



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

Auswirkungen der EU-WRRL auf den Forststraßenbau

Diplomarbeit

Durchgeführt am Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für
Forsttechnik, an der Universität für Bodenkultur Wien

vorgelegt von

Natmessnig Arnulf

Betreuer:

A.o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Karl Stampfer
Dipl. Ing. Thomas Steinmüller

Wien, im Juni 2007

Danksagung

Meinen besonderen Dank möchte ich meinen Eltern aussprechen, die mir dieses Studium ermöglichten und trotz der betrieblichen Notwendigkeiten, mir auch über weite Strecken die notwendige Zeit dafür ließen. Sie standen immer hilfe reich zur Seite und haben mir immer den Rücken gestärkt. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Bedanken möchte ich mich bei meinem Onkel Marbod Natmessnig, der mir mit seinem Fachwissen im Bereich der Fischökologie immer mit guten Ideen und Ratschlägen zur Seite stand und mir auch bei meinen Außenaufnahmen behilflich war.

Mein besonderer Dank ergeht an meinen Zweitbetreuer DI Thomas Steinmüller, der mir, trotz der auch für ihn nicht immer einfachen Situation, hilfe reich zur Seite stand und immer ein offenes Ohr für meine Anliegen hatte. An dieser Stelle auch mein Dank an meinen Betreuer a.o. Univ. Prof. DI. Dr. Karl Stampfer für seine fachliche Beratung und Betreuung. Ein Dank auch an DI Christian Kanzian und DI Franz Holzleitner, die mir immer hilfe reich zur Seite standen.

DI Gerhard Freundl, Dr. Wolfgang Honsig-Erlenburg, Dr. Andreas Unterweger, allen Wegebaureferenten und anderen Fachleuten, danke ich für die Mitarbeit und das Liefern von wichtigen Informationen und Erfahrungen aus der Praxis.

Meiner Schwester Friedrun und meinem Freund Andras Darabant danke ich für die Unterstützung beim Korrekturlesen und bei der Übersetzung.

Dank gebührt auch besonders meiner langjährigen Partnerin Iris Drack, die mir mit Rat und Tat zur Seite stand und mich besonders beim Knüpfen von, für die Diplomarbeit wichtigen, fachlichen Kontakten maßgeblich unterstützte.

Bedanken möchte ich mich besonders bei Oswald Granig und allen anderen Freunden, die mich während meines Studiums begleiteten, prägten und mir immer hilfe reich zur Seite standen. Ihnen danke ich an dieser Stelle ganz besonders und mögen die gewonnenen Freundschaften noch lange bestehen.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
2. GRUNDLAGEN – EU-WRRL.....	3
2.1 Zielsetzungen der WRRL.....	3
2.2 Ist-Bestandsaufnahme 2005.....	6
2.3 Gesetzestexte aus dem Wasserrechtsgesetz nach erfolgter Novelle 2003	7
2.4 Erheblich veränderte Wasserkörper	10
3. FISCHÖKOLOGIE - BIOLOGIE.....	10
3.1 Makrozoobenthos	10
3.2 Fische	11
3.2.1 Bachforelle (<i>Salmo trutta forma fario</i>)	11
3.2.2 Koppe (<i>Cottus gobio</i>)	12
3.3 Allgemeines zum Schwimmverhalten	12
3.4 Habitatsansprüche.....	14
3.5 Längs- bzw. Querbauwerke als Hindernis	17
3.5.1 Negativbeispiele.....	20
3.6 Abgrenzung des Fischlebensraumes.....	21
3.6.1 Höhenmäßige Begrenzung	22
3.6.2 Gefälle.....	22
3.6.3 Entfernung zur Quelle	22
4. ROHRDURCHLÄSSE.....	23

4.1	Fischpassierbarkeit von Rohrdurchlässen	23
4.2	Rohrgröße.....	26
4.3	Rohrlänge und Rohrgefälle	27
4.4	Abstürze.....	28
4.5	Rohrmaterialien	29
4.6	Rohrprofile	30
4.7	Bettungsarten eines Rohrdurchlasses	31
4.8	Allgemeine Einbau- und Gestaltungshinweise.....	34
4.9	Migrationsunterstützende Hilfsmittel	37
5.	METHODISCHE VORGANGSWEISE	41
5.1	Expertenbefragung	41
5.1.1	Schriftliche Befragung.....	42
5.1.2	Aufbau des Fragebogens.....	43
5.2	Bewertung von Gerinnequerungen mit Rohrdurchlässen – Fallstudien	44
5.2.1	Programmbeschreibung Fish Xing.....	46
5.2.2	Auswertung mit Simulationsprogramm Fish Xing.....	48
6.	ERGEBNISSE	53
6.1	Expertenbefragung	53
6.1.1	Handhabung der EU – WRRL.....	53
6.1.2	Zuständigkeiten.....	54
6.1.3	Empfehlungen.....	55
6.1.4	Förderungen	56
6.1.5	Fazit	56
6.2	Fallstudien	57
6.2.1	Fallbeispiel 1 – Forststraße „Pilgram“	57
6.2.1.1	Befund.....	58

6.2.1.2	Verbesserungsvorschläge	59
6.2.2	Fallbeispiel 2 – Forststraße „Zubringer Klamm“	60
6.2.2.1	Befund	61
6.2.2.2	Verbesserungsvorschläge	61
6.2.3	Fallbeispiel 3 – Forststraße „Zubringer Scherzer Leiten“	62
6.2.3.1	Befund.....	63
6.2.3.2	Verbesserungsansätze	63
6.2.4	Fallbeispiel 4 – Forststraße „Zubringer Steinleiten“	65
6.2.4.1	Befund.....	66
6.2.4.2	Verbesserungsvorschläge	67
6.2.5	Fallbeispiel 5 – Forststraße „Marhofer“	68
6.2.5.1	Befund.....	69
6.2.5.2	Verbesserungsvorschläge	70
6.2.6	Ergebnisse Fallstudien.....	71
6.3	Empfehlungskatalog	72
7.	ZUSAMMENFASSUNG	81
8.	QUELLENVERZEICHNIS	83
8.1	Literaturverzeichnis und Websites	83
8.2	Berichte, Broschüren, Merkblätter	88
8.3	Mündliche Mitteilungen	89
9.	ANHANG	89
9.1	Glossar	89
9.1.1	Begriffsdefinitionen – EU-WRRL.....	89
9.2	Abbildungsverzeichnis	91
9.3	Tabellenverzeichnis	92
9.4	Gesetzestexte Wasserrechtsgesetz 2003.....	93
9.5	Teilnehmer Expertenbefragung	95

9.6 Erhebungsformular - Expertenbefragung.....	95
9.7 Erhebungsformular-Fallbeispiele	102
9.8 Durchflussmengendiagramm.....	104

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Bis zum Jahre 2000 gab es in Europa kein einheitliches Recht zum Schutz der Gewässer. Zunehmende Anforderungen an die Gewässer durch die Agrarwirtschaft, Kläranlagen, Verbauungsmaßnahmen und vor allem der Energiegewinnung, führten zur Bestrebung eine einheitliche Richtlinie zum Schutze der Gewässer zu schaffen.

Aus dieser Notwendigkeit heraus wurde 2000 die EU – Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG) vom europäischen Rat und Parlament verabschiedet. Als Hauptziel ist darin die Festlegung von einheitlichen Umweltzielen zum Schutz aller europäischen Oberflächen- und Grundwässer festgelegt. Damit kommt es zu einer grundlegenden Neuordnung des gesamten Rechtsbestandes der EU auf dem Wassersektor (Umweltbundesamt, 2003).

Die EU - Wasserrahmenrichtlinie (kurz EU - WRRL) gibt das Ziel vor, binnen fünfzehn Jahren einen guten Zustand der Oberflächengewässer und des Grundwassers zu erreichen. Die Richtlinie zielt dabei nicht nur auf gute Wasserqualität und die Versorgung der Bevölkerung mit Wasser in ausreichender Menge ab, sondern sie betrachtet nun die Gewässer auch als Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Waren bisher rein physikalische Parameter für die Qualität ausschlaggebend, so findet in der WRRL auch die Ökologie einen wichtigen Stellenwert als Indikator für die Güte von Gewässern. Dementsprechend ist der *gute ökologische Zustand* der Gewässer ein wesentliches Teilziel der Wasserrahmenrichtlinie (Schaber-Schoor, 2004).

Als einer der wesentlichen Kriterien für diesen Zustand findet man im Anhang V der WRRL unter den hydromorphologischen Qualitätskomponenten die Durchgängigkeit der Fließgewässer für die Fischfauna und Kleinlebewesen. Diese Durchgängigkeit wird auch als longitudinales Fließgewässerkontinuum bezeichnet. Durch den Forststraßenbau kommt es nun bei Gewässerquerungen zur zwangsläufigen Schaffung von Hindernissen durch Verrohrungen und andere Kunstbauten. Die Forderung der WRRL sieht nun aber vor, dass diese Hindernisse für Fische, ebenso wie für alle anderen Lebewesen des aquatischen Lebensraumes, das so genannte Makrozoobenthos, leicht überwindbare Gefällsstufen darstellen sollen. Verrohrungen im Zuge des Forststraßenbaues stehen diesen gesetzlichen Vorgaben aus hydrobiologischer Sicht nun aber fast ausnahmslos entgegen (Unterweger, 2002). Es fanden in der Vergangenheit durch den Forststraßenbau erhebliche Eingriffe auf Wasserläufe statt, die mit großen Auswirkungen auf die Durchgängigkeit bzw. die Durchwanderbarkeit verbunden waren und es noch immer sind (Schaber-Schoor, 2004). Die

Auswirkungen waren bis jetzt kaum bekannt, bedürfen aber wegen der Forderungen in der EU-WRRL genaueren Betrachtungen. Diese fanden im Bereich des Forststraßenbaues noch nicht statt woraus sich unterschiedliche Wissensstände bei den Planern und Projektanten ergeben. Daraus ergeben sich unterschiedliche Betrachtungsweisen und damit einhergehend eine unterschiedliche Handhabung im Umgang mit den Forderungen der EU-WRRL.

1.2 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist die Untersuchung der EU-Wasserrahmenrichtlinie und deren Auswirkung auf den Forststraßenbau. Dies besonders in Hinblick auf notwendige Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen im Zuge von Forststraßenprojekten. Im Detail sollen folgende, wesentliche Fragen geklärt werden:

1. Aufzeigen der unterschiedlichen Wissensstände und Erfahrungswerte der zuständigen Wegebaureferenten im Umgang mit der EU-WRRL und daraus Empfehlungen für die Praxis abzuleiten.
2. Erstellung von Empfehlungen für Planer und Behörden im Forststraßenbau zur Gestaltung von Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen unter Einhaltung der Anforderungen der EU-WRRL.

Das Ziel der Erstellung von Empfehlungen für die zukünftige Gestaltung von Verrohrungen, sollte mittels einer umfangreichen Literaturrecherche und dem Verwenden eines Simulationsprogramms für die Abschätzung der Fischpassierbarkeit von Rohrdurchlässen erreicht werden. Die Erhebung der unterschiedlichen Wissensstände und Erfahrungswerte soll mittels einer Expertenbefragung erfolgen.

2. Grundlagen – EU-WRRL

2.1 Zielsetzungen der WRRL

„Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt werden muss“. So lautet der Einleitungssatz in der Präambel der Wasserrahmenrichtlinie der EU vom 23. Oktober 2000, die am 29. August 2003 in Österreich in nationales Recht übernommen wurde. Ziel dieser Richtlinie, die erstmalig 1988 vom Europäischen Rat gefordert wurde, ist einerseits der Schutz der Wasservorkommen, und hier vor allem der Trinkwasserreserven, und andererseits die Betrachtung der Gewässer als Lebensraum und deren Schutz bzw. nachhaltige Nutzung. Damit wurde erstmalig ein europaweiter einheitlicher Rahmen zum Schutz der Oberflächengewässer und Grundwässer geschaffen (Tomek und Brandstetter, 2006).

Die europäische Wasserpolitik wird durch die Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG; WRRL) grundlegend reformiert. Gab es bisher eine rein nutzungsbezogene Betrachtung der Gewässer, so gibt es nunmehr eine umfassende Betrachtung, die stark die ökologische Komponente, also den aquatisch geprägten Lebensraum, mit einbezieht. Anders formuliert entsprechen Gewässer mit einer guten Wasserqualität nur dann dem guten Zustand, wenn sie auch über einen ausreichenden Lebensraum für die Wasserorganismen verfügen. Hintergrund hinter diesem Prinzip der Nachhaltigkeit ist dabei die Sicherung des Bestandes auf Generationen (Lebensministerium, 2005).

Wie oben angeführt, ergibt sich durch die EU-WRRL eine große Reform im Bereich des europäischen Gewässerschutzes und der dazugehörigen Verwaltung. Am deutlichsten zeigt sich diese Veränderung in der Verpflichtung aller Mitgliedsländer zu einer integrierten Planung und Bewirtschaftung der Flusseinzugsgebiete. Entscheidend dabei ist die Schaffung von Flussgebietseinheiten, die ein Flusssystem samt seinem Einzugsgebiet, dem Grundwasser und all seinen Seitenbächen als ein ganzes System betrachten. Dies auch aus der Tatsache heraus, dass sich Eingriffe in den Oberlauf eines Flusses direkt auf den Unterlauf auswirken. Diese Gebietseinheiten können dann, im Gegensatz zum bisherigen Zustand, auch über Bezirks- und Ländergrenzen hinweg reichen und damit eine überregionale Wasserpolitik fordern. Durch diese überregionale Einteilung wird eine einheitliche Planungshandhabung für ein ganzes Gewässersystem geschaffen. Eine grenzüberschreitende Kooperation ist damit erstmalig vorgesehen.

Gemäß dem Artikel 4 der WRRL sind folgende, auch in den Maßnahmenprogrammen der Bewirtschaftungspläne festzulegende, Umweltziele zu erreichen:

- Eine Verschlechterung des Zustandes aller Gemeinschaftsgewässer zu verhindern.
- Den *guten Zustand* aller Gemeinschaftsgewässer bis 2015 zu erreichen und zu bewahren.

Der *gute Zustand* soll dabei vorrangig durch die Entwicklung und Umsetzung von Bewirtschaftungsplänen für die Flusseinzugsgebiete erzielt werden. Ausnahmen sind nur in Ausnahmefällen vorgesehen und können dann in Form einer Fristerstreckung bzw. einer Abminderung der Ziele erfolgen (Unterweger, 2006).

Wie es für eine Richtlinie charakteristisch ist, gibt die WRRL den „Rahmen“ für einen gemeinsamen Ansatz, gemeinsame Ziele, Prinzipien, Definitionen und grundlegende Maßnahmen vor. Für die konkreten Schritte zur Erreichung des *guten Zustandes* hingegen sind die zuständigen Behörden in den Mitgliedsstaaten verantwortlich.

In der EU - WRRL ist eine Reihe von Aufgaben vorgegeben, die jeweils innerhalb einer ganz bestimmten Frist umgesetzt werden müssen, damit das übergeordnete Ziel des *guten Zustandes* erreicht wird (Jones, 2001).

Diese Fristen sehen nach Tomek und Brandstätter (2006) wie folgt aus:

- 2003: Übernahme der WRRL in nationales Recht. Ausweisung der Flussgebietseinheiten
- März 2005: Bericht über die Ist-Bestandsaufnahme: Einteilung und Charakterisierung der Gewässer, Erhebung der Belastungen und Auswirkungen
- Dezember 2006: Neuausrichtung des Programms zur Beobachtung des Gewässerzustandes. Überblick über die wichtigsten Wasserbewirtschaftungsfragen zur Information der Öffentlichkeit
- Dezember 2008: Entwurf der Bewirtschaftungspläne für die Gewässer mit anschließender Beurteilung der Öffentlichkeit
- Dezember 2009: Erlassung der Bewirtschaftungspläne (Maßnahmenprogramme) für die Gewässer
- bis 2010: Einführung der politischen Maßnahmen zur Sicherung einer effizienten Nutzung der Wasserressourcen
- Dezember 2012: Einrichtung eines Überprüfungssystems
- Dezember 2015: Zwischenbericht über die Umsetzung der WRRL

Österreich hat dabei im Gegensatz zu anderen EU – Ländern den Vorteil, dass durch die Bemühungen der letzten Jahrzehnte, wie etwa dem Bau von Kanal- und Kläranlagen oder den Bemühungen der Industrie ihre Abwässer zu reinigen, die Wasserqualität ein hohes Niveau erreicht hat. So steht etwa im Umweltkontrollbericht von 2001 (Umweltbundesamt, 2001), dass in der Periode von 1966 bis 1971 noch 17% der österreichischen Gewässer mit einer schlechten Wasserqualität ausgewiesen werden mussten. Dieser Wert ist durch die Bemühungen bis 1998 auf unter 3% gesunken. Nachdem aber nun nicht nur die Wasserqualität betrachtet wird, gilt es auch ein Augenmerk auf die Gewässerstruktur und damit auf den Lebensraum der Gewässerorganismen zu werfen und hier sieht es in Österreich weniger gut aus. So weist in dieser Kategorie der Umweltkontrollbericht 2001 bei der Untersuchung von 5000 Flusskilometern in Österreich nur 6% eben dieser als noch intakten natürlichen Flusstyp aus.

Diese Ergebnisse stehen im klaren Gegensatz zum geforderten *guten Zustand*, der sich ja laut Definition in der WRRL nur durch eine *geringfügige Abweichung vom sehr guten Zustand* darstellt. Dieser *sehr gute Zustand* wiederum wird durch den weitgehend *anthropogen unbeeinflussten Zustand* der Lebensgemeinschaften und Strukturen der Gewässer charakterisiert.

Um nun den Anforderungen des *guten ökologischen Zustandes der Oberflächengewässer* nachzukommen, ist eine Bewertung mit genauen Vorgaben erforderlich. Bei den Fließgewässern orientiert sich diese ökologische Beurteilung an der Ausprägung der Lebensgemeinschaften im Gewässer. Dies erfordert einen Vergleich der aquatischen Lebensgemeinschaften wie des Phytobenthos, des Makrozoobenthos oder dem Phytoplankton mit einem gewässertypspezifischen Referenzzustand. Dieser entspricht einem natürlichen Gewässerzustand mit höchstens geringfügigen Abweichungen. Die WRRL gibt daher vor, dass die Gewässer in Typen einzuteilen sind und ihre ökologische Bewertung anhand der typspezifischen Tiere und Pflanzen erfolgt.

Zusammenfassend nochmals die wesentlichen Neuerungen durch die WRRL:

- Ein *guter Zustand* bedeutet nicht nur eine gute Wasserqualität, sondern auch ausreichenden Lebensraum für die Wasserorganismen.
- Institutionen und die organisierte Öffentlichkeit, die von den Maßnahmen betroffen sind werden in die Erstellung der Gewässerbewirtschaftungspläne aktiv eingebunden. Damit soll die öffentliche Zustimmung und Mitverantwortung gesichert werden.

- Verbot der Verschlechterung: Prinzipiell darf sich der Zustand der Gewässer nicht verschlechtern. Ausnahmen sind möglich, wenn ein übergeordnetes öffentliches Interesse besteht und Alternativen technisch nicht machbar sind oder zu unverhältnismäßig hohen Kosten führen.
- Zur Erreichung des *guten Zustandes* sind die kosteneffizientesten Maßnahmen zu wählen (Honsig – Erlenburg, 2007).

2.2 *Ist-Bestandsaufnahme 2005*

Ein wesentlicher Schritt bei der Erreichung der Umweltziele der EU-WRRL ist die Einteilung der Gewässer in Abschnitte, so genannte Flussgebietseinheiten und verbunden damit deren Istbestandsaufnahme, um die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf diese Gewässer zu evaluieren. Für kleine Gewässer wird es diese Aufnahme nicht geben, aber es lassen sich daraus gute Kriterien ableiten, um auch bei kleineren Gewässern Maßnahmen für die ökologischen Anforderungen ableiten zu können.

Ist nun die Aufnahme des Istbestandes abgeschlossen, wird der Zustand mittels Messprogramm überwacht, um schließlich daraus Maßnahmen für die Zustandsverbesserung abzuleiten. Diese Istbestandsaufnahme wurde mit Ende 2006 abgeschlossen und liegt nun zur Begutachtung bei der Europäischen Union.

Bei dieser Aufnahme wurden u.a. 940 Wasserkörper von Fließgewässern untersucht. Dabei wurden die großen Gewässer als prioritär erachtet und daher bis jetzt auch nur Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 100 km² bei dieser Ist-Bestandsaufnahme berücksichtigt. Im Moment arbeitet man gerade an den Gewässersysteme mit einem Einzugsgebiet von 10 – 100 km².

Wesentliche Punkte bei diesen Aufnahmen waren neben den biologischen Komponenten wie Algen und Wasserpflanzen auch die chemisch physikalischen, vor allem aber die hydromorphen Komponenten. Bei diesen wurden die Struktur und der Lebensraum des Gewässers für unterschiedliche Lebewesen betrachtet.

Die Ist-Bestandsaufnahme wies wie im Umweltbericht eine gute Wasserqualität aus. So haben in Bezug auf die organische Verschmutzung und der Nährstoffbelastung 80% der untersuchten Gewässer eine gute Wasserqualität. Jedoch zeigt sich auch hier ein Defizit bei der Struktur der Gewässer. So schätzt man, dass 56% der untersuchten Gewässer den *guten Zustand* verfehlen (Tomek und Brandstetter 2006). Dabei wurde im Schnitt alle 3,6 Kilometer ein unpassierbares Querbauwerk festgestellt (Honsig-Erlenburg, 2007).

Ziel wird es nun sein, in den Flussgebietsbewirtschaftungsplänen, welche bis 2008 zu erstellen sind, diesen Defiziten durch Maßnahmen entgegen zu wirken. Diese Bewirtschaftungspläne sollen in folgenden Schritten umgesetzt werden (Haberl, 2006):

- alle Gewässer einer Flussgebietseinheit zuordnen und für jede Einheit eine zuständige Behörde festlegen
- allgemeine Beschreibung und Charakterisierung der jeweiligen Flusseinzugsgebiete durch die zuständige Behörde
- Bewertung der Auswirkungen von menschlicher Tätigkeit in diesen Gebieten ebenfalls durch die Behörde
- ergibt diese Bewertung ein Risiko des Nichterreichens des *guten Zustandes*, erfolgt als nächster Schritt eine weitergehende Beschreibung, die als Grundlage für eine weitere Maßnahmenplanung dienen soll
- Einbringung dieser geplanten Maßnahmen in die Flussbewirtschaftungspläne, die von der organisierten Öffentlichkeit mit gestaltet werden können

Die österreichische Wasserpolitik fordert dabei die effiziente Umsetzung der WRRL. Teil dieser Forderung ist auch eine Vernetzung dieser großen Flusssysteme mit den kleinen Nebengewässern und der Möglichkeit des freien Wanderns der Fische zu ihren Laichplätzen in den Flussoberläufen.

Allgemein kann gesagt werden, dass diese Maßnahmenprogramme für jede Flussgebietseinheit den aktiven Kern in der Umsetzung darstellen. Es sollen damit die Defizite an den Gewässern entfernt werden (Schüler, 2005).

2.3 Gesetzestexte aus dem Wasserrechtsgesetz nach erfolgter Novelle 2003

Überall im Gewässer findet ein ständiger aufwärts- und abwärts gerichteter Austausch von Organismen statt. Viele Fischarten suchen zum Laichen, Überwintern oder zur Nahrungsaufnahme jeweils verschiedene Orte (oft Seitenbäche) im Gewässersystem auf. Diese Seitenbäche befinden sich durchwegs in Waldgebieten und stellen daher unweigerlich Berührungspunkte mit dem Forststraßenbau dar. Durchgängigkeitsstörungen durch Verrohrungen im Forststraßenbau haben daher einen Einfluss auf die Ausbreitung von Wassertieren im Fließgewässerverlauf (Unterweger, 2006).

Durch die Übernahme der WRRL in das Österreichische Wasserrecht, also die Novellierung des Wasserrechtsgesetzes mit der WRG – Novelle 2003, wurden entsprechende Grundlagen zum Gewässerschutz geschaffen. Kernpunkt in diesem Kontext ist der Artikel 4(1) der WRRL (RL2000/60/EG), der von einem Verschlechterungsverbot des Gewässerzustandes spricht und vorschreibt, dass alle Gewässer dem *guten Zustand* gemäß WRRL entsprechen müssen.

Dabei spielen für den Forststraßenbau und damit verbundener Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen besonders der §30a mit dem Verschlechterungsverbot und der §105 mit dem Verbot einer wesentlichen Beeinträchtigung des ökologischen Zustandes eine wichtige Rolle. Die genauen Gesetzestexte dazu sind im Anhang nachzulesen.

Der geforderte *gute ökologische Zustand* wird im Anhang D des WRG i.d.g.F. definiert:

Die Werte für die biologischen Qualitätskomponenten des Oberflächengewässertyps zeigen geringe anthropogene Abweichungen an, weichen aber nur in geringem Maße von den Werten ab, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit dem betreffenden Oberflächengewässertyp einhergehen.

Als Qualitätskriterien für diesen guten Zustand werden nun hydromorphologische Qualitätskomponenten definiert. Für Gerinnequerungen mit Rohrdurchlässen sind dabei die

- Morphologie (Struktur) des Gewässerbetts und seines Umfeldes,
- die Durchgängigkeit für wandernde Organismen und die mitgeführte Sedimentfracht

entscheidend.

Wie Unterweger (2002) feststellt, stellen besonders Rohrdurchlässe einen gravierenden Eingriff in die Fließgewässerdurchgängigkeit dar. Dabei wird vor allem das ökologische Kontinuum massiv beeinträchtigt. Dieses ist Voraussetzung für einen guten ökologischen Zustand in Hinblick auf den Lebensraum und die Wandermöglichkeit für die Fließgewässerorganismen. Ist das Fließgewässerkontinuum nicht mehr aufrecht, geht damit auch die natürliche Beschaffenheit des Gewässers verloren.

Im Detail kommt nun besonders dem Wald, der im Kontext der Wasserressourcen und seiner Bewirtschaftung eine sehr wichtige Rolle spielt, große Aufmerksamkeit entgegen.

Besonders betrachtet werden dabei:

- eine natürliche Qualität des Wassers frei von menschlichen Beeinträchtigungen
- eine natürliche Vielfalt und Fülle des Gewässerlebens
- die natürliche Gestalt und Wasserführung der Flüsse und Bäche

Welche Waldflächen sind davon betroffen?

Grundsätzlich sind, da die EU-WRRL alle Oberflächengewässer abdeckt, alle Waldflächen betroffen. Besonderes Augenmerk ist in diesem Fall aber auf die Schutzgebiete nach Art. 6 zu richten:

„Schutzgebiete sind solche innerhalb der Flussgebietseinheiten, bei denen wegen der Oberflächengewässer, des Grundwassers und der Erhaltung von unmittelbar vom Wasser abhängigen Lebensräumen und Arten ein gemäß spezifischen gemeinschaftlichen Rechtsvorschriften, besonderer Schutzbedarf festgestellt wurde“

Hierunter fallen gemäß Anhang IV unter anderem:

- Gebiete, die zum Schutz wirtschaftlicher bedeutender aquatischer Arten ausgewiesen wurden
- Gebiete, die für den Schutz von Lebensräumen oder Arten ausgewiesen wurden, sofern die Erhaltung oder Verbesserung des Wasserzustandes ein wichtiger Faktor für diesen Schutz ist, einschließlich der Natura 2000-Standorte....

Grundsätzlich ist die EU-WRRL für alle Oberflächenwasserkörper gültig und demnach haben auch das Verschlechterungsverbot und das Verbesserungsgebot für alle Fließgewässer ihre Gültigkeit (Reinl, 2007), (Höbarth, 2007). Freundl (2006) sagt sinngemäß, dass es für die EU-WRRL nach unten hin bei der Größe der Oberflächengewässer keine Grenze gibt.

2.4 Erheblich veränderte Wasserkörper

Dieser speziell auf Druck der österreichischen Wasserkraftwirtschaft eingeführte Begriff, auch Heavily Modified Water Bodies genannt, kann für die Forstwirtschaft von Interesse sein. Wesentlicher Gedanke dabei ist, dass man sich nicht wie bei den natürlichen Gewässern an einer natürlichen Referenzsituation, dem Urzustand, orientiert, sondern an einem für die bestehende Situation noch best möglichen ökologischen Potential. Dieses wird entweder über das dem Wasserkörper am ähnlichsten natürlichem Gewässer, oder über eine theoretische Konstruktion, der sich unter den gegebenen Verhältnissen maximal einstellbaren Biozönosen, hergeleitet (Podraza, 2003). Es handelt sich daher um ein abgemindertes Ziel und stellt für z.B. Kraftwerksbauten die Möglichkeit des Baues neuer Anlagen dar (Lebensministerium, 2005).

Honsig-Erlenburg (2007) und Reinl (2007) sehen die Ausweisung solcher erheblich veränderter Wasserkörper im Forststraßenbau als sehr unwahrscheinlich, spielt doch in diesem Bereich das massiv übergeordnete Interesse keine so große Rolle wie z.B. im Kraftwerksbau.

3. Fischökologie - Biologie

3.1 Makrozoobenthos

Darunter versteht man alle im Benthos, also dem Gewässerboden, lebenden, wirbellosen Kleinlebewesen. Im Gegensatz zur Mikro- und Mesofauna, die beide mit dem freien Auge nicht oder nur sehr erschwert sichtbar sind, sind Makrozoobenthos im ausgewachsenem Stadium gut sichtbare Tiere. Im letzten Entwicklungsstadium leben sie entweder an der Gewässersohle oder verlassen als fliegendes Insekt das Wasser. Diese Flugeigenschaften sind bei der Wieder- oder Neuansiedelung von Gewässerabschnitten, und damit unabhängig von Kontinuumsunterbrechungen, sehr hilfreich.

Die wichtigste Tiergruppe unter den Makrozoobenthos, stellen die Insekten dar. Die wichtigsten Vertreter sind dabei die

- Eintagsfliegen
- Steinfliegen
- Köcherfliegen
- Zuckmücken

Weitere Vertreter sind Hohltiere, Krebse, Muscheln und Schnecken (Hütte, 2000).

Die Rolle dieser Organismen sollte nicht unterschätzt werden. Viele von diesen Organismen sind Zeiger für eine bestimmte Wasserqualität. Rindersbacher und Schaber Schoor (2004) haben in ihren Untersuchungen an Waldbächen in fünf Waldgebieten Baden-Württembergs sehr gute Wasserqualitäten festgestellt, die sie auf ein intaktes System von Makro- und Mikroorganismen zurückführen. Diese Organismen sind in der Lage Verunreinigungen schnell abzubauen.

Das Wanderverhalten des Makrozoobenthos sieht eine Wanderung im Sohlsubstrat als Schutz vor der Strömung vor. Dieser Umstand lässt daher einen kontinuierlichen Verlauf des Sohlsubstrates, dem Interstitial, als unbedingt notwendig erscheinen. Makrozoobenthos sind also wesentliche Indikatoren für Gewässerlebensräume und werden für die Bewertung der Gewässergüte heran gezogen. Durch ihre wichtige Rolle sollte dem Benthos bei Eingriffen ins Gewässersystem absolute Priorität zu teil werden.

