LUBW

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 110

Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern

Leitfaden Teil 4 – Durchlässe, Verrohrungen, sowie Anschluss Seitengewässer und Aue

Baden-Württemberg

LUBW
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg

Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern

Leitfaden Teil 4 – Durchlässe, Verrohrungen, sowie Anschluss Seitengewässer und Aue

HERAUSGEBER
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe
www.lubw.baden-wuerttemberg.de

BEARBEITUNG
Projektbegleitende Arbeitsgruppe:
Reinhold Alt, Landeshautpstadt Stuttgart
Andreas Ehrl-Nazaruk, Landratsamt Rems-Murr-Kreis
Waldemar Ehrmann, Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis
Werner Heidelberger, Landratsamt Karlsruhe
Ralf Hübner, Regierungspräsidium Karlsruhe Abt. 5
Stephan Hüsgen, Hermann Wiegner, Regierungspräsidium Karlsruhe Abt. 3
Siegfried Kappler, Landratsamt Freudenstadt
Dr. Hans-Helmut Klepser, Regierungspräsidium Tübingen
Alexandra Muley-Fritze, WBW-Fortbildungsgesellschaft
Stefan Martin, Regierungspräsidium Freiburg
Dr. Gerhard Schaber-Schoor, Forstliche Versuchsanstalt
Dr. Armin Siepe, Bernd Karolus, LUBW
Armin Stelzer, Umweltministerium

REDAKTION
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Referat 41 – Fließgewässer, Integrierter Gewässerschutz

BEZUG
Die Broschüre ist für 7,- Euro erhältlich bei der Verlagsauslieferung der LUBW,
JVA Mannheim- Druckerei
Herzogriedstraße 111, 68169 Mannheim
Telefax 0621/398-370
bibliothek@lubw-bwl.de
Download unter: www.lubw.baden-wuerttemberg.de

ISSN
1436-7882 (Bd. 110, 2008)

ISBN
978-3-88251-334-9

STAND
November 2008

SATZ
Agentur & Druckerei Murr GmbH – Marc Depuhl
Im Husarenlager 8, 76187 Karlsruhe, www.druckerei-murr.de

DRUCK
SchwaGeDruck, 76282 Rheinstetten
Gedruckt auf Recyclingpapier

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

ZUSAMMENFASSUNG		**4**
1 ZUM LEITFADEN		**5**
2 GRUNDLAGEN		**7**
2.1	Rechtliche Anforderungen	7
2.2	Fließgewässer	9
2.3	Anschluss der Seitengewässer und der Aue	10
2.4	Ansprüche der Tiere im und am Gewässer	11
2.4.1	Im Gewässer und zu den Seitengewässern (aquatischer Bereich)	11
2.4.2	Wasserwechselzone (amphibischer Bereich)	13
2.4.3	Ufer und Aue (terrestrischer Bereich)	13
3 KONSTRUKTIVE LÖSUNGEN		**15**
3.1	Allgemeine Anforderungen	15
3.2	Brücken	17
3.3	Durchlässe	18
3.4	Furten	22
3.5	Verrohrungen / Verdolungen	23
3.6	Düker	24
3.7	Ufer- und Sohlenverbau	24
3.8	Anschluss von Seitengewässern	25
3.9	Verknüpfung mit der Aue	26
4 BEISPIELE		**28**
4.1	Brücken	30
4.1.1	Brücken – Neubau (B)	30
4.1.2	Brücken – Nachbesserung (BN)	34
4.2	Durchlässe	36
4.2.1	Durchlässe – Neubau (D)	36
4.2.2	Durchlässe – Nachbesserungen (DN)	48
4.3	Furten	58
4.3.1	Furten – Neubau (F)	58
4.3.2	Furten – Nachbesserung (FN)	66
4.4	Verdolungen (V)	68
4.5	Ufer- und Sohlenverbau (US)	80
4.6	Anschluss Nebengewässer (N)	88
4.7	Verknüpfung mit der Aue (A)	96
5 LITERATUR		**106**
6 BILDNACHWEIS		**109**

Zusammenfassung

Die Durchgängigkeit in Fließgewässern hat eine herausragende Bedeutung für die Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Verhältnissen mit artenreichen und gewässertypischen Lebensgemeinschaften. Die Vielzahl der in diesem Zusammenhang zu beantwortenden Fragen kann nicht in einem einzigen Leitfaden abgehandelt werden. Die Thematik wird daher in einer Leitfadenreihe in 5 Teilen behandelt. 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.

Der vorliegende Teil 4 der Leitfadenreihe ist eine Arbeitshilfe zu Fragen der Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern bei Durchlässen, Verdolungen, zu Seitengewässern und zu der Aue.

Neben der Darstellung der Grundlagen wird die Bedeutung der Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern hervorgehoben und die gesetzlichen und fachlichen Regeln dargestellt. Es wird erläutert, warum die Durchgängigkeit grundsätzlich zu gewährleisten ist. Sie ist ein wichtiges Kriterium in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der im Bundes- und Landesrecht umgesetzten Vorgaben, z. B. in der Gewässerbeurteilungsverordnung vom 30.8.2004.

Die Wirkung der Bauwerke auf die Durchgängigkeit der Gewässer wird aufgezeigt und ein Anforderungskatalog abgeleitet. Neben den Fischen und den Benthosorganismen als Indikatororganismen für die Bewertung des ökologischen Zustandes von Wasserkörpern nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) werden auch die Anforderungen der Landtiere sowie der Tiere der Wasserwechselzone erläutert.

Der Leitfaden beschreibt die Anforderungen bei Neubauten und zeigt auch Verbesserungsmöglichkeiten bei bestehenden Bauwerken auf. Die meisten Nachbesserungen können im Zuge der Unterhaltung durchgeführt werden. Positive Beispiele veranschaulichen die dargestellten Anforderungen. Viele der beschriebenen Maßnahmen können als Ausgleichsmaßnahmen umgesetzt bzw. beim Ökokonto angerechnet werden.

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 Sohlensicherungen 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 zum Teil 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. 1.1: Humsterbach, dynamisches Gewässer mit Aue, Kürnbach (KA)

Die Durchgängigkeit in 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 Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie der Umsetzung des bundesdeutschen und baden-württembergischen Wasserrechts.

Zur Unterstützung von planenden Ingenieurbüros und der Fachverwaltung sowie zur Information interessierter Gruppen behandelt die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 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.

Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern
Teil 1 – Grundlagen
Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke
Teil 3 – Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren
Teil 4 – Durchlässe, Verrohrungen sowie Anschluss Seitengewässer und Aue
Teil 5 – Fischabstieg bei Querbauwerken

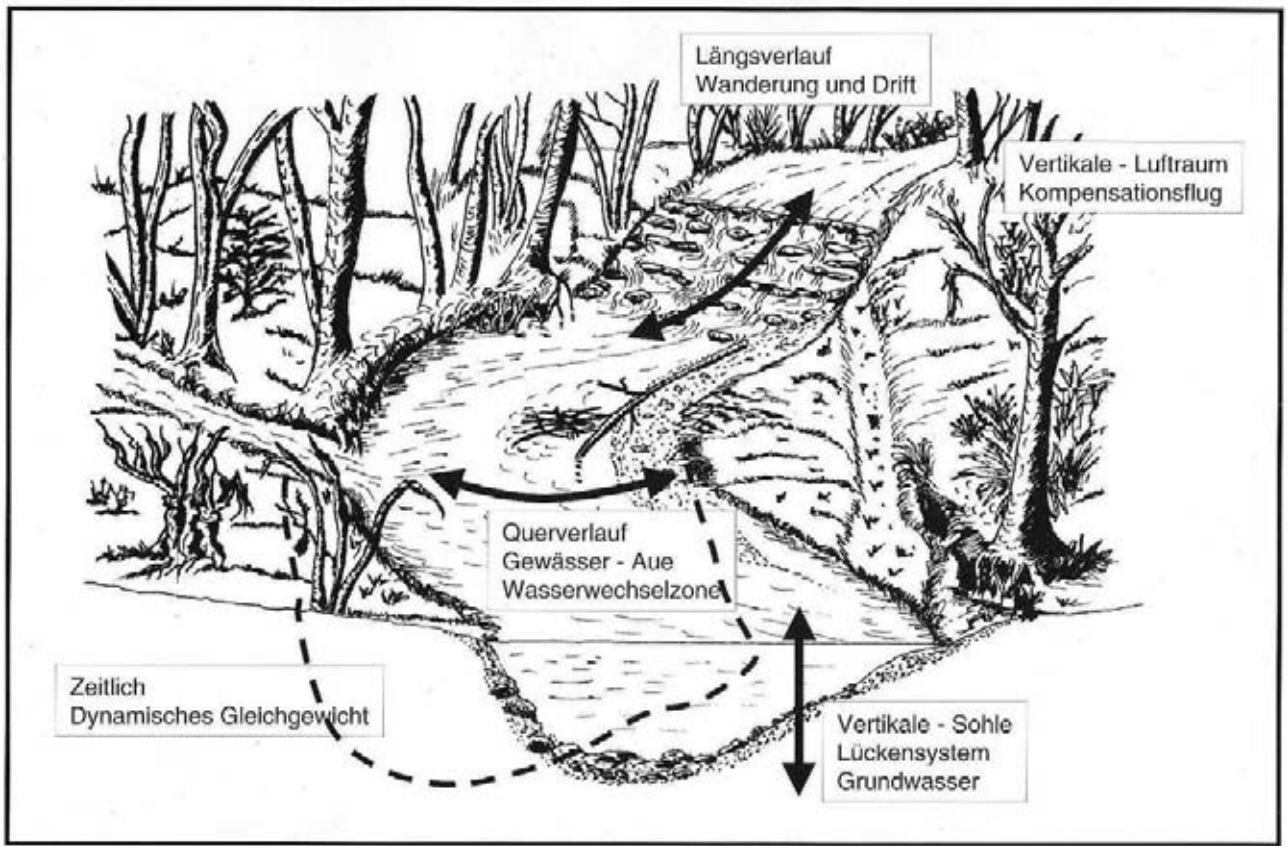


Abb. 1.2: Mit den angrenzenden Bereichen vernetztes Gewässer

2 Grundlagen

2.1 Rechtliche Anforderungen

Die **Durchgängigkeit** für Tiere in Fließgewässern ist auf Grund verschiedener gesetzlicher Vorgaben und fachlicher Regeln **grundsätzlich zu gewährleisten**. Durch die Herstellung der Durchgängigkeit sollen funktionsfähige Gewässerabschnitte erreicht werden. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob die Durchgängigkeit hin zu jeder Quelle notwendig ist.

Wasserrecht

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).

Dies hat dazu geführt, dass der VGH Baden-Württemberg in seinem Urteil vom 15.7.1994 (8S 1428/94) den Leitsatz formulierte „Die Verdolung eines offenen Wasserlaufes beeinträchtigt das Wohl der Allgemeinheit und kann daher regelmäßig nicht gestattet werden".

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 ein wasserrechtliches Verfahren durchzuführen.

Unterschied Gewässerausbau und -unterhaltung

Bei der Unterscheidung zwischen Gewässerausbau und Gewässerunterhaltung hilft die Rechtsprechung allein nicht. Als Hilfestellung wurden durch die WBW Fortbildungsgesellschaft die wichtigsten und häufigsten Umgestaltungsmaßnahmen in drei Gruppen eingeteilt.

In der Gruppe „Unterhaltung" sind die Maßnahmen zusammengefasst, die im Rahmen der Unterhaltung durchgeführt werden können. Auf der anderen Seite werden in der Gruppe „Ausbau" einige Beispiele für Ausbaumaßnahmen genannt, die mit Sicherheit nicht zur Unterhaltungspflicht gehören und daher nicht ohne Wasserrechtsverfahren durchgeführt werden dürfen.

Dazwischen befindet sich eine weitere Gruppe, der so genannte „Graue Bereich". Die Entscheidung, ob es sich dabei um ein Vorhaben der Gewässerunterhaltung oder des Gewässerausbaus handelt, muss die Wasserbehörde treffen – in der Regel also das zuständige Landratsamt.

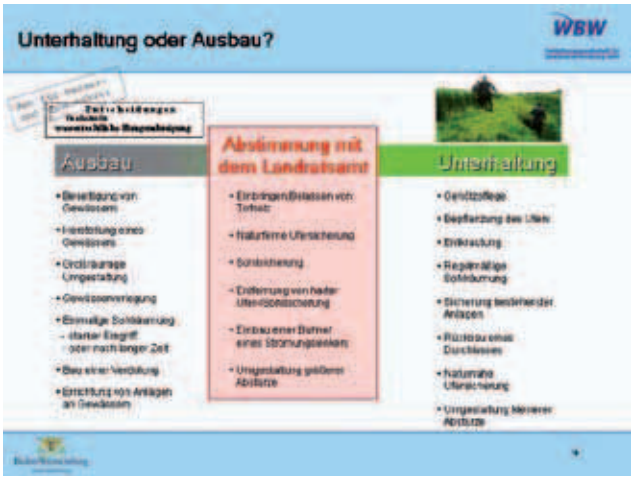


Abb. 2.1: Unterhaltung oder Ausbau

Fischereirecht

In § 40 des Fischereigesetzes (FischG) wird darauf hingewiesen, dass derjenige, der Anlagen am Gewässer errich-

tet, welche den Fischwechsel verhindern bzw. beeinträchtigen, auf seine Kosten Einrichtungen schaffen muss, welche den Fischwechsel in geeigneter Weise ermöglichen. Werden Maßnahmen an Gewässern durchgeführt, gilt es daher die aquatische Durchgängigkeit zu gewährleisten.

Wasserrahmenrichtlinie

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.

Durchlässe und Verrohrungen können ebenso wie z. B. Querbauwerke die ökologische Funktion eines Fließgewässers durch die Unterbrechung der Durchgängigkeit erheblich beeinträchtigen. Laut Gewässerbeurteilungsverordnung des Landes stellt aber gerade die Durchgängigkeit eine wesentliche Qualitätskomponente zur Beurteilung des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials dar. Nach § 25 WHG und § 3g WG soll der gute Zustand bzw. Potenzial bis 2015 erreicht werden. Hierzu sind flussgebietsspezifische Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme bis 2009 zu erstellen und die entsprechenden Maßnahmen bis 2012 umzusetzen. Zur Erreichung des guten Zustands bzw. Potenzials können Maßnahmen zur Umgestaltung von Durchlässen und Verrohrungen erforderlich werden.

Der Begriff „Aue“ ist sowohl in der WRRL als auch in der Gewässerbeurteilungsverordnung nicht explizit erwähnt. Dennoch können gerade die Flussauen einen sehr großen Einfluss auf den ökologischen Zustand eines Fließgewässers im Zusammenhang mit der Umsetzung der WRRL haben. Maßnahmen zur Wiederanbindung von Auen, Seitengewässern und Altarmen sind beispielsweise dann erforderlich, wenn der gute Zustand bzw. das gute Potenzial für die ökologischen Qualitätskomponenten Fische, Makrozoobenthos, Makrophyten und eventuell Phytoplankton anderweitig nicht erreicht werden kann. Insbesondere die Lebensraumfunktion der Auen und Seitengewässer als Laich- und Jungfischhabitat oder Rückzugsraum für Fische ist hierbei besonders hervorzuheben.

Naturschutzrecht

Nach § 19 BNatSchG ist der Verursacher eines Eingriffs verpflichtet, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen. § 18 definiert den Begriff eines „Eingriffs“ genauer. Dazu würde nach § 20 NatSchG B.-W. auch ein Gewässerausbau mit einer erheblichen Beeinträchtigung der Durchgängigkeit gehören, die ein wesentliches Element der im Gesetz genannten Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes ist. Damit ist die Erhaltung der Durchgängigkeit bei einem notwendigen Gewässerausbau vorgeschrieben, soweit sie unter den gegebenen Bedingungen realisierbar ist.

Darüber hinaus definiert das 2007 novellierte BNatSchG in § 42 erhöhte Anforderungen für streng geschützte Tierarten: Sie dürfen u. a. während ihrer Wanderungszeiten nicht erheblich gestört werden, der Erhaltungszustand der lokalen Populationen darf sich nicht verschlechtern, und die ökologische Funktion der Fortpflanzungs- und Ruhestätten muss in ihrem räumlichen Zusammenhang weiterhin erfüllt sein. Nach den Bestimmungen muss nach einem Ausbau also eine ausreichende Durchgängigkeit und Durchwanderung weiter möglich sein.

Sonderfälle

Von der Anforderung an die Gewährleistung der Durchgängigkeit kann in Sonderfällen abgewichen werden bei

- temporären Fließgewässern,
- Schutz von Gewässerabschnitten und
- kulturhistorischen Aspekten.

Hinweise zur Behandlung dieser Sonderfälle wird im Kapitel 6 des Teil 1 dieser Leitfadenreihe gegeben [LfU 2005]. Des Weiteren bestehen auch natürliche Wanderhindernisse (Teil 1 – Kapitel 4.14), welche nicht durchgängig gestaltet werden müssen.

2.2 Fließgewässer

Natürliche Gewässer mit ihren Auen sind wichtige Naturlandschaften, welche in Baden-Württemberg jedoch nur noch in Restbeständen vorhanden sind. Als Aue bezeichnet man räumlich jene Talzonen, die innerhalb des Einflussbereiches von Hochwasser liegen [GEPP 1986]. Die Landschaft und die vorkommenden Pflanzen und Tiergesellschaften werden im Wesentlichen vom Wasserhaushalt sowie der Erosion und Ablagerung von vorhandenem Substrat geprägt. Dabei umfasst der Wasserhaushalt die Dynamik des Wassergangs in Raum und Zeit und beeinflusst die Lebensgemeinschaft wesentlich durch die Häufigkeit und Dauer von Hoch- und Niedrigwasser im Jahresverlauf, durch den Einfluss auf die Grundwasserbewegung wie auch durch die Landschaft gestaltende Kraft des Fließgewässers. Die Fließgewässer mit ihren Auen gehören in Mitteleuropa zu den artenreichsten Ökosystemen [IKSR 2006].

Gewässer im Siedlungsbereich

Die meisten urbanen Fließgewässer weisen heute erhebliche strukturelle Mängel auf. Von den ca. 50% der gesamten Gewässerstrecken in Baden-Württemberg, die mit Strukturgüteklasse 4 (stark verändert) und 5 (sehr stark bis vollständig verändert) eingestuft sind, entfällt ein Großteil auf die Ballungsräume [LfU 2004]. Viele Gewässer wurden naturfern ausgebaut, d. h. ihre Sohlen und Ufer wurden massiv befestigt. Ihnen fehlt zumeist ein extensiv genutzter Gewässerrandstreifen mit einem naturnahen Gehölzsaum. Abstürze blockieren die natürlicherweise stattfindende Wanderung von Fischen und Kleinlebewesen. Im Extremfall wurden größere Gewässerabschnitte eingedolt und oftmals überbaut.

Abb.2.2: Hart ausgebauter Saalbach in Bruchsal (KA)

Viele Gewässerausbauten sind kaum rückgängig zu machen, ohne dass wesentliche Nutzungen aufgegeben werden müssten. Die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit durch Beseitigung der Wanderhindernisse ist dagegen in der Regel bautechnisch gut lösbar. Da hierfür meist kein Grunderwerb erforderlich ist, sind ausschließlich die Baukosten bzw. der Arbeitsaufwand aufzubringen. Deshalb und wegen der großen ökologischen Effizienz solcher Maßnahmen ist bei urbanen Fließgewässern die Herstellung der Durchgängigkeit als ökologische Mindestanforderung zu betrachten. Folglich sollten Abstürze mit Priorität beseitigt, Durchlässe und Brücken angepasst, Verdolungen soweit möglich geöffnet oder zumindest nach ökologischen Kriterien umgestaltet werden.

Gewässer in landwirtschaftlichen Gebieten

Für die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Fläche wurden die Fließgewässer ausgebaut sowie begradigt und dadurch von ihrer Aue abgeschnitten. Auen wurden trocken gelegt und kultiviert.

Abb. 2.3: Alte Rench, ein Gewässer der Acher-Rench Korrektion in intensiv genutzter landwirtschaftlicher Fläche in Membrechtshofen (OG)

Dennoch gliedern und beleben die Fließgewässer das Bild unserer landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft. In landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Gebieten sind Fließgewässer und ihr Umfeld für viele Tier- und Pflanzenarten oft die einzigen Rückzugsgebiete. In ausgeräumten Feldfluren verbinden sie die wenigen inselartigen Biotopstrukturen miteinander. Somit sind Fließgewässer für die Verbreitung und den genetischen Austausch innerhalb der Arten von großer Bedeutung. Wanderungshindernisse für Fische und Kleinlebewesen wie Abstürze und Verdolungen an Feldwegkreuzungen haben folglich große nega-

tive Auswirkungen. Maßnahmen der ökologischen Durchgängigkeit sind deshalb besonders wichtig.

