische Vorgehensweise werden die besonderen Möglichkeiten, aber auch die derzeitigen Grenzen von Maßnahmen aufgezeigt.

A1.2 Verfahren zur Bewertung von Querbauwerken

Grundlage der Indexbestimmung bilden Raten, die die Auswirkungen der Querbauwerke auf die Gewässerökologie quantifizieren. Die erforderlichen Grundlagendaten und Berechnungsverfahren entsprechen dem Stand der Wissenschaft. Alle Berechnungen erfolgen grundsätzlich über Raten. Die Indizes werden diesen zum Schluss zugeordnet, sodass keine Indizes miteinander verrechnet werden. Die Ergebnisse der Indizes dienen zur Festlegung der diadromen und potamodromen Entwicklungsstrecken und Entwicklungsgewässer.

Die Daten zu den Querbauwerken beinhalten selbst noch keine Aussage über die biologischen Auswirkungen an einem einzelnen Standort und den Wirkungen aller Querbauwerke in einem Gewässer oder Gewässersystem. Die Auswirkungen können bewertet werden, indem man die einzelnen Parameter mit biologisch begründeten Zielwerten vergleicht. Diese Bewertung erfolgt auf zwei Ebenen:

a) Standort eines Querbauwerks

Die entwickelten Indizes erfassen die Auswirkungen des einzelnen Standortes auf die Gewässerökologie und beschreiben die Auswirkungen von Querbauwerken auf ein Gewässer als zusammenhängende Fließstrecke. Wesentlich sind die Beeinträchtigung der Durchgängigkeit der Gewässer und die Veränderung des Lebensraumes durch Rückstau und Ausleitung.

Die Bewertung der Standorte kann in biologischer Hinsicht durch Funktionskontrollen erfolgen. Im Unterschied dazu können die hydraulischen und geometrischen Parameter eines Querbauwerks, einer Fischaufstiegsanlage oder eines Wanderkorridors mit Zielwerten verglichen werden, die dem Stand der Technik entsprechen. Hinsichtlich der flussaufwärts gerichteten Durchgängigkeit sind mittlerweile vielfältige Erfahrungen verfügbar. Durch kritische Wertung dieser Erfahrungen und der einschlägigen Publikationen kann eine fachliche Grund-

lage für die Bewertung geschaffen werden. In Bezug auf die flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit ist ein vergleichbarer Wissensstand noch nicht erreicht, jedoch ist hier eine ausreichend sichere Abschätzung der biologischen Auswirkungen an Hand von technischen Kriterien möglich. Es ist immer auch zu prüfen, ob die Bewertung summarisch für die gesamte lokale Fischfauna oder artspezifisch durchzuführen ist.

b) Gewässer / Gewässersystem

Die Bewertung von Querbauwerken in einem größeren System soll deren Auswirkungen auf die dort relevanten Fischpopulationen widerspiegeln. Der sicherste Weg zu einer derartigen Bewertung bestünde in detaillierten biologischen Untersuchungen, mit denen die räumliche und zeitliche Entwicklung der einzelnen Populationen erfasst werden könnte. Derartige Untersuchungen liegen aber nur in Ausnahmefällen vor. Aus genannten Gründen erscheint es zielführend, die Auswirkungen der Querbauwerke auf die Populationen auf der Basis der technischen Standortbewertung abzuschätzen.

Zu beachten ist hier die vollständige Datenlage der Querbauwerke eines Gewässerstranges. So wird z. B. die Berechnung der Erreichbarkeiten, die von der Passierbarkeit der Querbauwerke ober- bzw. unterhalb abhängen, unterbrochen, sobald für ein Querbauwerk die Passierbarkeit unbekannt ist.

A1.3 Bewertungsparameter

Um die Durchgängigkeit eines Gewässers oder Gewässersystems zu untersuchen, ist es sinnvoll, die relevanten Parameter einzeln mit „Erfolgsraten“ zu bewerten, die dann für Berechnungen zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse werden in Karten, Grafiken, Einzugsgebieten und Gewässernetzen visualisiert.

