

# **„Ökologisch orientierter Schutzwasserbau, Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel des Preiner Bachs bei Reichenau an der Rax, Niederösterreich“**

Masterarbeit

von

**Andreas Tader**

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplomingenieur (Dipl.-Ing)



Betreuer/ Beurteiler: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Johannes Hübl  
Mitbetreuer: Hofrat Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ingo Merwald

eingereicht am

**Institut für alpine Naturgefahren**

Department für Bautechnik und Naturgefahren  
Der Universität für Bodenkultur Wien

Mein besonderer Dank gilt:

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Johannes Hübl für die sehr gute und individuelle Betreuung, hilfreiche Tipps, Anregungen und wertvolle Vorschläge.

Hofrat Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ingo Merwald für die Mitbetreuung und insbesondere für die umfangreiche Unterstützung, zahlreiche Anregungen und Erfahrungswerte aus seinem langjährigen Know-how in der Wildbachverbauung.

Dem Leiter der Gebietsbauleitung Wien, Burgenland und Niederösterreich Ost, des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, DI Heinrich Grünwald, für zahlreiche Hilfestellungen und für viele praktisch orientierte Anregungen.

Dr. phil. Thomas Lampalzer für wertvolle Tips.

Der Sekretärin des Instituts für alpine Naturgefahren Frau Monika Stanzer für die Unterstützung bei administrativen und organisatorischen Fragen.

Meiner Lektorin Frau Christiane North für die sehr genaue Durchsicht dieser Masterarbeit.

## **Abstract english**

This thesis shows up the basics and most important points of consideration concerning the implementation of contemporary ecological torrent regulations and flood protection constructions. It focuses on rithral torrents and rivers only as the realm of practical action of the Austrian service for torrent and avalanche control. Besides several methods of classifying watercourses, the most important hydrological basics for hydro-engineering, and an introduction in the ecological needs of benthos and local species of fish, there will be given an overview of protection constructions for rithral waterbodies. There will also be advises given for small technical procedures for adapting already existing constructions to improve their ecological potential and reduce their negative hydro-biological effects on the aquatic fauna. The examples given respect the central aspects of environmental torrent and river regulation and flood protection, including the passage of the constructions and migration of fish and other aquatic organisms, shelter from predators, the introduction and supply of food and the availability of spawning grounds.

The second part of the thesis addresses a project at the Preiner Bach near Reichenau at the Rax in lower Austria in cooperation with the regional headquarter for Vienna, Burgenland and the eastern part of lower Austria of the Austrian service for torrent and avalanche control.

Aim of the project is to find solutions to ensure the best possible protection for human life, settlements and infrastructure, and to improve the ecological overall condition, respecting financial and technical aspects and the lack of space for measurements along the settlement areas of the creek. Therefore data including water quality, presence of species of fish, stream velocity, the identification of spawning grounds and the evaluation of the existing protection structures regarding their condition and environmental aspects, has been collected.

## **Abstract deutsch**

Diese Masterarbeit zeigt die Grundlagen und wichtigsten Überlegungen hinsichtlich der Implementierung zeitgemäßer Maßnahmen zum Schutz vor Wildbach- und Hochwassergefahren auf. Als Handlungsfeld des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung werden ausschließlich rithrale Fließgewässertypen behandelt. Neben verschiedenen Methoden zur Fließgewässerklassifikation, den wichtigsten hydromechanischen Grundlagen und einer Einführung in die ökologischen Anforderungen des Makrozoobenthos und der heimischen Fischfauna an ihren Lebensraum, wird ein Überblick über geeignete ökologische Schutzmaßnahmen für rithrale Fließgewässer gegeben. Zusätzlich werden auch Möglichkeiten kleiner technischer Eingriffe an bereits bestehenden Bauwerken, zur Verbesserung deren ökologischen Potentials und zur Reduktion von negativen hydrobiologischen Auswirkungen auf die aquatische Fauna, aufgezeigt. Die genannten Beispiele orientieren sich an zentralen ökologischen Punkten. Hierzu zählen die Durchgängigkeit von Bauwerken und die Herstellung des Wanderkontinuums für Fische und andere aquatische Organismen, Schutz vor Fressfeinden, dem Eintrag und die Versorgung mit Nahrung und dem Vorhandensein von Laichplätzen. Im zweiten Teil der Masterarbeit wird ein Projekt in Zusammenarbeit mit der Gebietsbauleitung Wien, Burgenland und Niederösterreich Ost des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, am Preiner Bach bei Reichenau an der Rax in Niederösterreich erarbeitet. Ziel ist eine optimale Lösung hinsichtlich des bestmöglichen Schutz von menschlichem Leben, Siedlungen und Infrastruktur und einer Verbesserung des ökologischen Gesamtzustandes des Baches, unter der Berücksichtigung einer realistischen finanziellen und technischen Umsetzung und des räumlichen Platzmangels in den Siedlungsgebieten entlang des Baches. Hierfür wurden Daten über Wasserqualität, vorkommende Fischarten, Fließgeschwindigkeit, Laichgründe und Zustand und ökologische Aspekte von Schutzkonstruktionen, erhoben.

# INHALTSÜBERSICHT

1	Einleitung.....	1
Teil 1 Grundlagen .....		3
2	Fließgewässereinteilung .....	3
2.1	Fließgewässertypen nach hydrographischen Merkmalen (SCHOCKLITSCH, 1930) .....	4
2.2	Dreiteilige Gewässer- (Wildbach)klassifikation (MERWALD, 1984 und 1987/88).....	6
2.3	Biozönotische Gewässereinteilung nach Fischregionen.....	7
2.4	Sonstige Methoden der Fließgewässertypologie.....	12
2.5	Allgemeine Klassifikation für Wildbäche (Wildbachtypen) nach ONR 24800.....	14
2.6	Einteilung gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG).....	17
3	Fließgewässerfauna .....	20
3.1	Wirbellose Sekundärproduzenten .....	20
3.2	Fischfauna .....	22
4	Hydraulische Grundlagen .....	30
4.1	Der Durchfluss.....	30
4.2	Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit.....	30
4.3	Strömungswiderstand.....	36
4.4	Kritische Fließgeschwindigkeit $v_{crit}$ .....	37
4.5	Schleppspannung (Schubspannung) $\tau_{crit}$ .....	37
5	Bautypen.....	41
5.1	Kriterien für ökologisch orientierte Schutzwasserverbauungen .....	41
5.2	Ingenieurbiologische Maßnahmen .....	43
5.3	Bautypen technisch.....	66
Teil 2 Projekt.....		98
6	Projekt Preiner Bach .....	98
6.1	Allgemeine Zielsetzung .....	98
6.2	Beschreibung des Projektgebietes.....	99
6.3	Problemstellung.....	115
6.4	Projektspezifische Zielsetzung .....	115
6.5	Methodik.....	116
6.6	Maßnahmenwahl und Begründung .....	121
7	Resumee .....	127
8	Literaturverzeichnis .....	135
9	Abbildungsverzeichnis .....	143
10	Tabellenverzeichnis .....	145
11	Fotoverzeichnis.....	146
12	Anhang	

# INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	1
Teil 1 Grundlagen .....		3
2	Fließgewässereinteilung.....	3
2.1	Fließgewässertypen nach hydrographischen Merkmalen (SCHOCKLITSCH, 1930) ...	4
2.1.1	Der Strom .....	4
2.1.2	Der Fluss .....	4
2.1.2.1	Hochgebirgsflüsse .....	4
2.1.2.2	Mittelgebirgsflüsse.....	5
2.1.2.3	Flachlandflüsse.....	5
2.1.2.4	Wildflüsse.....	5
2.1.3	Bach und Wildbach.....	5
2.2	Dreiteilige Gewässer- (Wildbach)klassifikation (MERWALD, 1984 und 1987/88).....	6
2.2.1	Murstoßfähige Bäche .....	6
2.2.2	Geschiefeführende Gewässer .....	6
2.2.3	Hochwasserführende Bäche, Wildbäche und Wildflüsse .....	7
2.3	Biozönotische Gewässereinteilung nach Fischregionen .....	7
2.3.1	Krenal (Krene).....	7
2.3.2	Rithral (Rithron).....	8
2.3.2.1	Epirithral (obere Forellenregion) .....	8
2.3.2.2	Metarithral (untere Bachforellenregion) .....	9
2.3.2.3	Hyporithral (Äschenregion).....	9
2.3.3	Potamal (Potamon) .....	10
2.3.3.1	Epipotamal (Barbenregion).....	11
2.3.3.2	Metapotamal (Brachsenregion).....	11
2.3.3.3	Hypopotamal (Flunder- oder Brackwasserregion).....	11
2.4	Sonstige Methoden der Fließgewässertypologie.....	12
2.4.1	Physikalisch- chemische Gliederungen .....	12
2.4.2	Angabe nach der Flussordnungszahl.....	12
2.4.3	Gliederung nach Gewässersystem .....	12
2.4.4	Topographisch – morphologische Gliederung .....	12
2.4.5	Biozönotische Gliederungen .....	12
2.4.6	Klimatisch-hydrologisch-hydrographische Gliederung .....	13
2.4.7	Thermische Gliederungen .....	13
2.4.8	Gliederung nach Benthosbiomassen.....	13

2.4.9	Gliederung nach Strömungsgeschwindigkeiten.....	13
2.4.10	Gliederung nach Sondertypen.....	14
2.5	Allgemeine Klassifikation für Wildbäche (Wildbachtypen) nach ONR 24800.....	14
2.5.1	Wildbachtypen entsprechend der zeitlichen Entwicklung der Geschiebeherde (Jungschutt, Altschutt) .....	14
2.5.1.1	Altschuttbäche .....	15
2.5.1.2	Jungschuttbäche .....	15
2.5.2	Wildbachtypen entsprechend der Entwicklungstendenz der Geschiebeherde und ihrer Beeinflussbarkeit.....	15
2.6	Einteilung gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG).....	17
2.6.1	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) .....	19
3	Fließgewässerfauna.....	20
3.1	Wirbellose Sekundärproduzenten .....	20
3.1.1	Zooplankton .....	20
3.1.2	Makrozoobenthos .....	21
3.1.3	Neuston / Pleuston.....	22
3.1.4	Organismen der Wasserwechselzone .....	22
3.2	Fischfauna.....	22
3.2.1	Fischfauna des Rithrals.....	23
3.2.1.1	Forellenregion (Epirithral).....	23
3.2.1.1.1	Bachforelle ( <i>Salmo trutta forma fario</i> , L.) .....	23
3.2.1.1.2	Koppe ( <i>Cottus gobio</i> ).....	24
3.2.1.1.3	Bachsaibling ( <i>Salvelinus fontinalis</i> ) .....	24
3.2.1.2	Forellenregion (Metarithral).....	25
3.2.1.2.1	Regenbogenforelle ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	25
3.2.1.2.2	Gründling/Grundel ( <i>Gobio gobio</i> ) .....	25
3.2.1.2.3	Elritze ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ) .....	25
3.2.1.2.4	Aitel ( <i>Leuciscus cephalus</i> ).....	26
3.2.1.2.5	Bachneunauge ( <i>Lampetra planeri</i> ).....	26
3.2.1.3	Äschenregion (Hyporithral).....	26
3.2.1.3.1	Äsche ( <i>Thymallus thymallus</i> , L.) .....	26
3.2.1.3.2	Huchen ( <i>Hucho hucho</i> ).....	27
3.2.1.3.3	Hecht ( <i>Esox lucius</i> ).....	27
3.2.1.3.4	Flussbarsch ( <i>Perca fluviatilis</i> ) .....	28
3.2.1.3.5	Nase ( <i>Chondrostoma nasus</i> ) .....	28
3.2.1.3.6	Aalrutte ( <i>Lota lota</i> ) .....	28
3.2.1.3.7	Seesaibling ( <i>Salvelinus umbla</i> ) .....	29

4	Hydraulische Grundlagen .....	30
4.1	Der Durchfluss .....	30
4.2	Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit .....	30
4.2.1	Fließformel nach Gaukler-Manning-Strickler .....	30
4.2.2	Die universelle Fließformel für offene Gerinne .....	32
4.2.3	Vereinfachte universelle Fließformel .....	34
4.2.4	Fließformel nach DARCY-WEISBACH .....	34
4.2.5	Formel nach RICKENMANN .....	36
4.3	Strömungswiderstand .....	36
4.4	Kritische Fließgeschwindigkeit $v_{crit}$ .....	37
4.5	Schleppspannung (Schubspannung) $\tau_{crit}$ .....	37
5	Bautypen .....	41
5.1	Kriterien für ökologisch orientierte Schutzwasserverbauungen .....	41
5.1.1	Faktoren der Baumaßnahmenwahl nach MERWALD (1994) .....	41
5.1.1.1	Ausreichender Raumbedarf .....	41
5.1.1.2	Natürliche Linienführung .....	41
5.1.1.3	Querschnittsbemessung .....	42
5.1.1.4	Profilgliederung .....	42
5.1.1.5	Gewässertiefe .....	42
5.1.1.6	Gefälle .....	42
5.1.1.7	Vernetzung verbauter Fließgewässer mit deren Umland .....	42
5.1.2	Zehn Gebote der Wildbach-Ökologie des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung .....	43
5.2	Ingenieurbiologische Maßnahmen .....	43
5.2.1	Hydraulische Wirkung der Ufervegetation .....	44
5.2.2	Belastbarkeit ingenieurbiologischer Bauweisen .....	45
5.2.3	Ingenieurbiologische Längsbauwerke .....	47
5.2.3.1	Weidenfaschine und Senkfaschine, generelle Unterscheidung .....	47
5.2.3.2	Spreitlage .....	48
5.2.3.3	Weidenfaschine auf Buschlage .....	51
5.2.3.4	Geotextilpackung auf Buschlage .....	51
5.2.3.5	Flechtzaun .....	52
5.2.3.6	Wurzelstockreihe .....	53
5.2.3.7	Raubäume .....	54
5.2.3.8	Astpackung (Packwerk) .....	55
5.2.3.9	Uferkrainerwand .....	56

5.2.3.10	Uferpfahlwand .....	57
5.2.3.11	Verlandungszaun.....	58
5.2.4	Ingenieurbiologische Querbauwerke .....	59
5.2.4.1	Lebende Bühnen .....	59
5.2.4.1.1	Steinkastenbühne.....	60
5.2.4.1.2	Faschinenbühne .....	61
5.2.4.1.3	Spreitlagenbühne .....	62
5.2.4.1.4	Blocksteinbühne mit Astpackung.....	63
5.2.4.2	Buschbautraverse .....	63
5.2.4.3	Lebende Bürsten und Lebende Kämmen.....	65
5.3	Bautypen technisch .....	66
5.3.1	Längswerke.....	66
5.3.1.1	Ufermauern.....	66
5.3.1.2	Steinwurf (Blockwurf) – Steinschichtung, generell.....	67
5.3.1.2.1	Steinwurf .....	67
5.3.1.2.2	Steinschichtung .....	68
5.3.1.2.3	Ökologisch verlegte Steinschichtung nach MERWALD (1984).....	68
5.3.1.3	Verhäng(e)mauerwerk.....	69
5.3.1.4	Uferdeckwerke.....	70
5.3.1.5	Holzleitwerke (Ein- oder Doppelwandige Steinkästen oder Krainerwände).....	71
5.3.1.6	Schalenbauten .....	72
5.3.1.7	Bühnen und Sporne .....	73
5.3.2	Querwerke.....	76
5.3.2.1	Sohl- und Stützgurten .....	76
5.3.2.2	Grund- oder Sohlschwellen.....	77
5.3.2.3	Sohlrampen .....	78
5.3.2.3.1	Gestaltungskriterien .....	78
5.3.2.3.2	Aufgelöste Sohlrampen .....	80
5.3.2.3.3	Asymmetrische Rampen.....	81
5.3.2.3.4	Teilrampen.....	81
5.3.2.3.5	Steilstrecken/ Blocksteinrampen .....	83
5.3.2.4	Sperren.....	83
5.3.2.4.1	Konsolidierungssperren.....	85
5.3.2.4.2	Retentionsperren (Rückhaltesperren).....	86
5.3.2.4.3	Dosier- und Filtersperren (Sortiersperre) generell.....	86

5.3.2.4.4	Dosiersperren .....	87
5.3.2.4.5	Filtersperren (Sortiersperren) .....	87
5.3.2.5	Rückhaltebecken .....	88
5.3.2.6	Speziell fischfreundliche Querwerke .....	89
5.3.2.6.1	Sinoidalschwellen .....	89
5.3.2.6.2	Niedere, ein- oder doppelwandige Steinkastenschwelle (ökologische Steinkastenschwelle) mit Fischunterstand .....	90
5.3.2.6.3	Schwerstein auf Querstamm .....	91
5.3.2.6.4	Schwerstein (Wasserbaustein) mit Spundgurten oder Pilotengurten ..	91
5.3.2.6.5	Spundgurte (Spundschwelle) mit Schwersteinkrone .....	91
5.3.2.6.6	Pfahlschwelle mit Querstamm (Querstämmen) .....	92
5.3.2.6.7	Hydrobiologische Grobsteinschwelle .....	92
5.3.2.6.8	Doppelstammschwelle / -gurte .....	93
5.3.2.6.9	Doppelstammschwelle (Bautyp Steiermark) .....	93
5.3.2.6.10	Dreistammschwelle .....	94
5.3.2.6.11	Steinkasten(grund)-schwelle .....	94
5.3.2.6.12	Fischfreundlich ausgeführte Grundswellen mit Fischunterstand (in Beton oder Zementmörtelmauerwerk) .....	94
5.3.2.6.13	Kaskadenschwelle .....	95
5.3.2.6.14	Sohl-, Blockstein- und Aufgelöste Rampen .....	95
5.3.2.6.15	Rampen- Sohlschwellenkombination .....	95
5.3.2.6.16	Betonkasten – Stufe (BE-KA-Stufe) .....	96
5.3.2.6.17	Fischsteine .....	97
Teil 2 Projekt .....		98
6	Projekt Preiner Bach .....	98
6.1	Allgemeine Zielsetzung .....	98
6.2	Beschreibung des Projektgebietes .....	99
6.2.1	Lage .....	99
6.2.2	Geologie, Geomorphologie .....	100
6.2.2.1	Lokale Geologie .....	100
6.2.2.2	Lokale Geomorphologie .....	102
6.2.2.3	Hydrogeologie .....	102
6.2.3	Klima .....	103
6.2.3.1	Allgemeines .....	103
6.2.3.2	Temperatur .....	103
6.2.3.3	Sonnenscheinstunden / heitere u. trübe Tage .....	104
6.2.3.4	Niederschlag .....	104

6.2.3.1	Relative Luftfeuchtigkeit .....	105
6.2.4	Flächennutzung .....	106
6.2.4.1	Wald- und Forstwirtschaft .....	106
6.2.4.1.1	Wuchsgebiet 4.2: Nördliche Randalpen – Ostteil .....	106
6.2.4.1.2	Wuchsgebiet 5.1 Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermalalpen) .....	108
6.2.4.1.3	Wuchsgebiet 5.2: Bucklige Welt .....	109
6.2.4.2	Landwirtschaft .....	109
6.2.4.3	Besiedelung, Verkehr und sonstige Nutzung .....	110
6.2.4.4	Fischereirevier .....	110
6.2.5	Allgemeiner Bachcharakter .....	110
6.2.6	Katastrophenpotenzial .....	111
6.2.7	Bestehende Schutzbauten .....	112
6.2.8	Beschreibung und Begründung der Darstellung der Gefahrenzonen .....	113
6.2.9	Wildbachchronik .....	115
6.3	Problemstellung .....	115
6.4	Projektspezifische Zielsetzung .....	115
6.5	Methodik .....	116
6.5.1	Festlegung und Abgrenzung des Untersuchungsabschnittes .....	116
6.5.2	Begehungen .....	116
6.5.3	Bewertung der Wasserqualität .....	116
6.5.4	Bestimmung des Gewässerleitbildes .....	117
6.5.5	Messung der Fließgeschwindigkeit an kritischen Stellen .....	117
6.5.6	Bewertung nach NGP .....	118
6.5.7	Ausweisung wichtiger Laichplätze .....	119
6.5.8	Bewertung bestehender Maßnahmen .....	120
6.6	Maßnahmenwahl und Begründung .....	121
7	Resumee .....	127
8	Literaturverzeichnis .....	135
9	Abbildungsverzeichnis .....	143
10	Tabellenverzeichnis .....	145
11	Fotoverzeichnis .....	146
12	Anhang	

## 1 Einleitung

Der Umgang mit Naturgefahren war schon immer ein mitbestimmender Faktor des Lebens der Menschen in Österreich, sowohl im alpinen Bereich, als auch in Flachlandregionen. Muren und Hochwässer führten immer wieder zu verheerenden Katastrophen, welche die Menschen mit der Zeit dazu veranlassten, sich mit Schutzmaßnahmen auseinander zu setzen. So wurde nach großen Hochwasserkatastrophen in Kärnten und Tirol im September und Oktober 1882, der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung ins Leben gerufen. Nach französischem und schweizer Vorbild wurde beschlossen, ein Gesetz für die Verbauung der Wildbäche auszuarbeiten und die notwendigen Finanzmittel zur Verfügung zu stellen. Das Gesetz „betreffend die Verkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgswässern" RGBl. Nr. 117 trat am 30. Juni 1884 in Kraft ([www.naturgefahren.at](http://www.naturgefahren.at), Zugriff 05.02.2015)

Zu Beginn stand nur der schutztechnische Aspekt des Handelns im Vordergrund. Ökologische Aspekte wurden vernachlässigt, was mit der Zeit schwerwiegende Folgen für die Ökosysteme und die Funktionsfähigkeit der Fließgewässer hatte. Erschwerend kamen die Nutzungsinteressen des Menschen hinzu. Neben Energieerzeugung durch Wasserkraft, Abwasserbelastung oder Schiffbarmachung nahm auch der Nutzungsdruck auf die umliegenden Bereiche der Fließgewässer immer stärker zu. Wachsende Siedlungen, Landwirtschaft, Industrie und ein immer weiter ausgebautes Verkehrsnetz brachten oft zusätzliche negative Auswirkungen für die Ökologie.