3.2 Fische

Unter Fischen im Allgemeinen versteht man alle primär wasserlebenden Wirbeltiere, die mit Kiemen atmen. Der für die vorliegende Themenstellung interessante Lebensraum ist das Rhithral. Damit wird der Lebensraum der steinig-sandigen Region im Oberlauf eines sommerkühlen Fließgewässers verstanden (DIN – Wasserwesen, 1996).

Die Bachforelle ist hier der dominierende und wichtigste Vertreter. Ihre ökologischen Anforderungen und ihre Lebensweise sind in ihrem Grundcharakter auf andere Fischarten des Rhithrals übertragbar (Jungwirth et al, 2003).

3.2.1 Bachforelle (*Salmo trutta forma fario*)

Durch ihre dominante Rolle in den oberen Bereichen der Fließgewässer werden diese Bereiche auch als Epi- und Metarhithral, also der oberen und der unteren Bachforellenregion, bezeichnet. Die Bachforelle ist sehr anpassungsfähig und wurde sowohl in großen Flüssen wie auch in Gebirgsseen auf 2500 m Seehöhe gefunden. Die Verbreitung ist nach oben hin durch die Gewässerdimension und die Wassertemperatur bestimmt. Erreichen Bachforellen in tiefen Lagen Größen von 30 - 40 cm, so werden sie in hochgelegenen Bächen selten größer als 15 cm. Durch die Nahrungsaufnahme aus der Drift bevorzugt die Bachforelle Bereiche in Fließgewässern, wo geringe und höhere Fließgeschwindigkeit eng aneinander liegen. Bachforellen verfügen über ein ausgeprägtes Territorialverhalten zur Eroberung und Verteidigung optimaler Habitate. Galt die Bachforelle lange als sehr standortstreu, wurden mittlerweile Wanderungen in der Laichzeit und beim Wechsel von Sommer- und Winterhabitat bis zu 100 km nachgewiesen. Entscheidend für

den Forststraßenbau und der damit verbundenen Berührung mit höher gelegenen Fließgewässern, ist die Nutzung dieser Gewässerbereiche entweder als Laich- oder als Jungfischhabitate. Hauptgewässer dienen dann adulten Tieren als Lebensraum. Bachforellen sind Kieslaicher und suchen aus diesem Grund im Gewässer oberlauf Bereiche mit ausreichenden, lockeren Sedimentschichten auf (Jungwirth et al., 2003).

3.2.2 Koppe (*Cottus gobio*)

Erreicht eine Größe von 10 – 15 cm. Durch das Fehlen der Schwimmblase ist die Koppe ein schlechter Schwimmer und bewegt sich daher sehr bodenorientiert. Durch den Schutz vor der Strömung erfolgt die Fortbewegung im Schotterlückenraum. Wie schon bei den Untersuchungen von Rohrdurchlässen bei Waldbächen in Baden-Württemberg festgestellt, gelingt es damit den Kopen nicht, Rohrdurchlässe mit fehlendem Sohls substrat zu überwinden. Durch die schlechten Schwimmeigenschaften ist es auch nicht möglich, Abstürze mit selbst geringster Höhe zu überwinden. Dies deckt sich auch mit den Aussagen von Bless (1985), wonach Höhendifferenzen von 20 cm für Kopen nicht überwindbar sind.

3.3 Allgemeines zum Schwimmverhalten

In den Fließgewässern findet eine ständige Wanderung und der Austausch von Organismen statt. Die Gründe dafür sind vielfältig und hängen auch immer von den spezifischen Arten ab. Besonders sticht hier natürlich das Wanderverhalten der Bachforelle während der Laichzeit ins Auge, aber auch ihr Wanderverhalten zur Überwinterung und Nahrungsaufnahme. Auch sei auf die Wirbellosen verwiesen, welche auf eine uneingeschränkte Auf- und Abwanderung im Gewässer angewiesen sind (Woolsey, 2005).

Holub (2003) gibt in seiner Arbeit 8 Gründe für die Wanderung von Fischen an:

- Laichwanderungen
- Rückzug vor ungünstigen Umweltbedingungen
- Kompensation der passiven Drift
- Wiederbesiedelung nach Katastrophen
- Stadiäl wechselnde Habitatsansprüche
- Ausgleich der Bestandesdichte
- Isolation von Populationen und genetische Verarmung
- Wiederausbreitung zurückgedrängter Arten

Speziell beim Laichverhalten findet ein stromaufwärts gerichtetes Wanderverhalten statt, welches häufig bei Querbauwerken, wo größere Höhenunterschiede zu überwinden sind, endet. Entscheidend für die Bewältigung von Hindernissen ist die Geschwindigkeit der Fische und deren Leistungsvermögen.

Hütte (2000) erwähnt dafür 3 verschiedene Geschwindigkeiten der Fische, die für die Fortbewegung und die Überwindung von Hindernissen bzw. dem Beutefang von Bedeutung sind:

- **Wandergeschwindigkeit:** Dient der allgemein gerichteten Fortbewegung und kann über einen langen Zeitraum (> 200 min.) ohne wesentliche Ermüdung aufrechterhalten werden.
- **Kritische Geschwindigkeit:** Dient der Überwindung schwieriger Gewässerabschnitte und kann 15 Sekunden bis 200 Minuten aufrechterhalten werden. Die kritische Geschwindigkeit liegt aber deutlich unter der Sprintgeschwindigkeit.
- **Sprintgeschwindigkeit:** Kann nur max. 20 Sekunden aufrechterhalten werden und dient in diesem Fall der Überwindung von Bereichen mit sehr hoher Fließgeschwindigkeit oder dem Beutefang.

Größere Fische einer Art haben auch ein größeres Schwimmvermögen. Dieses lässt sich daher auch in Körperlängen (KL) pro Sekunde ausdrücken. Die Maximalgeschwindigkeit von Forellen liegt beispielsweise bei 8,5 – 11 KL/s.

Wie in Tab. 1 ersichtlich, können Bachforellen Sprintgeschwindigkeiten bis an die 3,5 m/s erreichen. Die geforderte maximale Fließgeschwindigkeit von Holub (2003) mit 1,5 m/s, liegt somit noch im Bereich ihres Schwimmleistungsvermögens.

Tabelle 1: Schwimmleistungen von Fischen, (nach Hütte, 2000)

Fischart	Körperlänge in cm	kritische Geschwindigkeit in m/s	Sprintgeschwindigkeit in m/s
Aal	16-40	0,5-0,8	
Atlantischer Lachs	35		3,5
	50-100	3,2-6,4	4,6-7,0
Bachforelle	13-37		1,4-3,1
	20-35	0,8-1,0	2,0-3,5
Bachschmerle	2-4	0,2-0,5	
	10	0,6	
Groppe	2-4	0,2-0,3	
Gründling	12	0,6	

Weiters empfiehlt Holub (2003) Absturzhöhen von max. 30 cm, ein Absprungbecken mit einer Tiefe von mindestens 60 cm und der Überfallsstrahl sollte nach Möglichkeit anliegend sein. Sollte er abgelöst sein, dann zumindest gebündelt und nicht aufgefächert.

3.4 Habitatsansprüche

Eine Darstellung über die allgemeinen Habitatsansprüche und Eigenschaften von Fischen zeigt Tabelle 2. Damit lassen sich die Auswirkungen von Gerinnequerungen auf verschiedene Habitate und deren Ansprüche besser abschätzen.

Tabelle 2: Kriterien Habitatseinteilung (B.C. Ministry of Forests, 2002)

Habitatseigenschaften bei Querungsstelle			
	Kritisch	Wichtig	Marginal
Definition	Habitat, welches kritisch im Behalten seiner Existenz ist. Dies wegen selten vorkommender Fischarten, der Rarheit, der Produktivität und der Sensibilität des Habitates an sich	Habitat, welches von Fischen zur Nahrungsaufnahme, zum Wachstum und zur Migration genutzt wird, aber nicht als kritisch eingeschätzt wird. Diese Kategorie der Habitate beinhaltet eine größere Anzahl ähnlicher Habitate, die als Ersatz zur Verfügung	Ein Habitat, welches eine geringe Produktivität hat und damit wenig zur Fischproduktion beiträgt
Indikatoren	Das Vorkommen einer hohen Anzahl von Laichen oder das Vorhandensein der Merkmale eines guten Aufzuchthabitates: viele Stellen mit geeigneter Schotterauflage zum Laichen, tiefe Becken, untergrabene Uferbereiche, dauerhafte Geschiebeablagerung...	Wichtiger Wanderungskorridor, das Vorhandensein eines brauchbaren Laichhabitates, Habitat mit moderater Fischzuchtleistung der vorkommenden Arten	Das Fehlen eines brauchbaren Laichhabitates und ein Habitat mit geringem Aufzuchtpotential: viele Stellen mit fehlenden tiefen Becken, untergrabenen Uferbereichen, stabilen Geschiebeablagerungen und dem Fehlen einer passender Schotterstruktur zum Ablachen

Dabei spielen bei den Bachforellen besonders die Habitate der Seitenbäche eine wichtige Rolle. Diese Wichtigkeit wird auch im Grünen Bericht (Lebensministerium, 2006) erkannt und durch die Forderung der Wiederherstellung der dynamischen Lebensräume in Fließgewässern bestärkt. Fische sollen sich im Zuge ihres Laichverhaltens frei in einem Fließgewässer bewegen können und dürfen nicht durch Hindernisse wie Querbauwerke in ihrem Wanderverhalten beeinträchtigt werden.

Die Forderung des *guten ökologischen Zustandes* für die Fließgewässer schließt auch den *guten ökologischen Zustand* der Fischbestände mit ein. Man spricht hier vom „Natürlichkeitsgrad“ der Fischfauna, der auch eines der Bewertungskriterien für den Gesamtzustand der Gewässer darstellt. Damit sollte erreicht werden, dass die Fischfauna hinsichtlich ihres Arteninventars, ihrer Häufigkeit und vor allem ihrer Altersklassenzusammenstellung nur geringfügig von ihrer typspezifischen Fischartengemeinschaft abweicht (Schneider und Korte, 2005).

Fische und andere aquatische Tiere wie das Makrozoobenthos sind durch ihren Körperbau und ihre Körperfunktionen an den durchströmten und veränderlichen Lebensraum angepasst. Die unterschiedlichen Arten haben dabei ihre Lebensraumansprüche an die Umweltbedingungen angepasst. Diese sind durch hydro-morphologische Einflüsse wie

- Größe des Einzugsgebietes
- Gewässerbreite
- Wassermenge
- Bodenbeschaffenheit
- Gefälle
- Strömungsbedingungen

gekennzeichnet (Schneider und Korte, 2005).

Eine moderne Definition des Gewässers bezieht sich auf alle Bereiche, die bei unterschiedlichen Wasserständen durchflossen werden. Daher gehört auch zum Bachbett der von außen nicht sichtbare Wasserfluss im Kieskörper unter dem Bachbett (Rindersbacher und Schaber-Schoor., 2004).

Der Längsverlauf eines Gewässers ist durch entscheidende Änderungen der Umweltbedingungen und damit unterschiedlicher Lebensraumansprüche der verschiedenen Lebensgemeinschaften gekennzeichnet. So nehmen vom Oberlauf zum Unterlauf hin das

Gefälle, die Strömung und der Sauerstoffgehalt ab. Dabei wird auch das Substrat zunehmend feinkörniger. Zum Unterlauf hin steigen die Wasserführung, die Trübung und die sommerlichen Temperaturen an. Deshalb bevorzugen auch sauerstoff- und strömungsliebende, an kühle Gewässer angepasste Arten, wie die Bachforelle, primär die Oberläufe und dort im Besonderen Waldbereiche (Schneider und Korte, 2005).

Die Besiedelung durch Fische beginnt dabei unterhalb der Quellregion in der Salmonidenregion (Schneider und Korte, 2005). Die dortigen Verhältnisse mit sehr ausgeprägten Strukturen und damit der Schaffung von sehr unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten, kommen vor allem den Bachforellen zugute (Natmessnig, 2007).

In der oberen Forellenregion kommt dann neben der Leitart Bachforelle auch vereinzelt die Koppe vor (Honsig-Erlenburg, 2007). Als Lebensraum können hier auch kleine Rinnsale mit 20 – 30 cm Breite dienen, die im Sommer durchaus auch austrocknen können. In der unteren Forellenregion stellen sich dann auch noch die Elritze und die Bachschmerle ein. Honsig-Erlenburg (2007) sieht aber bei den Gewässerbereichen, die mit dem Forststraßenbau in Berührung kommen, die Bachforelle als primär, hingegen die Koppe nur als vereinzelt betroffene Art. Gekennzeichnet sind solche Habitate für Bachforellen durch eine relative konstanten Wassertemperatur, die selten 15°C übersteigt (Schneider und Korte, 2005).

Die Besiedlungskapazität solch eines Gewässers richtet sich sehr stark nach dessen Struktur, die sehr stark die Variabilität des Lebensraumes bestimmt. Grob kann gesagt werden, dass je stärker die Struktur ausgeprägt ist, umso größer ist auch die Besiedlungskapazität des Gewässers (Schneider und Korte, 2005). Speziell bei der Forelle kommt die wichtige Eigenschaft der Struktur, nämlich der Bereitstellung von Schutz und Deckung, zum Tragen. So suchen speziell junge Forellen die oberen Regionen der alpinen Gewässer auf, um dort vor den eigenen Artgenossen Schutz zu finden. Aber auch die Notwendigkeit dieser Schutzeigenschaften durch die Struktur ist im Hinblick auf das Laich- und Wanderverhalten der Forellen wichtig. Speziell die Forellen, die Territorien ausbilden, brauchen den Lebensraum der gut strukturierten Waldbäche um dort durch die Schutzwirkung hohe Populationen bilden zu können (Natmessnig, 2007).

Die Durchgängigkeit von Gewässern ist besonders für die Laichwanderungen und Wanderungen zu Überwinterungsplätzen, die beide zu den Ortsbewegungen über größere Distanzen zählen, von großer Bedeutung, sichern sie doch die Existenz natürlicher Fischbestände und Gewässerorganismen. Besonders bei Hochwasserereignissen, nach

Verdriftungen, Austrocknungen von Gewässerabschnitten oder natürlichen Bestandszusammenbrüchen bestimmt die lineare Durchgängigkeit maßgeblich das Wiederansiedlungspotential. Die lineare Durchgängigkeit in beide Richtungen hat auch hier höchste Priorität, da die Laichplätze bei den Salmoniden durchwegs oberhalb der Futtergründe der adulten Tiere liegen. Daher wirken sich besonders bei der Bachforelle Durchgängigkeitsstörungen durch Verrohrungen im Oberlauf negativ aus. Populationen können dadurch stark dezimiert und im Extremfall zum Aussterben gebracht werden (Schneider und Korte, 2005).

Da bei den Bachforellen auch der Kannibalismus gängig ist, ist die Durchgängigkeit in die oberen Bereiche der Gewässer von extremer Bedeutung, da nur dort der Schutz vor eigenen Artgenossen gegeben ist. Auch aus Schutz vor Hochwässern und der damit verbundenen hohen Geschiebefracht in größeren Gewässern, bevorzugen Forellen oft Seitenbäche als ihren Lebensraum (Natmessnig, 2007). Bei der Forelle wird von Teillebensräumen im Gewässersystem gesprochen. Nachdem sich die Bachforelle u.a. auch von Koppen und kleineren Krebstieren ernährt, steht hier natürlich auch die lineare Durchgängigkeit als wichtiger Faktor des Nahrungsangebotes im Vordergrund ([Wikipedia](#), 2007). Speziell das Makrozoobenthos und die als schlechten Schwimmer bekannten Koppen, haben im Vergleich zur Bachforelle, noch größere Ansprüche an die lineare Durchgängigkeit. Es sollten demnach immer die Ansprüche dieser zwei Gruppen im Vordergrund stehen. Sind diese erfüllt, ist es ein Leichtes für die Bachforellen ebenfalls in diesem Habitat zu leben.

3.5 Längs- bzw. Querbauwerke als Hindernis

Eine genaue Definition gibt es in diesem Fall nicht. Generell führt nach Bates (2003) eine Gerinnequerung zu keiner Beschädigung des Fischhabitates wenn:

- das Bauwerk nicht das Wanderverhalten der Fischlebewesen beeinträchtigt
- keine Verengung des Flussbettes vorliegt
- dadurch kein massiver Verlust von Ufervegetation gegeben ist

Wesentliche Faktoren sind die Wasserführung, die Gestaltung und Art des Hindernisses, die Fischart, die Tiefe und Gestalt des Kolks, die Art des Wasserstrahles und als primäres Kriterium die Absturzhöhe. So können zum Beispiel Elritzen und Bachforellen bis zu 50 cm hoch springen, die Koppen hingegen durch das Fehlen der Schwimmblase, so gut wie gar nicht (Unterweger, 2007). Das Handbuch für die Screeningmethode zur Erhebung des hydromorphologischen Ist-Zustandes von Gewässern mit Einzugsgebieten von 10 – 100 km²

(Mühlmann, 2005) spricht zum Beispiel der Forelle ein maximales Sprungvermögen von einem Meter zu.



Abbildung 1: Abgelöster Wasserstrahl

Sie ist zudem die einzige Fischart, die ein Hindernis springend überwinden kann. Für andere Arten wie Koppe und Eilritze ist daher ein Hindernis mit einem abgelösten Wasserstrahl, auch als vollkommener Überfall (Abbildung 1) bezeichnet, nicht passierbar. Solche Bereiche im Gewässer müssen unabhängig von der Absturzhöhe als unpassierbar eingestuft werden. Hindernisse, die einen anliegenden Wasserstrahl haben (Abbildung 2), also kein vollkommener Überfall und keine Ablösung des Wasserstrahles vom Untergrund, können bis zu einer gewissen Absturzhöhe und Mächtigkeit von Fischen durchschwommen werden. Für das Rhitral werden hier Maximalabsturzhöhen von 30 cm angegeben, bei einer erforderlichen Mächtigkeit der Wasserlamelle von mindestens 20 cm.



Abbildung 2: Durchschwimmbarer Wasserstrahl (Amt der Salzburger Landesregierung, 2005)

Genau diese notwendige Wasserlamelle ist der Hauptgrund für die schlechte Passierbarkeit von Rohrdurchlässen. Die Wasserlamelle ist oft im Rohrrinnen sehr dünn und verhindert damit das Durchwandern. Zweites Problem ist der Absturz beim Rohrauslauf. Mühlmann (2005) hält dazu fest, dass bei einem Rohrdurchlass mit ausreichender Wasserlamelle und akzeptabler Absturzhöhe, ein Rohrdurchlass kein Wanderungshindernis darstellt. Honsig Erlenburg (2007) und Unterweger (2007) sehen aber allgemein, dass ein Quer- bzw. Längsbauwerk und im Speziellen ein Rohrdurchlass immer einen Eingriff in den natürlichen Zustand darstellt und sich damit eine Verschlechterung einstellt.

Für das Wanderverhalten wichtig, sehen beide die Ausbildung des Absprunbeckens mit einer Mindesttiefe von 60 cm, damit die Fische genügend Energie für die Bewältigung der Gefällsstufe aufbauen können und anschließend im gebündelten Wasserstrahl die Überwindung des Absturzes gelingt. Dieser sollte gebündelt ins Becken abfallen. Für die Bachforellen ist dieser Strahl immens notwendig, da Fische generell Hindernisse immer schwimmend überwinden wollen. Er ermöglicht ihnen, die aufgebaute Energie auch in der Sprungphase umzusetzen. Sind diese Verhältnisse durch das Fehlen eines Beckens oder gebündelten Wasserstrahles durch den Einbau von Wurfsteinen nicht gegeben, sinken diese Werte sehr rasch ab. Von der Art der Verrohrung ist zu sagen, dass sich für die schwimmschwachen Arten in Rohren mit glatter Sohle und ohne Sediment eine Durchwanderung als fast unmöglich darstellt und Bachforellen solche Hindernisse auch nur bei entsprechender Abflusshöhe überwinden können. Bei diesen Betrachtungen sollte man sich aber immer an den schwimmschwachen Organismen orientieren. So wurde bei den Untersuchungen an Waldbächen (Rinderspacher und Schaber-Schoor, 2004) festgestellt, dass bereits ab einer Hindernishöhe von 0,2 m der Koppenbestand auf eine Restpopulation zusammen schrumpfte.

An dieser Stelle wird nochmals auf den Erhalt des guten ökologischen Zustandes verwiesen, der die lineare Durchgängigkeit vorsieht. Wie stark der Eingriff eines Rohrdurchlasses gesehen wird, zeigt sich u.a. im Erhebungsbogen für den hydromorphologischen Ist-Bestand der Gewässer mit Einzugsgebieten von 10 – 100 km² (Mühlmann, 2005). Dort wird die Verrohrung im Kapitel – Morphologie - an 5. Stelle geführt, welche die höchste Stufe der Beeinträchtigung darstellt. Zum Vergleich dazu die Stufe 1, die von uneingeschränkt möglicher Dynamik des Gewässers spricht.

Es lässt sich daher nicht pauschal sagen, ab wann ein Längs- bzw. Querbauwerk als ein Hindernis gilt. Es kommt immer auf den jeweiligen Einzelfall und die Umgebungsverhältnisse an. Grundsätzlich kann aber gesagt werden, dass jeder Rohrdurchlass einen Eingriff darstellt und schon alleine wegen des Lichtfaktors eine Verschlechterung darstellt. Auch muss aus

ökologischer Sicht eindeutig festgestellt werden, dass jeder Rohrdurchlass ohne durchgehende Substratschicht, und damit fehlendem Lebensraum für das Makrozoobenthos, als Hindernis gesehen werden kann.

3.5.1 Negativbeispiele

Zur Illustration werden hier einige Negativbeispiele gezeigt, bei denen es zu einer totalen Unterbrechung der linearen Durchgängigkeit gekommen ist. Solche Durchlässe werden als absolute Barriere angesehen und erfüllen in keinster Weise die Vorgaben eines guten ökologischen Zustandes.



Abbildung 3: extremer Absturz beim Rohrauslauf



Abbildung 4: Absturz beim Rohrauslauf (FishXing, 2007)

Alle gezeigten Negativbeispiele (Abbildung 3, Abbildung 4) verfügen über einen extremen Abfall beim Rohrauslauf. Damit ist es unmöglich, dass sich eine durchgehende Substratschicht bilden kann. Der Lebensraum für die Gewässerorganismen geht damit verloren und der *gute ökologische Zustand* ist nicht mehr gegeben. Durch die große Absturzhöhe gelingt auch den Bachforellen keine Passierung des Hindernisses.

3.6 **Abgrenzung des Fischlebensraumes**

Diese Abgrenzung ist wichtig, erfüllt nicht jedes Gewässer die Attribute eines potenziellen Fischlebensraumes. Unterweger (2007) sieht die Abgrenzung bzw. Feststellung des Fischlebensraumes als ersten Schritt bei der Beurteilung von Gerinnequerungen. Da es keine exakt gültigen Parameter gibt, ist eine Abgrenzung nicht gerade einfach. Nachdem die Bestimmung mit einzelnen Faktoren sehr ungenau ist, hat Peter (1986) ein System mit so genannten Faktorenkomplexen entwickelt. Dabei werden verschiedene Faktoren für die Existenzgrundlage der Fische betrachtet. Werden alle Faktoren bis auf einen erfüllt, erhält dieser die Rolle eines Schlüsselfaktors und wird besonders genau betrachtet. Das Baudepartment des Kantons St. Gallen (Aquarius, 2000), wählt einen anderen Weg und trifft die Unterteilung in Fischgewässer und Nichtfischgewässer über das Halten einer Fischpopulation im entsprechenden Abschnitt. So ist ein Fischgewässer dann ein solches, wenn Fische, diese können auch aus Besatzmaßnahmen stammen, bis zum Stadium des erwachsenen Tieres überleben und gedeihen können. Man geht hier pauschal von der Annahme aus, dass dieser Zustand gegeben ist, wenn Fische auch im Winter, also einem kritischen Zustand mit Niedrigwasser, überleben können.

Nachdem diese Überprüfung sehr langwierig ist und nicht immer unmittelbar sofort vor Ort durchzuführen ist, hat man sich nach Mühlmann (2005) im Handbuch für die hydromorphologische Ist-Bestandsaufnahme auf gewisse Parameter geeinigt.

Dabei spielen die Parameter **Seehöhe** und **Entfernung von der Quelle** die wichtigste Rolle. Die maximale Seehöhe, auf welcher man noch von einem Fischlebensraum sprechen kann, wird mit 1500 m angegeben. Die Entfernung, ab wann ein Fischlebensraum zu einem solchen wird, wird mit 4000 m von der Quelle angegeben.

Reichen diese Parameter nicht aus, ist noch die Verwendung des **Gefälles** und des Vorkommens von natürlichen, nicht fischpassierbaren **Hindernissen** wie Wasserfällen vorgesehen. Schmutz (2005) fand heraus, dass sich die Parameter Seehöhe, Größe des Einzugsgebietes sowie die Entfernung zur Quelle, bei der statistischen Analyse im Hinblick auf potentiell Vorkommen bzw. Nichtvorkommen von Fischen, als signifikant zeigten. Das

Gefälle lieferte hingegen nicht die erwartete Aussagekraft als limitierender Faktor für eine Abgrenzung.

Honsig-Erlenburg (2007) fügt aber hinzu, dass die Festlegung dieser Parameter nur für dieses Aufnahmeverfahren bei der Screeningmethode getroffen wurde. So wurden Fischbestände auf 2200 m Seehöhe in Fließgewässern genauso bestätigt, wie Fischvorkommen in Bereichen, die über das angegebene Maximalgefälle hinausgehen.

Schmutz (2005) führt in seiner Arbeit die Vorschläge zur Abgrenzung des potentiellen Fischlebensraumes in alpinen Fließgewässern abschließend wie folgt an:

3.6.1 Höhenmäßige Begrenzung

Nachgewiesene Populationen gab es laut Peter (1986) auf 2260 m Seehöhe mit einer natürlich reproduzierenden Bachforellenpopulation. Schmutz (2005) empfiehlt aber die Obergrenze bei 1500 m Seehöhe zu ziehen.

3.6.2 Gefälle

Da genauere Untersuchungen fehlen, lässt sich nur schwer eine Aussage treffen. Peter (1986) sieht ein Gefälle zwischen 5-15% als limitierenden Faktor und erst ab 15% als ungünstigen. Natmessnig (2007), Honsig-Erlenburg (2007) und Unterweger (2007) konnten keine genauen Angaben wegen des Gefälles machen. Zu abhängig ist dieser Faktor von den strukturellen Gegebenheiten, zieht sich in strukturreichen Fließgewässern das Gefälle ja nicht kontinuierlich durch, sondern wird durch natürliche Becken, Gumpen und kleinere Abstürze immer wieder aufgelockert. Diese Strukturen erlauben es den Fischen, auch in Bereiche mit starkem Gefälle vorzudringen. Schmutz (2005) empfiehlt daher auch, den Faktor Gefälle nicht zur Abgrenzung von Fischlebensräumen in Österreich zu verwenden.

3.6.3 Entfernung zur Quelle

Dieser Wert steht in enger Korrelation mit der Gewässerbreite. Man geht davon aus, dass erst ab 4 km von der Quelle mit erwähnenswerten Fischdichten zu rechnen ist. Schmutz (2005) sieht erst bei einer Gewässerbreite von 3 m das Auftreten von größeren Fischdichten und empfiehlt daher diesen Wert für die Gewässerbreite als Abgrenzungsfaktor. Es empfiehlt sich aber auch hier die Struktur des Bachbettes zu analysieren. Bei entsprechenden Tiefwasserrinnen treten auch schon unter 3 m beachtliche Fischpopulationen auf. So haben etwa Rinderspacher und Schaber-Schoor (2004) in einer Untersuchung an Fließgewässern in 5 Waldgebieten herausgefunden, dass selbst kleinste Gewässer mit einer Breite von 1 m über einen ausgewogenen und gesunden Bestand an Bachforellen und Koppen verfügen.

Dies gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, dass die Gewässer nicht durch Abstürze und Hindernisse in ihrer Durchgängigkeit gestört werden.

Diese Betrachtungen sehen eine allgemeine Möglichkeit der Abschätzung, ob es sich um einen potentiellen Fischlebensraum handelt oder nicht, vor. Es sollte aber nicht vergessen werden, dass selbst in Gebieten, die die oben genannten Anforderungen nicht erfüllen, ein Lebensraum für das Makrozoobenthos herrscht und dieser Lebensraum auch Teil des guten ökologischen Zustandes von Oberflächengewässern ist. Natmessnig (2007) sieht daher die Ausweisung von Nichtfischlebensräumen nicht als automatische Zeichen, bei der Gerinnequerung auf die Anforderungen der EU-WRRL zu verzichten.

4. Rohrdurchlässe

4.1 *Fischpassierbarkeit von Rohrdurchlässen*

Die Fischpassierbarkeit eines Rohrdurchlasses kann durch die Einhaltung weniger Anforderungen gegeben sein. Dazu gehören u.a. die Rohgröße und Dimension, das Sohlgefälle, die Erhaltung der natürlichen Strukturen und die Wahl des geeigneten Rohrmaterials, also der Rauigkeit der Rohrrinnenwand.

Bates (2003) sieht aber generell beim Einbau eines Rohrdurchlasses immer einen Habitatsverlust am unmittelbar betroffenen Ufer- und Fließgewässerbereich. Die richtige Anlage solcher Verrohrungen stellt einen wichtigen Aspekt im Hinblick auf einen guten ökologischen Zustand dar. Ein Rohrdurchlass kann grundsätzlich aus 5 Gründen eine Barriere fürs Fischwanderverhalten darstellen.

- hoher Abfall beim Rohrauslauf
- hohe Fließgeschwindigkeit im Rohr
- unzureichende Wassertiefen im Rohr
- turbulentes Strömungsverhalten im Rohr
- Geschiebeanlagerungen beim Rohreinlauf

Eine allgemeine Einschätzung über die Gestaltungstypen von Rohrdurchlässen (Abbildung 5) bei Gerinnequerungen gibt die Einteilung nach Steinmüller und Pichler (2005). Dabei stellt der Typ A die Idealvariante dar. Das natürliche Gefälle bleibt in diesem Falle erhalten und es gibt keinen Absturz beim Rohrauslauf. D1 ist dagegen als schlechteste Gestaltungsmöglichkeit anzusehen.

