



Oberirdische Gewässer,  
Gewässerökologie 95

# Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern

 Leitfaden Teil 1 - Grundlagen



Baden-Württemberg





Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg

# Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern

 Leitfaden Teil 1 - Grundlagen

- HERAUSGEBER** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)  
76157 Karlsruhe · Postfach 21 07 52  
poststelle@lfuka.lfu.bwl.de  
[www.lfu.baden-wuerttemberg.de](http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de)
- BEARBEITUNG** Projektbegleitende Arbeitsgruppe:  
Dr. Ottfried Arnold, Regierungspräsidium Tübingen  
Dieter Beck, Landratsamt Heilbronn  
David Bösing, Dr. Rainald Hoffmann, Hubert Wnuck Regierungspräsidium Stuttgart  
Heinz Daucher, Hartmut Vobis, Dr. Armin Siepe, Bernd Karolus Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Peter Dehus, Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg  
Andreas Ehrl-Nazaruk, Landratsamt Rems-Murr-Kreis  
Waldemar Ehrmann, Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis  
Dr. Frank Hartmann, Ralph-Dieter Görner, Dr. Jürgen Scherle Regierungspräsidium Karlsruhe  
Dr. Stephan Heimerl, EnBW Kraftwerke AG  
Lothar Knödl, Zweckverband Hochwasserschutz Elsenz-Schwarzbach  
Frauke König, Boris Lehmann Universität Karlsruhe IGW  
Dr. Herbert Löffler, Institut für Seenforschung B-W  
Marlene Reichegger, Regierungspräsidium Freiburg
- REDAKTION** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)  
Referat 41 – Fließgewässer, Integrierter Gewässerschutz
- BEZUG** Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim @Druckerei  
Herzogenriedstraße 111 · 68169 Mannheim  
Telefax 0621 / 398-370  
bibliothek@lfuka.lfu.bwl.de  
Die Broschüre ist für 7,- Euro erhältlich.  
Download unter: [www.lfu.baden-wuerttemberg.de](http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de)
- ISSN** 1436-7882 (Bd. 95, 2005)
- ISBN** 3-88251-292-x
- STAND** Oktober 2005, 1. Auflage
- DRUCK** Greiserdruck GmbH, Rastatt  
gedruckt auf Recyclingpapier

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>5</b>
<b>1 ZUM LEITFADEN</b>	<b>6</b>
<b>2 GESETZLICHE UND FACHLICHE REGELN</b>	<b>8</b>
<b>3 WANDERnde TIERE</b>	<b>9</b>
3.1 Fische	9
3.2 Benthosorganismen	11
3.3 Landtiere und Tiere der Wasserwechselzone	13
<b>4 WANDERUNGSHINDERNISSE</b>	<b>14</b>
4.1 Sohlenbauwerk incl. Abstürze	14
4.2 Regelungsbauwerke	15
4.3 Kreuzungsbauwerke	15
4.4 Hochwasserrückhaltebecken / Talsperren	15
4.5 Verrohrungen / Verdohlungen	16
4.6 Wasserkraftanlagen	17
4.7 Schöpfwerke	17
4.8 Pegelanlagen	18
4.9 Ufer- und Sohlenbefestigungen	18
4.10 Tiefenerosion	18
4.11 Wasserentnahme und Ausleitungsstrecken	19
4.12 Staubereiche	19
4.13 Abwasser- und Kühlwassereinleitungen	20
4.14 Natürliche Hindernisse	20
<b>5 WIEDERHERSTELLUNG DER DURCHGÄNGIGKEIT</b>	<b>21</b>
5.1 Rückbau (Stauniederlegung)	22
5.2 Umgehungsgewässer	24
5.3 Passierbare Querbauwerke	25
5.4 Beckenpässe und gerinneartige Fischaufstiegsanlagen	27
5.5 Bauweisen mit verbesserter Durchgängigkeit	28
<b>6 SONDERFÄLLE</b>	<b>29</b>
6.1 Temporäre Fließgewässer	29
6.2 Schutz von Gewässerabschnitten	29
6.3 Kulturhistorische Aspekte	29

<b>7</b>	<b>DEFIZITE, KONTROLLE UND BEWERTUNG DER DURCHGÄNGIGKEIT VON WANDERHILFEN</b>	<b>30</b>
7.1	Allgemeines	30
7.2	Defizite bei der Funktionsfähigkeit	31
7.3	Funktionskontrolle	31
7.3.1	Reusenfänge	32
7.3.2	Fischmarkierungen	33
7.3.3	Automatische Zählanlagen	33
7.3.4	Telemetrische Untersuchungen	34
7.3.5	Abstiegsanlagen	34
7.4	Bewertung	34
7.5	Durchführung	35
	<b>GLOSSAR</b>	36
	<b>LITERATUR</b>	38
	<b>BILDNACHWEIS</b>	40
	<b>Anlagen:</b>	
	1 Rechtsvorschriften (Auszüge)	41
	2 Anforderungen an die Durchgängigkeit von Fisch Indikator-Arten	45


# Zusammenfassung

Die Durchgängigkeit an Fließgewässern hat eine herausragende Bedeutung für die Erhaltung und Wiederherstellung von natürlichen Verhältnissen mit artenreichen und gewässertypischen Lebensgemeinschaften. Die Vielzahl der in diesem Zusammenhang zu beantwortenden Fragen kann nicht in einem einzigen Leitfaden abgehandelt werden, daher wird die Thematik in einer fünfteiligen Leitfadenreihe behandelt. Dabei werden alle Aspekte von der Aufstiegs- hilfe bis zum Abstieg, die Durchgängigkeit in Längsrichtung der Gewässer, zu den Auen und Zuflüssen sowie zwischen Sohle und fließender Welle aufgegriffen.

Der vorliegende Teil 1 der Leitfadenreihe erläutert die Grundlagen der Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern und dient als Einstieg in das Thema.

Nach Einführung in die Problematik wird die Relevanz der Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern hervorgeho- ben und die gesetzlichen und fachlichen Regeln dargestellt. Es wird erläutert, warum die Durchgängigkeit wegen die- ser Vorgaben grundsätzlich zu gewährleisten ist. Die Durchgängigkeit ist ein wichtiges Kriterium in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der im Landesrecht, z. B. in der Gewässerbeurteilungsverordnung, umgesetzten Vorgaben. In Anlage 1 werden die betreffenden Rechtsvorschriften in Auszügen wieder gegeben.

Neben den Fischen als Indikatororganismen für die Bewertung des ökologischen Zustandes von Wasserkörpern nach WRRL werden auch die Anforderungen der Benthosorganismen sowie der Landtiere und Tiere der Wasserwechselzo- ne erläutert. In Anlage 2 sind die Anforderungen an die Durchgängigkeit für die Fisch-Indikatorarten zusamme- stellt. Die vielfältigen Querbauwerke und ihre primäre Wirkung als dauerndes Wanderhindernis bei der Längsdurch- gängigkeit werden dargestellt und die Problematik der Ufer- und Sohlenbefestigung sowie der Tiefenerosion bei der lateralen Durchgängigkeit diskutiert. Des Weiteren werden nutzungsbedingte Folgeeffekte (Sekundäreffekte) wie z. B. durch Wasserentnahmen und in Staubereichen erläutert.

Anhand von Vorher-Nachher-Vergleichen und bereits ausgeführter Beispiele wird die ganze Palette der Möglichkeiten vom Rückbau bestehender Querbauwerke, der Passierbarmachung der Bauwerke bis hin zur Umgehung der Querbau- werke aufgezeigt. Dabei werden auch Sonderfälle wie temporäre Fließgewässer, schutzwürdige Gewässerabschnitte und auch kulturhistorische Aspekte behandelt. Abschließend wird dargestellt, welche Defizite bei Wanderhilfen auftreten können und wie eine Kontrolle und Bewertung der Durchgängigkeit möglich ist. 

# 1 Zum Leitfaden

🦋 Natürliche Fließgewässer und ihre Auen stellen einen vielfältigen Lebensraum für verschiedene Tier- und Pflanzenarten dar. Die natürlichen Randbedingungen, wie Geologie, Landschaft, Klima und Abflussregime, sowie die entsprechende natürliche Vegetation bieten die Voraussetzung für unterschiedliche Gewässerstrukturen und Lebensräume. Fließgewässer sind linienhafte Biotope, die als vernetzte „grüne Korridore“ unsere Kulturlandschaft durchziehen. Neben der großräumig verbindenden Wirkung von der Quelle bis ins Meer besitzen sie auch auf engem Raum natürlicherweise eine außerordentlich große Arten- und Biotopvielfalt.

Die natürlichen, gewässertypischen Eigenschaften wurden in den letzten Jahrhunderten durch vielfältige Nutzungen, wie z. B. Siedlung, Landwirtschaft, Wasserkraft, Hochwasserschutz, verändert. Viele Gewässer sind begradigt, verlegt, mit Ufer- und Sohlsicherungen ausgebaut und aufgestaut. Durch Wasserentnahmen bleibt mancherorts kein Wasser mehr im Gewässerbett. Neben der Verarmung der Gewässerstrukturvielfalt wurde auch die natürliche Vernetzung der Fließgewässer stark beeinträchtigt oder ganz unterbunden. So wurden vielerorts wertvolle Standorte für die Gewässerfauna und -flora beeinträchtigt oder z. T. zerstört. Die Möglichkeit zur Wanderung in den Fließgewässern, die für viele Arten der Gewässerfauna überlebenswichtig ist, ist daher nicht mehr oder nur noch eingeschränkt möglich. 🦋



Abb. 1: Donau bei Blochingen - dynamisches Fließgewässer in einer Kulturlandschaft



Die Durchgängigkeit an Fließgewässern hat eine herausragende Bedeutung für die Erhaltung und Wiederherstellung von natürlichen Fließgewässern mit artenreichen und gewässertypischen Lebensgemeinschaften. Die Durchgängigkeit ist außerdem ein Kriterium für die Ermittlung der so genannten „signifikanten Belastungen“ von Oberflächengewässern bei der Umsetzung der in bundesdeutsches und baden-württembergisches Wasserrecht umgesetzten Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Zur Unterstützung von planenden Ingenieurbüros und der Fachverwaltung sowie zur Information interessierter Gruppen behandelt die Landesanstalt für Umweltschutz das Thema „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern“ in einer Leitfadenreihe. Dabei werden alle Aspekte von der Aufstiegshilfe bis zum Abstieg, der Durchgängigkeit in Längsrichtung der Gewässer (longitudinal), zu den Auen und Zuflüssen (lateral) und zwischen Sohle und fließender Welle (vertikal) betrachtet (Abb. 2).

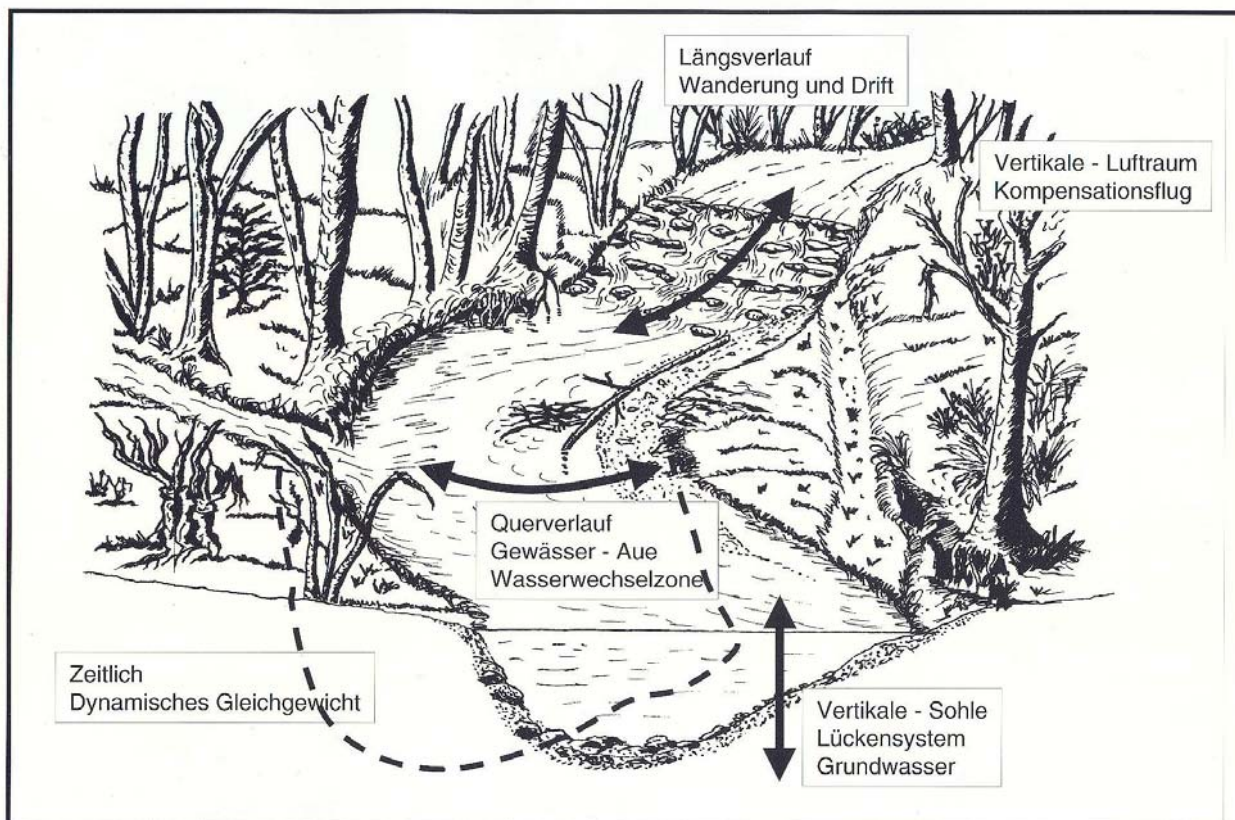


Abb. 2: Mit den angrenzenden Bereichen vernetztes Gewässer

Die Vielzahl der zu beantwortenden Fragen kann nicht in einem einzigen Leitfaden abgehandelt werden. In der Leitfadensreihe werden daher nachfolgende Themen behandelt:

### Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern

Teil 1 – Grundlagen

Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke

Teil 3 – Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren

Teil 4 – Durchlässe, Verrohrungen und Gewässerdüker

Teil 5 – Fischabstieg bei Querbauwerken

## 2 Gesetzliche und fachliche Regeln

Die **Durchgängigkeit** für Tiere in Fließgewässern ist auf Grund verschiedener gesetzlicher Vorgaben (Anlage 1) und fachlicher Regeln **grundsätzlich zu gewährleisten**.

Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass eine vermeidbare Beeinträchtigung ihrer ökologischen Funktion unterbleibt und eine nachhaltige Entwicklung sowie ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt gewährleistet wird (§ 1a Abs. 1 WHG).

Nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg ist die naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und der Ufer Bestandteil der Gewässerunterhaltung.

Der Träger der Unterhaltungslast hat die Aufgabe, das Gewässer incl. seiner Ufer auszubauen, soweit dies für einen ordnungsgemäßen Wasserabfluss im Rahmen eines ökologisch verträglichen Hochwasserschutzes und einer naturnahen Entwicklung des Gewässers und seiner Ufer notwendig ist (§ 63 Abs. 1 WG). Anlagen in, über oder an Gewässern sollen möglichst nicht zu einer Beeinträchtigung der Gewässer führen (§ 48 WG).

Die Unterhaltung eines Gewässers umfasst seine Pflege und Entwicklung, insbesondere die naturnahe Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerbettes und seiner Ufer - soweit dies das Wohl der Allgemeinheit erfordert (§ 47 WG). Bei nicht naturnah ausgebauten Gewässern sind in einem angemessenen Zeitraum die Voraussetzungen für eine naturnahe Entwicklung zu schaffen (§ 68a Abs. 1 WG).

Dem Unterhaltungspflichtigen ist es möglich, kleinere Maßnahmen, die der naturnahen Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässers dienen, im Rahmen der Unterhaltung ohne eine wasserrechtliche Zulassung durchzuführen.

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden insbesondere für die Gewässerökologie und die Gewässerbewirtschaftung weitergehende Ziele definiert. Die Anhänge II und V der WRRL wurden mit Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr zur Umsetzung der Anhänge II und V der Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Gewässerbeurteilungsverordnung) vom 30. August 2004 in Landesrecht umgesetzt.

Diese Vorschriften beurteilen die Unterbrechung der Durchgängigkeit als eine Beeinträchtigung der ökologischen Funktionen des Gewässers, die es zu vermeiden gilt oder, soweit dies nicht möglich ist, ausgeglichen werden soll.

In den Anhängen 3 und 4 der Gewässerbeurteilungsverordnung wird auch die Durchgängigkeit (wortgleich mit der WRRL) als wesentliche Qualitätskomponente zur Einstufung des ökologischen Zustands der Fließgewässer genannt. Der ökologische bzw. das gute ökologische Potenzial der Gewässer soll nach § 25a WHG und § 3g WG bis 2015 erreicht werden. Dies erfordert die Erarbeitung flussgebietspezifischer Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne, die der Zustimmung des Landtags bedürfen (§ 3c Abs. 1 WG). Aufgrund dieser Programme und Pläne kann je nach Zustand eine Umgestaltung von wasserbaulichen Anlagen erforderlich werden.

Weitere Vorschriften (Anlage 1) enthalten das Fischereirecht und das Naturschutzrecht (Umsetzung der Europäischen FFH-Richtlinie in nationales Recht).

Auch in den fachlichen Regelwerken wie den Deutschen Normen (DIN), der ATV-DVWK Schriftenreihe und in Fachbroschüren finden sich Hinweise zur Durchgängigkeit.

Bereits im DVWK Merkblatt 202 (1991) steht: „Alle Maßnahmen, die die Gestalt Funktion oder Nutzung von Landschaftselementen verändern und dadurch in den Naturhaushalt oder das Landschaftsbild erheblich einwirken, werden als **Eingriffe** verstanden. Grundsätzlich besteht die Verpflichtung, solche Eingriffe möglichst zu vermeiden. Sofern sie jedoch unvermeidlich sind, sind **umweltverträgliche Lösungen** zu suchen, die in einer landschaftsplanerischen Planung festzulegen sind“ (Seite 3). In der ATV-DVWK-Schriftenreihe Hochwasserrückhaltebecken - Probleme und Anforderungen aus wasserwirtschaftliche und ökologischer Sicht (2001) findet man: „Wichtigstes ökologisches Kriterium für Wahl

und Gestaltung der Auslasseinrichtung von Rückhaltebecken ist die Durchgängigkeit für Organismen“ (Seite 76). Auch in der Broschüre Hochwasserschutz in Baden-Württemberg des Ministerium für Umwelt und Verkehr (2003) wird gefordert: „Der zukunftsweisende Hochwasserschutz berücksichtigt die Belange der Natur ... Der technische Hochwasserschutz muss umweltverträglich gestaltet sein“ (Seite 6). Die aktuelle DIN 19 700 Teil 12 Hochwasserrückhaltebecken (Juli 2004) beinhaltet: „Die Länge der Grundablassleitung sollte möglichst kurz sein. Eine in das Absperrbauwerk integrierte Stauwand mit entsprechendem Durchlass ist besonders geeignet, die Durchgängigkeit des Gewässers zu erhalten.“

### 3 Wandernde Tiere

In unseren Fließgewässern unternehmen sämtliche Fische sowie wirbellose Kleintiere zahlreicher Arten mehr oder weniger lange Wanderungen. Fische ziehen im Laufe ihres Lebenszyklus zielgerichtet gewässerauf- oder gewässeraufwärts. Dabei können sie sehr großräumig und über viele hundert Kilometer wandern, während Wirbellose sich eher kleinräumig bewegen.

Zusätzlich nutzen zahlreiche landgebundene Tiere die Flüsse und Bäche sowie deren Ufer als Wanderwege oder zumindest als Orientierungshilfe auf ihren Wanderungen.

Neben einer linearen Bewegung im oder entlang eines Gewässer finden auch seitwärts gerichtete, laterale Wanderungen zwischen Hauptgewässer und Seitengewässer oder Auen statt. Außerdem driften viele Tiere und Pflanzen, insbesondere bestimmte Altersstadien, mit der fließenden Welle ab und breiten sich dadurch passiv aus oder besiedeln auf diese Weise gezielt neuen Lebensraum.

Die Durchgängigkeit von Gewässer ist somit für die Erhaltung der betreffenden Arten eine grundlegende Voraussetzung. Wanderungen oder Bewegungsmöglichkeiten im Wasser, am Ufer, in Seitengewässern und in Auen hinein sind grundsätzlich zu ermöglichen. Dabei ist als

Leitbild der potentielle natürliche Gewässerzustand<sup>1</sup> heranzuziehen.