Dies führte dazu, dass im Laufe der Zeit viele Ökosysteme verloren gingen und es heutzutage nur mehr wenige naturbelassene Fließgewässerstrecken in Österreich gibt. Viele Tier- und Pflanzenarten konnten sich auf die sich rasch ändernden Verhältnisse nicht einstellen und verschwanden in Österreich.

Aber nicht nur auf die Tier- und Pflanzenwelt hatten diese Eingriffe großen Einfluss. Auch für den Menschen selbst hatte der hohe Nutzungsdruck oft negative Folgen. Immer wiederkehrende Überschwemmungs- und Murenereignisse in Kombination mit teilweise schlecht konzipierten Verbauungs- und Regulierungsmaßnahmen hatten oftmals fatale Auswirkungen.

Bald wurde erkannt, dass auch die ökologischen Komponenten berücksichtigt werden müssen und natürliche Ausgleichsfunktionen, wie z.B. die Retentionsfähigkeit von Auwäldern oder die Verringerung der Fließgeschwindigkeit durch Pflanzen, als bedeutende Faktoren zu einer Entschärfung von Wassergefahrensituationen beitragen können.

Diese Masterarbeit setzt sich als Ziel, die Vorteile und positiven Wirkungen eines Teiles des breiten Spektrums ökologisch orientierter Baumaßnahmen zu verdeutlichen.

Kleinräumige Maßnahmen können zwar zu einer Entschärfung von Gefahrensituationen beitragen, jedoch kann vor allem der unbedachte und falsche Einsatz von Längs- und Querbauwerken gravierende großräumige Auswirkungen im Gewässerkontinuum nach sich ziehen, die den Verlust von Lebensräumen oder ein Verdrängen bzw. Aussterben von Spezies zur Folge haben können. Die Verflechtung von lokalen Eingriffen und den potentiellen regionalen und überregionalen Auswirkungen sollen die Wichtigkeit von ökologisch verträglichen Baumaßnahmen in diesem Tätigkeitsbereich unterstreichen.

Inhaltlich lässt sich diese Masterarbeit in zwei größere Abschnitte unterteilen. Im ersten Teil wird auf die Grundlagen von ökologischen Wildbachverbauungen eingegangen. Diese

müssen vor dem Ziel des Schutzes von Infrastruktur, Menschenleben und dem Erhalt der ökologischen Funktionalität von Fließgewässerstrecken gesehen werden.

Besonders letzteres macht eine auf der Charakteristik der jeweiligen Fließgewässerabschnitte basierende Betrachtung und Auswahl passender Verbauungsmaßnahmen notwendig.

Die inhaltliche Gliederung der Arbeit ist von natürlichen hin zu technischen Kapiteln aufgebaut.

Eingangs werden Faktoren wie Fließgewässereinteilung und Fauna bis hin zu den hydraulischen Grundlagen behandelt. Diesem inhaltlichen Aufbau folgend wird anschließend auf ingenieurbioökologische und technische Verbauungsmaßnahmen eingegangen.

Hier werden eine Reihe von Längs- und Querbauwerkstypen vorgestellt, welche sich in der Praxis für den Einsatz in heimischen Fließgewässern bewährt haben. Hierbei wird primär auf die in langjähriger Praxis gewonnenen Erfahrungswerte von Hofrat Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ingo Merwald und O.Univ.Prof. Dr.phil. Florin Florineth Bezug genommen.

Darauf aufbauend werden die beschriebenen Grundlagen und Prinzipien im zweiten Teil dieser Masterarbeit anhand des Beispiels „Preiner Bach“ bei Reichenau an der Rax in Niederösterreich bei der Konzipierung und Planung eines ökologisch verträglichen schutzwasserbaulichen Projektes angewandt, mit dem Ziel einerseits die Möglichkeiten, andererseits aber auch die Grenzen ökologisch orientierter Schutzmaßnahmen im Schutzwasserbau aufzuzeigen.

An dieser Stelle soll betont werden, dass eine ökologisch richtige bauliche Ausführung von Schutzbauwerken zwar ein wichtiges Kriterium darstellt, es aber eine Vielzahl alternativer Instrumente gibt, welche einem baulichen Eingriff prinzipiell vorzuziehen sind.

Diese Instrumente können raumplanerische, forstliche und präventive Maßnahmen umfassen. Sie sind jedoch nicht Gegenstand dieser Masterarbeit. Des Weiteren bleiben auch Organismenwanderhilfen (OWH) unbehandelt. Da eine eingehende Erläuterung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, werden sie an dieser Stelle nur erwähnt.

## Teil 1 Grundlagen

### 2 Fließgewässereinteilung

Die Lösung mancher Probleme des Gewässerschutzes und einer zeitgemäßen Wasserwirtschaft erfordert Kenntnisse über den natürlichen Zustand von Fließgewässern. Die Erhaltung bzw. Rückgewinnung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Flussläufen durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen, kann nur auf Basis der Definition eines ökologischen Leitbildes der betroffenen Gewässerstrecken erreicht werden (MOOG u. WIMMER, 1990).

Somit sollten zu Beginn eines jeden schutzwasserbaulichen Projektes ökologische Leitbilder bestimmt und darauf basierend, die Wahl adäquater Maßnahmen getroffen werden. Nur dann kann sichergestellt werden, dass Baumaßnahmen keine negativen Auswirkungen auf die ökologischen Gegebenheiten und die Funktionsfähigkeit des Standortes ausüben.

Hierfür dient eine typologische Charakteristik, vor allem beim Fehlen einer nahegelegenen, naturbelassenen Referenzstelle, die als Grundlage zur Beschreibung der Natürlichkeit bzw. Naturfremde des Standortes herangezogen werden könnte. Im Vergleich mit einem typologisch ähnlichen, ökologisch gut untersuchten Gewässer, kann der Ist-Zustand einer Untersuchungsstelle festgelegt und diskutiert werden. Darauf aufbauend können Schutzwürdigkeit, Renaturierungsnotwendigkeit, Gewässernutzung, wasserbauliche Maßnahmen und deren Erfolg bzw. Misserfolg etc. abgeleitet werden (MOOG u. WIMMER, 1990).

Die WRG-Novelle 90 in § 33 d (Abs. 1) sieht vor, dass bei Festlegung von Immissionsgrenzwerten bzw. Immissionsgrenzmittelwerten eine Differenzierung nach Gewässertypen oder nach der Charakteristik des Einzugsgebietes zu treffen ist. Schließlich sollte sich eine Fließgewässertypisierung zur prägnanten Kurzbeschreibung eines Fließgewässers bzw. eines gewissen Gewässerabschnittes eignen (MOOG u. WIMMER, 1990).

Die in der Novelle zum österreichischen Wasserrechtsgesetz in § 30 (3) angeführte „natürliche Beschaffenheit des Gewässers“ und die „ökologische Funktionsfähigkeit“ lassen sich ausschließlich auf Grundlage von Fließgewässertypen sinnvoll beschreiben (MOOG u. WIMMER, 1990).

Folgend soll ein Überblick über gängige Methoden der Fließgewässercharakteristik gegeben werden. Auf eine detaillierte Ausführung der einzelnen Ansätze wird verzichtet. Lediglich Ansätze der Fließgewässertypen nach hydrographischen Merkmalen (SCHOCKLITSCH, 1930 in MERWALD 1994), der dreiteiligen Gewässer- (Wildbach)klassifikation (AULITZKY, 1973; MERWALD, 1984 und 1987/88) und der allgemeinen biozönotischen Gliederung sollen näher behandelt werden.

Diese Typisierungen eignen sich besonders gut für eine Klassifikation österreichischer Fließgewässer.

## 2.1 Fließgewässertypen nach hydrographischen Merkmalen (SCHOCKLITSCH, 1930)

Bei dieser einfachen Typologisierung von SCHOCKLITSCH (1930) wurden die einzelnen Gewässer nach ihrer Größe in Ströme und in verschiedene Fluss- und Bachtypen eingeteilt. Als Ströme werden alle großen Wasserläufe bezeichnet, die in ein Meer münden, während kleinere derartige Wasserläufe als Küstenflüsse bezeichnet werden. Als Flüsse werden jene Wasserläufe bezeichnet, welche in Ströme münden. In diese wiederum münden Bäche und Wildbäche. Anhand der Einzugsgebietsgröße wird dann zwischen Fluss und Bach noch der Wildfluss eingeführt (SCHOCKLITSCH, 1930). MERWALD ging in seinem Leitfaden für ökologischen Schutzwasserbau und Kriterien für ökologische Bewertungen von Schutzwasserbauten (1994) auf diese Typologisierung ein und führte sie genauer aus.

### 2.1.1 Der Strom

Ströme entstehen durch die Vereinigung mehrerer Flüsse, weisen ein breites Bett auf und transportieren Feinsedimente mit sich. Das kann zu einer leichten bis starken Trübung führen.

Als Ströme werden auch Gewässer mit einer Länge von mehr als 500 km bezeichnet. Sie weisen ein ausgedehntes Einzugsgebiet und ein sehr geringes Gefälle auf, wodurch sich im Gewässerbett Sandbänke ausbilden können. Im Urzustand ist der Strom immer von dichten und breiten Auwäldern begleitet und das Umland ist häufig versumpft. Ströme sind meistens schiffbar und münden ins Meer (MERWALD, 1994).

Hydrobiologisch gehören alle Ströme dem Potamal an. Die hier lebenden Kleinorganismen bilden das Potamon, hierbei handelt es sich überwiegend um grabende und wühlende Insektenlarven, Würmer und dergleichen. Die Fische gehören in Österreich der Barbenregion und der Brachsenregion an, im Mündungsbereich in die Meere der Kaulbarsch und Flunderregion (MERWALD, 1994).

Der Freiwasserraum (Pelagial) der Ströme und auch der großen Flüsse kann artenreiches Plankton transportieren. Hierbei handelt es sich um Arten, die in stehenden Gewässern beheimatet sind und in Flüsse abgedriftet werden.

In Österreich fällt nur die Donau mit einer Gesamtlänge von 2.850 km und einer Einzugsgebietsfläche von 817.000 km<sup>2</sup> in diese Kategorie (MERWALD, 1994).

### 2.1.2 Der Fluss

Er hat neben einem großen Einzugsgebiet zahlreiche Zuflüsse, ein geringes Gefälle und verläuft in meist breiten Talböden. Da der Typus Fluss von der Form, Größe, Höhenlage, Steilheit, Vegetation seines Einzugsgebietes und seinen geologischen und orographischen Kriterien usw. abhängig ist, werden Flüsse in Hoch-, Mittel- und Tief- oder Flachlandflüsse eingeteilt (MERWALD, 1994).

#### 2.1.2.1 Hochgebirgsflüsse

Sie zeichnen sich oft durch jahreszeitliche Schwankungen aus, vor allem dann, wenn sie von Gletscherbächen gespeist werden. Die jahreszeitlichen Schwankungen sind durch Niederwasser im Winter und Hochwasser im Spätfrühjahr oder Frühsommer als Folge der

Schneeschnelze im Hochgebirge gekennzeichnet. Die Wasserführung hängt in starkem Maße von den auftretenden Lufttemperaturen ab (MERWALD, 1994).

#### 2.1.2.2 *Mittelgebirgsflüsse*

Ihre Abflüsse werden sowohl von der Lufttemperatur, als auch von den Niederschlägen beeinflusst. Mittelgebirgsflüsse führen meist im Frühjahr durch die Schneeschnelze und im Sommer durch die sommerlichen Niederschläge Hochwasser (MERWALD, 1994).

#### 2.1.2.3 *Flachlandflüsse*

Sie haben die geringsten Abflussschwankungen, da die durch die Nebenflüsse zugeführten Hochwasser selten gleichzeitig auftreten und daher in dem meist breiten Flussbett aufgenommen werden können. Die verschiedenen langen Anlaufzeiten der Zuflüsse entstehen durch die unterschiedliche Form der Nebeneinzugsgebiete. Die Schneeschnelze erhöht die Abflüsse, verglichen mit den anderen Flusstypen, nur relativ geringfügig. Die schadbringenden Sommerhochwasser werden nur durch lang andauernde und großräumige Starkniederschläge verursacht (MERWALD, 1994).

#### 2.1.2.4 *Wildflüsse*

Hierbei handelt es sich um eine Sonderform. Von ihrer Größe her liegen sie zwischen den Typen Fluss und Bach. Sie weisen im Gegensatz zu Bächen und Wildbächen ein größeres Einzugsgebiet auf, wobei die Einzugsgebietsgröße etwa bei 100 km<sup>2</sup> liegt. Sie führen gewöhnlich auch mehr Wasser bei einem geringeren Gefälle als Bäche mit sich. Geschiebebildung und -führung sind ausreichend vorhanden und biozönotisch werden sie typischerweise dem Hyporithral (Äschenregion) zugeordnet (MERWALD, 1994).

### 2.1.3 **Bach und Wildbach**

SCHOCKLITSCH (1930) nimmt eine Unterscheidung zwischen Bächen und Wildbächen anhand der Geschiebefracht und der Wasserführung der Wasserläufe vor.

Bei Bächen ist sowohl das Gefälle, als auch die Geschiebefracht gering. Von der Einzugsgebietsgröße sind sie deutlich kleiner als Wildflüsse. Im Gegensatz zu Wildbächen weisen Bäche eine ständige Wasserführung auf, bilden häufig Mäander und Seitenarme aus und neigen gelegentlich zu Inselbildung (MERWALD, 1994).

Charakteristika eines typischen Wildbaches sind das steile Gefälle, das schnelle Anlaufen bei Hochwasserspitzen, der Geschiebetrieb, die zeitweise Wasserarmut, die Sohlen- und Ufererosion, sowie die Ab- und Umlagerung von Geröll und Geschiebe inklusive Wildholz im Schwemmkegelbereich. Wildbäche weisen im Spätsommer und in den Wintermonaten die niedrigsten Wasserstände auf. Vor allem durch die Art der Geschiebeführung sind Wildbäche klar von den anderen Gewässertypen zu unterscheiden. Des Weiteren können Wildbäche bei entsprechendem Mindestgefälle, Wasser- und Materialverfügbarkeit Wildbäche Muren ausbilden. Bezüglich des Mindestgefälles als auslösenden Faktoren für die Entstehung von Muren ist es schwierig, einen in der Literatur klar definierten Schwellenwert festzulegen, da diese je nach Untersuchungsgebiet und Autor variieren. So geben z.B. LORENTE ET AL. (2003) ein entsprechendes Mindestgefälle von 25° bis 38° an, CALLIGARIS & ZINI (2012) hingegen nur 15°. Die Wahl des tatsächlichen Mindestgefälles muss demnach gebietsspezifisch betrachtet werden.

Aus biozönotischer Betrachtung werden Bäche und Wildbäche den Regionen des Epi- und Metarithral (obere und untere Forellenregion) zugeordnet (MERWALD, 1994).

## **2.2 Dreiteilige Gewässer- (Wildbach)klassifikation (MERWALD, 1984 und 1987/88)**

Diese Einteilung erfolgt nach Wasserführung, Geschiebetrieb und Murfähigkeit, also nach hydro- und orographischen Kriterien.

### **2.2.1 Murstoßfähige Bäche**

Bei diesem Typ können sich Murkatastrophen innerhalb kürzerer, fast regelmäßige Abstände wiederholen. Hierbei sind häufig überwiegende Teile des Gewässers betroffen. Die Erfüllung der Schutzfunktion der Verbauungen steht hier im Vordergrund. Zusätzlich hat sie auch nach ökonomischen Grundsätzen zu erfolgen, während eine mögliche und sich nur zeitweise entwickelnde Fischpopulation noch in den Hintergrund tritt. Auch ihre Förderung durch Besatzmaßnahmen wäre nicht vertretbar, solange das Gewässer über längere Abschnitte häufig murt. Erst nach dem Wirken der forst- und wasserbautechnischen Maßnahmen im Einzugsgebiet, kann sich eine Fischpopulation vermehren und im gesamten Bachregime ausbreiten (MERWALD, 1994).

Bei derartigen Murbächen wurde festgestellt, dass sich nach einem Murgang die Fischpopulation nicht nur vom Vorfluter, sondern auch aus den Zubringern des obersten Einzugsgebietes und besonders aus nicht murenden Seitengraben wieder erneuert (MERWALD, 1994).

Nach dem Greifen der vegetativen und technischen Maßnahmen sollte ein Besatz mit standortgerechten Fischen erfolgen. Für derartige Projekte kann aber bereits bei der Planung durch die Wahl einer naturnahen Bauweise mit Wasserrückhalt nicht nur im Einzugsgebiet, sondern auch in den einzelnen Gewässerabschnitten Vorsorge getroffen werden. Früher war der schnelle Wasserexport als Verbauungsziel vorgegeben, heutzutage soll jedoch genau dieser unterbunden werden (MERWALD, 1994).

Durch diesen neuen Verbauungsmodus werden einerseits die Hochwasserschäden verringert, da Hochwasserspitzen abgeflacht werden, andererseits können Fische während der für den Fischbestand gefährlichen Trockenperioden in einzelnen Gewässerabschnitten noch ausreichend mit Wasser aus dem Grundwasserbegleitstrom versorgt werden. Daher sollte versucht werden, natürliche Gumpen zu erhalten und zusätzlich künstlich geschaffene Kolke so zu gestalten, um den Fischen einen Rückzugsort zu bieten. Zusätzlich bringt die Durchfeuchtung der Bodenhohlräume unter der Sohle (Interstitial) auch für Benthosorganismen verbesserte Lebensbedingungen mit sich (MERWALD, 1994).

### **2.2.2 Geschiebeführende Gewässer**

Schutzwasserbauliche Eingriffe müssen in diesen Gewässern gut überlegt sein. Aus schutzwasserbaulicher und hydrotechnischer Sicht eignen sich für die Bewirtschaftung des Geschiebes vor allem Retentions- (Rückhaltesperren) und Dosiersperren (offene Sperren). Zwar sind bei Retentionssperren, solange das Niederwasser nicht im Geschiebe versetzt, die beruhigten Zwischenstrecken für die Entwicklung einer Fischpopulation positiv zu beurteilen,

jedoch kann bei einer plötzlichen Verfüllung des Stauraumes diese Population schlagartig vernichtet werden. Besonderes Augenmerk muss auch auf einen adäquaten passierbaren Fischaufstieg gelegt werden, um eine Wieder- und Neubesiedelung von Lebensräumen zu ermöglichen (MERWALD, 1994).

Dosiersperren eignen sich nicht nur aus hydrotechnischer Sicht, sondern können sich im Vergleich zu unverbauten Strecken positiv auf den Fischbestand und Kleinlebewesen auswirken, da diese keinem unvermittelten Geschiebestoß und gefährlichen Geschiebeumlagerungen ausgesetzt werden (MERWALD, 1994). Studien von MERWALD (1984) und JUNGWIRTH (1981) in Rithralgewässern zeigten, dass in den durch Bauwerke entstandenen Kolken, verglichen mit unverbauten Flachstrecken, höhere Fischdichten und Biomassen pro Flächeneinheit vorliegen.

### **2.2.3 Hochwasserführende Bäche, Wildbäche und Wildflüsse**

Hier wird bereits bei der Projektierung auf den Fischbestand Rücksicht genommen. Aufgrund des fehlenden Geschiebetriebes und der leichteren benötigten Bauweise der Bauwerke, sollte gleichzeitig versucht werden, die Biotope der standortgemäßen Fischpopulation zu verbessern. (MERWALD, 1994). In diesem Gewässerbereich eignen sich auch sehr oft Bautypen des Flussbaues. Demnach steht dem Projektanten hier eine breite Palette von Bautypen zur Verfügung, die auch den Bereich des Vegetationsbaues und der Ingenieurbiologie umfassen (MERWALD, 1994).

Eine Verbesserung der Biotopverhältnisse kann z.B. mit Hilfe von vegetativen Maßnahmen im Krenal, der fischleeren Zone, erfolgen, wodurch die Futterbasis für die Fischpopulation in der oberen Forellenregion verbessert werden kann (MERWALD, 1994).

## **2.3 Biozönotische Gewässereinteilung nach Fischregionen**

Bei dieser Art von Klassifikation wird die Gewässereinteilung nach ILLIES (1961) angeführt. Seine Einteilung besteht im Großen und Ganzen aus drei übergeordneten Bereichen, dem Krenal- (Krene), Rithral- (Rithron) und Potamalbereich (Potamon). Die beiden letztgenannten werden ihrerseits wiederum in kleinere Regionen unterteilt werden. Ein zusätzlicher Bereich, welcher an dieser Stelle jedoch nur kurz erwähnt wird, ist das von STEFFAN (1971) definierte Kryal, worunter er schmelzwasserführende Gletscher – und Schneefeldbäche versteht. Dieser Bereich wird bei unseren weiteren Betrachtungen ausgeklammert.

### **2.3.1 Krenal (Krene)**

Beschreibt, mit Ausnahme des Kryal, den obersten Teil eines Fließgewässers. Hier findet man noch keine Fischpopulation, da die Wasserführung und vor allem die Wassertiefe noch zu gering sind. Bei Wildbächen ist dies das Quellgebiet oder der direkt anschließende Bereich.