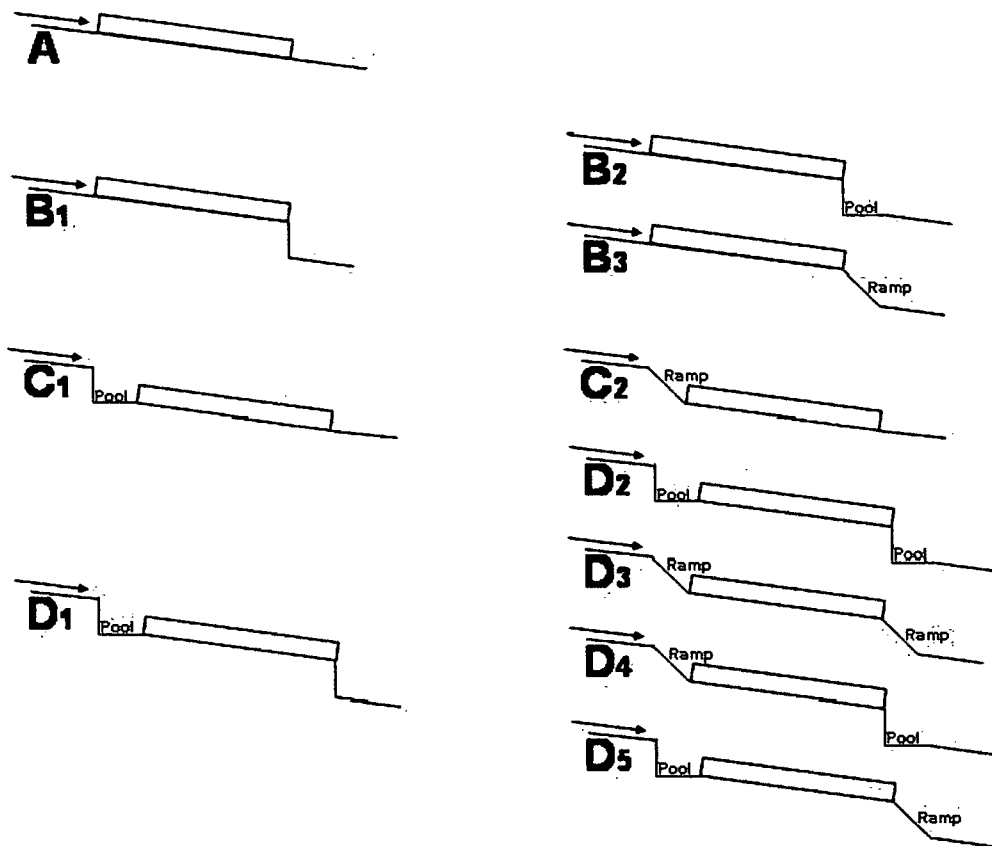


Abbildung 5: Gestaltungstypen von Gerinnequerungen (Steinmüller und Pichler, 2005)

Die zwei wichtigsten Forderungen bei der Errichtung eines Rohrdurchlasses sind die Beibehaltung der natürlichen Strukturen mit dem Ursprungsgefälle in der Rohrsohle und die Vermeidung von Abstürzen. Die Fischlebewesen sollten keine Änderungen verspüren und in unnötigen Stress versetzt werden. Dieser wirkt sich negativ auf ihr Wanderverhalten aus. Die Beibehaltung dieser natürlichen Strukturen fördert zudem auch den natürlichen Geschiebetransport und stellt einen natürlich Abrieb- und damit Korrosionsschutz fürs Rohrmaterial dar. Ist man sich bei der Anlage und Gestaltung eines Rohrdurchlasses nicht sicher, sollte man sich im Zweifelsfalle immer Anleitungen von der Natur holen und versuchen, diese Verhältnisse nachzubilden (Unterweger, 2007).

Durchlasskonstruktionen, die für die Fischwanderung geeignet sind (Abbildung 6), sollen den vor dem Einbau des Durchlasses vorherrschenden Zustand des Gewässers so nah als möglich beibehalten. Das Ziel dabei ist, dass der natürliche Querschnitt nicht beeinflusst wird, das Gefälle nicht verändert wird und die ursprünglichen Eigenschaften des Flussbettes beibehalten werden.

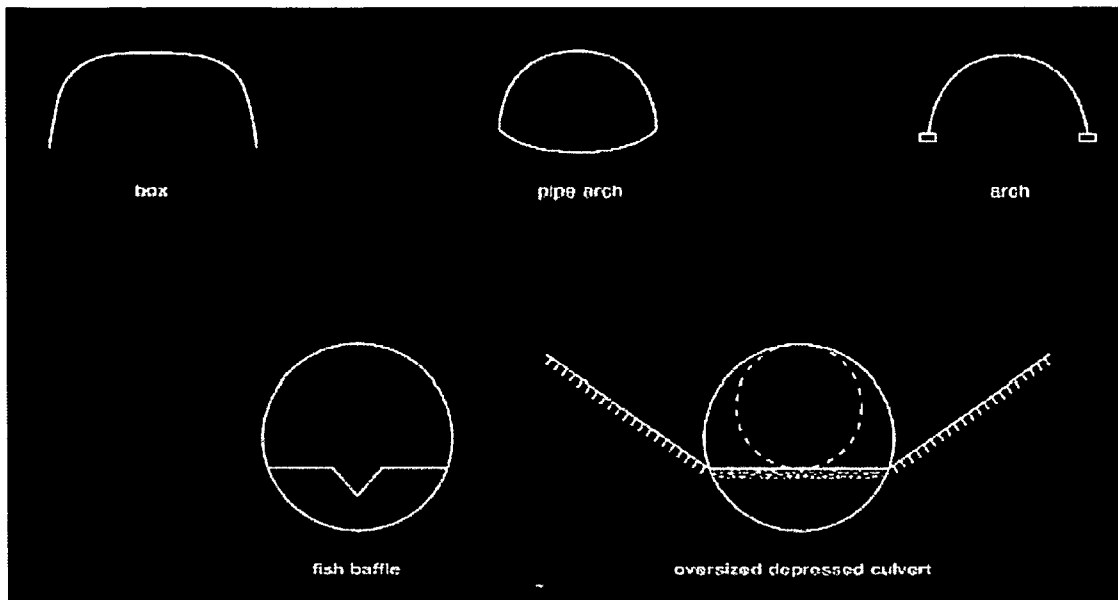


Abbildung 6: Durchlasstypen - Fischpassierbarkeit (NCSPA, 2007)

Ein geschlossenes Rohrprofil sollte immer im selben Gefälle wie das natürliche Bachbett verlegt werden und das Sohlsubstrat im Rohrdurchlass sollte dieselben Eigenschaften wie jenes im natürlich angrenzenden Bachbett haben. Eine wichtige Forderung ist hier die Erhaltung aller Fraktionen im Substrat. Dabei sollte der longitudinale Substrattransport weiterhin möglich sein. Der Durchlass sollte aber so gestaltet sein, dass es durch den natürlichen Substrattransport zu keinen Aufstauungen kommt, oder im schlimmsten Falle zu einem Verlust des ganzen Substrates in der Rohrsohle. Wenn möglich sollte auch die natürliche Meandrierung (Flusswindung) im Durchlass selbst wieder hergestellt werden. Generell ist zu sagen, dass ein Durchlass nie in der Biegung des Flusses installiert werden soll, um unnötige Erosion am Material zu verhindern (B.C. Ministry of Forests, 2002).

Welche Gestaltungsvarianten von Gerinnequerungen nun am besten geeignet sind, lässt sich nicht allgemein sagen. Bates (2003) sieht jede Situation als Einzelfall an, bei dem viele verschiedene Faktoren wie die Empfindlichkeit des Fischhabitates, technische Anforderungen, Kosten und Verfügbarkeit von verschiedenen Materialien, Kosten der Inspektion und Wartung uvm. eine Rolle spielen.

4.2 Rohrgröße

Das einfachste Mittel zur Bestimmung der Rohrgröße stellt die Flussbettbreite dar. Die zu wählenden Durchmesser oder Spannweiten der Rohrdurchlässe sollten auf jeden Fall der Gewässerbreite entsprechen.

Die Breite der künstlichen Flusssohle im Durchlass sollte also gleich oder größer als die natürliche Breite der Flusssohle sein, um Geschiebeablagerungen, Auswaschungen und Beschädigungen am Bauwerk selbst zu vermeiden. Das Washington Department of Fish and Wildlife (2003) empfiehlt, dass die Spannweite des Rohrdurchlasses 30% höher als die Gewässerbreite sein soll, um im Falle eines Hochwasserereignisses die auftretenden Wassermengen und zusätzliches Schwemmgut sicher abführen zu können. Dabei sollte der Querschnitt immer auch auf einen HQ100, also der Abfluss eines Gewässers der im Mittel alle 100 Jahre überschritten wird, ausgelegt werden. Unterweger (2002) gibt als Profilbreite bei kleinen Fließgewässern die Bachbreite plus 20 cm an. Diese Größe wird im Allgemeinen als ausreichend für HQ10 – HQ30 angesehen.

Eine gute Faustformel für die Bemessung der Rohrgröße und Rohrlänge findet Rosinke (2000) im Verhältnis von der Breite zur Länge des Rohres. Dabei sollte bei längeren Rohrleitungen der Wert 1:10 nicht unterschritten werden. Der Mindestdurchmesser für Rohre mit ständiger Wasserführung und damit vorkommender Wanderbewegung von Gewässerorganismen sollte immer so groß bzw. weit als möglich, mindestens jedoch mit einem Durchmesser von 800 mm, gewählt werden. Sellheim (1996) erachtet einen Mindestdurchmesser von 1 m als notwendig und das Verhältnis von Durchmesser oder lichter Weite zur Rohrlänge sollte mindestens 1:5 betragen.

Überlegungen aus Kostengründen, statt eines großen Rohrquerschnittes mehrere kleine zu verwenden, sind als nicht praktikabel anzusehen. Ein großer Rohrquerschnitt neigt speziell bei Hochwasserereignissen mit viel Schwemmgut weniger zur Verklausung wie mehrere kleinere Durchmesser. Croft (2004) sieht auch die Notwendigkeit eines einzelnen großen Rohrquerschnittes, um bei Niedrigwassermengen einen konzentrierten Flussstrahl für die erfolgreiche Fischwanderung zu erhalten.

Eine klare Aussage über die Rohrgröße kann nicht getroffen werden. Es ist aber immer davon auszugehen, dass die Dimension nie groß genug gewählt werden kann. Boddenberg (2003) fordert daher als notwendige Maßnahme zur Vermeidung von Beeinträchtigungen bei Forststraßenneubauten lapidar die Auswahl eines genügend großen Durchlasses. Unterweger (2007) fordert generell, einen Rohrdurchlass immer so groß wie möglich und so kurz als möglich zu wählen.

4.3 Rohrlänge und Rohrgefälle

Die Rohrlänge richtet sich nach:

- der Überschüttungshöhe
- dem Kreuzungswinkel zur Straßenachse
- der erforderlichen Straßenbreite
- dem Rohrgefälle

Die Rohrlänge sollte prinzipiell immer so kurz wie möglich gewählt werden, wobei die Rohrachse nicht mehr als 30° von der Fliessgewässerachse abweichen sollte. Unterweger (2002) sieht bei Neuanlagen von Rohrdurchlässen bei geraden Überfahrten 6 m als Maximallänge an. Dabei sollte das Rohrgefälle immer so gering als möglich gewählt werden. Das Optimum wäre hier die Beibehaltung des natürlichen Urzustandes mit dessen Struktur und Gefälle. Die Rohrlänge steht mit der Fliessgeschwindigkeit in direktem Zusammenhang. Je länger das Rohr, desto geringer sollte die Fliessgeschwindigkeit sein. Die erlaubten maximalen Fliessgeschwindigkeiten bei entsprechenden Rohrlängen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Gestaltungskriterien für Forellen (Croft, 2004)

	Adulte Bachforelle > 150 mm	Seeforelle 250 mm - 500 mm
max. Fliessgeschwindigk.		
Rohrlänge < 20 m	1,25 m/s	1,6 m/s
Rohrlänge 20 - 30 m	1,0 m/s	1,5 m/s
Rohrlänge >30 m	0,8 m/s	1,25 m/s
min. Rohrdurchmesser	0,3 m	0,3 m
min. Wassertiefe	0,1 m	0,15 m
max. Wasserabfallhöhe	0,2 m	0,3 m

Um eine genaue Aussage über die Rohrlänge treffen zu können, wird eine Bestimmung des Bachbett - Profils empfohlen. Dabei werden die angrenzenden 50 m auf- und abwärts des Bachbettes untersucht. Es sollten dabei das Gefälle, Erhebungen im Bachbett und das Profil des Bachbettes erfasst werden. Bachbette, die z.B. Felserhebungen oder größere Höhenunterschiede im Längsprofil aufweisen, benötigen so kurz wie mögliche Durchlässe. Bei starken lokalen Sedimentanreicherungen durch starke Strömungsturbulenzen ist dann ein längerer Durchlass zu empfehlen, um aus den Einflusszonen mit diesen starken Turbulenzen heraus zu kommen (B.C. Ministry of Forests, 2002).

Generell kann aber über die Fließgeschwindigkeit gesagt werden, dass sie beim Rohraustritt nie mehr als 25% über der ursprünglichen Fließgeschwindigkeit des Gewässers liegen soll (Bates, 2003). Speziell bei Rohren mit hohem Gefälle und glatter Innenwand steigt die Fließgeschwindigkeit zum Ende hin kontinuierlich an. Ein flaches Verlegegefälle und die Einbringung einer Substratschicht sind die besten Gegenmaßnahmen (Rosinke, 2000). Jäger (2005) fordert bei Durchlässen bei Fischaufstiegsanlagen eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 1,8 m/s, in Bodennähe sogar nur von 0,5 m/s.

4.4 Abstürze

Grundsätzlich sollte jeder Absturz (Abbildung 7) vermieden werden, da dieser eine Unterbrechung des Gewässerkontinuums darstellt und für Fischarten mit schlechten Schwimffähigkeiten (wie der Koppe) und Makrozoobenthos unüberwindbar ist. Honsig-Erlenburg (2007) fordert daher in jedem Fall Abstürze zu vermeiden. Wenn diese unumgänglich sind, sollen deren negative Auswirkungen mittels mit Wurfsteinen ausgebildeter Rampen so gering wie möglich gehalten werden. Diese Forderung wird auch bei den wasserrechtlichen Bescheiden der Kärntner Landesregierung als Bescheidkriterium verwendet.

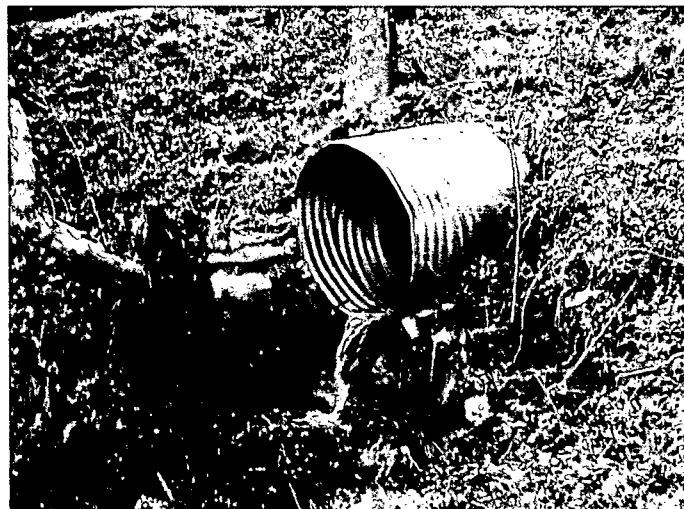


Abbildung 7: Absturz bei Wellblechrohr

Entscheidend bei Abstürzen ist nicht immer die Absturzhöhe, sondern auch die Ausbildung des Kolks und das Auftreffen des Wasserstrahles in den Kolk. Wie Honsig-Erlenburg (2007) und Freundl (2007), sehen auch Schwevers et al. (2004) die Notwendigkeit einer ausreichenden Tiefe und Größe des Kolkes als entscheidend für die Aufnahme der Schwimmggeschwindigkeit zum Überwinden des Hindernisses. Der Wasserstrahl sollte immer

in gebündelter Form direkt in den Kolk auftreffen. Trifft der Strahl auf einen Stein oder das zu flache Absprunghaken in gelöster Form, werden selbst geringste Absturzhöhen unüberwindbar (Thompson und Rahel, 1998). Bei den Untersuchungen von Schwevers et al. (2004) wurden Absturzhöhen von bis zu 0,5 m vorgefunden, die von Bachforellen noch überwunden wurden. Die meisten Passierungen wurden aber im Bereich bis 0,3 m registriert. Um nun aber auch die Passierbarkeit für schwimmschwache Arten wie die Koppe zu gewährleisten, wird in diesen Untersuchungen auch eine maximale Absturzhöhe von 0,2 m gefordert.

4.5 Rohrmaterialien

Grundsätzlich ist einem Brückenbau der Vorzug zu geben, stellt er doch den geringsten Eingriff in das Gewässersystem dar. Aus Kosten und Zeitgründen sind solche Konstruktionen nicht immer möglich und es bieten sich daher Rohrdurchlässe als gute Alternative an.

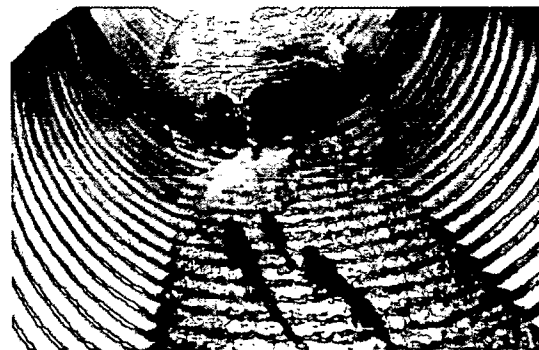


Abbildung 8: Wellblechrohr, Verlangsamung der Fliessgeschwindigkeit (NCSPA, 2007)

Rohrdurchlässe mit einer Wellenstruktur aus verzinktem, gewelltem Stahlblech fördern die Bildung von natürlichen Strukturen und wie in Abbildung 8 ersichtlich, die Herabsenkung der Fliessgeschwindigkeit. Erzielt werden diese Effekte durch die wellenförmige Oberfläche (Abbildung 9). Zudem lassen sich mit diesen Rohren kostengünstig die geforderten großen Rohrdurchmesser realisieren (Unterweger, 2007).

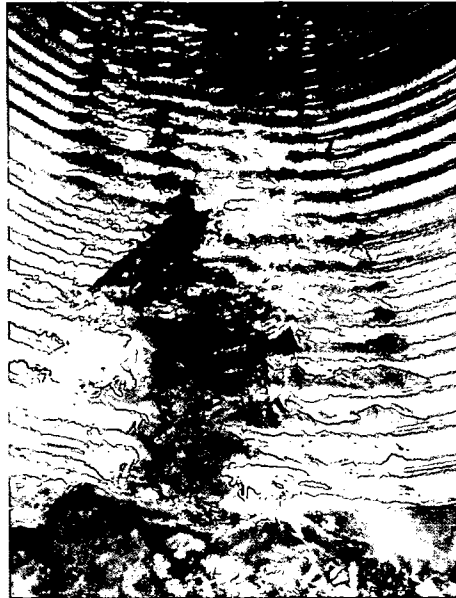


Abbildung 9: Detail Wellenstruktur

Für die Anlage einer Substratschicht in der Rohrsohle wird in Nordamerika oft auf Stahlrohrdurchlässe in Elementbauweise (structural plate metal culverts) zurückgegriffen. Sie erlauben dem Anwender während der Bauphase und damit der Verlegung auf einem Sand- und Kiesbett zunächst die oberen Deckplatten offen zu lassen und damit ohne Probleme die Rohrsohle mit Substrat und Grobsteinen zu gestalten. Bei entsprechender Rohrgröße ist dabei, für die Gestaltung der Substratschicht, auch der Einsatz kleinerer Erdbaumaschinen möglich. Ist dieser Schritt abgeschlossen werden die Deckplatten eingesetzt, verschraubt und die Hinterfüllung des Durchlasses kann fortgesetzt werden (Bates, 2003).

4.6 Rohrprofile

Unterweger (2007) und Honsig-Erlenburg (2007) sehen so genannte Bogenprofile (Abbildung 10) als beste Variante beim Bau von Rohrdurchlässen. Diese Durchlässe werden in Elementbauweise auf Streifenfundamenten errichtet und ermöglichen eine weitestgehende Beibehaltung der natürlichen Flusssohle.



Abbildung 10: Bogenprofil auf Streifenfundamenten (FishXing HP, 2006)

Auch im Fish-stream Crossing Guidebook (B.C. Ministry of Forests, 2002) wird bei Gebieten, in welchen sich das Fischhabitat in einem kritischen Zustand (Tabelle 2) befindet, die Errichtung einer Gerinnequerung mit einem Bogenprofil und damit einer offenen Flusssohle, gefordert.

Für andere Bauarten wie Kreisquerschnitte oder Maulprofile, also geschlossene Profile, gilt deren Einbau als unbedenklich, wenn:

- Gerinnegefälle bis max. 6%
- Flussbettbreiten bis max. 2,5 m
- Die Möglichkeit einer Absenkung des Rohrdurchlasses unter die Flusssohle besteht.

Generell sehen auch hier Unterweger (2007), Honsig-Erlenburg (2007), Freundl (2007) Rohre aus Wellblech durch ihre Eigenschaft der hohen Rauigkeit (und damit erleichterter Substratablagerung) als gut geeignet an.

4.7 Bettungsarten eines Rohrdurchlasses

Forschungsergebnisse aus dem nordamerikanischen Raum belegen, dass unter der Beibehaltung der natürlichen Strukturen und den Vorgaben zur Dimensionierung und des Einbaues, geschlossene Rohrquerschnitte die Anforderungen der Fischpassierbarkeit erfüllen können (Bates, 2003). Voraussetzung dafür ist die Anwendung der so genannten Einbettungsmethode (Abbildung 11). Dabei wird ein genügend großer Rohrquerschnitt, der den Flussquerschnitt umfasst, ausgewählt und unter das bestehende Sohlbettniveau verlegt.

Einbettungsmethode

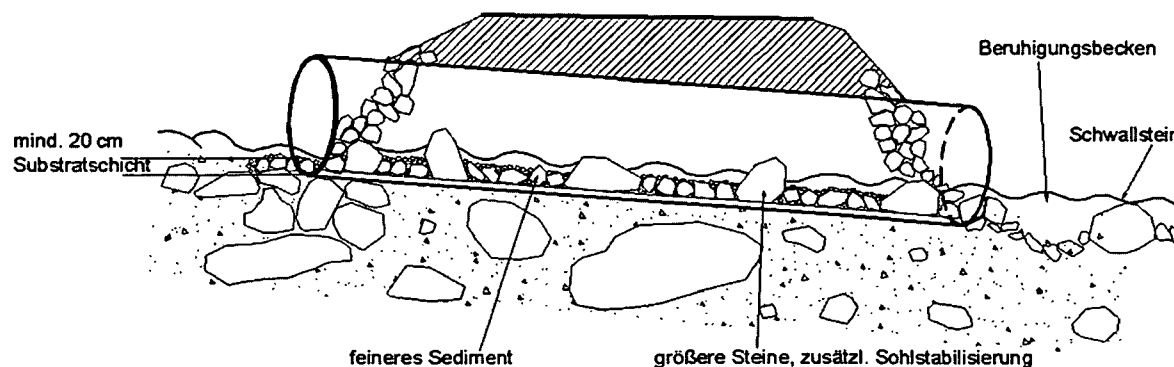


Abbildung 11: Prinzipskizze Einbettungsmethode (nach B.C. Ministry of Forests, 2002)

Anschließend wird die Rohrsohle mit natürlichem Flusssubstrat bedeckt. Bei Kreisquerschnitten sollte die Einbettungstiefe 40% des Rohrdurchmessers, mindestens jedoch 0,6 m, betragen. Bei Bogenprofilen sollte dieser Wert mindestens 20% der Höhe des Profils entsprechen. Es gilt, dass eine erfolgreiche Migration bei jenen Rohrdurchlässen gegeben ist, die entsprechend groß und so flach verlegt sind, dass das natürliche Geschiebe ein natürliches Sohlenbett im Rohrdurchlass schaffen kann (Bates, 2003). Auch Rinderspacher und Schaler-Schoor (2004) haben bei ihren Untersuchungen festgestellt, dass Rohre, die zu einem Drittel in die Gewässersohle eingelassen wurden, in beide Richtungen durchgängig sind. Dabei wird ermöglicht, dass das Geschiebe in Fließrichtung ohne Probleme abgeführt werden kann und aus ökologischer Sicht noch viel wichtiger, wird stromaufwärts eine Wanderung von Organismen gewährleistet.

Auch das Amt der Vorarlberger Landesregierung (2006) sieht in einer Broschüre vor, dass Rohrdurchlässe entsprechend tief in der Gewässersohle zu verankern sind. Es sollte damit gewährleistet sein, dass sich eine mindestens 20 cm starke durchgehende Substratauflage bildet. Unterweger (2002) sieht im Planungsbehelf für wasserbauliche Kleinmaßnahmen eine Einbautiefe von mindestens 10 – 20 cm der Rohrunterkante unter der Gewässersohle vor.

Ist diese Einbaumethode nicht möglich, wird das Anbringen von Steinen beim Rohrauslauf (Abbildung 12) zur Kolsicherung und damit auch zum Aufstau und zur Stabilisierung von Sohlsubstrat im Rohr als geeignet angesehen.

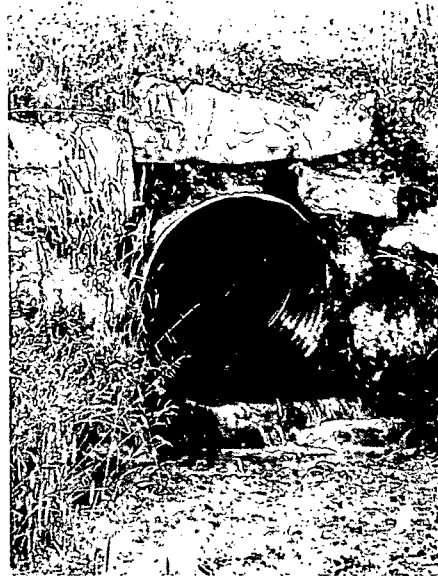


Abbildung 12: Eingebetteter Rohrdurchlass mit Wurfstein vor dem Auslauf

Dabei sollte wie in Abbildung 12 ersichtlich, nicht ein Stein mit seiner Flachseite eingebaut werden, sondern die Steine stehend angeordnet werden (Abbildung 13). Damit wird der Wasserstrahl nicht zerteilt und den Fischen, die ja einen gebündelten Strahl brauchen, eine leichtere Passierbarkeit der Gefällsstufe ermöglicht. Es sollte auch die Ausbildung einer Niedrigwasserrinne berücksichtigt werden, sie ermöglicht auch bei niedrigen Wassermengen eine Passierung des Rohrdurchlasses.

Gestaltung Auslauf

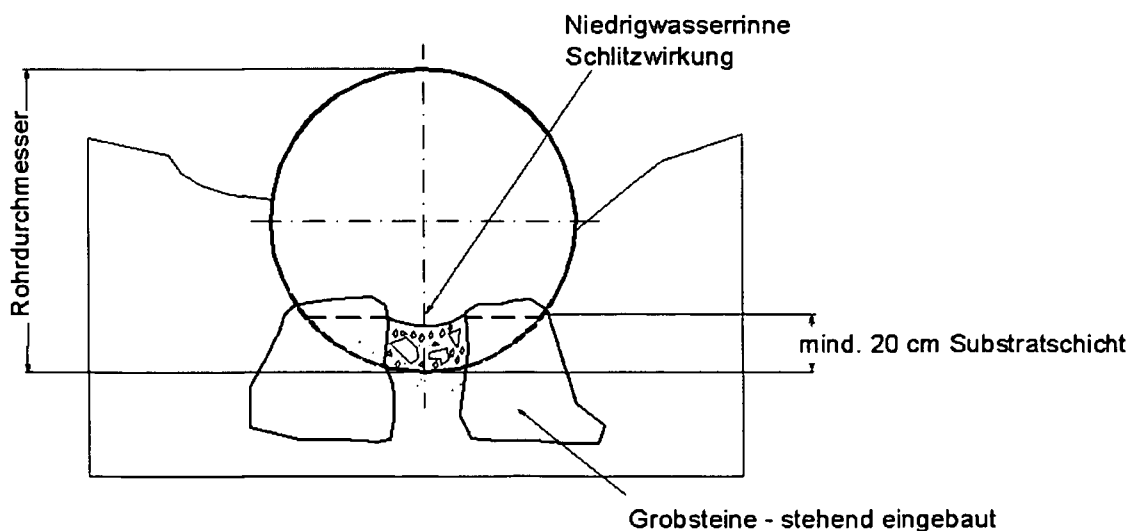


Abbildung 13: Detail Auslaufgestaltung

Der Einbettung des Rohrbodens wird auch hinsichtlich des Makrozoobenthos eine wichtige Rolle zu teil, wird man damit auch der Forderung nach einer durchgehenden Sohle zwischen Ober- und Unterwasser gerecht. Für die Substratauflage an sich sehr wichtig, ist deren Kontinuum, welches vom Rohrein- zum Rohrauslauf erhalten bleiben soll. Durch das natürliche Substrat soll eine Lückenstruktur geschaffen werden, die Voraussetzung für eine Lückenwanderung ist (Unterweger, 2007). Für die Zusammensetzung des zu verwendenden Materiales gilt die Faustformel, dass das im Rohr aufgebrauchte Material in Größe und Zusammensetzung dem Umgebungsmaterial im Bachbett entsprechen soll. Von der Größe dieses Materials hängt dann auch der hydraulische Rauigkeitsbeiwert im Durchlass ab, der wiederum die Fliessgeschwindigkeit maßgeblich beeinflusst (B.C. Ministry of Forests, 2002).

4.8 Allgemeine Einbau- und Gestaltungshinweise

Um beim Einbau die wesentlichen Kriterien, Fliessgeschwindigkeit und Wassertiefe (Tabelle 3) zu erreichen, ist es wichtig, die richtige Kombination aus Rohrdimension, Rohrmaterial (Rauigkeit) und dem Gefälle heraus zu finden.

Die einfachste und schnellste Variante, diese Parameter abzuschätzen, ist die Geschwindigkeitsgleichung von Manning-Strickler für offene Gerinne, da bei Rohrdurchlässen hauptsächlich Mittelwassermengen bei Teilfüllung (Abbildung 14) abgeführt werden (Voest-Alpine Krems, 1997).