Gewässer im Wald

Von den gravierenden wasserbaulichen Veränderungen wie Begradigung und Kanalisierung blieben die Fließgewässer im Wald in den letzten Jahrzehnten weitgehend verschont. Davor, ab dem Spätmittelalter bis Ende des 19. Jahrhunderts, gab es umfangreiche Wasserbaumaßnahmen für die Brennholztrift und die Flößerei. Dies ist in Baden-Württemberg zumindest regional von Bedeutung. So wurden im gesamten Schwarzwald alle annähernd geeigneten Bäche als Trift- und/oder Floßgewässer genutzt. Noch heute sind Eingriffe in die Linienführung und ins Gewässerbett zu erkennen sowie Reste von Sohl- und Uferverbauungen, Staumauern, Wehranlagen usw. vorhanden. Besonders letztere verdienen als Kultur- und Baudenkmale Beachtung. Sind sie von Durchgängigkeitsmaßnahmen betroffen sollen denkmalpflegerische Aspekte bei den konstruktiven Lösungen berücksichtigt werden (siehe Kap. 6 [LfU 2005]).

Abb. 2.4: Gewässer im Wald

Ab dem 20. Jahrhundert kommt es vorwiegend bei der Erschließung des Waldes mit Wegen zu wasserbaulichen Eingriffen. Hinsichtlich der Durchgängigkeit fallen die vielen Gewässerquerungen aus Betonrohren besonders ins Gewicht. Bei nicht durchgehender Gewässersohle und fehlender Sohlanbindung im Unterwasser (durch die Entstehung von Abstürzen und Kolken) ist davon auszugehen, dass diese Bauwerke die Ausbreitung von Gewässerorganismen, aber auch die Strömungs- und Transporteigenschaften des Wassers beeinträchtigen.

2.3 Anschluss der Seitengewässer und der Aue

Trotz der zentralen Bedeutung, die der Anbindung der Seitengewässer zukommt, weisen zahlreiche Gewässer keine durchgängige Anbindung von Haupt- und Seitengewässer auf.

Die Gründe dazu sind vielseitig. So wurde durch den Gewässerausbau oft der Mündungsbereich der Seitengewässer befestigt (siehe Abb. 2.6) sowie der Wasserwechselbereich und die Aue von der Abflussdynamik abgetrennt. Auch die übermäßigen Regenwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten, die in den Geschiebehaushalt des Gewässers eingreifen und zu Tiefenerosion in den Gewässern führen, tragen dazu bei. In der Folge kommt es dabei durch verschiedene Faktoren zu einer Störung des ökologischen Gefüges sowohl im terrestrischen, im amphibischen wie auch im aquatischen Bereich. So wird der amphibische Bereich der Wasserwechselzone durch steile Ufer abgelöst (Abb. 2.5).

Abb. 2.5: Tiefenerosion im Steigbrunnenbach, kein Auenanschluss mehr vorhanden, Straubenhardt (PF)

Im Gewässer selbst weisen ehemals sohlengleiche Einmündungen von Seitengewässern und Durchlässe einen Absturz auf. Die Seitengewässer und die Aue können dadurch von zahlreichen Organismen nicht mehr aufgesucht werden.

Abb. 2.6: Rüstenbach vom Hauptgewässer Rench abgetrennt, Lautenbach (OG)

2.4 Ansprüche der Tiere im und am Gewässer

Nachfolgend werden die Ansprüche der Tiere im und entlang des Gewässers erläutert. Weitere Informationen zu den Anforderungen der Tiere im und am Gewässer findet man im Leitfaden Durchgängigkeit Teil 1 – Grundlagen [LfU 2005].

2.4.1 Im Gewässer und zu den Seitengewässern (aquatischer Bereich)

Fische

Entsprechend den vorherrschenden Umweltbedingungen finden sich in den unterschiedlichen Abschnitten der Fließgewässer jeweils an diese Region angepasste Fischartengesellschaften. Dabei wird im Bereich des sogenannten Rhithrals zwischen der oberen und unteren Forellenregion und der Äschenregion, im Bereich des Potamals zwischen der Barben-, der Brachsen- und der Brackwasserregion unterschieden. Innerhalb oder auch zwischen den genannten Regionen unternehmen nahezu alle Arten mehr oder weniger stark ausgeprägte Wanderungen. Hinsichtlich ihres Wanderverhaltens können Fische in verschiedene Gruppen unterteilt werden. Dabei bewältigen bspw. die Langdistanzwanderfische wie Aal oder Lachs auf ihren Laichwanderungen Strecken von den Mittelläufen der Fließgewässer bis ins Meer bzw. vom Meer bis in die Oberläufe der Gewässer. Distanzen bis zu mehreren hundert Kilometern werden von den Mitteldistanzwanderarten wie Nase und Barbe während der Laichzeit zurückgelegt, während Arten mit normalem Migrationsbedarf Ortsveränderungen bis zu einigen Kilometern durchführen können. Aber auch außerhalb der Laichzeiten unternehmen Fische Wanderungen aus den unterschiedlichsten Gründen, wozu im Wesentlichen die Nahrungsaufnahme wie auch das Aufsuchen von Rückzugsgebieten gehören. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass Fische im Laufe ihrer Entwicklung in den verschiedenen Alterstufen unterschiedliche Anforderungen an ihre Umwelt stellen, die sie oftmals nur in weit voneinander entfernt liegenden Gewässerabschnitten vorfinden. Auch bei der Neubesiedlung von Gewässerabschnitten bspw. nach einem Fischsterben kommt der Fischwanderung eine große Bedeutung zu. Neben der aktiven Bewegung, die sowohl flussauf- als auch abwärts gerichtet sein kann, nimmt bei Fischlarven und Jungfischen die Drift eine zentrale Rolle ein.

Vor diesem Hintergrund leitet sich die Forderung ab, dass Fische sämtliche Lebensräume, die sie zum Fortbestehen ihrer Art benötigen, auch uneingeschränkt erreichen können müssen. Da für zahlreiche Arten die angesprochenen Funktionsräume oftmals in den Seitengewässern liegen, ist neben der längsgerichteten Durchgängigkeit im Hauptgewässer auch die laterale Vernetzung der einzelnen Gewässerabschnitte maßgeblich. Dies trifft sowohl für die Gewässerabschnitte des Rhithrals, überwiegend jedoch für jene des Potamals, zu.

Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, sind bei der Gestaltung von Brücken, Durchlässen und Verrohrungen sowie bei der Anbindung von Seitengewässern verschiedene Grundsätze zu beachten. Die Zielsetzung liegt darin, dass alle natürlich vorkommenden Arten in allen Größenklassen die ausgebauten Abschnitte passieren können. Die Ansprüche wichtiger Indikatorarten können im Leitfaden Durchgängigkeit Teil 1, Anlage 2 [LfU 2005] entnommen werden. Da darüber hinaus in der Barben- und Brachsenregion weitere Fischarten betroffen sind, die nicht im Leitfaden Teil 1 aufgeführt wurden, ist in diesen Bereichen zur Sicherstellung der Durchgängigkeit eine Wassertiefe von 0,50 m nicht zu unterschreiten und eine mittlere Fließgeschwindigkeit von 0,30 m/s nicht zu überschreiten.

Ansprüche:

- ausreichende Wassertiefe
- angepasste Fließgeschwindigkeiten
- keine Sohlensprünge
- gewässertypisches Sohlensubstrat

Abb. 2.7: Lachse bleiben nach dem Schlupf bis zu zwei Jahren in den Oberläufen der Gewässer, bevor sie ins Meer abwandern

Abb. 2.8: Schleien benötigen für die Fortpflanzung ausgedehnte Unterwasserpflanzenbestände, die sie nur in angebundenen Altarmen vorfinden

Benthosorganismen

Die an der Gewässersohle lebenden Tiere und Pflanzen werden als Benthos bezeichnet. Die artenreichste Gruppe der Benthosorganismen in unseren Fließgewässern sind die Insekten. Viele Arten verbringen als Larven einen großen Teil ihres Lebens im Wasser. Hierzu gehören zum Beispiel Eintags-, Stein- und Köcherfliegen sowie Libellen und viele Zweiflügler. Andere Insekten, wie z. B. viele Käfer- und Wanzenarten, verbringen ihr gesamtes Leben im Wasser. Als weitere wichtige Benthosorganismen sind die Arten der Strudelwürmer, Ringelwürmer (Wenigborster, Egel), Wassermilben, Krebstiere, Muscheln und Schnecken ebenfalls ständige Wasserbewohner.

Die Ortsveränderung der wirbellosen Tiere innerhalb der Fließgewässer kann auf folgende Weise stattfinden:

- Stromaufwärts und stromabwärts gerichtete Wanderungen erfolgen aufgrund des natürlichen Ausbreitungsverhaltens, Nahrungssuche, dem Vermeiden ungünstiger 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 Sohlsubstrates, 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 Sohlsubstrates hervorgerufen.

Ansprüche:

- raue Sohlsubstratoberfläche mit Substratlücken,
- Sohlsubstrat mind. 20 cm mächtig im Bauwerksbereich,
- keine Sohlensprünge und
- Fließgeschwindigkeit ausreichend hoch, um Verschlammung der Sohle zu verhindern.

Abb. 2.9: Eintagsfliegenlarve (Epeorus)

Krebse

Zu den größten Benthosorganismen gehören die zehnfüßigen Krebse. In Baden-Württemberg kommen neben den drei heimischen Krebsarten (Edel-, Stein- und Doh-

lenkrebs) weitere, eingeführte Krebsarten (der europäische Galizierkrebs und die amerikanischen Kamberkrebs, Signalkrebs, Roter Sumpfkrebs und Kalikokrebs) vor. Von den heimischen Arten war der Edelkrebs bis zum vorletzten Jahrhundert relativ häufig. Heute findet er sich in Baden-Württemberg nur noch in wenigen Gewässern, wobei einzelne Edelkrebsbestände mittlerweile wieder eine beachtliche Größe erreicht haben. Während sich das Vorkommen des Dohlenkrebses auf den südbadischen Raum begrenzt, ist der Steinkrebs (Abb. 2.10) noch vergleichsweise häufig im Schwarzwald anzutreffen. Verantwortlich für die jetzige Bestandssituation der heimischen Krebsarten war im Wesentlichen die Ausbreitung der Krebspest zum Ende des vorletzten Jahrhunderts durch die Einführung des amerikanischen Kamberkrebses.

Da die amerikanischen Krebse weitgehend resistent sind gegenüber dem Erreger der Krebspest, dem Aphanomces astaci, diesen aber als Träger verbreiten, ist beim Vorkommen von amerikanischen Krebsen in unterhalb und von heimischen Krebsen in oberhalb gelegenen Gewässerabschnitten in Absprache mit der zuständigen Fischereibehörde vorab zu klären, ob durch eine Wiederherstellung der Durchgängigkeit eine Gefährdung der heimischen Krebse besteht. Die Anforderung nach Herstellung der Durchgängigkeit muss dann abgewogen werden (siehe Teil 1 Kap. 6.2 [LfU 2005]).

Ansprüche:

- entsprechend den Fischen und Benthosorganismen

Abb. 2.10: Steinkrebs

2.4.2 Wasserwechselzone (amphibischer Bereich)

Insbesonders Reptilien und Amphibien benutzen die Wasserwechselzone als Lebensraum und Wanderkorridor entlang der Gewässer.

Ansprüche:

- beidseitige Wasserwechselzonen,
- flache Böschungen,
- Ufervegetation als Sichtschutz und
- natürliches Ufersubstrat.

Abb. 2.11: Feuersalamander

2.4.3 Ufer und Aue (terrestrischer Bereich)

In Ufer- und Auebereichen leben eine Vielzahl von Tieren. Die Aue stellt ein wichtiger Lebensraum für die Tiere dar, welche im juvenilen Stadium die Stillgewässer benötigen, bevor sie später in die Fließgewässer wandern.

Biber und Fischotter sind auf Wasser angewiesen, bewegen sich aber auch größere Strecken an Land fort z. B. bei der Suche nach neuen geeigneten Lebensräumen durch abwandernde Jungtiere. Der nur noch selten vorkommende Fischotter geht ebenfalls, wider erwarten, zur Partnersuche aus dem Wasser und wandert entlang der Gewässer. Dabei scheut er sich oft Bauwerke zu unterqueren.

Abb. 2.12: Fischotter

Abb. 2.13: Biber

Im Wasser behindern Querbauwerke und entlang der Gewässer glatte steile Böschungen, Zäune und Mauern die Wanderung. Auch kanalisierte und technisch ausgebaute Fließgewässer können ab einer gewissen Länge Migrations- und Austauschbarrieren darstellen.

Des Weiteren wandern auch große Tiere, wie z. B. Reh und Fuchs und kleine Landtiere, wie z. B. Igel und Hase im Schutz der Ufervegetation entlang der Gewässer.

Können die Tiere nicht entlang der Gewässer wandern, besteht ein großes Gefahrenpotential bei der Querung von Verkehrstrassen (siehe Kapitel 3.1). Die häufigste Todesursache für Biber ist der Straßenverkehr. Eine ausreichend dimensionierte Berme mit Bewuchs ist daher erforderlich.

Ansprüche:

- Ufer und Aue mit ausreichender Ausdehnung und ohne Barrieren,
- Vermeidung bzw. Rückbau von ufernahen Straßen
- flache Uferböschungen oder Aufstiegshilfen bei steilen Ufern
- ausreichend dimensionierte Uferbermen
- Leit- und Schutzeinrichtungen
- natürliche Ufer- und Auevegetation,
- natürliches Ufer- und Auesubstrat,
- häufig überschwemmte Auebereiche

3 Konstruktive Lösungen

3.1 Allgemeine Anforderungen

Prinzipiell ist zwischen einem „Neubau“ und der „Verbesserung bestehender Bauwerke“ zu unterscheiden. In der Praxis hat es sich bewährt, bei der Planung der Bauwerke rechtzeitig die betroffenen fachtechnischen Behörden (Fischerei, Naturschutz, Wasserwirtschaft) einzubinden, um die Anforderungen (Ökologie und Abflussleistung) bei der Bauwerksplanung berücksichtigen zu können. Neben der Planung ist auch die Bauüberwachung wichtig, damit die erforderliche Funktionalität (z. B. Durchgängigkeit im Gewässer) gewährleistet wird. Die gewässertypischen Anforderungen an das Substrat, die Ufer- und Bettgestaltung, Sohlengefälle, die Wassertiefe und Geschwindigkeit etc. sind anhand naturnaher Referenzstrecken zu ermitteln.
Viele der nachfolgend beschriebenen Maßnahmen können als Ausgleichsmaßnahmen umgesetzt bzw. beim Ökokonto angerechnet werden

Grundsätzlich ist für die **Durchgängigkeit im Gewässer** bei der Gestaltung von Durchlassbauwerken darauf zuachten, dass die Fließgeschwindigkeit und die Wassertiefe im ausgebauten Abschnitt an die Anforderungen der potenziell natürlichen Fischfauna angepasst wird. Wichtige Hinweise und Vorgaben für die Fisch-Indikator-Arten findet man in Kap. 2.4.1 und im Leitfaden „Durchgängigkeit - Teil 1“ - Anlage 2 [LfU 2005].

Die **Strömungsgeschwindigkeit** im freien Wasserkörper sollte nicht über 0,5 m/s (Orientierungswert) bei einem mittlerem Abfluss betragen. Weiterhin dürfen sowohl innerhalb des Bauwerks wie auch in den Bereichen der Anbindung an das Ober- und Unterwasser keine Sohlsprünge vorhanden sein. Dazu ist das Bauwerk ausreichend tief in die Gewässersohle einzubinden. Um eine spätere Auskolkung im Anbindungsbereich zu vermeiden, sind die Abschnitte ausreichend zu sichern. Das Gewässer ist im gesamten Bauwerksbereich in Anlehnung an die natürliche Gewässerbreite (Gewässerbett sowie beidseitige Bermen) hindurchzuleiten. Dieser Anforderung wird am ehesten ein Brückenbauwerk, mit entsprechender Breite für das Gewässer und die Vorländer, gerecht. Zur Erhöhung der Strukturvielfalt ist die Gewässersohle im Bereich des Bauwerks über den gesamten Bereich mit gewässertypischem **Sohlsubstrat** von mind. 20 cm Stärke auszustatten. Das Material ist entsprechend der jeweiligen Anforderungen (natürliches Substrat, Standsicherheit) auszuwählen. Die Fließgeschwindigkeit sollte nicht zu gering sein, da sonst die Sohle verschlammen kann. Das **natürliche Sohlengefälle** ist anzustreben. Die **Wassertiefe** muss entsprechend der Fisch-Indikatorarten gewählt werden (2,5 bis 3 fache der Körperhöhe). Selbst auf kurzen Strecken soll die Wassertiefe nicht kleiner als 10 cm sein.

Die **Durchgängigkeit entlang der Gewässer** ist insbesonders bei stark frequentierten Verkehrswegen und hohen Dammbauwerkern wichtig, da dort eine Überquerung durch die Tiere oft durch Einzäunung unterbunden oder, ist dies nicht der Fall, sehr gefährlich ist. In landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Räumen, ist die Passage der Verkehrswege für die Tiere möglich. Hier können die Anforderungen der Durchgängigkeit auf den aquatischen und amphibischen Bereich reduziert werden.

Um auch die Durchgängigkeit der Ufer- und Wasserwechselzone zu gewährleisten, ist das gegliederte Gewässerprofil durch das ganze Bauwerk zu führen und die Bermen müssen ober- und unterstrom an die Ufer angeschlossen werden. Beidseitige Bermen sind anzustreben. Bei einseitigen Bermen sollen diese mindestens 0,5 m betragen. Die Bermen sollen einerseits möglichst flach angelegt werden, Teile davon aber auch möglichst lange überflutungsfrei bleiben. Bei großen Bauwerken sollte sich eine ufertypische Vegetation einstellen können. Gewässerdurchlässe eignen sich bei entsprechender Gestaltung als Wanderkorridore für viele Tierarten, die entlang der Gewässer ziehen (z. B. Frösche, Kröten, Igel). Leiteinrichtungen an den Straßenrändern können diesen positiven Aspekt unterstützen. Das Bauwerk selbst sollte zugunsten der Durchwanderbarkeit so kurz wie möglich sein. Die lichte Weite des Bauwerkes ist großzügig zu bemessen. Zum Erhalt der Funktionsfähigkeit muss ein ausreichender Schutz vor Verklausung d. h. dem Zusetzen mit Geschwemmsel bzw. eine entsprechende Wartung sichergestellt werden.

Tabelle 3.1: Gestaltungskriterien zur Herstellung der Durchgängigkeit

Kriterien		Neubau					
		Brücke	Durchlass				Furt
		Ohne wesentliche Einengung des Abflussquerschnittes	zur Sohle offenes Profil	Geschlossenes Profil			
				Rechteck	Maulprofil	Kreisprofil	
Licht	ausreichende natürliche Belichtung	i.d.R. unproblematisch	Durchlass so kurz wie möglich Breite = Gewässerbreite + 2 Uferbermen:				unproblematisch
	abrupten Lichtwechsel vermeiden.	i.d.R. unproblematisch	Bauwerks-/Rohrquerschnitt so groß wie möglich				unproblematisch
Wassertiefe	siehe Anforderungsprofil Fische immer > 10 cm	ggf. Niedrigwasserabfluss durch Querschnittsgestaltung bündeln				Bauwerksgefälle so flach wie hydraulisch vertretbar	Niedrigwasserabfluss bündeln
Sohle	natürliches Sohlsubstrat mind. 20 cm stark	natürliche Gewässersohle belassen		Bauwerkssohle ausreichend tief unter Gewässersohle einbinden			Möglichst unbefestigt, ggf. Fahrstreifen aus Ablagesteinen mit großen Fugen herstellen
Fließgeschwindigkeit	< 0,5 m/s	natürliches Strömungsbild beibehalten		Fließgeschwindigkeit ggf. durch Störsteine u.ä. verringern			Querneigung der Fahrstreifen so gering wie möglich
Anbindung Oberwasser	durchgehende Gewässersohle	natürliche Gewässersohle und vorhandenes Gewässergefälle belassen		Bauwerksgefälle = Oberwassergefälle oder flacher			Übergang an das natürliche Sohlgefälle und Substrat
Anbindung Unterwasser		i.d.R. unproblematisch	Sohlensicherung vorsehen, evtl. aufgelöste Querriegel/ Störsteine zur Stützung der Sohle und WSP im Durchlass				Sohlenschutz und Sohlschwelle zur Sicherung der Fahrstreifen
Ufer	durchgehende Randbereiche im Bauwerk für landgebundene Lebewesen	Gewässerquerschnitt im Bauwerksbereich so gestalten, dass bei niedrigen und mittleren Abflüssen Uferbermen vorhanden sind.					
Vegetation	bis an das Bauwerk (ober- und unterstrom) sowie im Bauwerksbereich	ingenieurbiologische Bauweisen zur Ufersicherung oft ausreichend					

Kriterien		Nachbesserung					
		Brücke	Durchlass				Furt
		Ohne wesentliche Einengung des Abflussquerschnittes	zur Sohle offenes Profil	Geschlossenes Profil			
				Rechteck	Maulprofil	Kreisprofil	
Licht	ausreichende natürliche Belichtung	i.d.R. unproblematisch	Teilöffnung anstreben				unproblematisch
	abrupten Lichtwechsel vermeiden.						
Wassertiefe	siehe Anforderungsprofil Fische immer > 10 cm	Erhöhung der Rauheit durch den Einbau von Störkörpern (aufgedübelte Störsteine, Querriegel aus Holz oder Beton, Bürsten, Baustahlmatten u.ä.)					Wasserspiegelanhebung und Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit durch Staukörper im Unterwasser herstellen. Zur dauerhaften Nutzung der Furt durch Fußgänger eventuell eine eigene Fußgängerbrücke oder Trittsteine vorsehen.
Sohle	natürliches Sohlsubstrat mind. 20 cm stark						
Fließgeschwindigkeit	< 0,5 m/s						
Anbindung Oberwasser	durchgehende Gewässersohle	Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohlen umgestalten zu Lücken- und Fugensystem	Vorhandene Abstürze in raue Rampe umgestalten. Sohlensicherung in der Unterwassersohle ggf. nachträglich einbauen.				Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohlen umgestalten zu Lücken- und Fugensystem
Anbindung Unterwasser							
Ufer	durchgehende Randbereiche im Bauwerk für landgebundene Lebewesen	Bei ausreichender Breite und hydraulischer Reserve erhöhte Randbereiche einrichten.					die Breite der Furt d. h. die unmittelbare Fahrspurbreite reduzieren
Vegetation	bis an das Bauwerk (ober- und unterstrom) sowie im Bauwerksbereich	harter Verbau durch ingenieurbiologische Bauweisen ersetzen					

3.2 Brücken

Brücken sind Kreuzungsbauwerke ohne wesentliche Einengung des Abflussquerschnittes. Sie benötigen beidseitige Widerlager, auf denen die Tragkonstruktion aufliegt.