Dieser Abschnitt hat jedoch einen direkten und wichtigen Einfluss auf die unterhalb folgenden Abschnitte. Hier werden vor allem wichtige Nährstoffe aus Laub, Moos, Rinden- und Grasparkeln, sowie Äste und Zweige aus dem Umland eingespült.

Diese bilden die Futterbasis für die Organismen des Makrozoobenthos, wodurch sich diese, abhängig vom Futterangebot, dementsprechend vermehren können. Diese werden in

weiterer Folge abgedriftet und bilden das Nahrungsangebot für z.B. die Bachforelle in der oberen Bachforellenregion (MERWALD, 1994).

### 2.3.2 Rithral (Rithron)

Dieser Bereich entspricht der Salmonidenregion und wird in die obere Forellenregion (Epirithral), die untere Forellenregion (Metarithral) und in die Äschenregion (Hyporthral) unterteilt.

Merkmale für die Regionen des Rithrals sind: Eine hohe Strömungsgeschwindigkeit, ein hoher Sauerstoffgehalt des Wassers aufgrund turbulenter Durchmischung, im Allgemeinen geringer Wasserführung, Temperaturmonatsmittel von etwa 20°C und eine Abfolge von schnell und langsam durchströmten Bereichen. Das Bodensubstrat besteht aus anstehendem Fels, groben und feinem Geröll, Kies und Sand, bzw. in strömungsruhigen Zonen auch aus Feinsand oder sogar Schlamm. Diese Gewässerbereiche bilden den Lebensraum vor allem für kälte-, strömungs- und sauerstoffliebende Organismen (ILLIES, 1961).

#### 2.3.2.1 Epirithral (obere Forellenregion)

Der Leitfisch dieser Region ist die Bachforelle. Das Gefälle in diesen Teilen liegt bei 3% und darüber. Das Sohlsubstrat bildet hier grobblockiges Material, Kies und Feinkies, wobei sich die letzteren beiden nur in den langsam durchströmten Bereichen ablagern können (ILLIES, 1961a). Anhand der Größenzusammensetzung des Bachbettsubstrates lassen sich laut ILLIES (1961a) die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten der jeweiligen Stelle bestimmen (Tabelle 1). MERWALD (1984 u. 1987) ermittelt eine Strömungsgeschwindigkeit bei Hochwasser mit 3 bis 5m/sek und bei Niederwasser mit maximal 40 bis 50cm/sek in der

**Tabelle 1: Untergrundsubstrat und dazugehörige maximale Strömungsgeschwindigkeiten (modifiziert nach ILLIES, 1961)**

Untergrund	Strömungsgeschwindigkeit
Geröll	bis zu 120 cm/sek
Kiesel	35 cm/sek
Sand	20 cm/sek
Schlamm	12 cm/sek

Strömungsrinne. Aufgrund der fehlenden Quellbäche und Zubringer ist die Niederwasserführung meist sehr gering. Eine Wassertrübung stellt sich bereits bei kleinem Hochwasser ein und ist oft durch Seiten- und Tiefenerosion bedingt,

wobei erstere oft zu einem Unterschneiden der Hänge und in weiterer Folge zu Einrutschungen in das Bachbett führen kann. Dadurch wird viel Feinmaterial in das Bachbett eingetragen, was eine lang anhaltende Trübung verursachen kann. Durch weiteres Nachrutschen, bzw. einen länger andauernden Eintrag aus den dadurch entstandenen Rutschungsflächen und Blaiken und das Abspülen von nicht begrüntem Böschungen, fällt weiteres Feinsediment für Trübungen an (MERWALD, 1994).

Aufgrund diverser Faktoren ist die Jahreswasser- und Lufttemperaturschwankung in dieser Region sehr gering. Dazu zählen einerseits die Quell- oder Gletschnähe, ein oftmals schluchtförmiger Gerinneverlauf, gute Beschattung durch Schluchtwälder, deren Mikroklima und die reduzierte Sonneneinstrahlung. Die mittlere Wassertemperatur liegt im Jahresdurchschnitt unter 10° C (MERWALD, 1994).

Die Tagesschwankungen der Wassertemperatur sind bereits merkbar, jedoch stark durch die Orographie des Gewässers bestimmt (MERWALD, 1984 u. 1987).

Die Sauerstoffversorgung ist problemlos und die Wassergüte entspricht bei naturnahen Oberlaufgerinnen daher der Güteklasse 1. Die obere Bachforellenregion ist das Hauptfeld

der Wildbach- und Lawinenverbauung und ist sowohl bei den typischen Wildbächen, als auch bei den Flachbächen als Oberlauf zu bezeichnen (MERWALD, 1994).

### 2.3.2.2 *Metarithral (untere Bachforellenregion)*

Auch in dieser Region ist die Bachforelle der Leitfisch, begleitet von Koppe, Bachsaibling, Regenbogenforelle und einigen anderen heimischen Arten (siehe 3.2.1 Fischfauna des Rithrals).

Das Substrat ist teilweise noch grobblockig und hohe Fließgeschwindigkeiten in den Strömungsrinnen wechseln mit langsam durchströmten Flachstrecken ab. Diese weisen feinkörniges Substrat auf und bieten Jungfischen ein ausgezeichnetes Biotop. Zusätzlich eignen sich diese Flachstrecken hervorragend als Laichgründe. Der größte Unterschied zwischen oberer und unterer Bachforellenregion liegt aber in der deutlichen Abnahme des Sohlgefälles, welches über weite Fließstrecken zwischen 2 und 4% liegt (MERWALD, 1994).

Die Normalwasserführung ist abhängig von entsprechenden Zubringern. Sie ist für gewöhnlich gering, kann aber bei Hochwasserabfluss noch grobblockiges Geschiebe mitführen. Die Strömungsverhältnisse bei Niederwasser ändern sich gegenüber der oberen Bachforellenregion aufgrund des Sohlgefälles und der größeren Gewässerbreite. So verteilt sich der Abfluss bei Niederwasser bereits breiter, was zu einer Abnahme der Wassertiefe führen kann. Durch die breitere Benetzung im Sohlbereich steht jedoch eine größere Substratfläche als Lebensraum für Benthosorganismen zur Verfügung. Dies erhöht in weiterer Folge auch das Nahrungsangebot für Fische (MERWALD, 1994).

Je nach geologischen Verhältnissen nimmt bei erhöhtem Abfluss die Trübung unterschiedlich schnell zu. Bei Gewässern in der Flysch- und Molassezone wird relativ rasch eine Trübung erreicht, da die Feinsedimente sehr leicht in das Gewässer eingeschwemmt werden. Diese verursachen häufig Schlickablagerungen, welche sowohl für einen Großteil der Kleinorganismen, als auch für die Fischbrut und Jungfische tödlich sein können (MERWALD, 1994).

Die Temperaturschwankungen nehmen in diesem Bereich bereits etwas zu. Die täglichen Temperaturschwankungen des Abflusses korrelieren mit der Entfernung zu ergiebigen Quellen. Die tägliche Erwärmung ist im Vergleich zur oberen Forellenregion, aufgrund der längeren Sonneneinstrahlungszeit und dem häufigen Fehlen von Schluchtstrecken, größer. Von besonders großer Bedeutung sind hierbei die Wassertiefe und das umliegende Terrain. Je seichter das Gewässer, desto stärker wird es von der Sonneneinstrahlung durchdrungen und erwärmt. Die Erwärmung wird zusätzlich durch das Gestein, welches je nach geologischer Formation unterschiedlich gut speichert und wieder an das Gewässer abgibt, beeinflusst (ECKEL, 1953; MERWALD, 1987). Die mittlere Jahrestemperatur liegt selten  $>10^{\circ}$  C und aufgrund des hohen Sauerstoffgehaltes und der hohen Wasserqualität spricht man in vom Menschen nicht beeinflussten Abschnitten noch von der Güteklasse 1 (MERWALD, 1994).

Dieser Abschnitt der biozönotischen Einteilung der Fischregionen entspricht bei Wildbächen etwa dem Mittellauf (MERWALD, 1994).

### 2.3.2.3 *Hyporithral (Äschenregion)*

Leitfisch dieser Region ist, wie der Name bereits sagt, die Äsche. Unterläufe von Wildbächen oder Wildflüsse werden dieser Region zugeordnet. Die Strömungsgeschwindigkeitsverhältnisse liegen bei Hochwasser unter jenen der Bachforellenregion, bei Niederwasser hingegen sind sie ähnlich.

Die Wasserführung ist bereits höher und liegt selbst bei Niederwasserabfluss in der Größendimension von mehreren Kubikmetern pro Sekunde. Wildflüsse werden erst ab einer Einzugsgebietsgröße von >100km<sup>2</sup> als solche bezeichnet (siehe Kapitel 2.1.2.4) (MERWALD, 1994).

Obwohl noch häufig Grobgeschiebe transportiert wird, ist im Allgemeinen das Substrat wesentlich kleiner. Schotter tritt vor allem bei Schotteralluvionen in größeren Mengen auf, Feinschotter und Sande in den ruhigen Gewässerzonen. Das Gefälle liegt meist <2%. Die mittlere Wassertemperatur des wärmsten Monats steigt selten auf >20°C, wodurch der Sauerstoffgehalt weiterhin hoch ist (MERWALD, 1994).

Durch die starke Beeinträchtigung dieser Gewässerregion durch Kraftwerke, Schwallbetrieb, Wasserausleitungen, Regulierungen usw. werden die Biotope teilweise zerstört oder stark beeinträchtigt. So werden aufgrund von Gewässerverschmutzung, Aufstiegshindernissen, fehlenden Laichplätzen und Einständen, mangelnden oder stark schwankenden Wassertiefen usw. viele Arten verdrängt (MERWALD, 1994).

### 2.3.3 Potamal (Potamon)

Das Potamal (Cyprinidenregion) folgt auf die Äschenregion und wird auch als Zone des Tieflandflusses bezeichnet. Genauso wie das Rithral wird es in die drei Unterregionen Epi-, Meta- und Hypopotamal unterteilt (MERWALD, 1994). Bei grober Betrachtung dieser biozönotischen Gliederung zeigt sich, dass es zwischen der Salmoniden- und der Barbenregion zu einem deutlichen Faunenwechsel kommt. Zwar gibt es Organismen, deren ökologische Grenzen im Fluss anders liegen, jedoch bildet der Übergang von Äschen- zur Barbenregion für viele Organismen die Verbreitungsgrenze (ILLIES, 1961).

Dieser Faunenwechsel beschränkt sich nicht nur auf qualitative Unterschiede, sondern greift tief in die quantitative Zusammensetzung der Organismen ein. In der Salmonidenregion machen etwa ein Viertel der gesamten Individuen Plekopteren und Trichopteren aus, während diese in der Barbenregion weitgehend fehlen. Hier finden sich hingegen Isopoden, Nematoden, Hirudineen und Odonaten, welche wiederum in der Salmonidenregion kaum ins Gewicht fallen. Ähnlich wechseln sich im Freiwasser die Salmoniden mit Cypriniden ab (ILLIES, 1961).

Das Gewässer geht in diesem Abschnitt in einen limnischen Bereich über, die Strömung beruhigt sich allmählich, ist aber immer noch turbulent. An der Oberfläche ist sie bedeutend schneller als in Sohlennähe. Bei glatter Sohle kann sich laminare Strömung ausbilden. Die Gewässeroberfläche ist fast durchwegs geschlossen und wird nur stellenweise von Stromschnellen unterbrochen.

Die Sommertemperatur kann Maximalwerte von über 20°C erreichen (ILLIES, 1961).

Da bei niedriger Temperatur mehr Sauerstoff im Wasser löslich ist, ist in Anbetracht der steigenden Temperaturen eine Sauerstoffabnahme vom Ober- hin zum Unterlauf normal. An der Donau liegen diese meist nur bei 18°C, wobei die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur häufig über 15°C liegt (SCHINDLER, 1963 und JUNGWIRTH, 1975 in MERWALD, 1994). Die Sauerstoffabnahme kann aufgrund von Verunreinigungen durch sauerstoffzehrende Abbauprozesse an totem organischem Material oder der Einleitung von Fäkalien und Düngemitteln, stark erhöht werden (ILLIES, 1961a; MERWALD, 1994).

Aufgrund der verringerten Strömungsgeschwindigkeit kann sich Feinsediment an der Sohle ablagern, welche die Grundlage für benthische Besiedelung bildet. Diese ist jener von

stehenden Gewässern umso ähnlicher, je langsamer die Fließgeschwindigkeit wird. Dies trifft auch auf die Fischartenzusammensetzung zu (MERWALD, 1994).

#### 2.3.3.1 *Epipotamal (Barbenregion)*

Die Barbenregion ist typisch für Flüsse mit geringem Gefälle, aber relativ hohem Abfluss. Die Fließgeschwindigkeit ist noch relativ hoch, die Wasserführung nimmt zu und das Bodensubstrat wird im Vergleich zur Äschenregion immer feiner. Zusätzlich entwickeln sich an den Ufern, vor allem an den Gleitufeln, Kies- und Sandbänke. Auch die Ufervegetation entwickelt sich stärker. Weiter kann es unter Umständen zu einer Abnahme des Sauerstoffgehaltes kommen. Die Wassertemperatur nimmt bereits merklich zu und meist ist eine leichte Gewässertrübung festzustellen. Die Gewässergüte liegt um den Wert von 2 (MERWALD, 1994).

#### 2.3.3.2 *Metapotamal (Brachsenregion)*

Wie der Name bereits sagt, ist der Leitfisch dieser Region die Brachse (*Abramis brama*). Es handelt sich hierbei um den Unterlauf der Cyprinidenregion. Hier weisen die Flüsse in einer tiefen Strömungsrinne die größten Geschwindigkeiten auf, wobei sich aufgrund des geringen Gefälles im Promillebereich die Fließgeschwindigkeit zu einem trägen Strom verlangsamt (MERWALD, 1994).

Das Bodensubstrat besteht aus feinkörnigen, sandigen, häufig schlammigen Partikeln. Die Vegetation ist in diesem Bereich stark ausgeprägt, wodurch die Prallufer gut gegen Lateralerosion und Hochwasserangriffe geschützt sind. Die starke Ufervegetation führt zusätzlich dazu, dass durchflossene Uferbereiche die Sinkstoffablagerung fördern.

Die Wassertemperatur steigt im Sommer auf über 20°C und weist nur geringe Tagestemperaturschwankungen auf. Die Jahrestemperaturschwankungen hingegen sind groß. Diese Gewässer weisen häufig eine mehr oder weniger starke Trübung auf. Im langsam strömenden Sohlbereich kann Sauerstoffmangel auftreten, wobei an der Gewässeroberfläche, ohne menschliche Belastung, ausreichend Sauerstoff vorhanden ist. Die Gewässergüte liegt meist um einen Wert von 3 (MERWALD, 1994).

Da diese Gewässerbereiche in Hinblick auf Hochwasser, Schifffahrt und Energiegewinnung häufig stark reguliert sind, ist aus biozönotischer Sicht vor allem in Hinblick auf Laichmöglichkeiten auf den Erhalt von Altarmen und vor allem auf deren Kommunikation mit dem Hauptgewässer besonders zu achten. Grund dafür ist, dass die Fische dieser Region zu den Krautlaichern zählen und aufgrund der vorhin genannten Regulierungsmaßnahmen das Wasserpflanzenangebot als potentieller Laichplatz fehlen kann (MERWALD, 1994).

#### 2.3.3.3 *Hypopotamal (Flunder- oder Brackwasserregion)*

Dieser Abschnitt nimmt in einer biozönotischen Fließgewässereinteilung den untersten Abschnitt ein. Es handelt sich hierbei um den Mündungsbereich in das Meer und ist in Österreich nicht vorhanden. Somit ist er aus österreichischer Sicht für schutzwasserbauliche Vorhaben von keiner Relevanz und wird nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Ein typisches Merkmal ist der ständige Einfluss von Ebbe und Flut. Das Wasser ist meist warm und trüb und das Bodensubstrat schlammig. Ist das Wasser ständig brackig, dann ist der Leitfisch die Flunder (*Platichthys flesus*). Der Jahrestemperaturgang hat eine große Amplitude, die Wassergüte beträgt einen Wert von 3-4 (MERWALD, 1994).

## 2.4 Sonstige Methoden der Fließgewässertypologie

Neben den vorhin erläuterten Einteilungen gibt es noch eine Vielzahl weiterer Methoden, welche auf unterschiedlichsten Kriterien beruhen.

In den „Grundlagen zur typologischen Charakteristik österreichischer Fließgewässer“ von MOOG und WIMMER (1990) werden weitere, auf österreichische Gewässer anwendbare Fließgewässertypologien beschrieben.

In seinem Werk „Leitfaden für einen ökologischen Schutzwasserbau und Kriterien für ökologische Bewertung von Schutzwasserbauten“ griff MERWALD (1994) die wichtigsten dieser Gliederungen auf. Anschließend werden diese auszugsweise aus seiner Arbeit aufgezählt.

### 2.4.1 Physikalisch- chemische Gliederungen

Bei dieser Klassifikation werden die Gewässer nach dem Kalkgehalt oder Härtegrad eingeteilt.

### 2.4.2 Angabe nach der Flussordnungszahl

Hier wird die Flussordnungszahl nach dem österreichischen Hydrographischen Zentralbüro verwendet.

Zu erwähnen sind hier auch die Systematiken nach Flussordnungszahlen nach HORTON (1945) und STRAHLER (1957).

### 2.4.3 Gliederung nach Gewässersystem

MARCINEK (1975) definiert hier fünf Grundtypen, welche nach den Grundrissformen der Gewässer unterschieden werden.

### 2.4.4 Topographisch – morphologische Gliederung

Bei dieser Einteilung nach KELLER (1961) werden, basierend auf dem Gewässersystem der Steiermark, fünf charakteristische Flusstypen dargestellt. Wildbäche fehlen in dieser Einteilung.

### 2.4.5 Biozönotische Gliederungen

Einteilungen nach Fischregionen nahmen z.B. BORNE (1877), HUET (1946) und ILLIES (1961) vor.

Weiter gab es Einteilungen nach wirbellosen Tieren, hier sind unter anderem THIENMANN (1936) und BOTOSANEAU (1959) zu nennen.

Eine Gliederung nach Fischen und Benthosorganismen entwarfen ILLIES & BOTOSANEAU (1963).

Makroinvertebraten - Gruppen dienten BRAUKMANN (1987) für seine Einteilung in verschiedene Bachtypen.

Weitere Parameter, welche für biozönotische Einteilungen herangezogen werden konnten, waren unter anderem Umweltparameter (WRIGHT et al., 1984) oder Makrophytenbesiedelungen (WEBER-OLDECOP, 1977; HOLMES, 1983).

#### **2.4.6 Klimatisch-hydrologisch-hydrographische Gliederung**

PRADÈ (1947) teilt in seiner Klassifizierung in drei Abflussregimetypen ein.

KRESSER (1961) unterscheidet in sechs hydrographische Hauptabflusstypen. Seine Systematik beinhaltet jedoch keine Wildbäche.

In einer weiteren Einteilung von KELLER (1961) werden neun Niederschlagsabflusstypen unterschieden. Intermittierende Flüsse und Wildbäche sind in dieser Systematik enthalten.

#### **2.4.7 Thermische Gliederungen**

SCHWOERBEL (1984) teilt die Gewässer nach den Temperaturmaxima ein. Er unterscheidet in sommerkalte Bäche (0 bis 17°C), sommerwarme Bäche (17 bis 29°C), Warmbäche (29 bis 40°C) und heiße Quellen und Bäche.

ECKEL (1960) zieht ebenfalls die Temperatur als Beurteilungskriterium heran. Die Temperaturamplitude nimmt proportional dem Logarithmus der Quellentfernung zu und ist als entscheidender ökologischer Faktor im Fließgewässer anzusehen. Die Fließgewässerzonen werden nach der Differenz der Tagesmittel von Wasser- und Lufttemperatur angegeben (MERWALD, 1994).

#### **2.4.8 Gliederung nach Benthosbiomassen**

In dieser Einteilung nach HUET (1949), überarbeitet von HEMSEN (MERWALD, 1994), werden die Gewässer nach ihrem Nahrungsangebot in Stufen eingeteilt. In nahrungsarm von 0 bis 10g/m<sup>2</sup>, mit mittlerem Nahrungsangebot von 10 bis 40g/m<sup>2</sup>, in nahrungsreich von 40 bis 70g/m<sup>2</sup> und sehr nahrungsreich mit über 70g/m<sup>2</sup>. Jede einzelne Stufe wird wiederum in drei Unterstufen gegliedert (MERWALD, 1994).

MERWALD, MOOG & JUNGWIRTH (1985) wandten diese Systematik erstmals auf einen Flysch Wildbach an, MERWALD (1987) versuchte diese für andere Wildbäche zu adaptieren.

#### **2.4.9 Gliederung nach Strömungsgeschwindigkeiten**

EINSELE (1957) teilte stehende und fließende Gewässer in 10 Stufen von 0 bis über 3 m/sek. Fließgeschwindigkeit ein. Zusätzlich traf er Aussagen über dazugehörige Bewegungen des Bodensubstrates sowie Leitfischarten.

MACAN (1974) teilte Fließgewässer in acht Bereiche von 10 bis 300 cm/sek. ein und stellte die dazu bewegten Korngrößen in Relation (MERWALD, 1994).

AMBÜHL (1959) führte die Strömungsgeschwindigkeit als wichtigen ökologischen Faktor an (MERWALD, 1994).