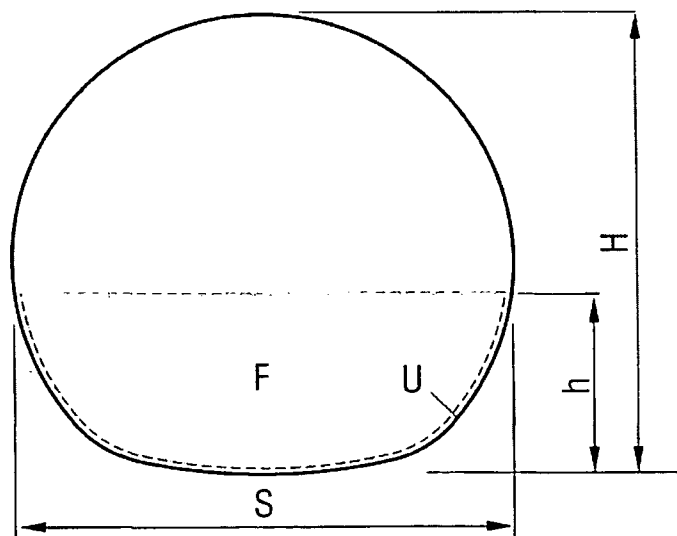


Abbildung 14: Durchflussmengenberechnung (Voest-Alpine Krems, 1997)

Dabei gilt für die Geschwindigkeitsgleichung von *Manning-Strickler* für offene Gerinne:

$$Q = v \cdot F$$

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$R = F/U$$

Wobei:

Q.....Durchflussmenge [m³/s]

v.....mittlere Durchflussgeschwindigkeit [m/s]

F... durchströmte Querschnittsfläche [m²]

U..... benetzter Umfang [m]

R..... hydraulischer Radius [m]

I.....Gefälle [‰]

k.....Rauhigkeitsbeiwert

S..... Spannweite [m]

H..... Höhe [m]

h.....[Teilfüllungshöhe]

Der entscheidende Parameter ist der Rauhigkeitsbeiwert k. Damit werden die Reibungswerte einerseits der Wandung und andererseits des Geschiebes erfasst. Dieser Wert kann durch sehr unterschiedliches Substrat enorm schwanken und damit auch die Ergebnisse der Berechnung stark beeinflussen. Es wird immer eine kritische Betrachtung empfohlen (Voest-Alpine-Krems, 1997).

Bei größerem Gefälle sollte in gleichmäßigen Abständen größeres Bodenmaterial (Steine) eingebracht werden (Abbildung 15). Dieses sorgt für die Bildung von Beruhigungszonen für Fische, Schutz und Aufstau von weiterem Sohlsubstrat und simuliert natürliche Strömungsverhältnisse (B.C. Ministry of Forests, 2002).

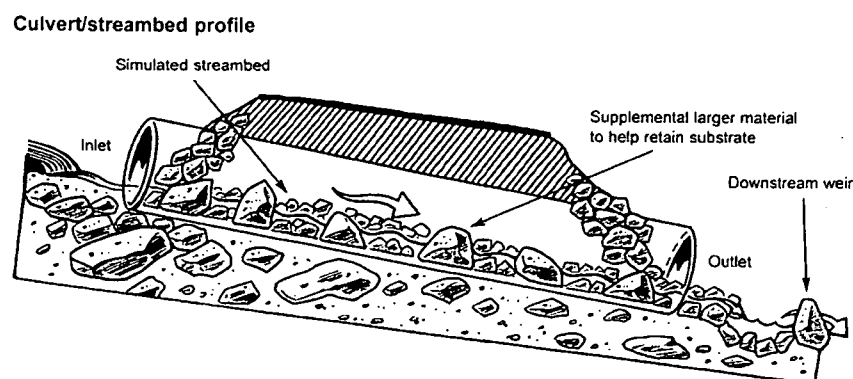


Abbildung 15: Einbringung von größerem Bodenmaterial (B.C. Ministry of Forests, 2002)

Im Fish-stream Crossing Guidebook (B.C. Ministry of Forests, 2002) finden sich noch folgende allgemeine Anforderungen während der Einbauphase, um den Eingriff ins Habitat so gering als möglich zu halten:

- Arbeiten nur in Zeiten mit keinem Fischlaichzug
- Verhinderung oder Reduzierung der Einbringung von Sedimenten während der Bauphase
- Vermeidung des Eintrittes von schädlichen Stoffen (Baumaterialien, Ölen...)
- Versuch der Minimierung der Fläche während der Bauarbeiten
- Vermeidung von nachträglicher Erosion
- Versuch der Wiedereinbringung der ursprünglichen Ufervegetation

Durchlässe sollten immer auf ihre Fischpassierbarkeit kontrolliert werden. Dies sollte vor allem vor dem Beginn der Laichwanderungen geschehen. Auch nach Starkregenereignissen ist auf eine Kontrolle zu achten. Der Kontrolle der Durchlässe kommt nicht nur wegen der Fischpassierbarkeit große Bedeutung zu, sondern auch aufgrund der möglichen Folgewirkungen durch verstopfte Durchlässe (B.C. Ministry of Forests, 2002).

Große Probleme bei der Fischpassierbarkeit von Rohrdurchlässen entstehen bei nicht oder schlecht eingebetteten Rohrdurchlässen. Die Wassertiefe im Rohrdurchlass sollte der Wassertiefe vor und nach dem Durchlass entsprechen. Ist die Wassertiefe zu gering, kann es zur Erosion des Bodensubstrates kommen, was in weiterer Folge zur Freilegung der Rohrsohle führt. In solchen Fällen ist das zusätzliche Anbringen von Gurtsohlen oder größeren Steinen nützlich, damit das Sohlsubstrat geschützt wird. Unterweger (2002) empfiehlt in solchen Fällen auch das Anbringen von Schwellsteinen (Abbildung 16) beim Tümpelauslauf. Es sollen dabei Steine mit ihrer Flachseite eingebracht werden, damit sich der Tümpel aufstauen kann und damit ein Einstau ins Rohr gewährleistet wird. Dies fördert die Passierbarkeit von Fischen, nimmt dem Wasser die Erosionsenergie und stellt somit eine Kollsicherung dar.

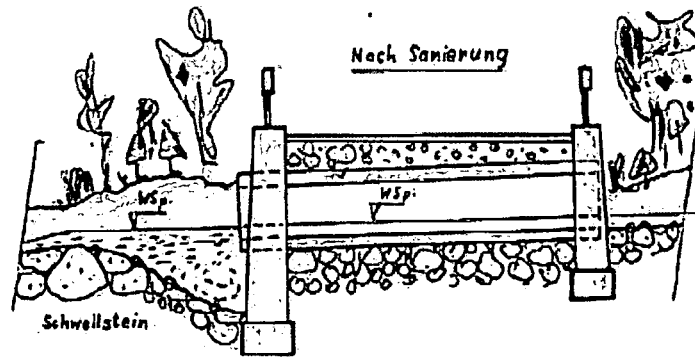


Abbildung 16: Schwellstein als Kolksicherung (Unterweger, 2002)

Schwevers et al (2004) haben festgestellt, dass Rohrdurchlässe mit Wassertiefen von weniger als 7 cm für Fische unpassierbar sind. Wurde diese Tiefe nur geringfügig überschritten, wurden erfolgreiche Durchwanderungen festgestellt. Es wird aber darauf hingewiesen, dass für solche geringen Wassertiefen eine große Rauigkeit der Sohle notwendig ist, um den Fischen eine Ruhepause zwischen den Sprints zu geben. Ist dies nicht möglich, neigen die Fische zum Abdriften.

4.9 Migrationsunterstützende Hilfsmittel

Rohrdurchlässe haben oft das Problem, dass über eine lange Fließstrecke homogene Fließesigenschaften herrschen. Diese Homogenität, die oft durch eine gleichmäßig hohe Fließgeschwindigkeit und das Fehlen einer Substratschicht gekennzeichnet ist, bietet den Fischen keine Ruhezeiten. Als Lösungen bieten sich nun Sonderkonstruktionen, wie das Einsetzen von Sohlgurten oder -blechen (Abbildung 17) an.



Abbildung 17: Sohlgurte im Wellblechdurchlass (FishXing, 2006)

Dabei werden aus Stahlblech vorgefertigte und der Rohrkrümmung entsprechende Metallplatten mittels Verschraubung oder Schweißung in Abständen von 1 m in die Rohrsohle eingebracht. Damit erzielt man eine Anhebung der Rauigkeit und es wird eine Tiefenstruktur geschaffen, in der sich Substrat anlagern kann (Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2006). Die Substratanlagerung führt durch die Rauigkeit zu einer Reduzierung der Fließgeschwindigkeit, zur Ausbildung von Strukturen im Abflussregime und damit zur Schaffung von Ruhezeiten, der Durchgängigkeit für Gewässerorganismen und zu einem natürlichen Korrosionsschutz für das Rohr. Für die Fischwanderung entstehen notwendige Zonen mit hoher und niedriger Fließgeschwindigkeit.

Die Ausgestaltung dieser Sohlgurte kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Einen Nachweis, ob diese Sohlgurte den gewünschten Effekt erzielen, gibt es noch nicht. Unterweger (2007) empfiehlt daher eher die Verwendung eines größeren Rohrdurchmessers in Kombination mit der eingebetteten Bauweise.

Eine neue Variante einer Strömungsbremse stellen **Borsten- oder Bürstenelemente** (Abbildung 18) dar. Diese u.a. durch die Fa. S&W Umwelttechnik vertriebenen Elemente, werden im Rohrrinneren angebracht. Bekannt sind solche Systeme auch von Fischaufstiegen bei Kraftwerksanlagen und haben bei Rohrdurchlässen demnach dieselben Funktionen und Wirkungsweisen (Hintermann, 2003):

- Abbau der Strömungsenergie durch elastische, durchlässige und besenähnliche Borstenelemente
- durch versetzte Anordnung Erzielung einer Meandrierung und damit Schaffung von Ruhezeiten hinter den Bürsten
- Ablagerung von grobkörnigem Substrat
- bis 10% Sohlgefälle einsetzbar



Abbildung 18: Bürstenelemente (S&W Umwelttechnik, 2007)

Bürstenelemente haben den Vorteil, dass sie durch ihre Elastizität bei stark Geschiebeführenden Wasserlagen, sich den Gegebenheiten anpassen können und keine massiven Anlagerungspunkte darstellen. Ein wesentlicher Vorteil ist auch, dass die Bürsten selber für die Gewässerorganismen, durch ihre Eigenschaft der Durchlässigkeit, kein Hindernis darstellen. Der Zwischenraum zwischen den Borsten wird von diesen Organismen besiedelt. Es steht daher im Vergleich zu Sohlgurten der gesamte Rohrquerschnitt für Benthosorganismen als Lebensraum bereit. Wichtig bei der Anbringung dieser Bürstenelemente ist, dass sie versetzt angeordnet werden, damit kein Schussstrahl entsteht. Im Vergleich zu Durchlässen, die an der Innensohle mit Steinen, Betonkörpern oder Sohlgurten aus Stahlblech adaptiert werden, neigen Bürstenelemente weniger zu Verklausungen größerer Geröllstücke. Einer Verengung des Rohrquerschnittes und einer einhergehenden mühevollen Beseitigung des Gerölles, kann somit entgegen gewirkt werden. Hassinger (2006) sieht den deutlichen Vorteil solch eines Systems in der Erzeugung eines vielfältigen und breiten Lückenangebotes, welches das Wanderverhalten der Gewässerorganismen und leistungsschwachen Schwimmer positiv beeinflusst. Nachteilige Auswirkungen dieses Systems werden im Winter durch die Vereisung erwartet.

Eine einfache Bauweise stellt das Anbringen von größeren Steinen in der Rohrsohle dar. Diese können sowohl größere Natursteine als auch vorgefertigte Kunststeine (Abbildung 19) sein, wobei immer darauf zu achten ist, dass Steine nie mit der flachen Seite eingesetzt werden, sondern stehend aufrecht in die Sohlsubtratschicht eingebracht werden. Damit wird eine bessere Stabilität erreicht und durch die Schlitzwirkung kann sich ein Wasserstrahl ausbilden (Unterweger, 2007).

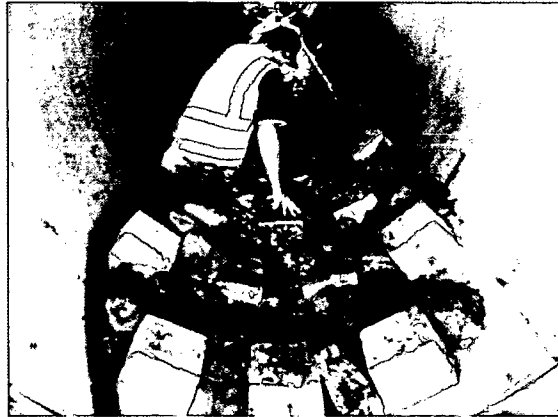


Abbildung 19: Einbringung von Kunststeinen in Rohrsohle (FishXing, 2006)

Generell sollte beim Einbau solcher Hilfsmittel immer bedacht werden, dass bei richtiger Anlage zwar eine Reduzierung der Fließgeschwindigkeit stattfindet, dafür aber wieder neue Turbulenzen entstehen, die juvenilen Fischen das Durchwandern erschweren. Es wird daher immer die Bauweise mit dem Einbringen einer natürlichen Sohlschicht gefordert. Solche Hilfsmittel sollten nur als temporäre Einbauten gelten und für die Neuanlage von Rohrdurchlässen nicht in Betracht gezogen werden. Der Wartungsaufwand und die Gefahr der Verklausungen sollten nicht unterschätzt werden (Bates, 2003).

Allgemein kann gesagt werden, dass ein Rohrdurchlass immer einen Eingriff ins Gewässer und dessen Ökosystem darstellt. Es ist daher Aufgabe der Planer, so wenig wie möglich Gewässerquerungen vorzusehen. Auch ein Rohrdurchlass mit der besten Anlage hinsichtlich der Erfordernisse einer erfolgreichen Fischpassierbarkeit, hat das Potential selbst einmal eine Barriere zu werden (Bates, 2003). Unterweger (2007) stellt beim Einbau von Rohrdurchlässen daher immer die lapidare Forderung, so groß als möglich und so kurz als möglich. Es sollen immer möglichst große Querschnitte verwendet werden, die eine Ausbildung einer natürlichen Sohle fördern, damit die Fließgeschwindigkeit senken und Abstürze am unteren Ende vermeiden. Sollte sich ein Rohrdurchlass trotz aller zur Verfügung stehenden Bauvarianten noch immer als Wanderhindernis herausstellen, ist einem Brückenbau der Vorzug zu geben.

5. Methodische Vorgangsweise

Ziel dieser Arbeit ist es, aus den Ergebnissen der Literatur, der Expertenbefragung und den Fallstudien einen Empfehlungskatalog für die zukünftige Gestaltung von, den ökologischen Erfordernissen entsprechenden, Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen zu erstellen.

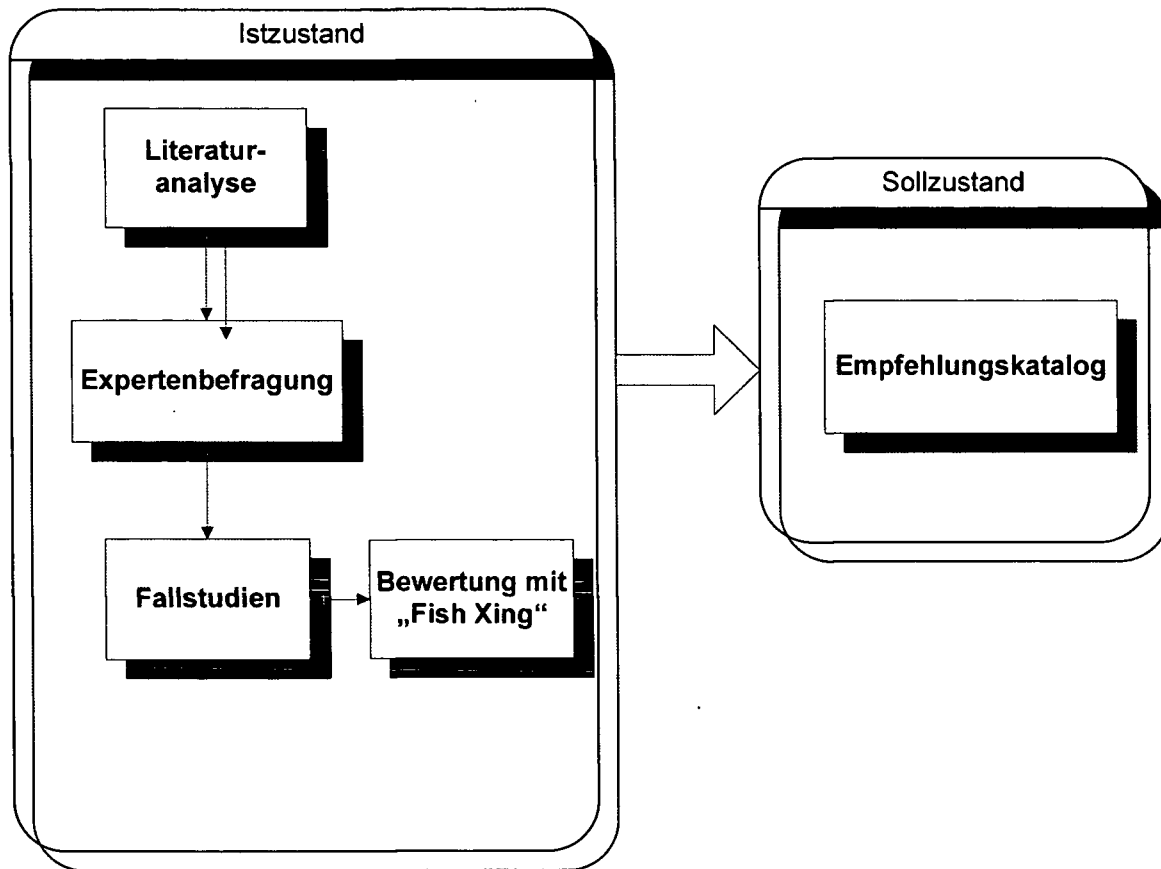


Abbildung 20: Methodische Vorgangsweise

5.1 Expertenbefragung

Dabei ging es primär um die Ermittlung des Istzustandes im Umgang mit der EU-WRRL bei Gerinnequerungen im Forststraßenbereich. Um eine grobe Abschätzung beim Umgang mit diesem Thema zu bekommen, wurden vorab Gespräche mit 2 Wegebauprojektanten des Amtes der Salzburger und Kärntner Landesregierung, einem zuständigen Behördenvertreter im Forst- und Wasserrechtsbereich und einem Fischereiberechtigten geführt.

Zur Erhebung des Istzustandes im Umgang mit der EU-WRRL wurde das Mittel einer Expertenbefragung gewählt. Als geeignet erschien die Auswahl der zuständigen Wegebaureferenten in den Bundesländern als Befragte. Nachdem Wien keinen Referenten für den Forststraßenbau hat und in der Steiermark der Forststraßenbau sowohl von der Landesregierung als auch von der Landwirtschaftskammer betrieben wird, ergaben sich insgesamt 9 zu befragende Wegebaureferenten.

5.1.1 Schriftliche Befragung

Durch die Tatsache des teils unterschiedlich vorhandenen Vorwissens und der geographischen Entfernungen, wurde einem Experteninterview eine schriftliche Befragung vorgezogen. Friedrichs (1980) sieht solch eine Methode bei einer hinsichtlich des Themas homogenen Gruppe als geeignet an. Solch eine schriftliche Befragung hat auch den Vorteil, dass die Befragten sich mit der Beantwortung der Fragen Zeit nehmen können und gegebenenfalls Informationen zur Beantwortung einholen können. Dies war im vorliegenden Fall auch notwendig, äußerten manche Wegebaureferenten den Wunsch, mit Ihren Bauleitern vor Ort Rücksprache halten zu können. Es wurde den Befragten auch die Möglichkeit geboten, den Fragebogen zur Beantwortung an Personen, die mit der Fragestellung besser vertraut sind, weiter zu leiten. Das Problem solcher Befragungen im größeren Umfang sieht Friedrichs (1980) in der teils geringen Rücklaufquote. Aus diesem Grund wurden vorab Telefongespräche mit allen Befragten geführt, in welchen ihnen kurz die Thematik erklärt wurde und bei dieser Gelegenheit erging auch, wegen der Wichtigkeit der Erfassung des Istzustandes in allen 8 Bundesländern, der Appell zur vollständigen Beantwortung des Fragebogens.

Bei der Erstellung des Fragebogens, wurde auf die Erkenntnis von Friedrichs (1980) zurückgegriffen. Demnach sind die wichtigen Grundsätze für solch eine Befragung:

- der Fragebogen muss klar, verständlich und so kurz als möglich sein
- die Bereitschaft zur Beantwortung der Fragen hängt allein vom Appell an den Befragten und vom Thema ab

Durch den fehlenden Interviewer, der einerseits die Befragung nicht beeinflusst und damit dem Befragten genügend Zeit zur Beantwortung der Fragen gibt, entstehen aber auch Nachteile. So geht die Motivation bei der Fragenbeantwortung verloren und auch die Möglichkeit der Erläuterung von Unklarheiten in der Befragung.

Aus diesem Wissen heraus, wurde dem Fragebogen eine ausführliche Einleitung zur Problemstellung mitgegeben. Es wurde versucht die Fragen so kurz als möglich und verständnisvoll aufzubauen. Fachbegriffe wurden erklärt oder einfach umschrieben. Bei speziellen Bauvarianten bzw. bei in der Literatur immer wieder unterschiedlich benannten Rohrtypen und Sohlsicherungssystemen, wurden Fotos zur besseren Verständlichkeit beigelegt.

Nachdem es sich bei den Befragten nur um eine kleine Anzahl von Personen handelt und damit eine große Zahl von Fällen nicht gegeben ist, wurde nach Gläser und Laudel (2004) einer Fall-basierten Erklärungsstrategie gegenüber einer Statistik-basierten Strategie der Vorzug gegeben. Gläser und Laudel (2004) sehen auch, dass standardisierte Vorgehensweisen nicht geeignet sind, um, wie in diesem Fall sehr deutlich, das spezifische Wissen der Experten zu erschließen. Diese Methoden würden im Gegenteil sogar dazu führen, dass besondere Wissen der Experten über den Fall abzuschneiden.

Die gewählte Methode fällt daher in die Kategorie einer qualitativen Inhaltsanalyse. Bei diesen qualitativen Erhebungsmethoden erhält man als auszuwertende Rohdaten z.B. Texte, Beobachtungs- oder Befragungsprotokolle oder Interviewprotokolle. Das Charakteristische im Gegensatz zu quantifizierenden Erhebungsmethoden ist, dass noch nicht klar ist, welche für die Untersuchung relevanten Informationen enthalten sind. Gläser und Laudel (2004) beschreiben als eine in der Forschungspraxis weit verbreitete Auswertungsmethode die freie Interpretation. Dabei sichtet der Forscher die gewonnenen Informationen, interpretiert sie und fasst die seiner Ansicht nach für die Beantwortung der Frage wichtigen Aussagen zusammen. Streng genommen handelt es sich dabei aber um keine echte Auswertungsmethode, sie ist aber trotzdem sehr beliebt, da in kurzer Zeit plausible und interessante Ergebnisse produziert werden können.

5.1.2 Aufbau des Fragebogens

Um mit dem Fragebogen (siehe Anhang) auch Informationen bzw. Ideen beim zukünftigen Umgang mit dieser Problematik zu gewinnen bzw. um Expertenmeinungen über die baulichen Verfahren zur Erreichung der Ziele der EU-WRRL zu erhalten, gestaltete sich der Aufbau wie folgt:

- Handhabung der EU – WRRL
- Zuständigkeiten bei Gerinnequerungen im Kontext der Richtlinie
- Empfehlungen hinsichtlich der Erfüllung der Kriterien
- Förderungen

Alle 4 Gruppen wurden bei der Beantwortung in den bisherigen Zustand und in einen Teil mit dem zukünftig Geplanten eingeteilt. Augenmerk wurde bei der Befragung vor allem auf die Punkte der bisherigen Handhabung der WRRL und auf die Ratschläge und Pläne zur baulichen Erreichung der ökologischen Anforderungen gerichtet.

5.2 Bewertung von Gerinnequerungen mit Rohrdurchlässen – Fallstudien

In diesem Abschnitt der Diplomarbeit werden nun anhand von bereits eingebauten Rohrdurchlässen, die Anforderungen zur Erzielung des guten ökologischen Zustandes, gemäß Ziel der WRRL, untersucht. Die praktische Anwendung von Verbesserungsvorschlägen und deren bauliche Umsetzung wurden als Ziel ausgegeben. .

Es wurden 5 Rohrdurchlässe bei bestehenden Forststrassen erhoben. Die Auswahl der Rohrdurchlässe erfolgte nach der getroffenen Festlegung der Region mit dem dort verantwortlichen Fischereiberechtigten. Dieser wählte die Objekte nach der für ihn interessanten Frage der Fischpassierbarkeit aus. Damit konnte auch gleich die Frage der Abgrenzung, ob es sich um einen Fischlebensraum handelt oder nicht, beantwortet werden und Auskunft über die Qualität des Habitates und der vorkommenden Fischwanderungen eingeholt werden. Die momentanen Durchflussmengen wurden mit Messbehälter und Stoppuhr ermittelt und dienen als Grundlage für die anschließende Bewertung. Bei den ausgewählten Rohrdurchlässen wurden die Daten entsprechend Erfassungsbogen (siehe Anhang) erhoben. Dieser richtete sich sehr stark nach den erforderlichen Daten für das Simulationsprogramm FishXing. Besonderheiten, wie die Situationen beim Ein- oder Auslauf der Rohre, wurden bei jedem Durchlass eigens aufgenommen. Auch wurde eine Überprüfung gemacht, ob sich im Gewässerunterlauf und Oberlauf markante Hindernisse befinden und diese natürlich oder künstlich entstanden sind. Es sollte zwar jeder Fließgewässerabschnitt als eigener Lebensraum gesehen werden, aber im Falle von bereits im Unterlauf massiven Durchgängigkeitsstörungen natürlicher Art, kann der entsprechende Rohrdurchlass mit einer anderen Priorität betrachtet werden.

Die Gestaltung des Fragebogens und die Auswertung der Ergebnisse bezieht sich auf die Ansprüche und Schwimmfähigkeiten der Fische, hier stellvertretend als wichtigste Art die Bachforelle und das Makrozoobenthos. Wie im Methodik – Handbuch der Fischbestandsaufnahme in Fließgewässern (Mühlmann, 2005) nachzulesen, sind die Fische durch ihre Lebensdauer, ihren Lebenszyklus und aufgrund ihrer unterschiedlichen Habitatsansprüche ein guter Anzeiger für den ökologischen Zustand. Die Bachforellen gelten

deshalb auch als Leitart. Trotzdem wurde auf die Wichtigkeit des Makrozoobenthos Rücksicht genommen und stellten diese Habitatsansprüche den wesentlichen Aspekt in den Betrachtungen und Verbesserungen dar.

Die aufgenommenen Fallbeispiele wurden zunächst anhand der gefundenen Erkenntnisse aus der Literatur bewertet. Als zusätzlicher Vergleich wurde auch die Passierbarkeit mittels Flussdiagramm (Abbildung 21) von Woolsey (2005) ermittelt.

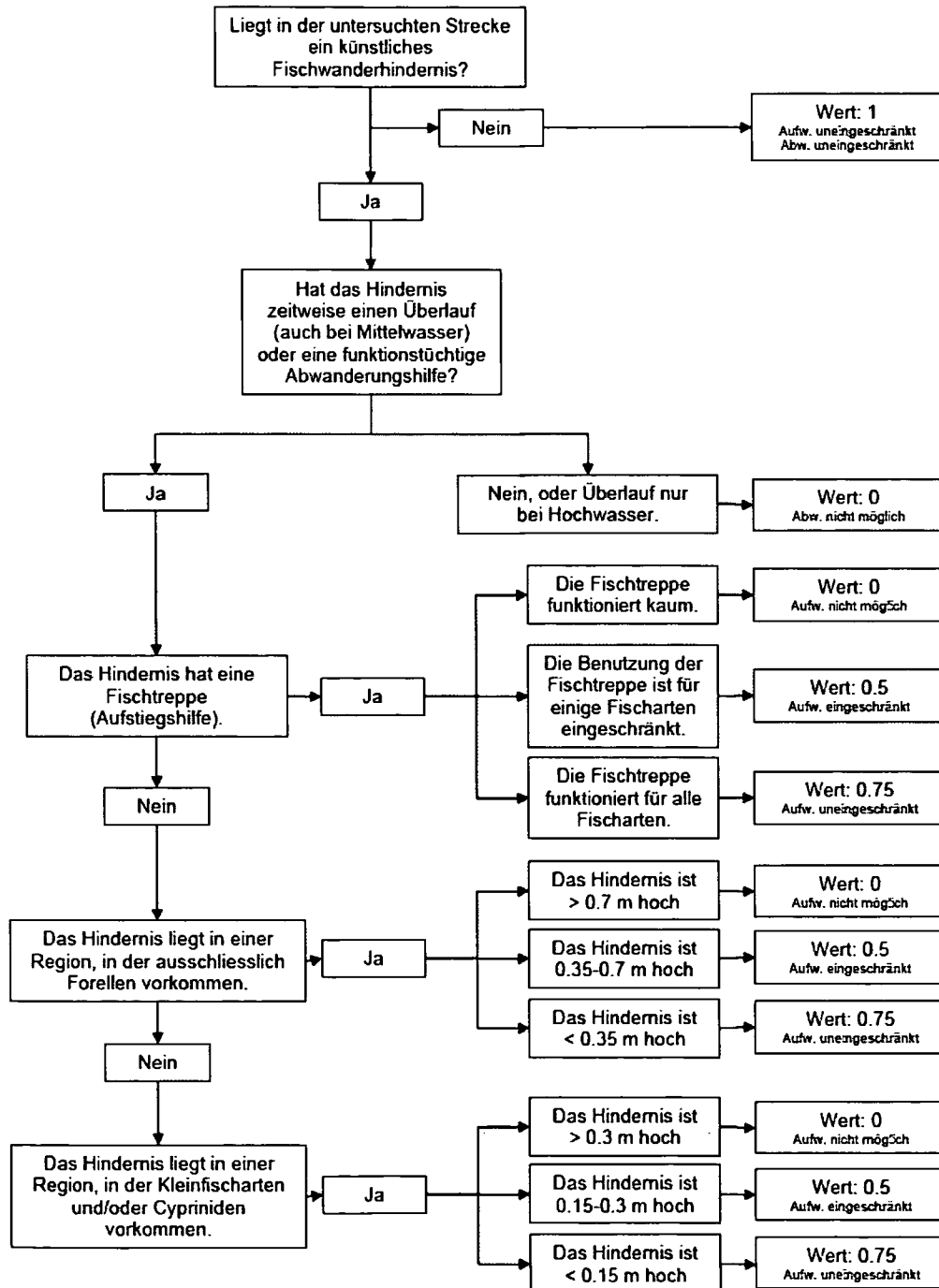


Abbildung 21: Bewertungsschema Fischpassierbarkeit (Woolsey, 2005)

Dabei wird das Hindernis zunächst nach seiner Art und Gestalt eingeteilt. Der Wert 1 stellt dann das Optimum, also eine Wanderung ist auf- und abwärts uneingeschränkt möglich, dar. Der Wert 0 steht für einen Zustand, bei dem eine aufwärtsgerichtete Wanderung nicht möglich ist. Anschließend wurden die Fallbeispiele mittels FishXing analysiert und aus den Ergebnissen, Verbesserungsvorschläge abgeleitet.