#### 3.1 FISCH E

Fische einiger Arten unternehmen während ihres Lebens weite Wanderungen, um gezielt bestimmte Gewässerabschnitte zu erreichen. Die Individuen anderer Arten bleiben dagegen mehr oder weniger nah an ihrem Geburtsort; aber auch diese Fische wechseln sowohl im Tageslauf als auch während eines Jahres immer wieder zwischen verschiedenen Besiedlungsräumen (Habitaten) hin und her.

Fische wandern oder ziehen im Wesentlichen zu drei verschiedenen Habitaten, den Rückzugs-, Nahrungs- und Laichhabitaten. Am bekanntesten sind die Laichwanderungen der Lachse und der Aale, die von ihren bevorzugten Aufenthaltsgebieten im Meer bzw. in den Binnengewässern viele hundert bis zu einigen tausend Kilometer zu ihren angestammten Laichplätzen in den Fließgewässern bzw. im Meer wandern. Allerdings unternehmen Fische dieser Arten ihre Laichwanderungen nur einmal

<sup>1</sup> Im Leitfaden Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg wird das Vorgehen bei der Leitbildentwicklung beschrieben. Als potentiell natürlicher Zustand wird ein gewässermorphologischer Zustand beschrieben, der sich mittelfristig nach Aufgabe aller anthropogenen Nutzungen einstellen würde.



oder nur sehr wenige Male in ihrem Leben – nach dem Ablaichen sterben sie.

Insbesondere bei den typischen und größeren Flussfischen wie Barbe (Abb. 3) und Nase (Abb. 4), welche den überwiegenden Teil ihres Lebens in Flüssen verbringen, sind regelmäßige, jährliche Wanderungen von vielen Kilometern zwischen dem Laichareal und dem sonstigen Aufenthaltsort belegt. Diese Laichwanderungen finden im Jahr zu ganz bestimmten Zeiten statt.



Abb. 3: Barbe



Abb. 4: Nase

Auch kleine, am Boden lebende Fische wie beispielsweise die Groppe (Abb. 5) oder die Bachschmerle suchen zum Ablaichen ebenfalls bestimmte Habitate mit geeigneten Strukturen auf. Die Distanzen, die hierbei zurückgelegt werden können, bewegen sich im Bereich von einigen hundert Metern.



Abb. 5: Groppe

Nach Studien am Main und am Rhein ist bekannt, dass sich Fischlarven und Jungfische bestimmter Arten gezielt in die Drift begeben, um neue Lebensräume zu erschließen. Darüber hinaus wechseln Jungfische im Laufe ihrer Entwicklung und mit zunehmender Größe mehrmals aktiv den Lebensraum, um in den so genannten Kinderstuben stets den jeweiligen Ansprüchen angepasste, günstige Aufwuchsbedingungen zu finden.

Zur Nahrungsaufnahme ziehen die Fische in der Regel von ihrem regelmäßigen Aufenthaltsort zu ganz bestimmten Strecken oder Bereichen mit einem guten Nahrungsangebot. Auch diese Wanderungen können räumlich recht ausgedehnt sein und bei unseren Fließgewässerfischen einige Kilometer umfassen. Wanderungen zu den Nahrungsgründen werden in der Regel in kurzen Intervallen, oftmals im Tag-Nacht-Rhythmus durchgeführt.

Rückzugshabitate werden von den Fischen insbesondere in den Wintermonaten oder bei ungünstigen Abfluss- oder Wasserbedingungen aufgesucht. Je nach Art und Größe legen die Fische hierbei mehrere hundert Meter bis einige Kilometer zurück. Die Fische ziehen beispielsweise im Winter regelmäßig in tiefere Bereiche mit wärmerem Wasser, und bei extremen Abflüssen suchen sie ruhigere Bereiche am Rand eines Gewässers auf, wo sie vor einer Abdriftung sicher sind.

Für den Fortbestand der Arten ist es notwendig, dass die Fische im Laufe ihres Lebens unbeschadet zu den Habitaten ziehen können, die sie benötigen. Wird ihnen der Zugang zu den Laich- oder Nahrungsplätzen verwehrt, stirbt auch die Art aus. Für den Lachs (Abb. 6) ist bei-

spielsweise belegt, dass nach der Errichtung von Querbauwerken Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts die Fische bei uns nicht mehr zu ihren angestammten Laichplätzen gelangen konnten.



Abb. 6: Springender Lachs

Als Folge waren Lachse im Rhein und seinen Nebengewässern weitgehend verschwunden. Zudem hatte die starke Verschmutzung des Flusses eine Erholung der Lachspopulationen verhindert und eine Wiederbesiedlung zunächst unmöglich gemacht.

Für ausgewählte, im Leitfaden „Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken“ als Indikatorarten (Abb. 3 bis 8) aufgeführte Fischarten enthält Anlage 2 unter anderem Informationen zu den Wanderungsdistanzen der Fische sowie Daten zur maximalen Höhe von Querbauwerken und zu den maximalen Fließgeschwindigkeiten, die von den Fischen bewältigt werden können. Bei der Konzeption und dem Bau von Quer- oder Durchgängigkeitsbauwerken sind die in der Anlage 2 angegebenen Werte zu beachten.



Abb. 7: Äsche



Abb. 8: Bachforelle

Bei ihren Wanderungen orientieren sich die Fische an der Hauptströmung. Dabei muss das strömende Wasser am Fischkörper anliegen, damit der Fisch die Strömungsunterschiede wahrnehmen kann. Es ist daher wichtig, dass unterhalb von Wanderhilfen wie Fischtreppen, Umgehungsgewässern etc. eine ausreichend hohe Leitströmung vorhanden ist. Nur damit kann gewährleistet werden, dass die Fische bei ihrer Wanderung stromaufwärts eine Wanderhilfe finden.

Nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie sind Fische Indikatororganismen für die Bewertung des ökologischen Zustandes von Wasserkörpern. Dabei ist die Artenzusammensetzung, Abundanz (Häufigkeit) und Altersstruktur der aktuellen im Vergleich zur natürlicherweise vorhandenen Fischfauna zu bestimmen und zu bewerten.

### 3.2 BENTHOSORGANISMEN

Die an der Gewässersohle lebenden Tiere und Pflanzen nennt man Benthos. Die wirbellosen Tiere des Benthos benötigen für ihre Wanderung eine natürliche, durchgängige Gewässersohle mit einem durchgehenden wassergefüllten Lückensystem unter der Sohle und im Uferbereich (hyporheisches Interstitial).

Die artenreichste Gruppe der Kleinlebewesen in unseren Fließgewässern sind die Insekten. Viele Arten verbringen als Larven einen großen Teil ihres Lebens im Wasser. Hierzu gehören Eintagsfliegen, Libellen, Steinfliegen, Schlammfliegen, Zweiflügler (Mücken, Fliegen) und Köcherfliegen. Andere Insekten, wie z. B. viele Käfer- und Wanzenarten, verbringen ihr gesamtes Leben im Wasser. Als weitere wichtige Benthosorganismengruppen sind Strudelwürmer, Ringelwürmer (Wenigborster, Egel),



Wassermilben, Krebstiere, Muscheln und Schnecken zu nennen.

Die wirbellosen Zoobenthosorganismen besiedeln vor allem das Sohlensubstrat. Aufgrund des dort vorherrschenden vielfältigen Strömungsmosaiks finden sich Zonen mit stark reduzierter Strömungsgeschwindigkeit. Auch das unter der Gewässersohle und im Uferbereich wassergefüllte Lückensystem (hyporheisches Interstitial) bietet den Kleinlebewesen Schutz vor direktem Strömungsangriff und dient als wichtiges Siedlungsgebiet.



Abb. 9: Flussflohkrebs (*Gammarus roeseli*)



Abb. 10: Eintagsfliegenlarve des gefleckten Aderhaft (*Rhitrogena semicolorata*)

Im Gegensatz zu denjenigen Insekten, die im geflügelten Zustand das Gewässer verlassen und auf dem Luftweg neue Lebensräume erschließen können, sind die rein wassergebundenen Arten zur Ausbreitung und Wiederbesiedlung ausschließlich auf aktive Wanderung und Drift im Gewässer angewiesen. Großräumige Wanderungen der Wirbellosen werden im Jahresgang von der Gewässertemperatur gesteuert. Auch die unterschiedliche Tag- / Nachtaktivität der Arten spiegelt sich in der Drift wider.



Abb. 11: Wildblickender Strudelwurm (*Planaria torva*)

Die Ortsveränderung der Wirbellosen innerhalb der Fließgewässer kann auf folgende Weise stattfinden:

- Stromaufwärts und stromabwärts gerichtete Wanderungen erfolgen aufgrund des natürlichen Ausbreitungsverhaltens, Nahrungssuche, dem Vermeiden ungünstiger abiotischer Bedingungen und dem Aufsuchen von Schutzzonen.
- Die Wanderung ist oft stromaufwärts gerichtet, was sich aus dem rheotaktischen Verhalten vieler Wasserbewohner gegenüber der Strömung erklärt. Die Fortbewegung erfolgt dabei im oberen Bereich des Lückensystems oder an der Oberfläche des Sohlensubstrates, wobei sich einige auch im sohlennahen strömungsarmen Wasser freischwimmend bewegen.
- Einige Benthosinsekten fliegen als erwachsene Tiere zur Kompensation der Abdrift stromaufwärts.
- Die aktive Abwärtsbewegung mit dem Strom bezeichnet diejenige Verdriftung, die aufgrund eigener Aktivität der Bodentiere zustande kommt.
- Die passive Drift wird vor allem durch die Hochwasserströmung und durch Umlagerung/Erosion des Sohlensubstrates hervorgerufen.



Abb. 12: Lidmückenlarve

Für die Wanderungsbewegung der aquatischen Wirbellosenfauna ist die Existenz eines durchgehenden, vielfältigen und standorttypischen Lückensystems in der Gewässersohle von entscheidender Bedeutung.



Abb. 13: Der dunkle Kopf der Larve der Gezähntfühligen Köcherfliege (*Odontocerum albicorne*) schaut aus dem Köcher

Stauräume haben durch veränderte Strukturverhältnisse, fehlende Strömungsvarianz, die Kolmation der Sohle sowie Trophieerscheinungen und einen veränderten Wärmehaushalt negative Auswirkungen auf die natürlichen abiotischen Lebensbedingungen des Fließgewässer-Makrozoobenthos. Sie wirken auf viele der genannten Arten wie ein Wanderungshindernis.

### 3.3 LANDTIERE UND TIERE DER WASSERWECHSEL-ZONE

Außer den Tieren der Wasserwechselzone wandern auch kleine und große Landtiere entlang der Gewässer. Dabei stellen Wasserbauwerke und auch andere Infrastrukturelemente, wie z. B. Straßen, Barrieren dar, die überwunden werden müssen. Diese Barrierewirkung tritt insbesondere bei den Hochwasserrückhaltebecken und den Talsperren auf, da diese sich zumeist über die ganze Talbreite erstrecken.

Die uferbewohnenden Tierarten sind auf den Wasser-Land-Lebensraum angewiesen und bewegen sich dementsprechend entlang der Fließgewässer. Einige amphibische Tierarten können Wasserbauwerke auch schwimmend überwinden. Beispiele für Tiere mit amphibischer Lebensweise sind Sumpffieberkäfer, Wasserspitzmaus, Biber und Fischotter.



Abb. 14: Geburtshelfer-Kröte, Männchen

In strukturarmen Landschaften wandern auch viele Landtiere bevorzugt im Schutz der Ufervegetation. Einige Insekten orientieren sich z. B. bei ihren Kompensationsflügen an der Vegetation und der prägnanten Luftströmung über den Fließgewässern (besonderes Kleinklima).



Abb. 15: Libellen mit Lebensraum Fließgewässervegetation

Ausreichend breite und durchgehende (gewässerparallele) Randstreifen auch im Bauwerksbereich sind für die Wanderungen der Uferbewohner und der kleinen Landtiere z. B. bei Durchlässen, Brücken und Hochwasserrückhaltebecken anzustreben.



Abb. 16: Nutria



## 4 Wanderungshindernisse

Wanderungshindernisse sind nicht nur die höheren Wehranlagen, sondern auch die zahlreichen kleinen Sohlenstufen, die bei ungünstiger Gestaltung für die Gewässerfauna unüberwindbar sind. Als Primäreffekt zerschneiden die Quer- und Längsbauwerke die Fließgewässer und behindern bzw. unterbinden die Durchgängigkeit.

Oft reichen die Wasserbauwerke weit in die Auen hinein und stellen daher nicht nur für die aquatische Fauna, sondern auch für die amphibische und terrestrische Tierwelt Hindernisse dar.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Querbauwerke und ihre primäre Wirkung als dauerndes Wanderhindernis im Gewässer erläutert:

- Sohlenbauwerke incl. Abstürze
- Regelungsbauwerke
- Kreuzungsbauwerke
- Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren
- Verrohrungen / Verdolungen
- Wasserkraftanlagen
- Schöpfwerke
- Pegelanlagen

Die Ufer- und Sohlenbefestigung sowie die Tiefenerosion kann dauernd die Durchgängigkeit im Gewässer und zu den angrenzenden Ufer- und Auebereichen behindern.

Die nutzungsbedingten Folgeeffekte (Sekundäreffekte) werden danach erläutert. Sie erfolgen bei Wasserentnahmen und Ausleitungsstrecken, durch Staubereiche sowie bei Abwasser- und Kühlwassereinleitungen. Abwasser- und Kühlwassereinleitungen stellen oft insbesondere in Niedrigwasserzeiten eine physiologische Barriere für die Tiere dar.

Die Wirkung kann dauernd, wie z. B. in Staubereichen oder auch temporär, wie z. B. bei befristeten Einleitungen

sein. Der Barriereeffekt kann sich auf lange Gewässerabschnitte auswirken

Natürliche Wanderhindernisse werden im letzten Kapitel erläutert.

### 4.1 SOHLENBAUWERKE INCL. ABSTÜRZE

Sohlenbauwerke sind Bauwerke zur Verhinderung der Sohlenerosion, die quer zur Fließrichtung über die ganze Breite des Gewässers angeordnet sind [DIN 4047 Teil 5].



Abb. 17: Absturz in der Kinzig bei Wolfach.

Zu den Sohlenbauwerken gehören die Sohlenstufen (Absturz, Absturztreppe, Sohlenrampe, Sohlengleite) und Schwellen (Stützwehr, Grundschwelle, Sohlenschwelle). Bei den Sohlenstufen wird ein Höhenunterschied in der Sohle überwunden, während die Schwellen sohlengleich gebaut werden. Nähere Erläuterungen zu den Anlagentypen findet man in Teil 2 der Leitfadensreihe.

Wie in Abb. 17 zu sehen ist, besteht bei Abstürzen eine Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser. Nur schwimm- und sprungstarke Fische können diesen Absturz überwinden (Abb. 6). Alle anderen Fische und die Benthosorganismen können nicht stromauf wandern.



#### 4.2 REGELUNGSBAUWERKE

Unter Regelungsbauwerken versteht man Bauwerke zur Abflussregelung, wie z. B. Wehre und Schützanlagen. Sie erzeugen einen Aufstau. Regelungsbauwerke kommen zumeist in Kombination mit Wasserkraftnutzungen oder Wasserentnahmen zum Einsatz. Neben der zum Teil großen Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasser behindert auch der Rückstau (Sekundäreffekt) die Durchgängigkeit der Fließgewässer (siehe 5.11 Staubereiche). Nähere Erläuterungen zu den Anlagentypen findet man in Teil 2 der Leitfadensreihe.

Abb. 18 zeigt eine Wehranlage, die selbst schwimmstarke Fische auf Grund einer fehlenden Anlaufstrecke, z. B. in Form eines tiefen Kolkes/Gumpens nicht passieren können.



Abb. 18: Regelungsbauwerk einer Wasserkraftanlage an der Kinzig.

#### 4.3 KREUZUNGSBAUWERKE

Wird ein Gewässer durch ein Bauwerk über- oder unterquert spricht man von einem Kreuzungsbauwerk. Hierzu zählen kreuzende Verkehrswege mit Hilfe von Brücken, Durchlässen, Furten oder auch Gewässerdüker sowie Überleitungen. Verdolungen gehören nicht dazu (siehe Kap. 4.5). Definitionen zu den einzelnen Bauwerkstypen findet man in der DIN 4047 Teil 5.

Die Durchgängigkeit wird insbesondere durch Durchlässe behindert. Oft fließt das Wasser sehr schnell mit geringer Wassertiefe durch ein glattes Betonrohr. Unterhalb der Durchlässe bilden sich häufig Kolke/Gumpen und Abstürze, so dass keine Sohlenanbindung vorhanden ist (Abb. 19). Brücken und Furten hingegen bewirken dage-

gen keine oder geringe Einschränkungen der Durchgängigkeit.



Abb. 19: Durchlass mit Absturz behindert die Durchgängigkeit.

Ein Gewässerdüker (Abb. 20) ist ein Kreuzungsbauwerk, in dem ein Gewässer unter einem Gewässer, einem Geländeinschnitt oder einem tiefliegenden Hindernis unter Druck durchgeleitet wird (DIN 4047 Teil 5). Durch die zumeist glatte Bauwerksoberfläche, die hohen Fließgeschwindigkeiten, das fehlende Licht (siehe Kap. 4.5) und das Druckgefälle ist die Durchgängigkeit stark beeinträchtigt.

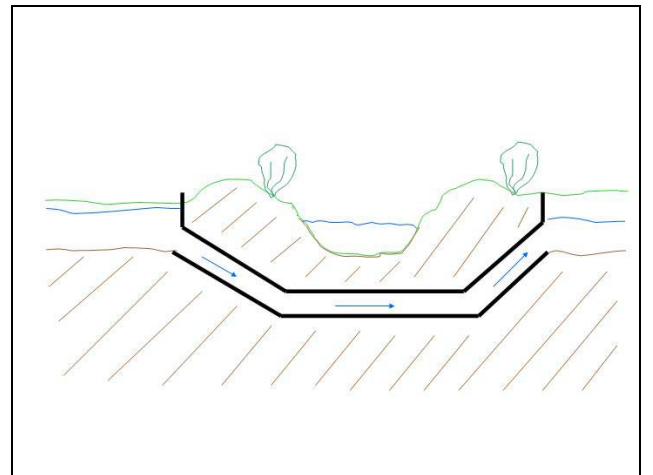


Abb. 20: Zwei Gewässer kreuzen sich (Gewässerdüker Schemaskizze).

#### 4.4 HOCHWASSERRÜCKHALTEBECKEN/TALSPERREN

Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren sind Stauanlagen, die ganz oder teilweise dem vorübergehenden Rückhalt von Hochwasser dienen [DIN 4048 Teil 1]. Der Dauerstauraum bei Talsperren ist so groß, dass dessen Wasser auch für andere Nutzungen, wie z. B. Trinkwas-

serversorgung oder Niedrigwassererhöhung, genutzt werden kann.

Die Staudämme verlaufen quer zum Tal und sperren neben dem Gewässer auch die Aue und den Talraum ab (Abb. 21). Sie behindern damit alle Wanderwege im und entlang des Gewässers (Abb. 22). Insbesondere bei älteren Hochwasserrückhaltebecken wurden die Gewässer im Bauwerk verrohrt (siehe Kap. 4.5) und damit die Durchgängigkeit stark eingeschränkt.



Abb. 21: Schlichemtalsperre bei Schömberg.

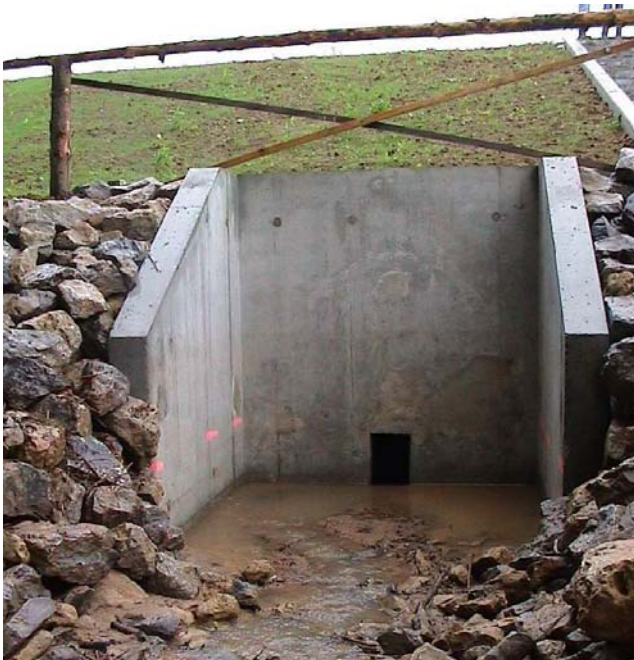


Abb. 22: Betriebseinlass des HRB Binsenklinge an der Binsenklinge bei Reihen (vor dem Umbau).

Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren mit Dauerstau unterbrechen das Fließkontinuum der Gewässer. Die Wanderung im Gewässerbett ist durch das Staubauwerk

unterbunden. Die ökologischen Bedingungen der Dauerstauseen unterscheiden sich von den Biotopbedingungen in den Fließgewässern (siehe Kap. 4.12).

Nähere Erläuterungen zu den Anlagentypen findet man in Teil 3 der Leitfadensreihe.

#### 4.5 VERROHRUNGEN / VERDOHLUNGEN

Verrohrungen sind Rohrleitungen, in denen ein Fließgewässer unter flächenhaften Hindernissen - in der Regel mit freiem Wasserspiegel - durchgeleitet wird [DIN 4047 Teil 5].

Verrohrungen werden auf Hochwasserabflüsse dimensioniert. Daher besteht bei mittleren Abflussverhältnissen eine geringe Wassertiefe mit hoher Fließgeschwindigkeit. Die Sohle ist zumeist glatt und ohne Substrat. Randstreifen bestehen häufig nicht. Auf einer langen Fließstrecke fehlt Licht und besteht eine veränderte kleinklimatische Zone (Tunneleffekt). Verrohrungen (Verdölungen) stellen daher oft unüberwindbare Wanderhindernisse dar.

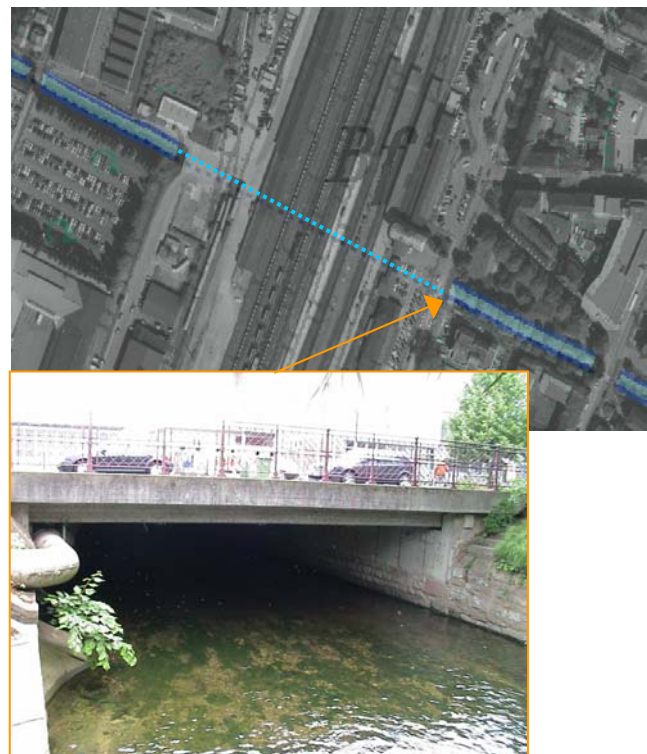


Abb. 23: Brücke als Beginn einer langen Verdölung (gestrichelte blaue Linie) des Saalbachs in Bruchsal.

Nähere Erläuterungen zu dem Anlagentyp findet man in Teil 4 der Leitfadensreihe.



#### 4.6 WASSERKRAFTANLAGEN

Bei den Laufwasserkraftanlagen unterscheidet man Flusskraftwerke und Umleitungskraftwerke, auch Ausleitungskraftwerke genannt. Flusskraftwerke sind im Flusslauf errichtete Wasserkraftwerke [DIN 4048 Teil 2]. Ausleitungskraftwerke sind Wasserkraftwerke, bei denen die am Absperrbauwerk vorhandene Fallhöhe durch Ausleitung erhöht wird [DIN 4048 Teil 2].

Die Flusskraftwerke und die zugehörigen Absperrbauwerke behindern meist die Durchgängigkeit durch die Bauwerke selbst und den Rückstau, wie bei den Regelungsbauwerken in Kap. 4.2 beschrieben.

Bei den Ausleitungskraftwerken wird das Fließgewässerkontinuum an zwei Stellen, im Kanal und im Mutterbett, d. h. in der Ausleitungsstrecke, unterbrochen. Im Ausleitungskanal blockiert das Krafthaus die Wanderung. Da dort fast immer die Hauptströmung vorherrscht, suchen insbesondere die Fische hier nach einer Aufstiegsmöglichkeit.

Die Ausleitungsstrecke wird durch ein Regelungsbauwerk abgesperrt. Unterhalb davon ist der Abfluss oft zu gering, um die Durchwanderung der Ausleitungsstrecke sicherzustellen (siehe Kap. 4.11). Des Weiteren muss eine ausreichend starke Lockströmung für das Auffinden der Ausleitungsstrecke vorhanden sein. Oberhalb des Krafthauses und des Regulierungsbauwerks behindert auch der Staubereich die Durchgängigkeit (siehe Kap. 4.12).



Abb. 24: Umleitungswasserkraftanlage in Bad Rotenfels Triebwerkanal links, rechts Ausleitungsstrecke der Murg.



Abb. 25: Streichwehr mit geringem Zufluss zur Ausleitungsstrecke der Murg (WKA in Bad Rotenfels).

Neben der Aufstiegsproblematik ist bei den Wasserkraftanlagen auch der Fischabstieg zu beachten (siehe Kap. 3.1). Da die Fische auch stromabwärts mit der Strömung wandern, versperren die Wasserkraftanlagen mit ihren Rechen und Turbinen den Weg.

Nähere Erläuterungen zu den Anlagentypen findet man in Teil 2 und in Teil 5 der Leitfadensreihe.

#### 4.7 SCHÖPFWERKE

Schöpfwerke sind Wasserförderanlagen für Entwässerungszwecke [DIN 4047 Teil 2], die zur Binnenentwässerung bei Flussdeichsystemen eingesetzt werden. Im Hochwasserfall wird das Nebengewässer abgesperrt und das Wasser in das Hauptgewässer gepumpt.

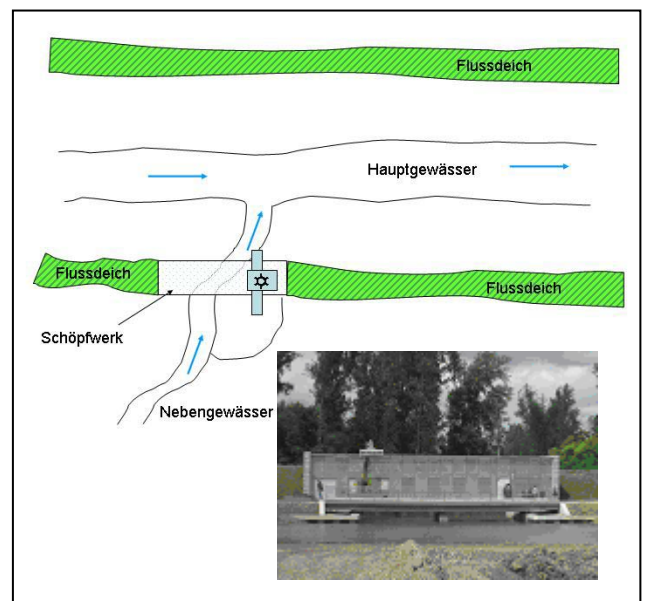


Abb. 26: Schöpfwerk im Hauptschluss zur Binnenentwässerung in den Rhein bei Söllingen.

Eine temporäre Absperzung im Hochwasserfall kann akzeptiert werden und bedeutet nur eine geringfügige Einschränkung der Durchgängigkeit. Ist das Schöpfwerk nicht in Betrieb, ist jedoch ein barrierefreier Durchgang durch das Schöpfwerk oder an diesem vorbei wichtig.

Werden Schöpfwerke im Hauptschluss gebaut, fließt das Gewässer durch das Bauwerk. Hier treten dann die gleichen Behinderungen bei der Wanderung auf wie bei Durchlässen und Verrohrungen.

#### 4.8 PEGELANLAGEN

Pegel sind Einrichtungen zum Messen des Wasserstandes oberirdischer Gewässer [DIN 4049 Teil 3]. Mit Hilfe der Pegelanlagen werden die Datengrundlagen für das wasserwirtschaftliche Handeln ermittelt.

Die Messung stellt spezielle bauliche Anforderungen an die Ufer und den Sohlenbereich. An Niedrigwasspegeln muss auch bei geringer Wasserführung ein gebündelter Abfluss für die Messung vorhanden sein.

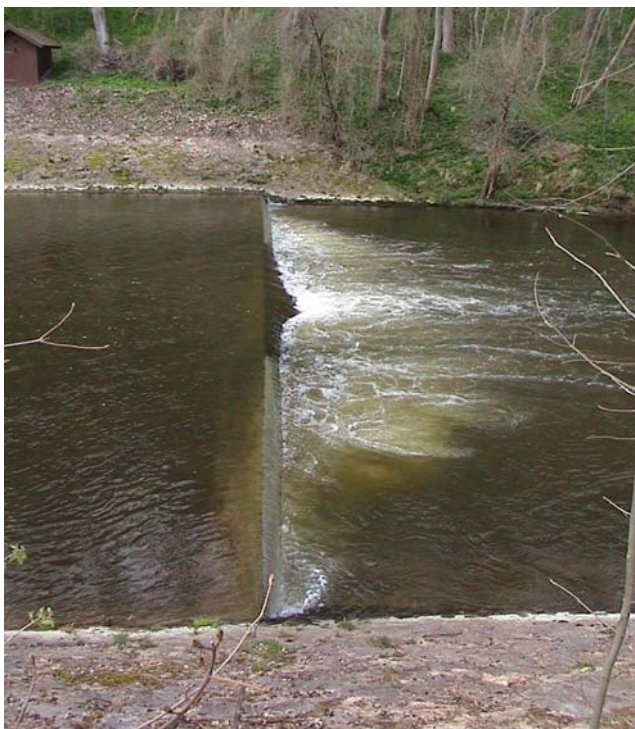


Abb. 27: Pegel Dörzbach an der Jagst.

Wie Abb. 27 zeigt, kann die Durchgängigkeit durch den Absturz stark eingeschränkt sein (siehe Kap. 4.1).

Nähere Erläuterungen zu den Anlagentypen findet man in Teil 2 der Leitfadensreihe.

#### 4.9 UFER- UND SOHLENBEFESTIGUNG

Bei Gewässern mit massiver Ufer- und Sohlenbefestigung wird die Durchgängigkeit nicht nur im Gewässer, sondern auch in vertikaler und lateraler Richtung (Abb. 2) stark eingeschränkt. Oft sind diese Gewässer für den Hochwasserabfluss ausgebaut, so dass bei mittlerem Abfluss nur eine geringe Wassertiefe und hohe Fließgeschwindigkeit vorherrscht. Dadurch ist die Längsdurchgängigkeit eingeschränkt.

Häufig wurden die Sohle und auch die Ufer stark befestigt. Dadurch sind der Wasserwechselbereich und die Aue abgetrennt (Abb. 28). Der aquatischen Wirbellosenfauna und den Jungfischen fehlt das Substrat mit dem Lückensystem für die Wanderung.



Abb. 28: Saalbach bei Bruchsal mit extremer Uferbefestigung.

#### 4.10 TIEFENEROSION

Übermäßige Regenwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten oder Gewässerausbauten, die in den Geschiebehaushalt des Gewässers eingreifen, können Tiefenerosion verursachen. Diese Tiefenerosion kann das ökologische Gefüge stören. Der amphibische Bereich der Wasserwechselzone wird durch steile Ufer abgelöst (Abb. 29 und 30). Ehemals sohlengleiche Einmündungen und Durchlässe haben nun einen Absturz, Nebengewässer können nicht mehr erreicht werden. Die Durchgängigkeit, z. B. zu den Laichplätzen, ist nicht mehr gegeben.





Abb. 29: Steile Ufer durch Tiefenerosion.



Abb. 30: Tiefenerosion im Mühlenbach bei Dornstetten.

#### 4.11 WASSERENTNAHME UND AUSLEITUNGSSTRECKEN

Bei Mittel- und insbesondere bei Niedrigwasser kann die Wasserentnahme deutlich in das Fließgewässer-Ökosystem eingreifen. Für die Lebensgemeinschaften bedeutsame Faktoren wie Stoffhaushalt, Substrat bzw. Sediment, Benetzung und Strömung hängen maßgeblich vom Abfluss ab. Da die natürliche Biozönose auf natürliche oder naturnahe Verhältnisse und Randbedingungen

angewiesen ist, können Wasserentnahmen die Lebensgemeinschaften der Fließgewässer in ihrer Größe und Zusammensetzung verändern.

Nähere Erläuterungen findet man in dem LfU-Leitfaden „Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken“.



Abb. 31: Kein Abfluss unterhalb des Schlauchwehres und ein trocken gefallener Fischpass.

#### 4.12 STAUBEREICHE

Staubereiche bestehen oberhalb von Stauanlagen, Regelungsbauwerken und Wasserkraftanlagen.



Abb. 32: Neckarabschnitt bei Neckarsulm – Teil einer Staukette.

Durch den Aufstau wird die Fließgeschwindigkeit reduziert. Die Staubereiche sind daher durch Fließgewässer untypische Ablagerungen von Feinsediment sowie höhere Temperaturen und geringere Sauerstoffkonzentrationen gekennzeichnet. Die veränderten Bedingungen bieten den typischen Fließgewässerarten keinen passenden Lebensraum mehr. Es entwickeln sich erheblich abweichende Lebensgemeinschaften.



Viele Gewässer bilden durch die Aneinanderreihung von Wassernutzungen Stauketten über viele Kilometer mit den beschriebenen gravierenden Folgen.

#### 4.13 ABWASSER- UND KÜHLWASSEREINLEITUNG

Auch Abwasser- und Kühlwassereinleitungen können aufgrund der veränderten Wasserqualität als Wanderbarriere wirken.



Abb. 33: Abwärme aus Kühlwassernutzung.

#### 4.14 NATÜRLICHE HINDERNISSE

Auch natürliche Hindernisse, wie z. B. Felsriegel (Abb. 34), können die Durchgängigkeit ver- oder behindern.



Abb. 34: Natürliche Stromschnelle an einem Felsriegel in der Jagst bei Dörzbach.

Bekannte natürliche Hindernisse sind der Rheinfall (Abb. 35) und die Donauversickerung (Abb. 36).



Abb. 35: Rheinfall bei Schaffhausen.



Abb. 36: Donauversickerung bei Immendingen.

Auch Biberdämme sind als „natürliche Hindernisse“ einzustufen.



Abb. 37: Biberdamm.

# 5 Wiederherstellung der Durchgängigkeit

Im Folgenden sind Lösungsansätze zur Herstellung der Durchgängigkeit anhand von Beispielen vorgestellt. Diese repräsentieren das Engagement zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit in Baden-Württemberg. Durch den Vorher-Nachher-Vergleich sollen die Verbesserung der Situation dargestellt werden. Es soll nur verschiedene Möglichkeiten dargestellt werden. Detaillierte Informationen zu den Anforderungen und Konstruktionen sowie Beispiele enthalten die weiteren Teile der Leitfadensreihe. Zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit bei **Querbauwerken** kommen folgende Lösungen zum Einsatz:

- Rückbau der Anlage (5.1)
- Anlegen eines Umgehungsgewässers (5.2)
- Umbau zu einer Rauen Rampe oder Teilrampe (5.3)
- becken- oder gerinneartige Aufstiegsanlagen (5.4)
- Sonderbauweisen
- Fischabstiegsanlagen
- Bauweisen mit verbesserter Durchgängigkeit (5.5)

Bei **Längsbauwerken** (Verrohrungen, Ufer- und Sohlenbefestigung etc.) sind möglich:

- Rückbau (5.1)
- ingenieurbioologische Sicherung
- Bauweisen mit verbesserter Durchgängigkeit (5.5)
- Einbau von Sohlensubstrat und Uferbermen (5.5)

In der Tabelle 1 ist eine systematische Gliederung von Anlagen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit, in Anlehnung an den DWA-Fachausschuss (erarbeitet das Nachfolgemerkblatt des DVWK M 232 (1996)), dargestellt. Die Gliederung erfolgte nach einer Analyse der in den verschiedenen Normen und Regelwerken verwendeten Begriffe. Bei der Benennung wurde versucht, die Begrifflichkeiten normenkonform zu halten, wenngleich dies nicht immer abschließend möglich war. Die Gliederung der Aufstiegsanlagen erfolgte nach der Lage zum Querbauwerk.

Tabelle 1: Gliederung von Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit.

Fischabstieg		Fischaufstieg			
Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen	fischpassierbare Querbauwerke	Umgehungsgewässer	Beckenpässe	Gerinneartige Fischaufstiegsanlagen	Sonderbauweisen
		Kombinierte Bauweisen möglich			
bei Entnahmebauwerk/Wasserkraftanlage	Gesamtes Querbauwerk oder Teil des Querbauwerks	weitläufig um Querbauwerk	am/im Querbauwerk		
Abweissvorrichtungen: - Stabrechen - Lochrechen - Rollrechen - Filter - etc. Abstiegshilfen: - Bypässe - Schütz mit Abwenderklappe - etc.	- Sohlenrampen (verschiedene Bauweisen) - Sohlengleiten - Teilrampen - spezielle Rampen bei Pegelanlagen	Künstliches Fließgewässer in Störsteinbauweise oder Mischbauweisen, ggf. mit Lebensraumfunktionen	- Konventioneller Beckenpass - Schlitzpass - Raugerinne-Beckenpass - Tümpelpass - Steinschwellenbeckenpass - Wulstfischpass - Rhomboidpass - Mäanderpass - Mischbauweisen	- Störsteinbauweise - Borstenfischpass - Aalpass - Denilpass	- Fischschleusen - Fischaufzüge - Fischkatapult
ATV-DVWK Juli 2004, Teil 5 der LfU Leitfadensreihe	Teil 2 der LfU Leitfadensreihe		DVWK Merkblatt 232 – 1996		

Es muss darauf hingewiesen werden, dass, bis auf die Vollrampe, alle Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit nur einen Teilausgleich für die verloren gegangene Durchgängigkeit darstellen.

Die **Sekundäreffekte** (siehe Kap. 4) können reduziert werden durch:

- ausreichenden Mindestabfluss in der Ausleitungsstrecke
- Auflösen des Staus oder Reduktion von Stauhöhe und -Staulänge
- Umgehung des Staubereichs durch Umgehungsgewässer
- Gewässerentwicklung mit Anbindung der Seitengewässer und der Aue

### **Anforderungen für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit**

Bei den Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit ist die Dimensionierung der Anlage entsprechend der Ansprüche der gewässertypischen Fischfauna und der Benthosorganismen erforderlich. Des Weiteren müssen diese Anlagen unterhalten werden, um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten. Genauso wichtig ist jedoch das Auffinden der Anlage, d. h. die ausreichende Leitströmung für die Fische, und die optimale Lage des Einstiegs. Für die Benthosorganismen sind auch beim Ausstieg die entsprechenden Anforderungen zu beachten.

Der zu wählende Anlagentyp (Bauweise und Bauart) zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit hängt neben der zu überwindenden Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser insbesondere von dem verfügbaren Raum ab. Enge Talräume mit hohem Siedlungsdruck bieten z. B. selten die Möglichkeit, ein Umgehungsgewässer herzustellen.

Bei der Auswahl der Vorgehensweise müssen die Faktoren Zeit, Machbarkeit und Kosten betrachtet werden. Das Vorgehen muss dem Gewässertyp/Gewässersystem angepasst sein. Bei der Maßnahmenplanung ist die Fischereiverwaltung, ggf. auch die Naturschutzverwaltung und weitere Betroffene zu beteiligen.

Ebenso wichtig wie die Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist die Gewässerentwicklung hin zur Naturnähe.

### **Besondere Anforderungen**

Bei Gewässern mit Tiefenerosion muss zuerst versucht werden, die Tiefenerosion auf ein natürliches Maß zu begrenzen. Hierzu können Retentionsmaßnahmen im Siedlungswasserbereich notwendig werden. Des Weiteren kann durch die Verlängerung des Gewässerlaufs die Tiefenerosion gebremst werden. Dies kann durch die natürliche Gewässerdynamik, eventuell unterstützt durch Entwicklungsmaßnahmen, erreicht werden. Flächen rechts und links des Gewässers müssen hierfür zur Verfügung stehen.

