

# Durchgängigkeit von Hochwasserrückhaltebecken für Fische - vergleichende Untersuchung verschiedener Durchlasstypen

SANDRA RÖCK

## 1. Einleitung

Durchgängigkeit ist zu einem der wichtigsten Themen im Zusammenhang mit Fließgewässern geworden (siehe dazu beispielsweise die Schriftenreihe der LUBW – LfU 2005; LUBW 2006, 2007, in Vorbereitung – oder das Handbuch Querbauwerke – MUNLV 2005). Mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000)

gewinnt die Wiederherstellung der Durchgängigkeit noch weiter an Bedeutung und findet hier ihren rechtlichen Rahmen. Fehlende Durchgängigkeit ist im Sinne der WRRL eine der „signifikanten Belastungen“, die das Erreichen eines „guten ökologischen Zustands“ der Gewässer verhindern. Ohne eine Wiederherstellung der Durchgängigkeit kann der geforderte Zielzustand also nicht erreicht werden.

Gleichzeitig ist der Hochwasserschutz ein zentrales gesellschaftliches Thema. Allein in Baden-Württemberg wurden 2006 etwa 650 Hochwasserrückhaltebecken (HRB) betrieben (WIBAS-Anlagenkatasterdatenbank, Stand 12/2006). Weitere sind im Bau oder in der Planung. Auch wenn der Großteil (ca. 76 %) dieser Anlagen als Trockenbecken konzipiert wurden, stellen sie einen Eingriff in das

Fließgewässerkontinuum dar. Der Durchlass wirkt sich auf den aquatischen und amphibischen Fließgewässerbereich aus; die Dämme bilden eine Barriere im anschließenden terrestrischen Bereich (u. a. LWA 1992; DVWK 1993; KAPPUS et al. 1998, 1999; LUBW 2007). Hinzu kommt die negative Beeinflussung durch den Bau selbst und im Betriebsfall. Über die Veränderung der morphologischen, hydraulischen und stofflichen Prozesse wird der Lebensraum und damit das ganze Ökosystem Fließgewässer beeinträchtigt.

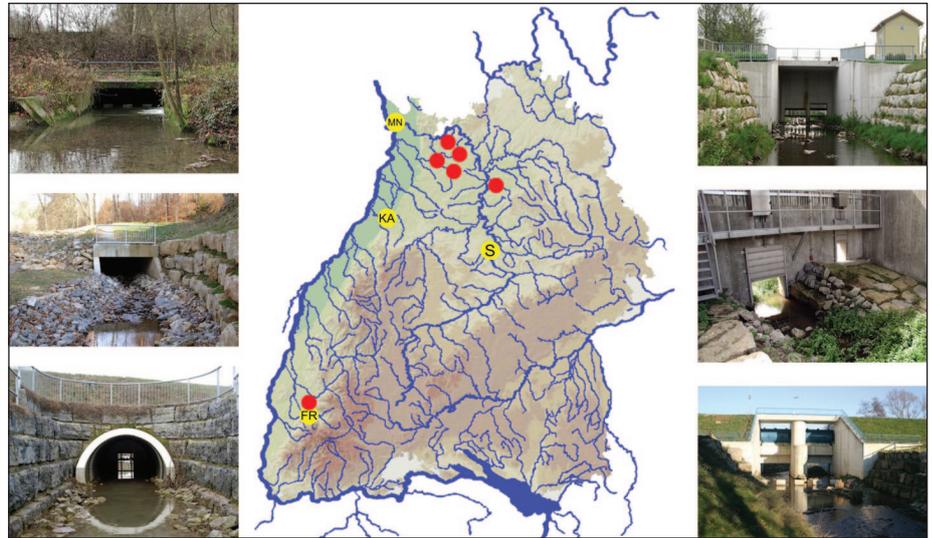
Wichtig ist es nun, diese beiden Faktoren – Gewährleistung der Durchgängigkeit und Hochwasserschutz durch Rückhaltebecken – möglichst zu vereinen. Hier setzt das Projekt „Kriterien für Gestaltung, Betrieb sowie Unterhaltung von Stau- und Retentionsanlagen zur Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit“ an (gefördert durch BWPLUS - Baden-Württemberg, Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung). Übergeordnetes Ziel war es, die ökologischen und hydraulischen Auswirkungen von Hochwasserrückhaltebecken (Trokenbecken im Hauptschluss) zu bewerten. Anhand der Ergebnisse wurden Kriterien für die bauliche Gestaltung und den Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken entwickelt, welche die ökologische Durchgängigkeit der Anlagen gewährleisten sollen. Zur Bearbeitung dieser Zielsetzung wurden verschiedene Teilprojekte bearbeitet:

- Erstellung eines Lebensraumkatalogs, der die Lebensraumsprüche der terrestrischen und aquatischen Tierarten, welche die Gewässer und deren Aue als Lebensraum, Wanderungs- und Ausbreitungskorridor nutzen, widerspiegelt
- Untersuchung und Bewertung der Auswirkungen, die durch den Baubetrieb beim Neubau eines Absperrdamms auftreten inkl. der Bewertung der Regenerationsfähigkeit des Gewässers
- Untersuchung und Bewertung der Auswirkungen, die durch den Staubetrieb von Hochwasserrückhaltebecken auftreten
- Bewertung sechs vorhandener Bauwerke unterschiedlichen Bautyps bezüglich ihrer Durchgängigkeit (aquatisch, amphibisch, terrestrisch) mittels faunistischer Erhebungen an den betroffenen Gewässern
- Erarbeitung eines landschaftsästhetischen Bewertungsverfahrens für Hochwasserrückhaltebecken

Hier sollen nun im weiteren Ergebnis aus dem Teilprojekt zur Beurteilung verschiedener Durchlasstypen vorgestellt werden.

## 2. Methoden

Neben anderen Organismen (z.B. Makrozoobenthos, Laufkäfer) wurde die Durchgängigkeit der ver-



**Abb. 1** Lage der untersuchten Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg (rote Punkte). Von oben links nach unten recht: Schobbach - Freiburg Nord, Lobbach - Waldwimmersbach, Insensbach - Sinsheim-Steinsfurt, Lobbach - Mönchzell, Stadtseebach - Weinsberg, Schwarzbach - Waibstadt. [MN - Mannheim, KA - Karlsruhe, S - Stuttgart, F - Freiburg] (Aufn.: S. RÖCK, MEIER, KUNZE, KAISER).

schiedenen Bauwerke für Fische mit drei verschiedenen methodischen Ansätzen untersucht.

Mit Hilfe der Elektrofischung wurde der Fischbestand in den freien Gewässerstrecken weit ober- und unterhalb des Rückhaltebeckens erfasst, sowie im gesamten Bereich des Durchlassbauwerks. Durch den Vergleich des Bestandes im Bauwerksbereich mit dem Bestand der freien Gewässerstrecken, konnten Aussagen zur Besiedelbarkeit des Durchlasses gemacht und Hinweise zu einer etwaigen Barrierewirkung gewonnen werden.

Zur Erfassung des Fischeaufstiegs und damit der tatsächlichen Durchgängigkeit des Durchlasses wurden Flügelreusen (Maschenweite 10 mm) oberhalb des Durchlasses über den gesamten Gewässerquerschnitt ausgelegt. Tägliche Kontrollen über einen Zeitraum von jeweils drei Wochen ermöglichten die Registrierung aller aufsteigenden Fische.

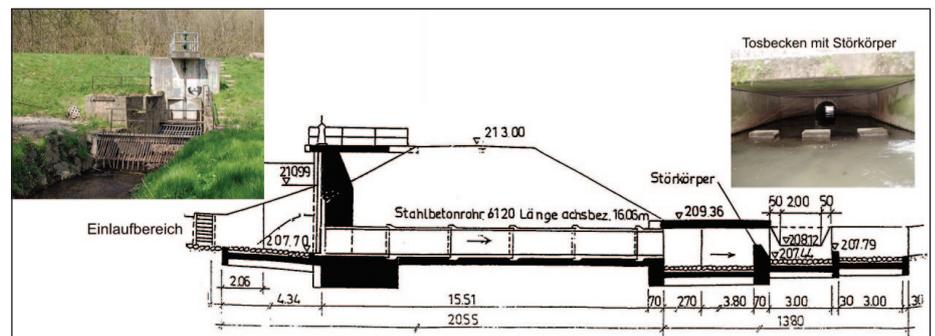
Als dritte Methode wurden Markierungsversuche durchgeführt, v. a. an den Gewässern, die für einen effektiven Einsatz der Flügelreusen zu breit waren. Die Markierung erfolgte durch Flossenschnitt, wobei jeweils zwei Gruppen von Fischen unterschiedlich markiert und unterhalb beziehungsweise oberhalb des jeweiligen Durchlasses ausgesetzt wurden. Die Besatzfische (jeweils 100 Tiere) stammten aus dem jeweiligen Gewässer oder einer nahe gelegenen Fischzucht.

Zusätzlich wurden für alle Bauwerke ausführliche Bauwerksbeschreibungen (technische Daten, Photodokumentation) und Substratkartierungen erstellt.

## 3. Untersuchte Rückhaltebecken

Sämtliche untersuchte Hochwasserrückhaltebecken liegen in Baden-Württemberg und gehören dem Zweckverband Hochwasserschutz Einzugsbereich Elsenz – Schwarzbach an, mit Ausnahme des Rückhaltebeckens Freiburg Nord (Abbildung 1). Insgesamt wurden sechs Durchlässe unterschiedlicher Bauart ausgewählt, die eine ganze Bandbreite an Durchlasstypen repräsentieren sollten:

- Schobbach – Freiburg Nord (seit 1981 in Betrieb): 16 m langer geschlossener Rohrdurchlass mit glatter Sohle, daran anschließend ein ebenfalls geschlossenes, kastenförmiges Tosbecken
- Lobbach – Waldwimmersbach (seit 2003 in Betrieb): geschlossenes Durchlassbauwerk im Kastenprofil mit rauer Sohle (Steinschüttung) – Hier wurden zwei aufeinander folgende Becken mit baugleichen Durchlässen untersucht, zum einen das Becken M6 mit einem



**Abb. 2** Durchlassbauwerk am Schobbach. Einlauf mit Rechenanlage, Querschnittszeichnung, geschlossenes Tosbecken mit Störkörpern. (Aufn.: S. RÖCK).