5.2.1 Programmbeschreibung Fish Xing

Im Zuge der Literaturrecherche, wurde im Internet das Simulationsprogramm FishXing V3 beta[®] – kurz FishXing gefunden. Mit diesem Programm lässt sich eine Einschätzung der Fischpassierbarkeit von Rohrdurchlässen vornehmen. Das Programm gibt es auf der Homepage <http://stream.fs.fed.us/fishxing/index.html> kostenlos zum Download. Auf dieser Homepage findet man auch genügend Beispiele von schlecht bis sehr gut gestalteten Rohrdurchlässen in Hinblick auf deren Fischpassierbarkeit. Unterstützt wird diese Initiative von namhaften amerikanischen Gesellschaften wie u.a. der Pacific Northwest Research Station, der Federal Highway Administration, dem Forest Service Engineering Programm, dem US Fish and Wildlife Service und der Rocky Mountain Research Station. Das Programm wurde entwickelt, um Planern und Fischbiologen bei der Gestaltung und Evaluierung von Rohrdurchlässen, hinsichtlich ihrer Eignung für die Fischpassierbarkeit, Hilfestellung zu geben. Dabei wird für eine Reihe von Fischarten und Einbauvarianten die Komplexität der Hydraulik von Rohrdurchlässen und die Schwimmleistungen von Fischen modelliert. Die Fähigkeiten der Fische werden den hydraulischen Gegebenheiten von Rohrdurchlässen, über einen erwarteten Abfluss, gegenübergestellt. Dabei können Wasseroberflächenprofile für verschiedene Abflussmengen und Rohrprofile berechnet werden. Die erhaltenen Ergebnisse, wie die Durchflussmenge, die Fließgeschwindigkeit und die Situation beim Rohrauslauf mit den Abstürzen, werden dann mit den Schwimffähigkeiten der vorhandenen Fischarten verglichen. Als Ergebnis werden Tabellen und Graphiken, in denen die Fließgeschwindigkeiten, die Durchflussmengen, die Wassertiefen und vor allem die limitierenden Faktoren für eine erfolgreiche Fischpassierbarkeit ersichtlich sind, ausgegeben. Allgemein lassen sich dann Aussagen über die Fischpassierbarkeit bzw. den allfällig auftretenden Barrieren, wie in Abbildung 22 ausgewiesen, treffen. Das Programm hat sich bei der Analyse von nicht fischpassierbaren Rohrdurchlässen als sehr nützlich erwiesen, um diese Rohrdurchlässe entsprechend umzubauen oder gänzlich neu zu gestalten.

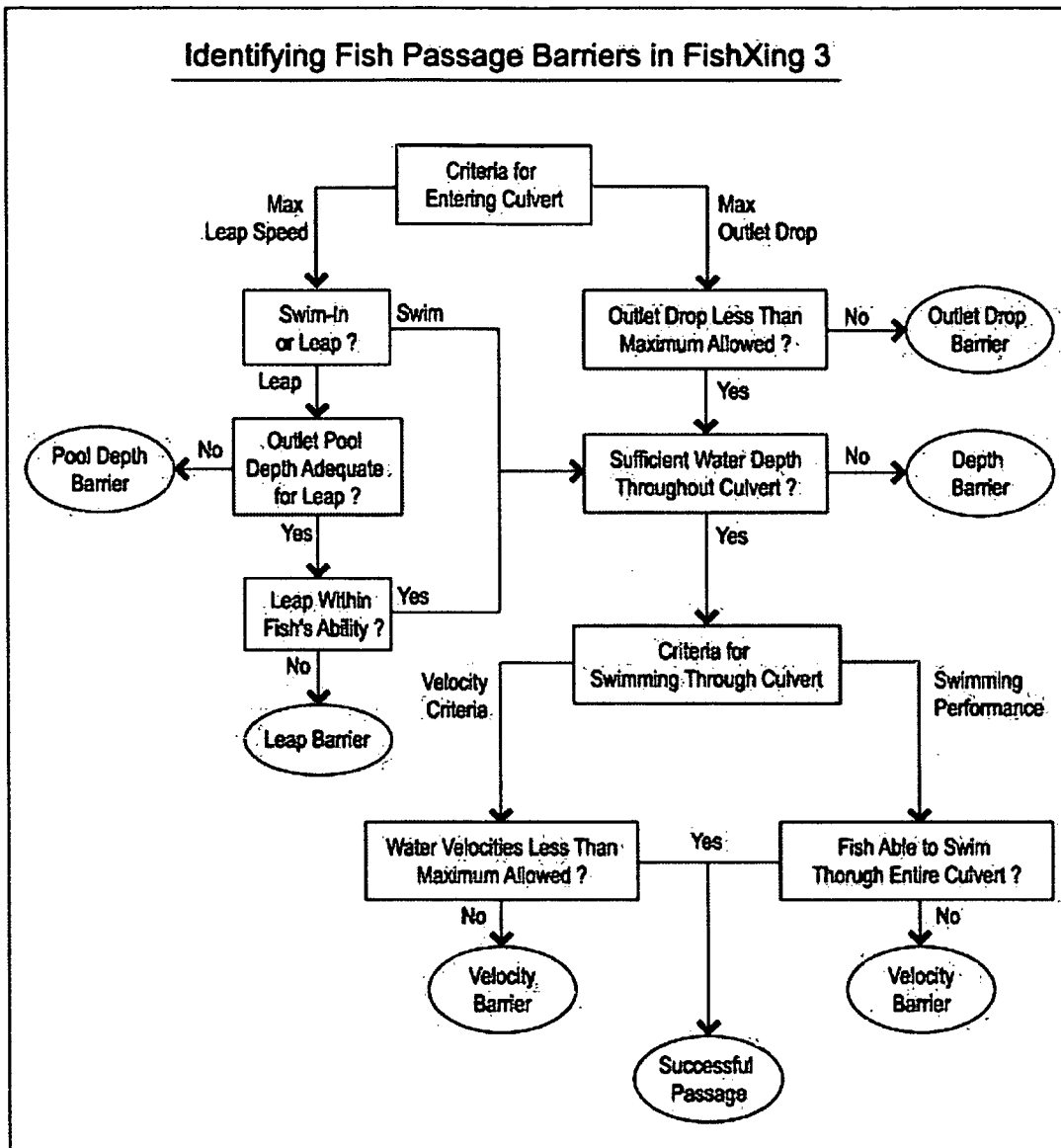


Abbildung 22: Entscheidungskriterien für Findung von Wanderhindernissen (Fish Xing, 2006)

An dieser Stelle sei klar darauf hingewiesen, dass dieses Programm für die Verhältnisse und Anforderungen in Nordamerika entwickelt wurde. Es wurden in der Literatur keine Hinweise über die Möglichkeit der Anwendung dieses Programms in Österreich bzw. Europa gefunden. Dem Verfasser ging es um das grundsätzliche Aufzeigen der möglichen Verwendung eines solchen Programms zur Planung von Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen in sensiblen Fließgewässerbereichen.

5.2.2 Auswertung mit Simulationsprogramm Fish Xing

Die Eingabe gliedert sich im Wesentlichen in 3 Bereiche:

- Informationen über die Rohre
- Informationen über die Fische
- Festlegung der minimalen und maximalen Fließwassermenge, bei der die Fischpassierbarkeit noch möglich sein sollte.

In der Grundmaske (Abbildung 23) sind die vorliegenden Daten über Rohrabmessungen und Materialien, die Wahl der Fischarten mit ihren Schwimmleistungen und als einer der wesentlichen Faktoren, die Festlegung der minimalen und maximalen Durchflussmenge bei der eine Fischpassierbarkeit gegeben sein sollte, einzugeben.

The screenshot displays the 'Crossing Input' window of the FishXing software. The window is divided into several sections for data entry:

- Site Info:** Cedar Creek Crossing No. 1, Stream Name: Cedar Creek
- Fish Information:**
 - Options: Literature Swim Speeds, User-defined Swim Speeds, Hydraulic Criteria
 - Fish Length: 20 cm
 - Selections: Prolonged, Use Both, Burst
 - Prolonged Speed: 2.8 ft/s, Time to Exhaustion: 30.0 min
 - Burst Speed: 4.9 ft/s, Time to Exhaustion: 2.0 s
 - Species: *Oncorhynchus mykiss* (Rainbow trout)
 - Length: 6.14 to 20.46 cm, Temp: 10 Deg C, Fish Body Depth: 0.15 ft
 - Outlet Criteria: Min Depth: 0.5 ft, Max Leap Speed: 6.8 ft/s
- Culvert Information:**
 - Culvert: 1 of 1
 - Shape: Pipe-Arch
 - Rise: 4.92, Span: 6.75 ft
 - Material: Hefcal 2.67 x 1/2 inch
 - Installation: Embedded, Depth: 1.5 ft, Percent: 30%
 - Culvert Roughness (n): 0.021
 - Bottom Roughness (n): 0.045
 - Culvert Length: 48 ft
 - Inlet Bottom Elevation: 50.48 ft
 - Culvert Slope: 1.48%
 - Outlet Bottom Elevation: 49.77 ft
 - Entrance Loss (Ke): 0.5
- Velocity Reduction Factors:** Inlet: 1, Barrel: 1, Outlet: 1
- Fish Passage Flows:** Low: 3 cfs, High: 27 cfs
- Buttons:** Tailwater, Tailwater Cross Section, Save, Back, Calculate

Abbildung 23: FishXing – Eingabemaske

Bei den Angaben über das Rohrmaterial sind die Querschnittsform mit den dazugehörigen Abmessungen, die Länge, das Verlegefälle, das Rohrmaterial, die Einbettungsart und der Rauigkeitsbeiwert einzugeben.

Das Programm verfügt über eine eigene Datenbank mit allen bekannten Fischarten und ihren Schwimmleistungen. Dabei müssen die Kenndaten für die einzelnen Fischarten nach der jeweiligen Körpergröße verändert werden bzw. können über die Eingabe der maximal möglichen Fließgeschwindigkeit und der minimal erforderlichen Wassertiefe auch selbst festgelegt werden. Die Körpergröße der Fische ist ein wichtiger Aussagewert für das Leistungsvermögen bzw. Sprungvermögen bei den Fischen. Es wurde bei der Auswertung auf die Angaben in der vorhandenen Datenbank zurückgegriffen. Die Daten über die Fischgrößen in den Untersuchungsgebieten wurden direkt vom Fischereiberechtigten eingeholt, die diesem aus Befischungen vorliegen.

Für die minimale Durchflussmenge wurde die vor Ort gemessene, momentane Durchflussmenge verwendet, um Aussagen über die bei gegebenen Verhältnissen mögliche Fischpassierbarkeit zu treffen. Die maximale Durchflussmenge war für jeden Durchlass schwer zu ermitteln. Im Nordamerikanischen Raum gibt es in den einzelnen Bundesstaaten festgelegte Maximalwerte, bei denen die Fischpassierbarkeit noch gewährleistet sein soll. Diese Werte orientieren sich am HQ 100 und liegen meist etwas darunter, da bei der Angabe des HQ 100 auch immer ein Sicherheitspolster für Schwemmmaterial enthalten ist. In diesem Fall wurde die maximale Durchflussmenge, aus dem Durchflussmengendiagramm (siehe Anhang) für Spiralrohre (Voest Alpine Krems, 1997) unter dem gegebenen Rohrdurchmesser und Rohrgefälle, ermittelt.

Mittels der Formel von *Manning Strickler* und der Annahme eines gleichmäßigen Abflusses, wird in Abhängigkeit der Beziehung Wasserhöhe und Durchflussmenge, ein Längsprofil (Abbildung 24) der Wasserhöhen entlang der gesamten Rohrlängsachse errechnet. Dafür ist vorab der richtige Rauigkeitsbeiwert aus vordefinierten Werten zu wählen. Aus den Ergebnissen ist dann ersichtlich, wie die unterschiedlichen Wasserhöhen in jedem Rohrabschnitt aussehen. Dieses Profil dient dann bei der weiteren Berechnung der Analyse von Niedrigwasserzonen im Rohr und damit massiven Beeinträchtigungen in der Fischpassierbarkeit.

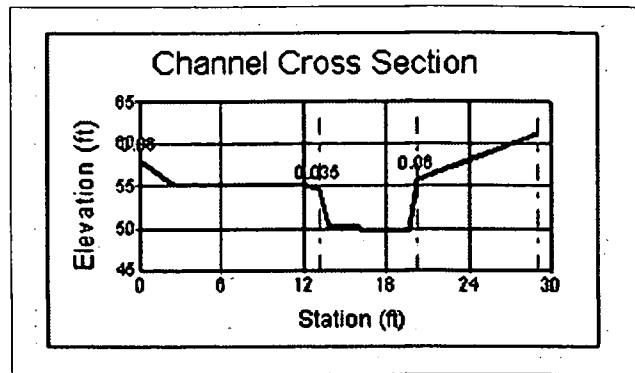


Abbildung 24: FishXing – Wasserprofilinie

Die Ergebnisse können einerseits numerisch in Tabellen oder andererseits graphisch mittels Diagrammen (Abbildung 25), in denen u.a. die Wasserlevelprofile mit den Minimal- und Maximalwasserhöhen, oder die Füllstandskurven bei verschiedenen Fließsituationen, dargestellt werden.

Die wesentlichen Aussagen werden aber über die Angabe der erfolgreichen Fischpassiersversuche (Percent of Flows Passable) getroffen. Ist diese Zahl sehr gering oder überhaupt 0, lässt sich mittels der ausgewiesenen Barrierencodes die Schwachstelle beim bestehenden Untersuchungsprojekt orten und entsprechende Verbesserungsvorschläge können definiert werden.

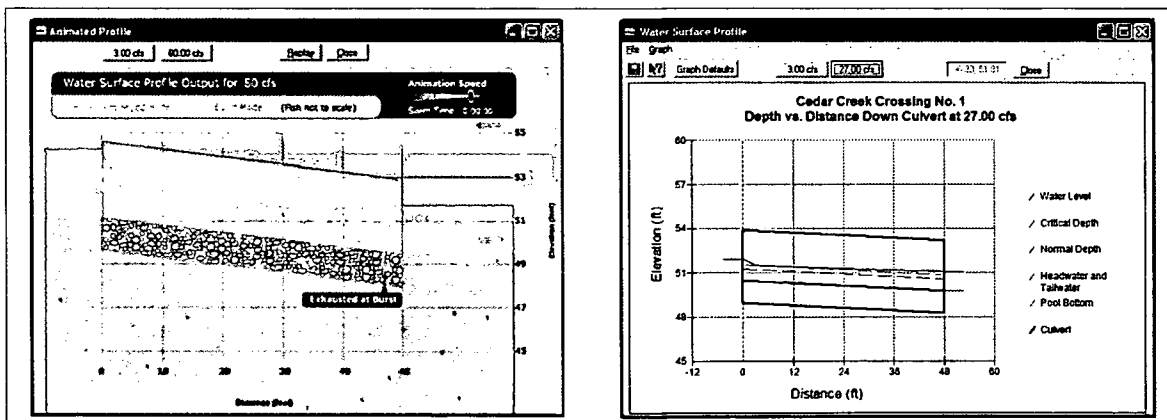


Abbildung 25: FishXing - Animation (li); Wasserlevelprofil (re)

Als Berechnungsergebnis wird auch ein Durchflussprofil (Abbildung 26) ausgegeben.

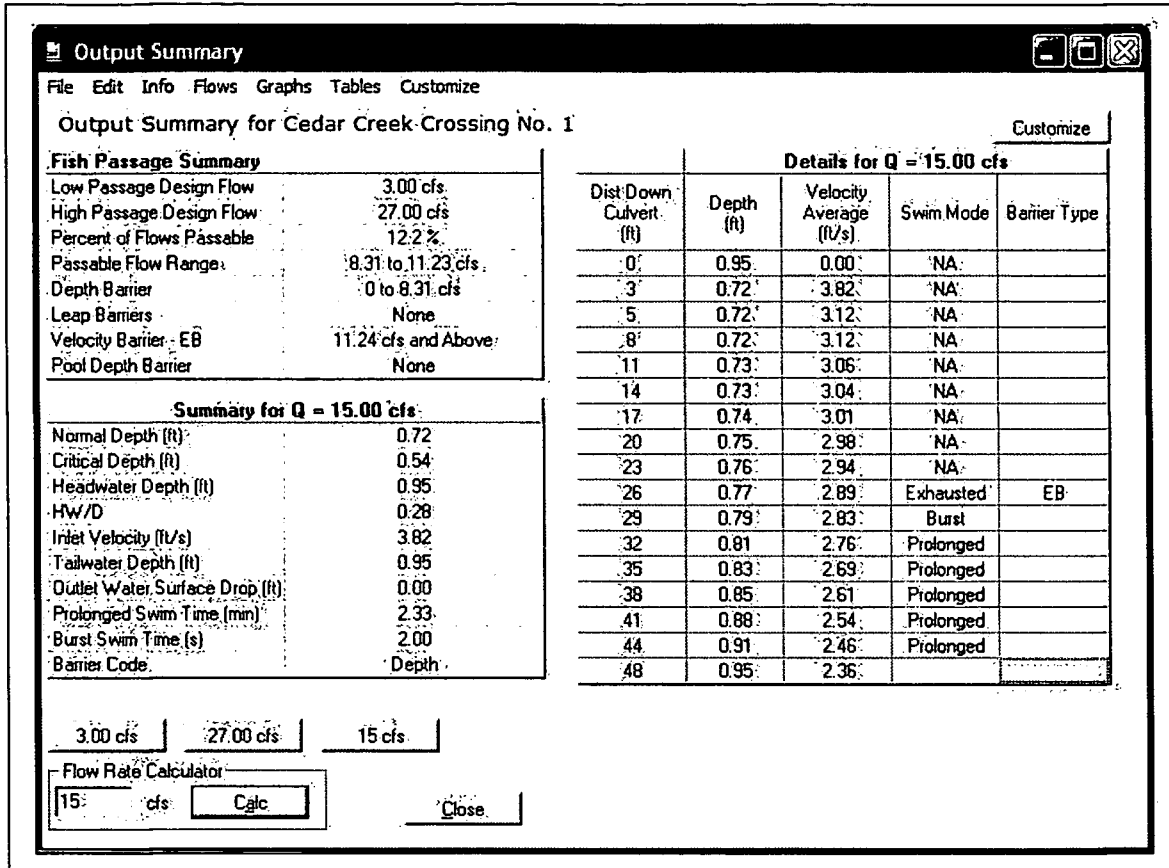


Abbildung 26: Ergebnisausdruck – Durchflussprofil

Dabei wird der Rohrdurchlass entlang seiner Rohrlängsachse in Abschnitte unterteilt. Für jeden Abschnitt lassen sich nun Aussagen über die dortigen vorherrschenden Fließzustände wie Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und den unter den gegebenen Strömungsverhältnissen für die Fischpassierbarkeit wichtigen kritischen Wassertiefen und Strömungsgeschwindigkeiten ablesen. Mittels der Vorgabe der Leistungskennwerte der jeweiligen Fischart, errechnet bzw. überprüft nun FishXing für jeden dieser Teilabschnitte die Passierbarkeit für Fische. Es wird dabei anhand der herrschenden Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten, der notwendige Schwimmstil ermittelt. Stößt ein Fisch nun u.a. aufgrund zu geringer Wassertiefe oder zu hoher Fließgeschwindigkeiten an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit, wird der Durchlass als unpassierbar bewertet.

FishXing bricht einen Rechenvorgang beim ersten Auftreten eines Störfaktors nicht ab, sondern versucht alle Kriterien für die Fischpassierbarkeit eines Rohrdurchlasses zu ermitteln.

Um das Springverhalten der Fische (Abbildung 27) bei der Bewältigung von Abstürzen beim Rohrauslauf zu berechnen, geht FishXing von einer parabelförmigen Flugbahn beim Sprung aus dem Wasser aus. Ein Fisch nutzt dabei primär seine Heckenflosse für den Vortrieb. Er kann daher bis zum Punkt des Wasseraustrittes beim Sprung, Vortrieb erzeugen. FishXing zieht daher bei der zu überwindenden Gesamtsprunghöhe die Körperlänge des Fisches ab.

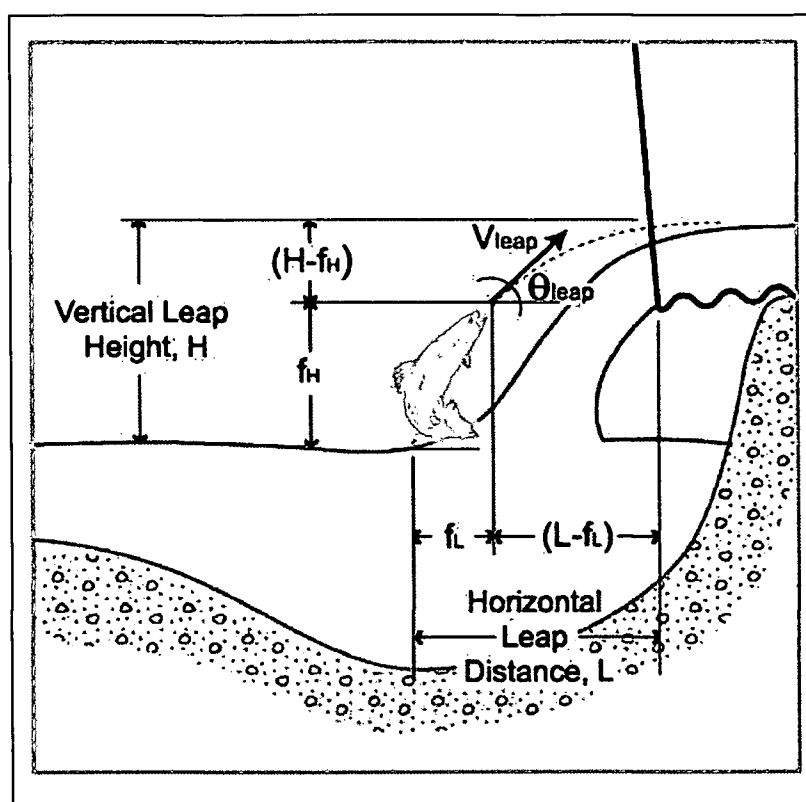


Abbildung 27: Absprungsituation

Ob nun ein Fisch erfolgreich ins Rohr springen kann, hängt von der Absprunggeschwindigkeit und vom Absprungwinkel ab. Es wurde herausgefunden, dass der Erfolg eines Sprunges auch stark vom Landeverhalten abhängt. Der Idealzustand ist dabei erreicht, wenn der Fisch in horizontaler Lage am Rücken des Wasserstrahles beim unmittelbaren Rohraustritt auftrifft. FishXing berechnet daher die zu diesem Sprung notwendige Absprunggeschwindigkeit und den Absprungwinkel. Dabei werden 2 Gleichungen mittels eines iterativen Lösungsprozesses simultan, hinsichtlich der unbekannt Variablen (Absprungwinkel und Absprunggeschwindigkeit) gelöst. Ergibt sich nun eine für eine saubere Landung in der Horizontalen am Austrittsstrahl notwendige Absprunggeschwindigkeit, die höher ist als die der jeweiligen Fischart bei entsprechender Größe zugewiesene, erkennt das Programm eine Barriere beim Rohreintritt bei gegebener Strömung.

6. Ergebnisse

6.1 Expertenbefragung

Die Rücklaufquote der Expertenbefragung (Teilnehmerliste im Anhang) war wie erwartet recht hoch. Die ausführlichen Erklärungen im Einleitungstext und bei den einzelnen Fragen, stellten sich als sehr nützlich heraus, wurden die Fragen wie gewünscht, sehr ausführlich beantwortet. Da es sich um eine qualitative Inhaltsanalyse handelt, werden die Antworten nicht im Detail präsentiert. Es geht dem Verfasser um das grundsätzliche Aufzeigen von Trends bei der Handhabung und dem Umgang mit dieser relativ neuen Thematik. Die Ergebnistrends sehen bei den einzelnen Fragenbereichen wie folgt aus:

6.1.1 Handhabung der EU – WRRL

Das zentrale Thema war hier die Erkundung des **Istzustandes** bei der bisherigen Anwendung der EU-WRRL in den Bundesländern. Auf die Anforderungen der EU-WRRL wird in allen befragten Bundesländern Rücksicht genommen und deren Forderungen werden auch aktiv umgesetzt. Lediglich in der Einschätzung der Wichtigkeit und des genauen Zuständigkeitsbereiches gibt es Auffassungsunterschiede. So trat zutage, dass man in einem Bundesland dem Irrtum unterliegt, dass die WRRL nur für Flusseinzugsgebiete größer 10 km² Gültigkeit hat. An dieser Stelle gilt nochmals klar zu stellen, dass die WRRL für alle Oberflächengewässer Gültigkeit hat und nur bei Gewässern mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² eine Berichtspflicht gegenüber der Europäischen Union besteht (Gatterbauer, 2007). Es kristallisierte sich auch die Meinung heraus, dass die Berührungspunkte bei Gerinnequerungen im Forststraßenbau mit der EU-WRRL einen Spezialfall darstellen und dementsprechend selten vorkommen. Überraschend ist bei der bisherigen Anwendung, dass es nur in 3 Bundesländern eine einheitliche Handhabung auf Bezirksebene gibt.

Bezüglich der Frage über die **praktische Umsetzung** der Forderungen in der EU-WRRL, traten sehr unterschiedliche Vorgangsweisen zu Tage. So werden in einigen Bundesländern bei Gerinnequerungen automatisch Wellblechrohre vorgeschrieben, ebenso gibt es auch allgemeine Vorschriften von bestimmten Rohrmaterialien und Einbauvorschriften. In einem Bundesland wird bei Gerinnequerungen ein Mindest - Rohrdurchmesser von 800 mm und das Einsetzen von Stegen in der Rohrsohle vorgeschrieben, um eine durchgehende Substratauflage zu erhalten. In den restlichen Bundesländern gibt es keine allgemein gültigen Vorschriften. Dort werden die Maßnahmen im Zuge der wasserrechtlichen und naturschutzrechtlichen Verhandlung für jeden Fall individuell festgelegt.

Bei der Frage nach der Überprüfung ob es sich bei den zu querenden Fließgewässern überhaupt um einen **potentiellen Fischlebensraum** handelt, sehen 3 von 7 befragten Wegebaureferenten diese Überprüfung als nicht notwendig an. Nur in einem Bundesland wird jedes Fließgewässer als potentieller Fischlebensraum betrachtet.

Die **Berücksichtigung des Makrozoobenthos** bei der ökologischen Betrachtung sehen bis auf 2 Bundesländer alle als notwendig an. Gleich verhält es sich auch bei der Frage, ob ein massives Hindernis im Gewässerunterlauf einen Einfluss bei der Betrachtung der Gerinnequerung hat. Bis auf ein Bundesland, sehen alle anderen jeden Gewässerabschnitt als eigenen Lebensraum und nehmen auf Störung im Gewässerunterlauf keine Rücksicht. Diese Vorgangsweise muss als sehr vorbildlich angesehen werden und entspricht dem ökologischen Grundgedanken einer Betrachtung jedes einzelnen Abschnittes als autonomer Lebensraum.

In 3 Bundesländern gab es bereits **Forderungen von Naturschutzorganisationen** die festgelegten Anforderungen der EU-WRRL einzuhalten.

Die Frage über bereits bestehende Pläne für die **zukünftige Handhabung** bei Gerinnequerungen zeigte ein sehr eindeutiges Bild. Wie erwartet wurden für die Zukunft größtenteils noch keine Aktionspläne und Vorgaben festgelegt. Lediglich in einem Bundesland und einem Bezirk eines anderen Bundeslandes, gibt es schon konkrete Pläne für die zukünftige Handhabung bei Gerinnequerungen.

6.1.2 Zuständigkeiten

Bei der Frage der **Zuständigkeiten bei Gerinnequerungen** von Fließgewässern im Forststraßenbau war überraschend, dass in 4 Bundesländern den Fischereiausübungsberechtigten bei den Verhandlungen von Gerinnequerungen keine Parteienstellung zuteil wird. Dies überrascht doch sehr, wurden die Interessen der Fischerei durch die EU-WRRL doch stark aufgewertet.

Lediglich in einem Bundesland hat sich seit der Umsetzung der EU-WRRL ins Wasserrecht etwas bei der Abwicklung von Bewilligungsverfahren bei Gerinnequerungen geändert; dies äußert sich in der zusätzlichen Ladung von Parteien bei Verhandlungen. Es wird angemerkt, dass sich dadurch die Bewilligungsverfahren verkomplizieren und eine positive Bescheiderstellung länger dauert.

6.1.3 Empfehlungen

Es gab in allen Bundesländern bis dato Empfehlungen bzw. Vorgaben bei der Gestaltung von Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen. Die wesentlichen Vorgaben bzw. Vorgangsweisen sehen zum Teil sehr unterschiedlich aus:

- Vorschriften werden individuell von der Wasserrechtsbehörde oder vom zuständigen naturkundlichen Amtssachverständigen formuliert
- Vorschrift von Rohrmaterialien und -dimensionen
- Vorschrift der Auslaufgestaltung
- Anzahl der Rohrdurchlässe so gering als möglich vorschreiben
- Adaptierung der Rohre mit Steinen oder technischen Einbauten

Bei der Frage nach der Einschätzung der ökologischen Sinnhaftigkeit und praktikablen Umsetzbarkeit von verschiedenen **baulichen Methoden** bei Gerinnequerungen gab es sehr unterschiedliche Ansichtsweisen. Die wesentlichen Trends sehen wie folgt aus:

- Rohre aus Wellblech und Bogenprofile auf Streifenfundamenten ermöglichen eine gute Sedimentablagerung und fördern damit die Erhaltung des Sohlsubstrates. Diese Eigenschaft wird als sehr gut angesehen, wenn auch dies mit anderen Methoden erzielt werden kann
- der Einbau von Sohlgurten in die Rohre wird als keine praktikable Lösung gesehen
- Verlegung eines Grobsteines vor dem Rohrauslauf, um Sedimentablagerungen zu erreichen, wird als gut angesehen und auch größtenteils schon umgesetzt
- die Reduzierung der Rohrlänge zur leichteren Passierbarkeit wird nur solange als umsetzbar angesehen, solange eine sichere Befahrung der Forststraße gegeben ist
- die Wahl eines größeren Rohrquerschnittes, um damit die Rohrsohle einbetten zu können, wird als gut angesehen, es stellt sich lediglich die Frage der Finanzierung der Mehrkosten
- Abstürze sind unbedingt zu vermeiden

6.1.4 Förderungen

Die Förderungen sind in allen Bundesländern an die Erfüllung der ökologischen Erfordernisse gemäß Bescheidaufgaben gebunden. Auch sind zukünftig keine Extrafördermittel bzw. Förderprogramme für die Erfüllung der Anforderungen der EU-WRRL vorgesehen. Dafür gibt es in 5 der befragten 7 Bundesländer Überlegungen, Fördermittel für die Adaptierung bzw. den Umbau von mangelhaften Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen bei bereits bestehenden Rohrdurchlässen zur Verfügung zu stellen. Diese Förderprogramme versucht man im Zuge des Programms der Adaptierung bestehender älterer Forststrassen auf den heute notwendigen, technischen Standard abzuwickeln.