#### 2.4.10 Gliederung nach Sondertypen

Mit der „Dreiteiligen Gewässer- (Wildbach)klassifikation“ nach MERWALD (1984 und 1987/1988) (Kapitel 2.2) wurde bereits eine solche, in der Praxis sehr leicht anwendbare Gliederung, genauer erläutert.

Weitere spezielle Einteilungen wurden basierend auf den unterschiedlichsten Faktoren entwickelt.

Eine geologische Einteilung traf STINY (1931), indem er Bäche in Altschutt und Jungschuttbäche unterschied. Auf diese Einteilung soll in folgendem Kapitel (siehe 2.5.1) noch etwas genauer eingegangen werden.

DEMONTZEY (1878) klassifizierte in Erosionswildbäche, Witterschuttbäche und Gletscherbäche (WEINMEISTER, 1994 in MERWALD, 1994).

Schon 1886 fertigte SALZER eine ähnliche Einteilung an, in der er die Wildbäche in Hochgebirgswildbäche, Wildbäche der Berg- und Hügelländer und Karstbäche einteilte.

KOTOULAS (1969) schuf eine vierstellige Ziffernkombination zur Klassifizierung von Wildbächen, basierend auf Relief, geologischen Untergrund, Klima und Vegetation.

MOL (1978) zog für seine Einteilung fünf biotische Determinanten (Klimatisches Gebiet, Höhe, allgemeiner natürlicher Eindruck, Wasserhärte und Fließeigenschaften) heran und nahm eine Einteilung in 11 unterschiedliche Fließgewässertypen vor.

### 2.5 Allgemeine Klassifikation für Wildbäche (Wildbachtypen) nach ONR 24800

Da sich der Aufgabenbereich der Wildbach- und Lawinenverbauung primär auf Wildbäche beschränkt, werden in der Praxis nur bestimmte Wildbachklassifikationen angewandt. Nachstehend werden die im Regelwerk der ONR 24800 „Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definition sowie Klassifizierung“ angeführten Wildbachklassifikationen kurz erläutert.

Ihnen liegen einerseits geologische Faktoren, andererseits die natürliche Entwicklungstendenz von Geschiebeherden, oder die Beeinflussbarkeit des Systems Wildbach durch Vegetation, zugrunde (ONR 24800, 2009).

Biozönotische Faktoren fließen hier in die Bestimmung der Wildbachtypen nicht mit ein.

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung und der Berücksichtigung ökologischer Aspekte muss demnach ergänzend auf andere Gliederungsmethoden zurückgegriffen werden. Hierfür eignet sich besonders die bereits beschriebene „biozönotische Gewässereinteilung nach Fischregionen“ nach ILLIES (1961) (siehe Kapitel 2.3).

#### 2.5.1 Wildbachtypen entsprechend der zeitlichen Entwicklung der Geschiebeherde (Jungschutt, Altschutt)

Der geologischen Klassifizierung gemäß STINY (1931) werden Wildbäche in Alt- und Jungschuttbäche eingeteilt (ONR 24800, 2009).

### 2.5.1.1 *Altschuttbäche*

Die Bildung der potentiell von einem Wildbach erodierbaren Ablagerung ist im Großen und Ganzen abgeschlossen (z.B. eiszeitliche Ablagerungen, ältere Bergsturzablagerungen) (ONR 24800, 2009)

### 2.5.1.2 *Jungschuttbäche*

Die potentiell von einem Wildbach erodierbaren Ablagerungen erfahren in junger oder jüngster Zeit einen langsamen, kontinuierlichen oder sprunghaften Nachschub (z.B. Verwitterungsprodukte) (ONR 24800, 2009).

## **2.5.2 Wildbachtypen entsprechend der Entwicklungstendenz der Geschiebeherde und ihrer Beeinflussbarkeit**

Diese weit verbreitete Klassifikation der Wildbachtypen gemäß BUNZA et. al. (1982) (Tabelle 2) beruht auf den natürlichen Entwicklungstendenzen von Geschiebeherden und der Beeinflussbarkeit des Systems Wildbach durch die Vegetation. (ONR 24800, 2009).

Tabelle 2: Wildbachklassifikation nach BUNZA et.al. 1982 (modifiziert nach ONR 24800, 2009)

Wildbächen mit expansiven Feststoffherden in Restschuttkörpern	
Wildbäche in Talverfüllungen	Als Feststoffherde gelten Rotationsbrüche im Lockergestein, Translationsanbrüche in Lockergestein und Böden, Ufer- und Feilanbrüche in den Einhängen der in die Stausedimente eingeschnittenen epigenetischen Täler. Die Ablagerung erfolgt auf meist sehr mächtigen Kegeln im Haupttal. Über Eingriffe in die Vegetation, insbesondere Wald, können Oberflächenabfluss und Hangvernässung gefördert werden. Wildbäche in Talverfüllungen sind der Prototyp des menschlich verursachbaren bzw. beeinflussbaren Wildbaches. Sie liegen vielfach seitlich der pleistozänen Vorlandgletscher im Alpenvorland, bzw. im Alpeninneren in relativ kurzen Seitentälern großer pleistozäner Talgletscher.
Wildbäche in Restschuttkörpern	Als Feststoffherde sind Rotationsanbrüche in Lockergestein, Translationsanbrüche in Lockergestein und Böden, Ufer- und Feilanbrüche zu nennen. Die Lockergesteine sind pleistozäner oder psotglazialer Hangschutt, periglazialer Wanderschutt und durch Solifluktion akkumulierte Lockermassen und veränderlich feste Gesteine (z.B. tiefgründige Verwitterung des Zementmergels im Flysch). Das Material wird wieder auf Kegeln unterschiedlicher Größe im Haupttal abgelagert. Die Beeinflussbarkeit ist durch Eingriffe in die Vegetation insbesondere in den Waldbestand gegeben, da dadurch der Oberflächenabfluss und die Hangvernässung gefördert werden können. Die Verbreitung dieses Typs liegt im pleistozän vergletscherten Alpengebiet und in den periglazialen Räumen der Randalpen. Besonders häufig sind diese Bäche in Gebieten mit veränderlich festen Gesteinen zu finden.
Wildbäche mit stationären Feststoffherden	
Wildbäche in hartem Kristallingestein	Steinschlag, Felssturz, direkter Bergsturz aus Felsflanken und Felswänden der Trogtäler, wie auch Ufer- und Feilanbrüche in rezentem bis subrezentem Wandschutt auf primärer Lagerstätte, dienen als Feststoffherde. Ihr Ablagerungsgebiet liegt nicht im Haupttal und bildet kleine Schuttkegel. Die Verbreitung dieses Typs liegt in pleistozän und frühpostglazial stark ausgeräumten Tälern der Zentralalpen.
Wildbäche in hartem Sedimentgestein	Ihre Feststoffherde sind Wandabgrusungen, Steinschlag, Felssturz, Bergsturz aus Felsflanken und Felswänden, Rotationsrutschue, Ufer- und Feilanbrüche in rezentem Verwitterungsschutt auf primärer Lagerstätte. Das Ablagerungsgebiet liegt meist nicht im Haupttal und weist sehr große Kegel auf. Dieser Wildbachtyp ist in den nördlichen Kalkalpen vor allem im Bereich kleinstückig verwitterter Dolomite in pleistozän oder frühpostglazial stark ausgeräumten Landschaften verbreitet, sowie in den östlichen Südalpen im Bereich teils kleinstückig verwitterter, teils mylonitisierter Dolomite in pleistozän nicht oder nur schwach vergletscherten Gebieten.
Wildbäche in veränderlich festem Gestein	Als Feststoffherde dienen Wandabgrusungen, Steinschlag, Verwitterungsschutt auf primärer Lagerstätte. Dieser Typ ist allgemein verbreitet in tektonisch stark beanspruchten, erosiv oder durch Massenbewegung offen anstehenden veränderlich festen Gesteinen.
Wildbäche in rezenten Moränen	Als Feststoffherde dienen Ufer- und Feilanbrüche in subrezentem bis rezenten Moränen, insbesondere jüngster Rückzugsstadien und Blockgletscher. Die Ablagerung erfolgt auf kleinen Schuttkegeln. Sind in rezent vergletscherten Gebieten der Ostalpen verbreitet.

Wildbäche mit expansiven und stationären Feststoffherden	
Wildbäche in Gebieten großer Massenbewegungen	Als Feststoffherde gelten Wandabgrusungen, Steinschlag, Felssturz, Bergsturz aus durch Massenbewegungen freigelegtem Gestein, Rotationsbrüche, Translationsbrüche in Felsgestein, Lockergestein und Boden, Ufer- und Feilenanbrüche. Im Ablagerungsgebiet fehlen meist größere Materialansammlungen, da diese vom Vorfluter unmittelbar abtransportiert werden. Es handelt sich dabei um Schuttmaterial. Die Beeinflussbarkeit derartiger Wildbäche in Gebieten großer Massenbewegungen auf Grund entsprechend tektonischer, lithologischer, stratigraphischer, bodenmechanischer, hydrologischer und glazialgeschichtlicher Voraussetzungen durch anthropogene Einflüsse auf die Vegetation, aber auch durch Baumaßnahmen, ist gegeben. Sie sind vor allem in veränderlich festen Gesteinen in Grenzbereichen tektonischer Großeinheiten verbreitet. Sie sind in den Zentralalpen häufiger und großräumiger als in den Randalpen.
Wildbäche auf Schuttkegeln	Als Feststoffherde gelten Ufer- und Feilenanbrüche in subrezentem bis fossilen Schuttkegeln. Ihre Beeinflussbarkeit ist unterschiedlich. Es treten meist Ufer- und Feilenanbrüche, gelegentlich auch Rotationsanbrüche auf. Da die Einzugsgebiete meist Felsflanken sind oder über der Grenze der geschlossenen Vegetation liegen, ist der Abfluss der Niederschläge menschlich nicht beeinflussbar. Die Kegel sind meist bewaldet und hier sind menschliche Einflüsse durch Entwaldung möglich, die insbesondere bei flacheren Schwemmkegeln seitliche Ausbrüche erleichtern. Die Ablagerungsgebiete sind selten sekundäre Schwemmkegel, meist wird das Material durch den Vorfluter abtransportiert. Sie sind vor allem in den nördlichen und südlichen Kalkalpen verbreitet, dort wo große nacheiszeitliche Kegel mit fehlender oder geringer rezenter Akkumulation vorkommen.
Wildbäche mit nur zeitweise eigenen Feststoffherden	
Wildbäche in Talalluvionen	Als Feststoffherde gelten Uferanbrüche und Sohleintiefungen in rezenten bis subrezentem Talalluvionen. Die Beeinflussbarkeit dieser Bäche gilt als gering, darf aber nicht vernachlässigt werden. Der Wildbachcharakter dieser Bäche tritt nur bei Niederschlagsexzessen auf.
Wildbäche aus Waldabbrüchen	Die Feststoffherde sind Translationsbodenrutsche im Wald, Uferanbrüche in rezenten bis subrezentem Talalluvionen. Bei Niederschlagsexzessen treten an Steilhängen Waldabbrüche auf, die zu Verklausungen durch Wildholz und Uferanbrüchen in den Talalluvionen führen. Als auslösende Faktoren wird hoher Strömungsdruck im Boden vermutet. Für derartige Abbrüche wird auch der Ausdruck Hangexplosion verwendet.

## 2.6 Einteilung gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG)

Bei der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) handelt es sich um eine Richtlinie zur Lenkung und Steuerung der europäischen Wasserpolitik. Sie trat im Jahr 2000 in Kraft und soll dafür sorgen, *„einen guten ökologischen und guten chemischen Zustand für Oberflächengewässer sowie ein gutes ökologisches Potenzial und einen guten chemischen Zustand für erheblich veränderte oder künstliche Gewässer zu erreichen. Ziel ist eine systematische Verbesserung und keine weitere Verschlechterung“* (www.umweltbundesamt.at, Zugriff 31.05.2015).

Zu den zentralen Punkten, zu welchen sich die Mitgliedsstaaten verpflichten, zählen:

- Verankerung von Umweltzielen für Oberflächengewässer und Grundwasser.
- Eine umfassende Analyse der Flusseinzugsgebiete.
- Einrichten eines Überwachungsmessnetzes.
- Erstellung von flussgebietsbezogenen Bewirtschaftungsplänen samt Maßnahmenprogramm unter Einbeziehung der Öffentlichkeit zur Erreichung der Ziele bis zum Jahr 2015.

- Zyklische Überarbeitung der Bewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete (alle 6 Jahre).  
(www.umweltbundesamt.at, Zugriff 31.05.2015).

Die WRRL wurde im Rahmen der Novelle des Wasserrechtsgesetzes 1959 (BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F.) in nationales Recht überführt (www.umweltbundesamt.at, Zugriff 31.05.2015). Das nationale Instrument zur zyklischen Überarbeitung der Bewirtschaftungspläne der Flusseinzugsgebiete ist der Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) (siehe Kapitel 2.6.1).

Da eine detaillierte Darstellung der WRRL den Umfang der vorliegenden Arbeit sprengen würde, diese Richtlinie aber dennoch ein sehr wichtiges Dokument darstellt, sollen in Bezug auf die Einteilung von Flüssen nur kurz grundlegende Rahmenpunkte aufgegriffen werden. Seen, Übergangsgewässer und Küstengewässer bleiben an dieser Stelle unbehandelt.

Die WRRL untergliedert die europäischen Gewässer nach Ökoregionen und Arten von Oberflächenwasserkörpern (siehe Anhang I). Hierbei gibt es zwei Systeme (System A und System B), nach denen bei der Einteilung von Gewässern vorgegangen werden kann (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4).

**Tabelle 3: System A der Einteilung von Flüssen folgend der WRRL (modifiziert nach WRRL 2000/60/EG).**

System A	
Feststehende Typologien	Deskriptoren
<b>Ökoregion</b>	<b>Ökoregionen</b> (nach Karte A in Anhang I)
<b>Typ</b>	<p><b>Höhenlage</b></p> <p>höhere Lage: &gt; 800 m mittlere Lage: 200 bis 800 m Tiefland: &lt; 200 m</p> <p><b>Größe (Einzugsgebiet)</b></p> <p>klein: 10 - 100 km<sup>2</sup> mittelgroß: &gt; 100 bis 1000 km<sup>2</sup> groß: &gt; 1000 bis 10000 km<sup>2</sup> sehr groß: &gt; 10000km<sup>2</sup></p> <p><b>Geologie</b></p> <p>kalkig silikatisch organisch</p>

Folgend den Ökoregionen zählen Österreichs Gewässer zu den Regionen 4. (Alpen), 9. (Zentrales Mittelgebirge) und 11. (Ungarische Tiefebene) (WRRL 2000/60/EG).

Tabelle 4: System B der Einteilung von Flüssen folgend der WRRL (modifiziert nach WRRL 2000/60/EG).

System B	
Alternative Beschreibung	Physikalische und chemische Faktoren, die die Eigenschaften des Flusses oder Flussabschnittes und somit die Struktur und Zusammensetzung der Biozönose bestimmen
Obligatorische Faktoren	Höhe geographische Breite geographische Länge Geologie Größe
Optionale Faktoren	Entfernung von der Quelle des Flusses Strömungsenergie (Funktion von Strömung und Gefälle) durchschnittliche Wasserbreite durchschnittliche Wassertiefe durchschnittliches Wassergefälle Form und Gestalt des Hauptflussbettes Flussabfluss-(Durchfluss)klasse Talform Säurebindungsvermögen durchschnittliche Zusammensetzung des Substrates Chlorid Schwankungsbereich der Lufttemperatur durchschnittliche Lufttemperatur Niederschlag

### 2.6.1 Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP)

Hierbei handelt es sich um eine wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, die sich von 2009 bis 2027 über 3 Planungsperioden im Intervall von 6 Jahren erstreckt (wisa.bmlfuw.gv.at, Zugriff 01.06.2015).

Die nationalen Gewässerbewirtschaftungspläne werden der Öffentlichkeit online über das Wasserinformationssystem Austria –WISA zugänglich gemacht und sind für alle Wasserkörper Österreichs verfügbar. Sie enthalten neben Zustands- und Risikobewertungen auch Informationen über Überwachungsprogramme, bis 2015 bereits umgesetzte Maßnahmen, bis 2021 geplante Maßnahmen und Aussagen über erheblich veränderte bzw. künstliche Wasserkörper (wisa.bmlfuw.gv.at, Zugriff 01.06.2015).

Hierfür werden neben physisch-morphologischen Kriterien auch Charakteristika der Wasserführung, der chemische und ökologische Zustand, sowie Schadstoffbelastungen zur Bewertung herangezogen.

### 3 Fließgewässerfauna

Heutzutage ist es nicht mehr zeitgemäß, verbauungstechnische Schutzmaßnahmen nur noch vor dem Hintergrund des Schutzgedankens von menschlichem Leben, Infrastruktur und anderer Sachwerte zu konzipieren. In den vergangenen Jahren hat auch der Erhalt des ökologisch guten Zustandes und der Funktionsweise von Fließgewässern an Wert gewonnen. So zielt die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) „*darauf ab, bis 2015 einen guten ökologischen und guten chemischen Zustand für Oberflächengewässer sowie ein gutes ökologisches Potenzial und einen guten chemischen Zustand für erheblich veränderte oder künstliche Gewässer zu erreichen. Ziel ist eine systematische Verbesserung und keine weitere Verschlechterung. Dies gilt auch für jene Landökosysteme und Feuchtgebiete, die direkt von den Gewässern abhängig sind*“ (www.umweltbundesamt.at).

Um neben den schutztechnischen, auch die ökologischen Anforderungen erfüllen zu können, ist es notwendig zu wissen, welche Organismen in den einzelnen Gewässerregionen beheimatet sind und welche naturräumlichen Grundlagen sie in ihrem Lebensraum benötigen.

Da diese Thematik sehr umfangreich ist, kann sie im Rahmen dieser Arbeit nur ansatzweise behandelt werden. Nachfolgend soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten Organismen in den heimischen Fließgewässern gegeben werden.

#### 3.1 Wirbellose Sekundärproduzenten

Als Sekundärproduzenten werden Organismen bezeichnet, die nicht wie Pflanzen mithilfe von Sonnenenergie körpereigene Substanz aufbauen, sondern auf pflanzliche oder tierische Nahrung angewiesen sind (LAND OBERÖSTERREICH, 2007). Sie umfassen in der heimischen Fließgewässerökologie die Lebensgemeinschaften des:

- Zooplanktons: Lebensgemeinschaft des Pelagials (Freiwasserkörper)
- Makrozoobenthos: Lebensgemeinschaft des Benthals (Bodenzone)
- Neuston / Pleuston: Lebensgemeinschaft der Wasseroberfläche
- Organismen der Wasserwechselzone: Lebensgemeinschaft der Ufer

Entnommen aus JUNGWIRTH, et. al., (2003)

##### 3.1.1 Zooplankton

Der Begriff Plankton stellt keine systematisch- taxonomische Bezeichnung dar, sondern bezeichnet eine Lebensform. Zu ihr zählen Vertreter von Bakterien, Einzeller, Pflanzen und Tiere mit planktischer Lebensweise (JUNWIRTH, et. al, 2003). Diese Organismen besiedeln den freien Wasserkörper und verfügen über Schwimm- und Schweborgane. Aufgrund ihrer geringen Größe (meist < 2mm) und verschiedenster Auftriebsmechanismen bzw. Absinkwiderstände, ist es ihnen möglich, dauerhaft „in Schwebel“ zu bleiben. Bestimmte Organismengruppen planktischer Lebewesen stellen für Jungfische eine wichtige Nahrungsquelle dar. Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit fehlt das Zooplankton in rithralen Gewässern meist völlig. Die vorherrschenden Lebensgemeinschaften sind hier die Benthoszönosen und Fische (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

### 3.1.2 Makrozoobenthos

Dieser Sammelausdruck beschreibt die Gruppe jener wirbellosen Tiere, die den Gewässerboden bewohnen und zumindest in einem Lebensstadium mit freiem Auge sichtbar sind (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Benthische Lebensgemeinschaften von Fließgewässern unterscheiden sich, hauptsächlich bedingt aufgrund der Strömungs-, Temperatur-, Sauerstoff- und Substratverhältnisse, stark von jenen der Seen. Vertreter mancher Insektenordnungen beschränken sich fast ausschließlich auf Fließgewässer (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Tabelle 5 zeigt wichtige Tiergruppen des Makrozoobenthos, eingeteilt in Besiedlergruppen, Klassen und Ordnungen. Viele von ihnen stellen eine wichtige Nahrungsquelle für Fische dar. Da eine nähere und genauere Behandlung der Tiergruppen des Makrozoobenthos zu umfangreich für diese Masterarbeit wäre, soll nur eine tabellarische Anführung (Tabelle 5) einen kurzen Überblick über die heimischen Tiergruppen geben. Der Begriff der Besiedlergruppe wurde eigenständig gewählt, da er als begrifflich sinnvoll erachtet wurde. An dieser Stelle soll auf die Zeigerfunktion einzelner Tiergruppen in Hinblick auf Wassergüte und Wasserverschmutzung hingewiesen werden. Hier sind vor allem Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera) zu nennen. Die meisten ihrer Arten kommen nur in Gewässern mit sehr guter Wasserqualität vor.