Für die Bewertung eines Standortes sind folgende Raten wichtig:

- Aufstiegsrate (Welcher Anteil der Fische überwindet ein Bauwerk?): differenziert nach Aufstiegsrate Querbauwerk, Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage (FAA), Passierbarkeit einer FAA (ggf. bezogen auf Fischarten)
- Überlebensrate beim Abstieg: differenziert nach Querbauwerk, ggf. Wassernutzungsanlage und Abstiegskorridor/bypass (differenziert für diadrome und potamodrome Arten)
- Erreichbarkeitsrate eines Habitats: welcher Anteil der aufwandernden Fische erreicht ein Ziel-Habitat (insbesondere für diadrome Arten)
- Erreichbarkeit des Meers oder des unterhalb gelegenen Verbindungsgewässers (diadrome Arten)
- Aufwand für die Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit (pro Standort, pro Gewässerlänge etc.)

A1.4 Indexsystem

Für jeden der Parameter werden Raten ermittelt. Die Bewertung der einzelnen Parameter sollte nach der 5-stufigen Skala der WRRL erfolgen und in Raten von 0 bis 1 ausgedrückt werden (z.B. 1 = alle Fische können ein Bauwerk passieren) Mit diesen numerischen Erfolgsraten sind mathematische Verrechnungen für den Standort bzw. das Gewässer möglich, da die Raten die realen Verhältnisse abbilden.

Indizes können auf der Basis der Raten gebildet werden. Sie dienen der Veranschaulichung. Die Nutzung der Indizes zu Verrechnungen ist fachlich nicht sinnvoll.

Folgende Indizes werden betrachtet:

Lokale Indizes
Lebensraumverlustindex
Rückstauindex
Ausleitungsindex
Erreichbarkeitsindex-Areal
Überlebensindex
Erreichbarkeitsindex-Hauptgewässer (Index für Totholzdurchgängigkeit)
(Index für Geschiebedurchgängigkeit)
Aufwandsindex

Gewässerindizes
Lebensraumverlustindex
Diadromer Arealnutzungsindex
Diadromer Gesamtüberlebensindex
Potamodromer BÄNS-Index
Potamodromer GGS-Index
Ökonomischer Index
Administrativer Index

A1.5 Ermittlung der diadromen Entwicklungsgewässer

Gewässer, die potenziellen Lebensraum für Langdistanzwanderer bereitstellen, werden hier als diadrome Gewässer bezeichnet. Bei den potenziellen Lebensräumen wird zwischen Habitaten und Arealen unterschieden. Als Habitate werden potenzielle Lebensräume von Langdistanzwandern bezeichnet, die den erforderlichen hydromorphologischen Bedingungen der entsprechenden Art genügen. Für viele Gebiete gibt es keine flächendeckende qualitative und quantitative Kartierung. Daher wird mit Arealen und Arealflächen gerechnet.

Diadrome Areale sind Gewässerbereiche, die aufgrund der Fließgewässerzonierung und historischer Hinweise grundsätzlich als Habitate von diadromen Fischarten in Frage kommen.

Für diadrome Arten wird die Passierbarkeit der Gewässer vom Hauptverbindungsgewässer (z. B. Rhein) ausgehend untersucht. Hier werden der Arealnutzungsindex und der Gesamtüberlebensindex ermittelt.

A1.6 Ermittlung der potamodromen Entwicklungsgewässer

Für die potamodromen, also regional wandernden Fischarten werden ebenfalls mit Hilfe spezifischer Indizes die Gewässer heraus ge-

arbeitet, an denen zusammen mit dem ökonomischen und dem administrativen Index, Maßnahmen mit einer hohen Aufwand-Nutzen-Effizienz durchgeführt werden können.

Der potamodrome Index gibt Hinweise darauf, mit welcher zeitlichen und räumlichen Priorität die Durchgängigkeit in den Gewässern eines Landes wiederhergestellt werden soll, damit die Lebensbedingungen der potamodromen Arten möglichst effektiv verbessert werden.

Dabei spielen die geschützten und gefährdeten Fischarten, Gewässerabschnitte mit Restpopulationen, Schlüsselpositionen von Querbauwerken, Gewässerqualität und Gewässerstruktur eine wichtige Rolle. Wenn nur unzureichende Befischungsdaten vorliegen, können zur Identifizierung dieser Gewässer die Fischereiexperten der Landesverwaltungen eine fachliche Auswahl der Fischarten treffen, die aus ihrer Sicht für eine Priorisierung geeignet sind. In Rheinland Pfalz wurden beispielsweise Barbe, Äsche, Nase, Schneider benannt, was zum so genannten „**BÄNS**“ Index geführt hat. In einer modular aufgebauten Vergleichsmatrix können die potamodromen Indizes der verschiedenen Gewässer dargestellt werden.