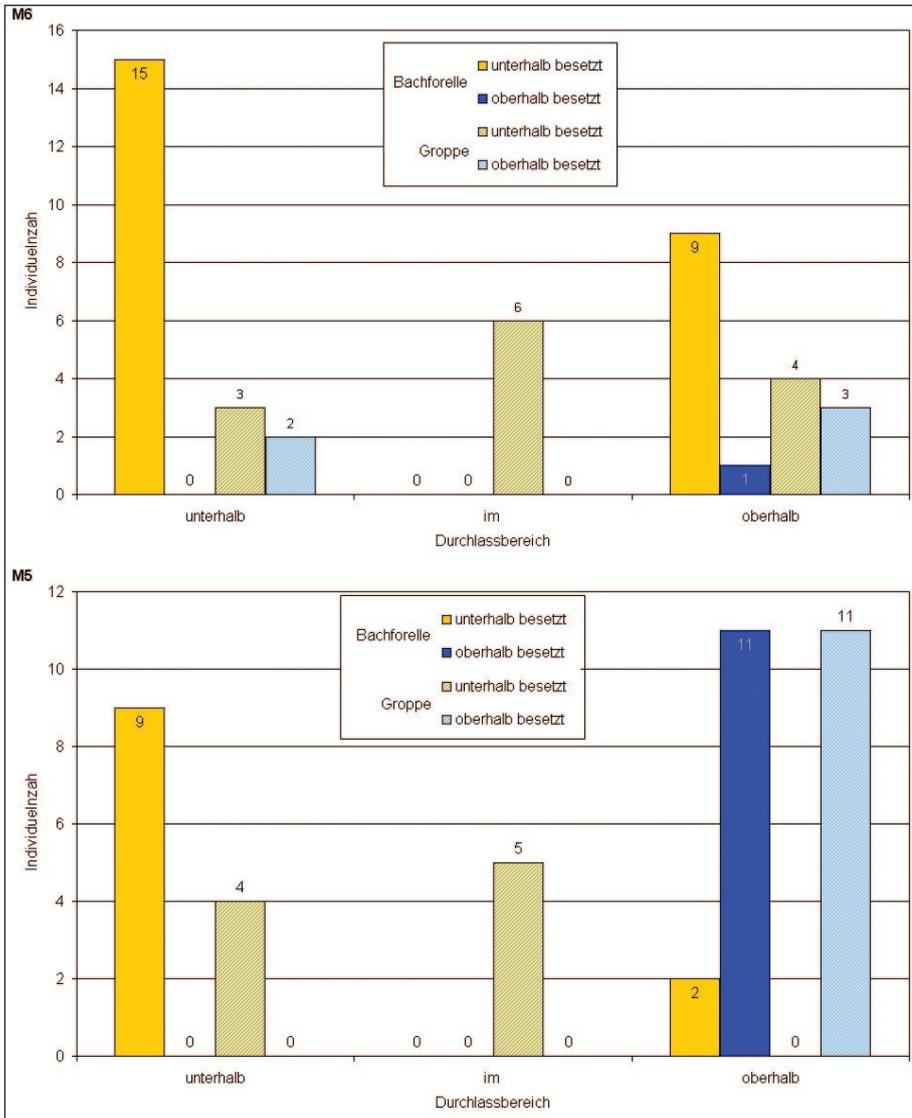


Abb. 3 Ergebnisse der Markierungsversuche an den Becken M6 (40 m) und M5 (64 m). Beide Kastendurchlässe sind als durchgängig einzustufen.

40 m langen und das Becken M5 mit einem 64 m langen Kastendurchlass.

- Insenbach – Sinsheim-Steinsfurt (seit 2002 in Betrieb): geschlossenes Bauwerk mit großem Rohrdurchlass (2,6 m hoch, 24 m lang) und rauer Sohle (Steinschüttung) (Abbildung 4)
- Lobbach – Mönchzell (seit 2004 in Betrieb): offenes Kastenprofil mit Öko- und Steuerschieber und Steinschüttung im Durchlassbereich

- Stadtseebach – Weinsberg (seit 1999 in Betrieb): offenes Kastenprofil mit Öko- und Steuerschieber, Sohle teilweise verbaut (Pegel)
- Schwarzbach – Waibstadt (2002): offenes Kastenprofil, Fischbauchklappen und zwei Tiefenschütze mit durchgehender Gewässersohle