**Tabelle 5: Auszug einiger wichtiger Tiergruppen des Makrozoobenthos**

Tiergruppen	Klassen/Ordnungen
<b>Würmer (Vermis)</b>	Strudelwürmer (Planaria) Fadenwürmer (Nematoden) Saitenwürmer (Nematomorphal) Borstenwürmer(Oligichaeten) Blutegel (Hirudinea)
<b>Weichtiere (Mollusca)</b>	Schnecken (Gastropoda) Muscheln (Lamelliabranhia)
<b>Krebse (Crustacea)</b>	Kleinkrebse Flusskrebs (Astacus astacus L.) amerikanische Flusskrebs (Cambarus affinis Say.)
<b>Wassermilben (Hydrachnellae)</b>	Spinnentiere (Arachnoidea)
<b>Insekten (Insecta)</b>	Eintagsfliege (Ephemeroptera) Steinfliegen (Plecoptera) Libellen (Odonata) Köcherfliegen (Trichtoptera) Käfer (Coleoptera) Zweiflügler (Diptera) Schlammfliegen (Megaloptera)

### 3.1.3 Neuston / Pleuston

Hierbei handelt es sich um die Organismen der Wasseroberfläche. Diese Gruppe lässt sich in die Lebensgemeinschaft des Neuston und in das Pleuston unterteilen. Während das Neuston Bakterien, Pilze und kleinwüchsige Pflanzen umfasst, beinhaltet das Pleuston Tiere und größere Pflanzen (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

### 3.1.4 Organismen der Wasserwechselzone

Bei der Wechselzone handelt es sich um den Bereich des Wasser-Land-Übergangs. Er zeichnet sich durch wechselnde Abflussdynamik aus und ist von sehr unterschiedlichen und oftmals schnell wechselnden Standortverhältnissen geprägt. Diese Verhältnisse reichen oft von Geschiebeumlagerungen, über veränderlichen Überflutungsstatus, bis hin zu extremer Hitze, Kälte oder Trockenheit (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Den größten dieser Lebensräume stellen Kies und Schotterbänke dar. Diese können in Furkationsstrecken flächenmäßig ein Vielfaches der Wasserfläche ausmachen. Die Fauna in diesen Habitaten umfasst meist terrestrische Tiergruppen wie Spinnen, Heuschrecken, Laufkäfer und andere Insekten, die ihrerseits eine wichtige Nahrungsgrundlage für viele Fische darstellen (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Viele Insektenarten werden auch zur Bewertung der Gewässer herangezogen. So können bestimmte, an den Gewässerlebensraum assoziierte Heuschreckenarten als Indikator für die ökologische Funktionsfähigkeit von Gewässern dienen (BERG & BIERINGER, 2002). In der EU-Wasserrahmen-Richtlinie werden Spinnen als einer dieser wichtigen Indikatoren, insbesondere für die Land-Wasser-Übergangsbereiche, angeführt. Aufgrund von anthropogenen Eingriffen gelten die für die Gewässerbewertung herangezogenen Arten in ihren Lebensräumen in Mitteleuropa fast durchgehend als gefährdet (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

## 3.2 Fischfauna

Im nachstehenden Kapitel werden die wichtigsten Vertreter der heimischen Fischfauna angeführt. Diese kann in Spezies des Rithrals und jene des Potamals unterteilt werden. Nachfolgend wird auf die wichtigsten Vertreter bzw. Namensgeber der einzelnen Gewässerzonen eingegangen. In Anbetracht der Lage des Handlungsfeldes des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach und Lawinenverbauung in vorwiegend rithralen Gewässern, werden vor allem die hier wichtigsten Fischarten kurz beschrieben. Lediglich das Wanderverhalten der Bachforelle soll etwas genauer erläutert werden, um die Wichtigkeit einer Wanderbarriere-freien Wildbachverbauung zu unterstreichen. Hierfür werden die Ergebnisse einiger internationaler Studien angeführt.

Die Gewässerzonen des Potamals und die dazugehörigen Fischarten fallen gewöhnlich in Österreich dem Kompetenzbereich des Flussbaus zu und werden an dieser Stelle deshalb ausgeklammert.

Eine vollständige und ausführliche Behandlung aller Fischarten ist im Rahmen dieser Masterarbeit nicht vorgesehen.

Aufgrund des Umfangs der Arbeit wird auf Abbildungen der einzelnen Arten verzichtet. Diesbezüglich wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

## 3.2.1 Fischfauna des Rithrals

### 3.2.1.1 Forellenregion (*Epirithral*)

#### 3.2.1.1.1 Bachforelle (*Salmo trutta forma fario*, L.).

Sie zählt zu den Salmoniden und ist der Namensgeber des Epi- und Metarithrals. Ihre Verbreitung wird im Unterlauf vor allem durch den Sauerstoffgehalt, die Wassertemperatur und die Reproduktionsmöglichkeiten, im Oberlauf durch Gewässerdimension und Wassertemperatur limitiert (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Optimaltemperaturen liegen für adulte Exemplare zwischen 7 und 19°C, bei der Reproduktion unter 12° C. Die Sauerstoffkonzentration liegt bei mindestens 5,0 – 5,5 mg/l, wobei Larvenstadien 7 – 10 mg/l benötigen (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Bachforellen zählen zu den Kieslaichern und benötigen Kolk- Furtübergänge mit Schottersubstrat. In diesen werden vom Weibchen (Rogner) mit der Schwanzflosse sogenannte Laichgruben erzeugt. Anschließend werden darin die Eier abgelegt und vom Männchen (Milchner) befruchtet. Danach wird etwas flussaufwärts eine weitere Grube geschlagen und mit dem dadurch anfallenden Material die Laichpakete zugedeckt. In vielen Gewässern ist die Verfügbarkeit von passenden Laichplätzen oft der limitierende Faktor für die Populationsdichte (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Als Nahrungsgrundlage dienen der Bachforelle Makrozoobenthos (benthische Evertibraten), Anflug (terrestrische Evertibraten) und Beutefische. Die Verfügbarkeit der einzelnen Nahrungsquellen in Salmonidengewässern variiert sowohl räumlich, als auch zeitlich. So gibt es eine starke Abhängigkeit von Gewässertyp und Jahreszeit, sowie individueller Spezialisierung (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Die Bachforelle besitzt ein territoriales Verhalten und ist somit eine standorttreue Spezies. Die Größe des bewohnten Territoriums nimmt exponentiell mit der Körpergröße zu und wird gegen Artgenossen verteidigt. Standorte mit Sicht- und Strömungsschutz, welche sich in unmittelbarer Nähe zu stärker strömenden Bereichen befinden, werden bevorzugt (JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Obwohl Bachforellen zum größten Teil stationär leben, weisen auch sie wie andere Süßwasserfischarten ein ausgeprägtes Heimkehrverhalten (homing) zum Geburtsort auf (JUNGWIRTH, et. al., 2003). Untersuchungen von TILZEY (1977) in mehreren Flüssen und Seen ergaben, dass über 90% der potentiellen Laichfische wieder in ein und dasselbe Laichgewässer aufsteigen. Studien von größeren Individuen zeigten, dass im Zuge der Laichwanderung weite Strecken zurückgelegt werden können (SOLOMON & TEMPELTON, 1967; BRIDCUT & GILLER, 1993; OVIDIO et. al., 1998; BUNNEL et. al., 1998; SHETTER, 1968; YOUNG, 1994; CLAPP et. al., 1990; LINLØKKEN, 1993; in JUNGWIRTH, et. al., (2003)). BAGLINIÈRE & MAISSE (1999) sehen vor allem Hochwässer und die niedrigeren Wassertemperaturen als wichtige Kriterien für den Einstieg von laichfähigen Fischen in die Zubringer. In Hauptfluss- / Zubringer-Systemen werden die Zubringer vor allem als Kinderstuben genutzt (BEMBO et. al., 1993, in JUNGWIRTH, et. al., 2003). Neben der Laichwanderung unternehmen größere Individuen auch ausgedehnte Herbst- und Frühjahrswanderungen (Wechsel von Winter- zu Sommerhabitaten) von mehreren Kilometern (MEYERS et. al., 1992 in JUNGWIRTH, et. al., 2003).

Untersuchungen von MERWALD (1984, 1987) zeigten, dass Bachforellen mit bester körperlicher Kondition und einer Körperlänge von >230mm durch springend-schwimmenden Aufstieg Hindernisse von 145cm Höhe überwinden können. Dies ist aber nur bei

ausreichender Wasserführung und gegebenem Startkolk von mindestens 0,8m Tiefe möglich. In rein springender Form wurden maximale Höhen von 60cm und in rein schwimmender Form von 100cm überwunden. Bei rein schwimmender Aufstiegsart lag die Körperlänge der Individuen zwischen 160 und 240mm. Hierbei darf die Fließgeschwindigkeit jedoch 2,5m/s nicht übersteigen, ein Startkolk muss aber nicht gegeben sein (MERWALD, 1984, 1987). Kleinere Exemplare (>118mm) können bei kompaktem Überfallstrahl Hindernishöhen von 25cm überwinden (JUNGWIRTH et al., 1994).

Die Überwindung von Hindernissen stellt eine hohe Belastung für die Fische dar. Die Regenerationszeit, bevor ein weiterer Aufstieg erfolgen kann, beträgt für Forellen etwa drei Stunden (BRETT, 1964 in ÖWAV, 2003).

Um die Eier mit genügend Sauerstoff versorgen zu können, muss das Laichsubstrat einerseits groß genug sein, um durchströmt werden zu können, andererseits jedoch klein genug sein, um bei der Bildung der Laichgrube bewegt werden zu können (MERWALD, 1984, 1987).

Das optimale Laichsubstrat setzt sich aus den Fraktionen Mittelkies (6,3 – 20 mm) und Grobkies (20 – 63 mm) zusammen (MERWALD, 1984, 1987).

#### 3.2.1.1.2 Koppe (*Cottus gobio*)

Hierbei handelt es sich um einen Vertreter der Familie der Cottidae. Sie kommt hauptsächlich in den Fließgewässern der Forellen- und Äschen-, aber auch vereinzelt in der Barbenregion vor. Kühles sauerstoffreiches Wasser ist hierfür die Voraussetzung. Als Lebensraum werden gut strukturierte Gewässer mit steinigem Boden und unterspülten Ufern mit vielen Versteckmöglichkeiten bevorzugt (HAUER, 2007).

Als Laichplatz werden hohl aufliegende Steine oder höhlenähnliche Strukturen als Verstecke gesucht. Nach der Laichablage betreibt der Milchner Brutpflege und verteidigt das Gelege.

Nahrungsquellen der Koppe sind wirbellose Organismen des Makrozoobenthos, oder für größere Exemplare kleine Jungfische und der Laich anderer Fische (HAUER, 2007).

Neben der Zerstörung der natürlichen Lebensräume, Gewässerverschmutzung und Bachräumungen, können auch Hochwasserereignisse mit starker Geschiebeführung Koppenspopulationen gefährden. Da die Koppe ein schlechter Schwimmer ist, stellen auch niedrige Niveauunterschiede oft ein großes Wanderhindernis dar. Untersuchungen von JUNGWIRTH et al. (1994) zeigten, dass bereits Hindernisse von 10cm problematisch sein können. Bei abgelöstem Überfallstrahl und glatter Ausformung der Abstürze können selbst diese geringen Höhen nicht überwunden werden.

Eine Wiederbesiedelung flussaufwärts gelegener Reviere kann sich daher über einen langen Zeitraum erstrecken, oder ist oftmals aus eigener Kraft nicht möglich (HAUER, 2007).

Koppen scheitern bereits an geringen Hindernishöhen und Fließgeschwindigkeiten von mehr als 1,5m/s, können jedoch bei Korngrößen >7cm durch den Schotterkörper wandern (JUNGWIRTH et al., 1994).

#### 3.2.1.1.3 Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*)

Die Regenbogenforelle und der Bachsaibling wurden um 1880 aus Nordamerika eingeführt. Der Bachsaibling bewohnt ähnliche Lebensräume wie die Bachforelle. Im Gegensatz zur Bachforelle benötigt er keine Unterstände und Versteckmöglichkeiten und toleriert niedrigere pH-Werte. Dadurch kann er sich in versauerten Gewässern halten, die der Bachforelle nicht mehr zusagen (HAUER, 2007).

Da der Bachsaibling ein ausgeprägtes Territorialverhalten besitzt, kann es zur Konkurrenz beider Arten kommen.

Wie auch die anderen Arten der Rithralregionen, zählt der Bachsaibling zu den Kieslaichern und benötigt demnach schotteriges Substrat zur Laichablage. Hierbei kann es zu wilden Kämpfen zwischen den Milchnern kommen, die versuchen, die Laichplätze gegen Konkurrenten zu verteidigen (HAUER, 2007).

Als Nahrungsquelle dienen nicht nur Insekten, sondern auch andere Fische und kleinere Wirbeltiere wie Amphibien (HAUER, 2007).

### 3.2.1.2 Forellenregion (Metarithral)

#### 3.2.1.2.1 Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*)

Diese Art wurde wie bereits erwähnt um 1880 aus Nordamerika eingeführt und gilt heute in Mitteleuropa für die Fischerei als wichtigste Salmonidenart, die hauptsächlich als Speise- und Besatzfisch produziert wird (HAUER, 2007).

Bezüglich der Standortanforderungen, besonders in Hinblick auf Wassertemperatur, Gewässerstruktur und Umweltbedingungen, ist diese Spezies um einiges toleranter als die Bachforelle. Die Regenbogenforelle steht frei im Gewässer und sucht keine Unterstände. Das bedeutet, dass sichtspendende Gewässerbett- und Uferstrukturen nicht notwendig sind.

Auch sie zählt zu den Kieslaichern und benötigt demnach Schottersubstrat zur Laichablage.

Als Nahrung dienen vorwiegend Wasserinsekten und deren Larven, Kleinkrebse, Würmer, Muscheln und Schnecken. Größere Exemplare können sich fast ausschließlich von kleineren Fischen ernähren. Generell sind Regenbogenforellen bezüglich ihrer Nahrungsauswahl nicht besonders wählerisch (HAUER, 2007).

Wie die Bachforelle kann auch die Regenbogenforelle unter ähnlichen Voraussetzungen Hindernisse von bis zu 100cm Höhe in rein schwimmender Form überwinden (MERWALD, 1984, 1987). Kleinere leistungsfähige Exemplare (>118mm) schaffen bei kompaktem Überfallstrahl Hindernishöhen von 25cm (JUNGWIRTH et al., 1994).

#### 3.2.1.2.2 Gründling/Grundel (*Gobio gobio*)

Der Gründling gehört zu den kleinwüchsigen Cypriniden und erreicht eine Maximalgröße von bis zu 20 cm, die Durchschnittsgröße liegt zwischen 8 und 15 cm (HAUER, 2007).

Es handelt sich bei dieser Spezies um Schwarmfische, die hinsichtlich Wassergüte und Lebensraum relativ tolerant sind. Sein Lebensraum erstreckt sich von Bächen der Forellenregion bis hin zu Flüssen der Barbenregion. Als Laichgründe werden sowohl seichte Bereiche mit Sand- oder Schottergrund, als auch Wasserpflanzen und Quellmoos ausgewählt. Der Laich wird über einige Wochen hinweg in mehreren Schüben abgegeben (PINTER, 1998).

Aufgrund seines massenhaften Vorkommens ist er ein wichtiger Futterfisch für verschiedene Raubfische wie Forelle, Huchen, Hecht oder Zander.

Er selbst ernährt sich hauptsächlich von wirbellosen Benthosorganismen (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.2.3 Elritze (*Phoxinus phoxinus*)

Mit einer maximalen Körperlänge von 12 cm zählt auch die Elritze zu den kleinsten Vertretern der Cypriniden. Ihr Lebensraum reicht von kalten Seesaiblingseen bis hin zu sommerwarmen Fließgewässern der Barbenregion. Wichtig sind ausreichende Strukturen wie z.B. dichte Wasserpflanzenbestände oder Totholzbereiche im Uferbereich, in die sie bei Gefahr flüchten können.

Elritzen laichen in größeren Schwärmen über Grobsand oder Kiesgrund. Hierfür werden auch stromauf gerichtete Wanderungen unternommen. Die Laichzeit erstreckt sich über mehrere Wochen und findet in hochgelegenen Gebirgsseen in den Monaten Juli/August statt, während in Niederungsbächen bereits im Mai abgelaicht wird (HAUER, 2007).

Als Nahrung dienen hauptsächlich aquatische Kleinlebewesen wie Insektenlarven, Kleinkrebse oder Zooplankton.

Die Elritze selbst stellt wiederum eine wichtige Nahrungsgrundlage für Bach- und Seeforellen oder Seesaiblingsbestände dar (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.2.4 Aitel (*Leuciscus cephalus*)

Hierbei handelt es sich um einen großwüchsigen Cyprinidenvertreter. Er erreicht eine Maximalgröße von über 60 cm und ein Gewicht von über 6 kg. Er gehört zu den wohl anpassungsfähigsten Fischen überhaupt und kommt in den kühlen Bächen der Forellenregion bis hin zu den Niederungsflüssen der Brachsenregion, sowie in nahezu jeder Form stehender Gewässer vor (HAUER, 2007). Er bevorzugt Standorte in Ufernähe mit ausreichend vorhandener Deckung. Der Aitel ist ein geselliger Fisch und kommt vor allem in jungen Jahren in individuenreichen Schwärmen vor, die mit zunehmender Größe der Fische aber kleiner werden. Zur Laichzeit wandert der Aitel gerne in einmündende Flüsse, wo er über Kiesgrund laicht (HAUER, 2007).

Aitel sind absolute Allesfresser. Vor allem in den Jungstadien stellen Algen und pflanzliche Kost den erheblichen Teil der Nahrung dar. Erwachsene Aitel ernähren sich neben pflanzlicher Nahrung auch von Insektenlarven, Schnecken, kleinen Muscheln, Kleinkrebsen, Fischlaich, Jungfischen, Anflugnahrung, Amphibienlarven und Würmern. Die Nahrungsquelle hängt aber stark vom jahreszeitlichen Angebot ab. Er selbst stellt aufgrund seines häufigen Vorkommens eine wichtige Nahrungsgrundlage für Raubfische dar (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.2.5 Bachneunauge (*Lampetra planeri*)

In ihrer Form ähneln Bachneunaugen Aalen, jedoch fehlen ihnen die Kiefer. Im Larvenstadium leben sie bis zu 6 Jahre in sandig/schlammigem Sediment. Sandbänke, die von Bachneunaugen bewohnt sind, kann man an den typischen trichterförmigen Löchern erkennen (HAUER, 2007). Während der Laichzeit ziehen die adulten Exemplare meist in kleine Zubringerbäche mit schottrigem/kiesigem Grund. Kurz nach dem Laichvorgang verenden die Elterntiere. Die Larvenstadien ernähren sich von Kieselalgen und Detritus. Die geschlechtsreifen Tiere nehmen keine Nahrung mehr zu sich (HAUER, 2007).

### 3.2.1.3 Äschenregion (*Hyporithral*)

#### 3.2.1.3.1 Äsche (*Thymallus thymallus*, L.)

Sie ist der Leitfisch und Namensgeber des Hyporithrals (Äschenregion). Auch sie zählt zu den Salmoniden und kommt in Mittelläufen alpiner Fließgewässer vor. Als Lebensraum werden zügig durchströmte Bereiche im Fluss bevorzugt (HAUER, 2007). Im Gegensatz zu Bachforellen halten sich Äschen meist nie in unmittelbarer Nähe von Flussbettstrukturen auf und sind praktisch nie unter Steinen zu finden (JUNGWIRTH et. al., 2003). Jedoch werden als Standplätze oft Bereiche im Strömungsschatten hinter Steinen gewählt. Die Äsche hält sich in unmittelbarer Grundnähe auf und verlässt ihren Standplatz nur kurz für die Nahrungsaufnahme (HAUER, 2007). Hinsichtlich Nahrungsquellen, Sauerstoffgehalt,

Laichwanderungen, Laichhabitaten und Standorttreue weist sie ähnliche Ansprüche wie die Bachforelle auf (JUNGWIRTH et. al., 2003).

Noch bis vor 30 bis 40 Jahren war die Äsche in Österreichs Flüssen weit verbreitet. Leider zählt sie heute in vielen Gewässern zu den stark bedrohten Fischarten. Hauptursache dafür ist der Verlust der Lebensräume. Vor allem die große Zahl an Querbauwerken und die dadurch unterbundenen Laich- und Nahrungswanderungen, vielerorts fehlende Laichplätze und Jungfischhabitaten sowie Schwall und Sunkbetrieb zählen zu den anthropogen verursachten Gründen des Populationsrückgangs. Eine weitere Ursache für den Rückgang der heimischen Äschenbestände stellt aber auch der Fraßdruck durch fischfressende Vögel dar (HAUER, 2007). Neben diesen Faktoren wirkt sich zudem übertriebener Besatz mit Regenbogenforellen oft negativ aus. Da es genetisch große Unterschiede zwischen den Äschenbeständen Nord- und Südösterreichs gibt (UIBLEIN et. al., 2002), muss auf die richtige Wahl der Besatzfische geachtet werden.

#### 3.2.1.3.2 Huchen (Hucho hucho)

Hierbei handelt es sich um den größten Vertreter der Salmoniden. Die heimische Art wird als Donauhuchen bezeichnet und kommt in der bayrischen und österreichischen Donau und in einigen Donauzubringern vor. Die bevorzugten Gewässerregionen des Huchens sind die Äschen- und Barbenregion. Menschliche Eingriffe durch die Errichtung von Wasserkraftwerken, Regulierungen, Abwasserbelastungen und Überfischung führten zu einem starken Rückgang im gesamten Verbreitungsgebiet, wodurch der Donauhuchen heute vom Aussterben bedroht ist (JUNGWIRTH et. al., 2003).