Neubau

Bei Neubauten ist immer der Eingriff in das Gewässer zu minimieren. Ausreichend dimensionierte **Brücken** ohne Sohlenpflasterung stellen den geringsten Eingriff dar. Die Befestigung der Uferbereiche kann durch ingenieurbiologische Bauweisen erfolgen. Gewässertypische Vegetation (auch Gehölze) sollen zugelassen werden. Bei der hydraulischen Bemessung ist die zukünftige Entwicklung der Vegetation d. h. die Reduktion des freien Abflussquerschnitts zu berücksichtigen.

Abb. 3.1: Waldach in Nagold, Brücke mit Bermen (CW)

Abb. 3.2: Brücke mit Berme, Bisingen (BL)

Abb. 3.3: Hasselbach, Brücke im Bau mit beidseitigen Bermen, Ravenstein (MOS)

Nachbesserung einer Brücke

Bei bestehenden Brücken sollten Uferbermen mit einem entsprechenden Bewuchs angelegt werden. Bei hartem Sohlenverbau sollte wenn möglich dieser (teil)entfernt werden, ansonsten ist gewässertypisches Sohlsubstrat einzubringen. Damit dieses nicht sofort ausgespült wird sind Bürsten, grobe Steine oder andere Stützkörper einzubringen (siehe Nachbesserung eines Durchlasses).

Bei bestehenden Brücken ist oft aufgrund des großen Querschnittprofils bei niedrigen und mittleren Abflüssen eine zu geringe Wassertiefe vorhanden. Durch den Bau von Uferbermen (Abb. 3.4) und das Einbringen von Störelementen kann das Abflussprofil eingeengt und damit die Wassertiefe erhöht werden.

Abb. 3.4: Rinschbach, beidseitige Uferbermen, durch Auffüllen der Lücken kann die amphibische Durchgängigkeit verbessert und eine Begrünung erreicht werden, Adelsheim (MOS)

Auch sollten natürliche Verlandungen zur Verbesserung der Durchgängigkeit und der Gewässerstruktur zugelassen werden.

Da alle Maßnahmen Auswirkungen auf den Abfluss haben, ist nach Veränderungen immer die ausreichende Leistungsfähigkeit für den Hochwasserabfluss nachzuweisen.

Geeignete Maßnahmen:

- Erhöhung der Rauheit durch den Einbau von Störkörpern
- beidseitige Uferbermen anlegen
- Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohle umgestalten zu Lücken- und Fugensystem
- Sohlsubstrat einbringen (belassen)
- harten Verbau durch ingenieurbiologische Bauweise ersetzen

3.3 Durchlässe

Gemäß DIN 4047-5 sind Durchlässe Kreuzungsbauwerke, in der Regel mit freiem Wasserspiegel, bei denen jedoch der Abflussquerschnitt erheblich eingeengt wird. Gebaut werden sie meist für kleinere Gewässer, häufig kommen Fertigteile als Kreis- oder Rechteckprofil aus Beton zum Einsatz, das Maulprofil (Stahl) oder ein zur Sohle offenes U-Profil findet bisher weniger Anwendung.

Der Bau von Durchlässen wurde in der Vergangenheit oft ohne Beachtung gewässerökologischer Belange gehandhabt und erfolgte nahezu ausschließlich nach hydraulischen Kriterien. Für die ökologische Durchgängigkeit hat das gravierende Nachteile.

Neubau

Beim Neubau von Durchlässen ist es heute möglich durch Beachtung der nachfolgenden Kriterien die Durchgängigkeit für die Gewässerlebewesen zu erhalten.

Der Durchlass ist so zu bauen, dass die natürliche Gewässersohle (Sohlsubstrat) auch im Bauwerk vorhanden ist. Entsprechend tief ist ein Rohr „einzugraben“. Durch Anpassung des Bauwerksgefälles ist die Wassertiefe möglichst hoch und die Strömungsgeschwindigkeit gering einzustellen. Die Anbindung des Bauwerks an das Oberwasser und Unterwasser (Einlauf/Auslauf) sind so herzustellen, dass keine Barrieren durch Abstürze entstehen, andererseits aber eine ausreichende Sohlensicherung besteht, die im Unterwasser vor rückschreitender Erosion schützt.

Die genannten Kriterien lassen sich durch die Wahl eines möglichst großen Rohrquerschnitts, der tief in die Gewässersohle eingebunden ist meist unkompliziert erfüllen. Den hierfür höheren Kosten stehen ggf. die Einsparung der Kosten für eine hydraulische Berechnung (Abklärung mit der zuständigen Wasserrechtsbehörde erforderlich), bessere Zugänglichkeit zur Bauwerksunterhaltung und ein geringeres Verklausungsrisiko gegenüber.

Steht eine geringe Überdeckungshöhe zur Verfügung haben sich sogenannte Maulquerschnitte und flache Rechteckprofile gut bewährt.

Bei großzugiger Dimensionierung ist die ausreichende Belichtung i.d.R. kein Problem. Insbesondere bei der Querung stark frequentierter Verkehrswege ist der Gewässerquerschnitt im Durchlass so anzulegen, dass bei mittleren Abflüssen Uferbermen (Abb. 3.5) für die Wanderung landgebundener Lebewesen vorhanden sind.

Die Kriterien und empfohlene Bemessungswerte dazu sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst.

Abb. 3.5: Weidenbach, Wellblech-Halbschale, Ersatz für einen Rohrdurchlass, Oberkirch (OG)

Abb. 3.6: Betonrohr ausreichend tief eingebunden, aquatische Durchgängigkeit vorhanden, Bermen und flache Uferböschungen würden die amphibische Durchgängigkeit herstellen

Abb. 3.9: Stahlblechprofil und Störsteine, Bermen und flache Uferböschungen würden den amphibischen Bereich verbessern

Abb. 3.7: Maulprofil erlaubt Gewässergestaltung im Bauwerk

Abb. 3.8: Rechteckdurchlass (Betonrahmen) mit durchgehender Sohle für Schwerlastverkehr (Langholzabfuhr), einseitige Berme durch Auflandung, Teningen (EM)

Nachbesserung eines Durchlasses durch Einbauten

Die Möglichkeiten zur Nachbesserung bestehender Durchlässe sind vor allem durch hydraulische Randbedingungen und Anforderungen an die Dauerhaftigkeit der Konstruktion begrenzt. Dennoch gibt es zahlreiche Beispiele, bei denen durch gezielte Einbauten in vorhandene Durchlassbauwerke die ökologische Durchgängigkeit verbessert werden konnte. Voraussetzung für die nachfolgend aufgezählten Möglichkeiten ist die Prüfung, ob die für den jeweiligen Durchlass anzusetzende Bemessungswassermenge noch abgeleitet werden kann. Bei kurzen Durchlässen sind beim hydraulischen Nachweis oft nicht die Rohreibungs- sondern die Einlaufverluste maßgebend, so dass die Leistungsfähigkeit durch die Einbauten nur wenig beeinträchtigt wird.

Innerhalb des Durchlassbauwerks selbst sind Verbesserungen möglich, die dazu dienen, die Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit und Sohlsubstratbildung günstig zu beeinflussen. Hierzu werden auf die glatte Bauwerkssohle Störkörper aufgebracht, welche die Rauheit erhöhen und verschiedene Strömungsmuster im Durchlass herstellen. Günstige Substratanlandungen und die Anhebung des Wasserspiegels sind die Folge. Als Störkörper eignen sich aufgedübelte Natursteine (Abb. 3.10) und Borstenelemente (Abb. 3.11) ebenso wie an den Durchlass angepasste und speziell geformte Holzschwellen (Abb. 3.12 und 3.13) oder individuell geformte Ortbetonhöcker (Abb. 3.14) oder Buhnen. Der Einbau muss selbstverständlich so erfolgen, dass keine Riegel oder Barrieren entstehen, welche die Durchgängigkeit eher hemmen. Eine rasche Substratbildung lässt sich durch eine mit geringem Abstand

auf der Sohle befestigten Baustahlmatte erzielen, allerdings ist aufgrund der extremen Versetzungs-/ Verklausungsgefahr bei sich lösender Stahlmatte auf eine absolut dauerhaft und feste Verankerung zu achten. Scharfkantige Schnittstellen sind wegen Verletzungsgefahr zu vermeiden.

Abb. 3.10: Störstein fest gedübelt

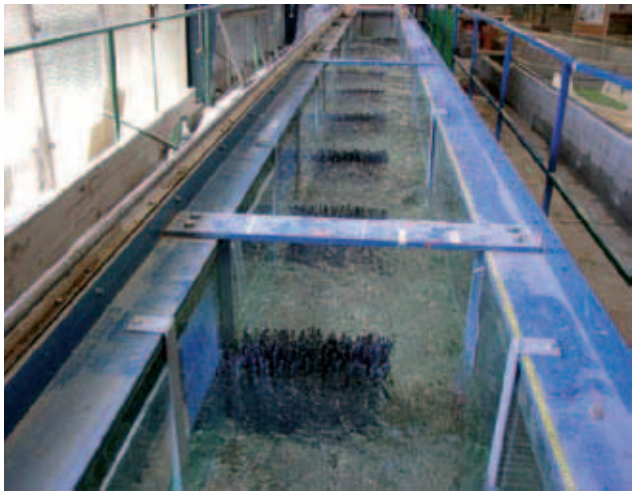


Abb. 3.11: Einbau von Borsten, Modellversuch UNI KA

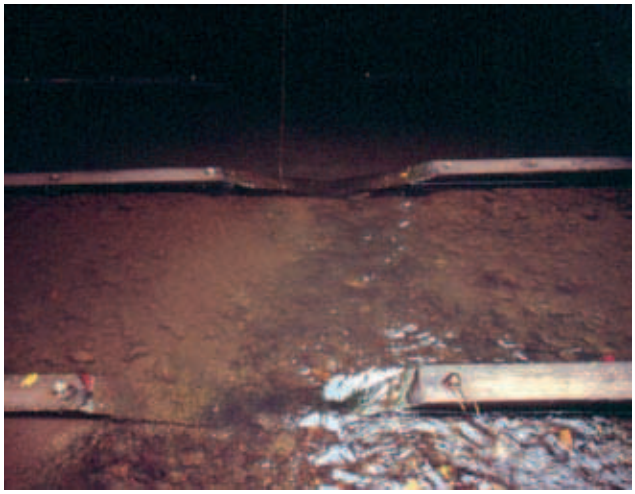


Abb. 3.12: Holzschwellen mit Niedrigwasserrinne (nicht bekannt)

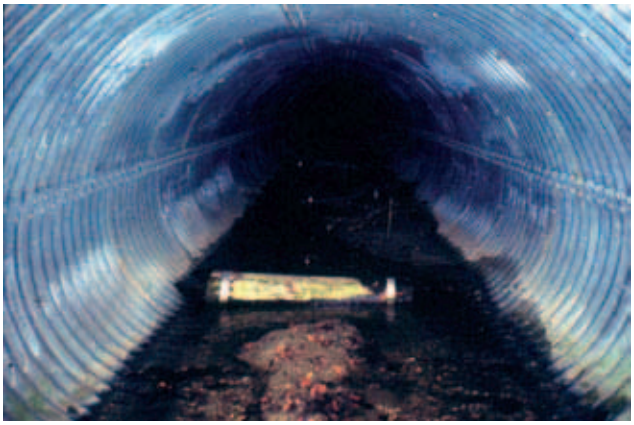


Abb. 3.13: Wechselseitiger Einbau von Holzbuhnen (nicht bekannt)

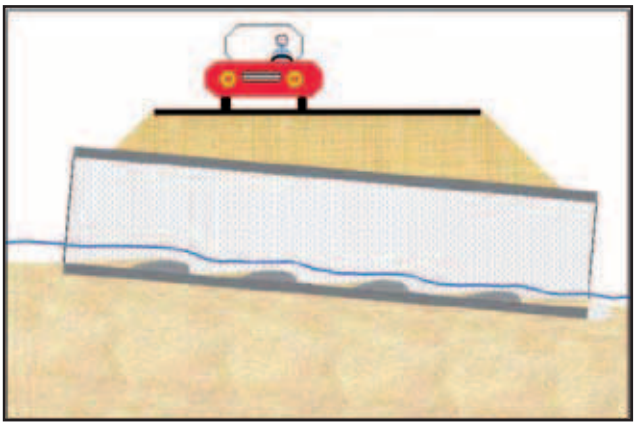


Abb. 3.14: Einbau von versetzten/aufgelösten Betonbuhnen/ Betonhöcker zur Verringerung der Fließgeschwindigkeit und um Anlandungen zu erreichen

Für die amphibische Durchgängigkeit sollten beidseitige Bermen (Abb. 3.15 und 3.16) eingebracht werden. Als Unterbau dienen überwiegend gebietstypische Steine. Die erforderliche Steingröße hängt von der hydraulischen Belastung ab. Falls das Lückensystem der Steine sich nicht durch Sedimentation verfüllt, sollte eine filterstabile, gebietstypische Schotter-Splitt Füllung verwendet werden. Die Bermen sind so breit wie hydraulisch möglich anzulegen. Falls kein Bermeneinbau möglich ist, kann als Minimallösung ein Baumstamm als Bermenersatz eingebaut werden (Abb. 3.17).

Außerhalb bestehender Durchlassbauwerke d. h. im unmittelbaren Ober- und Unterwasserbereich sind häufig unüberwindbare Barrieren festzustellen. Im Unterwasser bilden sich oft kleinere Abstürze durch fehlende Sohlensicherungen und entsprechend rückschreitende Sohlerosion. Durch **Anhebung der Sohle** und Sicherung vor wiederholter Erosion – ggf. ist der vorhandene Absturz in eine **Sohlrampe** umzuwandeln – kann die Durchgängigkeit in diesem Detail nachträglich hergestellt werden.

Die Möglichkeiten vorhandene Durchlässe nachzubessern sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst.

Abb. 3.15: Einbau von beidseitigen Bermen im Humsterbach Durchlass in Flehingen (KA)

Abb. 3.16: Einbau von Bermen und rauer Sohle

Abb. 3.17: Baumstamm (links) als Bermenersatz, Steigbrunnenbach Straubenhardt (PF)

Verbesserung durch Einstau des Durchlasses

Zu geringe Wassertiefen im Durchlass können durch einen Rückstau vom Unterwasser aus erhöht werden (Abb. 3.18 und 3.19). Das Rückstaubauwerk muss die Durchgängigkeit ebenfalls ermöglichen. Bei der Auswahl des Materials sind ausreichend große Steine zu wählen, um eine ausreichende Standfestigkeit auch bei großen Abflüssen zu gewährleisten. Empfehlungen hierzu sind im Leitfaden Durchgängigkeit – Teil 2 zu finden [LUBW 2007]. Staukörper im Auslaufbereich dürfen nicht die Gefahr der Verlegung erhöhen oder die Abflussleistung bei hohen Abflüssen zu sehr beeinträchtigen.

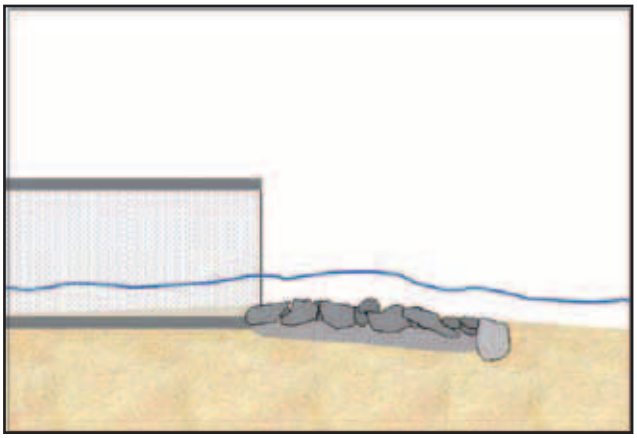


Abb. 3.18: Prinzipskizze, Einstau des Durchlasses

Abb. 3.19: Einstau des Durchlasses von Unterwasser mit durchgängiger Rampe, Schefflenz, Unterschefflenz (MOS)

Geeignete Maßnahmen:

- Erhöhung der Rauheit durch den Einbau von Störkörpern
- beidseitige Bermen anlegen
- Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohle umgestalten zu Lücken- und Fugensystem
- natürliche Sohle ausbilden (lassen)
- harten Verbau durch ingenieurbiologische Bauweise ersetzen
- vorhandene Abstürze in raue Rampen umgestalten
- ggf. Einstau des Durchlasses mit durchgängiger rauer Rampe

3.4 Furten

Gemäß DIN 4047-5:1989-03 ist eine Furt eine sohlengleiche Verkehrswegekreuzung mit einem Gewässer.

Die kostengünstigste, jedoch nicht überall einsetzbare Variante eines gewässerkreuzenden Verkehrswegs, ist die Furt. Für Fußgänger kann die Furt mit einem Steg (Abb. 3.20) oder Trittsteinen (Abb. 3.21) ergänzt werden.

Abb. 3.20: Furt am Lengenbach mit Fußgängersteg, Bad Liebenzell (CW)

Abb. 3.21: Furt mit Trittsteinen (rechts) am Fischbach, Adelsheim (MOS)

Neubau

Als Alternative zu einem Durchlass kann im landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Wegebau auch eine Furt angelegt werden. Beim Bau muss auf eine ausreichende Wassertiefe sowie die einzuhaltende maximale Fließgeschwindigkeit geachtet werden. Der Fahrstreifen im Gewässer muss entsprechend stabil sein, eine durchgehende Sohlpflasterung darf jedoch nicht erfolgen.

Die Furt sollte mit gebietstypischem Steinmaterial ausgebildet werden. Bei höheren Lasten kann man auch Steine mit großen Fugen im Gewässer verlegen. Sollen schwere und große Fahrzeuge die Furt benutzen, muss darauf geachtet werden, dass der erforderliche Ausbau nicht die Durchgängigkeit beeinträchtigt (siehe Gewässerausbau).

Die Zu- und Abfahrt muss entsprechend den Nutzungsanforderungen (PKW, Traktor, Mähdrescher, Langholztransporter etc.) ausgebildet werden. Sind lange flache Furtabschnitte im Gewässer erforderlich, kann durch Rückstaueffekte (siehe Durchlass) die zu geringe Wassertiefe vergrößert werden.

Abb. 3.22: Furt für landwirtschaftlichen Verkehr am Kocher, Neuenstadt (HN)

Abb. 3.23: Furt für landwirtschaftlichen Verkehr am Buchenbach, Krautheim (KÜN)

Abb. 3.24: Furt im Wald, links raue Rampe zum Einstau der Überfahrt um eine ausreichende Wassertiefe zu erreichen

Abb. 3.25: Furt im Eulenbach auch durch PKW nutzbar, links Fußgängerbrücke, Schömberg (W)

Nachbesserung einer Furt

Bestehende Furten stellen auf Grund zu geringer Wassertiefen oft ein Wanderhindernis dar. Hier kann relativ einfach durch den Rückstau aus dem Unterwasser eine Verbesserung erreicht werden (siehe Abb. 3.24 und Hinweise bei den Durchlassbauwerken).