#### 4. Ergebnisse

##### Schobbach - Freiburg Nord

Der Schobbach ist bezogen auf die Fischfauna oberhalb des Durchlassbauwerks eher artenarm aufgrund struktureller Defizite. Unterhalb des Bauwerks konnte dagegen eine artenreiche Fischfauna ermittelt werden, die der Referenzfischzönose entspricht (DUBLING 2006). Bei der Bestandsaufnahme konnten aufgrund der Unzugänglichkeit keine Fische im Rohrdurchlass nachgewiesen werden. Im geschlossenen Tosbecken hielten sich dagegen hauptsächlich Döbel (*Leuciscus cephalus*) auf. Das Kastenprofil bietet hier eine ausreichende Tiefe und bildet so gerade für die großen Tiere einen guten



Abb. 4 Rohrdurchlass am Insenbach. Steuer- und Notschieber bilden kein Hindernis. Die Steinsohle bietet ausreichend Habitate (Aufn.: MEIER).

Unterstand. Aufgrund der Dominanz des Döbels finden hier kaum andere Fischarten eine Besiedlungsmöglichkeit.

Eine Passage des glatten Rohrdurchlasses konnte mit Hilfe der Reusen nur für den Döbel eindeutig nachgewiesen werden, allerdings auch nur anhand von zwei größeren, schwimmstarken Tieren. Ob andere Arten dieses Bauwerk durchschwimmen können bleibt fraglich.

Letztendlich muss davon ausgegangen werden, dass dieser Durchlass konstruktionsbedingt durch die Länge des glatten Rohrdurchlasses in Kombination mit der hier erhöhten Fließgeschwindigkeit ein Wanderhindernis für die meisten hier vorkommenden, eher schwimmschwachen Arten darstellt (vgl. Abbildung 2). In Betracht gezogen werden muss aber auch, dass der Gewässerabschnitt oberhalb des Bauwerks einen wenig attraktiven Lebensraum darstellt.

##### Lobbach - Waldwimmersbach (M6 + M5)

Im oberen Abschnitt des Lobbach konnten zwei baugleiche Kastendurchlässe unterschiedlicher Länge (M6 mit 40 m und M5 mit 64 m) untersucht werden. Als typisches Gewässer der Forellenregion konnten bei der Bestandsaufnahme hier nur die beiden Arten Bachforelle (*Salmo trutta*) und Groppe (*Cottus gobio*) nachgewiesen werden.

Beide Arten konnten auch in den Durchlässen selbst nachgewiesen werden, wobei mehr Groppen gefangen wurden. Die meisten Tiere wurden an tieferen Stellen hinter größeren Steinen gefunden. Durch die in den Steinschüttungen gewählten Korngrößen entspricht die Substratzusammensetzung weitgehend der außerhalb der Becken.

An diesen Becken wurden Markierungsversuche durchgeführt. Bachforellen und Groppen wurden hier aus dem Gewässer entnommen, markiert und dann ober- bzw. unterhalb der Durchlässe wieder eingesetzt. Eine weitere Befischung der Durchlässe fand drei Wochen später statt.

Die Ergebnisse zeigen, dass beide Bauwerke für beide Fischarten als durchgängig einzustufen sind (Abbildung 3). Allerdings konnte aufgrund des Markierungsversuchs keine Abwärtswanderung belegt werden. Diese stellt aber in den wenigsten Fällen ein Problem dar. Bei den beiden untersuchten Durchlässen sind keine Hindernisse vorhanden, die eine entsprechende Wanderung behindern würden.

Bemerkenswert bezüglich der Durchgängigkeit ist, dass selbst der längere Durchlass (64 m) von den Bachforellen durchwandert wurde. Zwei unterhalb besetzte Tiere wurden im Bereich oberhalb des Bauwerks nachgewiesen (ein adultes Tier und ein Jungfisch). Für die Groppe konnte dieser eindeutige Nachweis zwar nicht erbracht werden, da aber

mehrfach Tiere im Durchlass selbst angetroffen wurden, der Durchlass als besiedelbar anzusehen ist, spricht nichts dagegen, dass eine fortgesetzte Aufwärtswanderung möglich ist. Der Einfluss des Faktors Licht muss bei diesen Ergebnissen kritisch diskutiert werden. Für die Fische scheint er nicht ausschlaggebend zu sein, wenn das entsprechende Substrat zur Verfügung steht. Bei der Untersuchung des Makrozoobenthos im Projekt hat sich aber gezeigt, dass fehlendes Licht für diese Gruppe eher eine Rolle spielt (WESTRICH et al. 2006).

### **Insenbach - Sinsheim**

Am Insenbach zeigte sich im Durchlassbereich die gleiche Artenzusammensetzung, wie in den freien Gewässerstrecken, allerdings in geringeren Individuenzahlen. Dominante Fischarten waren Schmerle (*Barbatula barbatula*) und Gründling (*Gobio gobio*). Bei diesen beiden Arten waren auch Jungtiere vertreten, während bei allen anderen Arten nur adulte Fische im Durchlass gefunden wurden.