Auch diese Spezies führt ausgedehnte Laichwanderungen in kleinere Zubringer der Hauptflüsse durch und laicht auf kiesig- schottrigem Substrat. Als Nahrung dienen im ersten Lebensjahr Makrozoobenthos oder Fische. In weiterer Folge wird die Hauptnahrungsquelle nur noch aus Fischen gebildet (JUNGWIRTH et. al., 2003).

Standorttechnisch werden, je nach Entwicklungsstadium, unterschiedliche Habitate in Anspruch genommen. So werden von Dottersackbrütlingen seichte, unbeschattete Bereiche ausgewählt. Mit zunehmender Körperlänge werden dann sukzessive tiefere Standorte bevorzugt. Im adulten Stadium werden tiefe, schwach durchströmte Stellen der Gewässer präferiert (JUNGWIRTH et. al., 2003). Sichtschutzpendende Strukturen spielen beim Huchen eine geringe Rolle (SCHMUTZ et. al., 1999b).

#### 3.2.1.3.3 Hecht (*Esox lucius*)

Der Hecht kann eine Maximalgröße von bis zu 150 cm erreichen. Das Wachstum hängt aber stark von der Wassertemperatur und dem Nahrungsangebot ab. Er bevorzugt stehende oder langsam fließende Gewässer mit sichtschützenden Strukturen wie Wasserpflanzen oder Totholz, von wo aus die Beute aufgelauert werden kann.

Zur Laichablage werden seichte Uferbereiche mit Pflanzenbewuchs aufgesucht, an denen die Eier abgelegt werden. Oft werden auch von Frühjahrshochwässern überschwemmte Wiesen als Laichplatz angenommen (HAUER, 2007).

Mit Ausnahme von Jungfischen, die sich anfangs von Zooplankton ernähren, besteht die Nahrung fast ausschließlich aus Fischen. Auch Kannibalismus spielt beim Hecht eine große und oft bestandsregulierende Rolle (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.3.4 Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)

Der Flussbarsch kann eine Körperlänge von bis zu 50 cm erreichen und gehört wohl zu den am weitesten verbreiteten Fischarten Mitteleuropas. Er besiedelt die Fließgewässer der Äschenregion bis hinunter zur Brachsenregion der großen Ströme und kommt auch in nahezu allen stehenden Gewässern vor. Er lebt in Schwärmen, deren Individuenzahl jedoch mit zunehmender Körpergröße abnimmt (HAUER, 2007).

Die Laichzeit erstreckt sich von April bis Juni. Hierbei wird der Laich in „Schnüren“ an Wasserpflanzen, Steinen oder über versunkenen Ästen abgelegt.

Die Nahrung des Flussbarsches ist sehr vielseitig. Sie stürzen sich praktisch auf fast alles, was sich bewegt und klein genug ist, um verschlungen zu werden. In der Jugend besteht die Nahrung hauptsächlich aus Zooplankton. Später, je nach Gewässer, aus Fischlaich, Fischbrut, Insektenlarven, Amphibien, meist aber aus Fischnahrung. Auch bei dieser Spezies spielt Kannibalismus eine bedeutende Rolle und ausgewachsene Individuen sind ausgesprochene Raubfische (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.3.5 Nase (*Chondrostoma nasus*)

Nasen erreichen eine maximal eine Körperlänge von 50 cm und sind gesellige, oft in großen Schwärmen lebende Fische. Hauptsächlich halten sie sich in Grundnähe auf und unternehmen teilweise sehr weite Wanderungen von mehreren 100 km in kleinere einmündende Zubringer. Ihr Lebensraum ist die untere Äschen- als auch die gesamte Barbenregion (HAUER, 2007).

Nasen unternehmen im Frühjahr Laichwanderungen in großen Schwärmen. Die Laichplätze liegen an seichten, stark überströmten Kiesbänken meist in Flussmitte (HAUER, 2007).

Jungfische ernähren sich von Zooplankton und stellen sich in weiterer Folge auf pflanzliche Kost um.

Eine der Hauptgefährdungsursachen ist die Zerstückelung des Lebensraumes der Nase durch unpassierbare Querbauwerke. Des Weiteren machen fehlende oder nicht erreichbare Laichplätze, sowie Schwall- und Sunkbetrieb eine erfolgreiche Entwicklung von Ei- und Larvenstadien unmöglich. Vielerorts mangelt es zusätzlich noch an geeigneten seichten Jungfischlebensräumen (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.3.6 Aalrutte (*Lota lota*)

Die Rutte ist der einzige im Süßwasser lebende Vertreter der Familie der Dorschartigen. Sie leben fast ausschließlich am Grund von kühlen, sauerstoffreichen Flüssen und Seen.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Fischarten liegt der Aktivitätshöhepunkt der Rutte in der kalten Jahreszeit und zwar in den Wintermonaten Dezember bis März. Grund dafür ist, dass sich erst dann die Wassertemperatur unter 4°C abgesenkt hat. Erst unter dieser Temperatur erfolgt das Laichen auf kiesigem Substrat. Als Laichplätze werden Laichwanderungen in die Zuflüsse unternommen. (HAUER, 2007).

Als Nahrungsquelle dienen den Jungfischen wirbellose Tiere, wie z.B. Bachflohkrebse und Insektenlarven. Die Ernährungsgewohnheiten der Aalrutten passen sich im weiteren Verlauf dem Nahrungsangebot des jeweiligen Gewässers an. Sie fressen, was verfügbar ist und können sich somit auch zu ausgesprochenen Raubfischen entwickeln (HAUER, 2007).

Die Hauptgefährdungsursachen dieser Fischart liegen auch hier im Verlust und der Zerstörung der Lebensräume durch Wanderhindernisse, bzw. fehlende oder nicht erreichbare Laichplätze. Da sie vor allem in den Wintermonaten auch tagsüber aktiv ist, fällt sie dann fischfressenden Vögeln besonders leicht zum Opfer (HAUER, 2007).

#### 3.2.1.3.7 Seesaibling (*Salvelinus umbla*)

Der in unseren Alpenseen lebende Seesaibling ist ein Relikt der letzten Eiszeit. Er wanderte vor ca. 10.000 Jahren aus dem Norden ein und im Laufe der Zeit haben sich unterschiedliche Formen, die sich an die lokalen Gegebenheiten angepasst haben, entwickelt (HAUER, 2007).

Die Laichplätze liegen auf kiesigem bzw. steinigem Substrat und manche Seesaiblingsstämme unternehmen auch Laichwanderungen in einmündende Bäche.

Das Nahrungsspektrum des Seesaiblings ist breit gefächert und reicht von Insektenlarven über Planktonkrebse und Kleinmuscheln bis hin zu Jungfischen (HAUER, 2007).

## 4 Hydraulische Grundlagen

In der Literatur existiert eine Vielzahl verschiedener Abflussformeln. Diese sind jedoch nicht in allen Fällen anwendbar, bzw. abhängig vom Vorhandensein bestimmter Parameterwerte. Zu den wichtigsten empirischen Formeln zur hydraulischen Berechnung der mittleren Fließgeschwindigkeit und des Durchflusses zählen jene von MANNING-STRICKLER, die universelle Fließformel, das Verfahren nach DARCY-WEISBACH und für Gebirgsbäche die Formel von RICKENMANN.

Diese Formeln sollen in weiterer Folge neben wichtigen grundlegenden Parametern kurz dargestellt und erläutert werden.

### 4.1 Der Durchfluss

Formel (6.10) beschreibt die Gesamtdurchflussmenge ( $Q$ ), abhängig von der mittleren Fließgeschwindigkeit ( $v$ ) und der Querschnittsfläche ( $A$ ) (BOLLRICH, 2007).

$$Q = A * v \quad 6.10$$

### 4.2 Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit

Nachstehend werden einige der gängigsten Berechnungsmethoden zur Bestimmung der mittleren Fließgeschwindigkeit angeführt. Von einer vollständigen Anführung sämtlicher Berechnungsmethoden und Formeln wird in dieser Masterarbeit Abstand genommen.

#### 4.2.1 Fließformel nach Gaukler-Manning-Strickler

Aufgrund ihrer einfachen Anwendung ist diese Formel weit verbreitet. Alle Einflüsse, wie Oberflächenrauigkeit und Linienführung, finden über den Rauigkeitsbeiwert  $k_{St}$  Eingang in die Formel und der hydraulische Radius ( $r_{hy} = A / U$ ) beschreibt die Gerinnegeometrie (FLORINETH, 2010). Die weit verbreitete Formel von GAUCKLER-MANNING-STRICKLER (6.11), kurz Manningformel genannt für  $v$  bzw.  $Q$ , setzt sich wie folgt zusammen:

$$v = k_{St} * r_{hy}^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad 6.11$$

Für die Berechnung des Abflusses  $Q$  (6.12) ergibt sich somit:

$$Q = A * k_{St} * r_{hy}^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad 6.12$$

$J$	$[-]$	Sohlgefälle bzw. Energiegefälle
$k_{St}$	$[m^{\frac{1}{3}}/s]$	Rauigkeitsbeiwert nach STRICKLER
$r_{hy}$	$[m]$	hydraulischer Radius $r_{hy} = A / U$
$A$	$[m^2]$	Querschnittsfläche
$U$	$[m]$	benetzter Umfang
$v$	$[m/s]$	mittlere Fließgeschwindigkeit
$Q$	$[m^3/s]$	Gesamtdurchfluss

Der Manningbeiwert  $k_{St}$  wird in  $[m^{1/3}/s]$ ,  $r_{hy}$  in m,  $A$  in  $[m^2]$  und das Gefälle  $J$  als Dezimalbruch, z.B. 5% mit 0,05, angegeben (BOLLRICH, 2007).

Der Manningbeiwert kann, nach Untersuchungen von GABRECHT (1961), basierend auf Versuchen von STRICKLER, auch mit Formel (6.13) ermittelt werden, wobei  $k_S$  als Ausdruck für den Wert der äquivalenten Sandrauigkeit steht.

$$k_{St} = \frac{26}{k_S \sqrt{J}} \quad 6.13$$

Entnommen aus BOLLRICH (2007)

Die nachfolgende Tabelle 6, modifiziert nach RÖSSERT (1994), zeigt weitere Manningbeiwerte ( $k_{St}$ ) für verschiedene Rauigkeitselemente.

**Tabelle 6: Manningbeiwerte  $k_{St}$  (modifiziert nach RÖSSERT, 1994)**

	$k_{St}$		$k_{St}$
<b>1. Natürliche Wasserläufe</b>			
Fluss mit fester Sohle, ohne Unregelmäßigkeiten.....	40-42	Bruchsteine, grob behauen.....	65
Fluss mitmäßigem Geschiebe.....	35-38	Bruchsteinwände, Sohle: Sand, Kies.....	45-50
Fluss, verkrautet.....	30-35	<b>5. Betonkanäle</b>	
Fluss mit Geröll und Unregelmäßigkeiten.....	30	Zementglattstrich.....	100
Fluss, reich an grob. Geschiebe.....	28-30	Mit Stahl Schalung betoniert.....	90-100
Vorland, je nach Bewuchs.....	20-25	Sehr glatter Verputz.....	90-95
Wildbach mit grobem Geröll; Geschiebe in Bewegung.....	19-22	Geglätteter Beton.....	90
		Gute Holzschalung, gut verputzt..	80-90
		Gute Holzschalung unverputzt....	65-70
		Alter Beton, saubere Flächen.....	60-65
<b>2. Erdkanäle</b>			
Festes Material, glatt.....	60	Grober Beton.....	55
Fester Sand mit etwas Ton oder Schotter.....	50	Ungleichmäßige Betonflächen....	50
Sohle aus Sand und Kies, Böschung gepflastert.....	45-50	<b>6. Betonleitungen und Stollen</b>	
Feinkies.....	40	Kontinuierlich mit Stahl-schalung betoniert.....	90-100
Grobkies.....	35	Kontinuierlich mit guter Holz-schalung betoniert, verputzt.....	80-90
Scholliger Lehm.....	30	Kontinuierlich mit guter Holz-schalung betoniert, unverputzt....	65-70
Mit groben Stein ausgelegt.....	26-30	Alter, rauer Beton, ohne Fugen....	60-65
Sand, Lehm, Kies, stark bewachsen.....	20-26	Zusammengesetzte Rohre, Fugen sehr sorgfältig.....	85-95
Sohle und Böschungen mit Walzgussasphalt ausgekleidet.....	70-75	Zus. Rohr, Fugen ohne besondere Sorgfalt	
<b>3. Felskanäle</b>			
Mittelgrob ausgebrochen.....	25-30	d > 0,5m.....	70-80
Sorgfältig ausgesprengt.....	20-25	d < 0,5m.....	60-70
Sehr grober Ausbruch.....	15-20	Roher Fels, sohle betoniert.....	40-50
		Sehr rauer Fels (Gneis, Gran)	28-35
<b>4. Gemauerte Kanäle</b>			
Ziegelmauerwerk, gut gefugt.....	80	<b>7. Holzleitungen</b>	
Hausteinquader.....	70-80	Neue, glatte Gerinne.....	95
Sorgfältiges Bruchsteinmauerwerk	70	Gehobelte, gut gefügte Bretter...	90
Normales Mauerwerk.....	60	Ungehobelte Bretter.....	80
		Alte Holzgerinne.....	65-70

INDLEKOFER (1982) nimmt für ein Durch- bzw. Überfließen von Vegetation an Fließgewässern folgende  $k_{St}$  – Werte an:

- Bewuchsüberströmung  $k_{St} = 25 - 30$
- Bewuchsdurchströmung  $k_{St} = 2 - 4$
- Rauigkeitseffekt an Außenseite von Gehölzstreifen  $k_{St} = 25$

Entnommen aus FLORINETH (2004)

Rauigkeiten von Böschung und Sohle können nach Formel (6.14) von FELKEL (1960) berechnet werden:

$$v = (k_0 * L_0 + k_p * L_0) / U * r_{hy}^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad 6.14$$

$k_0$	$[m^{\frac{1}{3}}/s]$	Stricklerbeiwert ohne Bewuchs
$L_0$	$[m]$	Länge der Sohle/Böschung ohne Bewuchs
$k_p$	$[m^{\frac{1}{3}}/s]$	Stricklerbeiwert mit Bewuchs
$L_0$	$[m]$	Länge der Sohle/Böschung mit Bewuchs
$U$	$[m]$	Benetzter Umfang

Entnommen aus FLORINETH (2010)

#### 4.2.2 Die universelle Fließformel für offene Gerinne

Von der Fließformel für Druckrohrleitungen abgeleitet, hängt bei der universellen Fließformel für offene Gerinne die Energiedissipation von der relativen Rauigkeit (Wandreibung)  $k/d$  und der Reynoldszahl (innere Reibung)  $Re = v * d / \nu$  ab. Hierbei wird entweder der hydraulische Durchmesser  $d_{hy} = 4 * r_{hy}$  (für Rohre) bzw. der hydraulische Radius  $r_{hy}$  (für freie Gerinne) selbst eingesetzt (BOLLRICH, 2007).

Der für turbulente Druckrohrströmungen abgeleitete Rohrreibungsbeiwert  $\lambda$  wird auf offene Gerinne übertragen und in Gl. (6.15) durch Formbeiwerte  $f_g$  (glatt) und  $f_r$  (rau) (Tabelle 7) ergänzt (BOLLRICH, 2007).

**Tabelle 7: Formbeiwerte für offene Gerinne nach LESKE (1970) sowie  $C_r$  Werte nach Gl. 6.16a (modifiziert nach BOLLRICH, 2007)**

Gerinneform	$f_g$	$f_r$	$C_r$
Rechteck $b = h$	2,80	3,45	20,19
Rechteck $b = 2h$	2,90	3,30	19,85
Rechteck $b \rightarrow \infty$	3,05	3,05	19,24
Rechteck Mittelwert	2,90	3,20	19,61
Halbkreis $h = d/2$	2,60	3,60	20,52
Trapez Mittelwert	2,90	3,16	19,52

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,0 * \lg \left( \frac{f_g}{Re * \sqrt{\lambda}} + \frac{k/d_{hy}}{f_r} \right)$$

6.15

Durch die Umrechnung auf den hydraulischen Radius  $r_{hy}$ , lässt sich die „universelle Fließformel für offene Gerinne“ (6.16) ableiten, wobei  $\nu$  für die kinematische Viskosität steht, nachzuschlagen in Tabelle 8 (modifiziert nach BOLLRICH, 2007).

Tabelle 8: Stoffeigenschaften von Flüssigkeiten (modifiziert nach BOLLRICH, 2007)

Flüssigkeit	Temp.	Dichte	Relative	Dynamische	Kinematische	Dampf-
	$T$	$\rho$	Rausmaus-	Viskosität	Viskosität	druck
	°C	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	dehnung $\beta$	$\eta$	$\nu$	$P_D$
			%	$10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$	$10^{-6} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	hPa
Reines, luftreines Wasser bei 1013 hPa	Eis	916,70	9,08			
	0	999,84	0,0132	1,79	1,79	6,1
	2	999,94	0,0033	1,67	1,67	7,1
	4	999,97	0	1,57	1,57	8,1
	6	999,94	0,0032	1,47	1,47	9,3
	8	999,85	0,0124	1,39	1,39	10,7
	10	999,70	0,0272	1,31	1,31	12,3
	12	999,50	0,0475	1,24	1,24	14,0
	14	999,24	0,0729	1,17	1,17	16,0
	16	998,94	0,1030	1,12	1,12	18,2
	18	998,60	0,1378	1,06	1,06	20,6
	20	995,21	0,1768	1,00	1,01	23,4
	30	995,65	0,434	0,80	0,80	42,4
	40	992,2	0,783	0,65	0,66	73,7
	60	983,2	1,71	0,47	0,48	199,2
80	971,8	2,90	0,36	0,37	473,6	
100	958,4	4,34	0,28	0,29	1013,25	
Luft bei 1010 hPa	0	1,29		0,0171	13,28	
	10	1,25		0,0177	14,18	
	20	1,20		0,0182	15,10	
Sauerstoff	15	1,337				
Quecksilber	10	13570				
	20	13546				
Tetrachlor- kohlenstoff	20	1594				
Glyzerin Alkohol Benzin Benzol Kerosin Erdöle, allgem.	15	1265		1223	971	
	15	794		1,26	1,52	
	15	700 ... 740		0,42 ... 0,52	0,60 ... 0,70	
	15	880		0,28	0,79	
	15	800 ... 825 700 ... 1040		1,55 ... 1,79	1,94 ... 2,17	

$$\nu = -4,0 * \lg \left( \frac{f_g * \nu}{8 * r_{hy} * \sqrt{2g * r_{hy} * I}} + \frac{k/r_{hy}}{4 * f_r} \right) * \sqrt{2g * r_{hy} * I}$$

6.16

LESKE (1970) stellte gemäß Tabelle 7 Formbeiwerte  $f_g$  und  $f_r$  für Gerinneformen im Vergleich zum Kreisprofil zusammen.  
 Zusätzlich wurde mit Formel 6.16a der Beiwert  $C_r$  ermittelt (in BOLLRICH, 2007).

$$C_r = 4 * \lg(4 * f_r) * \sqrt{2 * 9,81} \approx 20 \quad 6.16a$$

### 4.2.3 Vereinfachte universelle Fließformel

Basis dieser Formel ist die „universelle Fließformel für offene Gerinne“ (siehe Kapitel 4.2.2).  
 Mithilfe von  $C_r$  (6.16a) erhält man die „vereinfachte universelle Fließformel“ (6.17)  
 (BOLLRICH, 2007)

$$v = \left( C_r + 17,71 * \lg \frac{r_{hy}}{k} \right) * \sqrt{r_{hy} * I} \quad 6.17$$

### 4.2.4 Fließformel nach DARCY-WEISBACH

Das Verfahren nach DARCY-WEISBACH weist den Vorteil auf, dass die Rauigkeit als messbare geometrische Größe in die Berechnung des Widerstandskoeffizienten  $\lambda$  eingeht. Nachteil dieses Verfahrens ist aber die aufwendigere Berechnung und die Ermittlung der Widerstände des Uferbewuchses, deren Einfluss jedoch generell mit zunehmender Gewässerbreite abnimmt (FLORINETH, 2010).