Neben dem Vorkommen spezifischer Arten werden auch Gewässergüte und Gewässerstruktur ausgewertet und im so genannten **GGS-Index**, Gewässergüte- Gewässerstruktur- Index abgebildet. Der GGS-Index zeigt Gewässer auf, die wegen ihrer Gewässergüte und

Gewässerstruktur gute Voraussetzungen für eine Fisch- Besiedlung haben.

A1.7 Ökonomischer Aufwand

Für eine Priorisierung der Gewässer bzgl. durchzuführender Maßnahmenprogramme ist neben dem ökologischen Nutzen auch der ökonomische Aufwand entscheidend. Zur Ermittlung des ökonomischen Index wurde eine Kostenabschätzung für die Herstellung der Aufwärtspassierbarkeit durchgeführt. Für eine erste Abschätzung werden bei der Kostenermittlung nur Standorte berücksichtigt, deren Passierbarkeit stark eingeschränkt oder unpassierbar sind. Hier ist mit einem relativ hohen Aufwand zur Herstellung der aufwärts gerichteten Passierbarkeit zu rechnen. Der ökonomische Index wird aus Schätzwerten der Umbaukosten der Querbauwerke ermittelt, die bzgl. der Passierbarkeit die größte Einschränkung bedeuten. Er gibt den spezifischen Aufwand pro km Fließlänge zur Herstellung der Aufwärts-Passierbarkeit an.

A1.8 Administrativer Aufwand

Für die an den Gewässern durchzuführenden Maßnahmen ist neben dem ökologischen Nutzen auch der administrative Aufwand entscheidend. Zur Ermittlung der administrativen Rate wird die Gesamtzahl der Standorte eines Gewässers, die unpassierbar oder stark eingeschränkt passierbar sind und ein Wasserrecht haben, durch die Gewässerlänge dividiert. Dabei wird auf die maximal vorkommende Summe aller Rechte normiert. Das heißt je niedriger die Rate desto mehr Wasserrechte müssen an den größeren Bauwerken, bei der Herstellung der Durchgängigkeit, berücksichtigt werden.

Der administrative Index ist ein Maß für den zu erwartenden Verwaltungsaufwand bezüglich der geltenden Wasserrechte.

A1.9 Ergebnisse des Bewertungsverfahrens

Für Gewässer oder Gewässersysteme kann mit den ermittelten Raten untersucht werden, welcher Anteil einer diadromen Population ein Zielhabitat bzw. das Meer erreichen kann. Für potamodrome Populationen kann die Erfolgsrate bei der Migration zwischen unterschiedlichen Habitaten innerhalb des Gewässers abgeleitet werden. Mit den Ergebnissen derartiger Untersuchungen und unter Berücksichtigung der Habitatqualitäten können grundsätzlich die Entwicklungsmöglichkeiten von Fischpopulationen beurteilt werden.

Falls keine ausreichenden Daten zur Bestimmung der Raten vorliegen, kann zumindest für diadrome Arten eine grobe Annahme für die Raten an den Querbauwerken, die sich im jeweiligen Wanderweg befinden, getroffen werden. Damit werden zumindest erste Abschätzungen der Entwicklungsmöglichkeiten der Populationen möglich, wie sie z.B. für die überregionalen Konzepte auf Flussgebietsebene erforderlich sind.

Durch Vergleich verschiedener Gewässer mit Hilfe der ermittelten Raten und der daraus gebildeten Indizes, kann schließlich eine Priorisierung von Maßnahmen abgeleitet werden, indem die zu erwartende ökologische Effizienz und der erforderliche Aufwand gegenübergestellt werden.

Das System kann durch Werkzeuge ergänzt werden, die es den MitarbeiterInnen der Verwaltungen/Institutionen erlauben, Projekte fachlich, organisatorisch und finanziell effizient durchzuführen. Weiterhin kann die Möglichkeit zur Untersuchung von Entwicklungsvarianten für Standorte und Gewässer sowie wirtschaftliche Fragestellungen geschaffen werden. Ebenso kann für alle Querbauwerke, an denen die Wasserkraft bisher nicht genutzt wurde, untersucht werden, ob dort eine Wasserkraftnutzung unter ökologischen und ökonomischen Bedingungen

sinnvoll ist. Daraus ergibt sich das zusätzlich nutzbare Wasserkraftpotenzial.