Geeignete Maßnahmen:

- Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohle umgestalten zu Lücken- und Fugensystem
- harten Verbau durch ingenieurbiologische Bauweise ersetzen
- Breite der Furt auf ein Minimum reduzieren
- ggf. Einstau der Furt

3.5 Verrohrungen / Verdolungen

Verrohrungen sind Rohrleitungen in der ein Fließgewässer unter flächenhaften Hindernissen, in der Regel mit freiem Wasserspiegel, durchgeleitet wird (DIN 4047-5). Im Sprachgebrauch heißt dieses Bauwerk auch Verdolung. Es handelt sich um Bauwerke mit eckigem oder rundem Querschnitt.

Neubau

Verdolungen widersprechen den wasserrechtlichen Vorgaben der naturnahen Gewässerentwicklung und sind daher laut aktueller Rechtsprechung (siehe Kapitel 2.1) nicht mehr zulässig.

Nachbesserung einer Verdolung

Insbesondere bei bestehendem Sanierungsbedarf von Verdolungen, ist zu prüfen, ob diese noch erforderlich sind, oder nicht durch ein offenes Gewässer mit Kreuzungsbauwerk ersetzt werden können. Neben den ökologischen Vorteilen wird dadurch oft auch die hydraulische Abflussleistung erhöht und der Hochwasserschutz verbessert.

Die ökologischen Defizite können bei Verdolungen durch Umbaumaßnahmen (siehe auch Kap. 3.3 Durchlässe) verringert werden. Ziel ist die Schaffung einer durchgehenden, naturnahen Sohle und vielfältige Strömungsbereiche. Durch den Einbau von Störsteinen wird z. B. die Strömungsgeschwindigkeit reduziert und eine Sedimentation auf der Sohle ermöglicht (Abb. 3.27 und 3.29). Durch das nachträgliche Einbringen von Sohlsubstrat kann zudem das notwendige Lückensystem geschaffen werden. Bedeutend für die Durchgängigkeit ist weiterhin die Beseitigung eines oftmals vorhandenen Sohlabsturzes unterhalb der Verdolungen. Dieser sollte z. B. durch eine naturnahe Sohlengleite / Rampe ersetzt werden. Bei langen Verdolungen sollte auch eine Belichtung des Gewässers erfolgen (Abb. 3.26 und 3.28).

Abb. 3.26: Lichtschacht in einer Verdolung, Mössingen (TÜ)

Abb. 3.27: Störsteine und Betonbuhnen in einer Verdolung, Bisingen (BL)

Abb. 3.28: Belichtung einer Verdolung mittels einer Gitterrostabdeckung, Bisingen (BL)

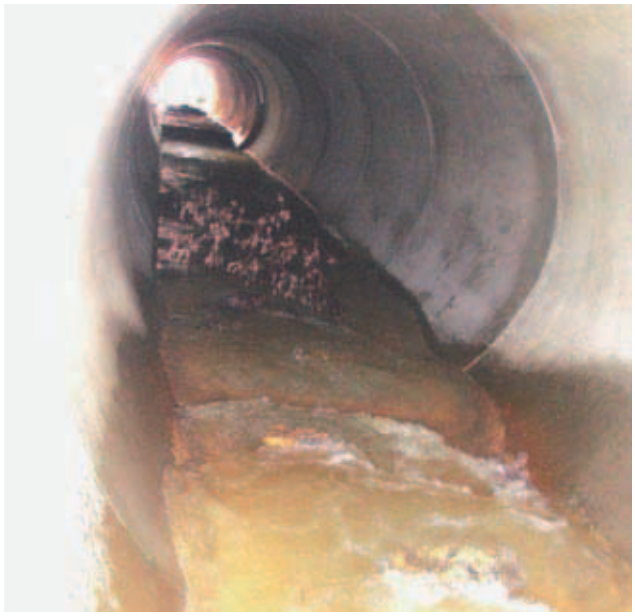


Abb. 3.29: Störsteine in einer Verdolung, Mössingen (TÜ)

Geeignete Maßnahmen:

- Erhöhung der Rauheit durch den Einbau von Störkörpern
- beidseitige Uferbermen anlegen
- Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohle umgestalten zu Lücken- und Fugensystem
- natürliche Sohle ausbilden (lassen)
- vorhandene Abstürze in raue Rampen umgestalten
- ggf. Einstau der Verdolung

3.6 Düker

Nach DIN 4047-5: 1989-03 sind Gewässerdüker Bauwerke, in dem ein Gewässer unter einem Gewässer oder einem Hindernis unter Druck hindurchgeleitet wird.

Neubau

Düker stellen einen unnatürlichen Gewässerabschnitt dar. Neubauten sind abzulehnen. Langsame Fließgeschwindigkeiten im Düker verbessern die Passierbarkeit für die Fische.

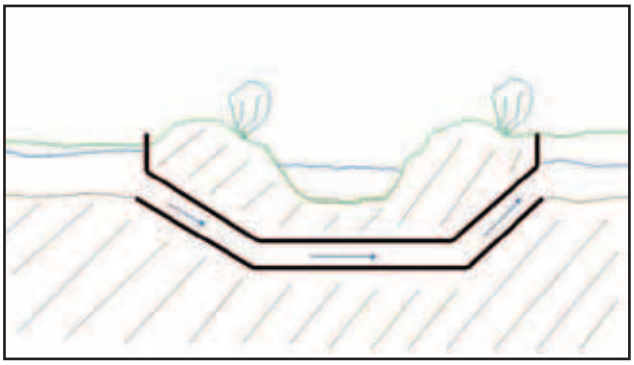


Abb. 3.30: Prinzipskizze eines Dükers

Nachbesserung eines Dükers

Insbesondere bei bestehendem Sanierungsbedarf von Dükern ist zu prüfen, ob diese noch erforderlich sind. Im Falle einer vorgeschalteten Rechenanlage ist auf die Durchwanderbarkeit für die gewässertypischen Fischarten zu achten.

3.7 Ufer- und Sohlenverbau

Insbesondere in Siedlungsbereichen wurden die Gewässer zur Sicherung der Uferbereiche und gegen Tiefenerosion sowie zum sicheren Hochwasserabfluss ausgebaut. Die Gewässer wurden zu einem Abflusskanal degeneriert. Die Folgen sind geringe Wassertiefen und hohe Fließgeschwindigkeiten bei niedrigen und mittleren Abflüssen, wodurch die Durchgängigkeit eingeschränkt wird. Der Lebens- und Erlebnisraum Fließgewässer wurde reduziert bzw. ging ganz verloren.

Eine durchgehende und möglichst aufgelockerte und lückige Gewässersohle ist die Grundbedingung für die Durchwanderbarkeit auch in engen Ortslagen. Glatter und einförmiger Untergrund ist zu vermeiden. Kolke, überhängendes Ufer und beschattende Gehölze verbessern die Durchgängigkeit und bieten Lebensraum.

Neubau

Auch in Siedlungsbereichen sollten Sicherungsmaßnahmen nur noch mit ingenieurbiologischen Bauweisen erfolgen. Das Gewässerbett sollte gewässertypisch (Querprofil und Gefälle) gestaltet und wo möglich Platz für die eigendynamische Entwicklung zur Verfügung gestellt werden.

Verbesserung bei einem ausgebauten Gewässer

Bei einem harten Gewässerausbau sollten massive Ufer- und Sohlbefestigung entfernt und eine eigendynamische Entwicklung ermöglicht werden. Zur Befestigung der Ufer sind ingenieurbiologische Bauweisen anzuwenden.

Wie bei den Brücken und Durchlässen kann eine natürliche Sohle eingebracht werden. Durch Störelemente und/oder Bermen kann eine Verbesserung der Durchgängigkeit erreicht werden. Die Hochwasserabflusssituation ist immer zu beachten.

Abb. 3.31: Anlandung am rechten Ufer im Seizenbächle, Au (FR)

Abb. 3.32: Strukturanreicherung in einem ausgebauten Gewässer, Bisingen (BL)

Geeignete Maßnahmen:

- Erhöhung der Rauheit durch den Einbau von Störkörpern
- beidseitige Uferbermen anlegen
- Fugenlos und glatt hergestellte Bauwerkssohle umgestalten zu Lücken- und Fugensystem
- natürliche Sohle ausbilden (lassen)
- harten Verbau durch ingenieurbiologische Bauweise ersetzen
- Anlandungen belassen (wenn hydraulisch vertretbar)

Abb. 3.33: Störsteine in einem Gerberkanal in Balingen (BL)

3.8 Anschluss von Seitengewässern

Bei Seitengewässern besteht häufig das Problem, dass die Mündungen einen Gefällesprung aufweisen. Dies liegt an der stärkeren Tiefenerosion der Hauptgewässer, mit der die Zuflüsse nicht Schritt halten. Die Seitengewässer können dann von der Gewässerfauna nicht erreicht werden. Dadurch sind z. B. die Laichplätze und Kinderstuben für viele Fischarten vom Hauptgewässer abgetrennt. Die Seitengewässer sollen möglichst naturnah in die Hauptgewäs-

ser einmünden. Besonders wichtig sind dabei der sohlgleiche Anschluss und gute Strukturbedingungen. Abstürze, Verdolungen oder harter Verbau sind zu vermeiden.

Abb. 3.34: Raue Rampe als Einmündung des Lengenbachs in die Nagold, Bad Liebenzell (CW)

Geeignete Maßnahmen:

- Raue Rampe aus Steinen mit einem Gefälle von 1:15 bis 1:30 je nach Fischregion. Sie kann auch aus Wurzelstöcken oder in einer Kombination Steine / Holz hergestellt werden.
- Verlegung des Seitengewässers, wenn genügend Gelände zur Verfügung steht. Damit wird der Lauf verlängert und das Gefälle verteilt.
- Großzügiger Einmündungsbereich durch Aufweitungen mit Anlandungen, dadurch unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten, Tiefen, Substrate, Flach- und Steilufer.
- Verdolungen und harten Verbau entfernen. Wo dies nicht möglich ist, sind Verbesserungen der Sohlstruktur über Holz, Steine, Baustahlgewebe oder ähnliches anzubieten.
- Anschluss bzw. Neuanlage von Altarmen nach natürlichen Vorbildern.
- Rückbau von einmündenden Entlastungsbauwerken oder Verbesserung der Funktion durch Aufweiten des Zulaufes und Einbringen von Weidenkämmen als Grobrechen (abmindern der Schmutz- und Stoßbelastung).
- Weitere konstruktive Hinweise findet man auch im Leitfaden Durchgängigkeit – Teil 2 [LUBW 2006].

3.9 Verknüpfung mit der Aue

Durch Gewässerausbauten, Tiefenerosion und Geländeauffüllungen sind viele Auen vom Hauptgewässer und dem Abflussgeschehen selbst bei Hochwasser abgetrennt. Ökologisch wertvolle Bereiche wie Mulden, Senken und Altarme trocknen aus. Hierdurch wird der ursprüngliche Lebensraum verändert. Der für die Tiere wichtigen Kontakt zwischen Gewässer und Aue geht verloren und damit eine wesentliche Funktion im Naturhaushalt.

Bei Hochwasserabflüssen gehen Rückhalteflächen und Retentionsräume verloren. Hochwasserspitzen steigen schneller an, die Fließgeschwindigkeit und damit die Tiefenerosion nehmen zu, der Prozess verstärkt sich selbst, die frühere Aue verödet.

Geeignete Maßnahmen:

- Öffnen von Uferbereichen des Gewässers und Anschluss der Talaue über Mulden, damit bei erhöhten Abflüssen die Aue überflutet wird und als „fließende Retention“ wirkt.
- Anhebung der Gewässersohle, insbesondere bei Tiefenerosion, durch Einbau von aufgelösten und für die Organismen durchgängigen Sohleinbauten.
- Anhebung der Sohle durch gezielt vorgenommene, wechselseitige Böschungsabbrüche. Durch diese Verbreiterung des Bachbetts wird die Fließgeschwindigkeit verringert und so die Sohle (fast) natürlich angehoben. Durch die eigendynamische Entwicklung entsteht mit der Zeit ein natürlicher Gewässerlauf.
- Anlage und Vernetzung von Altgewässern und Senken in der Aue.
- Abtrag von Auffüllungen, welche den Aueanschluss behindern.
- Einbau bzw. Belassen von Totholz.
- Entsprechende Bepflanzung oder Zulassen der Sukzession um Auenbereiche zu vernetzen (großzügige Gewässerrandstreifen).
- Öffnen von alten Flussdeichen, die nicht mehr benötigt werden und damit Rückgewinnung der natürlichen Überflutungsfläche (Retentionsraum).
- Extensivierung der Aue z. B. durch Entschädigung oder Grunderwerb, um eine Aueentwicklung zu ermöglichen.

Abb. 3.35 : Durchlass zur Flutung der Rheinaue bei Hochwasser, Eggenstein (KA)

Abb. 3.37: Absenkung eines Flussdeichs des Leopoldskanals, um bei Hochwasser die alte Rheinaue und das NSG Taubergießen zu beschicken (Spundwände werden noch gezogen), Rheinhausen (EM)

Abb. 3.36 : Verbindung des Rheins mit einem Auegewässer durch Öffnen eines Rheindeichs, Altlußheim (HD)

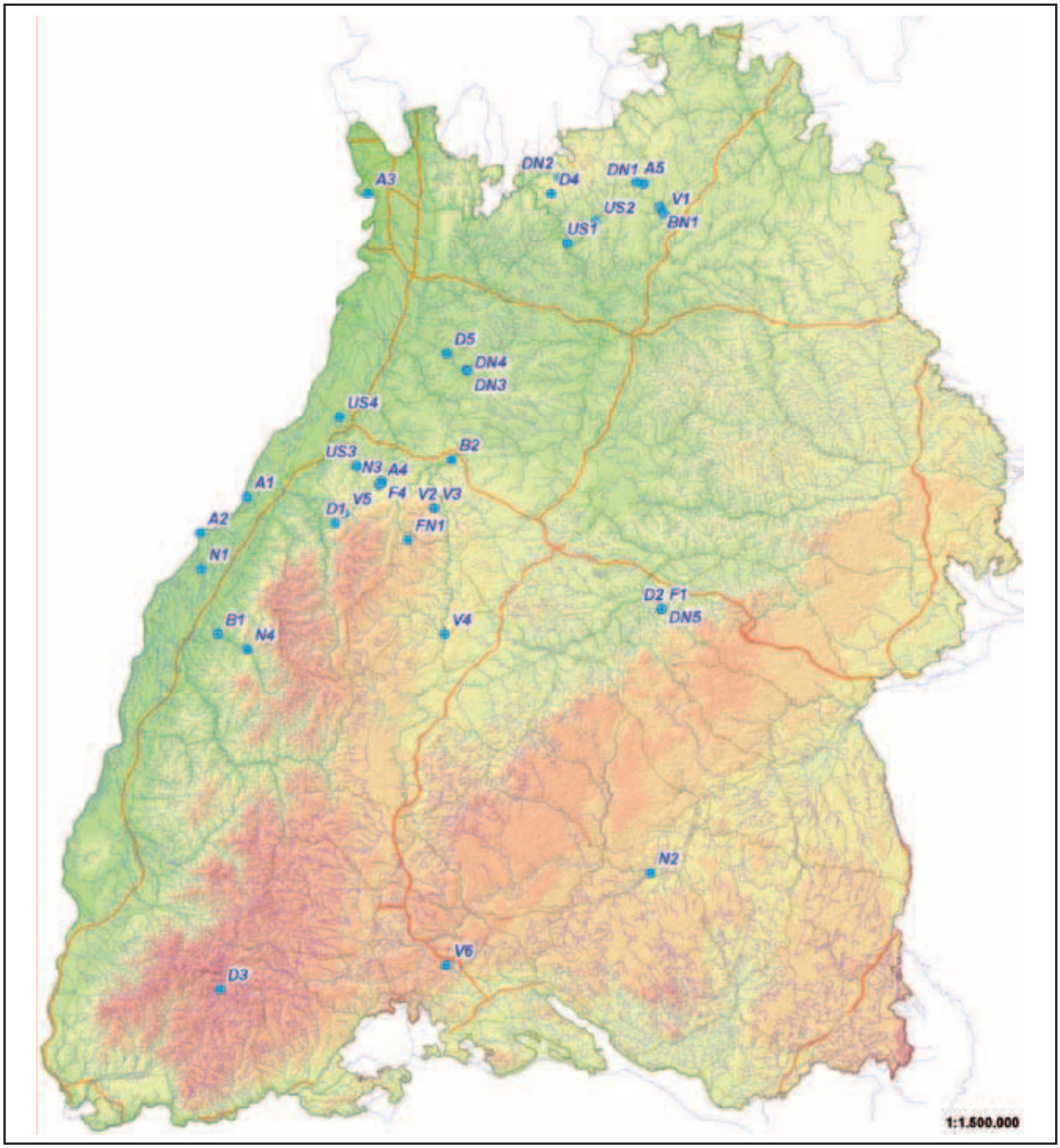
Abb. 3.38: Anbindung der Aue durch Abflachung eines Steilufers, Steigbrunnenbach, Straubenhardt (PF)

Abb. 3.39: Anbindung der Aue durch das Anlegen eines Seitenarms der Äscher, Ehrbach (Ulm)

4 Beispiele

Nr.	Name	Gewässer	Kommune	Seite
	Brücken-Neubau			
B1	Stangenbach Querung	Stangenbach	Oberkirch-Zussenhofen	30
B2	Brücke über Fluss und Aue	Enz / Mäuerachklinge	Pforzheim-Eutingen	32
	Brücken-Nachbesserung			
BN1	Uferbermen unter Brücke	Rinschbach	Adelsheim	34
	Durchlass - Neubau			
D1	Durchlass am Laufbach	Laufbach	Loffenau	36
D2	Rohrdurchlass für Forstweg	Jakobsbrunnenbach	Nürtingen	38
D3	Rechteckdurchlass für Forstweg	Schleifbach	St. Blasien	40
D4	Einbau eines Maulprofil Durchlasses	Holderbach	Waldbrunn	42
D5	Rechteckdurchlass mit Niedrigwasserrinne	Oberacker Dorfbach	Kraichtal - Münzesheim	44
D6	Maulprofil ersetzt Rohrdurchlass	Steigbrunnen	Straubenhardt	46
	Durchlass-Nachbesserung			
DN1	Störsteine in Rohrdurchlass	Gewesterbach	Buchen	48
DN2	Einbau einer Baustahlmatte	Höllbach	Waldbrunn	50
DN3	Störsteine in Rohrdurchlass	Humsterbach	Flehingen	52
DN4	Raue Rampe ersetzt Absturz	Humsterbach	Flehingen	54
DN5	Rückbau einer Überfahrt für einen Forstweg	Jakobsbrunnenbach	Nürtingen	56
	Furt-Neubau			
F1	Furt für Forstweg	Jakobsbrunnenbach	Nürtingen	58
F2	Furt und Fußgängerbrücke	Steigbrunnen	Straubenhardt	60
F3	Furt mit Trittsteinen	Steigbrunnen	Straubenhardt	62
F4	Furt mit Trittsteinen	Steigbrunnen	Straubenhardt	64
	Furt-Nachbesserung			
FN1	Furt	Würzbach	Oberreichenbach-Würzbach	66
	Verdolung			
V1	Umgehungsgewässer Brünnbachverdolung	Brünnbach	Adelsheim	68
V2	Öffnen einer Verdolung	Reichenbach	Schömberg	70
V3	Öffnen einer Verdolung	Reichenbach	Unterreichenbach	72
V4	Öffnen einer Verdolung	Waldach	Nagold	74
V5	Öffnen einer Verdolung	Rennbach	Bad Herrenalb	76
V6	Öffnen einer Verdolung	Lengenbach	Bad-Liebenzell	78
	Ufer- und Sohlenverbau			
US1	Gewässerrückbau bei Elzmündung	Elz	Mosbach	80
US2	Niedrigwasserrinne und raue Sohle	Elz	Elztal-Dallau	82
US3	Abflachung Uferbereich und Rückbau einer Sohlpflasterung	Alb	Ettlingen	84
US4	Abflachung Uferbereich	Alb	Karlsruhe	86
	Anschluss Seiten bzw. Nebengewässer			
N1	Mündung Schwiebergraben-Renchflutkanal	Schwiebergraben	Membrechtshofen	88
N2	Rampe und Durchlass im Mündungsbereich	Heudorfer Bach	Mengen-Blochingen	90
N3	Furt im Mündungsbereich	Steigbrunnengraben	Straubenhardt	92
N4	Rampe im Mündungsbereich	Rüstenbach	Lautenbach	94
	Verknüpfung mit der Aue			
A1	Anschluss Kernsee	Rheinseitengraben	Iffezheim	96
A2	Anschluss von Altarmen im Zuge eines Entnahmebauwerks	Rhein mit Altarme	Lichtenau	98
A3	Anschluss Schindkautschlut	Rhein mit Altarm	Mannheim	100
A4	Abflachung Uferbereich	Steigbrunnen	Straubenhardt	102
A5	Anbindung der Gewässeraue	Hiffelbach	Buchen-Bödigheim	106