Bei Abwasser- und Kühlwassereinleitungen muss das eingeleitete Wasser in Qualität und Menge auf ein verträgliches Maß reduziert werden, damit keine Barrierewirkung auftritt. Einleitungen in Ausleitungsstrecken sind zu vermeiden oder der Mindestabfluss ist entsprechend zu erhöhen.

Hat man ein Fließgewässersystem mit mehreren Barrieren, kann die Priorisierung der Wiederherstellungsmaßnahmen anhand zweier Vorgehensweisen erfolgen:

- Lineare Erschließung – von unterstrom nach oberstrom
- Sektorale Erschließung – Bildung von ökologisch sinnvollen Lebensraumabschnitten.

Zu dem Thema „**Fischabwanderung**“ ist der Stand des Wissens in der Ausgabe der ATV-DVWK-Themen „Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen“ vom Juli 2004 zusammengetragen. Neben den Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit kann auch ein geeigneter Betrieb der Anlagen, wie z. B. das temporäre Abschalten der Turbinen von Wasserkraftanlagen, in Betracht gezogen werden. Auch werden fischfreundlichere Turbinen entwickelt.

### **5.1 RÜCKBAU (STAUNIEDERLEGUNG)**

Insbesondere in den kleinen Fließgewässern finden sich neben zahlreichen kleinen Sohlenabstürzen auch Kulturstau, z. B. zur Wiesenwässerung, deren ursprüngliche Nutzung aufgegeben wurde. Hierdurch wird die Wanderung der Wassertiere weiterhin unterbunden. Hier sollte der Beseitigung der Anlagen, wenn dem nicht kulturhistorische (siehe Kap. 6) oder sonstige Gründe entgegenstehen, der Vorzug gegeben werden.



### Vorher-Nachher 1

Ein Rückbau wurde z. B. an einem ausgedienten Sohlenbauwerk in der Aich bei Nürtingen-Oberensingen durchgeführt. Das Bauwerk wurde durch das THW gesprengt (geschliffen).



Abb. 38: Absturz vor der Sprengung.



Abb. 39: Sprengung durch das THW Schorndorf.



Abb. 40: Raue Rampe gestaltet durch das Gewässer.

Die geplante Gestaltung der gesprengten Steinmassen konnte entfallen, da das Gewässer die Raue Rampe selbst modellierte. Die Durchgängigkeit wurde wieder herge-

stellt. Der Oberwasserspiegel sank um wenige Zentimeter. Auswirkungen auf den Grundwasserstand und die Vegetation sind bis heute nicht festgestellt worden.

### Vorher-Nachher 2

Ebenso beispielhaft ist der Rückbau eines harten Uferverbau für die Wiederherstellung der lateralen Durchgängigkeit am Ratzengraben in Biberach.



Abb. 41: Ratzengraben hart verbaut.



Abb. 42: Ratzengraben nach dem Umbau.



### Vorher-Nachher 3

Das Öffnen einer Verdolung (Verrohrung) ist im Einzelfall auch im Siedlungsgebiet möglich (Abb. 43 und 44).



Abb.43: Unsichtbares Gewässer.



Abb. 44: Nach dem Umbau sieht man ein Stadtgewässer.

### 5.2 UMGEHUNGSGEWÄSSER

Umgebungsgewässer fungieren neben der Herstellung der Durchgängigkeit auch als Lebensraum. Deshalb haben sie eine große Bedeutung für die Ökologie des Gewässers. Umgebungsgewässer benötigen entsprechenden Platz. Sie können an großen und kleinen Anlagen in unterschiedlicher Länge realisiert werden (Abb. 45 bis Abb. 48).



Abb. 45: Umgebungsgewässer bei einem Ausleitungskraftwerk am Neckar bei Kirchentellinsfurt.

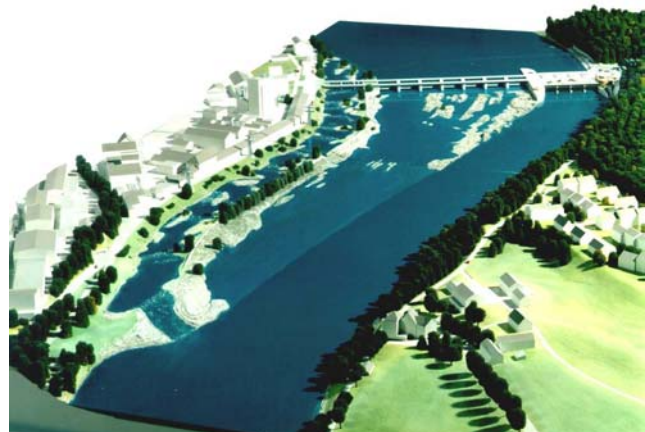


Abb. 46: Modell mit naturnahem Umgebungsgewässer (links) bei dem geplanten Neubau der Wasserkraftanlage Rheinfeldern am Hochrhein im Bereich des jetzigen Kraftwerkkanals.



Abb. 47: Umgebungsgewässer am Neckar bei Kiebingen.





Abb. 48: Umgebungsgewässer an der Enz bei Niefern.

Abb. 49 zeigt eine kombinierte Bauweise. Die Anlage umgeht auf sehr kurzem Wege das Regelbauwerk (daher den Umgebungsgewässern zugeordnet). Die Konstruktion aus Steinriegeln entspricht einem Beckenpass.



Abb. 49: Ein Raugerinne-Beckenpass umgeht ein Regulierungsbauwerk im Feldbach bei Wagshurst.

In Teil 2 der Leitfadenreihe wird ausführlich die Planung und Gestaltung von „Umgebungsgewässern“ beschrieben.

### 5.3 PASSIERBARE QUERBAUWERKE

Eine gute Möglichkeit, die Durchgängigkeit im Fließgewässer wiederherzustellen, ist die Umgestaltung eines Querbauwerks zu einer Rampe oder Teilrampe. Diese Varianten haben den Vorteil, dass keine zusätzliche Fläche benötigt wird. Raue Rampen und Teilrampen können so angelegt werden, dass auch bei Niedrigwasser die Durchgängigkeit gewährleistet ist.

#### Vorher-Nachher 4

Umgestaltung eines Regelbauwerkes an der Aich bei Grötzingen, Landkreis Esslingen (Abb. 52 und 53).



Abb. 50: Wehr vor der Umgestaltung (typische Verklauung am Fischpasseinlauf).



Abb. 51: Umgebaut zur Rauhen Rampe nach wenigen Wochen.



## Vorher-Nachher 5

Umgestaltung eines Absturzes an der Aich bei Waldenbuch (Abb. 52 und 53).



Abb. 52: Absturz an der Aich bei Waldenbuch.



Abb. 53: Raue Rampe ersetzt den Absturz, Holzgrüenschwellen sichern die Böschung.

## Vorher-Nachher 6

Umbau eines Absturzes und Entfernen der Ufer- und Sohlenbefestigung an der Körsch bei Scharnhausen (Abb. 54 und 55).



Abb. 54: Absturz in der Körsch.



Abb. 55: Raue Rampe und Steinwurf ersetzen den Absturz und den harten Uferverbau.

Umgebaute Pegelanlage an der Jagst bei Untergriesheim (Abb. 56) und Teilrampe in Obermarchtal (Abb. 57).



Abb. 56: Umgebauter Pegel an der Jagst bei Untergriesheim.



Abb. 57: Teilriegelrampe (rechts) ermöglicht die Durchgängigkeit an der Donau bei der Wasserkraftanlage Alfredstal-Obermarchtal.



In Teil 2 der Leitfadenreihe wird die Planung und Gestaltung von Rauen Rampen und Teilrampen ausführlich beschrieben.

#### 5.4 BECKENPÄSSE UND GERINNEARTIGE FISCHAUFSTIEGSANLAGEN

Bei beengten Platzverhältnissen kann die Durchgängigkeit oft nur mit becken- oder gerinneartigen Fischaufstiegsanlagen wieder hergestellt werden. Eine ausreichende Leitströmung ist zu gewährleisten.

Wird bei der Konstruktion des Bauwerks auf eine gewässertypische Sohlengestaltung geachtet, können auch die Benthosorganismen den Aufstieg nutzen. Für diese Organismen ist die richtige Anbindung an die Sohle im Ober- und Unterwasser wichtig.

Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit ist auch bei großen Wasserkraftanlagen in der Regel möglich.



Abb. 58: Schlitzpass bei Iffezheim am Rhein.



Abb. 59: Becken-Schlitz-Pass am Gewerbekanal in Rastatt-Niederbühl.



Abb. 60: Einlauf des Becken-Schlitz-Passes.

Im DVWK-Merkblatt 232 bzw. im derzeit bearbeiteten DWA-Merkblatt wird die Planung und Gestaltung von becken- und gerinneartigen Fischaufstiegsanlagen ausführlich beschrieben.

### 5.5 BAUWEISEN MIT VERBESSERTER DURCHGÄNGIGKEIT

Bei Neubauten oder Sanierungen bestehender Anlagen besteht die Möglichkeit, die Einschränkung der Durchgängigkeit zu minimieren. Beispiele von neuen Hochwasserrückhaltebecken mit weitgehend durchgängigen Durchlassbauwerken sind in Abb. 61 und 62 dargestellt.

Durchlässe (Kreuzungsbauwerke) und Verdolungen (Verrohrungen) mit ausreichender Profilgröße sind ebenfalls geeignet, die Durchwanderung zu ermöglichen (Abb. 63 und 64).



Abb. 61: HRB Bernau am Schwarzbach, Rhein-Neckar-Kreis.



Abb. 63: Ausgeführtes Beispiel eines Durchlasses.



Abb. 62: HRB Raußmühle an der Elsenz.



Abb. 64: Eine Furt ersetzt einen Durchlass.

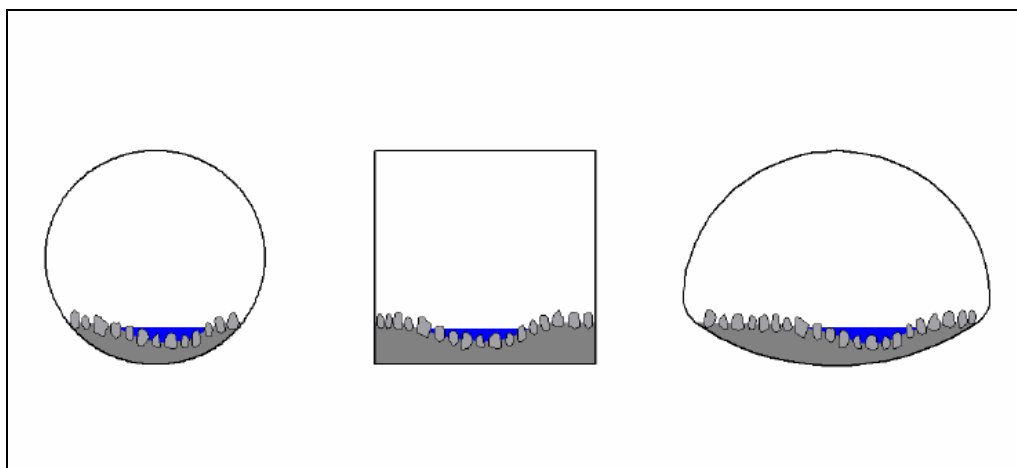


Abb. 65: Mögliche Profile für Durchlässe.



# 6 Sonderfälle

## 6.1 TEMPORÄRE FLIESSGEWÄSSER

Bisweilen werden auch an temporären Fließgewässern, d. h. Gewässer die zeitweilig austrocknen, Querbauwerke, wie z. B. Hochwasserrückhaltebecken (HRB) in Karstgebieten, benötigt. Auch Versickerungstrecken können als temporäre Fließgewässerabschnitte eingestuft werden.

Insbesondere bei Anlagen an temporären Fließgewässern wird die Forderung der Durchgängigkeit immer wieder in Frage gestellt. Die Wasserführung im Gewässer kann nicht zur Beurteilung herangezogen werden, ob eine ökologische Durchgängigkeit erforderlich ist. Es gibt keine überall anwendbare hydrologische Definition, um Rückschlüsse auf das Vorhandensein fließgewässertypischer Lebensgemeinschaften durchführen zu können. Im Übrigen liegen zumeist keine Messreihen vor, um hierzu Aussagen treffen zu können.



Abb. 66: HRB Nattheimer Tal Landkreis Heidenheim an einem temporären Fließgewässer.

Es wird daher vorgeschlagen, die Prüfung anhand von Bioindikatoren durchzuführen. Ist in der Gewässersohle fließgewässertypisches Makrozoobenthos vorhanden, handelt es sich um ein Fließgewässer und die Durchgängigkeit ist erforderlich. Das Gewässer hat dann eine ausreichend lange Wasserführung, um den Tieren einen entsprechenden Lebensraum zu bieten. Sind diese fließgewässertypischen Benthosarten (siehe Kap. 3.2) jedoch nicht vorhanden, handelt es sich um ein temporäres

Fließgewässer, bei dem die Anforderungen an die Durchgängigkeit reduziert werden können.

## 6.2 SCHUTZ VON GEWÄSSERABSCHNITTEN

Wanderbarrieren haben zum Teil auch eine Schutzfunktion, da sie das Einwandern von Neozoen oder anderen unerwünschten Tieren oder das Eintragen von Krankheiten in Gewässerabschnitte verhindern können. Daher kann aus fischereilichen Gründen oder Naturschutzsicht eine Abwägung erforderlich werden, z. B. zum Schutz vor Fischseuchen oder zum Schutz eines gefährdeten Krebs- oder Fischbestandes die Durchgängigkeit gegebenenfalls befristet nicht wiederherzustellen. Dabei ist zu prüfen,

- welche Gefährdung die Wiederherstellung der Durchgängigkeit bedeutet, indem in diesen Gewässerabschnitt beispielsweise Krankheiten eingetragen werden oder Neozoen einwandern können,
- welche gefährdeten Tierarten möglicherweise verdrängt werden und
- welche Bedeutung der Gewässerabschnitt für die natürlichen Tierarten hat und welche aktivierbaren Gewässerabschnitte mit vergleichbarem Lebensraumangebot in der Nähe alternativ zur Verfügung stehen.

Ein pauschales Vorgehen kann nicht empfohlen werden. Jeder Einzelfall ist fachlich zu prüfen und anhand einer fundierten Abwägung zu entscheiden. Die Prüfung erfolgt im engeren Rahmen durch Vertreter der Wasserwirtschaft, der Fischerei, des Naturschutzes und des Veterinärwesens.

## 6.3 KULTURHISTORISCHE ASPEKTE

Kulturhistorische Anlagen, wie Stauanlagen zur Wiesenwässerung und Wasserkraftanlagen mit Wasserrädern, stellen oft Wanderhindernisse dar. Diese Bauwerke stehen zum Teil unter Denkmalschutz. Die Entfernung dieser Anlagen würde im Einzelfall zu einem erheblichen kulturhistorischen Verlust führen. Hier sollte die Durchgängigkeit im Einklang mit den Anforderungen des Denkmalschutzes wiederhergestellt werden.

# 7 Defizite, Kontrolle und Bewertung der Durchgängigkeit von Wanderhilfen

## 7.1 ALLGEMEINES

Für den Erhalt oder die Wiederherstellung der aquatischen Durchgängigkeit für die natürliche Fauna in Fließgewässern sind dauerhaft funktionsfähige Wanderhilfen - unabdingbar. Dazu sind Wanderhilfen in ihrer Art und Ausführung auf die Leistungsfähigkeit und das Verhalten der gewässertypischen Organismen abzustimmen. Der am Standort geeignete Anlagentyp (Umgebungsgewässer, Rampe, Fischpass u.a.) ist umzusetzen und auf geeignete Weise zu betreiben. In seltenen Fällen werden Querbarrieren komplett umgebaut oder entfernt. In diesem Kapitel wird insbesondere die Situation der Durchgängigkeit für Fische an Fischpassanlagen behandelt. Fische sind die Organismen mit dem größten Raum- und Ausbreitungsanspruch in unseren Fließgewässern und stehen in daher stellvertretend für die aquatische Fauna. Neben den Fischen soll die Wanderhilfe auch das Makrozoobenthos durchgängig sein.

Fischpässe sind ausreichend zu unterhalten und bei Bedarf zu reparieren oder zu erneuern. Primär sollen Wanderhilfen ihre Funktion als Durchgängigkeitsbauwerke wahrnehmen. Manche Anlagen, wie Umgebungsgewässer oder Rampen, können zusätzlich als Lebensraum oder Laichareal fungieren.

Mit diesen Vorgaben sowie den Erfahrungen und Erkenntnissen aus der bisherigen Praxis im Fischpass- und Rampenbau ist es heute grundsätzlich an jedem Standort unserer Fließgewässer möglich, funktionsfähige Aufstiegs- hilfen zu planen und zu bauen. Durch Aufstiegskontrollen ist die Funktionsfähigkeit gängiger Bauwerkstypen gesichert nachgewiesen. Bei diesen Anlagen kann daher die Funktionsfähigkeit vorausgesetzt und von einer Überprüfung abgesehen werden.

Optimale Voraussetzungen für den Bau von Fischpässen liegen an Wehranlagen allerdings selten vor. In der Regel gefährden räumliche Zwangspunkte oder sonstige Einschränkungen die Funktionsfähigkeit – insbesondere beim nachträglichen Bau von Fischpässen an bestehenden Querbarrieren. Daher können Aufstiegs- hilfen für Fische in der Ausführung vom standardisierten Idealtypus abweichen und stellen in ihrer Individualität mehr oder minder Pilotanlagen dar. In diesen Sonderfällen ist die Funktionsfähigkeit, u. a. bei abweichenden Standardvorgaben hinsichtlich Gefälle und Wasserführung, nicht a priori gesichert; spezielle fischereibiologische und fisch- ökologische Untersuchungen zum Vorkommen und Verhalten der Fische im Umfeld der Anlage sind dann notwendig. Auf Grund von konstruktiven Zwängen werden in seltenen Fällen Einschränkungen bei der Funktionsfähigkeit für alle vorkommenden Fischarten bewusst in Kauf genommen. Dieses Defizit wird dann zum Beispiel an Ausleitungskraftwerken durch eine weitere Anlage an einem zweiten Standort kompensiert. Bauliche Änderungen sollten bei Sonderfällen auch nachträglich möglich sein, indem bei Leiteinrichtungen in Beckenpässen Provisorien oder bewegliche Einheiten verwendet werden. Bei der Auslegung der Anlagensohle mit strömungslenkenden Blöcken können diese ebenfalls angepasst werden, sofern sie nicht einbetoniert sind.

Bei älteren Anlagen liegen oftmals geringe oder keine Kenntnisse zur Wirksamkeit vor. Kontrollen sind dann notwendig, wenn Wanderhilfen im Hinblick auf fischspezifische Anforderungen optimiert werden sollen.

Bei der Funktionsüberprüfung von Fischpässen ist die Auffindbarkeit des Bauwerks ebenso zu bewerten und gegebenenfalls zu untersuchen wie die Durchgängigkeit im Bauwerk selbst. In besonderen Fällen kommt auch dem Ausstieg am Fischpass eine Schlüsselrolle zu. Fische



dürfen beim Ausstieg ins Oberwasser nicht in einen kritischen Gefahrenbereich des Turbineneinlasses oder eines stark angeströmten Rechens gelangen.

Liegen für den beprobten Sonderfall Ergebnisse zur Funktionsfähigkeit vor, können diese unter bestimmten Voraussetzungen auf andere, vergleichbare Wanderhilfen übertragen werden. Im Fischpassbau erfahrene Sachverständige können dann ohne weitere, aufwändige Untersuchungen Aussagen bzw. Abschätzungen zur Funktionsfähigkeit solcher Anlagen treffen.