Innerhalb des Bauwerks wurden die steinigen, durch Kolke und Gehölzwurzeln strukturierten Bereiche besiedelt. Die Steinsohle, v. a. ober- und unterhalb der Verrohrung scheint gerade für die Schmerle (*Barbatula barbatula*) ein besonders guter Lebensraum zu sein, was durch das erhöhte Jungfischauftreten deutlich wird. Im Rohrdurchlass selbst kommt es durch eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit zu einer starken Verschlämzung in einigen Abschnitten, welche von den Fischen vollständig gemieden werden.

Diese Durchlasskonstruktion (langer Rohrdurchlass mit großem Durchmesser und Steinschüttung) ist als besiedelbar und durchgängig zu bewerten. Sowohl die Markierungsversuche, als auch die Reusenfänge konnten dies belegen. Der Rohrdurchlass ist groß angelegt mit einer Steinsohle, die ausreichend Aufenthaltsplätze und Unterstände bietet. Die beiden Schieber (Steuer- und Notschieber) bilden ebenfalls keine Wanderhindernisse (Abbildung 4). Einzig die verschlammten Bereiche sind negativ zu bewerten.

### **Lobbach - Mönchzell**

Das Hochwasserrückhaltebecken „Mönchzell“ ist das unterste von sechs Hochwasserrückhaltebecken, die am Lobbach gebaut wurden. Das offene Durchlassbauwerk mit Öko- und Steuerschieber besitzt als Gewässersole eine Steinschüttung. Im gesamten Gewässer dominierte die Bachforelle, während alle anderen Arten (Groppe, Elritze und Schmerle) im Vergleich zur Referenzzone (DÜBLING 2006) unterrepräsentiert waren. Damit lassen sich Aussagen bezüglich Durchgängigkeit und Besiedelbarkeit nur zu Bachforelle und Schmerle machen.



Abb. 5 Die Steinschüttung als Lebensraum. (Aufn.: S. RÖCK).



Abb. 6 Bewuchs im Durchlassbereich des Rückhaltebeckens Stadtseebach. (Aufn.: KAISER).

Das Durchlassbauwerk ist für beide Arten durchgängig. Bei den Markierungsversuchen konnten sowohl eine Abwärts- wie auch eine Aufwärtswanderung nachgewiesen werden. Durch die Reusenfänge wurde das Ergebnis zusätzlich für die Schmerle bestätigt.

Die Schmerle wurde bei der Bestandsaufnahme sogar nur im Bauwerksbereich selbst und hier innerhalb der Steinschüttung gefunden (Abbildung 5). Von der insgesamt etwa 700 m befischten Bachstrecke kamen in der Steinschüttung (80 m Länge) über 90 % der Schmerlen vor. Nur hier wurden neben adulten Fischen auch Jungfische festgestellt. Die Bachforelle zeigte in der Umgebung des Durchlasses ähnliche Dichten, wie in den Freiwasserstrecken. Wassertiefe und Substratausstattung bilden im Durchlass vor allem für die Schmerle attraktive Habitate.

### **Stadtseebach - Weinsberg**

Das Becken unterhalb des Stadtsees gehört zu den älteren der untersuchten Becken. Es besitzt einen Ökodurchlass und einen Steuerdurchlass im terrestrischen Bereich (Abbildung 1). Auffällig an diesem Becken und positiv zu bewerten, ist der im Beckenbereich tolerierte Bewuchs der gewässerbegleitenden Vegetation (Abbildung 6). Im Stadtseebach erreichte bei der Bestandsaufnahme einzig die Bachforelle Populationsniveau. Für diese konnte aber die Durchgängigkeit des Bauwerks sowohl bei den Markierungsversuchen als auch mit Hilfe der Reuse nachgewiesen werden.

Bei diesem Bauwerk erwies sich allerdings eine gepflasterte Stelle oberhalb des Durchlasses, welche zur Pegelmessung dient, als Hindernis bei Niedrigwasser. Vor allem größere Tiere können