Übersichtskarte der Beispiele



Legende:

B	= Brücken-Neubau
BN	= Brücken-Nachbesserung
D	= Durchlass-Neubau
DN	= Durchlass-Nachbesserung
F	= Furt-Neubau
FN	= Furt-Nachbesserung
V	= Verdolung
US	= Ufer- und Sohlenverbau
N	= Anschluss Nebengewässer
A	= Verknüpfung mit der Aue

4.1 Brücken

4.1.1 Brücken – Neubau (B)

B1 – Stangenbach Querung			
Bauwerkstyp	Einfeldbrücke	**Kommune**	Oberkirch-Zusenhofen
Gewässer	Stangenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Ortenaukreis
Bemerkung	Umgestaltung einer landwirtschaftlichen Überfahrt, hergestellt aus zwei Rohrdurchlässe DN 400,		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Einfeldbrücke aus Stahlunterkonstruktion (Doppel-T-Träger) und Holzbohlen als Brückenbelag. Widerlager aus Beton mit Gründung. Sohlschwelle unterhalb des Bauwerks wurde durchgängig gestaltet.						
Gewässerbreite	3 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Kiesig sandig						
Länge des Bauwerks	3,5 m	**Lichte Weite**	2,5 m	**Lichte Höhe**	0,75 m	**Baukosten**	10.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, wegen Sohlsprung zum Einlauf der Rohrdurchlässe
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, wegen massiver Verbauung des gesamten Fliessquerschnitts
terrestrischer Bereich	durchgängig, da geringe Höhe des Wegs und gering frequentierten Verkehrsweg

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, je nach Wasserstand; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe des Wegs und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da geringe Höhe und gering frequentierter Verkehrsweg
Verbesserungsmöglichkeit	Balken links und rechts als Ersatzberme einbauen

Überfahrt mit Rohrdurchlässen vor Umbau

Überfahrt nach dem Umbau

Konstruktionsdetail

B2 –Brücke über Fluss und Aue			
Bauwerkstyp	Brückenneubau mit Auebereich	**Kommune**	Pforzheim-Eutingen
Gewässer	Enz, I. Ordnung und Mäuerachklinge, II. Ordnung	**Landkreis**	Pforzheim
Bemerkung	1990 wurde beim vierspurigen Brückenbau der B 10 über die Enzaue und die Mäuerachklinge amphibische und terrestrische Bereiche mit Habitatstrukturen geschaffen. Die Verbindung der Aue mit der Enz und der Mäuerachklinge wurde durch den Brückenbau kaum beeinträchtigt.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Weitgespannte Beton-Straßenbrücke							
Gewässerbreite	20 m	**Uferbermen**		beidseitig				
Sohle								
Länge des Bauwerks	15 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**		

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht bekannt
terrestrischer Bereich	nicht bekannt

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine bekannt

Aue unter der Brücke

Seitengewässer in der Aue

Auebereich neben Weg

4.1.2 Brücken – Nachbesserung (BN)

BN1 – Uferbermen unter Brücke			
Bauwerkstyp	Uferbermen und Sohlenverbesserung	**Kommune**	Adelsheim
Gewässer	Rinschbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	Verbesserung der Durchgängigkeit im Uferbereich als Ausgleichsmaßnahme		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Einbringen einer beidseitigen Berme zur Verbesserung der amphibischen und terrestrischen Durchgängigkeit							
Gewässerbreite	3 bis 4 m	**Uferbermen**	**links**	0,8 m	**rechts**	0,8 m		
Sohle	Offene Sohle mit natürlichem Substrat							
Länge des Bauwerks	10 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	1.500 €	

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, da Wasserwechselzone fehlte
terrestrischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, aufgrund der hohen Straßenböschung

Beschreibung der Durchgängigkeit nach Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	Aufgrund der bereits abgelaufenen Hochwasserereignisse ist bekannt, dass keine Sedimentation in den Hohlräumen der Steinschüttung erfolgt. Hohlräume daher mit gebietstypischen, filterstabilen Schotter-Splitt Material verfüllen.

Vor dem Umbau

Beidseitige Bermen und raue Sohle nach dem Umbau

4.2 Durchlässe

4.2.1 Durchlässe – Neubau (D)

D1 – Durchlass am Laufbach			
Bauwerkstyp	Rohrdurchlass	Kommune	Loffenau
Gewässer	Laufbach, II. Ordnung	Landkreis	Rastatt
Bemerkung	---		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Betonrohr-Durchlass DN 1.800						
Gewässerbreite	1,8 m	Uferbermen	keine				
Sohle	Der Durchlass wurde ausreichend tief in die Bachsohle eingebaut, so dass sich im Bereich des Durchlasses eine natürliche Bachsohle einstellen konnte.						
Länge des Bauwerks	5,0 m	Lichte Weite	1,6 m	Lichte Höhe	1,2 m	Baukosten	25.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrische Bereich	nicht durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrische Bereich	nicht durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	Bermen anlegen, ist dies aus hydraulischen Gründen nicht möglich, zumindest einen Baumstamm als Ersatzberme (Kap. 4.3) mit Anschluss an die Ufer unter- und oberstrom

Nach dem Neubau, Blick von Unterwasser

Blick von Oberwasser

D2 - Rohrdurchlass für Forstweg			
Bauwerkstyp	Rohrdurchlass	Kommune	Nürtingen
Gewässer	Jakobsbrunnenbach, II. Ordnung	Landkreis	Esslingen
Bemerkung	Hügel- und Berglandgewässer des Lias und Doggers, Durchgeführt als Pilotmaßnahme im Rahmen eines DBU-Projektes (Deutsche Bundesstiftung Umwelt), Dezember 2005 Ersatz eines kleinen Rohrdurchlasses durch ein größeres Rohr		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Betonrohr DN 1.200 (2. Wahl), 5 Stück, L= 2 m, Bettung aus Mineralbeton und Splitt						
Gewässerbreite	1 m	Uferbermen	keine				
Sohle	im Rohr Sohle aus Bachsediment (Feinmaterial durchmischt mit kantig-plattigem Schutt), Sohlgefälle 1 %						
Länge des Bauwerks	10 m	Lichte Weite	1,2 m	Lichte Höhe	1,2 m	Baukosten	8300 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der mittleren Höhe des Dammes und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der mittleren Höhe des Weges und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der mittleren Höhe des Weges und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der mittleren Höhe des Weges und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist
Verbesserungsmöglichkeit	Bermen zumindest Baumstamm links und rechts als Ersatzberme einbauen

Vor dem Neubau: zu kleines Rohr

Nach dem Neubau

D3 - Rechteckdurchlass für Forstweg			
Bauwerkstyp	Rechteckdurchlass aus Fertigteilen	Kommune	St. Blasien
Gewässer	Remplenbächlein, II. Ordnung	Landkreis	Waldshut
Bemerkung	Grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach; Durchgeführt als Pilotmaßnahme im Rahmen eines DBU-Projektes (Deutsche Bundesstiftung Umwelt), Juni 2006		

Technische Beschreibung

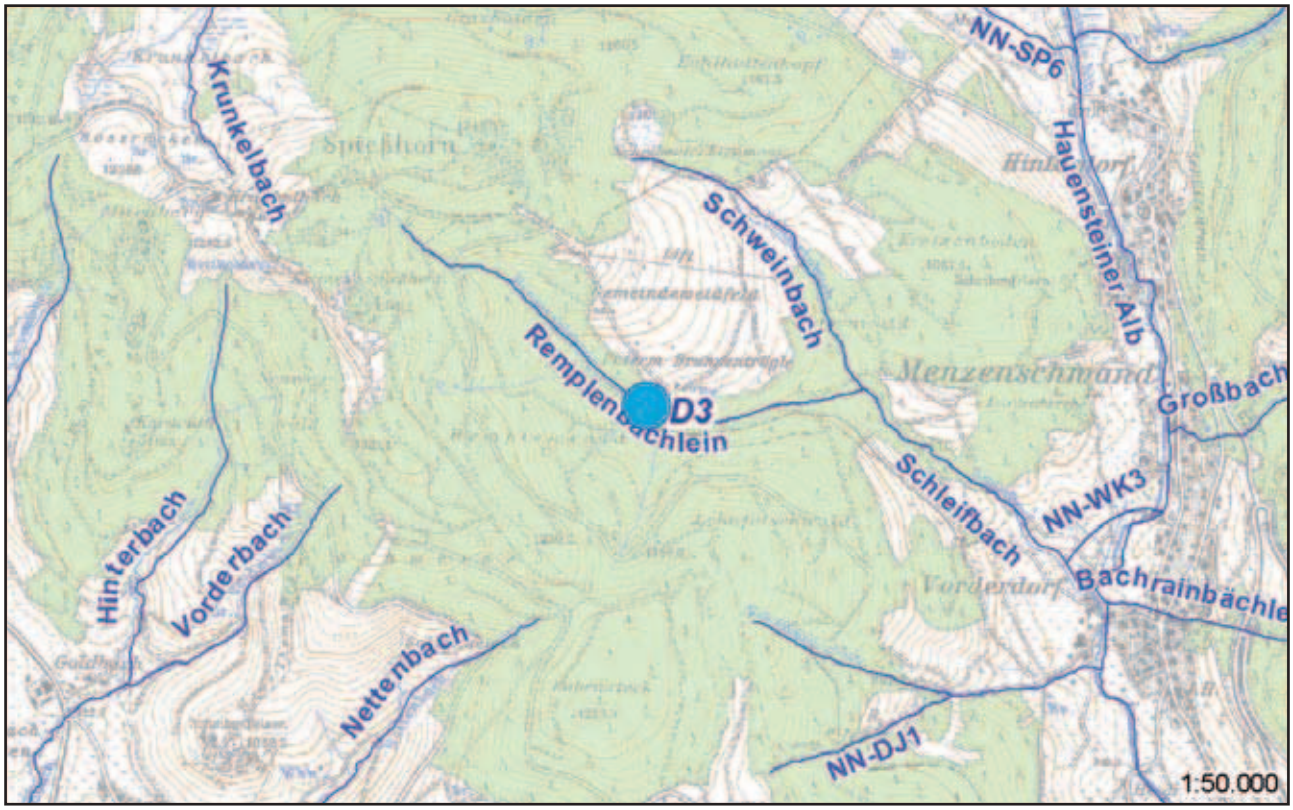
Bauwerk	Rechteckdurchlass aus Betonfertigelementen						
Gewässerbreite	2 m	Uferbermen	keine				
Sohle	Schotter, Grobschotter und Blöcke						
Länge des Bauwerks	10 m	Lichte Weite	2 m	Lichte Höhe	1,5 m	Baukosten	25.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der mittleren Höhe des Dammes und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der mittleren Höhe des Weges und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der mittleren Höhe des Dammes und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der mittleren Höhe des Weges und geringer Verkehrsfrequenz eine Passage über den Weg möglich ist
Verbesserungsmöglichkeit	Bermen zumindest Baumstamm links und rechts als Ersatzberme einbauen



vor dem Neubau: Querung für Forstweg aus zwei Dolen Einlauf

Auslauf

nach dem Neubau: Dolen durch Rechteckdurchlass aus Fertigelementen ersetzt, Ansicht vom Unterwasser

D4 – Einbau eines Maulprofil Durchlasses			
Bauwerkstyp	Maulprofil Durchlass	Kommune	Waldbrunn
Gewässer	Holderbach, II. Ordnung	Landkreis	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	gering wasserführendes Gewässer, Ersetzen eines Rohrdurchlasses DN 1600 zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit und des Hochwasserabflusses		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Maulprofil							
Gewässerbreite	1,0 m	Uferbermen	links	0,5 m	rechts	0,5 m		
Sohle	Gepflasterte Strömungslenker Wechselseitig dazwischen Sohlsubstrat aus Kies und Steinen							
Länge des Bauwerks	12 m	Lichte Weite	----	Lichte Höhe	----	Baukosten	----	

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, da stark befahrene Straße
terrestrischer Bereich	nicht durchgängig, da stark befahrene Straße

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, wasserstandsabhängig
terrestrischer Bereich	eingeschränkt durchgängig für kleine Tiere, nicht durchgängig für große Tiere, da stark befahrene Straße
Verbesserungsmöglichkeit	Bermen durch gesamten Durchlass anlegen

Vor dem Neubau

Rohrdurchlass bei Niedrigwasserabfluss

D5 – Rechteckdurchlass mit Niedrigwasserrinne			
Bauwerkstyp	Rechteckdurchlass	Kommune	Kraichtal OT Münzesheim
Gewässer	Oberacker Dorfbach, II. Ordnung	Landkreis	Karlsruhe
Bemerkung	Sonderfall: Lößbach, Durchlass des Oberacker Dorfbach unter der Bahnlinie, der Einbau musste in einer Nacht durchgeführt werden, daher wurden Betonfertigteile eingesetzt. Das Gewässer wurde verlegt und der Durchlass neu gebaut, daher kann die Durchgängigkeit vor dem Bau nicht bewertet werden.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Rechteckdurchlass mit Niedrigwasserrinne aus Betonfertigteilen (geschlossener Rahmen mit einbetonierten Störsteinen)						
Gewässerbreite	1,50 m	Uferbermen	links	Ja (Beton)	rechts	Ja (Beton)	
Sohle	Raugerinne aus in Beton versetzten Granitsteinen (Pyramidenform)						
Länge des Bauwerks	12,70 m	Lichte Weite	3,50 m	Lichte Höhe	1,80 -1,40 m	Baukosten	310.000 €

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, durch beidseitige Beton-Bermen
terrestrischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, durch beidseitige Beton-Bermen
Verbesserungsmöglichkeit	hier keine, eine Abdeckung der Bermen mit Substrat würde bei jedem größeren Abfluß erodiert werden, Störelemente können nicht eingebaut werden, da die hydraulische Leistungsfähigkeit nicht reduziert werden darf.

Nach dem Neubau, Blick nach Oberstrom

Blick nach Unterstrom

D6 – Maulprofil ersetzt Rohrduchlass			
Bauwerkstyp	Maulprofil	Kommune	Straubenhardt
Gewässer	Steigbrunnen, II. Ordnung	Landkreis	Enzkreis
Bemerkung	Im Zuge des Neubaus wurde auch das Gewässer renaturiert.		

Technische Beschreibung

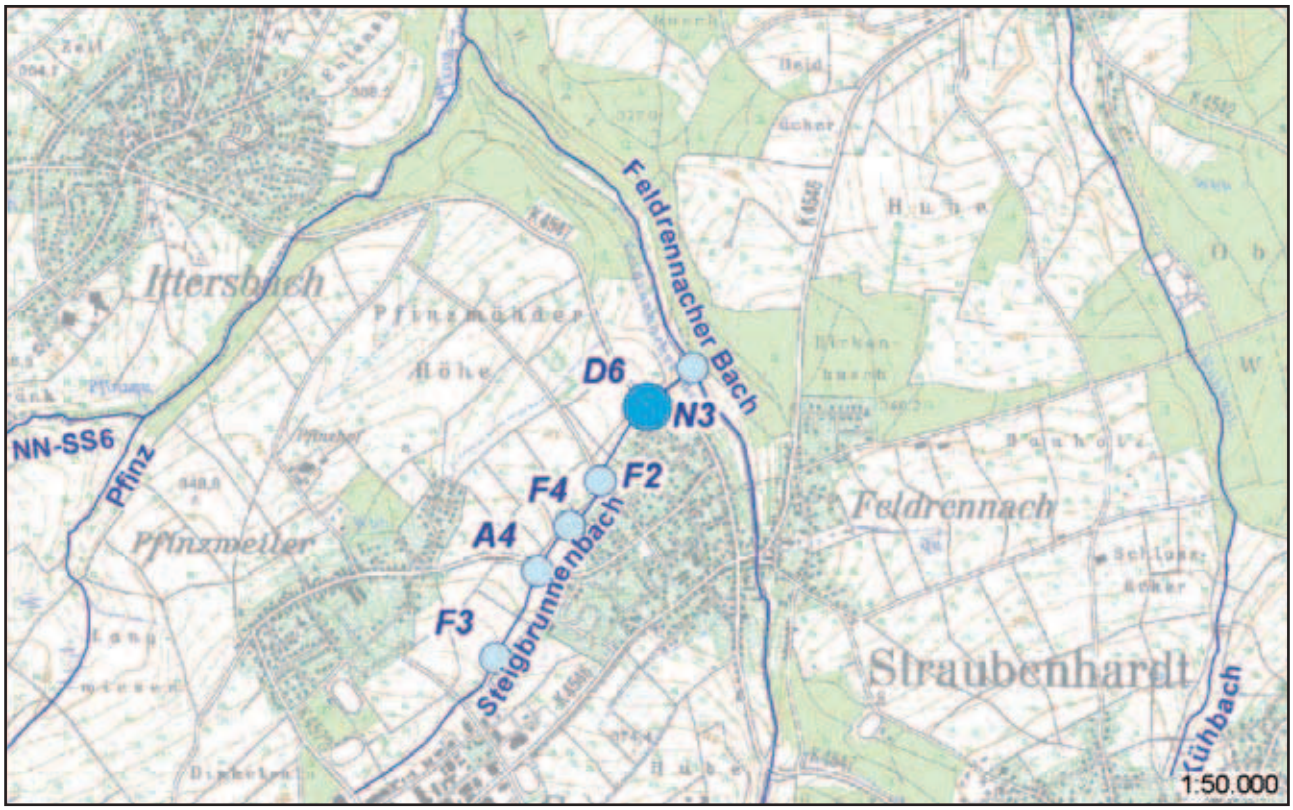
Bauwerk	Stahlblech – Maulprofil							
Gewässerbreite	0,8 m	Uferbermen	links	0,6 m	rechts	0,6 m		
Sohle	kiesig							
Länge des Bauwerks	12 m	Lichte Weite	5 m	Lichte Höhe	2 m	Baukosten	40.000 €	

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, Verdolung 20 m
amphibischer Bereich	nicht durchgängig , Verdolung und steile Ufer
terrestrischer Bereich	durchgängig, geringe Höhe der Straße und mittlere Verkehrsfrequenz

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig, beidseitige Holzbalken als Ersatzberme, damit auch bei höheren Abflüssen die Durchgängigkeit vorhanden ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, geringe Höhe der Straße und mittlere Verkehrsfrequenz
Verbesserungsmöglichkeit	keine



Vor dem Neubau: gerader Gewässerverlauf und Rohrdurchlass

Nach dem Neubau: naturnahes Gewässer und Maulprofil mit Ersatzbermen (gelbe Pfeile)

Durchlass bei erhöhtem Abfluss (links) und mittlerem Abfluss (rechts)

4.2.2 Durchlässe – Nachbesserungen (DN)

DN 1 – Störsteine in Rohrdurchlass			
Bauwerkstyp	Störsteine	**Kommune**	Buchen
Gewässer	Gewesterbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	Zur Verbesserung der Durchgängigkeit wurden in eine bestehende Feldüberfahrt (Rohr) Flussbausteine und Sohlsubstrat eingebracht und der Durchlass von unten eingestaut. Die Anlage befindet sich unterhalb eines neuen HRB, so dass der Querschnittsverlust tolerierbar war.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Rohrdurchlass mit Störsteinen und Rampe für den Einstau						
Gewässerbreite	1,1 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle							
Länge des Bauwerks	6 m	**Lichte Weite**	1,4 m	**Lichte Höhe**	---	**Baukosten**	1.500 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit je nach Wasserstand; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	Durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
Verbesserungsmöglichkeit	Ausbildung von Bermen zur Verbesserung der amphibischen Durchgängigkeit

Vor der Nachbesserung, Absturz

Störsteine und Einstau von Unter-

DN 2 – Einbau einer Baustahlmatte			
Bauwerkstyp	Rohrdurchlass	**Kommune**	Waldbrunn
Gewässer	Höllbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	In den Rohrdurchlass DN 2000 einer Feldwegüberfahrt wurde eine unverzinkte Baustahlmatte vor ca. 10 Jahren eingebracht. Durch die Geschiebeablagerungen entstand ein Lückensystem, so dass die Durchwanderbarkeit gegenüber der glatten Rohrsohle erheblich verbessert wurde.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Rohrdurchlass DN 2000 mit Baustahlmatte						
Gewässerbreite	1,0 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Ca 5-10 cm über der Rohrsohle befindet sich die Baustahlmatte in den Maschen hat sich natürliches Sohlsubstrat abgelagert.						
Länge des Bauwerks	6,0 m	**Lichte Weite**	2,0 m	**Lichte Höhe**	2,0 m	**Baukosten**	< 1000 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	eingeschränkt durchgängig für Fische ; nicht durchgängig für Makrozoobenthos
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, je nach Wasserstand; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe des Wegs und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da geringe Höhe und gering frequentierter Verkehrsweg

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	Deutliche Verbesserung der Durchgängigkeit für das Makrozoobenthos
amphibischer Bereich	eingeschränkte durchgängig; bei geringen Abflüssen Durchgängigkeit vorhanden, ansonsten Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
Verbesserungsmöglichkeit	Bermen ausbilden

Nach dem Umbau; Geschiebeablagerung, Befestigung der Matten siehe gelber Pfeil

DN3 – Einbau von Störsteinen			
Bauwerkstyp	Durchlass	**Kommune**	Flehingen
Gewässer	Humsterbach, II Ordnung	**Landkreis**	Karlsruhe
Bemerkung	Einengung des Mittelwasserbettes durch Steine, die Fließtiefe wird erhöht Bermen wurden ausgebildet.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Durchlass mit Steinbermen und Störsteinen							
Gewässerbreite	1,7 m	**Uferbermen**	Links und rechts Steinwurf					
Sohle	Durch die Einengung des Mittelwasserbettes wurde die Schlammauflage auf der Sohle ausgespült und eine erneute Schlammablagerung unterbunden							
Länge des Bauwerks	50 m	**Lichte Weite**	3,7 m	**Lichte Höhe**	2,6 m	**Baukosten**	5000 €	

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrischer Bereich	nicht durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig, wenn Bermen komplett ausgebildet
terrestrischer Bereich	durchgängig, wenn Bermen komplett ausgebildet
Verbesserungsmöglichkeit	Falls keine Sedimentation in den Hohlräumen der Steinschüttung erfolgt, Lückensystem mit gebietstypischen, filterstabilen Schotter-Splitt Material verfüllen.