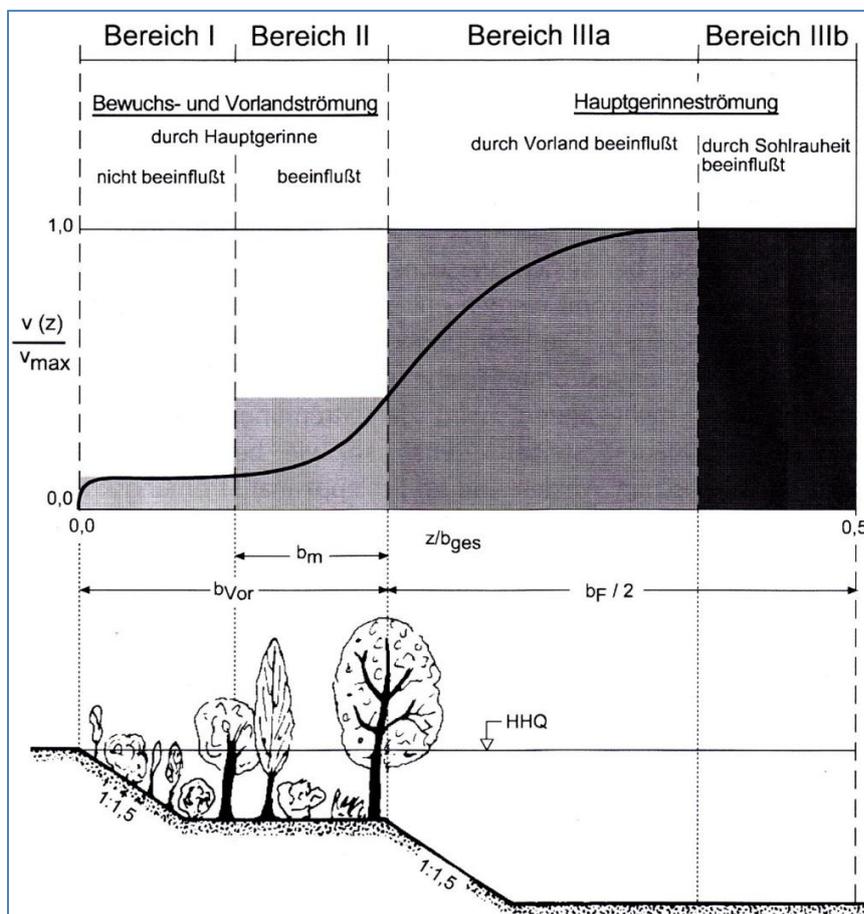


Abbildung 1: Fließgeschwindigkeit der verschiedenen Fließquerschnittsbereiche (PASCHÉ, 1984)

PASCHE (1984) veranschaulicht in Abbildung den Zusammenhang zwischen Fließgeschwindigkeit und dem Einfluss der Ufervegetation. Er gliedert das Profil in unterschiedlich beeinflusste Bereiche. I und II zeigen die Bereiche mit Bewuchs- und Vorlandströmung. Bereich I wird durch das Hauptgerinne nicht und Bereich II zum Teil beeinflusst. Bereich III umfasst die Hauptgerinneströmung. Hier wird weiter unterteilt in Bereich IIIa, durch das Vorland beeinflusst und Bereich IIIb, durch die Sohlrauheit beeinflusst.

Eine genaue Aussage über die komplexen Strömungsverhältnisse ist daher nur durch aufwendige Erhebungs- und Berechnungsverfahren möglich (FLORINETH, 2010). Die Formel (6.18) lautet wie folgt:

$$v = \sqrt{8 * \frac{g}{\lambda} * \sqrt{r_{hy} * I}} \quad 6.18$$

Der Widerstandskoeffizient ( $\lambda_v$ ) für den bepflanzten Böschungsabschnitt kann nach den von PETERYK und BOSMAJIAN (1975) und LINDNER (1982) entwickelten Gleichungen 6.19 und 6.20 berechnet werden (in RAUCH, 2006).

$$\lambda_v = \lambda_s + \lambda_p \quad 6.19$$

$\lambda_s$  = Sohlwiderstand  
 $\lambda_p$  = Pflanzenwiderstand

$$\lambda_p = \frac{4 * h_p * d_p * \cos\alpha}{a_x * a_y} * C_p \quad 6.20$$

$h_p$	[m]	Höhe der Pflanze $\chi$
$d_p$	[m]	Durchmesser der Pflanze
$a_x$	[m]	Abstand der Pflanzen in Fließrichtung
$a_y$	[m]	Abstand der Pflanzen normal zur Fließrichtung
$\alpha$	[Grad]	Böschungswinkel
$C_p$	[-]	Widerstandsbeiwert der Einzelpflanze (1,5)t

Gleichung 6.21 wurde im Labor mit Stäben als Bewuchselement simuliert. JÄRVELÄ (2004) führt Laborversuche mit belaubten und unbelaubten Weidenästen durch. Basierend auf diesen Versuchen kann der Pflanzenwiderstandsbeiwert ( $\lambda_p$ ) um den Faktor 3 bis 7 erhöht werden (RAUCH, 2006). Zur besseren Abschätzung des Widerstandsbeiwertes  $\lambda_p$  empfiehlt JÄRVELÄ (2004) folgende Formel:

$$\lambda_p = 4 * C_d \chi * LAI * \left(\frac{v}{v_\chi}\right)^\chi * \frac{h}{h_p}^\chi \quad 6.21$$

$C_d \chi$  = Widerstandsbeiwert einer belaubten Strauchart

LAI = Leaf Area Index\*

$\chi$  = Pflanzenparameter

$v_\chi$  = Die kleinste Geschwindigkeit bei  $\chi$  ( $\cong 0,1 \frac{m}{s}$ )

$\frac{h}{h_p}$  = Verhältnis Wassertiefe zu Pflanzenhöhe

\*Berechnet sich aus dem Verhältnis der Blattoberseitenfläche zur Grundfläche, auf der die Sträucher wachsen

#### 4.2.5 Formel nach RICKENMANN

Die Formeln von MANNING-STRICKLER und DARCY-WEISBACH eignen sich vor allem zur Berechnung der Fließgeschwindigkeit von Fließgewässern mit geringem Gefälle von bis zu 3%. Für Gebirgsbäche hingegen eignet sich laut FLORINETH (2004) die Formel von RICKENMANN (1996) (6.22) besser. Hierbei wird die Fließgeschwindigkeit mit Hilfe des Abflusses anstelle der Abflusstiefe und der Sohlbeschaffenheit errechnet.

$$v = 1,3 * g^{0,2} * q^{0,16} * \frac{J^{0,2}}{d_{90}^{0,4}} \quad 6.22$$

$g$  = Erdbeschleunigung

$q$  = spezifischer Abfluss pro Breiten-Einheit

$d_{90}$  = 90% des Korndurchmessers der Sohle

### 4.3 Strömungswiderstand

Dies ist die Widerstandskraft ( $F_p$ ), die ein Objekt der Strömung entgegensetzt. Die Widerstandskraft eines starren Objektes kann mit dem Newton'schen Widerstandsgesetz beschrieben werden. Für elastische Körper wie z.B. elastische Gehölze, gelten die abgeänderten Formeln von VISCHER/OPLATKA (1998) (6.23 und 6.24) (FLORINETH, 2010).

$$\text{starre Gehölze} \quad F_p = \rho w * \frac{v^2}{2} * C_p * A_p \quad 6.23$$

$$\text{elastische Gehölze} \quad F_p = \rho w * \frac{v}{2} * C_p * A_p \quad 6.24$$

$A_p$  = Angeströmte Fläche der Einzelpflanze

$C_p$  = Widerstandsbeiwert der Einzelpflanze

entnommen aus FLORINETH (2010)

#### 4.4 Kritische Fließgeschwindigkeit $v_{crit}$

Durch den Vergleich der vorhandenen Fließgeschwindigkeit  $v_{vorh}$  mit der kritischen Fließgeschwindigkeit  $v_{crit}$ , kann die Stabilität des Gerinnebettes ermittelt werden (BOLLRICH, 2007). Als Stabilitätskriterium gilt 6.25, die jeweiligen kritischen Fließgeschwindigkeiten in Anlehnung an die Sohl- bzw. Wandbeschaffenheit sind Tabelle zu entnehmen.

$$v_{vorh} < v_{crit} \quad 6.25$$

$v_{crit}$  nimmt, eine gleiche Sohlbeschaffenheit vorausgesetzt, mit der Wassertiefe zu. In Gerinnekrümmungen müssen die Werte von  $v_{crit}$  abgemindert werden. Die in Tabelle 9 abgebildeten Abminderungsfaktoren sind von dem Verhältnis des Krümmungsradius  $r_k$  zur Wasserspiegelbreite  $b$  abhängig (BOLLRICH, 2007).

Tabelle 9: Abminderungsfaktoren in Abhängigkeit vom Verhältnis  $r_k/b$  (modifiziert nach BOLLRICH, 2007)

$r_k / b$	Abminderungsfaktor
5...8	0,60
8...13	0,75
13...20	0,9

#### 4.5 Schleppspannung (Schubspannung) $\tau_{crit}$

Bei der Schleppspannung handelt es sich um jene hydraulische Größe, welche die Kraft des Wassers beschreibt, die auf die Gerinnewandung wirkt. Überschreitet die Wandschubspannung  $\tau_0$  in Gerinnen aus Erdstoffen mit nicht-bindiger Wandung einen kritischen Wert für die Widerstandskraft der einzelnen Erdstoffteilchen  $\tau_{crit}$ , so kommt es zu einem Herauslösen dieser Teilchen aus dem benetzten Umfang. Die herausgelösten Erdteilchen werden dann gemeinsam mit dem Flüssigkeitstransport gleitend, springend, rollend (Geschiebe) oder schwebend (Schwebstoffe) bewegt (BOLLRICH, 2007).

Aussagen über die Widerstandskraft der Gerinnewandung können mit Hilfe des Vergleiches der vorhandenen Wandschubspannung  $\tau_0$  mit der Schleppspannung  $\tau_{crit}$  (6.26) gewonnen werden.

$$\tau_0 < \tau_{crit} \quad 6.26$$

entnommen aus BOLLRICH (2007)

Die vorhandene Wandschubspannung  $\tau_0$  berechnet sich nach 6.27

$$\tau_0 = \rho_w * g * r_{hy} * I_E \quad (\text{N/m}^2) \quad 6.27$$

entnommen aus BOLLRICH (2007)

Da es in der Praxis schwer ist, das Energiegefälle ( $I_E$ ) zu ermitteln, wird stattdessen das Sohlgefälle ( $I$ ) zur Berechnung herangezogen.

Bei Reinwasserabfluss wird für  $\rho_w * g$   $10000\text{N/m}^3$  angenommen. Für  $r_{hy}$  wird in m eingesetzt (BOLLRICH, 2007). Formel 6.28 lautet dann:

$$\tau_0 = 10000 * r_{hy} * I \quad 6.28$$

Für breite Gerinne ( $b > 30 * r_{hy}$ ) kann statt  $r_{hy}$  die Wassertiefe  $h$  herangezogen werden (BOLLRICH, 2007) (6.29):

$$\tau_0 = \rho_w * g * h * I \quad (\text{N/m}^2) \quad b / h > 30 \quad 6.29$$

Verwendet man die bereits erwähnten Werte für  $\rho_w * g = 10000\text{N/m}^3$ , dann ergibt sich (6.30):

$$\tau_0 = 10000 * h * I \quad (\text{N/m}^2) \quad b / h > 30 \quad 6.30$$

entnommen aus BOLLRICH (2007)

Tabelle 10 zeigt eine Auflistung für die kritische Fließgeschwindigkeit  $u_{crit}$ , die Schleppspannung  $\tau_{crit}$  und die dazugehörigen Manningbeiwerte  $k_{St}$ . Diese Tabelle wurde aus BOLLRICH (2007) übernommen. Die originalen Quellen sind in diesem Werk nachzuschlagen.

Tabelle 10: Schleppspannung  $\tau_{crit}$ , kritische Fließgeschwindigkeit  $v_{crit}$ , und Manningbeiwert  $k_{st}$  für Gerinne (modifiziert nach BOLLRICH 2007)

Sohl- bzw. Wand- beschaffenheit	Korngröße Kantenlängen mm	$\tau_{crit}$ N/m <sup>2</sup>	$v_{crit}$ m/s	$k_{st}$ m <sup>1/3</sup> /s
<b>a) Kolloidaler Boden</b>				
lehmiger Sand		2,0		} 60 bis 50
lockerer Schlamm		2,5	0,10 ... 0,15	
lockerer Lehm		3,5	0,15 ... 0,20	
sandiger Lehm			0,40 ... 0,60	
festgelagerter Lehm, Ton bzw. Schlamm		12	0,70 ... 1,0	
<b>b) Einzelkorngefüge vorherrschend</b>				
Schluff	0,02 ... 0,063		0,10 ... 0,20	} 50 bis 40
Feinsand	0,063 ... 0,2	0,5 ... 1,0	0,20 ... 0,35	
Mittelsand	0,2 ... 0,63	1,0 ... 2,0	0,35 ... 0,45	
Grobsand	0,63 ... 2,0	3,0 ... 6,0	0,45 ... 0,60	
Feinkies	2,0 ... 6,3	8,0 ... 12,0	0,60 ... 0,80	
Mittelkies	6,3 ... 20	15	0,80 ... 1,25	
Grobkies	20 ... 63	45	1,25 ... 1,60	
Flussschotter, Geröll	50 ... 75		1,7 ... 1,8	30
	75 ... 100		1,9 ... 2,0	28
<b>c) Befestigungen</b>				
Steinschüttung	32/63	30 ... 58		} 30 bis 20
	63/90	40 ... 75		
	63/125	75 ... 100		
	100 ... 150		1,90 ... 3,40	
Steinpackung	150 ... 200	53 ... 73	2,60 ... 3,80	
Steinpflasterung	200 ... 300	73 ... 160		
Rasen, gut } verwurzelt }	-lange Belastung -kurze Belastung	15 ... 18	1,5	} 50 bis 40
		20 ... 30	1,8	
Betongitterplatten mit Rasen		108		
	mit Sand	40 ... 50		
	mit Kies	50 ... 100		
Beton, ohne Geschiebebewegung			4,0	
mit Geschiebebewegung			2,5	
Rauhwehr, Spreitlage		30 ... 40		
Weidenwuchs, mehrjährig		100 ... 140		
Bruchsteinpflaster in Zementmörtel			5,0	

Aufgrund der Umlenkung der Strömungskräfte und des Abbremsens der Fließgeschwindigkeit durch die Vegetation, ist eine genaue Berechnung der Schubspannung für gehölzbewachsene Ufer nicht möglich (FLORINETH, 2010).

Die Schubspannung  $\tau_{crit}$  wird bei ingenieurbiologischen Bauwerken als Maß für die Belastbarkeit herangezogen und ist neben den Kriterien Fließgeschwindigkeit ( $v$ ) und Anströmwinkel ( $\alpha$ ) ein bestimmender Faktor für die Auswahl der zu setzenden Maßnahme (FLORINETH, 2010).

Nachdem die Strömungsbelastung über die Sohlfläche gleich, über die Ufer jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt ist, muss die Formel der Schubspannung angepasst werden.

Da die größte Uferschubspannung meistens ca. in Höhe von  $h/3$  liegt (Abbildung 2) (SCHRÖDER, RÖMISCH, 2001), lautet die Formel 6.31 der Uferschubspannung:

$$\max \tau_{0(\text{Ufer})} = 0,75 * \rho_w * g * h * I \quad (\text{N/m}^2) \quad 6.31$$

Die Sohlschubspannung  $\tau_{0(\text{Sohle})}$  kann weiterhin mit 6.29 berechnet werden.

Je nach Lage des Prallhanges muss nach SCHRÖDER & RÖMISCH (2001) die Schubspannung  $\tau_{0(\text{Ufer})}$  in den Außenkrümmungen aufgrund von durch Richtungsänderung bedingten Impulskräften um einen Verstärkungskoeffizienten  $\varepsilon$  modifiziert werden:

- in geraden Strecken  $\varepsilon = 1,00$
- in schwachen Außenkrümmungen  $\varepsilon = 1,10$
- in mittleren Außenkrümmungen  $\varepsilon = 1,35$
- in starken Außenkrümmungen  $\varepsilon = 1,70$

Die endgültige Formel 6.32 zur Berechnung der maßgeblichen Uferschubspannung lautet nach SCHRÖDER & RÖMISCH (2001) demnach:

$$\max \tau_{0(\text{Ufer})} = 0,75 * \varepsilon * \rho_w * g * h * I \quad (\text{N/m}^2) \quad 6.32$$

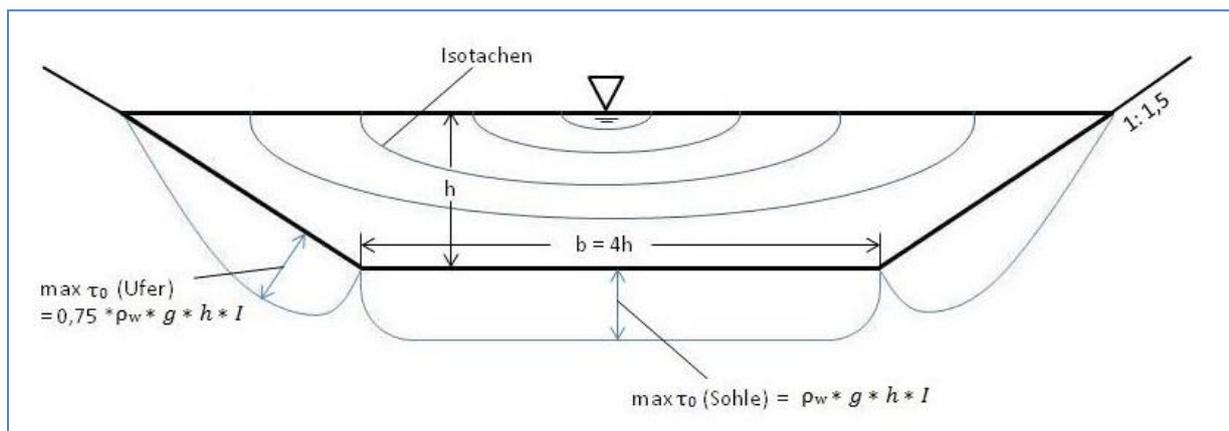


Abbildung 2: Verteilung der Wandschubspannung über den Umfang eines benetzten Trapezprofils in einem geraden, regelmäßig geformten Fließgewässerabschnitt (modifiziert nach SCHRÖDER & RÖMISCH, 2001)

## 5 Bautypen

Dieses Kapitel soll einen Überblick über diverse technische und ingenieurbio­logische Bautypen bieten. Unterschieden werden ingenieurbio­logische Maßnahmen und Bautypen für Längswerke bzw. Querbauten. In erster Linie werden vor allem Bauwerke aus MERWALD (1984, 1987, 1988, 1994, 2001) und FLORINETH (2004) näher beschrieben.

Es werden auch technische Maßnahmen behandelt, welche aus ökologischer Sicht nicht empfehlenswert sind.

Hierbei handelt es sich in erster Linie um Bautypen, welche vorwiegend in den vergangenen Jahrzehnten zum Einsatz kamen und in der heutigen heimischen Wildbachlandschaft häufig anzutreffen sind. Diese Maßnahmen wurden ursprünglich aufgrund technischer Schutzerfordernisse gebaut, entsprechen heute jedoch meist nicht den Anforderungen einer ökologischen Wildbachverbauung. Ihre negativen ökologischen Auswirkungen können jedoch oftmals mit Hilfe von Modifikationen gemindert werden.

In Kapitel 5.3.2.6 Speziell werden zusammenfassend besonders fischfreundliche Querbauwerke angeführt. Zusätzlich wird aufgrund ihrer großen hydrobiologischen und – morphologischen Vorteile, auf die Baugruppe der Sohlrampen (Kapitel 5.3.2.3) etwas genauer eingegangen.

### 5.1 Kriterien für ökologisch orientierte Schutzwasserverbauungen

#### 5.1.1 Faktoren der Baumaßnahmenwahl nach MERWALD (1994)

Die Wahl der Bauwerkstypen ist nach MERWALD (1994) von mehreren Faktoren und Erfordernissen abhängig. Er sieht folgende Punkte als ausschlaggebend für die richtige Baumaßnahmenwahl:

- Ausreichender Raumbedarf
- Natürliche Linienführung
- Entsprechende Querschnittsbemessung für Hoch-, Mittel- und Niederwasser
- Profigliederung - falls möglich
- Ausreichende Gewässertiefe
- Festlegung des Ausgleichgefälles
- Vernetzung Fließgewässer und Umland

##### 5.1.1.1 *Ausreichender Raumbedarf*

Um mit Hilfe ökologischer Baumaßnahmen den gewünschten Schutzeffekt erzielen zu können, wird sehr oft großer Flächenbedarf benötigt. Besonders im Siedlungsgebiet kann das, bedingt durch begrenztes Raumangebot, problematisch sein. Aufgrund dessen kann oft nur mehr durch die Auswahl geeigneter Bautypen eine ökologische Gestaltung im unmittelbaren Gewässerbereich erreicht werden (MERWALD, 1994).

##### 5.1.1.2 *Natürliche Linienführung*

Je nach Region ist darauf zu achten, die ursprünglich natürliche Linienführung so gut wie möglich zu erhalten.

Dies hat sowohl hydrodynamische, als auch ökologische Gründe. So wurden durch die Begradigungen von Fließgewässern in den vergangenen Jahrzehnten vermeintliche Vorteile in Hinblick auf z.B. Kraftwerks-, Industrie- und Betriebsanlagen, der Urbarmachung von Kulturland oder aus verkehrstechnischen Gründen geschaffen. Diese Maßnahmen führten oft zu einem Verlust an natürlichen Retentionsflächen und/oder zu einer Verschlechterung der Abflussverhältnisse. Das hatte für unterliegende Regionen oft eine Verschärfung von Hochwassergefahren zur Folge. Zusätzlich gingen wertvolle Biotopel verloren, was eine Verschlechterung der ökologischen Gegebenheiten für Flora und Fauna bedeutete.

#### **5.1.1.3 Querschnittsbemessung**

Bei der Querschnittsbemessung ist nicht nur auf eine erforderliche Hochwasserabfuhr zu achten, sondern auch die Mittel- und Niederwasserführung bei der Projektierung zu berücksichtigen. Die allgemeine Querschnittsbemessung wird anhand des Bemessungshochwassers (HQ 30, HQ 100, HQ 150) durchgeführt (MERWALD, 1994).

#### **5.1.1.4 Profilgliederung**

Eine Profilgliederung ist vor allem für die Abflussberechnung nach der Fließformel nach Manning-Strickler notwendig. So wird bei der Berechnung das Profil in unterschiedlich schnell durchströmte Längsabschnitte (Vorländer) gegliedert und entsprechend dem Bewuchs und Bestockungsgrad, dem Abfluss unterschiedliche Widerstände (Rauhigkeitsbeiwerte) entgegengesetzt (MERWALD, 1994).