6.1.5 Fazit


Auf die Anforderungen der WRRL wird bei der Errichtung von Gerinnequerungen im Forststraßenbau bereits Rücksicht genommen. Allerdings sieht die Handhabung sehr unterschiedlich aus. Die Palette reicht von standardisierten Vorschriften, wie der Verwendung von bestimmten Rohrmaterialien über die Vorschreibung der technischen Gestaltung der Gerinnequerung bis zu individuellen Vorschriften, die erst bei den Verhandlungen vor Ort festgelegt werden. Es spielen dabei individuelle Erfahrungen und unterschiedliche Wissensstände eine Rolle. Die Notwendigkeit von einheitlichen Vorgaben ist damit gegeben.

6.2 Fallstudien

6.2.1 Fallbeispiel 1 – Forststraße „Pilgram“

Der vorliegende Rohrdurchlass wurde unmittelbar am Beginn des Forststraßenprojektes „Pilgram“ in der KG Arriach eingebaut. Es sollte damit an einem günstigen Kardinalpunkt der Saubodenbach überquert werden.

Tabelle 4: Aufnahmedaten Forststraße „Pilgram“

Projektname:	Forststraße „Pilgram“
KG:	75403 - Arriach
Rohrtyp:	Wellblechrohr – Wellung 68 x 13
Durchmesser:	1000 mm
Rohrlänge:	8000 mm
Absturzhöhe/Beckentiefe:	650 mm / 300 mm
Durchflussmenge:	7 l/sec
Rohrgefälle:	9 %
	

Der Saubodenbach verfügt in diesem Bereich über keine wesentlichen Störungen im Fließgewässerkontinuum und hat eine gute Struktur mit vielen kleinen Becken, die den Fischen ihre Wanderung erleichtern. Das durchschnittliche Gefälle liegt im Oberlauf bei 15% und im Unterlauf bei 20%. Die Querung liegt auf einer Seehöhe von ca. 870 m. Der

Rohrauslauf weißt einen hohen Absturz auf. Um weiteren Auskolkungen vorzubeugen, wurde der Auslaufbereich mit kleineren Wurfsteinen ausgekleidet. Der Wasserstrahl trifft nun in gelöster Form zuerst auf diese Wurfsteine und gelangt in zerteilter Form weiter ins Tosbecken (Absprungbecken).

6.2.1.1 Befund

Die Literaturrecherche ergab maximal mögliche Höhen beim Abfall von 0,2 – 0,3 m für Fische. Die in diesem Fall anstehenden 0,65 m erscheinen als unüberwindbar. Nach dem Flussdiagramm von Woolsey (2005), wird ein Wert von 0,5 mit einer Einschränkung in der aufwärts gerichteten Wanderbewegung angegeben. Schütz (2000) schreibt aber, dass Forellen und Lachse Höhenunterschiede von bis zu 80 cm überwinden können. Dies setzt aber einen genügend tiefes Absprungbecken voraus, das in diesem Fall mit 0,3 m äußerst gering ausfällt. Weiteres augenscheinliches Problem bei der Auslaufgestaltung ist, dass der Wasserstrahl nicht unmittelbar in den Absprungpool geht, sondern auf halber Höhe auf Wurfsteine auftrifft und zerteilt wird. Unterweger (2007), Honsig-Erlenburg (2007) und Natmessnig (2007) betonen aber ausdrücklich die Notwendigkeit eines gebündelten Strahles, der unmittelbar im Absprungbecken auftreffen sollte. Forellen brauchen diesen Strahl, um ein Hindernis um vieles leichter, schwimmend überwinden zu können. Die Sedimentauflage fehlt bei diesem Rohrdurchlass gänzlich und in Kombination mit dem Abfall bei der Auslaufseite, ist dieser Rohrdurchlass gemäß den Vorgaben der Literatur, für Fische und Organismen nicht passierbar und entspricht damit nicht dem geforderten *guten Zustand*.

Die Analyse mit Fisch Xing wurde in diesem Fall mit der Fischart Bachforelle und einer Körpergröße von 15 cm gerechnet. Da FishXing voraussetzt, dass bei Abstürzen die Absprungbeckentiefe auf jeden Fall höher sein muss als die Absturzhöhe, wurde hier die erste Barriere für eine erfolgreiche Passierbarkeit ausgewiesen. Die Fließgeschwindigkeit wurde bis auf die letzten 0,6 m beim Rohreinlass mit 0,93 m/s berechnet. Auf den ersten 0,6 m beim Rohreinlauf, steigt die Geschwindigkeit auf 1,29 m/s an. Diese Geschwindigkeiten liegen damit noch im Bereich der von Holub (2003) festgelegten Maximalgeschwindigkeit von 1,5 m/s. Die berechnete Wassertiefe liegt auf einer Rohrlänge von 6,7 m bei knapp 3 cm und ist damit weit unter der geforderten Mindestwassertiefe von 7 cm bei Bachforellen (Schwevers et al., 2004). Diese geringen Wassertiefen spiegeln sich auch in den berechneten Schwimmmarten und Leistungen wieder. Die Fische müssen sich aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit und der geringen Wassertiefe durch den gesamten Durchlass mit ihrer kritischen Wandergeschwindigkeit fortbewegen. Zur Überwindung der letzten 0,6 m wäre sogar die Sprintgeschwindigkeit erforderlich. Aufgrund dieser Ergebnisse gibt das Programm den Barrierencode „Tiefe“, also einer zu geringen Wassertiefe für die gegebene

Rohrlänge und den Code „Absturz“, also ein extremer Abfall beim Rohrauslass an. Die erfolgreichen Fischpassiersversuche wurden mit 0% berechnet. Der Durchlass ist damit in gegebener Form für Fische und das Makrozoobenthos nicht passierbar.

6.2.1.2 Verbesserungsvorschläge

2 Möglichkeiten bieten sich im gegebenen Fall als Verbesserungsvorschläge an. Variante 1 sieht die Gestaltung der Gerinnequerung mittels der Einbettungsmethode (Abbildung 28) vor. Dies würde den Einbau eines Rohrdurchlasses mit größerem Durchmesser erfordern, der 10 – 20 cm tief in die Gewässersohle hinein versenkt wird, um eine natürliche Substratanlagerung zu ermöglichen. Zur Stabilisierung des Sohlsubstrates würde sich das zusätzliche Einbringen von Sohlblechen im Rohr anbieten.

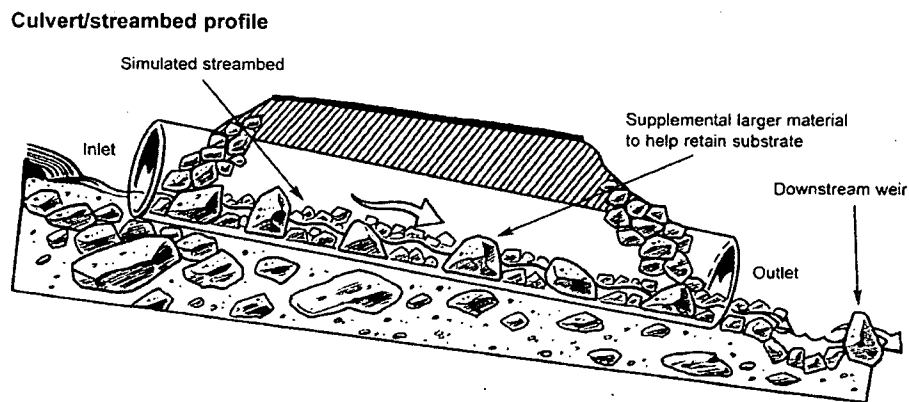


Abbildung 28: Einbettungsmethode (B.C. Ministry of Forests, 2002)

Variante 2 (Abbildung 29) würde ein flacheres Verlegegefälle vorsehen. Der dadurch zwangsweise entstehende Höhenunterschied beim Rohrauslauf müsste mittels einer Abrampung, auch Sohlrampe bezeichnet (Honsig-Erlenburg, 2007), ausgeglichen werden.

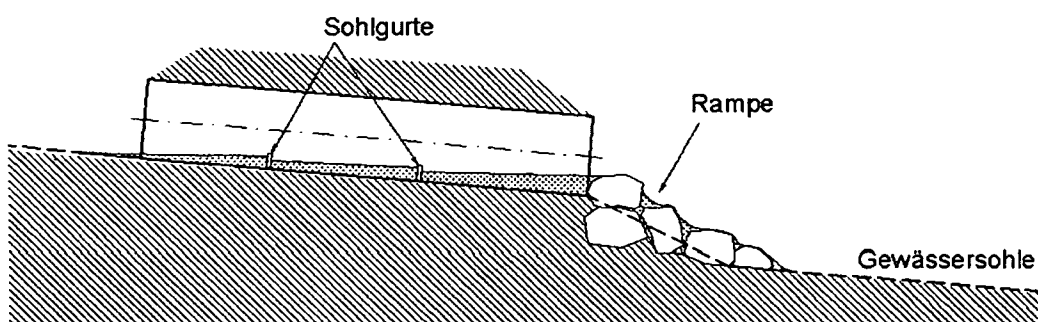



Abbildung 29: Variante mit Abrampung

Diese soll sowohl den Fischen als auch den Makrozoobenthos als Wanderhilfe dienen. Um die Substratschicht auch in der Rohrsohle und dort speziell im Einlaufbereich aufrecht zu erhalten, müssten auch in diesem Fall entweder Sohlbleche oder Natursteine in die Rohrsohle eingebracht werden.

6.2.2 Fallbeispiel 2 – Forststraße „Zubringer Klamm“

Die Forststraße „Zubringer Klamm“ überquert gleich am Anfang einen kleinen Seitenbach des Treffner Baches und dient der Erschließung des linksufrigen Waldbereiches, der im Eigentum des Fischereiberechtigten ist.

Tabelle 5: Aufnahmedaten Forststraße „Zubringer Klamm“

Projektname:	<i>Forststraße „Zubringer Klamm“</i>
KG:	75407 - Buchholz
Rohrtyp:	Wellblechrohr – Wellung 68 x 13
Durchmesser:	1000 mm
Rohrlänge:	6000 mm
Absturzhöhe/Beckentiefe:	350 mm / 100 mm
Durchflussmenge:	8 l/sec
Rohrgefälle:	8 ‰
	

Der Seitenbach mündet in unmittelbarer Nähe der Querung in das Hauptgewässer und ist damit ein wertvoller Lebensraum für kleinere Bachforellen. Die Verrohrung wurde mittels eines Wellblechrohres vorgenommen. Die Rohrlänge wurde mit 6 m gewählt und wird damit der in der Literatur oft geforderten Maximallänge von 6 m gerecht.

Im Unterlauf verfügt das Gewässer über einige kleinere Gefällsstufen mit maximalen Absturzhöhen von 0,3 m, die aber wegen der recht tiefen Absprungbecken ohne größere Probleme überwunden werden können. Im Oberlauf setzt sich der Gewässerverlauf direkt angrenzend an den Rohreinlauf über eine Strecke von 20 m mit einer Steigung von 25% fort, um dann wieder in flacheres Gelände zu kommen. Die Sedimentauflage in der Rohrsohle fehlt auch bei diesem Durchlass.

6.2.2.1 Befund

Offensichtliche Baufehler sind sowohl beim Einlauf als auch beim Auslauf des Rohres zu finden. Beim Auslauf trifft der abgelöste Wasserstrahl nicht in das ohnehin mit 10 cm viel zu flache Absprungbecken, sondern direkt auf vorgelagerte Steine und wird damit zerteilt. Beim Einlauf wurde kein Ruhe- oder Retentionsbecken errichtet. Trotz dieser Baufehler wurden vom Fischereiberechtigten Fischwanderungen durchs Rohr gesichtet, die jedoch spätestens beim Rohreinlauf erfolglos endeten. Die durch die geringe Wasserhöhe und hohe Strömungsgeschwindigkeit total erschöpften Fische, finden dort kein Becken zur Erholung vor und lassen sich kraftlos durch das Rohr hinunter treiben.

Aus dem Flussdiagramm von Woolsey (2005) wird ein Wert von 0,5 mit aufwärtsgerichteter Einschränkung im Wanderverhalten abgelesen.

FishXing ermittelte eine Wassertiefe von 3 cm und Fliessgeschwindigkeiten von im Mittel 1,05 m/s. Die Wassertiefen steigen beim Rohrauslauf zwar auf bis zu 10 cm an, trotzdem wurde aber errechnet, dass die Fische auf den unteren 3,87 m sich mit kritischer Geschwindigkeit und darüber mit Sprintgeschwindigkeit fortbewegen müssen. Diese Sprintgeschwindigkeit kann aber nur mehr auf den nächsten 1,21 m aufrechterhalten werden. Es wird dann zusätzlich zum „Tiefen“ – Barrierencode, der Barrierencode „Fisch erschöpft nach dem Sprint“ ausgegeben. Die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Fischpassierung wurde auch hier mit 0% berechnet.

Es kann damit sowohl nach den Vorgaben der Literatur wie auch den Ergebnissen von FishXing davon ausgegangen werden, dass dieser Rohrdurchlass in der Tat nicht von Fischen und Makrozoobenthos durchquert werden kann.

6.2.2.2 Verbesserungsvorschläge


Da es die Geländestrukturen zulassen, würde sich hier die Einbettungsmethode als Ideallösung anbieten. Mit der Einsenkung des Rohres um 20 cm in die Gewässersohle,

müsste ein nächst größeres Wellblechrohr mit einem Durchmesser von 1,2 m verwendet werden. Dieser Durchmesser entspricht auch der ursprünglichen Breite der Gewässersohle. Die Anlage eines Einlaufbeckens wird aber trotzdem empfohlen. Nicht zuletzt auch wegen der üblicherweise notwendigen Funktion eines Retentionsbeckens für die Geschiebeablagerung bei Hochwasserereignissen. Durch diese Gestaltungsvariante würde die natürliche Flusstruktur weitgehend erhalten bleiben und Makrozoobenthos eine Wanderung ermöglicht werden.

6.2.3 Fallbeispiel 3 – Forststraße „Zubringer Scherzer Leiten“

Der Zubringer „Scherzer Leiten“ ist der erste Zubringer der Weganlage „Huberalm Weg“.

Tabelle 6: Aufnahmedaten Forststraße „Zubringer Scherzer Leiten“

Projektname:	<i>Forststraße „Zubringer Scherzer - Leiten“</i>
KG:	75401 - Afritz
Rohrtyp:	Wellblechrohr – Wellung 68 x 13
Durchmesser:	1000 mm
Rohrlänge:	8000 mm
Absturzhöhe/Beckentiefe:	310 mm / 300 mm
Durchflussmenge:	20 l/sec
Rohrgefälle:	7 %
	

Bei Hektometer 1 nach der Abzweigung vom Hauptweg, wird dabei der Scherzbodenbach mittels eines Wellblechrohres überquert.

Der Scherzbodenbach gilt laut Fischereiberechtigtem als gutes Laichhabitat, in dem Wanderbewegungen immer weit bis in den Oberlauf registriert werden. Der Einbau des Rohrdurchlasses gilt daher als kritischer Eingriff in die Fließgewässerstruktur und wurde daher auch auf Wunsch des Fischereiberechtigten genauer untersucht. Die Einlaufsituation konnte nicht genau erhoben werden, waren während der Aufnahme Holzschlägerungsarbeiten im Gange und der Einlauf mit Rundholz überdeckt. Der relativ flache Gewässerverlauf in diesem Bereich, lässt aber keine weiteren großen Beeinträchtigungen erwarten.

6.2.3.1 Befund

Offensichtliche Baufehler sind der ebenfalls nicht direkt ins Abspruncheon abfallende, gelöste Wasserstrahl. Dieser trifft ebenfalls am Abspruncheonrand auf Wurfsteine auf und gelangt dann in zerteilter Form weiter. Die Tiefe des Abspruncheonbeckens liegt mit 0,3 m weit unter den geforderten 0,6 m. Durch die Wellblechstruktur konnte sich im Rohr Sohlsubstrat ablagern. Die geringe Mächtigkeit und vor allem das von Unterweger (2007) geforderte fehlende Kontinuum dieser Ablagerung, lassen einen positiven Effekt einer Strukturschaffung nicht erwarten. Durch den Abfall beim Rohrauslauf, ist eine Wanderung des Makrozoobenthos nicht gegeben.

Aus dem Flussdiagramm von Woolsey (2005) wird ein Wert von 0,75 mit aufwärts uneingeschränktem Wanderverhalten abgelesen.

FishXing wiederum wies schon alleine aufgrund der Tatsache, dass die Abfallhöhe höher als die Abspruncheonbeckentiefe ist, diesen Durchlass als unpassierbar aus. Die Wassertiefe erreichte zwar unmittelbar beim Einlauf eine Höhe von 7 cm, fiel dann aber sofort auf 4,2 cm zurück. Die Fließgeschwindigkeiten lagen im Mittel bei 0,7 m/s. Die Fische müssten zur Bewältigung dieses Durchlasses auf der gesamten Strecke ihre kritische Geschwindigkeit aufbringen. Als Barrierencode wurde wiederum „Tiefe“, also eine zu geringe Tiefe für diese Rohrlänge ausgegeben. Die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Passierung ergab aufgrund der Tiefenbarriere und des zu wenig tiefen Abspruncheonbeckens wiederum 0%.

Dieser Durchlass ist demnach weder für Fische noch für Makrozoobenthos passierbar.

6.2.3.2 Verbesserungsansätze

Aufgrund der noch zu akzeptierenden Abfallhöhe würde sich als Übergangslösung eine Adaptierung des Abspruncheonbeckens hinsichtlich Tiefe und Auftreffen des Wasserstrahls in Kombination mit der Anbringung von Elementen in der Rohrsohle zur Strukturschaffung anbieten. Die Tiefe des Abspruncheonbeckens müsste auf die geforderten 0,6 m erhöht werden.

In Kombination mit einem Schwellstein (Abbildung 30) könnte diese Erhöhung der Tiefe auch den geforderten Einstau ins Rohr bringen.

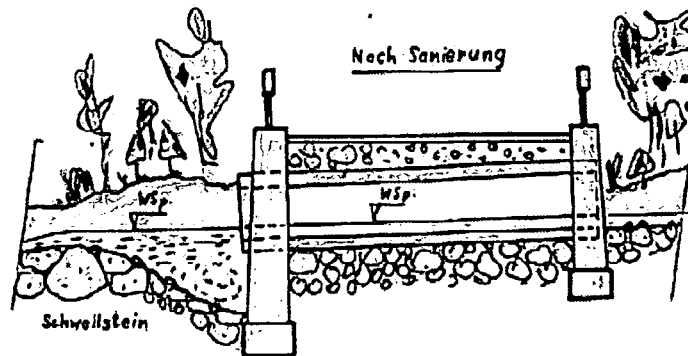


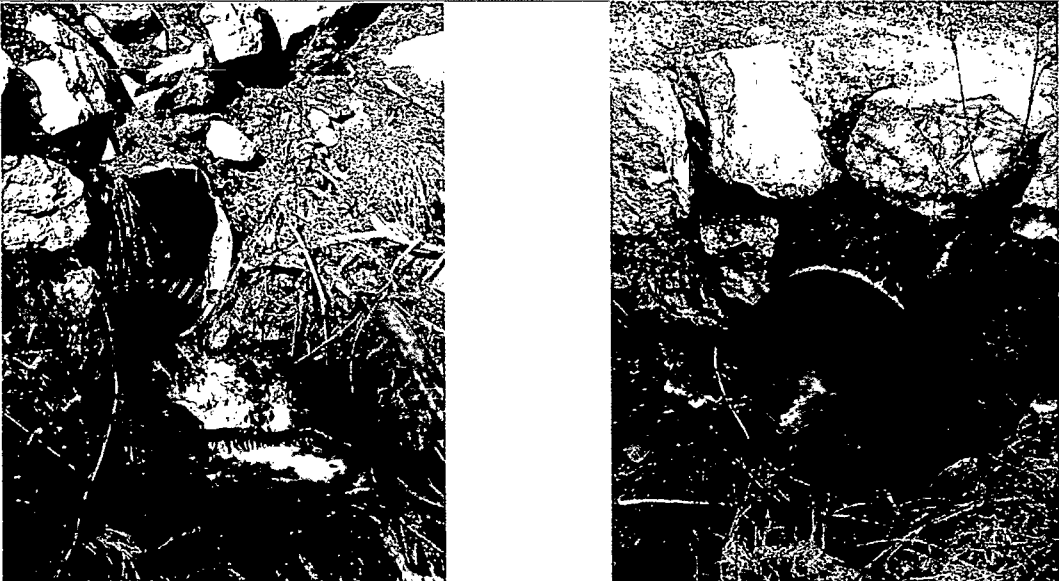
Abbildung 30: Rohrinstau, Schwellstein (Unterweger, 2002)

Durch die Gestaltung der Rohrsohle mit Sohlstabilisierungshilfsmitteln, wie Sohlblechen, würden sich einerseits Ruhezeiten für Forellen ergeben und andererseits dem Makrozoobenthos ein Lebensraum geschaffen werden. Aufgrund des sensiblen Habitates und der Forderung einer Durchgängigkeit auch für das Makrozoobenthos wird in diesem Fall aber ebenfalls die teurere, aber effizientere und wirksamere Einbettungsmethode vorgeschlagen.

6.2.4 Fallbeispiel 4 – Forststraße „Zubringer Steinleiten“

Der Zubringer Steinleiten zweigt ebenfalls vom Hauptweg „Huberalmweg“ ab. Die Querung liegt in diesem Fall rund 100 Höhenmeter über der Querung beim Zubringer „Scherzer Leiten“.

Tabelle 7: Aufnahmedaten Forststraße „Zubringer Steinleiten“

Projektname:	Forststraße „Zubringer Steinleiten“
KG:	75401 - Afritz
Rohrtyp:	Wellblechrohr – Wellung 68 x 13
Durchmesser:	1000 mm
Rohrlänge:	8000 mm
Absturzhöhe/Beckentiefe:	250 mm / 150 mm
Durchflussmenge:	20 l/sec
Rohrgefälle:	4 %
	

Trotz dieser höheren Lage weist der Scherzbodenbach in diesem Fall noch immer gute Eigenschaften für die Laichwanderung der Bachforellen auf. Der Fischereiberechtigte konnte auch in diesem Bereich, wenngleich er doch an der oberen Grenze des Lebensraumes der Bachforellen angesiedelt ist, immer noch Bachforellenpopulationen und diese speziell während der Laichzeit bestätigen. Beim Rohrdurchlass selbst handelt es sich um das, hinsichtlich Material und Abmessungen, gleiche Rohrmaterial wie beim Fallbeispiel Nr. 3. In

diesem Fall wurde das Rohr aber mit 4% noch flacher verlegt. Dies führte, wie auf Abbildung 31 ersichtlich, zu einer noch massiveren Substratablagerung. Die Ablagerungen, bei denen 2 natürliche Gefällsstufen ausgebildet wurden, resultieren aber nicht nur aus den guten Eigenschaften des Wellblechrohres durch die hohe Rauigkeit der Oberfläche, sondern wurde dieser Prozess durch verkeilte Schwemmhölzer begünstigt.

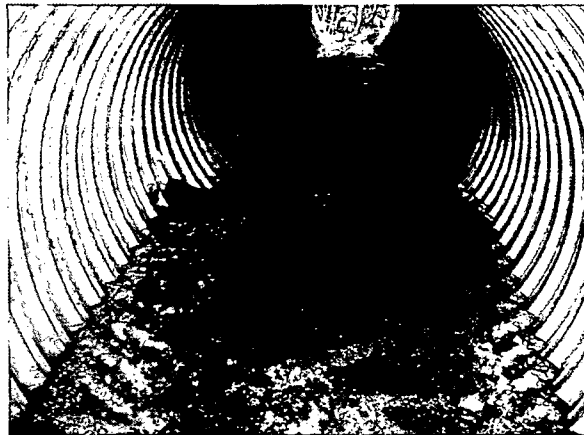


Abbildung 31: Substratablagerungen

Problem bei der Anlage dieser Gewässerquerung ist der unmittelbare Bereich unterhalb des Rohrdurchlasses. Bei der Querung des Grabens wurde durch die notwendige Anlage einer Natursteinmauer das Niveau des Bachbettes gehoben. Dieses Gefälle mit seinen doch beträchtlichen Abstürzen, stellt nun für die Fische ein unüberwindbares Hindernis dar.

6.2.4.1 Befund

Der Rohrdurchlass an sich, kann bis auf die relativ geringe Abfallhöhe und die geringe Beckentiefe als durchaus fischpassierbar angesehen werden. Dies auch nicht zuletzt wegen der Bildung der Beckenstrukturen, die das ansonsten erhebliche Problem der relativ geringen Wasserhöhe entschärfen. Durch die Anhebung der Fließgewässersohle im Bereich unter dem Rohrauslauf, wird dieses künstlich geschaffene Hindernis allerdings unpassierbar. Es gibt zwar ausreichend tiefe Absprunghöhen bei den einzelnen Gefällsstufen, nur sind die Absturzhöhen bis zu 1 m für Bachforellen nicht zu überwinden. Die Substratschicht in der Rohrsohle ist zwar größtenteils vorhanden, nur stellt sie kein gefordertes Kontinuum dar und ist damit die Passierbarkeit für Makrozoobenthos nicht gegeben.

Laut Flussdiagramm von Woolsey (2005), wurde für diesen Durchlass ebenfalls ein Wert von 0,75 mit aufwärts uneingeschränktem Wanderverhalten abgelesen.

Mit FishXing ist die Erfassung dieser Beckenstrukturen nicht möglich. Es lassen sich zwar für die jeweiligen Rohrabschnitte unterschiedliche Wassertiefen und Rauigkeiten eingeben,

aber nicht die Charakteristik einer Beckenstruktur. Daher wurde die Annahme verwendet, dass es sich um einen eingebetteten Durchlass handelt. Die Rauigkeit wurde entsprechend dem vorgefundenen Substratmaterial im jeweiligen Rohrabschnitt festgelegt. Durch die geringe Wassermenge und dem fehlenden Wissen des Programms über die vorhandenen Beckenstrukturen, wurde dieser Durchlass ebenfalls als unpassierbar ausgewertet. Es wurden zwar sehr geringe Fließgeschwindigkeiten von 0,3 m/s ermittelt, diese stellen aber bei Wassertiefen von im Schnitt 4 cm ein unbedeutendes Faktum dar.

6.2.4.2 Verbesserungsvorschläge

Die vorgefundenen Beckenstrukturen, die aus massiven Substratablagerungen resultieren, sind sehr nützlich. Dieser Umstand ist aber durch die Verklausung von Schwemmgut eingetreten und kann daher nur als temporär angesehen werden. Zur Sicherung dieser Strukturen wird das Einbringen von Sohlblechen oder Gurten empfohlen.

Diese Maßnahmen erhalten ihre Sinnhaftigkeit aber erst, wenn die massiven Abstürze im unmittelbaren Gewässerunterlauf fischpassierbar gemacht werden. Der Fischereiberechtigte denkt in diesem Fall an die Anlage einer Fischwanderhilfe aus Natursteinen. Dabei ist bei der Errichtung in dieser Zone des Rhithrals (Forellen – Gebirgsbachzone) auf die maximale Gefällshöhe zwischen den Becken von 15 cm zu achten. Das Wichtige bei der Anlage der Becken ist, dass die Fließgeschwindigkeit nicht zu hoch ist und den Fischen ausreichend Ruhezeiten zur Verfügung stehen. Die Größe der einzelnen Becken richtet sich dabei nach der Fischgröße. Die Becken sollen immer mindestens 3-mal die Länge der vorkommenden Fischart aufweisen. Bei der Anlage solcher Becken sollte nicht auf eine durchgehende Substratschicht vergessen werden.

Eine mögliche Gestaltung solch eines Aufstieges kann wie in Abbildung 32 ersichtlich, auch mit vorgefertigten Betonelementen erfolgen.




Abbildung 32: Fischaufstieg bei Rohreinlauf (FishXing, 2007)

Dabei sorgen die Betonfertigteile für die Ausbildung von kleineren Becken, die durch moderate Abfallhöhen gekennzeichnet sind und damit den Fischen eine Passierbarkeit ermöglichen.

6.2.5 Fallbeispiel 5 – Forststraße „Marhofer“

Die Forststraße Marhofer überquert unmittelbar nach ihrem Beginn den gleichnamigen Marhoferbach mittels eines Beton - Rohrdurchlasses.

Tabelle 8 : Aufnahmedaten Forstraße „Marhofer“

Projektname:	<i>Forststraße „Marhofer“</i>
KG:	75458 - Winklern
Rohrtyp:	Beton - Schwerlastrohr
Durchmesser:	1000 mm
Rohrlänge:	9000 mm
Absturzhöhe/Beckentiefe:	Einstau/ 350 mm
Durchflussmenge:	10 l/sec
Rohrgefälle:	9 %
	

Die Weganlage wurde schon vor vielen Jahren für den LKW-Verkehr ausgebaut. Zur damaligen Zeit war es mangels anderer verfügbarer Materialien üblich, Betonschwerlastrohre im Forststraßenbau zu verbauen. Diese doch recht aufwendige Verbaungsweise mit der notwendigen Anlage eines kompakten Unterbaues und des durch die einzelnen kurzen Rohrstücke von 1 m doch recht aufwendigen Einbaues, ließ aber in diesem Fall durch die hohe Stabilität der Rohre eine geringe Überschüttungshöhe zu.

Der Marhoferbach, der 4 Hektometer nach der Gerinnequerung in den Treffner Bach einmündet, wird aufgrund seiner natürlichen Strukturen gerne von Fischen zur Laichwanderung angenommen und vor allem als Lebensraum für Jungfische vom Fischereiberechtigten geschätzt. Durch das recht flache Gefälle im direkt angrenzenden Unterlauf von 5% findet dort eine Anlandung von ausreichend Sohlsubstrat statt. Dies bewirkt den Einstau des Rohres auf den ersten 3 Rohrsegmenten. Beim Rohreinlauf beginnt der Marhoferbach recht stark, aber wiederum sehr strukturreich, in einigen Gefällsstufen mit maximalen Absturzhöhen von 40 cm und einem Maximalgefälle von 30% zu steigen, um sich dann nach 50 m wieder zu verflachen.

6.2.5.1 Befund

Dieser Rohrdurchlass wird zunächst durch das Fehlen eines Absturzes als positiv angesehen. Der Einstau auf einer Länge von knapp 3 m mit einer maximalen Tiefe von 20 cm erweist sich für das Fischwanderverhalten als sehr positiv. Durch das relativ steile Verlegegefälle und der großen Rohrlänge, kommt es aber ab dem Einstaubereich zu schlechten Verhältnissen für das Fischwanderverhalten. Durch die glatte Rohrsohle und die geringe Wassertiefe von nur knapp 4 cm kommt es zu sehr hohen Fließgeschwindigkeiten. Das starke Rohrgefälle und die glatte Innensohle machen die Anlandung von Sohlsubstrat unmöglich. Das Fehlen eines Ruhebeckens beim Rohreinlauf erscheint nach der möglichen Passierung dieses Durchlasses als unbedingt notwendig.