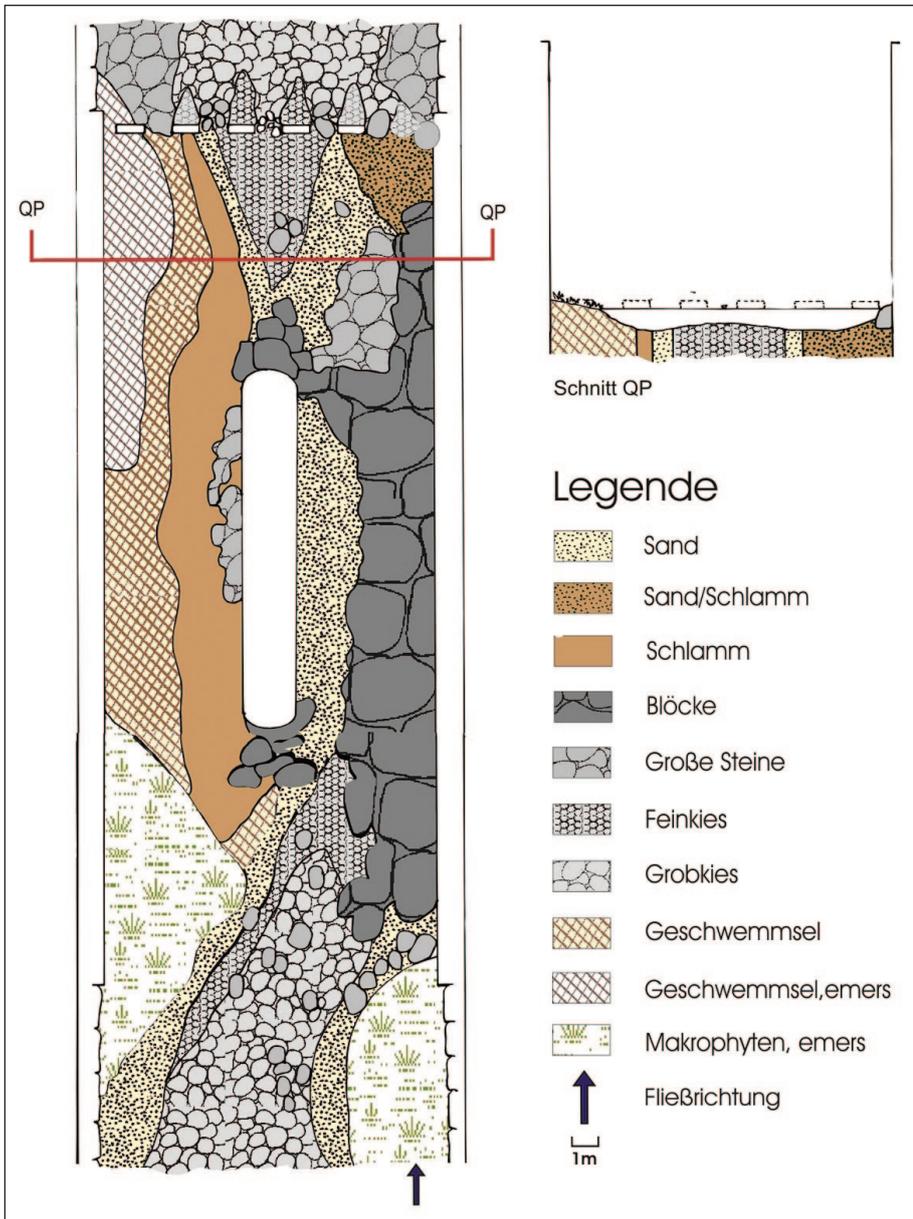


Abb. 7 Substratkartierung im Durchlassbereich des Hochwasserrückhaltebeckens am Schwarzbach (Skizze: MEIER).

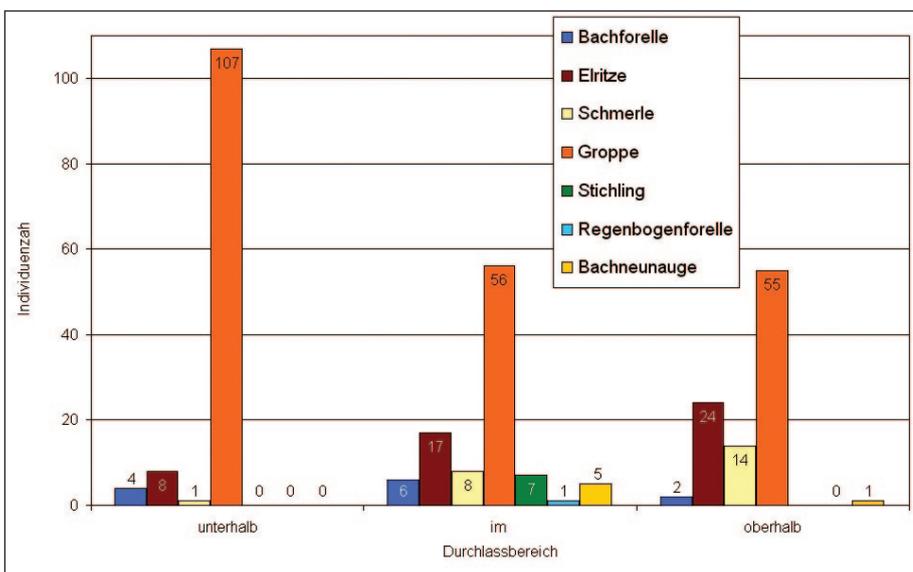


Abb. 8 Ergebnis der Bestandsaufnahme am Schwarzbach.

diesen Bereich dann nicht durchschwimmen. Große Unterschiede zeigen sich auch bei der Besiedelbarkeit. In den Ausbaustrecken, die bezogen auf Substrat, Tiefen- und Breitenvarianz eher den bachtypischen Verhältnissen entspricht, wurden die meisten Individuen gefangen. Andere Bereiche mit fehlenden Unterständen und Substraten wirken gerade bei Niedrigwasser als Barriere.