## 7.2 DEFIZITE BEI DER FUNKTIONSFÄHIGKEIT

Nach einer Zusammenstellung der Fischereiforschungsstelle in Zusammenarbeit mit der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Baden-Württemberg im Jahre 2003 und aufgrund praktischer Erfahrungen der Fischereiverwaltung können die Defizite an Wanderhilfen vielfältig sein und zu einer mehr oder minder starken Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit führen. Nachfolgend sind Beispiele für derartige Mängel aufgelistet:

### a. Auffindbarkeit und Einstieg im Bereich des Auslasses

- falsche Lage und dadurch keine wirksame Leitströmung für die Fische oder einzelne Größengruppen verschiedener Arten
- fehlender Sohlanschluss, z.B. durch einen Absturz infolge einer fehlenden Nachbettsicherung oder durch hohe Lage eines „Einstiegfensters“
- Leitströmung aufgrund unzureichender Wasserführung zu gering

### b. Durchwanderbarkeit

- zu geringe Wassertiefe
- zu hohe Fließgeschwindigkeiten oder zu starke Turbulenzen
- nicht überwindbare Abstürze
- zu kleinräumig dimensionierter Fischpass für größere Fische unpassierbar
- kein gewässertypisches Sohlenssubstrat

### c. Ausstieg und Wasserführung im Bereich des Einlasses

- Stauzielunterschreitungen führen zu Abflussrückgang bei zu flachen Einlässen

- kein geeigneter Geschwemmselabweiser, dadurch häufiges Verlegen des Einlasses
- ungünstige Lage im Stau und dadurch starkes Verlandungspotenzial
- zu nah am Turbineneinlass
- kein Übergang des Sohlenssubstrats zur Gewässersohle

### d. Wartung, Unterhaltung

- falsche Lage führt zu erhöhtem Verlegen des Fischpasses
- kein regelmäßiges Wegräumen von Treibgut und Geschwemmsel
- fehlende Unterhaltung oder Reparatur nach Hochwasserereignissen mit Verlegen von Durchlässen oder Schäden an Teilen der Anlage
- keine Beseitigung entstandener Abstürze

Bereits ein einzelnes Defizit kann zur teilweisen oder vollständigen Funktionsunfähigkeit der Wanderhilfe führen.

## 7.3 FUNKTIONSKONTROLLEN

Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer Wanderhilfe kann in der Regel nur im Rahmen einer Aufstiegskontrolle erfolgen. Ein erfahrener Sachverständiger kann zwar bereits durch eine Inaugenscheinnahme des Einlassbereiches, der Wasserführung im Fischpass und des Auslassbereiches die Funktionsfähigkeit einer Anlage abschätzen. Auch durch Direktbeobachtungen oder Elektrofischungen im Fischpass sind qualitative Einschätzungen zur Wirksamkeit möglich. Zudem können an den Durchlässen von Beckenpässen die Fließgeschwindigkeiten gut berechnet und mit den Anforderungen der Fische verglichen werden. Eine abschließende, gesicherte und auf einer quantitativen Basis beruhende Aussage zur Funktion einer Wanderhilfe ist bei den Fischen jedoch nur über die Kontrolle durch Reusenfänge, im Rahmen eines Markierungsversuchs oder durch spezielle Zählanlagen möglich.

Zur Bewertung einer Anlage müssen zumindest Angaben zur Fischfauna im Gewässer vorliegen. Gegebenenfalls führen auch Auswertungen von Fangdaten der Fischerei und Befragungen von Fischereiberechtigten zu aussagekräftigen und ausreichenden Informationen. Bei weiter-

gehenden Untersuchungen kann das Aufstiegs Potenzial der vorkommenden Arten, ihre Bestandsverhältnisse und ihre Größenverteilung durch eine Bestandserhebung (Elektrofischerei) im Unterwasser ermittelt werden. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wird die Methodik der Effizienzkontrolle festgelegt.

Die Wanderung der Wirbellosen lässt sich ebenfalls über Fangeinrichtungen oder in der Regel über die Kontrolle der Besiedelung der Sohle in der Anlage erfassen.

Zur Überprüfung der Durchgängigkeit für das Makrozoobenthos eignet sich die Entnahme von Substratproben, die anschließend im Labor untersucht werden. Hierzu stehen unterschiedliche Ansätze zur Probenentnahme zur Verfügung. In der Praxis wird dies selten durchgeführt und daher hier nicht weiter ausgeführt.

### 7.3.1 REUSENFÄNGE

Zuverlässige Aussagen zur Funktionsfähigkeit einer Wanderhilfe lassen sich gut mit dem Fang von aufwärtswandernden Fischen im oberen Teil eines Fischpasses gewinnen. Die Fangeinrichtung, in vielen Fällen eine Netzreuse, ist stets unmittelbar am Ausstieg der Wanderhilfe zu installieren. An diesem Standort kann gesichert die Durchwanderung des gesamten Bauwerks nachgewiesen werden. Insbesondere bei Anlagen mit Pilotcharakter oder an Gewässern, an denen eine dauerhafte Überwachung der Fischbestände vorgesehen ist, können bei einem Neubau am Einlaufbauwerk geeignete Halterungsvorrichtungen für eine Reuse integriert werden, etwa in Form von U-Schienen. Darüber hinaus sind neben der Anlage die baulichen Voraussetzungen zu schaffen, dass die Reuse gut zugänglich ist und optimal geleert und gewartet werden kann.

Bei der Planung ist zudem die potenzielle Anzahl an aufsteigenden Fischen zu berücksichtigen und die Reuse ist ausreichend groß zu dimensionieren. So sind beispielsweise an einer Aufstiegshilfe in Gewässern der Barbenregion erheblich größere Fangkapazitäten und gleichzeitig eine wesentlich umfangreichere Infrastruktur vorzusehen als an Anlagen der Forellenregion. Am Rhein-Fischpass in Iffezheim, der aber aufgrund seiner Größe eine Sonderstellung hat, werden in der Wanderphase mit

einem Reusenzug mehrere hundert Kilogramm Fische gefangen.



Abb. 67: Reuse am Fischpassausgang.

Der gesamte Querschnitt des Ausstieges muss von der Reuse erfasst werden, damit keine Fische an der Fangeinrichtung vorbei schwimmen können. Auch ist die Fangeinrichtung während des Betriebes ständig zu warten. Durch Verlegen der Reuse kann es rasch zu einem Wasserspiegelabfall im Unterwasser der Reuse kommen, und deren Fängigkeit stark herabsetzen. Je kleiner die Maschenweiten oder Stababstände sind, desto größer wird der Wartungsaufwand. Durch günstige Reusenformen oder wechselbare Reusengitter kann die Reuse den gewünschten Fangbedingungen sowie den Zielarten und -größen angepasst werden.



Abb. 68 Fischreuse zur Zählung im Fischpass Iffezheim am Rhein.

Weiterhin ist darauf zu achten, dass sich Fische in der Reuse nicht durch überstehende Kanten oder Ähnliches verletzen können. Das Intervall der Reusenkontrollen ist auch der Empfindlichkeit und der Menge der zu erwartenden Fische anzupassen. Je nach Fischbestand eines Gewässers können die Fänge und deren Auswertung sehr arbeitsintensiv sein. Daher kann die Kenntnis des Wanderverhaltens der Fischarten und -größen während eines Tages und in den verschiedenen Jahreszeiten helfen, den Beprobungszeitraum einzugrenzen und Aufwand einzusparen.

### 7.3.2 FISCHMARKIERUNGEN

In kleineren Gewässern ist es durch Markierungen von Fischen und deren Wiederauffang möglich, die Funktion von Fischpässen oder anderen Wanderhilfen zu ermitteln. Die Fische werden mit äußerlich erkennbaren Marken (z.B. Farbmarkierungen) oder mit internen Marken (Microtags oder Transponder) gekennzeichnet. Dazu wird im Unterwasser der Wanderhilfe eine repräsentative Anzahl an Fischen der vorkommenden Arten oder von ausgewählten Fischarten in unterschiedlichen Größen elektrisch gefangen, markiert und wieder zurückgesetzt. Dabei ist wichtig, das ungefähre Verhältnis von markierten zu unmarkierten Fischen zu kennen, um auch Abschätzungen zur Quantität des Aufstieges machen zu können. Um die Aussagesicherheit zu erhöhen, ist die Absperrung des Unterwasserbereiches gegen den Fischwechsel zielführend. Nach einer definierten Zeit in der Wanderphase der Fische wird eine weitere Befischung im Oberwasser der Wanderhilfe durchgeführt und jene im Unterwasser wiederholt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass oftmals im Staubebereich oberhalb einer Anlage nicht die Habitate vorhanden sind, die von den aufwärts gezogenen Fließwasserarten besiedelt werden können. Geeignete Habitate kommen in der Regel erst oberhalb des Staubebereichs vor, so dass auch erst dort markierte Fische wieder zu erwarten sind. Die Bewertung der Funktionsfähigkeit der Anlage erfolgt auf Basis der Gesamtanzahl an gefangenen Fischen und dem Verhältnis zwischen markierten und unmarkierten Fischen. Nachteile dieser Methode sind der hohe Aufwand und das oftmals ungünstige Verhältnis markierter zu unmarkierter Fische in den Wiederauffängen; daher wird diese Methode überwiegend an kleineren Gewässern, etwa der mittleren und oberen Forellenregion, angewendet. Sie wird vor allem auch dort eingesetzt, wo in

Durchgängigkeitsbauwerken keine Reusen oder andere Fangeinrichtungen installiert werden können.

Beim Einsatz von Transpondern werden Fische ebenfalls unterhalb einer Anlage gefangen und individuell markiert. Eine Detektionseinrichtung in der Aufstieghilfe registriert dann automatisch vorbeischwimmende, markierte Fische. Aufgrund der technischen Voraussetzungen ist diese Methode weitgehend auf Fischpässe beschränkt.

### 7.3.3 AUTOMATISCHE ZÄHLANLAGEN

Zählanlagen zum Langzeitmonitoring registrieren aufwandernde Fische beim Passieren einer Aufzeichnungsstation. Die Verfahren basieren auf unterschiedlichen Prinzipien, wie etwa Lichtschranken, Bewegungsmelder oder Videokameras. In Frankreich und in Großbritannien sind Anlagen im Einsatz, die mit Elektroden elektrische Felder mit definiertem Widerstand aufbauen. Widerstandsänderungen durch vorbeischwimmende Fische werden permanent registriert. Signalgröße und Reihenfolge der Aufzeichnungen geben Aufschluss über die Größe der Fische bzw. deren Wanderrichtung. Die Fischart lässt sich durch diese Methode nicht bestimmen, sodass bei Bedarf ergänzende Stichproben durch Reusenfänge oder der Einsatz von Videokameras notwendig sind.

Am Fischpass Iffezheim kommt eine automatische Videoaufzeichnung zum Einsatz, welche die Sequenzen der Fischquerungen mittels Spezialsoftware direkt auf eine Festplatte speichert. Der Vorteil dieser Methode ist, dass die vorbeiziehenden Fische nach Arten bestimmt und ggf. weitere Informationen über ihren Zustand gewonnen werden können.



Abb. 69: Fischpassage an der Videostation Iffezheim.

Wegen des oftmals hohen Aufwandes und der erforderlichen Infrastruktur werden Zählanlagen in der Regel nur an Fischpässen größerer Flüsse oder an Fließgewässern mit bedeutenden Fischaufstiegen eingesetzt.

### 7.3.4 TELEMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN

Fische können mit Radio- oder Ultraschallsendern individuell markiert und ihr Wanderweg bzw. ihre Ortsveränderungen durch eine regelmäßige, in vergleichsweise kurzen Abständen durchgeführte Antennenortung verfolgt werden. Mit telemetrischen Untersuchungen lässt sich das Verhalten aufwärts oder abwärts wandernder Fische relativ detailliert bestimmen. Unter- und oberhalb einer Wehranlage kann somit die Route der Fische beim Anschwimmen an die Anlage dargestellt werden. Beim Neubau einer Aufstiegshilfe an einer Wehranlage mit einer nicht sicher bestimmbaren Leitströmung können derartige Untersuchungen dazu beitragen, die Lage des Einstieges und die Wasserführung der Aufstiegsanlage zu optimieren.

Die schadlose Passage von Kraftwerken ist für die Fische bei der Wanderung flussabwärts von großer Bedeutung. Telemetrische Untersuchungen oberhalb von Kraftwerken sind hilfreich, um das Verhalten der Fische und ihre Anschwimmroute an das Kraftwerk oder das Wehr darzustellen.

Telemetrische Studien haben den Nachteil, dass nur relativ wenige Fische untersucht werden können; sie sind außerdem zeitaufwändig.

### 7.3.5 ABSTIEGSANLAGEN

Fischabstiegsanlagen befinden sich in Baden-Württemberg derzeit in der Entwicklungsphase. Daher sind Effizienz- und Funktionskontrollen an diesen Anlagen derzeit grundsätzlich durchzuführen. Mit einer Auffangvorrichtung am Ende eines Bypasses oder einer andersartigen Abstieghilfe können abgeleitete Fische erfasst werden. Daneben müssen in der Regel auch der Turbinenauslass und eventuell andere, fischpassierbare Durchlässe mit einem Fanggerät (Hamen/Reuse) abgesperrt werden, was bei größeren Gewässern aufwändig ist. Da mit den Fischen in der Regel auch das Treibgut im Gewässer abgeleitet wird und dadurch die Auffangvorrich-

tung schnell verstopft, ist das Wartungsintervall der Fang-einrichtung entsprechend anzupassen.

Aufgrund des unterschiedlichen Abwanderungsverhaltens von Fischen, etwa von Junglachs und Aal, ist der Typ der Abstiegsanlage und damit auch die Funktionskontrolle nach Bedarf individuell zu konstruieren. Die Abwanderzeiten der Fischarten sind zu beachten.

### 7.4 BEWERTUNG

Eine Wanderhilfe kann als funktionsfähig bewertet werden, wenn alle wandernden Fischarten des natürlichen Arteninventars im Gewässer in allen Altersstadien und in ausreichender Anzahl mit den vorgestellten Methoden nachgewiesen werden. Für eine quantitative Bewertung bzw. Abschätzung der Funktionsfähigkeit sind in der Regel Erhebungen zum Wanderpotential bzw. zur Bestandsgröße von Fischarten im Unterwasser einer Anlage und in ihrem Einzugsbereich erforderlich. Als funktionsuntüchtig ist dagegen eine Anlage in der Regel dann zu bewerten, wenn bereits eine Art oder eine Größenklasse die Barriere nicht überwinden kann. Anzustreben ist an allen Anlagen die vollständige Durchwanderbarkeit für die natürliche Fischfauna und das Makrozoobenthos.

Für das Makrozoobenthos kann eine Wanderhilfe als funktionsfähig bewertet werden, wenn alle Wirbellosen stromaufwärts gelangen.

Für die Abwanderung ist eine Anlage dann funktionsfähig, wenn die vorhandenen Arten und Fischgrößen vollständig die Abstiegsanlage nutzen, schadlos ins Unterwasser der Barriere gelangen und dort ihre gewässerabwärts gerichtete Wanderung fortsetzen können.

### Erfassung der Bewertung in WAABIS

Im Zuge der Erfassung der wasserbaulichen Anlagen im **Wasser-Abfall-Altlasten-Boden-Informationen-System** (WAABIS Modul 7/2 GewIS) ist auch die Durchgängigkeit zu bewerten. Diese Bewertung ist insbesondere für die Gefährdungsabschätzung gemäß den Vorgaben aus der Wasserrahmenrichtlinie bzw. der Gewässerbeurteilungsverordnung Baden-Württemberg nötig.

Die Lokalisierung der Bauwerke in WAABIS erfolgt durch das Setzen eines Punktes am **Amtlichen wasser-**



wirtschaftlichen **Gewässernetz** (AWGN). Die erhobenen technischen Daten und die Bewertung der Durchgängigkeit sind mit diesem Punkt am Gewässer verknüpft. Prinzipiell soll bei der Bewertung der Durchgängigkeit der betroffene Gewässerabschnitt unterhalb und oberhalb des Querbauwerks betrachtet werden: Können die Wassertiere von unterstrom nach oberstrom gelangen?

Wird das Gewässer an einer Stelle durch mehrere WAA-BIS-Objekte, wie z. B. ein Wasserkraftwerk, unterbrochen, so erhalten alle Objekte die gleiche Bewertung der Durchgängigkeit. Besteht z. B. bei dem Wasserkraftwerk eine funktionierende „Anlage zur Herstellung der Durchgängigkeit“, dann wird die „Wasserkraftanlage“ und das zugehörige „Regelungsbauwerk“ (Wehr) auch als „durchgängig“ bewertet, da der Gewässerabschnitt durchgängig ist.

Bei Ausleitungskraftwerken müssen zwei Bewertungen erfolgen. Eine Bewertung des Kraftwerkskanals und eine Bewertung des Mutterbetts. Um eine vollständige Durchgängigkeit an Ausleitungskraftwerken herzustellen, sollen daher vielfach beide Gewässerabschnitte durchgängig sein, d. h. zur Herstellung der Durchgängigkeit sind häufig zwei Anlagen erforderlich.

„Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit“ stellen ein komplexes WAABIS-Objekt dar und müssen stets dem zugehörigen Bauwerk, z. B. der Wasserkraftanlage oder der Wehranlage, zugeordnet werden. Raue Rampen über die gesamte Breite sind Sohlenbauwerke. Teilrampen sind „Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit“ und müssen dem Hauptobjekt, z. B. einem „Regelungsbauwerk“, zugeordnet werden.

Es werden drei Parameter mit je drei Bewertungsstufen bzw. dem Feld „keine Angabe“ erfasst. Für die Bewertung wurden keine festen Kriterien, wie z. B. die Wasserspiegeldifferenz, vorgegeben. Die Bewertung gilt für einen Mittelwasserabfluss. Die Bewertung der Durchgängigkeit ist ein WAABIS-EDV-Pflichtfeld. Die Angabe „k. A.“ ist nur zum Abspeichern eingerichtet worden. Eine fachgerechte Bewertung muss schnellstmöglich erfolgen.

Die Bewertung der Durchgängigkeit erfolgt durch die Wasserwirtschaftsverwaltung in Abstimmung mit der

Fischereiverwaltung. Dadurch wird erreicht, dass eine qualifizierte Bewertung des Wasserbauobjektes bzw. des Gewässers erfolgt.

## 7.5 DURCHFÜHRUNG

Die Fangeinrichtungen für die Funktionskontrollen sind von ausgewiesenen, erfahrenen Fachleuten zu planen. Aufgrund der oftmals komplexen Fragestellungen bei Untersuchungen an Fischwanderhilfen sind die Erhebungen von erfahrenen Fischereibiologen mit Beteiligung der Fischereiverwaltung durchzuführen. Erforderliche Fischbestandserhebungen und ihre Auswertung sind nach fischereibiologischen und fischökologischen Standards vorzunehmen.

<b>Begriff</b>	<b>Erläuterung</b>
adult	erwachsen ►► juvenil
anadrom	Fische, die in Fließgewässern laichen und im Meer aufwachsen ►► katadrom
Ausleitungsstrecke	Mutterbett an einer Ausleitungswasserkraftanlage
Benthal	Lebensraum der Gewässersohle
Benthos, Benthon	Organismen, deren Lebensraum die Gewässersohle (►► Benthal) ist
Brut, Brütlinge	Fische nach dem Larvenstadium bis zur jugendlichen Phase ►► juvenil
Biozönose	Lebensgemeinde, Lebensgemeinschaft
Cypriniden	karpfenartige Fische (z. B. Nase, Döbel, Rotaugen, Schneider)
ephemere Gewässer	nur eine (kurze) Zeit andauernd, kurzlebiges Gewässer
Epipotamal	obere Zone des Tieflandflusses, Barbenregion
Epirhithral	obere Zone des Gebirgsbaches, obere Forellenregion
episodische Gewässer	gelegentlich (unregelmäßig) fließend z. B. bei hohem Grundwasserstand
Gewässerdüker	Kreuzungsbauwerk, in dem ein Gewässer unter einem Gewässer, einem Geländeeinschnitt oder einem tiefliegenden Hindernis unter Druck durchgeleitet wird
Gumpen	tiefe Stelle in Wasserläufen und Seen (süddeutsch)
Habitat	charakteristischer Wohn- oder Standort einer Art
Hypopotamal	Zone des Unterlaufes von Flüssen, Kaulbarschen-Flunder-Zone
Hyporheal	Lebensbereich in der Gewässersohle, der noch durch das Oberflächenwasser beeinflusst wird
hyporheisches Interstitial	Kieslückensystem im Grund des Gewässers
Hyporhithral	Zone im oberen Mittellauf von Flüssen, Äschenregion
intermittierende Gewässer	nicht dauernd fließend (periodisch oder episodisch)
Interstitial	Porenraum (im Gewässersediment)
juvenil	jugendlich ►► adult
katadrom	Fische, die im Meer laichen und in Fließgewässern aufwachsen ►► anadrom
Kieslückensystem	durchströmte Poren- und Zwischenräume im groben Sediment des Gewässergrunds
Kolk	Vertiefung im Gewässerbett; lokal begrenzte tiefere Stelle, z. B. aufgrund Erosion nach einem Absturz (norddeutsch)
Krenal	Quellbereich eines Gewässers
Kolmation	Ablagerung von Feststoffen am und im Gesteinskörper. Führt zur Verringerung des Hohlraumanteils sowie des Durchlässigkeitsbeiwertes
lateral	seitlich
Makrozoobenthos	Tiere, die an der Gewässersohle leben und die eine Mindestgröße (i. d. R. 2 mm) erreichen. Der Begriff wird in der praktischen Anwendung oft auf wirbellose Tiere beschränkt.
Metapotamal	mittlere Zone des Tieflandflusses, Brachsenregion
Metarhithral	mittlere Zone eines Gebirgsbaches, untere Forellenregion
Migration	regelmäßige, jahreszeitlich oder durch die Fortpflanzung bedingte Wanderung bei Tieren
Mikrohabitat	allgemein ein Kleinlebensraum ►► Habitat
Monitoring	Überwachung eines Vorgangs durch standardisierte, fortlaufende Untersuchungen
Oberirdische Gewässer	Gewässer auf der Landoberfläche [DIN 4049 Teil 3]. Man unterscheidet Fließgewässer und Stehende Gewässer. Quellen gehören nicht zu den oberirdischen Gewässern (Begriff „Oberflächengewässer“ ist falsch).