Im Fließdiagramm von Woolsey (2005), indem nur die Absturzhöhe das entscheidende Kriterium ist, wird dieser Durchlass mit 0,75 bewertet und mit einem uneingeschränkt möglichen Aufwärtswanderpotential angesehen.

FishXing wies für diesen Durchlass die erwarteten hohen Fließgeschwindigkeiten aus. Diese waren im Einstaubereich noch sehr moderat und stiegen in der Folge aufgrund des starken Gefälles und der glatten Rohrinneensohle im Einlaufbereich auf Spitzen von 1,75 m/s und damit über die Maximalgeschwindigkeit von 1,5 m/s an. Dies gepaart mit einer geringen Wassertiefe von knapp 3 cm, ließen FishXing diesen Durchlass auch als unpassierbar erscheinen. Die möglichen erfolgreichen Fischpassiersversuche wurden mit 0% ausgewiesen.

6.2.5.2 Verbesserungsvorschläge

Durch die geringen Wassermengen und der fehlenden Substratschicht im Rohrdurchlass, erscheint als vorübergehendes Mittel der Strukturschaffung der Einbau von Fischborsten als geeignet. Diese lassen sich einfach in den Betonrohren mittels Betonankerschrauben befestigen. Die Borsten fördern durch ihre Funktion der Energieumwandlung, die Schaffung von Zonen mit langsamer Fließgeschwindigkeit und damit Ruhezonen für Fische während ihrer Wanderung. Durch die Anlandung von Sohlssubstrat können sich auch kleinere Becken bzw. eine Niedrigwasserrinne ausbilden. Damit wird auch der Forderung einer durchgehenden Substratschicht für die Wanderungen des Makrozoobenthos nachgekommen.

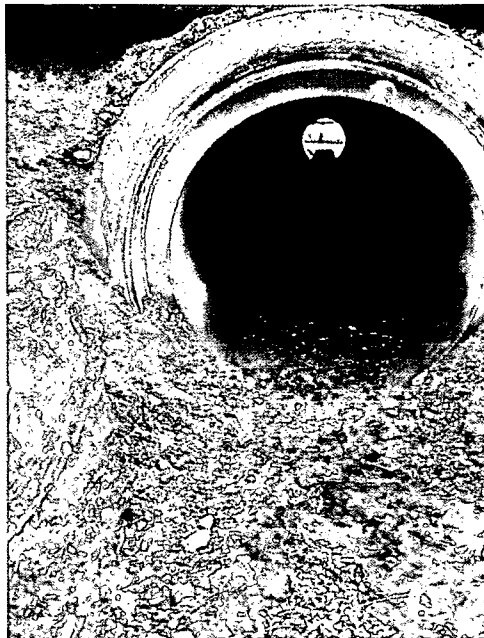


Abbildung 33: Fischborsten in Betonrohr (S&W.Umweltechnik, 2007)

Nachdem solche Hilfsmittel aber nur als temporäre Einrichtungen gelten, wird auch in diesem Fall die Errichtung eines Rohrdurchlass mittels der Einbettungsmethode empfohlen. Durch die vorgegebene geringe Überschüttung in diesem Bereich, wird bei einem Rohrwechsel die Verwendung eines Massivstahlrohres empfohlen. Diese Rohre stellen bei geringen Überschüttungshöhen und hohen Belastungen, wie in diesem Fall dem Rundholztransport, die beste Lösung dar (Granig, 2007).

6.2.6 Ergebnisse Fallstudien

Die in den Fallstudien aufgenommenen Rohrdurchlässe und deren Analyse zeigten ein sehr einheitliches Bild. Keiner der bestehenden Rohrdurchlässe erfüllte in vollem Umfang die Anforderungen für die erfolgreiche Passierung von Fischlebewesen und anderen Gewässerorganismen. Handlungsbedarf ist somit gegeben! Besonders für die Gewässerorganismen stellt sich durch die Abstürze und fehlender Substratauflagen in der Rohrsohle eine Wanderung als unmöglich heraus. Die hohen Fließgeschwindigkeiten und geringen Wassertiefen setzen auch den Bachforellen stark zu. Definitive Aussagen über die erfolgreiche Passierung von Fischlebewesen lassen sich nicht treffen, stellt doch jeder Durchlass eine eigene spezifische Situation zum gegebenen Zeitpunkt dar. Bei sich ändernden Verhältnissen wie schwankenden Wasserständen, Eintragung von Geschiebe, Anlandung von Geschiebe beim Rohrauslauf, Änderung der Ein- und Auslaufsituation nach Starkregenereignissen u.s.w. kann sich die Ausgangssituation schlagartig ändern und damit die Faktoren für eine erfolgreiche Passierung. Generell stellen die untersuchten Fallbeispiele eine Momentaufnahme dar und sind daher auch nicht allgemein zu sehen. Speziell der zum Zeitpunkt der Aufnahme geringe Wasserstand hat einen großen Einfluss auf das erfolgreiche Wanderverhalten und damit können sich die Umstände für eine erfolgreiche Passierung schlagartig ändern.

Wesentliche Forderung bei den erhobenen Gerinnequerungen ist die Wiederherstellung einer durchgehenden natürlichen Flusssohle und das Vermeiden von Abstürzen. Diese Forderungen lassen sich in den gegebenen Fällen bei vorherrschendem, moderatem Fließgewässergefälle am einfachsten mit der Einbettungsmethode, entsprechend den Meinungen und Vorschriften in der Literatur, umsetzen. Andere beschriebene Verfahren, wie die Anbringung von Fischborsten oder Sohlgurten, stellen nur eine momentane Verbesserung der Situation dar und sind nur als Adaptierungsmaßnahmen bei bereits bestehenden Durchlässen zu sehen. Bei der Neuanlage von Gerinnequerungen sind diese Hilfsmittel als nicht geeignet zu beurteilen.

Das Simulationsprogramm FisHXing stellt ein praktikables Instrument zur Hilfe bei der Planung von Gerinnequerungen im Forststraßenbau mit Rohrdurchlässen dar. Die Anwendung auf die in Österreich herrschenden Verhältnisse, wird noch aus ökologischer Sicht zu prüfen sein. Auch ist zu bedenken, dass sich mit diesem Programm nur die Passierung von Fischen simulieren und beurteilen lässt. Aussagen über das Makrozoobenthos und dessen Wanderverhalten lassen sich damit nicht treffen.

6.3 *Empfehlungskatalog*

Für die zukünftige Gestaltung von Gerinnequerungen wurde ein Empfehlungskatalog erarbeitet. Dieser soll Planern und Behörden als Grundlage bei der Gestaltung von Rohrdurchlässen, zur Erreichung der Vorgaben der EU-WRRL, dienen. Grundlage bei der Erstellung dieses Empfehlungskataloges war einerseits die umfangreiche Literatur und andererseits die Erkenntnisse aus der Expertenbefragung.

Planungsbehelf Gerinnequerungen im Forststraßenbau

Vorschläge zur Gestaltung von Gerinnequerungen im Forststraßenbau mittels Rohrdurchlässen um den Anforderungen der EU - Wasserrahmenrichtlinie gerecht zu werden.

I. Einleitung

Überall im Gewässer findet ein ständiger aufwärts- und abwärtsgerichteter Austausch von Organismen statt. Viele Fischarten suchen zum Laichen, Überwintern oder zur Nahrungsaufnahme jeweils verschiedene Orte (oft Seitenbäche) im Gewässersystem auf. Durchgängigkeitsstörungen durch Verrohrungen im Forststraßenbau haben daher einen massiven Einfluss auf die Ausbreitung von Wasserorganismen im Fließgewässerverlauf.

Durch die Übernahme der EU-WRRL in das Österreichische Wasserrecht wurden entsprechende Grundlagen zum Gewässerschutz geschaffen. So sieht z.B. §30(3) WRG i.d.g.F. die Erhaltung der natürlichen Beschaffenheit des Gewässers und der für die ökologische Funktionsfähigkeit maßgeblichen Uferbereiche vor. Auch §105(1) WRG i.d.g.F. schreibt das öffentliche Interesse an der Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer vor. Kernpunkt in diesem Kontext ist der Artikel 4(1) der WRRL(RL2000/60/EG), der von einem Verschlechterungsverbot des Gewässerzustandes spricht und vorschreibt, dass alle Gewässer dem guten Zustand gemäß EU-WRRL entsprechen müssen (Unterweger, 2002)

Kriterien für den guten ökologischen Zustand sind dabei die Einhaltung des Fließgewässerkontinuums für die unbehinderte Wanderung von Fließgewässerorganismen im Zuge ihres artspezifischen Wanderverhaltens und die Minimierung des Eingriffes in den ökologischen Zustand des Gewässers. Rohrdurchlässe stehen der Forderung eines durchgehenden Fließgewässerkontinuums ausnahmslos entgegen und stellen einen Eingriff dar. Durch bestimmte Einbaumethoden und Hilfsmittel, lassen sich aber die Auswirkungen auf die ökologischen Anforderungen gering halten.

Dieser Empfehlungskatalog soll zukünftig Planern und Behördenvertretern als Grundlage bei der Gestaltung von Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen im Forststraßenbau dienen. Der Schwerpunkt wird dabei auf die Erreichung des guten ökologischen Zustandes gemäß Vorgaben der EU-WRRL gerichtet.

II. Allgemeine Anforderungen zur Passierbarkeit

Bachforelle

- maximale Fließgeschwindigkeit von 1,5 m/s
- Absturzhöhe maximal 0,5 m
- Absprungbeckentiefe mindestens 0,6 m
- gebündelter und nicht abgelöster Wasserstrahl, der direkt ins Absprungbecken geht
- Mindestwassertiefe in Rohrsohle von 7 cm
- wenn möglich Substratauflage in Rohrsohle - Ruhezone

Koppe, Elritze

- maximale Strömungsgeschwindigkeit 0,5 m/s
- maximale Abfallhöhe 0,2 m
- durchgehende natürliche Substratschicht mit 20 cm Mächtigkeit

Makrozoobenthos

- durchgehende natürliche Substratschicht mit mindestens 20 cm Mächtigkeit
- keine Abstürze

Es sollte generell immer eine Orientierung an der schwächsten Art, also dem Makrozoobenthos erfolgen. Daher ist bei der Gestaltung eines Rohrdurchlasses eine durchgehende Substratschicht als Standard anzusehen.

III. Vorschriften zur Verlegung

a. Verwendung von Maul- und Bogenprofilen

Bei größeren Gewässerbreiten (ab 2,5 m) sollte mit dieser Art der Rohre gearbeitet werden. Dabei werden bei den Bogenprofilen links- und rechtsufrig Streifenfundamente errichtet und auf diesen dann das Bogenprofil aufgesetzt. Die Fundamente stellen dabei keinen Eingriff ins Gewässersystem dar. Spannweiten bis an die 10 m lassen sich mit diesem Bautyp realisieren. Der große Vorteil dieser Variante liegt in der Erhaltung der natürlichen Flusssohle. Es erfolgt dabei nur ein geringer baulicher Eingriff in den natürlichen Gewässerlauf und der Urzustand des Habitates bleibt erhalten. Ist aus Kosten- oder Zeitgründen die Errichtung eines Bogenprofils nicht möglich, wird der Einbau eines Maulprofils oder eines Kreisquerschnittes empfohlen.

Maulprofil

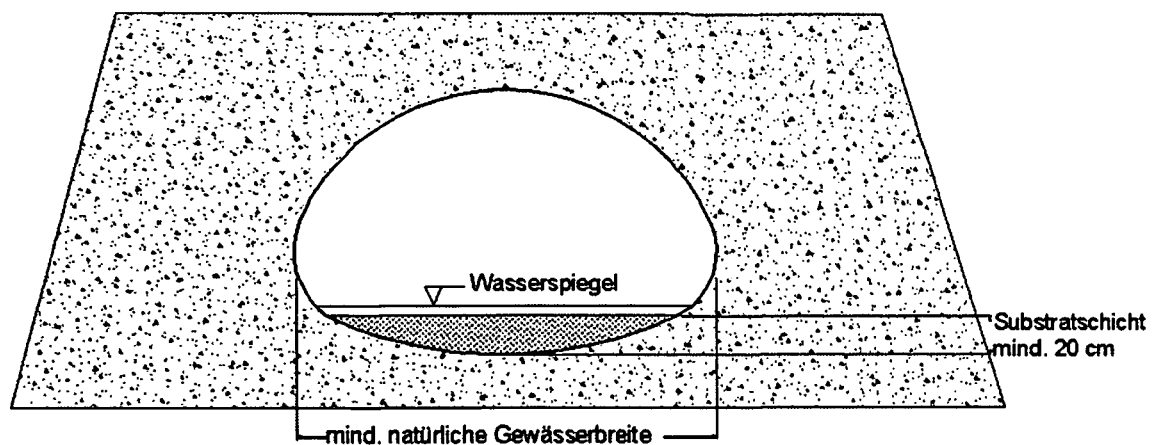
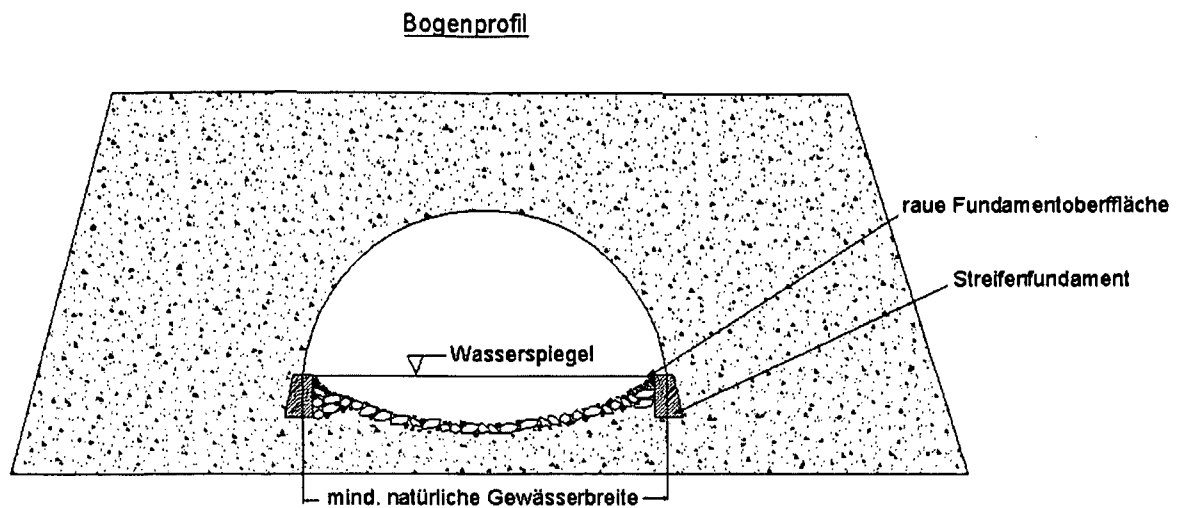


Abbildung 1: Maulprofil



b. Einbettungsmethode

Dabei wird ein genügend großer Rohrquerschnitt, der den Flussquerschnitt umfasst, ausgewählt und dieser dann unter das bestehende Sohlbettniveau verlegt. Anschließend wird die Rohrsohle mit natürlichem Flusssubstrat bedeckt.

Diese Art der Verlegung ist unter folgenden Umständen vorzuschreiben:

- Gerinnegefällen unter 6% bzw. bis max. 6%
- Flussbettbreiten von unter 2,5 m
- der Möglichkeit einer Absenkung des Rohrdurchlasses unter die Flusssohle um natürlicher Erosion am Rohrmaterial vorzubeugen.

Einbettungsmethode

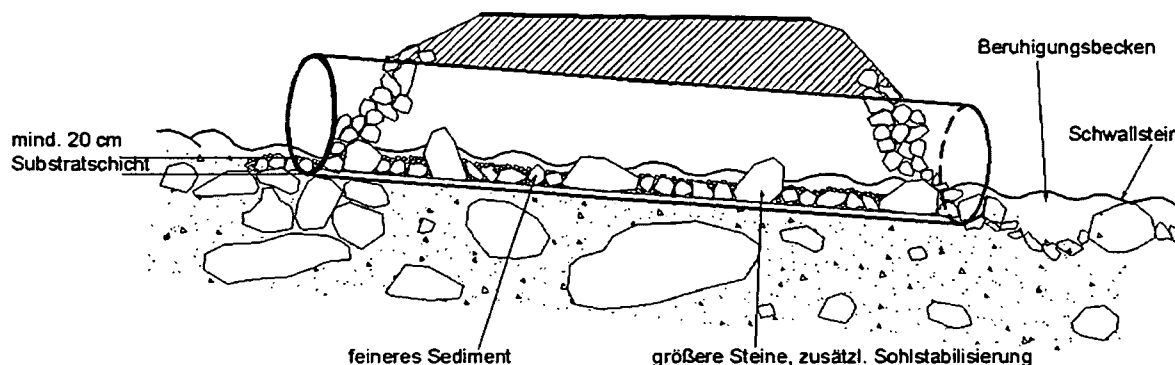


Abbildung 3: Einbettungsmethode

Kriterien:

- Rohrdurchmesser 1 - 2 Stufen größer wählen
- Absenken der Rohrsohle mindestens 20 cm unter die ursprüngliche Flusssohle
- Wiederherstellung des natürlichen Sohlsubstrates

Bei richtiger Anlage stellt diese Methode eine sehr gute Möglichkeit für die Erreichung einer durchgehenden Substratschicht dar.

c. Gestaltung des Auslaufes

Grundsätzlich sollte jeder Absturz beim Auslauf vermieden werden. In steileren Geländelagen oder wenn ein felsiger Untergrund ansteht und damit das Rohr nicht in die Gewässersohle hinein versenkt werden kann, ist ein Absturz trotzdem nicht zu vermeiden. Fischökologen fordern in solchen Situationen eine Entschärfung dieses Absturzes durch die Errichtung einer Rampe um das Kontinuum des Sohlsubstrates und die Durchgängigkeit für Gewässerorganismen aufrecht zu erhalten. Diese Rampe sollte mit Natursteinen angelegt werden und dabei Beckenformen mit Mindestlängen von der 3-fach erwarteten maximalen Fischlänge und Maximalabstürzen von 20 cm zwischen den einzelnen Beckensegmenten errichtet werden. Der Wasserstrahl sollte durch einen Schlitz in konzentrierter Form von Becken zu Becken gelangen. Damit ist auch die Durchgängigkeit des Sohlsubstrates gewährleistet.

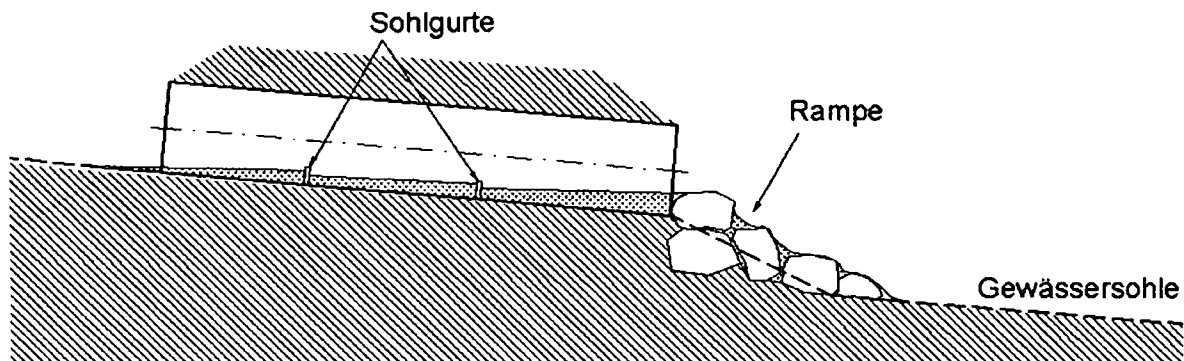


Abbildung 4: Auslaufgestaltung mit Rampe

Damit das Kontinuum der Sohlsubstratschicht in der Rohrsohle aufrechterhalten werden kann, wird der zusätzliche Einbau von Sohlgurten mit einer Höhe von je 20 cm empfohlen. Speziell in der Problemzone des Rohreinlaufes gilt es damit die Substratschicht aufrecht zu erhalten.

Bei der Auslaufgestaltung ist es wichtig, dass nicht Steine mit ihrer Flachseite in den Auslaufbereich gesetzt werden. Dabei wird der Wasserstrom zerteilt und verliert an Mächtigkeit. Die Steine sollen wie in der Abbildung 5 ersichtlich, stehend eingebaut werden. Damit erhöht sich einerseits ihre Stabilität und andererseits kann sich durch den Schlitzeffekt zwischen den Steinen, ein gebündelter Wasserstrahl ausbilden, der den Lebewesen die Wanderung erleichtert.

Gestaltung Auslauf

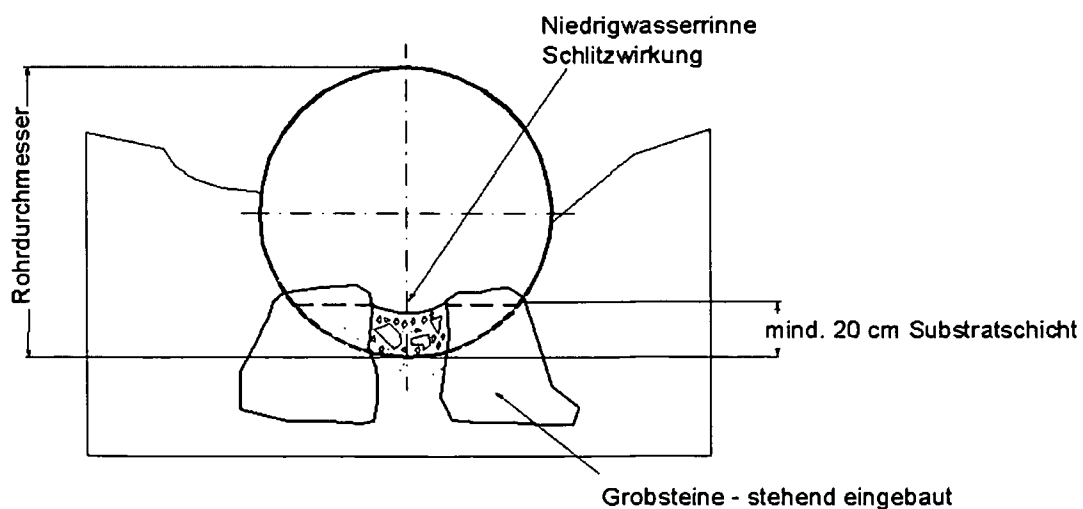


Abbildung 5: Auslaufgestaltung nach Unterweger (2007)

IV. Alternative Hilfsmittel

Um bei Gerinnequerungen mit Rohrdurchlässen, bei denen eine Gestaltung mit keiner der o.g. Methoden möglich ist, trotzdem noch ansprechend gute Verhältnisse für die Organismenwanderung zu schaffen, bietet sich die Gestaltung der Rohrsohle mit folgenden Hilfsmitteln an:

Fischborsten



Sohlgurte, Sohlbleche



Sonderkonstruktionen:

Eisenkörbe, Kunststeine...



Abbildung 6: Einbringen von Kunststeinen

Diese Hilfsmittel stellen aber nur eine temporäre Verbesserung der Situation dar und sollen als Hilfsmittel bei der Nachbesserung von bestehenden Rohrdurchlässen gesehen werden. Bei der Neuanlage sollte immer die Erhaltung der natürlichen Flusssohle im Vordergrund stehen. Dafür stellen Bogenprofile oder Maul- bzw. ausreichend große Kreisquerschnitte in Verbindung mit der Einbettungsmethode den besten Ansatz dar.

V. Konkrete Empfehlungen für Bescheidauflagen

Rohrmaterial

- Verwendung von ausreichend großen Wellblechrohren. Begünstigen durch Wellenstruktur die Substratablagerung und senken Fliessgeschwindigkeit
- bei kritischen Habitaten Einbau von Bogenprofilen auf Streifenfundamenten. Gewässersohle bleibt so erhalten
- Mindestdurchmesser von 1 m
- Verhältnis von Rohrdurchmesser bzw. lichter Weite zu Rohrlänge - mind. 1:5
- Rohrlänge so kurz als möglich
- Rohrdimension bzw. Profilquerschnitt vorgeben - Durchmesser bzw. Spannweite müssen mindestens der Gewässerbreite entsprechen

Einbau

- Festlegung des Gefälles, möglichst gering - max. 6 %
 - Vorschreibung der Einbauvariante - Einbettungsmethode wird empfohlen
 - Gestaltung der Substratschicht in Rohrsohle
 - Vorschreibung der Bauzeit - nicht in der Zeit der Laichwanderung
 - Vorschreibung von zu schaffenden Strukturen - Einbringen von unterschiedlichem Substrat und Ausgestaltung einer Niedrigwasserrinne
 - Vermeidung von Abstürzen und wenn dann Vorschreibung der Errichtung einer Rampe
 - Errichtung einer Kalksicherung mit Sohlstabilisierung beim Rohrauslauf
 - bei Bogenprofilen Vorschreibung der Gestaltung der Fundamente. Diese sollten möglichst rau sein und keinen Einschnitt im ursprünglichen Gewässerquerschnitt darstellen
-

7. Zusammenfassung

Überall im Gewässer finden auf- und abwärts gerichtete Wanderungen statt. Die EU-WRRL, die 2003 ins nationale Wasserrecht überführt wurde, stellt erstmalig strenge Kriterien an die Fließgewässer. Es wird nicht nur die Wasserqualität betrachtet, sondern auch der Lebensraum im Wasser. Hier spielt als hydromorphologisches Qualitätskriterium das ökologische oder auch longitudinale Fließgewässerkontinuum eine wichtige Rolle. Dabei hat die uneingeschränkte Durchgängigkeit an Fließgewässern eine herausragende Bedeutung für die Erhaltung und Wiederherstellung von natürlichen Verhältnissen mit artenreichen und gewässertypischen Lebensgemeinschaften. Rohrdurchlässe stehen dieser gesetzlichen Forderung aus hydrobiologischer Sicht fast ausnahmslos entgegen.

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist eine Untersuchung von Rohrdurchlässen im Forststraßenbau auf deren ökologische Auswirkungen hinsichtlich der Passierbarkeit für Fische und Gewässerorganismen.

Es wurden anhand der Ergebnisse der Literaturstudie und der Verwendung eines Simulationsprogramms für die Fischpassierbarkeit von Rohrdurchlässen, 5 bestehende Rohrdurchlässe bei Forststraßen untersucht. Alle Rohrdurchlässen erfüllten weder die Anforderungen der Vorgaben aus der Literatur, noch wurden sie vom Simulationsprogramm als fischpassierbar ausgewiesen. Die wesentlichen Probleme lagen in den teils sehr hohen Abstürzen beim Rohrauslauf und den geringen Wasserhöhen gepaart mit hohen Fließgeschwindigkeiten. Dies auch wegen einer größtenteils fehlenden Substratschicht in der Rohrsohle. Damit liegen gravierende Strukturdefizite vor, die einerseits den Fischen eine Passierung nur in den seltensten Fällen ermöglichen und zudem als noch viel wichtigeren Grund, dem Makrozoobenthos der Lebensraum im Sohlsubstrat genommen wird. Die Orientierung hat immer an der schwächsten Art (Makrozoobenthos) zu erfolgen, damit den Forderungen eines *guten Zustandes* gemäß Vorgaben der EU-WRRL entsprochen wird. Als wesentliche Forderung tritt daher die Schaffung einer durchgehenden Substratschicht zu Tage. Dies wird am einfachsten durch die Verwendung von Bogenprofilen oder bei Kreisquerschnitten durch die Einbettungsmethode erzielt. Dabei wird die Rohrsohle mind. 20 cm unter die Gewässersohle versetzt und somit die Grundlage für eine natürliche Gewässersohle geschaffen. Als Hauptforderung wird die Beibehaltung des natürlichen Urzustandes erhoben. Die Ergebnisse wurden in einem Empfehlungskatalog zusammengefasst. Dieser soll zukünftig Behörden und Planern bei der Gestaltung und Bewilligung von Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen im Forststraßenbau dienen. Der Empfehlungskatalog gliedert sich dabei in die allgemeinen Kriterien der einzelnen Arten und in konkrete Vorschläge für die Gestaltung von Rohrdurchlässen im Forststraßenbau bzw. für Bescheidaufgaben.

Bei der Gestaltung von Rohrdurchlässen gilt daher immer, den natürlichen Zustand eines Fließgewässers zu erhalten bzw. diesen so gut als möglich wiederherzustellen. Der Herstellung einer durchgehenden Substratschicht in der Rohrsohle sollte das Hauptaugenmerk gelten. Mit Bogenprofilen auf Streifenfundamenten lassen sich diese Forderungen am einfachsten erfüllen. Maulprofile und Kreisquerschnitte, die nach den Vorgaben der Einbettungsmethode verbaut werden, stellen eine praktikable und funktionelle Alternative dar.

8. Quellenverzeichnis

8.1 *Literaturverzeichnis und Websites*

- AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG, (2006): Leitfaden zur ökologisch verträglichen Umsetzung von Instandhaltungs- und Pflegemaßnahmen an Gewässern. 2. Auflage Oktober 2006 im Auftrag vom Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft. Bregenz. 45 S. Elektronisches Dokument: <http://www.vorarlberg.at>
- AQUARIUS; (2000): Beurteilungshilfe zur Klassierung von Fließgewässern als Nichtfischgewässer nach Art. 32 Bst. bGSchG. Amt für Umweltschutz, Amt für Fischerei, St.Gallen.
- BATES, K. (2003): Design of Road Culverts for Fish-Passage. Informationsbroschüre im Auftrag des Washington Department of Fish and Wildlife. 111 S. Elektronisches Dokument: <http://wdfw.wa.gov>
- B.C. Ministry of Forests, (2002): Fish-stream crossing guidebook. Forest practices Code of British Columbia. B.C. Ministry of Forests. Victoria. 74 S. Elektronisches Dokument: <http://www.publications.gov.bc.ca>
- BLESS, R. (1985): Zur Regeneration von Bächen in der Agrarlandschaft. – SchrR. Landschaftspflege und Naturschutz. Heft 26. 79 S.
- BODDENBERG, J. (2003): Waldbehandlung an Gewässern. Berichte aus der bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. LWF-Bericht Nr.40 – Hochwasserschutz im Wald. 48 – 54 S. Elektronisches Dokument: <http://www.lwf.bayern.de>
- CROFT, D. (2004): Fish Pass Ladder Design. Croft Consultants Crima. Informationsbroschüre. 10 S. Elektronisches Dokument: <http://www.herian.org>

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.), (1996): Wasserwesen; Begriffe; Normen. Taschenbuch. Berlin 1996. 424 S.

FRIEDRICHS, J. (1980): Methoden empirischer Sozialforschung, Westdeutscher Verlag, Band 28, 14.Auflage. Opladen. 429 S.

GLÄSER, L.; LAUDEL, G. (2004): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden. 1.Auflage. 340 S.

GRANIG, O. (2007): Möglichkeiten der Querentwässerung im Forststraßenbau. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, in Ausarbeitung. Auszug aus Diplomarbeit, Datenblätter Querentwässerung. 20 S.