Das Bewertungssystem bildet entsprechend dem heutigen Stand des Wissens die Auswirkungen von Querbauwerken auf die Gewässerökologie ab. Das entwickelte System bietet in weiteren Entwicklungsschritten die Möglichkeit, die Auswirkungen von Entscheidungen und somit künftige Entwicklungen mit Hilfe von Variantenstudien abzuschätzen. Damit kann die Festlegung von Entwicklungsstrecken präzisiert werden, in denen zeitlich prioritär Sanierungsmaßnahmen vorgenommen werden sollen.

Das Indexsystem bildet damit ein Instrument zur konkreten Maßnahmenplanung bei der Sanierung der Gewässer, die nach EG-WRRL in den nächsten Jahren erforderlich wird. Die Querbauwerke/Wasserkraftanlagen sollen das Erreichen des guten ökologischen Zustandes nicht behindern und gleichzeitig eine Gewässerspezifische Wasserkraftnutzung zur Energiegewinnung ermöglichen.

ANHANG 2:

Datenschablone zur Erfassung der Daten von Querbauwerken

A2.1 Einleitung

Die Durchgängigkeit eines Fließgewässers ist entsprechend der EG-WRRL eine wesentliche hydromorphologische Qualitätskomponente zur Gewährleistung des guten ökologischen Zustands von Wasserkörpern. Generell sollte eine flussauf- und flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit an jedem Einzelstandort des Fließgewässers angestrebt werden, um die erforderliche Durchgängigkeit im Gesamtwässersystem abzusichern. Diese spielt eine wesentliche Rolle sowohl für das Erreichen des guten ökologischen Zustands als auch für das Erreichen der Umweltziele gemäß der EG-WRRL.

Das vorliegende Papier soll den Ländern und den Flussgebietsgemeinschaften eine gemeinsame Datenschablone wesentlicher Parameter zur Bewertung der Durchgängigkeit liefern. Es soll die wichtigsten Grundparameter zur Erfassung von durchgängigkeitsbestimmenden Einzelstandorten in einer Liste zusammenfassen und nutzerfreundlich darstellen. Dieses Papier berücksichtigt ausschließlich die lineare Durchgängigkeit für Fische. Nicht berücksichtigt werden andere biologische Qualitätskomponenten nach EG-WRRL sowie die laterale Durchgängigkeit.

Im Sinne der länderübergreifenden Bewirtschaftung der Flussgebiete wird empfohlen, dass diese Liste als gemeinsamer Mindeststandard zur Anwendung kommt.

A2.2 Generelle Vorgehensweise

Die Bewertung der Durchgängigkeit erfordert sowohl eine Methodik zur Beurteilung eines einzelnen Querbauwerksstandorts als auch eine Methodik für die Beurteilung der Durchgängigkeit in einem Fließgewässersystem. Das Ziel von Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist die Erhaltung bzw. der Aufbau sich selbst erhaltender Populationen. Dazu müssen die entsprechenden technischen und morphologischen Bedingungen für die flussauf- und abwärtsgerichtete Passierbarkeit an den Querbauwerken und die Habitatqualitäten im Gewässer selbst sichergestellt werden.

Grundlage muss die Bewertung der Durchgängigkeit anhand technischer Parameter sein. Basierend auf der Bewertung der Einzelstandorte kann die Wirkung von Wanderhindernissen in einem Gewässer oder Einzugsgebiet bestimmt werden.

Hinsichtlich der Definition eines Standorts wird vorgeschlagen, den gesamten von einem Querbauwerk beeinflussten Gewässerbereich inklusive der Staustrecke sowie der Ausleitungsstrecke als „Standort“ zu bezeichnen. Ein Standort erstreckt sich somit von der Stauwurzel bis zur Mündung eines Unterwasserkanals und kann entsprechend folgender Abbildung mehrere wasserbauliche Anlagen umfassen (Wasserkraftanlage, Wehr, Fischaufstieg etc.).