### Schwarzbach – Waibstadt

Das größte der untersuchten Becken brachte auch die besten Ergebnisse. Aufgrund der offenen Bauweise, bei der das Gewässerbett weitgehend ungestört durch das Bauwerk geführt wird, gibt es ausreichend Habitate, die sich zur Besiedlung und damit auch zur Durchwanderung eignen. Wanderungshindernisse in Form von Querbauwerken sind nicht vorhanden.

Mit der Bestandsaufnahme konnte nachgewiesen werden, dass im Durchlass eine artenreiche Fischfauna zu finden ist, mit teilweise höheren Fischdichten als im freien Gewässerlauf (Abbildung 8). Eine Substratkartierung zeigt (Abbildung 7), dass auch die Substratdiversität höher als im eigentlichen Gewässer ist. In der rechten Durchlasshälfte verläuft der Hauptbachlauf mit tieferen Stellen und grobem Substrat – die idealen Habitate für Bachforellen. Links ist dagegen die Fließgeschwindigkeit geringer und damit finden sich hier auch feineres Substrat, Pflanzenbewuchs und flachere Stellen. Eine entsprechende Fischzönose (Elritze, Dreistacheliger Stichling, Bachneunauge, auch einige Querder) besiedelt diesen Bereich. Die flach überströmte, steinige Ausbaustrecke unterhalb des Durchlasses besitzt einen guten Groppenbestand, dessen Individuendichte höher war als die in den nicht ausgebauten Abschnitten des Schwarzbaches. Zusätzlich wurden hier Schmerlen und Elritzen gefangen.

Zusammenfassend lässt sich zum Schwarzbach sagen, dass aufgrund der bachtypischen Ausstattung das Durchlassbauwerk allen im Schwarzbach vorkommenden Fischarten Lebensraum bietet. Ein Durchwandern des Durchlasses in beide Richtungen ist für Fische uneingeschränkt möglich.

## 5. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass alle untersuchten Durchlasstypen zumindest eingeschränkt für Fische durchgängig sind (Tabelle 1). Gleiches gilt für die Besiedelbarkeit.

Trotz der hier vorgestellten positiven Ergebnisse, darf nicht außer Acht gelassen werden, dass ein Hochwasserrückhaltebecken immer in das Gewässerkontinuum eingreift. Wasserführung und Hydraulik und damit auch Sedimentfracht und Substrat werden beeinflusst, was zu einer Veränderung der Lebensbedingungen im Gewässer führt. Dieser Eingriff kann sich

stärker oder schwächer auswirken, je nach Konstruktion und Betrieb des Beckens. Für den Bau von Durchlassbauwerken lassen sich aus dieser Untersuchung wichtige Konstruktionshinweise ableiten, die zumindest bezüglich der Durchgängigkeit die negativen Einflüsse minimieren können.

Einer der wichtigsten Faktoren zur Gewährleistung der Durchgängigkeit ist das Vorhandensein eines geeigneten Substrats. Je mehr das Substrat in seiner Zusammensetzung und Verteilung dem Gewässer entspricht, desto besser sind die Wanderbedingungen für die Gewässerfauna. Besonders deutlich hat sich dies am HRB Schwarzbach gezeigt. Eine neue Entwicklung, die dieses Prinzip aufgreift ist die sogenannte Schwingklappe (SEIDEL et al. 2007). Hier wird das Gewässer ebenfalls ungehindert durch das Bauwerk geführt. Weitere Vorteile liegen im selbstgesteuerten Regulierorgan und der offenen Bauweise.

Eines der größten Probleme bei den untersuchten Becken (z.B. am HRB Insenbach), war das Auftreten von Verschlammungen im Durchlassbereich. Je nach Ausmaß der verschlammten Bereiche kann es zu einer Barrierewirkung durch solche Bereiche kommen. Dies gilt nicht nur für die Fischfauna, sondern konnte im Projekt auch für das Makrozoobenthos nachgewiesen werden (WESTRICH et al. 2006).

Weiter dürfte klar sein, dass gepflasterte Bereiche kaum besiedelbar sind und bei der Konstruktion eines Durchlasses zu vermeiden sind. Gepaart mit einer zu geringen Wasserführung ergibt sich hier ein größeres Wanderhindernis (vgl. HRB Stadtseebach). Dies verdeutlicht die Wichtigkeit einer ausreichenden Wassertiefe innerhalb des Bauwerks. Ebenso ist auf eine angepasste Fließgeschwindigkeit zu achten. Eine Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit durch das Bauwerk führt schnell zu einer Ablagerung von Feinsedimenten und zur Verschlammung mit den oben genannten Konsequenzen. Zu hohe Fließgeschwindigkeiten können dagegen eine Aufwärtswanderung schwimmschwacher Fischarten verhindern.