Einbringen der Steine

Bermen links und recht sowie Störstein im Gewässer

Im Unterwasser Störsteine

DN4 – Raue Rampe ersetzt Absturz			
Bauwerkstyp	Rechteckdurchlass	**Kommune**	Flehingen
Gewässer	Humsterbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Karlsruhe
Bemerkung	Ein 30 cm hoher Absturz wird durch eine raue Rampe ersetzt. Der Durchlass wird eingestaut.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Raue Rampe						
Gewässerbreite	2,0 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle							
Länge des Bauwerks	36 m	**Lichte Weite**	2,8 m	**Lichte Höhe**	1,1 m	**Baukosten**	500 €

Beschreibung der Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrischer Bereich	nicht durchgängig

Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrischer Bereich	nicht durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	Einbau von Bermen

Durchlass vom Unterwasser, raue Rampe

Raue Rampe im Detail

DN5 - Rückbau einer Überfahrt für einen Forstweg			
Bauwerkstyp	Rückbau und Rampe	**Kommune**	Nürtingen
Gewässer	Jakobsbrunnenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Esslingen
Bemerkung	Hügel- und Berglandgewässer des Lias und Doggers; Durchgeführt als Pilotmaßnahme im Rahmen eines DBU-Projektes (Deutsche Bundesstiftung Umwelt), Oktober 2005		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Rampe aus Jurablöcken und -schottern							
Gewässerbreite	1 m	**Uferbermen**	keine					
Sohle	Juraschotter, Jurablöcke d_{50} = 20 cm, Spundwand aus Eichenpfählen, Steigung der Rampe 1:10							
Länge des Bauwerks	15 m	**Lichte Weite**	-----	**Lichte Höhe**	----	**Baukosten**	1600 €	

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe des Wegs und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da geringe Höhe und gering frequentierter Verkehrsweg

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

vor dem Rückbau: Querung für unbefestigten Forstweg. Der Rohrauslauf ist unterspült, Sohlanschluss fehlt

Nach dem Rückbau: Rohre ausgebaut und neues Bachbett mit anstehenden Substrat gestaltet. Der Forstweg wurde aufgegeben

4.3 Furten

4.3.1 Furten – Neubau (F)

F1– Furt für Forstweg			
Bauwerkstyp	Furt	**Kommune**	Nürtingen
Gewässer	Jakobsbrunnenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Esslingen
Bemerkung	Hügel- und Berglandgewässer des Lias und Doggers; Durchgeführt als Pilotmaßnahme im Rahmen eines DBU-Projektes (Deutsche Bundesstiftung Umwelt); Oktober 2005, Ersatz eines Rohrdurchlass durch eine Furt für Forstweg		

Technische Beschreibung

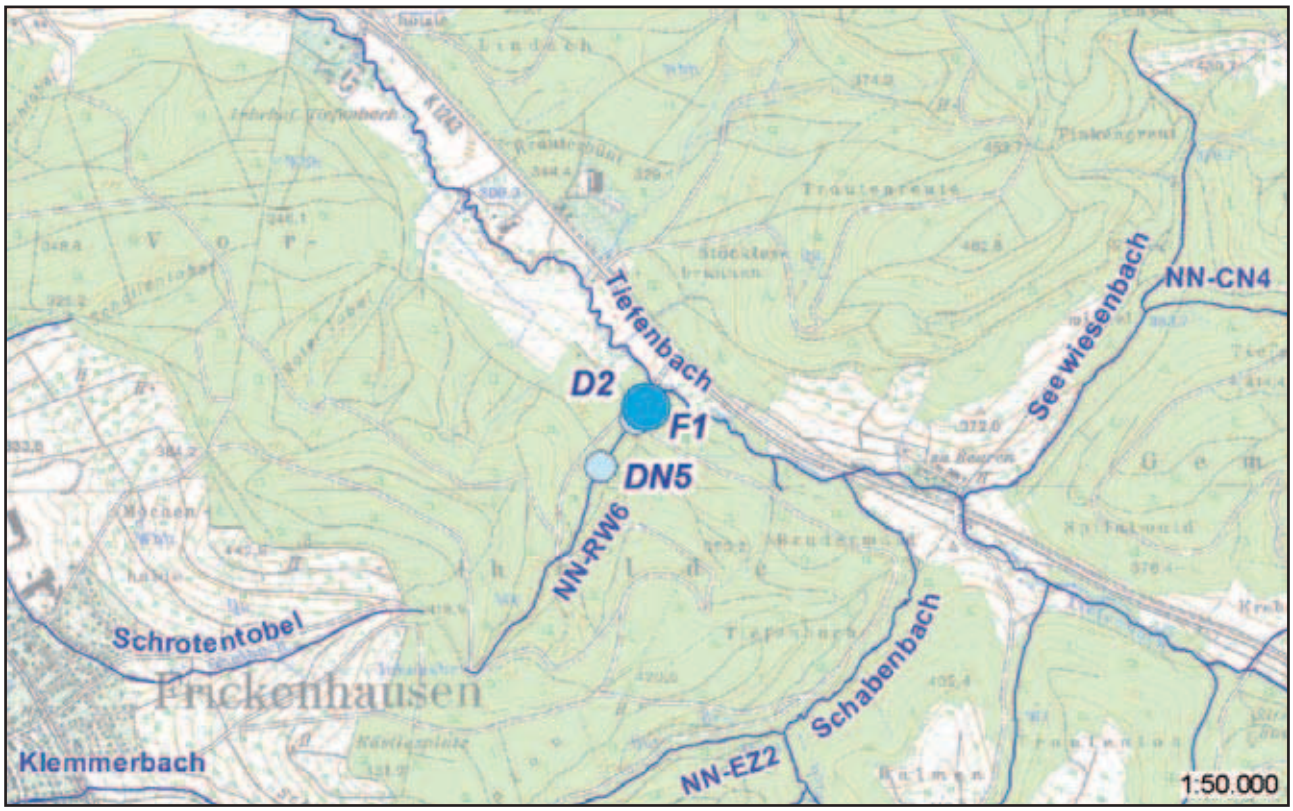
Bauwerk	Furt aus Jurablöcken und -schottern						
Gewässerbreite	1 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Juraschotter + Jurablöcke d_{50} = 60 cm, 1% Gefälle						
Länge des Bauwerks	5 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	---	**Baukosten**	3.100 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	Weggefälle zur Furt noch flacher anlegen



vor dem Umbau: Weg führt über Dole (DN 300)

nach dem Umbau: Bachsohle um ca. 0,3 m angehoben und in Furt gelegt

F2 - Furt und Fußgängerbrücke			
Bauwerkstyp	Furt und Brücke	**Kommune**	Straubenhardt
Gewässer	Steigbrunnen, II. Ordnung	**Landkreis**	Enzkreis
Bemerkung	---		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Furt und Fußgängerbrücke						
Gewässerbreite	0,6 m	**Uferbermen**	beidseitig vorhanden				
Sohle	Sandsteine mit Lücken und Substrat						
Länge des Bauwerks	6,5 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	---	**Baukosten**	12.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Beschreibung der Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

vor dem Neubau: Rohrdurchlass

nach dem Neubau: Furt mit Fußgängerbrücke

F3 - Furt mit Trittsteinen			
Bauwerkstyp	Furt	**Kommune**	Straubenhardt
Gewässer	Steigbrunnen, II. Ordnung	**Landkreis**	Enzkreis
Bemerkung	Überfahrt zur Bewirtschaftung notwendig		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Furt mit Trittsteinen						
Gewässerbreite	0,5 m	**Uferbermen**	vorhanden				
Sohle	Sandsteine mit Lückensystem						
Länge des Bauwerks	6 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	---	**Baukosten**	3.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

vor dem Neubau: Rohrdurchlass

nach dem Neubau: Furt mit Trittsteinen (links)

F4 - Furt mit Trittsteinen			
Bauwerkstyp	Furt	**Kommune**	Straubenhardt
Gewässer	Steigbrunnen, II. Ordnung	**Landkreis**	Enzkreis
Bemerkung	Furt für Landwirtschaftlicher Fahr- und Wanderweg		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Furt mit Trittsteinen							
Gewässerbreite	0,6 m	**Uferbermen**		vorhanden				
Sohle	Sandsteine mit natürlichen Sohlsubstrat							
Länge des Bauwerks		**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	2.500 €	

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

vor dem Neubau: Rohrdurchlass mit Absturz

nach dem Neubau: Furt mit Fußgänger-Trittsteinen

4.3.2 Furten – Nachbesserung (FN)

FN1 – Furt			
Bauwerkstyp	Furt mit Einstau	**Kommune**	Oberreichenbach-Würzbach
Gewässer	Würzbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Calw
Bemerkung	Furt für Langholzfahrzeuge nutzbar. Um bei Niedrigwasser eine ausreichende Wassertiefe zu gewährleisten, wurde das Bachbett zur Mitte hin eingezogen und die Furt durch eine durchgängige raue Rampe von unter her eingestaut. Die Sohle wurde als Steinsatz mit offenem Fugensystem (10 cm) ausgebildet. Feinmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach.		

Technische Beschreibung

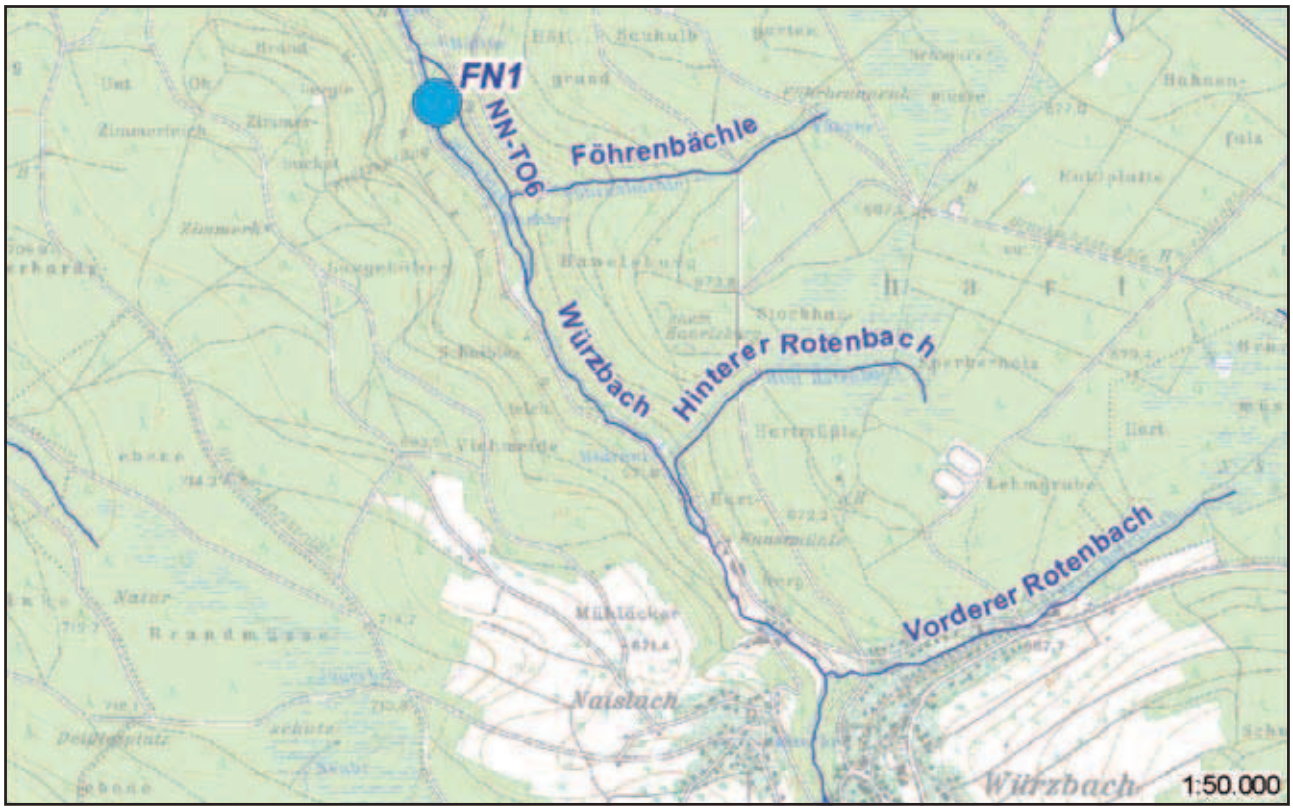
Bauwerk	Furt mit rauer Rampe (Unterwassereinstau)						
Gewässerbreite	2 m	**Uferberme**	keine				
Sohle	Steinsatz mit offenen Fugen (10 cm)						
Länge des Bauwerks	4,5 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	---	**Baukosten**	800 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine



nach dem Umbau: Steinsatz mit Fugensystem, Einstau von Unterwasser

Ausbildung der Sohle, Steinsatz mit offenem Fugensystem

4.4 Verdolungen (V)

V1 – Umgehungsgewässer Brünnbachverdolung			
Bauwerkstyp	Umgehungsgewässer	**Kommune**	Adelsheim
Gewässer	Brünnbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	Anlage eines Umgehungsgewässers entlang einer bestehenden ca. 300 m langen Verdolung. Im neu angelegten Gewässer parallel bzw. teilweise über der bestehenden Verdolung wird bis zum HQ 10 der gesamte Abfluss abgeleitet. Bei überschreiten des HQ 10 wird die alte Verdolung über ein Abschlagbauwerk aktiviert. Baukosten einschl. Hochwasserschutzdämmen und Überfahrten		

Technische Beschreibung

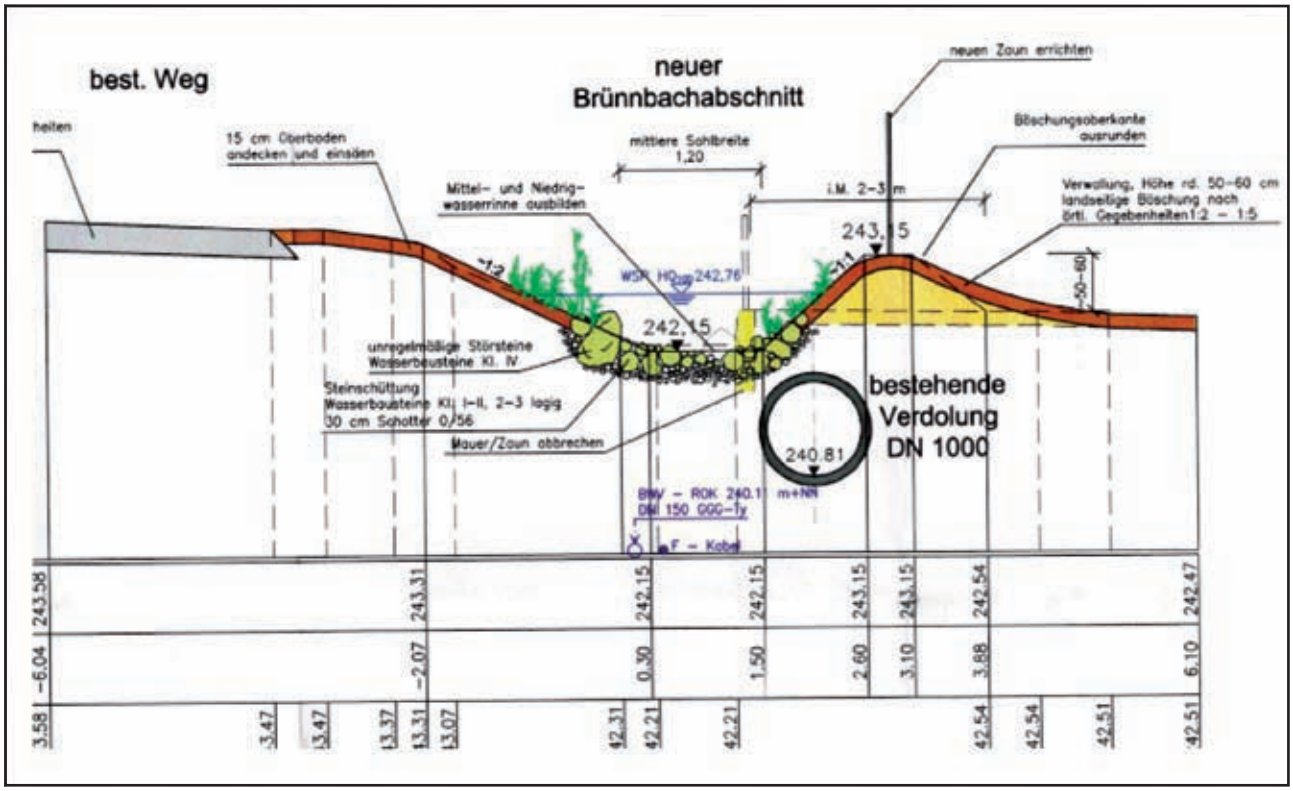
Bauwerk	naturnahes Gewässer						
Gewässerbreite	1,20 m		**Uferbermen**	keine			
Sohle	steinig- kiesige Gewässersohle mit Längsgefälle von 2- 3 %						
Länge des Bauwerks	300 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	280.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, glatte Sohle, starkes Gefälle
amphibisch Bereich	nicht durchgängig, keine Bermen und Überbauung
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Überbauung

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig, naturnahe Sohle des Gewässers
amphibisch Bereich	Eingeschränkt durchgängig; offener Gewässerlauf wird durch Überfahrten (Rohrdurchlässe) unterbrochen.
terrestrische Bereich	Eingeschränkt durchgängig; offener Gewässerlauf wird durch Überfahrten (Rohrdurchlässe) unterbrochen.
Verbesserungsmöglichkeit	Überfahrten mit größerem Querschnitt anlegen und Bermen ausbilden



Planung

nach dem Neubau links Hochwasserentlastung, rechts offener Brünnbach

V2 – Öffnung einer Verdolung			
Bauwerkstyp	Offener Gewässerverlauf	**Kommune**	Schömberg
Gewässer	Reichenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Calw
Bemerkung	Durchgängige Gesamtöffnung auf 100 m (Ing. biol. Verbau) einer vor 20 Jahren erfolgten Verdolung, Hochwasserschäden machten Sanierung der Verdolung erforderlich, Mittelgebirgsbach		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Gewässer							
Gewässerbreite	1 bis 3 m		**Uferbermen**	vorhanden				
Sohle	Offene Sohle, Buntsandsteine und Sohlsubstrat							
Länge des Bauwerks	100 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	250.000 €	

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, glatte Sohle, starkes Gefälle
amphibisch Bereich	nicht durchgängig, keine Bermen und Überbauung
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Überbauung

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibisch Bereich	durchgängig
terrestrische Bereich	eingeschränkt durchgängig, Bebauung
Verbesserungsmöglichkeit	keine

vor dem Neubau: Verdolung

nach dem Neubau: Offener Gewässerverlauf

V3 – Öffnung einer Verdolung			
Bauwerkstyp	Offener Gewässerverlauf	**Kommune**	Unterreichenbach
Gewässer	Reichenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Calw
Bemerkung	Öffnung einer Verdolung und Renaturierung unterhalb mit Ing. biol. Verbau, Hochwasserschäden machten Sanierung der Verdolung erforderlich, Mittelgebirgsbach		