<b>Begriff</b>	<b>Erläuterung</b>
perennierende Gewässer	Bezeichnung für Gewässersysteme, die über längere Zeit erhalten bleiben
periodische Gewässer	gelegentlich (regelmäßige) fließend z. B. bei Schneeschmelze
Potamal	Zone des Tieflandflusses
Rheotaxis	Einstellung von freibeweglichen Organismen in Richtung der Strömung
Rhithral	Lebensraum des Bergbaches oder der Bachregion
Salmoniden	Lachsartige Fische (z. B. Lachs, Äsche, Bachforelle)
Substrat	Material, auf oder in dem Organismen leben und von dem sie sich auch häufig ernähren
temporäre Gewässer	Gewässer, die zeitweilig austrocknen
Trophie	Parameter für die Stärke des Pflanzenwachstums (Intensität der photoautotrophen Primärproduktion im Gewässer).
Uferberme	Waagrechter Absatz in einer Uferböschung
Zoobenthos	tierisches Benthos

- ATV-DVWK 2004. Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. 256 S.
- BAINBRIDGE, R.: The speed of swimming of fish as related to size and to the frequency and amplitude of the tail beat. - J. exp. Biol. 35, 109-133, 1958
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Kartier- und Bewertungsverfahren „Durchwanderbarkeit von Querbauwerken“, München, 2004
- BAINBRIDGE, R. : Speed and stamina in three fish. - J. exp. Biol. 37, 129-153, 1960
- BEAMISH, F. W. H.: Swimming capacity. - In: Hoar, W. S. & D. J. Randall (Hrsg.): Fish Physiology Vol. VII. New York (Academic Press), 1978
- BLAXTER, J. H. S. & W. DICKSON: Observations on the swimming speed of fish. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 24, 472-479, 1959
- DENIL. G.: La mécanique du poisson de rivière. - Ann. Trav. publ. Belg. 38, 255-284, 1937
- DVWK-Merkblatt 232: Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle; 1996
- Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg: Funktionskontrollen an Fischaufstiegshilfen in Baden-Württemberg; Dezember 2004 (unveröffentlicht)
- GEITNER, V. & U. DREWES: Entwicklung eines neuartigen Pfahlfischpasses. - Wasser & Boden 42, 604-607, 1990
- GRAY, J.: The locomotion of fishes. - In: Marshall, S. M. & A. P. Orr (Hrsg.): Essays in marine biology, Edinburgh (Oliver & Boyd), 1-16, 1953
- Gumpinger, C. 2001. Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Fischaufstiegshilfen: Zielstellungen, Bewertungsgrundlagen und Methoden. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 53, 189–197.
- HASS H.; SELLHEIM P.: „Grundsätze zur Anlage von Umflutungsgerinnen - Anforderungen an Bau und Gestaltung“; in gewässer-info Nr. 27, Mai 2003
- Heimerl, S., Nöthlich, I. & Urban, G. 2002. Fischpass Iffezheim – erste Erfahrungen an einem der größten Verbindungsgewässer Europas. Wasserwirtschaft 92(4/5), 12–22.
- HORLACHER Prof. Hans-B., MARTIN Prof. H.: Funktionstüchtigkeit von Aufstiegshilfen für Fische und wirbellose Organismen; Universität Dresden, Fakultät für Bauingenieurwesen Forschungsbericht 03/2004, April 2004
- Integrierende Konzeption Neckar-Einzugsgebiet, Heft 2: Ökologische Verbesserungen am Neckar; Geschäftsstelle IKoNE, Juli 2000



JENS, G. et al.: Fischwanderhilfen: Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen. - SchrR. Verband Dt. Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler 11, 113pp, 1997

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Methodenband – Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg, 2005

Larinier, M., Travade, F. & Porcher, J.P. 2002. Fishways: Biological Basis, Design Criteria and Monitoring. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 364 (Suppl.).

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Wanderfischprogramm Nordrhein-Westfalen – Phase 2003 bis 2006, 2003

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Handbuch Querbauwerke, 2005

PAVLOV, D. S.: Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. – FAO Fisheries Technical Paper 308, 1-97, 1989

SCHMIDT W.D.; KAISER I.; SCHMITT K.: „Zur gewässerökologischen Funktion von Aufstiegshilfen: Untersuchungen mit einer Aufstiegsfalle für Makrozoobenthos“; in Wasserwirtschaft 89, 1999

SELLHEIM, P.: „Kreuzungsbauwerke an Fließgewässern – Gestaltungsvorschläge für Durchlässe, Brücken, Verrohrungen und Düker“; in gewässer-info Nr. 21, Mai 2001

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt: Fließgewässerschutz in Thüringen zum Beispiel: Durchgängigkeit; September 2000

Büro G	= Landschaftsarchitekturbüro Geitz & Partner GbR Stuttgart
EnBW	= EnBW Kraftwerk AG Stuttgart
FFS	= Fischereiforschungsstelle Langenargen
GwD Do / Bo	= ehemalige Gewässerdirektion Donau / Bodensee
GwD El	= ehemalige Gewässerdirektion Neckar Ber. Ellwangen
GwD FDS	= ehemalige Gewässerdirektion NOR Ber. Freudenstadt
GwD HD	= ehemalige Gewässerdirektion NOR Ber. Heidelberg
GwD KT	= ehemalige Gewässerdirektion Neckar Ber. Kirchheim Teck
GwD RW	= ehemalige Gewässerdirektion SOR Ber. Rottweil
GwD Ul	= ehemalige Gewässerdirektion Do / Bo Ber. Ulm
IKSR	= Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, Lachs 2020 O.Niepagenkemper
LfU	= Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
NABU Ri	= Naturschutzbund Riedlingen, Carola Scholz
RP FR	= Regierungspräsidium Freiburg
RP KA	= Regierungspräsidium Karlsruhe
RP Tü	= Regierungspräsidium Tübingen
UNI KA	= Universität Karlsruhe, IWG
WBW	= WBW Fortbildungsgesellschaft Baden-Württemberg

**Deckblatt**

RP Tü

**Kapitel 1**

Abb. 1 GwD Do/Bo, Abb. 2 WBW

**Kapitel 3**

Abb. 3 bis 5 FFS, Abb. 6 IKSR, Abb. 7 bis 8 FFS, Abb. 9 bis 16 LfU

**Kapitel 4**

Abb. 17 bis 18 LfU, Abb. 19 RP KA, Abb. 20 LfU, Abb. 21 GwD Ul, Abb. 22 bis 35 LfU, Abb. 36 GwD RW ; Abb. 37 UNI KA

**Kapitel 5**

Abb. 38 bis 40 GwD KT, Abb. 41 bis 42 GwD Do/Bo, Abb. 43 bis 44 WBW, Abb. 45 H. Grohe, Abb. 46 UNI KA, Abb. 47 bis 49 LfU, Abb. 50 bis 51 GwD KT, Abb. 52 bis 55 Büro G., Abb. 56. LfU, Abb. 57 RP Tü, Abb. 58 bis 60 ENBW, Abb. 61 bis 62 LfU, Abb. 63 GwD HD, Abb. 64 LfU, Abb. 65 GwD HD

**Kapitel 6**

Abb. 66 GwD El

**Kapitel 7**

Abb. 67 bis 69 RP KA

# Rechtsvorschriften (Auszüge)

**EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)** vom 23. Oktober 2000

*Artikel 1:* Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustandes der **aquatischen Ökosysteme...**

*Artikel 4, Abs. 1 a) ii):* die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Oberflächenwasserkörper..., mit dem Ziel... einen **guten Zustand** der Oberflächengewässer zu erreichen.

*Anhang V:* Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustandes  
- **DURCHGÄNGIGKEIT**

**Wasserhaushaltsgesetz (WHG)** vom 19. August 2002 (BGBl S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 21. Juni 2005 (BGBl S. 1666)

§ 1 a Abs. 1 – Grundsatz

Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushaltes und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern.

§ 25 a Abs. 1- *Bewirtschaftungsziele*

Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass

1. eine **nachteilige Veränderung** ihres ökologischen und chemischen Zustands vermieden wird und
2. ein **guter ökologischer** und chemischer **Zustand** erhalten oder erreicht wird.

§ 25 b Abs. 1- *Künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer*

Künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass

1. eine **nachteilige Veränderung ihres ökologischen Potentials** und chemischen Zustands **vermieden** und
2. ein gutes **ökologisches Potential** und guter chemischer Zustand **erhalten** oder erreicht wird.

§ 28 Abs. 1 - *Umfang der Unterhaltung*

Die Unterhaltung eines Gewässers muss sich an den Bewirtschaftungszielen ausrichten, darf die Zielerreichung nicht gefährden und muss den Anforderungen der Maßnahmenprogramme entsprechen. Den **Belangen des Naturhaushaltes** ist Rechnung zu tragen.

§ 31 Abs. 5 - *Ausbau:*

Beim Ausbau sind natürliche Rückhalteflächen zu erhalten, das natürliche Abflussverhalten nicht wesentlich zu verändern, naturraumtypische Lebensgemeinschaften zu bewahren und sonstige erhebliche nachteilige Veränderungen des natürlichen oder naturnahen Zustands des Gewässers zu **vermeiden** oder, soweit dies nicht möglich ist, **auszugleichen**.

§ 36 *Maßnahmenprogramm und § 36 b Bewirtschaftungsplan*

Nach Maßgabe des Landesrechts werden für Flussgebietseinheiten Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne aufgestellt, um die Bewirtschaftungsziele zu erreichen.



**Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG)** vom 20. Januar 2005 (GBl S. 219, ber. S. 404)

*§ 3 a Abs. 5 - Grundsätze*

Bei allen Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf Gewässer verbunden sein können, ist die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Beeinträchtigung der Gewässer, insbesondere ihrer **ökologischen Funktionen** zu vermeiden.

*§ 3 c Abs. 1 - Maßnahmenprogramm und Bewirtschaftungsplan*

Für die baden-württembergischen Anteile jedes Bearbeitungsgebietes ist ein Maßnahmenprogramm und ein Bewirtschaftungsplan durch die Flussgebietsbehörde aufzustellen, um die in **§ 25 a Abs. 1, § 25 b Abs. 1** und § 33 a Abs. 1 **WHG festgelegten Ziele** zu erreichen.

*§ 3 g Abs. 1 - Fristen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele, Ausnahmen*

Ein guter ökologischer und chemischer Zustand der oberirdischen Gewässer im Sinne des § 25 a Abs. 1 Nr. 2 WHG sowie ein **gutes ökologisches Potenzial** und ein guter chemischer Zustand der künstlich oder erheblich veränderten Gewässer im Sinne des § 25 b Abs. 1 Nr. 2 WHG ist bis zum 22. Dezember 2015 zu erreichen.

**Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)** vom 25. März 2002 (BGBl S. 1193), zuletzt geändert durch das Gesetz vom 21. Juni 2005 (BGBl S. 1818)

*§ 2 - Grundsätze des Naturschutzes und der Landschaftspflege*

4. ... Ein rein technischer Ausbau von Gewässern ist zu vermeiden und durch Wasserbaumaßnahmen, **so naturnah wie möglich**, zu ersetzen.

*§ 18 Abs. 1 - Eingriffe in Natur und Landschaft*

**Eingriffe** in Natur und Landschaft im Sinne dieses Gesetzes sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können.

*§ 19 Abs. 1 - Verursacherpflichten, Unzulässigkeit von Eingriffen*

Der Verursacher eines Eingriffs ist zu verpflichten, **vermeidbare Beeinträchtigungen** von Natur und Landschaft **zu unterlassen**.

*§ 19 Abs. 2 - Verursacherpflichten, Unzulässigkeit von Eingriffen*

Der Verursacher eines Eingriffs ist zu verpflichten, **unvermeidbare Beeinträchtigungen** durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege vorrangig **auszugleichen**. ... **Ausgeglichen ist ein Eingriff, wenn nach seiner Beendigung keine erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigung des Naturhaushaltes zurückbleibt und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist.**

**Naturschutzgesetz (NatSchG) für Baden-Württemberg** vom 29. März 1995 (GBl S. 385), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. März 2005 (GBl S. 206)

*§ 2 - Grundsätze des Naturschutzes, der Landschaftspflege und der Erholungsvorsorge*

Grundsätze zur Verwirklichung der in § 1 genannten Ziele sind: 6. Bei Unterhaltung und Ausbau der Gewässer sollen die Erhaltung und Verbesserung ihrer biologischen Selbstreinigungskraft, die Erholungseignung der Landschaft, sowie die **Sicherung der Lebensräume der Tier- und Pflanzenwelt** beachtet und Bauweisen des naturgemäßen Wasserbaus bevorzugt werden.

### § 10 - Eingriffe in Natur und Landschaft

Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne dieses Gesetzes sind: 4. **Ausbau von Gewässern**, Anlage, Veränderung oder Beseitigung der Wasserflächen, ...

### § 11 - Ausgleich von Eingriffen

Ein **Eingriff ist unzulässig**, wenn

1. er mit den Zielen der Raumordnung und Landesplanung nicht vereinbar ist,
2. vermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen nicht unterlassen werden oder
3. unvermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen nicht oder nicht innerhalb angemessener Frist ausgeglichen werden können und **wesentliche Belange des Naturschutzes, der Landschaftspflege oder der Erholungsvorsorge entgegenstehen**.

### § 14 - Gewässer

(1) Alle öffentlichen Planungsträger haben bei wasserwirtschaftlichen Planungen oder Maßnahmen, mit denen Eingriffe in Natur und Landschaft verbunden sind, auf die Erhaltung des **biologischen Gleichgewichts der Gewässer und auf eine naturgemäße Ufergestaltung** hinzuwirken. Die Lebensmöglichkeiten für eine **artenreiche Tier- und Pflanzenwelt** sind zu verbessern und geeignete Bereiche für die Erholung zu erschließen.

(2) Gewässer sollen nur so ausgebaut werden, dass die **Entwicklungsmöglichkeiten der Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren erhalten** bleiben und der Gemeingebrauch am Gewässer nicht eingeschränkt wird.

**Fischereigesetz für Baden-Württemberg (FischG)** vom 14. November 1979 (GBl. S. 466), zuletzt geändert durch Artikel 98 des Gesetzes vom 1. Juli 2004 (GBl. S. 469)

#### § 40- (Fischwege) Abs. 1

Wer **Anlagen in einem Gewässer errichtet**, die den Wechsel der Fische verhindern oder erheblich beeinträchtigen, hat auf seine Kosten **Fischwege** oder sonstige für den Wechsel der Fische geeignete Einrichtungen von ausreichender Größe und Wasserbeschickung (Fischwege) anzulegen, zu betreiben und zu unterhalten.

**Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum zur Durchführung des Fischereigesetzes für Baden-Württemberg (VwV – FischG)** vom 5. Dezember 2003 (GBl. S. 967), zuletzt geändert durch die VwV vom 23. November 2004 (GBl. S. 824)

#### Zu §§ [...] 40:

1. Soweit für das Errichten von Anlagen eine wasserrechtliche Entscheidung erforderlich ist, hat die Wasserbehörde nach Maßgabe der wasserrechtlichen Vorschriften im Einvernehmen mit dem Fischereireferenten des Regierungspräsidiums in ihrer Entscheidung sicherzustellen, dass die Verpflichtungen des [...] § 40 Abs. 1 FischG erfüllt werden. [...].

**Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)** vom 5. September 2001 (BGBl. S. 2350), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. Juni 2002 (BGBl. S. 1914)

#### Anlage 1: Liste „UVP-pflichtige Vorhaben“

13.6 Bau eines Stauwerkes oder einer sonstigen Anlage zur Zurückhaltung oder dauerhaften Speicherung von Wasser, wobei

13.6.1 10 Mio. m<sup>3</sup> oder mehr Wasser zurückgehalten oder gespeichert werden

→ Vorhaben ist UVP-pflichtig unter Berücksichtigung der §§ 3 a bis 3 e UVPG

13.6.2 weniger als 10 Mio. m<sup>3</sup> Wasser zurückgehalten oder gespeichert werden

→ UVP-Pflicht nach Maßgabe des Landesrechts

**Landesgesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung Baden-Württemberg (LUVPG)** vom 19. November 2002  
(GBl S. 428, ber GBl S. 531)

Anlage 1: Liste „UVP-pflichtige Vorhaben“

1.6 Bau eines Stauwerkes oder einer sonstigen Anlage zur Zurückhaltung oder dauernden Speicherung von Wasser, wobei

1.6.1 100 000 m<sup>3</sup> bis weniger als 10 Mio. m<sup>3</sup> Wasser zurückgehalten oder gespeichert werden → Vorhaben ist in Abhängigkeit der allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls

nach § 3 c Abs. 1 Satz 1 UVPG UVP-pflichtig, § 2 Abs. 2 LUVPG

1.6.2 20 000 m<sup>3</sup> bis weniger als 100 000 m<sup>3</sup> Wasser zurückgehalten oder gespeichert werden → Vorhaben ist in Abhängigkeit der standortbezogenen Vorprüfung des

Einzelfalls nach § 3 c Abs. 1 Satz 2 UVPG UVP-pflichtig, § 2 Abs. 2 LUVPG

**Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr zur Umsetzung der Anhänge II und V der Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Gewässerbeurteilungsverordnung), 30.8.2004**

Die Durchgängigkeit des Flusses ist hier als hydrologische Qualitätskomponente zur Einstufung des ökologischen Zustandes in Anhang 3 und 4 benannt. Nach § 25 WHG und § 3g WG soll bis 2015 ein guter ökologischer Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial aller Gewässer erreicht sein.



# Anforderungen an die Durchgängigkeit von Fisch Indikator-Arten

Nachfolgend sind für charakteristische Fischarten der Oberen und Unteren Forellenregion sowie der Äschen- und Barbenregion, also vom Epirhithral bis zum Epipotamal, die wichtigsten Anforderungen beschrieben, die Fische dieser Arten an die Durchgängigkeit stellen. Als charakteristische Arten und damit als Indikatorarten wurden Bachforelle, Groppe, Elritze, Äsche, Lachs, Strömer, Hasel, Barbe und Nase ausgewählt.

Die Daten basieren auf der nationalen und internationalen Literatur und sind im Leitfaden „Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken“ (LfU, 2005) zitiert. Zusätzlich wurden, bedingt durch die besonderen Gewässerverhältnisse in Baden-Württemberg, davon abweichende Beobachtungen oder Erfahrungen berücksichtigt.

Neben den allgemeinen Ansprüchen der Fische wurden für den vorliegenden Leitfaden die besonderen Ansprüche an die maximale Höhe von Querbauwerken, die minimale Wassertiefe in Flachstrecken, die maximale Strömungsgeschwindigkeit, die Wassertemperatur und den Sauerstoffgehalt oder die Sauerstoffsättigung berücksichtigt; im Leitfaden „Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken“ sind weitere Parameter aufgeführt.

## 1 Obere und Untere Forellenregion (Epi- und Metarhithral)

### 1.1 Bachforelle

#### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Die Bachforelle (*Salmo trutta*) ist ein Bewohner strukturreicher, sommerkühler und sauerstoffreicher Oberläufe der Fließgewässer und in ganz Baden-Württemberg verbreitet. Die Laichzeit liegt in den Monaten Oktober bis Dezember, die Brut schlüpft in den Monaten Februar bis März. Die Bestände sind vielfach durch naturfernen Ausbau der Gewässer sowie lokal auch noch durch eine ungünstige Wasserqualität beeinträchtigt. Wichtig sind der Körpergröße der Fische entsprechende Unterstände, da adulte Forellen territorial leben. Die Besiedlungsdichte hängt von der Anzahl verfügbarer Unterstände ab. Häufig werden die Bestände durch Besatzmaßnahmen gestützt. Die Bachforelle gilt in Baden-Württemberg als potentiell gefährdet.

#### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

##### Juvenile

Nach dem Verlassen der Laichgruben suchen die Forellen Gewässerteile mit höherer Wassertiefe und geeigneten Habitaten auf. Meist wandern die Fische stromab, es wurden aber auch Wanderungsbewegungen stromaufwärts beobachtet. Juvenile Forellen bevorzugen Strömungsgeschwindigkeiten von unter 0,3 m/s; nachts werden Ruheplätze mit Strömungsgeschwindigkeiten von 0–0,2 m/s aufgesucht. Im Winter ziehen sich die Forellen in Strecken mit niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit zurück und stehen dann oftmals in tieferen Gumpen oder unter überhängenden Ufern.

Juvenile Forellen bevorzugen Fließgewässerabschnitte mit Wassertiefen zwischen 0,1 und 0,3 m. Im Winter ziehen sich die Forellen in Strecken mit größerer Wassertiefe zurück und stehen dann oftmals in tieferen Gumpen oder unter überhängenden Ufern.

Die Temperatur- und Sauerstofftoleranz juveniler Forellen ist vergleichbar mit den Ansprüchen adulter Forellen.

## Adulte

Stromauf gerichtete Laichwanderungen über viele Kilometer sind bekannt. Insbesondere die größeren Forellen können über weite Strecken bis zu ca. 100 km und mehr zu ihren Laichplätzen ziehen, während von kleineren Forellen geringere Wanderungsstrecken im Bereich von mehreren hundert Metern bis zu einigen Kilometern beschrieben sind. Die Durchgängigkeit der Strecke muss daher gewährleistet sein. Abstürze bis 0,8 m Höhe sollen noch übersprungen werden können. Dabei hängt die Höhe, die bewältigt werden kann, von der Körperlänge der Fische und der Untertiefen ab; diese soll mindestens das 1,25fache der Höhe eines Absturzes betragen. Hohe Abstürze können mit Sicherheit nur von sehr großen Forellen übersprungen werden.

Generell sind Wassertiefen von doppelter bis dreifacher Körperhöhe (20–30 cm) notwendig; über kurze Strecken (bis max. 2 m) können flachere Bereiche mit Wassertiefen in Körperhöhe noch bewältigt werden.

Fließgeschwindigkeiten von 0,2–0,3 m/s werden bevorzugt, für Baden-Württemberg sind Erfahrungswerte von 0,5 m/s bekannt. Bei Fließgeschwindigkeiten unter 0,15–0,20 m/s laichen Forellen, unabhängig von der Größe, kaum noch ab.

Sommerkühle Gewässer mit einer Wassertemperatur von weniger als 20 °C werden bevorzugt. Allgemein werden Temperaturen von 10–18 °C als günstig angesehen. Als Letaltemperaturen werden, je nach Anpassungstemperatur, zwischen 25 und 30 °C ermittelt, bei denen die Fische nach wenigen Minuten starben. In einem Bereich von 21 bis 25 °C überlebten die Fische noch etwa 1 Woche. Die Temperatur, bei der eine Nahrungsaufnahme und damit ein Wachstum noch möglich ist; liegt bei 18–19 °C. Die Optimaltemperatur wird mit etwa 13 °C angegeben.

Forellen benötigen einen Sauerstoffgehalt von mindestens 5 mg/l, während der durchschnittliche Sauerstoffgehalt bei mindestens 9 mg/l liegen sollte.

## 1.2 Groppe

### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Die Groppe (*Cottus gobio*) kommt in Baden-Württemberg in strömungs- und sauerstoffreichen Fließgewässern vor. Als Bewohner der Gewässersohle ist sie auf vielfältige Substrate in Form von Kies, Geröll, Totholz oder Baumwurzeln angewiesen. Die Laichzeit liegt in den Monaten März bis Mai.

Die Groppe ist nahezu landesweit verbreitet, aber die Bestände beschränken sich häufig auf die oberen Regionen der Gewässer und sind oftmals klein. Die Art gilt in allen Flusssystemen Baden-Württembergs als gefährdet. Die Groppe ist außerdem im Anhang II der FFH-Richtlinie enthalten, sodass für ihre Erhaltung in Baden-Württemberg besondere Schutzgebiete ausgewiesen sind.

### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

#### Juvenile, Adulte

Bereits Sohlstufen mit Abstürzen (Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser) von 5 cm Höhe sind nur noch eingeschränkt passierbar, höhere Stufen sind kaum überwindbar. Generell ist kein Aufstieg an Stufen mit abgelöstem Überfallstrahl möglich. Die nachgewiesenen Ortsveränderungen können sehr kleinräumig sein, aber auch einige hundert Meter betragen; von einer sehr geringen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Groppe ist auszugehen.

Juvenile Groppen wurden bei Fließgeschwindigkeiten von ca. 0,2–0,5 m/s gefunden, Adulte können Strömungsgeschwindigkeiten bis 1,2 m/s tolerieren. Bei Strömungsgeschwindigkeiten unter 0,2 m/s können Groppen dauerhaft nicht existieren.

Juvenile Groppen besiedeln bevorzugt Flachwasserbereiche, meist unter 20 cm Wassertiefe. Bei Adulten ist vielfach eine Tiefenpräferenz nicht erkennbar. Allerdings wurde beobachtet, dass in Bächen Kolke von mehr als 1 m Tiefe gemieden werden, was aber vermutlich mit der verringerten Strömungsgeschwindigkeit zusammenhängt. In Flüssen konnten Vorkommen bis etwa 9 m Wassertiefe nachgewiesen werden.

Die Abundanz von Groppen nimmt mit Erreichen einer Maximaltemperatur von ca. 18 °C ab, bei Temperaturen oberhalb von ca. 22 °C können sich dauerhaft keine Groppen halten. Generell werden Gewässer mit Höchsttemperaturen

von 14–16 °C als günstig für Groppen bezeichnet, sommerwarme Gewässer dagegen werden als ungeeignet eingestuft. Unter Laborbedingungen stellten Groppen bei Temperaturen von ca. 26 °C die Nahrungsaufnahme ein, bei ca. 27 °C konnten sie dauerhaft nicht überleben; diese Werte wurden an Fischen ermittelt, die an relativ hohe Temperaturen von 20 bzw. 25 °C adaptiert waren. Juvenile Tiere hatten eine etwas geringe Temperaturtoleranz als adulten Groppen; die Unterschiede sind aber nicht von Bedeutung. Die Groppen, die für diese Experimente verwendet wurden, stammten aus Mittelengland; Groppen aus anderen geographischen Regionen können andere Temperaturtoleranzen aufweisen.

Übereinstimmend wird berichtet, dass Groppen bei ausreichend hohen Sauerstoffgehalten eine gewisse Wasserverschmutzung tolerieren können. Sauerstoffsättigungen von ca. 80 %, entsprechend einem O<sub>2</sub>-Gehalt von ca. 10 mg/l, sind für Groppen ausreichend.

## 2 Untere Forellen- und Äschenregion (Meta- und Hyporhithral)

### 2.1 Elritze

#### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Die Elritze (*Phoxinus phoxinus*) bevorzugt die Oberläufe der Fließgewässer. Sie kommt sowohl in kleinen, durchströmten Gräben wie auch in größeren Bächen und kleinen Flüssen vor. Voraussetzung sind eine gute Wasserqualität, ausreichend hohe Sauerstoffgehalte, sandig-kiesige Substrate und eine angemessene Strukturvielfalt. Elritzen schließen sich in der Regel zu Schwärmen zusammen. Die Laichzeit liegt in den Monaten April bis August; die Laichprodukte werden auf kiesigem Substrat abgegeben.

Die Art kommt in Baden-Württemberg in allen Flussgebieten vor, wobei die Bestände teilweise zersplittert sind. Obwohl in den letzten Jahren vielfach eine Bestandserholung zu verzeichnen war, konnten die ehemaligen Verbreitungshäufigkeiten und Populationsstärken bisher nicht wieder erreicht werden. Die Elritze ist in Baden-Württemberg im Donau- und Bodenseesystem als nicht gefährdet, im Rhein- und Neckarsystem als gefährdet und im Mainsystem als vom Aussterben bedroht eingestuft.

#### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

##### Juvenile

Juvenile Tiere lassen sich in Gewässerabschnitte mit ruhiger Strömung abdriften. Sie halten sich während der Sommermonate in flacheren Bereichen auf und bevorzugen vermutlich ähnliche Strömungsgeschwindigkeiten wie die adulten Elritzen. Im Winter werden tiefere, ufernahe Bereiche mit geringen Strömungsgeschwindigkeiten aufgesucht. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten, die von juvenilen Elritzen toleriert werden können, liegen mit großer Wahrscheinlichkeit deutlich unter den Strömungsgeschwindigkeiten, die bei adulten Elritzen bestimmt wurden.

Zur Temperatur- und Sauerstofftoleranz liegen keine Daten vor. Vermutlich haben die juvenilen Elritzen ähnliche Ansprüche wie die adulten.

##### Adulte

Laichwanderungen über einige hundert bis tausend Meter stromauf erfordern eine entsprechende Durchgängigkeit. Über sehr kurze Strecken (max. 2 m) können flache Bereiche mit Wassertiefen von 2–3 cm noch bewältigt werden. Unter experimentellen Bedingungen konnten Elritzen bis 5 cm Wassertiefe quantitativ stromauf gerichtete Wanderungsbewegungen ausführen; bei geringeren Wassertiefen (2,5 cm) sind die Bewegungsmöglichkeiten eingeschränkt. Abschnitte mit Fließgeschwindigkeiten von mehr als 0,9 m/s bilden Migrationsbarrieren, die kaum bewältigt werden können. Bodenschwellen konnten unter experimentellen Bedingungen bei 30 cm Höhe von Elritzen quantitativ bewältigt werden; aus grundsätzlichen Überlegungen wird eine maximale Höhe von 15 cm empfohlen. Generell ist zu beachten, dass eine ausreichend hohe Wassersäule (>5 cm) und eine moderate Strömungsgeschwindigkeit (< 0,5–0,75 m/s) über der Schwelle vorhanden sein müssen.



Bei Verfügbarkeit aller Teilhabitate soll keine Wanderung erfolgen.

Adulte Elritzen halten sich im Sommer in Bereichen mit größerer Strömung auf; gemessen wurden an flachen Abschnitten mit Kiesgrund Fließgeschwindigkeiten von 0,2–0,3 m/s. Im Winter bevorzugen die Fische Strecken mit wenig bis sehr wenig Strömung. Generell können Fließgeschwindigkeiten über 0,9 m/s kaum bewältigt werden, sie sollten unter 0,75 m/s liegen.

Elritzen kommen meist in sommerkühlen Gewässern vor. Je niedriger die Temperatur und je geringer der Wasserstand ist, desto größer ist das Bedürfnis der Elritze Unterstände aufzusuchen. Insbesondere im Winter sind daher entsprechende Habitatstrukturen notwendig.

Die optimalen Sauerstoffgehalte liegen bei 10–16 mg/l, als unterer Grenzwert wurde ein Gehalt von 7 mg/l festgestellt; über eine kurze Zeitspanne sollen jedoch auch hohe Defizite mit einem O<sub>2</sub>-Gehalt unter 2 mg/l toleriert werden können.

## 2.2 Äsche

### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Die Äsche (*Thymallus thymallus*) kommt in kleineren, saubereren und strukturreichen Flüssen mit Kies- und Sandgrund vor. Sie ist die Charakter- oder Leitart der sogenannten Äschenregion der Fließgewässer. Die Fische stehen oft in Gruppen zusammen, nur während der Laichzeit werden kleinere Reviere bezogen und verteidigt. Die Fortpflanzung erfolgt in den Monaten März bis Mai auf kiesigem, überströmtem Substrat im relativ flachen Wasser. Die Äsche hat vergleichsweise hohe Ansprüche an die Wasserqualität und an bestimmte Strukturelemente.

Trotz der Erfolge in der Reinhaltung der Gewässer ist die Bestandssituation der Äsche heute vielfach noch ungünstig. Die Art ist in Baden-Württemberg vor allem im Donau- und Bodenseegebiet verbreitet und dort als gefährdet eingestuft. Die Populationen im Rhein- und Neckargebiet sind dagegen nur sehr klein und ihre Verbreitung nur sehr lückenhaft, so dass die Art dort als stark gefährdet gilt.

### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

#### Juvenile

Konkrete Angaben zur maximalen Höhe überwindbarer Hindernisse sind nicht bekannt; vermutlich können die juvenilen Äschen nur Sohlstufen oder andere Hindernisse mit sehr geringer Höhe überwinden. Die Fische halten sich anfangs im Uferbereich bei Fließgeschwindigkeiten unter 0,3 m/s auf, später finden sie sich auch im Hauptstrom bei Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 0,2 und 0,6 m/s. Es sind keine Daten bekannt, welche maximalen Strömungsgeschwindigkeiten von den juvenilen Äschen toleriert werden.

Juvenile Äschen stehen während des Tages über Kiesbänken im Hauptstrom in größerer Wassertiefe, während nachts flachere Uferbereiche mit Wassertiefen von 0,1–0,4 m aufgesucht werden.

Die juvenilen Äschen haben ähnliche Ansprüche an Wassertemperatur und Sauerstoffsättigung wie adulte.

#### Adulte

Die Laichwanderungen sind stromaufwärts gerichtet, wobei in mitteleuropäischen Flüssen Wanderstrecken bis zu etwa 7 km Länge und in nordeuropäischen Gewässern Strecken bis zu 12 km nachgewiesen wurden. Bei Wanderungen außerhalb der Laichzeit wurden Distanzen über 11 km zurückgelegt. Auch adulte Äschen können vermutlich nur niedrige Hindernisse überwinden. Flache Bereiche können bei einer minimalen Wassertiefe von 10 cm mit hoher Wahrscheinlichkeit nur über eine kurze Distanz von max. 2 m bewältigt werden. Bei längeren Flachstrecken sind Mindestwassertiefen von 30 cm und mehr notwendig.

Nach finnischen Untersuchungen stehen adulte Äschen im Sommer in Bereichen mit stärkerer Strömung (0,3–1,1 m/s), während sie sich im Herbst eher in Abschnitte mit geringerer Strömung (0,2–0,8 m/s) zurückziehen; diese Habitate werden vermutlich auch im Winter bevorzugt genutzt.

Als Verbreitungsgrenze der Äsche wird eine mittlere Sommertemperatur von 17–18 °C und als Vorzugstemperatur für die Entwicklung adulter Fische eine Temperatur von 12–18 °C genannt. Unwahrscheinlich ist es, dass Äschen eine maximale Temperatur von 25 °C vertragen können, wie in einer einzelnen älteren Literaturquelle angegeben.

Ähnlich wie bei der Bachforelle wird ein durchschnittlicher Sauerstoffgehalt von mindestens 9 mg/l beziehungsweise eine Sauerstoffsättigung von annähernd 100 % erforderlich sein.

## 2.3 Lachs

### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Der Lachs (*Salmo salar*) ist ein anadromer Langdistanz-Wanderfisch, der von der Nordsee bis in die Nebenflüsse des Rheins und Mains vorkommt. Er steigt in den Sommermonaten die großen Flüsse aufwärts und laicht im Spätherbst in geeigneten Fließgewässern über grobkiesigem Grund ab. Die Lachsbrut schlüpft im Frühjahr. Die juvenilen Lachse verbleiben 1 bis 2 Jahre in ihrem Geburtsgewässer und wandern im späten Frühjahr als sogenannte Smolts die Flüsse hinab ins Meer. Teilweise bleiben männliche Lachse auch in den Gewässern, wo sie geschlüpft sind und ziehen sich nur in flussabwärts gelegene, tiefere Bereiche zurück. Juvenile Lachse werden heute in einigen Fließgewässern Baden-Württembergs im Rheingebiet wieder gefunden. Erste Laichnachweise stammen aus der Kinzig.

Der Lachs ist im Anhang II der FFH-Richtlinie enthalten. Für seine Erhaltung hat Baden-Württemberg im Rheineinzugsgebiet entsprechende Gewässer als Schutzgebiete ausgewiesen.

### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

#### Juvenile

Mit zunehmender Größe verlassen die Junglachse die Bereiche, wo sie geschlüpft sind, und wandern meistens flussabwärts in größere Gewässerbereiche ab. Dabei können einige hundert Meter zurückgelegt werden; selten wurden auch aufwärts gerichtete Wanderungsbewegungen beobachtet.

Die bevorzugten Wassertiefen liegen im Sommer bei etwa 0,3 m oder weniger; im Winter ziehen sich die Fische in größere Wassertiefen zurück.

Juvenile Lachse bevorzugen Habitate mit Strömungsgeschwindigkeiten um 0,5–0,6 m/s; im Winter sind sie allerdings eher in Bereichen mit geringeren Strömungsgeschwindigkeiten zu finden.

Juvenile Lachse können über einen begrenzten Zeitraum recht hohe Temperaturen von bis zu 27 °C aushalten, einen ausreichend hohen Sauerstoffgehalt vorausgesetzt. Eine Nahrungsaufnahme ist bis zu einer unteren Temperaturgrenze von 7 °C und bis zu einer oberen Grenze von 23 °C möglich. Die optimale Temperatur wird mit etwa 16 °C angegeben.

Genaue Daten zum notwendigen Sauerstoffgehalt liegen nicht vor. Aufgrund der hohen Ansprüche wird vermutlich eine Sättigung von nahezu 100 % erforderlich sein.

#### Adulte

Eine weiträumige Durchgängigkeit ist erforderlich. Es ist dokumentiert, dass Lachse relativ hohe Hindernisse zu überwinden versuchen. Sprunghöhen bis 3,7 m sind bekannt. Derart gewaltige Sprungleistungen sind aber Ausnahmen und nur bei den größten Lachsen möglich. Die Höhe, die überwunden werden kann, hängt generell von der Körperlänge der Fische und der Tiefe im Unterwasser eines Hindernisses ab, die das 1,25fache der Höhe des Hindernisses betragen soll. Adulte Lachse können eine Mindestwassertiefe entsprechend ihrer Körperhöhe (ca. 20 cm) auf kurzen Strecken (max. 2 m) noch bewältigen.

Über Laichplätzen werden Fließgeschwindigkeiten von 0,5 m/s bevorzugt, toleriert werden 0,3–1 m/s.

Die optimale Temperatur wird mit 16 °C angegeben. Ähnlich wie juvenile Lachse werden adulte vermutlich über einen begrenzten Zeitraum recht hohe Temperaturen bis 27 °C aushalten können, einen ausreichend hohen Sauerstoffgehalt vorausgesetzt.

Obwohl adulte Lachse während ihrer Laichwanderungen den Ästuarbereich (Übergangsbereich vom Meer zum Süßwasser) offensichtlich bei Sauerstoffgehalten von weniger als 5 mg/l noch passieren können, ist bei längerer Aufenthaltszeit in den Flüssen vermutlich ständig eine Sättigung von annähernd 100 % notwendig.

## 2.4 Strömer

### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Der Strömer (*Leuciscus souffia agassizi*) kommt in Baden-Württemberg im Rhein- und Bodenseegebiet sowie im Neckarsystem vor. Im Bodenseegebiet gilt die Art als gefährdet, in den beiden anderen Verbreitungsgebieten als vom Aussterben bedroht. Der Strömer benötigt strukturreiche Fließgewässer mit einer vergleichsweise guten Wasserqualität. Er besiedelt Bereiche, die durch schnell fließende und ruhige Abschnitte sowie durch adäquate Seitengewässer gekennzeichnet sind. Die Laichzeit fällt in die Monate März bis Mai, in der die Tiere die Laichprodukte auf überströmten Kiesbänken abgeben. Während sich die Fische im Sommer zu kleineren Trupps zusammenschließen, bestehen die Schwärme im Winter oft aus Hunderten von Individuen.

Der Strömer ist im Anhang II der FFH-Richtlinie enthalten, für seine Erhaltung hat Baden-Württemberg entsprechende Gebiete ausgewiesen.

### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

#### Juvenile, Adulte

Eine gute Durchgängigkeit auch in kleine Seitengewässer hinein muss gegeben sein, selbst kleine Hindernisse werden kaum bewältigt. Jahreszeitliche und kurzfristige Wechsel finden zwischen schnell strömenden und ruhig fließenden Habitaten statt. Wanderungen zwischen Überwinterungs-, Laich- und Nahrungshabitat sind über mehrere Kilometer stromauf- oder stromabwärts möglich; bei Untersuchungen in der Argen wurde eine Wanderstrecke von über 4 km nachgewiesen.

Juvenile und adulte Strömer meiden Strömungsgeschwindigkeiten über 0,5 m/s; sie werden bevorzugt in Gewässerabschnitten mit Strömungsgeschwindigkeiten von 0,05 bis 0,5 m/s gefunden. Im Winter ziehen sich die Fische in Kolke mit Fließgeschwindigkeiten unter 0,2 m/s zurück.