Für die Bewertung eines Standorts sollten die Aufwanderung, die Abwanderung und der Fischschutz separat bewertet werden, um eine differenzierte Analyse zu ermöglichen. Für jeden dieser Aspekte werden einzelne Parameter vorgeschlagen:

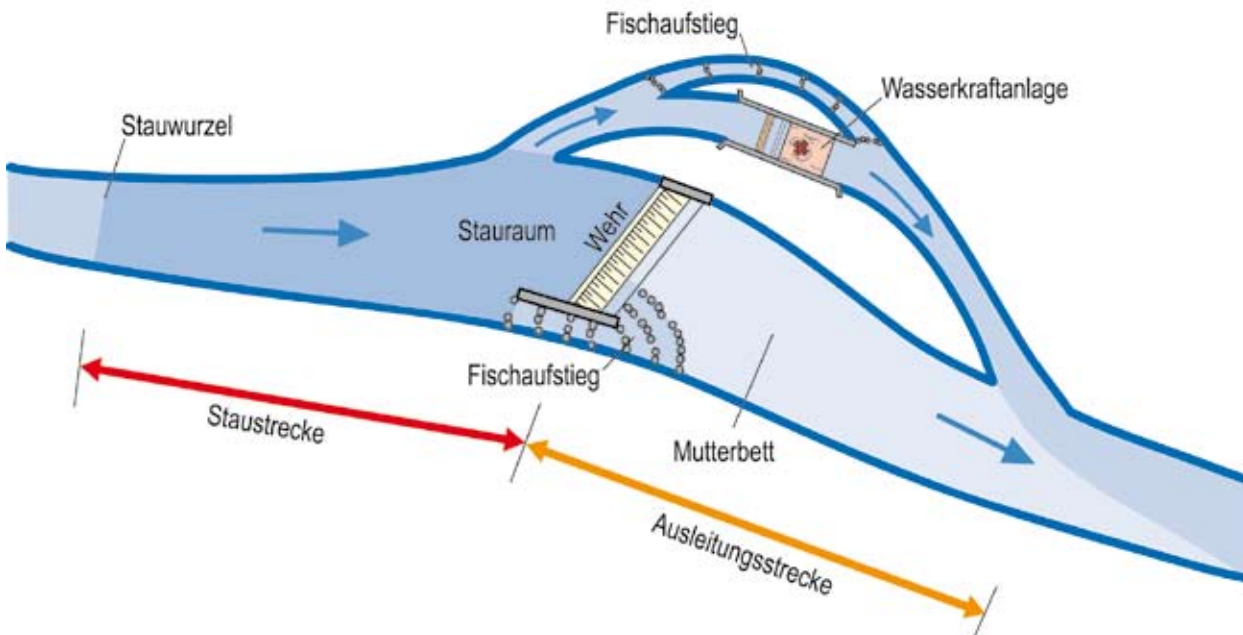


Abb. 1: Definition eines Standorts

Bewertungsaspekt Fischaufstieg

- Passierbarkeit einer Fischaufstiegsanlage oder eines Querbauwerks
- Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage

Bewertungsaspekt Fischabstieg

- Auffindbarkeit und grundsätzliche Passierbarkeit von Wanderkorridoren für die flussabwärtsgerichtete Wanderung
- Anteil des ausgeleiteten Wassers im Verhältnis zum Gesamtabfluss des Gewässers
- Vorhandensein und Effizienz einer Abwandreinrichtung

Bewertungsaspekt Fischschutz

- Schädigungsrate abwandernder Fische bei der Passage des Querbauwerks
- Schädigungsgrad durch ein Wasserkraftwerk oder ein Wasserentnahmebauwerk

A2.3 Technische Grundparameter

Im Folgenden werden die einzelnen Bewertungsaspekte hinsichtlich der am Standort zu erfassenden Parameter konkretisiert. Die im Anhang enthaltenen Abbildungen verdeutlichen die gewählten Parameter und konkretisieren die verwendeten Abkürzungen.

Bewertungsaspekt	Kriterien	Parameter (Empfehlung)
Allgemeine Kerngröße	Stammdaten	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch- und Rechtswert • Fließgewässertyp nach LAWA • Einzugsgebietsgröße • Relevante Abflüsse (MNQ, MQ, Ausbaudurchfluss WKA, Mindestabfluss Ausleitungsstrecke)*
	Abbildungen	<ul style="list-style-type: none"> • Fotos • Skizzen • Karten • Lagepläne
	Geometrie des Querbauwerks	<ul style="list-style-type: none"> • Absturzhöhe • Neigung • Breite • Beschaffenheit Oberfläche • Bauwerkshöhe • Verschlusshöhe
	Bauwerkstyp	<ul style="list-style-type: none"> • Lage im Gewässer (Winkel zum Fließgewässer) • Beweglichkeit (Verschluss) • Zweck • Gliederung (ein Feld, mehrere Felder) • Durchfluss (überströmt/ unterströmt) • Material
	Steuerung von Verschlüssen	<ul style="list-style-type: none"> • Zweck • Betriebsweise (zeitlich- und abflussbedingt) • Zuständigkeit (Institution etc.)
	Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • (z.B.: 3-feldriges Wehr, bestehend aus einer 10 m breiten Schwelle und zwei 2 m breiten Schützenwehrtafeln, die bei Hochwasser gezogen werden ...usw.)