Technische Beschreibung

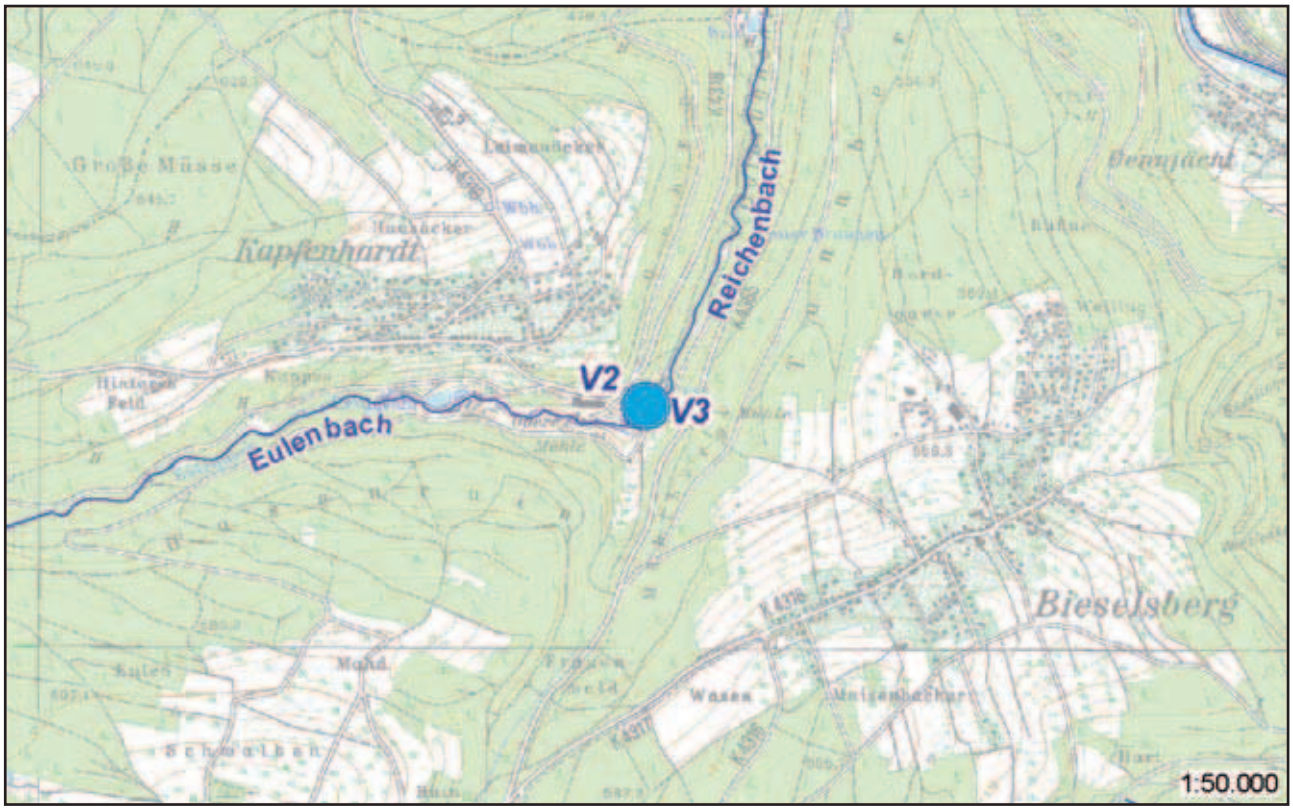
Bauwerk	Gewässer						
Gewässerbreite	1 – 3 m	**Uferbermen**	Vorhanden				
Sohle	offene Sohle mit natürlichem Sohlsubstrat						
Länge des Bauwerks	150 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	150.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, glatte Sohle, starkes Gefälle
amphibisch Bereich	nicht durchgängig, keine Bermen und Überbauung
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Überbauung

Beschreibung der Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibisch Bereich	durchgängig
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Bebauung
Verbesserungsmöglichkeit	keine



vor dem Neubau: Verdolung

nach dem Neubau: Offener Gewässerverlauf

V4 – Öffnung einer Verdolung			
Bauwerkstyp	Offener Gewässerverlauf	**Kommune**	Nagold
Gewässer	Waldach, II. Ordnung	**Landkreis**	Calw
Bemerkung	Öffnung der Verdolung im städtischen Bereich, Verlegung des Busbahnhofes und Abbruch von Gebäuden		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Gewässer						
Gewässerbreite	3 bis 6 m	**Uferbermen**	vorhanden				
Sohle	offene Sohle mit viel Substrat						
Länge des Bauwerks	200 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	250.000 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, glatte Sohle
amphibisch Bereich	nicht durchgängig, keine Bermen und Überbauung
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Überbauung

Beschreibung der Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibisch Bereich	durchgängig
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Bebauung
Verbesserungsmöglichkeit	keine

vor dem Umbau: Verdolung unter Busbahnhof und Parkplatz

nach dem Neubau: offener Gewässerlauf

V5 – Öffnung einer Verdolung			
Bauwerkstyp	Offener Gewässerverlauf	**Kommune**	Bad Herrenalb
Gewässer	Rennbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Calw
Bemerkung	Verdolung bis zu 10 m unter dem Auffüll- und Lagerplatz		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Gewässer						
Gewässerbreite	0,4 bis 0,8 m	**Uferbermen**					
Sohle	natürliche offene Sohle						
Länge des Bauwerks	600 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	200.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, glatte Sohle
amphibisch Bereich	nicht durchgängig, keine Bermen und Überbauung
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Überbauung

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibisch Bereich	durchgängig
terrestrische Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	kein

Vor dem Neubau: Gewässerverdolung unter dem Lagerplatz

Nach dem Neubau: offener Gewässerverlauf

V6 – Öffnung einer Verdolung			
Bauwerkstyp	Offener Gewässerverlauf	**Kommune**	Bad Liebenzell
Gewässer	Lengenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Calw
Bemerkung	geschlossene Verrohrung im Stadtbereich		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Gewässer mit Ufermauern, Buntsandsteinverbau (ohne Beton), offene Sohle						
Gewässerbreite	1,5 bis 2 m	**Uferbermen**	teilweise				
Sohle	Buntsantstein mit natürlichem Sohlsubstrat						
Länge des Bauwerks	200 m	**Lichte Weite**		**Lichte Höhe**		**Baukosten**	300.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, glatte Sohle
amphibisch Bereich	nicht durchgängig, keine Bermen und Überbauung
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Überbauung

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibisch Bereich	durchgängig
terrestrische Bereich	nicht durchgängig, Bebauung
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Vor dem Neubau: Verdolung unter dem Weg

Nach dem Neubau: offener Gewässerverlauf

4.5 Ufer- und Sohlenverbau (US)

US1 – Gewässerrückbau bei Elzmündung			
Bauwerkstyp	Gewässerrückbau	**Kommune**	Mosbach
Gewässer	Elz , I. Ordnung	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	Verbesserung der Durchgängigkeit im Ufer und Auebereich		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Rückbau des Ufers und Vorlandpflasters unter einer Uferbrücke im Bereich der Mündung der Elz in den Neckar. Großzügige Aufweitung und Verzweigung der Elz im Mündungsbereich zum Neckar. Sicherung der neuen Ufer auch unter Brücke mit Weidenspreitlagen.						
Gewässerbreite	8-10 m	**Uferbermen**	**links**	10 m	**rechts**	1 m	
Sohle	Unbefestigt; natürliches Geschiebe der Elz						
Länge des Bauwerks	----	**Lichte Weite**	----	**Lichte Höhe**	----	**Baukosten**	10.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte durchgängig, da Ufer und Vorland mit Betonpflaster ausgelegt war
terrestrischer Bereich	eingeschränkte durchgängig, da Ufer und Vorland mit Betonpflaster ausgelegt war

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig, da nun ein ausgeprägter Wasserwechselbereich sowie ein naturnahes Ufer samt Vorland auch unter der Brücke angelegt wurde.
terrestrischer Bereich	durchgängig, da nun ein ausgeprägter Wasserwechselbereich sowie ein naturnahes Ufer samt Vorland auch unter der Brücke angelegt wurde.
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Vor dem Neubau: Hart verbautes Gewässerbett

Nach dem Neubau: ausgeprägter Wasserwechselbereich sowie ein naturnahes Ufer samt Vorland

US2 – Niedrigwasserrinne und raue Sohle			
Bauwerkstyp	Rinne und Raue Sohle	**Kommune**	Elztal-Dallau
Gewässer	Elz, I. Ordnung	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung	Aus Hochwasserschutzgründen (geringe Rauhigkeit; Beibehaltung des Hochwasserabflussvermögens) kann der Sohlenverbau nicht komplett beseitigt werden.		

Technische Beschreibung

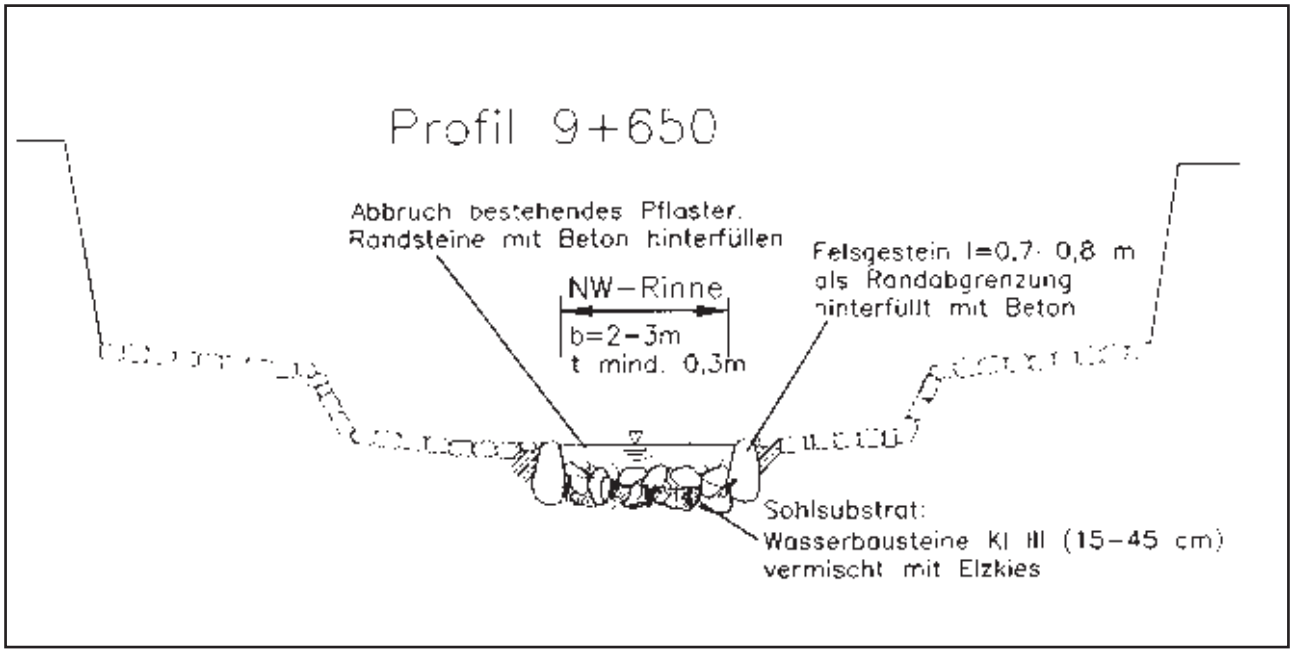
Bauwerk	Einbau eines Raugerinnes innerhalb eines gepflasterten Profils							
Gewässerbreite	6 m			**Uferbermen**	**keine**			
Sohle	Auf eine breite von ca 2-3m wurde das Sohlenpflaster aufgebrochen und Sohlsubstrat eingebracht. (siehe Querprofil)							
Länge des Bauwerks	----	**Lichte Weite**	----	**Lichte Höhe**	----	**Baukosten**	---	

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatische	eingeschränkt durchgängig
amphibisch / terrestrische	nicht durchgängig, hart ausgebaute Ufer
	eingeschränkt durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig, auf Grund der Abflusskonzentration in der Rinne und des eingebrachten Sohlsubstrat gut Durchwanderbarkeit möglich
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, hart ausgebaute Ufer
terrestrischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	Renaturierung der Uferbereiche



Planung

Nach dem Umbau: Niedrigwasserrinne und raue Sohle

US3 - Abflachung Uferbereich und Rückbau einer Sohlpflasterung			
Bauwerkstyp	Uferabflachung	**Kommune**	Ettlingen
Gewässer	Alb, II. Ordnung	**Landkreis**	Karlsruhe
Bemerkung	Umsetzung einer für Wasserrahmenrichtlinie relevanten Maßnahme 2008 zwischen km 27+850 und 32+500;		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Entfernen des linksseitigen, harten Verbaus aus Ufermauern und Gabionen mit anschließender Abflachung des Ufers und Zulassen der Gewässerentwicklung mit natürlicher Sukzession; Rückbau einer Sohlpflasterung				
Gewässerbreite	6 m	**Uferbermen**	---		
Sohle	natürliches Sohlsubstrat außerhalb der Baumaßnahmenbereiche vorhanden; in den Rückbaubereichen wird sich ein natürliches Sohlsubstrat nach abgelaufenen Hochwasserereignissen einstellen				
Länge des Bauwerks	insgesamt 900 m Uferabflachung linksseitig, Rückbau Sohlpflasterung auf 20 m			**Baukosten**	100.000 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig für Fischfauna, eingeschränkt durchgängig für Makrozoobenthos
amphibischer Bereich	nicht durchgängig wegen fehlender Aueanbindung
terrestrischer Bereich	durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Vor dem Umbau: steile Böschung aus Gabionen und einer Ufermauer

Nach dem Rückbau der Gabionen: Wasserwechselbereich hergestellt; weitere Uferstrukturierung durch Zulassen einer natürlichen Gewässerentwicklung

Nach dem Rückbau der Ufermauern: ausgeprägter Wasserwechselbereich mit Anbindung an die Aue; Ufermauern in Teilbereichen zum Schutz des Baumbestands nicht rückgebaut

Nach dem Rückbau: naturnaher Gewässerabschnitt

Nach dem Rückbau der Sohlpflasterung: Durchgängigkeit für Makrozoobenthos hergestellt

US4 - Abflachung Uferbereich			
Bauwerkstyp	Uferabflachung und Verbesserung der Breiten- und Tiefenvarianz	**Kommune**	Karlsruhe
Gewässer	Alb, II. Ordnung	**Stadtkreis**	Karlsruhe
Bemerkung	Entfernen des harten Verbaus aus Steinschüttungen mit anschließender Abflachung des Ufers und Zulassen der Gewässerentwicklung in den Gleituferbereichen; impulsgebende Laufveränderung mit Einbau von Strömungsablenkern, Umsetzung einer für Wasserrahmenrichtlinie relevanten Maßnahme 2008, km 16+69 bis km 17+13; Lachsprogrammgewässer		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Abflachung des Ufers und Zulassen der Gewässerentwicklung in den Gleituferbereichen; Einbau von Strömungsablenkern				
Gewässerbreite	8m	**Uferbermen**	---		
Sohle	in den Rückbaubereichen wird sich ein natürliches Sohlsubstrat nach abgelaufenen Hochwasserereignissen einstellen				
Länge des Bauwerks	440 m			**Baukosten**	180.000 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Während des Umbaus: Entfernung des harten Verbaus

Nach dem Rückbau der steilen Uferböschungen: ausgeprägter Wasserwechselbereich mit Anbindung an die Aue und dem Wechsel von Prall und Gleithangbereichen

Einbringen von Störsteinen

Anbindung eines Seitengewässers

4.6 Anschluss Nebengewässer (N)

N1– Mündung Schwiebergraben - Renchflutkanal			
Bauwerkstyp	Einmündung	**Kommune**	Memprechtshofen
Gewässer	Schwiebergraben, II. Ordnung	**Landkreis**	Ortenaukreis
Bemerkung	Einmündungsbauwerk mit Sohlabsturz. Anpassung zur Herstellung der aquatischen Durchgängigkeit in den oberhalb liegenden naturnah umgestalteten Gewässerbereich. Seitengewässer des Renchflutkanals der Acher-Rench-Korrektion. Die Länge des Bauwerks und Baukosten sind incl. der Überfahrt.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Absenkung der massiven Gewässersohle um 1,5 m durch Abbruch des Sohlenbetons und Tieferlegung des oberhalb liegenden Gewässerverlaufs auf eine Strecke von 100 m.						
Gewässerbreite	2 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Künstliche Sohle, Beton						
Länge des Bauwerks	5 m	**Lichte Weite**	4 m	**Lichte Höhe**	----	**Baukosten**	10.000 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrischer Bereich	nicht durchgängig

Beschreibung der Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	eingeschränkt durchgängig, wasserstandsabhängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrischer Bereich	nicht durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	Nur durch Verlegung des Seitengewässers möglich

Vor dem Umbau: Absturz

Nach dem Umbau: durchgängige Einmündung

N2 – Aufwertung Mündung			
Bauwerkstyp	Renaturierung und Durchlass	**Kommune**	Mengen
Gewässer	Heudorfer Bach in Donau	**Landkreis**	Sigmaringen
Bemerkung	---		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Raue Rampe und Rohrdurchlass						
Gewässerbreite	1,8 m	**Uferbermen**	0,6 m				
Sohle	Schroppen und Kies						
Länge des Bauwerks	15 m	**Lichte Weite**	3,0 m	**Lichte Höhe**	2,0 m	**Baukosten**	10.000 €

Beschreibung der Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	---
terrestrischer Bereich	---

Beschreibung der Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	eingeschränkt durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	

Bauphase

nach dem Umbau: Rampe und großzügiger Durchlass bei Niedrigwasser der Donau

erhöhter Abfluss in der Donau

N3– Furt in Mündungsbereich			
Bauwerkstyp	Furt ersetzt Durchlass	**Kommune**	Straubenhardt
Gewässer	Steigbrunnenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Enzkreis
Bemerkung	---		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Furt						
Gewässerbreite	0,8 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Steine mit Lücken, Sohlsubstrat						
Länge des Bauwerks	5 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	----	**Baukosten**	3.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Vor dem Neubau: Durchlass verbaut den Mündungsbereich

Nach dem Neubau: Furt ermöglicht den Anschluss an das Seitengewässer

N4– Rampe im Mündungsbereich			
Bauwerkstyp	Rampe bei Einmündung	**Kommune**	Lautenbach
Gewässer	Rüstenbach, II. Ordnung	**Landkreis**	Ortenaukreis
Bemerkung	Umbau der steilen glatt gepflasterten ca. 2m hohen Einmündungsrampe, Seitengewässer der Rench		

Technische Beschreibung

Bauwerk	naturnah gestaltetes Gewässerbett						
Gewässerbreite	2 -5 m	**Uferbermen**	ja				
Sohle	Anstehendes Sohlmaterial aus Rench und Rüstenbach						
Länge des Bauwerks	30 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	----	**Baukosten**	2.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Vor dem Neubau: steile Einmündung des Rüstenbachs

Nach dem Neubau: Rampe bindet das Seitengewässer an

4.7 Verknüpfung mit der Aue (A)

A1 – Anschluss Kernsee			
Bauwerkstyp	Durchlass	**Kommune**	Iffezheim
Gewässer	Kernsee mit Rheinseitengraben	**Landkreis**	Rastatt
Bemerkung	Über dieses Bauwerk wurde der Kernsee an den Rheinseitengraben angebunden. Durch die Steine im Bereich des Einlaufes und des Auslaufes wird die Fließgeschwindigkeit auch bei wechselnden Wasserständen herabgesetzt und so die Durchgängigkeit ermöglicht. Wie auf den Bildern ersichtlich wird, ist zur Aufrechterhaltung der Durchgängigkeit ein gewisser Wartungsaufwand erforderlich.		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Rohrdurchlass aus Schleuderbeton DN 1.000						
Gewässerbreite	--	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Die Sohle vor dem Durchlass wurde mit Steinen belegt, hier bleibt Geschwemmsel hängen.						
Länge des Bauwerks	8 m	**Lichte Weite**	1 m	**Lichte Höhe**	0,6 m	**Baukosten**	ca. 10.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, da keine Verbindung
amphibischer Bereich	nicht durchgängig, da keine Verbindung
terrestrischer Bereich	durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig , Unterhaltung erforderlich
amphibischer Bereich	eingeschränkte Durchgängigkeit; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Nach dem Neubau: Verbindung Rhein – Kernsee hergestellt, Einlaufbereich am Rheinseitengraben

Auslauf

A2 – Anschluss von Altarmen im Zuge eines Entnahmebauwerks			
Bauwerkstyp	Raugerinnenbeckenpass	**Kommune**	Lichtenau/Baden
Gewässer	Rhein mit Altarmen	**Landkreis**	Rastatt
Bemerkung	Sonderfall: Anschluss eines Altarms im Zuge des Bauwerk N – Polder Söllingen Greffern, Rhein-km 118+050, Rheinwasserentnahmebauwerk für die gesteuerte Flutung		