HABERL, R. (2006): Studienblätter zur Lehrveranstaltung „Technologien und Infrastruktur im Siedlungswasserbau, Industrierwasserschutz und Gewässerschutz. Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz., Universität für Bodenkultur, Wien. Kapitel 1.1-1.2. Elektronisches Dokument: <http://www.boku.ac.at>

HASSINGER, R. (2006): Borstenelemente als Strömungsbremse in Durchlässen. Tagungsunterlagen zu „Ökologische Durchgängigkeit von Hochwasserrückhaltebecken“ an der Universität Freiburg, 2006. 18 – 20 S. Elektronisches Dokument: <http://www.landespflege-freiburg.de>

HINTERMANN, M. (2007): Borstenfischpass als neuartige Fischaufstiegshilfe. Hydro-Solar Energie AG, Niederdorf. 33 S. Elektronisches Dokument: <http://www.inside-admin.ch>

HOLUB M. (2003): Migrationsfördernde Bauweisen und Fischaufstiegshilfen der österreichischen Wildbach- und Lawinenverbauung in rithralen Gewässern. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien. 248 S.

- HÜTTE, M. (2000): Ökologie und Wasserbau: ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin. 280 S.
- JÄGER, P. (2005): Planungsbehelf Fischaufstiegshilfen, Rahmenbedingungen für Fischaufstiegshilfen aus Sicht des Gewässerschutzes. Amt der Salzburger Landesregierung. Abteilung 13, Gewässerschutz. Salzburg. 7 S. Elektronisches Dokument: <http://www.salzburg.gv.at>
- JONES, T. (2001): Bewährte Praktiken bei der integrierten Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten. Die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: ein Leitfaden für die Praxis. Broschüre im Auftrag von WWF-World Wide Fund For Nature. Elektronisches Dokument: <http://www.panda.org>
- JUNGWIRTH, M.; HAIDVOGEL, G.; MOOG, O.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas Verlags-Buchhandels AG, Wien. 547 S.
- LEBENSMINISTERIUM, (2005): Der Waldfachplan. Ein flexibles Planungsinstrument auf betrieblicher und regionaler Ebene. Themenbereich „Wald und Wasser“. Auflage 2. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. 24-25.
- LEBENSMINISTERIUM, (2006): Grüner Bericht 2006. Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 320 S.
- LFU – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern, Leitfaden Teil 1 – Grundlagen – Oberirdisches Gewässer, Gewässerökologie 95, 52 S.
- MÜHLMANN, H. (2005): Handbuch für die Erhebung des hydromorphologischen Ist-Bestandes der Gewässer mit Einzugsgebieten zwischen 10 – 100 km² (2005).

Institut für Wassergüte, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Wien. 52 S.
Elektronisches Dokument: <http://gpool.lfrz.at>

ÖHLINGER C.; PETZ-GLECHNER R.: Fischwanderhilfen, Intelligent Energy Europe
– O.Ö. Energie Verband, Positionspapier zum EU-Projekt „RES-e Regions-
boosting green electricity in 11 European regions“. Linz. 10 S. Elektronisches
Dokument: <http://www.energiesparverband.at>

PETER, A. (1986): Abgrenzung zwischen Fisch- und Nichtfischgewässern.
Schriftenreihe Fischerei Nr.45. Herausgegeben vom Bundesamt für
Umweltschutz Bern.

PODRAZA, P. (2003): Ausweisung von „Heavily modified water bodies“.
Informationsblatt – Universität Duisburg/Essen. Elektronisches Dokument: <http://www.uni-essen.de/wasserbau>

RINDERSPACHER, H., SCHABER-SCHOOR G.,(2004): Waldbäche –
Morphologische Strukturen und Fauna. Qualität des Lebensraumes „Waldbach“.
FVA-Einblick Nr.2/2004, 1-5 S. Elektronisches Dokument:
<http://www.waldwissen.net>

ROSINKE, K. (2000): Fliessgewässerschutz in Thüringen, zum Beispiel
Durchgängigkeit. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und
Umwelt, Erfurt. 12 S. Elektronisches Dokument: <http://www.thueringen.de/tmlnu>

SCHABER-SCHOOR, G. (2004): Die Wasserrahmenrichtlinie der EU. Neue Ansätze
für den Gewässerschutz mit Auswirkungen auf die Forstwirtschaft? Redaktion
FVA, D. 3 S. Elektronisches Dokument: <http://www.waldwissen.net>

SCHMUTZ, S. (2005): Vorschläge zur Abgrenzung des potentiellen
Fischlebensraumes in alpinen Fliessgewässern. Endbericht im Rahmen des
Projektes „MIRR – Model-based Instrument for River Restoration“. Department für
Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur, Wien. 35 S.
Elektronisches Dokument: <http://www.gpool.lfrz.at>

- SCHNEIDER, J.; KORTE, E.: (2005) Strukturelle Verbesserungen an Fließgewässern für Fische. Empfehlungen für die Lebensraumentwicklung zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung, Mainz. 122 S.
- SCHÜLER, G. (2005): Auswirkungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie auf den Wald und Waldbewirtschaftung, Forst und Holz 60. Jahrgang, Nr.8, 316 – 320.
- SCHWEVERS, S.; SCHINDEHHÜTTE, K.; ADAM, B.; STEINBERG, L. (2004): Zur Passierbarkeit von Durchlässen für Fische. Untersuchungen in Forellenbächen. LÖBF-Mitteilungen 3/04. 37 – 43 S.
- SELLHEIM, P. (1996): Kreuzungsbauwerke bei Fließgewässern – Gestaltungsvorschläge für Durchlässe, Brücken, Verrohrungen und Düker. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 16, 205 – 208 S.
- STEINMÜLLER, TH.; PICHLER, A. (2005): Stream-Crossing-Structures in Forest Road Construction: Classification of Existing Construction Solutions and their Influence on the Continuum Flow of Running Waters. In: Proceedings of the 28th Annual Council on Forest Engineering Meeting "Soil, Water and Timber Management * Forest Engineering Solutions in Response to Forest Regulation" (CD-ROM). Matzka, P. (Editor). July 11th * 14th, 2005, Fortuna, California (USA): 31-43.
- THOMPSON, P.D; RAHEL, F.J. (1998): Evaluation of artificial barriers in small Rocky Mountain streams for preventing the upstream movement of brook trout – North American J.Fish. Management 18, 206-210 S.
- TOMEK, H.; BRANDSTETTER, S.,(2006): Eine Leitlinie für unser Wasser – die Europäische Wasserrahmenrichtlinie. Broschüre im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2006. 22 S

UMWELTBUNDESAMT, (2003): Wasserrahmenrichtlinie. Informationsblatt, Umweltbundesamt GmbH Wien. S 3. Elektronisches Dokument: <http://www.umweltbundesamt.at>

UMWELTBUNDESAMT, (2001): Informationsbroschüre. Gewässer in Österreich. Kapitel aus dem sechsten Umweltkontrollbericht. Umweltbundesamt GmbH Wien. S 3. <http://www.umweltbundesamt.at>

UNTERWEGER, A. (2002): Vorschläger zur Erhaltung der Durchgängigkeit und des Lebensraumes bei wasserbaulichen Kleinmaßnahmen an kleineren Fließgewässern. 1.Fassung 25.April 2002, Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 13 Naturschutz, Salzburg. 7 S. Elektronisches Dokument: <http://www.salzburg.gv.at>

UNTERWEGER, A. (2006): Weichenstellung für die Zukunft unserer Flüsse und Bäche. Starker Nutzungsdruck an kleinen Fließgewässern erschwert heimischen Fischen das Leben. Artikel aus Heft Nr. 4/2006 – Natur Land Salzburg. 6 – 8 S

VOEST ALPINE KREMS FINALTECHNIK GMBH (1997): Wellblechdurchlässe – Grundlagen zur hydraulischen Dimensionierung von Wellstahlrohrdurchlässen. Eigenverlag, Krems.

WIKIPEDIA (2007): Abfrage über Habitatsansprüche der Bachforelle. <http://de.wikipedia.org/wiki/Bachforelle>

WOOLSEY, S. (2005): Durchgängigkeit für Fische aus Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 116 S. Elektronisches Dokument: <http://www.rivermanagement.ch>

8.2 Berichte, Broschüren, Merkblätter

HONSIG-ERLENBURG, W. (2007): Guter Zustand für unsere Gewässer. Die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Informationsbroschüre, Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung 15 – Umweltschutz und Technik

8.3 Mündliche Mitteilungen

Freundl, G. (2006): Dipl. Ing., Amt der Kärntner Landesregierung – Abteilung Wasserwirtschaft

Gatterbauer, H.: (2007): Univ.Prof., Dr. Universität für Bodenkultur Wien

Höbarth, M.: (2007): Dipl. Ing., Bereich Forstwirtschaft, Landwirtschaftskammer Österreich

Honsig-Erlenburg, W.(2007): Dipl. Ing., Dr. Amt der Kärntner Landesregierung

Natmessnig, M. (2007): Fischereiberechtigter, Fischzuchtbesitzer

Reinl, A.(2007): Dr., Bereich Umwelt, Landwirtschaftskammer Österreich

Unterweger, A. (2007): Dr., Amt der Salzburger Landesregierung – Abteilung Gewässerschutz

9. Anhang

9.1 Glossar

9.1.1 Begriffsdefinitionen – EU-WRRL

In der Literatur über die EU-WRRL gibt es häufig Begriffe, die zur genaueren Betrachtung der Richtlinie und deren Verständnis einer einheitlichen Definition bedürfen.

Die angeführten Begriffe sind aus der „Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG“ des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 aus dem Wasserrecht 10. Auflage, Stand 1.6.2004 nach bereits erfolgter Wasserrechtsgesetz (WRG) – Novelle 2003 entnommen.

Oberflächengewässer: Die Binnengewässer mit Ausnahme des Grundwassers sowie die Übergangsgewässer und Küstengewässer, wobei in Hinblick auf den chemischen Zustand ausnahmsweise auch die Hoheitsgewässer eingeschlossen sind;

Grundwasser: Alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht;

Binnengewässer: Alle an der Erdoberfläche stehenden oder fließenden Gewässer sowie alles Grundwasser auf der landwärtigen Seite der Basislinie, von der aus die Breite der Hoheitsgewässer gemessen wird;

Fluss: Ein Binnengewässer, das größtenteils an der Erdoberfläche fließt, teilweise aber auch unterirdisch fließen kann;

Erheblich veränderter Wasserkörper: Ein Oberflächenwasserkörper, der durch physikalische Veränderungen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert wurde.

Einzugsgebiet: Ein Gebiet, aus welchem über Ströme, Flüsse und möglicherweise Seen der gesamte Oberflächenabfluss an einer einzigen Flussmündung ins Meer gelangt.

Oder auch nach Tomek et al. (2006): Ein Einzugsgebiet umfasst einen Fluss von der Quelle bis zur Mündung in das Meer. Dazu gehören auch alle Seitenbäche und die Grundwässer, die in diesem Gebiet vorkommen;

Teileinzugsgebiet: Ein Gebiet, aus welchem über Ströme, Flüsse und möglicherweise Seen der gesamte Oberflächenabfluss an einem bestimmten Punkt in einen Wasserlauf (normalerweise einen See oder einen Zusammenfluss von Flüssen) gelangt;

Flussgebietseinheit: Ein gemäß Artikel 3 Absatz 1 als Haupteinheit für die Bewirtschaftung von Einzugsgebieten festgelegtes Land- oder Meeresgebiet, das aus einem oder mehreren benachbarten Einzugsgebieten und den ihnen zugeordneten Grundwässern und Küstengewässern besteht;

Zustand des Oberflächengewässers: Die allgemeine Bezeichnung für den Zustand eines Oberflächenwasserkörpers auf der Grundlage des jeweiligen schlechteren Wertes für den ökologischen und chemischen Zustand;

Guter Zustand des Oberflächengewässers: Der Zustand eines Oberflächenwasserkörpers, der sich in einem zumindest „guten“ ökologischen und chemischen Zustand befindet;

ökologischer Zustand: Die Qualität von Struktur und Funktionsfähigkeit aquatischer, in Verbindung mit Oberflächengewässer stehender Ökosysteme gemäß der Einstufung nach Anhang V der WRRL;

guter ökologischer Zustand: Der Zustand eines entsprechenden Oberflächenwasserkörpers gemäß der Einstufung nach Anhang V (WRG, 2003)

gutes ökologisches Potential: Der Zustand eines erheblich veränderten oder künstlichen Wasserkörpers, der nach den einschlägigen Bestimmungen des Anhang V (WRG, 2003) entsprechend eingestuft wurde;

Verschmutzung: Die durch menschliche Tätigkeiten direkt oder indirekt bewirkte Freisetzung von Stoffen oder Wärme in Luft, Wasser oder Boden, die der menschlichen Gesundheit oder der Qualität der aquatischen Ökosysteme oder der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme schaden können, zu einer Schädigung von Sachwerten führen können oder eine Beeinträchtigung oder Störung des Erholungswertes und anderer legitimer Nutzungen der Umwelt mit sich bringt.

9.2 *Abbildungsverzeichnis*

Abbildung 1: Abgelöster Wasserstrahl.....	18
Abbildung 2: Durchschwimmbarer Wasserstrahl (Amt der Salzburger Landesregierung, 2005).....	18
Abbildung 3: extremer Absturz beim Rohrauslauf.....	20
Abbildung 4: Absturz beim Rohrauslauf (FishXing, 2007).....	20
Abbildung 5: Gestaltungstypen von Gerinnequerungen (Steinmüller und Pichler, 2005)	24
Abbildung 6: Durchlasstypen - Fischpassierbarkeit (NCSPA, 2007).....	25
Abbildung 7: Absturz bei Wellblechrohr	28
Abbildung 8: Wellblechrohr, Verlangsamung der Fliessgeschwindigkeit (NCSPA, 2007)	29
Abbildung 9: Detail Wellenstruktur	30
Abbildung 10: Bogenprofil auf Streifenfundamenten (FishXing HP, 2006).....	31
Abbildung 11: Prinzipskizze Einbettungsmethode (nach B.C. Ministry of Forests, 2002)	32
Abbildung 12: Eingebetteter Rohrdurchlass mit Wurfstein vor dem Auslauf.....	33
Abbildung 13: Detail Auslaufgestaltung	33
Abbildung 14: Durchflussmengenberechnung (Voest-Alpine Krems, 1997)	34
Abbildung 15: Einbringung von größerem Bodenmaterial (B.C. Ministry of Forests, 2002)	35
Abbildung 16: Schwellstein als Kolkssicherung (Unterweger, 2002)	37
Abbildung 17: Sohlgurte im Wellblechdurchlass (FishXing, 2006).....	38

Abbildung 18: Borstenelemente (S&W Umwelttechnik, 2007)	39
Abbildung 19: Einbringung von Kunststeinen in Rohrsohle (FishXing, 2006)	40
Abbildung 20: Methodische Vorgangsweise	41
Abbildung 21: Bewertungsschema Fischpassierbarkeit (Woolsey, 2005).....	45
Abbildung 22: Entscheidungskriterien für Findung von Wanderhindernissen (Fish Xing, 2006)	47
Abbildung 23: FishXing – Eingabemaske	48
Abbildung 24: FishXing – Wasserprofilinie	50
Abbildung 25: FishXing - Animation (li); Wasserlevelprofil (re)	50
Abbildung 26: Ergebnisausdruck – Durchflussprofil, FishXing.....	51
Abbildung 27: Absprungsituation	52
Abbildung 28: Einbettungsmethode (B.C. Ministry of Forests, 2002).....	59
Abbildung 29: Variante mit Abrampung	59
Abbildung 30: Rohreinstau, Schwellstein (Unterweger, 2002).....	64
Abbildung 31: Substratablagerungen.....	66
Abbildung 32: Fischaufstieg bei Rohreinlauf (FishXing, 2007).....	67
Abbildung 33: Fischborsten in Betonrohr (S&W.Umwelttechnik, 2007)	70

9.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schwimmleistungen von Fischen, (nach Hütte, 2000)	14
Tabelle 2: Kriterien Habitatseinteilung (B.C. Ministry of Forests, 2002).....	14
Tabelle 3: Gestaltungskriterien für Forellen (Croft, 2004)	27

Tabelle 4: Aufnahmedaten Forststraße „Pilgram“	57
Tabelle 5: Aufnahmedaten Forststraße „Zubringer Klamm“	60
Tabelle 6: Aufnahmedaten Forststraße „Zubringer Scherzer Leiten“	62
Tabelle 7: Aufnahmedaten Forststraße „Zubringer Steinleiten“	65
Tabelle 8 : Aufnahmedaten Forstraße „Marhofer“	68
Tabelle 9: Teilnehmer der Expertenbefragung.....	95
Tabelle 10: Durchflussmengendiagramm (Voest-Alpine-Krems, 1998)	104

9.4 Gesetzestexte Wasserrechtsgesetz 2003

Artikel 4 nach WasserrahmenRL(RL2000/60/EG)

Unter dem Titel Umweltziele steht:

- (1) In Bezug auf die Umsetzung der in den Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete festgelegten Maßnahmenprogramme gilt folgendes bei den Oberflächengewässern:
 - i) die Mitgliedsstaaten führen, vorbehaltlich der Anwendungen der Absätze 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8, die notwendigen Maßnahmen durch, um eine *Verschlechterung* des Zustandes aller Oberflächenwasserkörper zu verhindern;
 - ii) die Mitgliedsstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Oberflächenwasserkörper, vorbehaltlich der Anwendung der Ziffer iii betreffend künstlich und erheblich veränderter Wasserkörper mit dem Ziel, spätestens 15 Jahren nach Inkrafttreten dieser Richtlinie.....einen guten Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen.

Diese Forderungen aus Artikel 4 der WRRL hielten in § 30a des WRG unter Umweltziele für Oberflächengewässer wie folgt Einzug:

§ 30a:

1. Oberflächengewässer einschließlich erheblich veränderter und künstlicher Gewässer (§30b) sind derart zu schützen, zu verbessern und zu sanieren, dass eine Verschlechterung des jeweiligen Zustandes verhindert – und unbeschadet der §§ 30e, 30f und 104 a - bis spätestens 22.12.2015 der Zielzustand erreicht wird. Der Zielzustand in einem Oberflächengewässer ist dann erreicht, wenn sich der Oberflächenwasserkörper zumindest *in einem guten ökologischen* und einem guten chemischen Zustand befindet.

Allgemein sieht dabei der dritte Abschnitt des WRG (BGBl.Nr.54/1959, Art I.Z.14) – von der nachhaltigen Bewirtschaftung, insbesondere vom Schutz und der Reinhaltung der Gewässer – unter §30(1) WRG i.d.g.F. folgendes vor:

Alle Gewässer einschließlich des Grundwassers sind im Rahmen des öffentlichen Interesses und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen so reinzuhalten und zu schützen,

2. dass Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und sonstige fühlbare Schädigungen vermieden werden können
3. dass eine Verschlechterung vermieden sowie der Zustand der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf ihren Wasserhaushalt geschützt und verbessert werden.

Auch §105(1) WRG i.d.g.F. schreibt das öffentliche Interesse an der Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer vor

„Im öffentlichen Interesse kann ein Antrag auf Bewilligung eines Vorhabens insbesondere dann als unzulässig angesehen werden oder nur unter entsprechenden Auflagen und Nebenbestimmungen bewilligt werden, wenn:

- d.) ein schädlicher Einfluss auf den Lauf, die Höhe, das Gefälle oder die Ufer der natürlichen Gewässer herbeigeführt würde;
- m.) eine wesentliche Beeinträchtigung des ökologischen Zustandes der Gewässer zu besorgen ist;

9.5 Teilnehmer Expertenbefragung

Tabelle 9: Teilnehmer der Expertenbefragung

Name	Vorname	Organisation	email
Egger	Josef	Amt der Salzburger Landesregierung	josef.egger@salzburg.gv.at
Geretschläger	Günther	Amt der Kärntner Landesregierung	guenther.geretschlaeger@ktn.gv.at
Grundner	Hans	Amt der Niederösterreichischen Landesregierung	hans.grundner@noel.gv.at
Leitgeb	Andreas	Amt der Burgenländischen Landesregierung	andreas.leitgeb@bgld.gv.at
Luidold	Michael	Amt der Steiermärkischen Landesregierung	michael.luidold@stmk.gv.at
Stelzl	Hannes	Landwirtschaftskammer Steiermark	hannes.stelzl@lk-stmk.at
Zehetner	Franz	Amt der Oberösterreichischen Landesregierung	franz.zehetner@ooe.gv.at

9.6 Erhebungsformular - Expertenbefragung

Expertenbefragung

Diplomarbeit: „Die Auswirkungen der EU –
Wasserrahmenrichtlinie auf den Forststraßenbau“

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften
Institut für Forsttechnik
Peter Jordan Strasse 82
A-1190 Wien

Diplomarbeitsbetreuung:

Institutsvorstand Ao.Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Karl Stampfer
Dipl. Ing. Thomas Steinmüller

Erhebung: Arnulf Natmessnig
9543 Arriach 40
0664 1216452

Erörterung zur Beantwortung des Fragebogens:

Nachdem sich das Thema der Diplomarbeit **nur** auf den Problemfall der Gerinnequerung mittels Verrohrung im Forststrassenbau beschränkt, bitte den Fokus bei der Beantwortung der Fragen auf diesen Sachverhalt richten.

Die Beantwortung des Fragebogens dauert ca. 20 min.

Zutreffendes bitte ankreuzen. Sollte das Platzangebot nicht reichen oder werden eigene Anmerkungen gemacht, bitte diese mit der Fragenummer auf ein eigenes Blatt.

Bildnachweis:

Natmessig Rohrsysteme,

FishXing-HP, (<http://stream.fs.fed.us/fishxing/index.html>)

Expertenbefragung:**1. Handhabe:***1.1 Bisheriger Zustand:*

1. Wurde bis dato auf die Anforderungen der EU – Wasserrahmenrichtlinie (z.B. Bewahrung der Durchgängigkeit von Gewässern für Fische und Kleinlebewesen....) bei Gerinnequerungen im Zuge von Forststraßenprojekten Rücksicht genommen?

ja nein

2. Wenn ja, wie sieht die Anwendung der WRRL in der Praxis bis jetzt aus?

3. Gab es bis dato eine landesweit einheitliche Linie der Handhabe?

ja nein

4. Gibt es bei den betroffenen Fließgewässern eine Überprüfung, ob es sich um einen potentiellen Fischlebensraum (Fließgewässerregionen) handelt?

ja nein

Wenn ja, wie sehen die Kriterien (z.B.: Seehöhe, Gefälle, Wassermenge,...) dafür aus?

5. Ist der Leitorganismus Fisch das ausschlaggebende Kriterium bei der ökologischen Betrachtung oder werden auch die aquatischen Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) miteinbezogen?

6. Hat das Vorhandensein von bereits massiven natürlichen oder künstlichen Hindernissen im Gewässerunterlauf einen Einfluss bei der Betrachtung bzw. Bewilligung von Gerinnequerungen oder wird jeder Gewässerabschnitt als eigener unabhängiger Lebensraum gesehen?

7. Gab es seit der Aufnahme der WRRL ins Wasserrecht 2003 Forderungen, von z.B. Naturschutzorganisationen, die Anforderungen der WRRL einzuhalten?

ja nein

1.2 Zukünftig:

8. Gibt es bereits Pläne für die zukünftige Handhabung bei Gerinnequerungen mit Rohrdurchlässen, speziell im Kontext des Verschlechterungsverbot und der Bewahrung der Durchgängigkeit?

ja nein

9. Speziell im Trink- und Abwasserbereich wird verstärkt die Miteinbeziehung der organisierten Öffentlichkeit, wie es ja in der WRRL vorgesehen ist, gefordert. Gibt es solche Überlegungen auch im Forststraßenbereich?

ja nein

10. Ist es vorstellbar, auch im Forststraßenbereich auf das extra für die Wasserkraftwirtschaft geschaffene Instrument, der künstlich und erheblich veränderten Wasserkörper (artificial or heavily modified water bodies – dabei

wird nicht der natürliche Ursprungszustand als Idealzustand angenommen, sondern das unter den gegebenen Umständen maximal erzielbare ökologische Potential), zurück zugreifen?

- ja nein

2. Zuständigkeiten:

2.1 Bisheriger Zustand:

11. Welche zuständigen Stellen gab es bis jetzt die Thematik „Gerinnequerungen im Forststraßenbau“ betreffend?

- Forstbehörde Wildbach- und Lawinenverbauung
 Naturschutz Fischereiberechtigte
 Wasserrechtsbehörde
 Andere: wenn ja, welche?

12. Gibt es Kriterien ab welchem Grad man, von Seiten des Forstes, bei Gerinnequerungen den Naturschutz oder andere Parteien (Fischereiberechtigte,...) zuzieht?

- ja nein

13. Hat sich durch die Übernahme der WRRL in das österreichische Wasserrecht etwas bei den Zuständigkeiten bzw. bei der Abwicklung von Forststrassenprojekten geändert?

- ja nein

Wenn ja, wie sehen diese Änderungen aus?

2.2 Zukünftig:

14. Durch die WRRL wurden ja die Forderungen des Naturschutzes bzw. der Fischerei aufgewertet. Gibt es hier Pläne (z.B. die Wasserkraftwirtschaft plant Fischaufstiege bei Neubauten gleich mit, um unnötige Diskussionen zu vermeiden) für die Zukunft dieser Tatsache Rechnung zu tragen und wenn ja, wie sehen diese aus?

3. Empfehlungen:

3.1 Bisheriger Zustand:

15. Gab es bisher Empfehlungen bzw. Vorgaben von Behördenseite (z. B. bestimmte Rohrmaterialien, Gestaltung von Ein- und Ausläufen, Rohrgefälle, Dimension der verlegten Rohre....) bei Gerinnequerungen zur Beibehaltung eines möglichst naturnahen Zustandes des Fließgewässers bzw. um die Eingriffe so naturverträglich wie möglich zu gestalten?

- ja nein

Wenn ja, wie sehen solche Empfehlungen bzw. Vorschriften aus?

3.2 Zukünftig:

16. Ein wesentlicher Teil des Empfehlungskataloges wird die Darstellung von verschiedenen baulichen Methoden, die die ökologischen Anforderungen bei Gerinnequerungen berücksichtigen, sein. Wie beurteilen Sie die angeführten Lösungsansätze hinsichtlich der Erfüllung der ökologischen Vorgaben der WRRL und wie realistisch sehen Sie deren praktische Umsetzbarkeit? Welche Lösungen erscheinen Ihnen am sinnvollsten bzw. welche als nicht praktikabel? Bitte um ein kurzes Kommentar bei jedem Punkt!

- *Rohrmaterial aus Wellblech um die Ablagerung von Bodensedimenten zu erleichtern*
- *Verwendung von Wellblechbogenprofilen um die natürliche Flusssohle zu erhalten*



- *Ausrüstung bzw. Nachrüstung der Rohre mit z.B. Sohlgurten um Sedimentablagerung zu ermöglichen*



- *Verlegung von Grobsteinen im oder vor dem Rohr um die Fließgeschwindigkeit zu reduzieren und dadurch eine Sedimentablagerung zu ermöglichen.*



- *Reduzierung der Länge der Rohrleitung und damit mehr Lichteinfall (Wanderverhalten wird dadurch begünstigt)*
- *Rohrquerschnitt möglichst groß (Bsp. Verhältnis von Rohrdurchmesser zu Rohrlänge max. 1:10)*
- *Verlegungsgefälle an ursprüngliches Sohlgefälle anpassen um natürlichen Charakter zu erhalten*
- *Vermeidung von Abstürzen*
- *Gestaltung der Ein- und Ausläufe gemäß den Vorgaben der Fischerei (z.B. Schaffung von kleinen Ruhbecken beim Auslauf der Rohre)*
- *Vorschreibung der Bauzeit um auf die Laichwanderung Rücksicht zu nehmen*
- *Verlegung der Rohrsohle unter Gewässersohle damit sich Sediment anlagert und Gewässersohle erhalten bleibt*
- *Andere, wenn ja welche?*

4. Förderungen:

4.1 Bisheriger Zustand:

17. Hatten bisherige, den Bescheiden bzw. den Forderungen des Naturschutzes nicht entsprechende, Verbauungsmaßnahmen bei Gerinnequerungen mittels Rohrdurchlässen Einfluss auf die Auszahlung der Fördermittel oder standen bzw. stehen ökologisch notwendige Maßnahmen in keinem Zusammenhang mit den Förderungen?

4.2 Zukünftig:

18. Ist zukünftig geplant, die Förderungen an die Erfüllung der Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie zu binden?

ja nein

19. Sind für die Zukunft Extrafördermittel bzw. Förderprogramme für die Umsetzung der Anforderungen der WRRL bei Gerinnequerungen von Neubauten vorgesehen?
(Bsp. Deutschland: Förderung von Erstaufforstungen bzw. Waldumbauprojekten zur Verbesserung der Grundwasserqualität)

ja nein

20. Gibt es Überlegungen auch Förderungen für die Adaptierung bzw. den Umbau von mangelhaften Gerinnequerungen, bei bereits bestehenden Forststrassen zur Verfügung zu stellen?

ja nein

Vielen herzlichen Dank für die Beantwortung der Fragen. Die Diplomarbeit zu diesem Thema wird voraussichtlich Ende Juni 2007 vorliegen. Bei Interesse können Sie sich gerne an mich wenden!

Arnulf Natmessnig

9.7 Erhebungsformular-Fallbeispiele

Erhebungsbogen zur Bewertung von Rohrdurchlässen
hinsichtlich der Passierbarkeit von Fließgewässerorganismen:

1. Beschreibung des Standortes:

Erhebungsdatum:.....

Seehöhe:.....

Gewässername:.....

Koordinaten:.....

Gewässerlage: KG.....

Wassernutzung:

ja

nein

wenn ja, welche.....

Durchflussmenge:.....s/l

Gewässerbreite:.....m

2. Beschreibung der Rohrcharakteristik:

Profilform:

Kreisprofil:

Durchmesser

Maulprofil:

Spannweite/Höhe

Andere:

Sohlenlänge in m:.....

Rohrmaterial:

Wellblech

Massivstahl

Beton

Kunststoff

Verlegegefälle in %:.....

Überschüttungshöhe in m:.....

3. Situation beim Rohreinlauf:

Wenn Einlaufbecken, dann Tiefe in m

4. Situation beim Rohrauslauf:

Absturzhöhe:.....

Absprungbecken:

Tiefe:.....

Größe:.....

Wasserstrahl – Charakteristik:

5. Umgebungssituation:

Aufnahme der Neigungen des Fließgewässers oberhalb und unterhalb des Rohrdurchlasses. Bewertung der Ufersituation. Untersuchung von allfälligen natürlichen oder künstlichen Hindernissen im angrenzenden Gewässerverlauf.

6. Allgemeine Rohrcharakteristiken:

Beschädigungen im Rohr:

Durchgängigkeit gewährleistet:

Sedimentablagerungen:

9.8 Durchflussmengendiagramm

Tabelle 10: Durchflussmengendiagramm (Voest-Alpine-Krems, 1998)