* die Abkürzungen können den Abbildungen des Anhangs entnommen werden

Bewertungsaspekt	Kriterien	Parameter (Empfehlung)
Auffindbarkeit der FAA bzw. des Wanderkorridors	großräumige Auffindbarkeit der FAA	<ul style="list-style-type: none"> Lage der FAA am Wehr und/ oder an der WKA durchgehende Mindestwassertiefe im Wanderstrang, an dem die FAA liegt
Passierbarkeit einer FAA	kleinräumige Auffindbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> Lage in Bezug auf die vorherrschende Hauptströmung Winkel zwischen der Leitströmung der FAA und der Hauptströmungsrichtung Distanz zwischen Wanderhindernis und Einstieg Mindestwassertiefe bei Einstieg in das erste Becken
	Geometrie FAA	<ul style="list-style-type: none"> aktuell vorhandener, maximaler Absturz (Wasserspiegeldifferenz zwischen Becken, Δh) Neigung einer Rampe/ Gleite oder eines Umgehungsgerinnes hydraulisch relevante Rauigkeit r einer Rampe/ Gleite Schlitzweite s (Maximalwert bei mehreren Schlitzen pro Riegel) Schlitzhöhe t_s Minimale lichte Länge des Beckens L Minimale lichte Breite des Beckens b
	Hydraulik	<ul style="list-style-type: none"> minimale Wassertiefe unterhalb des Riegels h_u mittlere Wassertiefe im Becken oder Wanderkorridor Leitströmung bei MQ (Geschwindigkeit) maximale Leistung pro Wasservolumen (Becken/Ruhebecken) kleinster Betriebsabfluss in der FAA
	Substratverhältnisse	<ul style="list-style-type: none"> Material Schichtdicke Anbindung Ober- und Unterwasser durchgehend vorhanden
	Umfeld	<ul style="list-style-type: none"> Entfernung des FAA-Ausstiegs bis zur Stauwurzel

Parameter des Bewertungsaspektes Fischabstieg und Fischschutz

Bewertungsaspekt	Kriterien	Parameter (Empfehlung)
Querbauwerk	Schädigungsgrad bei Passage Querbauwerk	<ul style="list-style-type: none"> • Wassertiefe unterhalb des Querbauwerks (Wasserpolster) bei MNQ im Gewässer • mechanische „Schikanen“ im Unterwasser eines Querbauwerks (z.B. zum Energieabbau, Störsteine etc.)
Querbauwerk mit WKA	Schädigung bei Passage WKA	<ul style="list-style-type: none"> • Bauweise des Turbinenrechens • lichte Stabweite des Rechens • Anströmgeschwindigkeit vor dem Rechen • Neigung des Rechens zur Fließrichtung und zur Sohle • Turbinentyp • Drehzahl • Anzahl Laufradschaufeln • Laufraddurchmesser • Rechenreinigungsanlage (Beschreibung des Baus und der Funktionsweise einschließlich Steuerung) • sonstige Barrieren
	Bypass	<ul style="list-style-type: none"> • Lage des Einstiegs • Durchmesser/ lichte Weite • Dotation • zeitliche Betriebsweise • Lage des Ausstiegs
	Turbinenmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung (Zielarten, zeitliche Betriebsweise etc.)