Positives Element bei allen untersuchten Becken war das Fehlen von Querstrukturen, die für Fische Wanderhindernisse darstellen könnten (z.B. Schützeinrichtungen). Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass für andere Organismen, wie beispielsweise das Makrozoobenthos, dagegen durchaus Hindernisse vorhanden sind. Auch in den zusätzlich untersuchten terrestrischen und amphibischen Lebensräumen wurden im Bereich der Durchlässe unüberwindbare Hindernisse festgestellt (WESTRICH et al. 2006).

Weitere Ergebnisse zum Projekt können im ausführlichen Projektbericht

**Tab. 1** Zusammenfassung der Ergebnisse zum Nachweis der Durchgängigkeit und Besiedelbarkeit. Mit Hilfe der Markierungsversuche konnten Auf- und Abwärtswanderungen untersucht werden. Die Reusenbefischung gab Aufschluss über eine etwaige Aufwärtswanderung. Die Besiedelbarkeit wurde mit Hilfe einer Befischung und einer Habitatkartierung ermittelt.

Becken	Markierungsversuche		Reuse	Besiedelbarkeit
	aufwärts	abwärts		
Schobbach			Döbel	-
Lobbach - Waldwimmersbach	M6: + M5: +	M6: + M5: -		+
Insenbach	+	+	Elritze Schmerle	+
Lobbach - Mönchzell	+	+	Bachforelle Schmerle	+
Stadtseebach	+	+	Bachforelle	+
Schwarzbach	+	+		+

nachgelesen werden. Bericht und Lebensraumkatalog können auf der Internetseite des Instituts für Landespflege heruntergeladen werden: <http://www.landespflege-freiburg.de/forschung/hrbs.html>

## Literatur

LFU (Hrsg.; 2005): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 1 – Grundlagen. - LfU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg), Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 95, Karlsruhe.

LUBW (Hrsg.; 2006): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke. - LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 101, Karlsruhe.

LUBW (Hrsg.; 2007): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 3 – Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren. - LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 104, Karlsruhe.

LUBW (Hrsg.; in Vorbereitung): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 4 – Durchlässe, Verrohrungen sowie Anschluss Seitengewässer und Aue. - LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, Karlsruhe.

LUBW (Hrsg.; in Vorbereitung): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 5 – Fischabstieg bei Querbauwerken. - LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, Karlsruhe.

MUNLV (Hrsg.; 2005): Handbuch Querbauwerke. - MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen), Aachen.

WRRL (2000): Europäische Wasserrahmenrichtlinie: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik.

LWA (Hrsg.; 1992): Biotopgestaltung an Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken und Flussauen. - LWA Merkblätter Nr. 9, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

KAPPUS, B., BÖHMER, J. & C. RAWER-JOST (1998): Ökologische Effizienz von wasserbaulichen Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit von Wehren für Wirbellose. – Berichte

der Versuchsanstalt Oberrhein und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der technischen Universität München, 82: 479-492.

KAPPUS, B., BÖHMER, J. & C. RAWER-JOST (1999): Zur Problematik der ökologischen Durchgängigkeit von Wasserkraftanlagen – Grundlagen und Lösungsmöglichkeiten. - Beiträge zum 2. Seminar Kleinwasserkraft, Mitteilungen Nr. 16, Institut für Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen, Universität Stuttgart.

DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.) (Hrsg.; 1993): Die Auswirkungen des Betriebs von Hochwasserrückhaltebecken auf Lebensräume, Tier- und Pflanzenlebensgemeinschaften. DVWK-Materialien 4/93.

DUBLING, U. (2006): FischRef BW 1.1. - Fischfaunistische Referenzen für die Fließgewässerbewertung in Baden-Württemberg gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung, Langenargen: Datenbank, Stand 06/2006.

SEIDEL, R., KAISER, O., RÖCK, S., BERNHART, H.H. & W. KONOLD (2007): Die Schwingklappe – Ökohydraulisches Durchlassbauwerk für regulierbare Hochwasserrückhalteräume – Planung, Bauweise, Betrieb. – Zwischenbericht des BWPLUS-Projekts, Förderkennzeichen BWR 24020. (Download: <http://bwplus.fzk.de/berichte/ZBer/2007/ZBerBWR24020.pdf>).

WESTRICH, B., SIEBEL, R., KONOLD, W., KAISER, O. & S. RÖCK (2006): Schlussbericht zum Forschungsprojekt: Kriterien für Gestaltung, Betrieb sowie Unterhaltung von Stau- und Retentionsanlagen zur Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit BWPLUS-Projekt (Baden-Württemberg, Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung), Förderkennzeichen: BWR 24005. (Download: <http://www.landespflege-freiburg.de/forschung/hrbs.html>)

Dr. Sandra Röck  
Institut für Landespflege  
Tennenbacherstraße 4  
D-79106 Freiburg  
Sandra.Roek@landespflege.uni-freiburg.de