Technische Beschreibung der Anlage

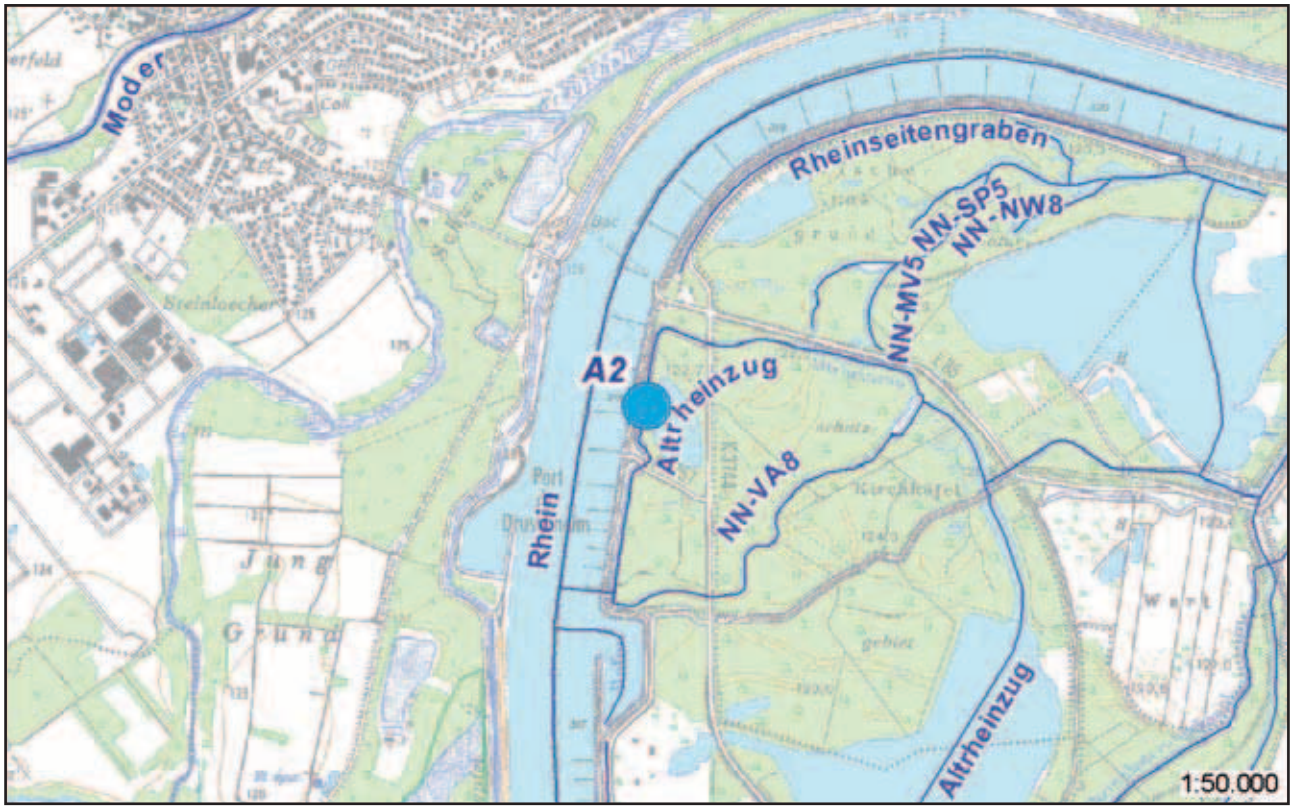
Bauwerk	Raugerinne im Durchlass zwischen Rhein und Altarm						
Gewässerbreite	3,5 m	**Uferbermen**	keine				
Sohle	Sohle zwischen den Wasserbausteinen vollständig mit grobem Schotter belegt.						
Länge des Bauwerks	20 m	**Lichte Weite**	3,0 m	**Lichte Höhe**	1,7 m	**Baukosten**	0,5 Mio. €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

aquatischer Bereich	nicht durchgängig, keine Anbindung
amphibischer Bereich	nicht durchgängig; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach derm Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
Verbesserungsmöglichkeit	keine



Nach dem Neubau: Rampe im Durchlass verbindet den Rhein mit den Altarmen und der Aue

A3 - Durchlass an der Schindkautschlut			
Bauwerkstyp	Stahlfertigteildurchlass	**Kommune**	Stadt Mannheim
Gewässer	Rhein/ Altarm	**Stadtkreis**	Mannheim
Bemerkung	Maßnahme des Integrierten Rheinprogramms (IRP) Der Durchlass wurde in Abstimmung mit der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung auf die Höhe des NNW gelegt, so dass auch bei Niedrigwasserständen im Rhein ein beständiger Zufluss in die Schindkautschlut von mindestens 1,0 m³/s gewährleistet werden kann. Bereits bei Mittelwasserabfluss im Rhein wird die Schwelle überströmt. Da am Rhein extreme Strömungsverhältnisse zu berücksichtigen sind, sind Hinweisschilder vorzusehen.		

Technische Beschreibung

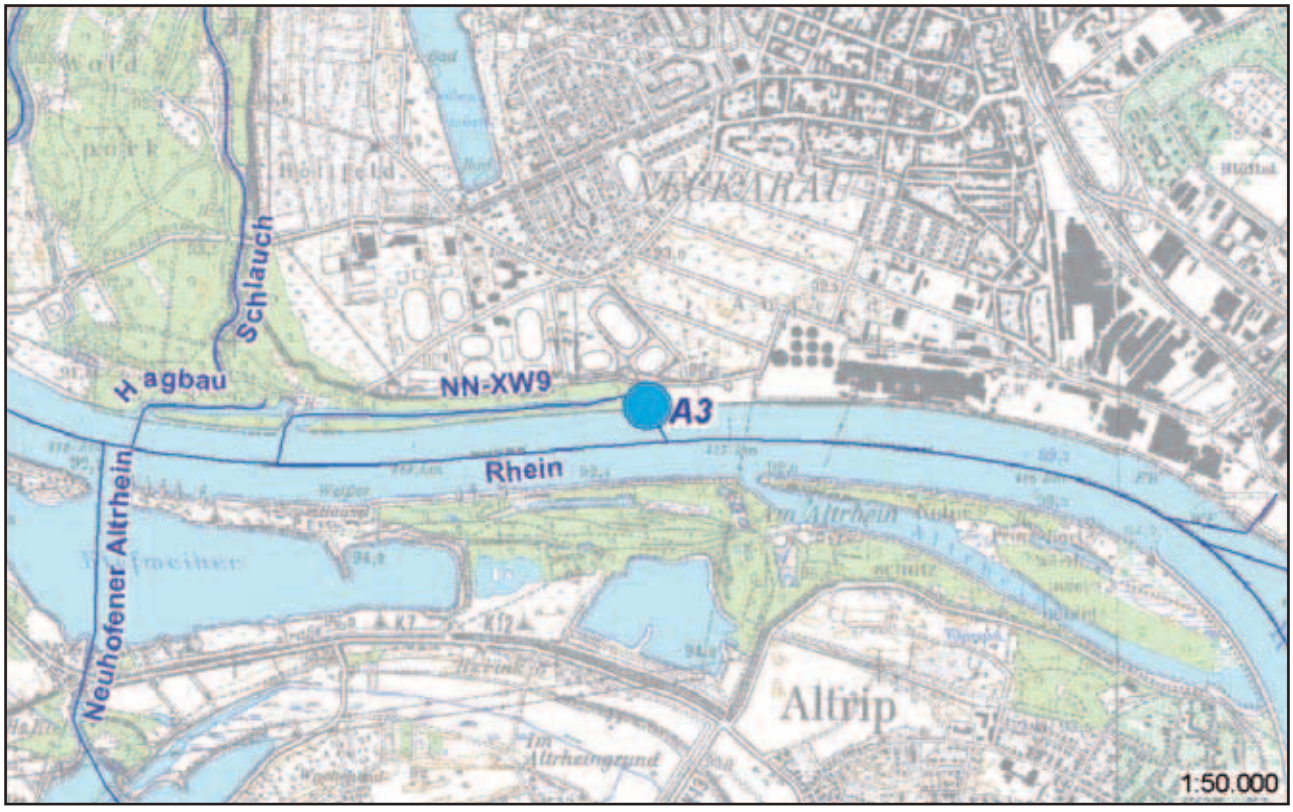
Bauwerk	Stahlfertigteildurchlass, H= 1,78 m						
Gewässerbreite		**Uferbermen**	keine				
Sohle							
Länge des Bauwerks	16,0 m	Lichte Weite	2,54 m	Lichte Höhe	1,88 m	Baukosten	290.000 €

Durchgängigkeit vor dem Neubau

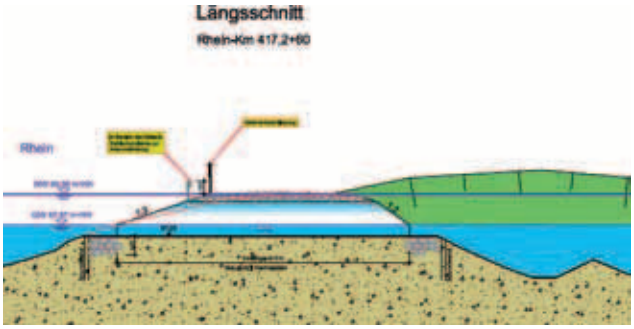
aquatischer Bereich	nicht durchgängig, keine Anbindung
amphibischer Bereich	nicht durchgängig; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist

Durchgängigkeit nach dem Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig; Durchgängigkeit nicht unbedingt erforderlich, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
terrestrischer Bereich	durchgängig, da aufgrund der geringen Höhe und dem gering frequentierten Verkehrsweg eine Passage über den Weg möglich ist
Verbesserungsmöglichkeit	keine



Bauphase



Übersichtsplan und Längsschnitt

Auslauf in den Schindkautschlut

Einlauf am Rhein

A4 – Abflachung Uferbereich			
Bauwerkstyp	Uferabflachung	**Kommune**	Straubenhardt
Gewässer	Steigbrunnen, II. Ordnung	**Landkreis**	Enzkreis
Bemerkung	---		

Technische Beschreibung

Bauwerk	Abflachung der durch Tiefenerosion entstandene Steilufer						
Gewässerbreite	0,8 m	**Uferbermen**	------				
Sohle	natürliches Sohlsubstrat						
Länge des Bauwerks	80 m	**Lichte Weite**	---	**Lichte Höhe**	---	**Baukosten**	5.000 €

Durchgängigkeit vor dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig

Durchgängigkeit nach dem Umbau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig, Aueanbindung vorhanden
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	keine

Vor dem Umbau: steile Ufer

Nach dem Umbau: flache Ufer und Aueanbindung

A5 Anbindung der Gewässeraue			
Bauwerkstyp	Uferabflachung	**Kommune**	Buchen-Bödigheim
Gewässer	Hiffelbach	**Landkreis**	Neckar-Odenwald-Kreis
Bemerkung			

Technische Beschreibung

Bauwerk	Abflachung der durch Tiefenschurf entstandenen Steilufer							
Gewässerbreite	1-2m	**Uferbermen**						
Sohle	Natürliche Sohlsubstrat							
Länge des Bauwerks	400 m	**Lichte Weite**	--	**Lichte Höhe**	--	**Baukosten**	40.000 €	

Durchgängigkeit vor dem Umbau bzw. Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	nicht durchgängig (Keine Aueanbindung)
terrestrischer Bereich	eingeschränkt durchgängig (Keine Aueanbindung)

Durchgängigkeit nach Umbau bzw. bei Neubau

aquatischer Bereich	durchgängig
amphibischer Bereich	durchgängig
terrestrischer Bereich	durchgängig
Verbesserungsmöglichkeit	

Vor dem Umbau: Steilufer

Nach dem Umbau: flache Ufer mit Aueanbindung

5 Literatur

ALLES, E. (2003): Konsolidierung ehemals versauerter Bachoberläufe dokumentiert anhand der Kieselalgen-Zönose. Zwischenbericht anlässlich des Statusseminars BWPLUS am 11.3. und 12.3.2003 im Kernforschungszentrum Karlsruhe, 10 S.

BFN (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz (55), 434 S., Bonn-Bad Godesberg

BLfW (2004): „Durchwanderbarkeit von Querbauwerken", Kartier- und Bewertungsverfahren, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München

BMVEL (2004):"Die zweite Bundeswaldinventur – BWI", 87 S., Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft ,Berlin

BÜRK, O. (1940): Die Geographie der Flößerei im nordöstlichen Schwarzwald, Tübinger geographische und geologische Abhandlungen, R I, H. 28, 103 S., Öhringen

BUWAL (1996): „Der Biber in der Schweiz, Bestand, Gefährdung, Schutz", Schriftreihe Umwelt Nr. 249 Wildtiere. (Bern, 1996) Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

FFS (1995): „Flusskrebse in Baden-Württemberg – Hinweise zur Gefährdung und zum Schutz einheimischer Flusskrebse", Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg 22 S., Langenargen

FFS (2004): „Funktionskontrollen an Fischaufstiegshilfen in Baden-Württemberg" Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg; Langenargen (unveröffentlicht)

GEBLER, R.-J. (1991): Sohlrampen und Fischaufstiege, Walzbachtal

GEPP, J (Ed.) (1986): Auengewässer als Ökozellen - Fluß-Altarme, Altwässer und sonst. Augen - Still-gew. Österr. Grüne Reihe, Bundesmin. Gesundheit u. Umweltschutz, Wien, 2.Aufl. 4, 322 S.

GERKEN, B.(1988): Auen verborgene Lebensadern der Natur, Rombach GmbH & Co Verlagshaus KG, 132 S.

Gewässerbeurteilungsverordnung (2004): 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 vom 30.8.2004, GBl. vom 8.10.2004

GFG MBH (2005): Strukturelle Verbesserungen von Fließgewässern für Fische, Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Mainz

GUNKEL, G. (1996): Renaturierung kleiner Fließgewässer, 471 S., Jena

IKONE (2000): Integrierende Konzeption Neckar-Einzugsgebiet, Heft 2: Ökologische Verbesserungen am Neckar; Geschäftsstelle IKoNE, Juli 2000

IKSR (2006): Biotopverbund am Rhein, http://www.iksr.org/uploads/media/biotop_d.pdf

JEDICKE, E. (1996): „Schutz kleiner Fließgewässer im Wald: Ökologische Untersuchungen der Bachauen im Krofdorfer Forst bei Gießen als Grundlage für den Naturschutz", in: Jahrbuch Naturschutz in Hessen [Hrsg.] (1): 40 – 52

KRONER, C. (2003): „Untersuchungen zur Versauerungsproblematik im Rahmen des Fließgewässermonitoring in Baden-Württemberg", Vortrag Tagung: Medienübergreifende Umweltbeobachtung – Stand und Perspektiven, Schlosshotel Karlsruhe, 18.6.2003, 8 S.

LfU (1992): „Gewässerentwicklungsplanung - Leitlinien", Handbuch Wasser 2, Band 3 November 1992, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (1995): „Gesamtkonzept Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern", Handbuch Wasser 2, Band 19 August 1995, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (1998): „Gewässergütekarte Baden-Württemberg", Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie (49), 65 S., Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (1999): „Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg Leitfaden Teil 1 - Grundlagen", Band 48 1999, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (2004): „Gewässerstrukturkarte Baden-Württemberg 2004", Band 89 2004, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (2005): „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Leitfaden Teil 1- Grundlagen", Band 95 Oktober 2005, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (2005b): „Naturnahe Fließgewässer in Baden-Württemberg - Referenzstrecken", Band 96 November 2005, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LfU (2005c): „Methodenband – Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg", Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

LIEBSCH, H., WEDEMEYER A., Scholle J. (1995): Fischpassierbarkeit von Durchlassbauwerken, Naturschutz und Landschaftsplanung 5: 165-168

LUBW (2006): „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern, Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke" (Oberirdische Gewässer – Gewässerökologie, Heft Nr. 101), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

MEIER, C. (1992): „Ökologie der Fliessgewässer", Mitteilungsblatt für Mitglieder des Vereins für Ingenieurbiologie der Schweiz (1): 5 – 7

MLNU Thüringer (2000): „Fließgewässerschutz in Thüringen zum Beispiel: Durchgängigkeit", Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt Thüringen

MUNLV N-W (2003): „Wanderfischprogramm Nordrhein-Westfalen – Phase 2003 bis 2006“, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2003

MUNLV N-W (2005): „Handbuch Querbauwerke“, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

MUNR (1999): „Artenschutzprogramm, Elbebiber und Fischotter“, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Potsdam, Mai 1999)

NLP (1980): „Der Fischotter, Lutra lutra L. in Niedersachsen“, Heft 11, Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen (Hannover, 1980)

SÄTTELE, B. (2007): „Lösungsstrategien bei Problemstellungen mit Bibern“, – Powerpoint-Vortrag 2007

SCHABER-SCHOOR, G. (2007): „Kleine Gewässerläufe im Wald - Grundlagen für den Erhalt und die Entwicklung naturnaher Bachläufe in bewirtschafteten Wäldern“, Culterra Bd. 49, 247 S. u. Anhang, Freiburg

SCHEIFELE, M. (2004): „Aus der Waldgeschichte des Schwarzwaldes“, Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (82), 335 S., Stuttgart

SCHWEVERS, U., SCHINDEHÜTTE K., ADAM, B. & STEINBERG, L. (2004): „Zur Passierbarkeit von Durchlässen“, http://www3.lanuv.nrw.de/Willkommen/Aktuelles/Publikationen/LOEBF_Mitteilungen/

SCHWOERBEL, J. (1999): „Einführung in die Limnologie“, 8. Aufl., 465 S., Stuttgart

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

STATZNER, B., GORE, J. A. & RESH, V. H. (1988): "Hydraulic stream ecology: observed pattern an potential applications", Journal of the North American Benthological Society 7: 307 - 360

TROSCHEL, H. J. (1997): „In Deutschland vorkommende Flusskrebse – Biologie, Verbreitung und Bestimmungsmerkmale“, Fischer & Teichwirt (9), 370 – 376

WEGENER, U. (1991): „Schutz und Pflege von Lebensräumen“ - Naturschutzmanagement, 313 S., Jena

WIEGNER, H. (2000): Gewässerdurchgängigkeit als die wichtigste Vorraussetzung für die Entwicklung und den gesicherten Fortbestand der aquatischen Lebensgemeinschaften. In: Interessengemeinschaft für Fischerei und Gewässerschutz Bruhrain 1972 e. V.: Lebensraum Wasser, Graben-Neudorf, 4-31

WOHLRAB, B., ERNSTBERGER, H., MEUSER, A. & SOKOLLEK, V. (1992): „Landschaftswasserhaushalt“, 352 S., Hamburg

6 Bildnachweis

Bei den Bildern wird die zugehörige Kommune und in Klammern der Landkreis (Autokennzeichen) angegeben.

AZ = Anna Zirker, Ottermobil
FFS = Fischereiforschungsstelle BW
FVA = Forstliche Versuchsanstalt
Berg = Dr. Rainer Berg
BG = Büro Geitz + Partner GBR, Stuttgart
BWC = Büro Wald + Corbe, Hügelsheim
LRA F = Landratsamt Freudenstadt
LRA NOK = Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis
LRA KA = Landratsamt Karlsruhe
LUBW = Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
RP FR = Regierungspräsidium Freiburg
RP KA = Regierungspräsidium Karlsruhe
RP TÜ = Regierungspräsidium Tübingen
SE = Stadt Ettlingen
SKA = Stadt Karlsruhe
UNI KA = Universität Karlsruhe, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung
WBW = WBW Fortbildungsgesellschaft Baden-Württemberg

Deckblatt
RP FR

Kapitel 1
1-LRA KA, 2 WBW

Kapitel 2
1 WBW, 2 LUBW, 3 RP FR, 4 FVA, 5 LRA F, 6 , 7 - 8 RP KA, 9 LUBW, 10 Berg, 11 LUBW, 12 AZ, 13 RP TÜ

Kapitel 3
1 LRA F, 2 RP TÜ, 3 - 4 LRA NOK, 5 RP FR, 6 WBW, 7 FVA, 8 RP FR, 9 WBW, 10 RP TÜ, 11 UNI KA, 12 – 13 BG, 14 LUBW, 15 LRA KA, 16 RP FR, 17 LRA F, 18 LUBW, 19 LRA NOK, 20 LRA F, 21 LRA NOK, 22-23 LUBW, 24 FVA, 25 LRA F, 26 – 29 RP TÜ, 30 – 31 LUBW, 32 – 33 RP TÜ, 34 LRA F, 35 – 36 RP FR, 37 LUBW, 38 LRA F, 39 RP TÜ

Kapitel 4
Übersichtskarte und Ausschnittskarten - LUBW
B1 RP FR, B2 BG, BN1 LRA NOK, BN2 RP TÜ, D1 RP KA, D2 - D3 FVA, D4 LRA NOK, D5 LRA KA, D6 LRAF, DN1 - DN2 LRA NOK, DN3 – DN4 LRA KA, DN5 FVA, F1 FVA, F2 – F4 LRA F, FN 1 RP KA, V1 LRA NOK, V2 – V6 LRA F, US1 – US2 LRA NOK, US3 RPKA + SE, US4 RP KA + SKA , N1 RPFR, N2 RP TÜ, N3 LRA F, N4 RP FR, A1 RP KA, A2 LRA F, A3 RPKA, A4 BWC, A5 LRA NOK

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 10 01 63 · 76231 Karlsruhe · Internet: www.lubw.baden-wuerttemberg.de