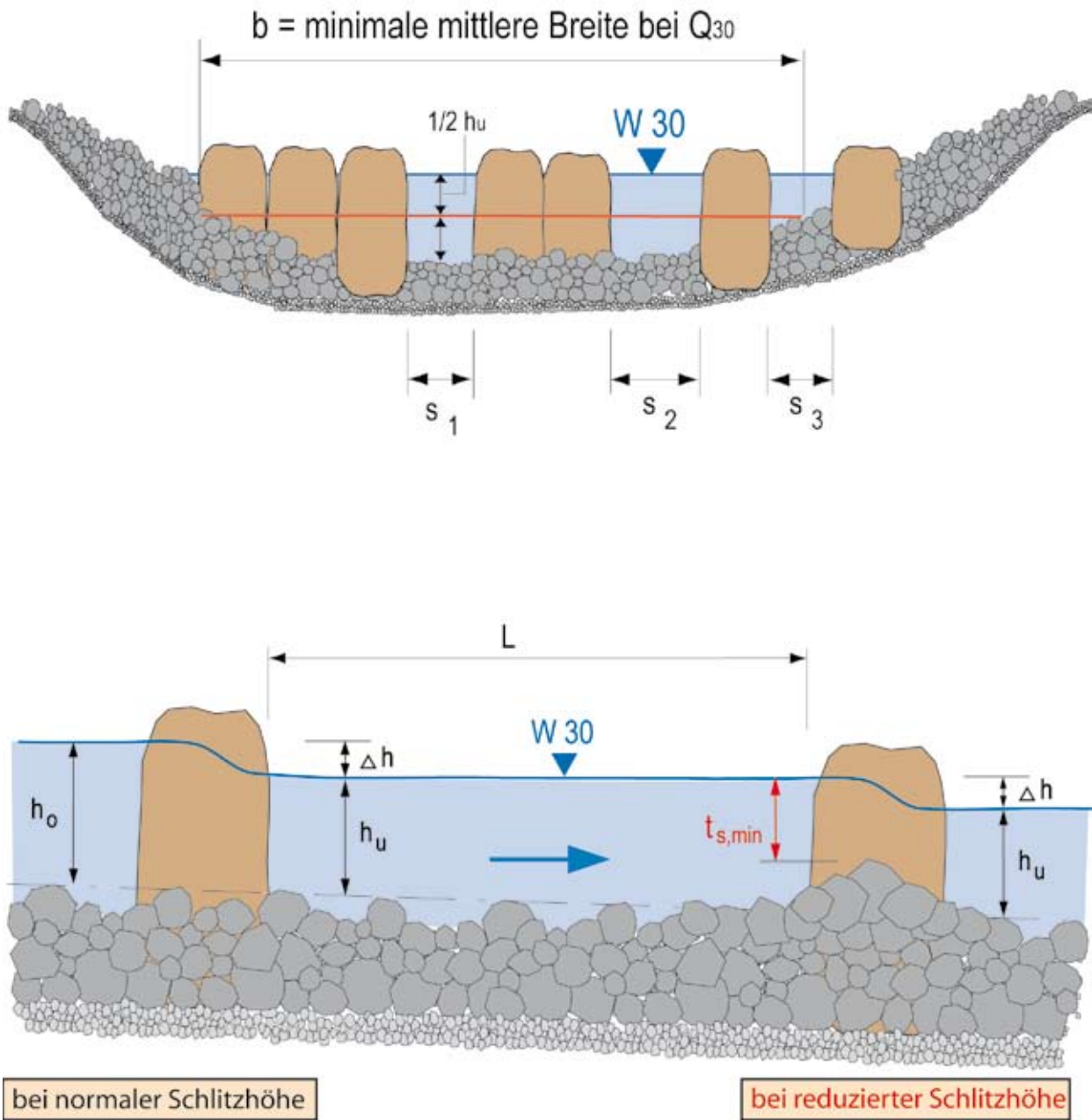


Abb. 2: Geometrische Daten eines Querbauwerks

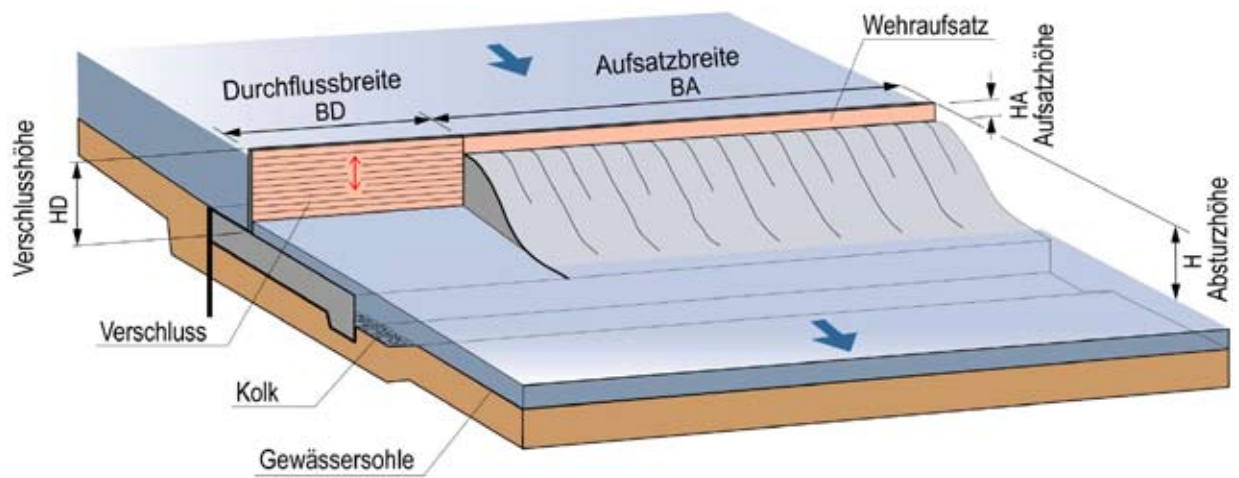