Bei Untersuchungen in der Argen wurden in den Abschnitten, in denen Strömer vorkamen, Wassertemperaturen zwischen 6 und 24 °C bestimmt; vermutlich sind derartig hohe Temperaturen aber bereits suboptimal, so dass die Strömer Bereiche mit solch hohen Temperaturen meiden.

Genaue Angaben zu den notwendigen Sauerstoffgehalten sind nicht bekannt. Aufgrund ihrer relativ hohen Ansprüche an die Wasserqualität werden Strömer eine Sauerstoffsättigung von nahezu 100 % benötigen.

## 3 Äschen- und Barbenregion (Hyporhithral und Epipotamal)

### 3.1 Hasel

#### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Der Hasel (*Leuciscus leuciscus*) bewohnt Flüsse und große Bäche mit kiesiger bis sandiger Sohle. Die Fische leben bevorzugt als Schwarmfische im freien Stromstrich der Gewässer. Während der Laichzeit, die in den Monaten März und April liegt, schließen sich die Fische zu größeren Schwärmen zusammen. Als Laichsubstrat wird grober, überströmter Kies bevorzugt. Die Laichareale liegen generell im Hauptgewässer und nicht in den kleinen Seitengewässern. Der Hasel ist in Baden-Württemberg in allen Stromgebieten verbreitet. Die Bestände gelten als nicht gefährdet; nur im Neckargebiet ist die Art als gefährdet eingestuft.



## Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

### Juvenile, Adulte

Flüsse müssen über weite Strecken durchwanderbar sein. Im Frühjahr werden stromaufwärts gerichtete Wanderungen zu den Laichplätzen durchgeführt, wobei eine Strecke von 13 km belegt ist. Im Herbst finden Abwärtswanderungen in tiefere Bereiche und Kolke statt. Auch Tag-/Nachtwanderungen über Strecken von mehreren hundert bis zu etwa 700 m sind beschrieben.

Über einen längeren Abschnitt sind Wassertiefen von mindestens 0,3 m nötig; kürzere Strecken von maximal 2 m können bei Wassertiefen von 0,15 m noch bewältigt werden.

Genauere Angaben zur maximalen tolerierbaren Strömungsgeschwindigkeit sind nicht bekannt. Aufgrund von Messungen an Laichplätzen, bei denen Strömungsgeschwindigkeiten von 0,2–0,5 m/s bestimmt wurden, werden vermutlich die bevorzugten Geschwindigkeiten unter oder bei 0,2 m/s und die maximal tolerierbaren Geschwindigkeiten bei oder etwas über 0,5 m/s liegen.

Für die juvenilen und adulten Hasel wird der optimale Temperaturbereich mit 10–20 °C angegeben; das Temperaturspektrum, in dem die Fische ohne Beeinträchtigungen leben können, soll bei 4–22 °C liegen. Kurzzeitig werden nach Anpassung und optimaler Sauerstoffversorgung 28 °C vertragen; die Letaltemperatur soll bei 32–33 °C liegen.

Sauerstoffkonzentrationen unter 4,5 mg/l sind suboptimal, bei 3,2 mg/l und 20 °C Wassertemperatur können die Fische auf Dauer nicht überleben.

## 3.2 Barbe

### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Die Barbe (*Barbus barbus*) ist die Charakter- oder Leitart der Barbenregion der Fließgewässer. Sie bewohnt als grundorientierter Fisch die strömenden Gewässerbereiche der kleinen und größeren Flüsse, wobei sie strukturreiche Abschnitte mit sandiger bis kiesiger Gewässersohle und tiefen Gumpen bevorzugt. Die Fische laichen in den Monaten Mai und Juni über kiesigem, überströmtem Substrat in relativ flachem Wasser. Obwohl sich die Bestände in den letzten Jahren vielerorts erholt haben, bestehen teilweise noch Rekrutierungsdefizite durch versandete oder verschlammte Laichareale und durch unüberwindbare Querbauwerke, wodurch die notwendige Wanderung der Fische verhindert wird. In Baden-Württemberg gilt die Barbe im Donau- und Bodenseesystem als nicht gefährdet, im Rhein- und Neckarsystem als gefährdet und im Mainsystem als stark gefährdet.

## Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

### Juvenile, Adulte

Flüsse müssen über sehr weite Strecken durchwanderbar und entsprechend tief sein. Generell erfolgen die Wanderungen in den tieferen Bereichen des Gewässers. Sehr kurze Strecken (max. 2 m) mit Wassertiefen von 10 cm und mehr, entsprechend der Körperhöhe, können noch bewältigt werden; bei längeren Flachstrecken sind Mindestwassertiefen von über 30 cm nötig. Aufwärtswanderungen in Schwärmen sind über mehr als 14 km bekannt, jahreszeitlich unabhängige Ortsveränderungen im Bereich von 5 km sind üblich. Wanderungsstrecken adulter Fische von über 100 km sind nachgewiesen; für den Austausch zwischen Teilpopulationen sind derartig weite Wanderungsmöglichkeiten wichtig. Für den mehrfach gestauten Hochrhein konnte gezeigt werden, dass während großräumiger Bewegungsphasen über Distanzen von bis zu 10 km die tieferen Flussbereiche in 6 bis 15 m Wassertiefe bevorzugt wurden. Auch bei Tag-/Nachtaktivitäten können die Fische beträchtliche Entfernungen zurücklegen: im Hochrhein wurden zwischen den Tag- und Nachthabitaten Distanzen von mehr als 1 km bestimmt.

Aufgrund von Messungen an üblichen Standorten können juvenile und adulte Barben vermutlich Strömungsgeschwindigkeiten von 1,0 bis 1,5 m/s tolerieren. Es liegen keine Untersuchungen vor, bei denen höhere tolerierte Strömungsgeschwindigkeiten gemessen worden wären.

Für juvenile Barben wird von guten Entwicklungsbedingungen bei einer Wassertemperatur von 18–24 °C berichtet; adulte werden vermutlich ähnliche Temperaturansprüche haben.

Sauerstoffgehalte unter 5 mg/l werden für juvenile oder adulte Barben als suboptimal beschrieben.

### 3.3 Nase

#### Charakteristika und allgemeine Ansprüche

Die Nase (*Chondrostoma nasus*) bewohnt gut strukturierte und saubere Flüsse mit kräftiger Strömung und kiesiger bis steiniger Sohle. Die Art kommt in Baden-Württemberg in allen Flussgebieten vor, wobei die Bestände aber oftmals nur klein sind. Nach der aktuellen Roten Liste ist die Nase in den Flusssystemen Rhein und Donau als gefährdet und in den Flusseinzugsgebieten Neckar, Bodensee und Main als stark gefährdet eingestuft. Die Fische besiedeln im Sommer flachere Bereiche und suchen nur als Ruhezone tiefere Stellen auf. Als Winterlager dienen tiefe, eher träge fließende Bereiche. Insbesondere zur Laichzeit können sich die Fische zu sehr großen Schwärmen zusammenschließen. Zur Fortpflanzung, die während der Monate März und April stattfindet, benötigt die Nase ein grobkiesiges und gut überströmtes Substrat im Flachwasserbereich. Die Laichplätze können im Hauptfluss oder in kleinen Nebenflüssen liegen. Insgesamt hat die Nase nur ein enges Toleranzspektrum, was die Ansprüche an den Laichplatz betrifft. Da die Art auf das Abweiden von Steinen und Felsblöcken spezialisiert ist, müssen entsprechende Hartsubstrate, auf denen sich Aufwuchs bilden kann, vorhanden sein.

#### Spezielle Anforderungen an die Durchgängigkeit

##### Juvenile, Adulte

Flüsse müssen über relativ weite Strecken durchgängig und entsprechend tief sein. Über kurze Strecken können flache Bereiche mit Wassertiefen in Körperhöhe, entsprechend 15 cm und mehr, noch bewältigt werden; über längere Strecken sind Wassertiefen von 30 cm und mehr notwendig. Die Aufwärtswanderungen erfolgen in Schwärmen über Distanzen von mehreren Kilometern.

An Laichplätzen wurden Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,6 und 1,5 m/s gemessen. Aufgrund dieser Ansprüche ist davon auszugehen, dass juvenile und adulte Nasen Strömungsgeschwindigkeiten von maximal 1,5 m/s tolerieren können. Es sind keine Untersuchungen bekannt, bei denen höhere Geschwindigkeiten gemessen worden wären.

Bei guter Sauerstoffversorgung sollen Wassertemperaturen bis 20 °C vertragen werden können.

Obwohl in der Literatur davon berichtet wird, dass juvenile Nasen eine Sauerstoffkonzentration von 3,3 mg/l tolerieren können, werden die Fische derartig niedrige Werte nur über einen kurzen Zeitraum überdauern können. Für eine permanente Besiedlung wird eine Sauerstoffsättigung von annähernd 100 % notwendig sein.

**Veröffentlichungen der Reihe  
Handbuch Wasser 2  
ISSN 0946-0675**

<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Herausgabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>	<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Herausgabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>
<b>Gewässerkundliche Beschreibung</b> Abflußjahr 1990	1	1991	vergriffen	<b>Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG Leitfaden Teil I: Verfahren</b>	16	1994	vergriffen
<b>Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Umgestaltung der Enz in Pforzheim</b>	2	1991	15 €	<b>Morphologischer Zustand der Fließgewässer in Baden-Württemberg</b> Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der Übersichtskartierung 1992/93	17	1995	13 €
<b>Gewässerentwicklungsplanung</b> - Leitlinien -	3	1992	15 €	<b>Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern</b> II. Untersuchungen zu Biologie und Ökologie der neophytischen Knöterich-Arten	18	1995	15 €
<b>Übersichtskartierung der morphologischen Naturnähe von Fließgewässern (Methode)</b> - Vorinformation -	4	1992	vergriffen	<b>Gesamtkonzept Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern</b> Möglichkeiten, Techniken Perspektiven	19	1995	vergriffen
<b>Regionalisierung hydrologischer Parameter für Niederschlag-Abfluß-Berechnungen</b> - Grundlagenbericht - - Programmdiskette -	5	1992	vergriffen	<b>Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern</b> Teil III: Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben, erste Zwischenberichte der Erfolgskontrolle	20	1995	vergriffen
<b>Ökologie der Fließgewässer</b> Niedrigwasser 1991	6	1992	20 €	<b>Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG</b> Leitfaden Teil III: Bestimmung des Untersuchungsrahmens, Untersuchungsmethoden	21	1995	vergriffen
<b>Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung</b> - Arbeitsanleitung - - Programmdiskette -	7	1992	vergriffen	<b>Schadstoffdatei Rhein</b> Dokumentation	22	1996	vergriffen
<b>Verkrautung von Fließgewässern</b> Einflußfaktoren, Wechselwirkungen, Kontrollmaßnahmen - Literaturstudie -	8	1993	vergriffen	<b>Schadstofftransport bei Hochwasser</b> Neckar, Rhein und Donau im Januar 1995	23	1996	15 €
<b>Gewässerkundliche Beschreibung</b> Abflußjahr 1992	9	1993	15 €	<b>Schwermetalle in den Sedimenten der Fließgewässer Baden-Württembergs</b>	24	1996	11 €
<b>Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern</b> I. Erprobung ausgewählter Methoden	10	1994	vergriffen	<b>Bauweisen des naturnahen Wasserbaus</b> Dokumentation und Bewertung am Pilotprojekt Enz/Pforzheim 1990 - 1995	25	1996	vergriffen
<b>Gewässerrandstreifen</b> Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung der Gewässer	11	1994	vergriffen	<b>Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit - chemisch, physikalisch, biologisch -</b> Stand 1995	26	1996	11 €
<b>Gewässerkundliche Beschreibung</b> Hochwasser Dezember 1993	12	1994	13 €	<b>Das Abflußjahr 1994 - ein Hochwasserjahr</b>	27	1996	vergriffen
<b>Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg</b> Regierungsbezirke Freiburg, Karlsruhe und Stuttgart	13	1994	vergriffen	<b>Pilotprojekt "Konfliktarme Baggerseen (KaBa)"</b> - Statusbericht -	28	1997	vergriffen
<b>Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg</b> Regierungsbezirk Tübingen	14	1994	vergriffen	<b>Meßnetz-Zentrale</b> <b>Meßnetzprogramm</b>	29	1996	vergriffen
<b>Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/1993</b>	15	1994	13 €				



<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Herausgabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>
<b>Pappeln an Fließgewässern</b>	30	1996	15 €
<b>Rechtsgrundlagen der Gewässerunterhaltung</b> Teil I Überblick	31	1996	8 €
<b>Baggerseeuntersuchungen in der Oberrheinebene</b> Auswertung der Sommerbeprobung 1994 und Frühjahrsbeprobung 1995	32	1997	vergriffen
<b>Nährstoff- und Schadstoffeinträge in Baggerseen (Literaturstudie)</b>	33	1996	15 €
<b>Biologische Freiwasseruntersuchungen Rhein-Neckar-Donau</b> - Planktonentwicklung - Bioaktivitäten - Stoffumsätze - 1994	34	1997	vergriffen
<b>Untersuchung der gentoxischen Wirkung von Gewässern und Abwässern</b>	35	1997	vergriffen
<b>Dammscharten in Lockerbauweise bei Hochwasserrückhaltebecken</b>	36	1997	12 €
<b>Ökologische Bewertung von Fließgewässern in der Europäischen Union und anderen Ländern (Literaturstudie)</b>	37	1997	vergriffen
<b>Saisonale, horizontale und vertikale Zooplankton-verteilungsmuster</b> Eine Fallstudie für den Grötzingen Baggersee	38	1997	vergriffen
<b>Methodologische Untersuchungen zur Ermittlung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs des Sediments und des Wasserkörpers in den Baggerseen der Oberrheinebene</b>	39	1997	vergriffen
<b>Biologische Freiwasseruntersuchungen in Rhein, Neckar, Donau.</b> Berichtsjahr 1995-1996	40	1997	6 €
<b>Regionale Bachtypen in Baden-Württemberg</b> Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen	41	1997	18 €
<b>Statistische Untersuchung langfristiger Veränderungen des Niederschlags in Baden-Württemberg</b>	42	1997	vergriffen
<b>Studie über ökohydraulische Durchlaßbauwerke für regulierbare Hochwasserrückhalteräume</b>	43	1998	vergriffen
<b>Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg</b> Teil II Gewässerentwicklungskonzept - Loseblattsammlung -	44	1998	vergriffen
<b>Rauhe Rampen in Fließgewässern</b>	45	1998	vergriffen
<b>Gewässergeometrie</b>	46	1998	vergriffen

<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Herausgabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>
<b>Die Reihe „Handbuch Wasser 2“ wird unter der Bezeichnung „Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie“ fortgesetzt</b> <b>ISSN 1436-7882</b>			
<b>Naturgemäße Bauweisen</b> Unterhaltungsmaßnahmen nach Hochwasserereignissen	47	1998	vergriffen
<b>Gewässerentwicklungsplanung</b> Teil I Grundlagen und Faltblatt	48	1998	vergriffen
<b>Gewässergütekarte Baden-Württemberg</b>	49	1998	vergriffen
<b>Beschaffenheit der Fließgewässer</b> Jahreskatalog 1997 CD-ROM	50	1998	vergriffen
<b>Fließgewässerversauerung im Schwarzwald</b> Ökologische Bewertung auf der Basis des Diatomeenbenthons	51	1999	vergriffen
<b>Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluß auf das Grundwasser</b> Literaturauswertung	52	1999	vergriffen
<b>Die Gewässerlandschaften Baden-Württembergs</b>	53	1999	vergriffen
<b>Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeit in Baden-Württemberg</b>	54	1999	41 €
<b>Unterhaltung und Pflege von Gräben</b>	55	1999	11 €
<b>Hydrochemische und biologische Merkmale regionaler Bachtypen in Baden-Württemberg</b>	56	1999	vergriffen
<b>Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg</b>	57	1999	vergriffen
<b>Überwachung der Fließgewässerbeschaffenheit in Baden-Württemberg</b> - Vorgehenskonzept -	58	1991	kostenfrei
<b>Beschaffenheit der Fließgewässer</b> Jahresdaten-katalog 1998 CD-ROM (ab	59	2000	vergriffen
<b>Niederschlagsdaten Baden-Württemberg</b>	60	2000	vergriffen
<b>Zustand der Baggerseen in der Oberrheinebene</b>	61	2000	9 €

<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Herausgabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>	<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Herausgabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>
<b>Seenphysikalische Prozesse in Baggerseen</b> Modellgestützte Bewertungen – und Entscheidungshilfen -	62	2000	15 €	<b>Hydraulik naturnaher Fließgewässer</b> Teil 4 – Numerische Modelle zur Strömungssimulation	79	2003	9 €
<b>Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern</b>	63	2000	16 €	<b>Geodaten für die Wasserwirtschaft</b> Vermessung bis Datenservice	80	2003	9 €
<b>Beschaffenheit der Fließgewässer</b> Jahresdatenkatalog 1999 CD-ROM	64	2001	vergriffen	<b>Zentrales Baggerseeinformationssystem</b> ZeBIS	81	2003	30 €
<b>Das Hochwasser vom Oktober/ November 1998</b>	65	2000	12 €	<b>Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit in Baden-Württemberg</b> Gütebericht 2002 inklusive <b>Jahresdatenkatalog 1972 – 2002</b> auf CD-ROM	82	2004	10 €
<b>Fließgewässer in Baden-Württemberg als Lebensraum ausgewählter Artengruppen</b>	66	2001	9 €	<b>Arbeitshilfe Baggerseerestaurierung</b> Restaurierungsrelevante Typologie von Baggerseen un Ermittlung von Restaurierungsbedarf und Restaurierungsziel	83	2004	15 €
<b>Untersuchungen zum Vorkommen von Xenobiotika in Schwebstoffen und Sedimenten Baden-Württembergs</b>	67	2001	9 €	<b>Technische Verfahren zur Restaurierung von Baggerseen</b> Verfahrensbeschreibung und Leistungsbewertung	84	2004	24 €
<b>Schadstoff-Informationssystem-Wasser (SIWAS)</b> CD-ROM	68	2001	15 €	<b>Das Niedrigwasserjahr 2003</b>	85	2004	kostenfrei
<b>Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeiten in Baden-Württemberg</b> CD-ROM	69	2001	vergriffen	<b>Mittlere Abflüsse und Mittlere Niedrigwasserabflüsse in Baden-Württemberg</b>	86	2004	35 €
<b>Gewässerstruktur-gütekartierung in Baden-Württemberg</b>	70	2001	11 €	<b>Makrophyten in Baggerseen der Oberrheinebene</b> Kartierung und Bestimmungsschlüssel	87	2004	12 €
<b>Beschaffenheit der Fließgewässer</b> Jahresdatenkatalog 2000 CD-ROM	71	2002	vergriffen	<b>Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft</b> Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaues von Kies und Sand	88	2004	15 €
<b>Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg</b> <b>Leitfaden Teil 3</b> Arbeitsanleitung zur Erstellung von Gewässerentwicklungsplänen	72	2002	12 €	<b>Gewässerstrukturkarte Baden-Württemberg 2004</b>	89	2004	22 €
<b>Aromatische Sulfonate in Oberflächengewässern, Schwebstoffen und Sedimenten Baden-Württembergs</b>	73	2002	9 €	<b>Überströmbare Dämme und Dammscharten</b>	90	2004	9 €
<b>Hydraulik naturnaher Fließgewässer</b> Teil 1 - Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren	74	2002	11 €	<b>Gewässergütekarte Baden-Württemberg 2004</b>	91	2005	22 €
<b>Hydraulik naturnaher Fließgewässer</b> Teil 2 – Neue Berechnungsverfahren für naturnahe Gewässerstrukturen	75	2002	12 €	<b>Festlegung des Bemessungshochwassers für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes</b>	92	2005	9 €
<b>Beschaffenheit der Fließgewässer</b> Jahresdatenkatalog 2001	76	2003	vergriffen	<b>(Beschaffenheit der Fließgewässer Jahresdatenkatalog 1972-2003</b> Bestellung am 02.08. abgegangen!!!!	93	2005	10 €)
<b>Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit der Länder zur Verbesserung der Hochwasservorhersage für große Flussgebiete am 14. und 15. Januar 2003 in Karlsruhe</b>	77	2003	kostenfrei	<b>Abflusskennwerte in Baden-Württemberg</b>	94	2005	40 €
<b>Hydraulik naturnaher Fließgewässer</b> Teil 3 - Rauheits- und Widerstandsbeiwerte für Fließgewässer in Baden-Württemberg	78	2003	11 €				