Abb. 3: Geometrische Daten eines Querbauwerks

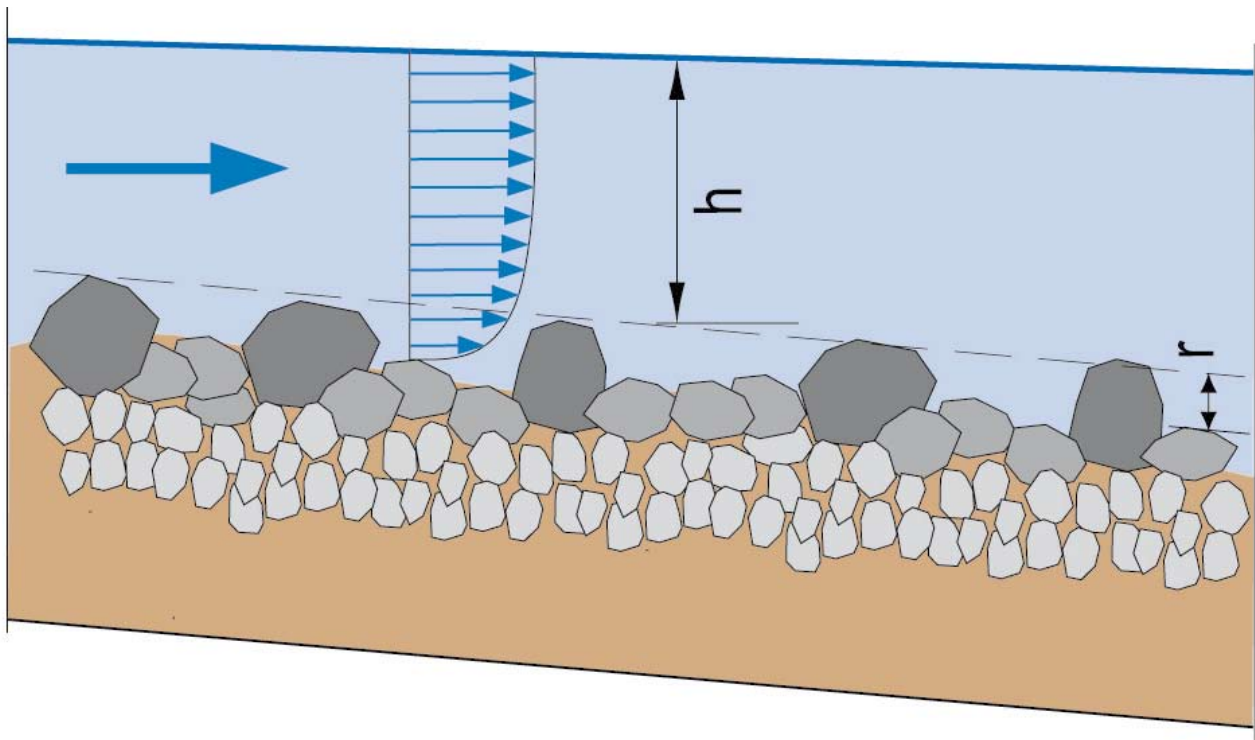


Abb. 4: Rauhigkeit einer Rampe/ Gleite