#### **5.1.1.5 Gewässertiefe**

Es muss bei der Gestaltung des zu regulierenden Abschnittes immer darauf geachtet werden, dass bei Niederwasser noch ausreichende Wasserführung für die Fischpopulation und Benthosorganismen vorhanden bleibt. Hier muss vor allem die hindernisfreie Wanderung der Fische in jeder Richtung des Gewässers möglich sein (MERWALD, 1994).

#### **5.1.1.6 Gefälle**

Bei Regulierungsmaßnahmen ist es von großer Bedeutung, dass bereits bei der Projektierung das Ausgleichsgefälle richtig festgelegt wird. Hierunter versteht man jenes Gefälle, das bei Gewässern mit unbefestigter Sohle weder eine Auflandung, noch einen Abtrag der Sohle verursacht (MERWALD, 1994). Das Gefälle ist ein wichtiges Kriterium für die Wahl der richtigen Verbauungsmaßnahme. Eine effektive Art der Reduktion sind sogenannte Absturzbauwerke. Mit ihnen kann das Gefälle auf ein gewünschtes Ausmaß reduziert und kleine Gefällewerte in den Zwischenstrecken erreicht werden (MERWALD, 1994). Da diese Absturzbauwerke jedoch auch ein künstliches Hindernis für die aquatische Fauna darstellen, ist vor allem in Hinblick auf die Fischpassierbarkeit auf eine angepasste Überfallshöhe zu achten (MERWALD, 1994). Für Benthosorganismen stellen sie in vielen Fällen ein unüberwindbares Hindernis dar.

#### **5.1.1.7 Vernetzung verbauter Fließgewässer mit deren Umland**

Gewässer stehen sowohl in ober-, als auch unterirdischer Verbindung mit ihrem Umland. Somit ist bei allen Eingriffen zu überprüfen, ob es neben der oberflächenmäßigen Einbindung auch zu Einwirkungen auf das Grundwasser kommt (MERWALD, 1994).

Begleitauen erfüllen sowohl ökologische, als auch schutzwasserbauliche Funktionen. So dienen sie z.B. aus ökologischer Sicht als Lebensraum für eine Vielzahl an Organismen, als wichtige Quelle für Nährstoffe und Nahrungseintrag, oder erfüllen eine wichtige Funktion als Schattenspender.

Aus schutzwassertechnischer Sicht sind sie jener Bereich des Fließgewässers, der durch seine Retentionsfunktion zur Verzögerung der Hochwasserspitze benötigt wird, was einer Verzögerung der Hochwasserabfuhr gleichkommt (MERWALD, 1994).

### 5.1.2 Zehn Gebote der Wildbach-Ökologie des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung

Die Prämisse einer ökologischen Wildbachverbauung wird auch innerhalb des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung aufgegriffen.

Aus den Erfahrungen und Beobachtungen alltäglicher Anwendungen entstanden die „Zehn Gebote der Wildbach-Ökologie“. Sie stehen jedoch nicht für ein ausgereiftes theoretisches System, sondern sollen als Orientierungspunkte dienen, die bei grundlegenden Überlegungen, der Maßnahmenplanung und -setzung und dem Dienstbetrieb Beachtung finden sollen (AIGNER et al., 2014).

Hierbei konzentrieren sich die Autoren nicht nur auf einen lokalen kleinmaßstäbigen Bereich, sondern bringen auch den Punkt der Energieeffizienz ins Spiel, der bei anderen ökologischen Betrachtungsansätzen bisher nicht explizit hervorgehoben wurde.

In „Zehn Gebote der Wildbach-Ökologie. Eine Impulsschrift“ der Sektion Wien, Burgenland und Niederösterreich Ost aus dem Jahr 2014 werden die einzelnen Punkte noch genauer erklärt. Sie sollen an dieser Stelle aber nur kurz genannt werden, für die genaueren Erläuterungen der einzelnen Gebote verweise ich auf die Originalschrift.

#### Zehn Gebote der Wildbach- Ökologie im Überblick

1. Handle verantwortungsvoll im Sinne des Ganzen.
2. Beziehe das gesamte Einzugsgebiet in deine Planung ein.
3. Prüfe das Projektziel auf seine Wirksamkeit.
4. Prüfe den Projektgrundgedanken auf seine Wirkungsvielfalt.
5. Bedenke die Wirkung deiner Entscheidungen bei der Bauausführung.
6. Überlege die Auswahl von Baustoffen und Geräten.
7. Berücksichtige ökologische Aspekte bei Leistungsvergaben.
8. Organisiere dich und deine Arbeit energieeffizient.
9. Sei bei deinen Dienstfahrten energiebewusst.
10. Handle generell energiebewusst.

(AIGNER et al., 2014)

## 5.2 Ingenieurbiologische Maßnahmen

Die Anfänge ingenieurbiologischer Bauwerkskunst zur Sicherung von Uferböschungen und Hanginstabilitäten reichen zurück bis in die Römerzeit (FLORINETH, 2010).

Es gibt eine Vielzahl ingenieurbiologischer Maßnahmen im Schutzwasserbau.

In folgenden Kapiteln wird nur auf eine Auswahl von Maßnahmen, die sich für rithrale Gewässer eignen, eingegangen. Bezüglich einer umfangreichen Darstellung ingenieurbioologischer Bauweisen wird an dieser Stelle an weiterführende Literatur verwiesen.

Bevor die eigentlichen Bautypen zur Längs- und Querverbauung beschrieben werden, soll die Wirkung von Ufervegetation auf die hydraulischen Verhältnisse in Fließgewässern, bzw. die Belastbarkeit von unterschiedlichen ingenieurbioologischen Bauweisen erläutert werden.

### 5.2.1 Hydraulische Wirkung der Ufervegetation

Sie bieten eine hervorragende Alternative zu sogenannten harten Verbauungen. Die Aufgabe von ingenieurbioologischen Bauweisen besteht darin, die Uferböschungen vor den angreifenden Kräften des Wassers zu schützen. Diese auf die Uferböschung wirkenden Kräfte müssen hierfür von den Pflanzen und dem Boden aufgenommen werden (FLORINETH, 2010).

Überschreiten die einwirkenden Kräfte die Widerstandskräfte der Pflanzen und Bodenteilchen, kommt es zu Schäden an den Ufern. Abbildung 3 zeigt, mit Ausnahme der Böschungsrauigkeit ( $k_{St}$ ), die maßgebenden Gerinneparameter und hydraulische Größen in offenen Gerinnen. Das fließende Wasser erzeugt eine Kraft, deren Größe vom Abfluss ( $Q$ ) und den Gerinneparametern Wassertiefe ( $h$ ), Querschnittsform und -größe ( $A$ ), Gefälle ( $J$ ) und der Sohlen-, bzw. Böschungsrauigkeit ( $k_{St}$ ) abhängt (FLORINETH, 2010).

Natürliche Gewässer sind offene Gerinne, deren Form durch große Unregelmäßigkeiten und Bewuchs gekennzeichnet sind. Aufgrund der Dynamik und der ständigen Veränderung, wird eine genaue hydraulische Berechnung zusätzlich erschwert. Durch die Komplexität des Problems und der Vielzahl an sich ständig ändernden Parametern, gibt es kein allgemein gültiges hydraulisches Berechnungsverfahren, um die tatsächlich auftretenden Kräfte zu ermitteln. Um die Kräfte des fließenden Wassers charakterisieren zu können, werden hierfür die beiden maßgeblichen Größen Fließgeschwindigkeit ( $v$ ) und Schubspannung ( $\tau_0$ ), herangezogen (FLORINETH, 2010).

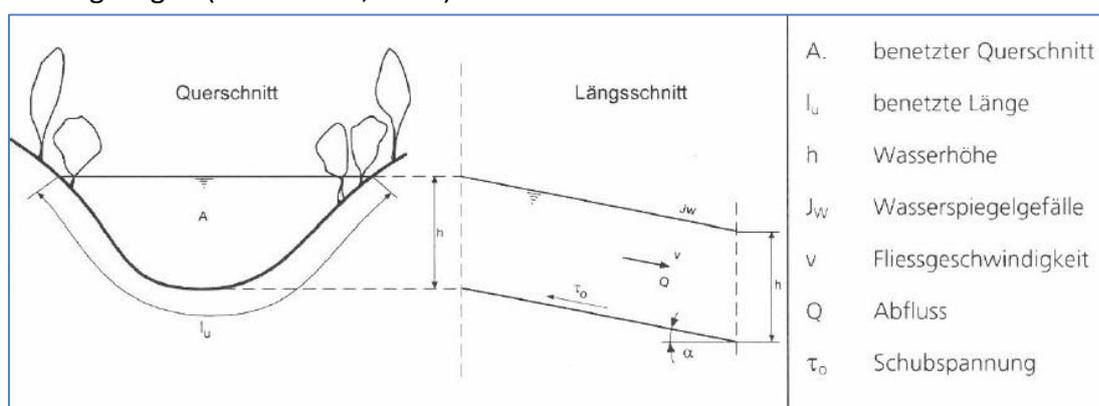


Abbildung 3: Maßgebende Gerinneparameter und hydraulische Größen (BOLLRICH, 1996)

Ufervegetation übt, abhängig von Elastizität und Dichte, einen unterschiedlichen Einfluss auf das Fließverhalten von Gewässern aus. FLORINETH (2010) fasst diese wie folgt zusammen:

Elastische Ufergehölze:

- Werden bei Hochwasser überströmt
- Legen sich am Boden an und schützen somit vor Erosion
- Geringer Einfluss auf  $v$ ,  $A$ ,  $Q$

Starre und dichte Ufergehölze:

- Werden durchströmt
- Starke Reduktion der Fließgeschwindigkeit
- Guter Schutz der Ufer vor Erosion
- Reduktion des Abflussvermögens
- Erhöhung des Wasserspiegels
- Überflutungsgefahr (abhängig von Gewässerbreite und Sohlgefälle)

Starre und einzeln stehende Bäume:

- Werden umströmt
- Geringe Reduktion der Fließgeschwindigkeit
- Verursachen starke Turbulenzen
- Ausspülung des Baumes
- Rückschreitende Erosion
- Verklausungsgefahr als Wildholz

## 5.2.2 Belastbarkeit ingenieurbiologischer Bauweisen

Die Belastbarkeit, sowie der Widerstand ingenieurbiologischer Bauweisen ist einerseits von vielen dynamischen, sich kleinräumig sehr stark ändernden Faktoren und andererseits von der Entwicklung der Pflanzen abhängig (FLORINETH, 2010).

In nachstehender Abbildung 4 werden die, für die Stabilität von ingenieurbiologischen Maßnahmen bedeutenden Faktoren, dargestellt (GERSTGRASER, 1998a, S. 200).

Viele der angeführten Faktoren können quantitativ bzw. qualitativ nicht genau bestimmt werden, wodurch es schwierig ist, exakte Grenzwerte für die Belastbarkeit festzulegen. Als Faktoren für die Belastbarkeit werden die Schubspannung  $\tau_0$  und die Fließgeschwindigkeit  $v$  herangezogen. Selbst für ein und dieselbe Bauweise weichen aber die in der Literatur angeführten Werte voneinander ab (FLORINETH, 2010).

Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse von Untersuchungen einiger Autoren, die als repräsentativ geltende Werte gesehen werden können.

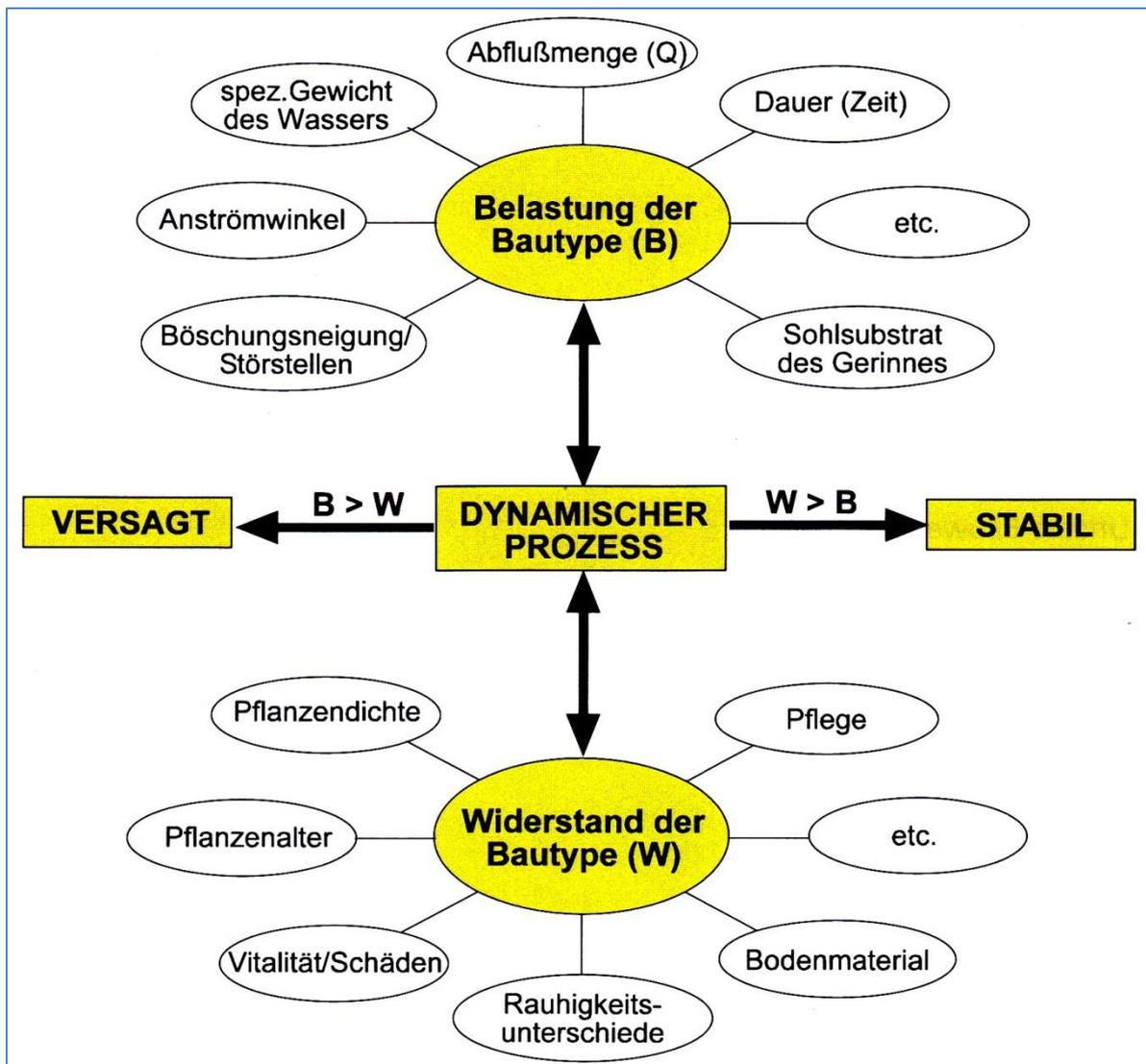


Abbildung 4: Maßgebende Stabilitätsfaktoren ingenieurbioologischer Bauweisen (GERSTGRASER, 1998b, S. 200)

Tabelle 11: Belastbarkeit ingenieurbioologischer Bauweisen (modifiziert nach FLORINETH, 2010)

Bauweise	Autor	$\tau_0$ [N/m <sup>2</sup> ]	$u$ [m/s]
Weidenspreitlage	Florineth (1982)	195 - 218	----
Weidenspreitlage	Florineth (1995)	309*	----
Flechtzaun	Steiger (1918)	50	----
Flechtzaun	Gerstgraser (1998b)	100 - 120	3,2 - 3,5
Totfaschine	LfU (1996)	70 - 100	2,5 - 3,0
Weidenfaschine	LfU (1996)	100 - 150	3,0 - 3,5
Weidenfaschine	Gerstgraser (1998b)	150 - 200	3,3 - 3,8
Faschinen auf Buschlagen	Gerstgraser (1998b)	120 - 150**	2,0 - 2,5*
Faschinenwand	Gerstgraser (1998b)	180 - 240	3,5 - 4,0
Geotextilpackungen auf Buschlagen	Gerstgraser (1998b)	120 - 160**	3,0 - 3,5*
Geotextil mit Steckhölzern	Gerstgraser (1998b)	80 - 120**	2,2 - 2,8*
Weidensteckhölzer	Witzig (1970)	165	----
Weidensteckhölzer	LfU (1996)	100 - 150	3,0 - 3,5
Weidengebüsch	Witzig (1970)	100	----
Wurzelstockreihen	Gerstgraser (1998b)	50 - 80**	1,5 - 2,0*
Rasen	Witzig (1970)	50 - (100)	----
Grassaat	LfU (1996)	40	1,8
Grassoden	LfU (1996)	>60	>3,5

Bauweisen \* leicht beschädigt, \*\* schwer beschädigt

## 5.2.3 Ingenieurbioologische Längsbauwerke

### 5.2.3.1 Weidenfaschine und Senkfaschine, generelle Unterscheidung

Bei einer Weidenfaschine handelt es sich um ein 30 – 40 cm dickes Bündel aus ausschlagfähigen Weidenästen, welches alle 1,0 m mit Draht zusammengebunden wird. Zur Befestigung werden 1,0 – 1,5 m lange Holzpflocke in einem Abstand von ca. 1,5 m in den Boden geschlagen. Bei der Verlegung muss sichergestellt werden, dass die Astspitzen in Fließrichtung zeigen (FLORINETH, 2004).

Senkfaschinen hingegen bestehen zum Großteil aus totem und starkem Pflanzenmaterial. In der Mitte sind die 30 – 60 cm dicken Bündel mit Steinmaterial gefüllt, um sie im Wasser absenken zu können. Senkfaschinen werden direkt am Einbauort angefertigt und an vorher eingeschlagenen Holzpiloten verankert (FLORINETH, 2004).

Bei ingenieurbioologischen Bautypen werden Faschinen oft als Böschungfußsicherung, oder als Faschinenreihe zur Sicherung flacher Böschungen eingebaut. Wie bei der Spreitlage sollen sie nach ihrem Einbau mit sandigem Kies überdeckt werden, um ein Austrocknen der

Pflanzen zu verhindern. Auch hier sollte die Schicht nicht mächtiger als 3 – 4 cm ausfallen (FLORINETH, 2004).

Um optimale Vegetationsbedingungen zu schaffen, müssen Faschinen gut in den Boden eingebunden werden. Hierbei sollte darauf geachtet werden dass die Böschungsneigung 1:3 nicht übersteigt, da sonst Teile der Faschine frei an der Oberfläche liegen und austrocknen könnten. Wie die Spreitlage schützen auch Faschinen direkt nach ihrem Einbau bereits gegen Erosion (FORINETH, 2004).

Abbildung 5 zeigt die systematische Anordnung der einzelnen Weidenfaschinen einer Faschinenreihe, der Hangfuß wird mittels Senkfaschine gesichert.

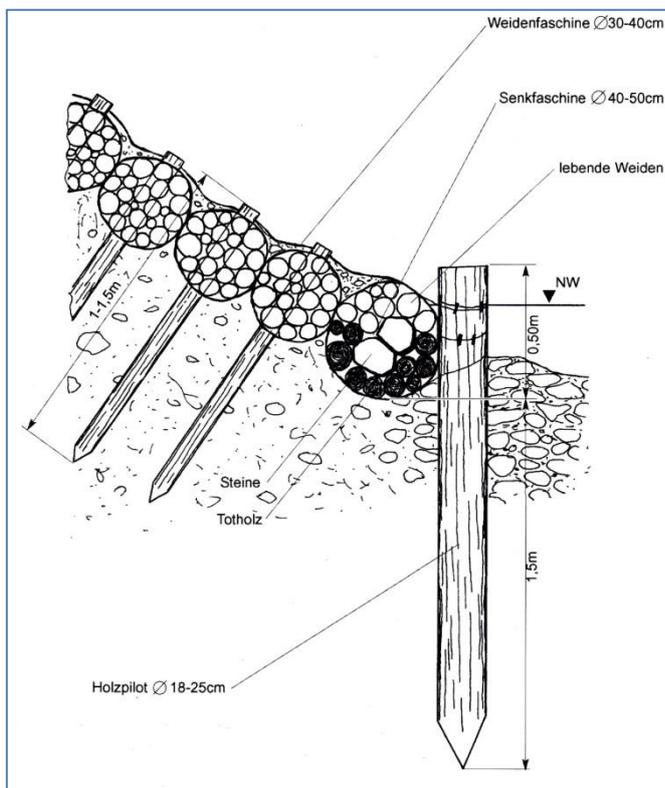


Abbildung 5: Faschinenreihe bestehend aus Weidenfaschinen und einer Senkfaschine als Hangfußsicherung (FLORINETH, 2010)

### 5.2.3.2 Spreitlage

Sie ist von allen ingenieurbioologischen Bautypen die Widerstandfähigste. Besonders geeignet ist sie für den Einsatz an Prallufeln und steilen Ufern (FLORINETH, 2010). Hierbei werden eng aneinander gereichte Weidenäste, quer zur Fließrichtung liegend, auf die Böschungen gelegt. Das basale Ende der Äste reicht ins Wasser und der Böschungfuß wird mittels Steinblöcken (Abbildung 6), Senkfaschinen oder Drahtsteinwalzen (Abbildung 7), Raubäulen oder Holzkrainerwänden (Abbildung 8) gegen den Wasserangriff geschützt (FLORINETH, 2004). Diese Hangfußsicherung muss ihrerseits mit Hilfe von Piloten oder Schienen abgesichert werden. Um ein optimales Anwachsen zu ermöglichen, werden die Äste mittels Draht, Kokosschnur oder Holzstangen niedergebunden.

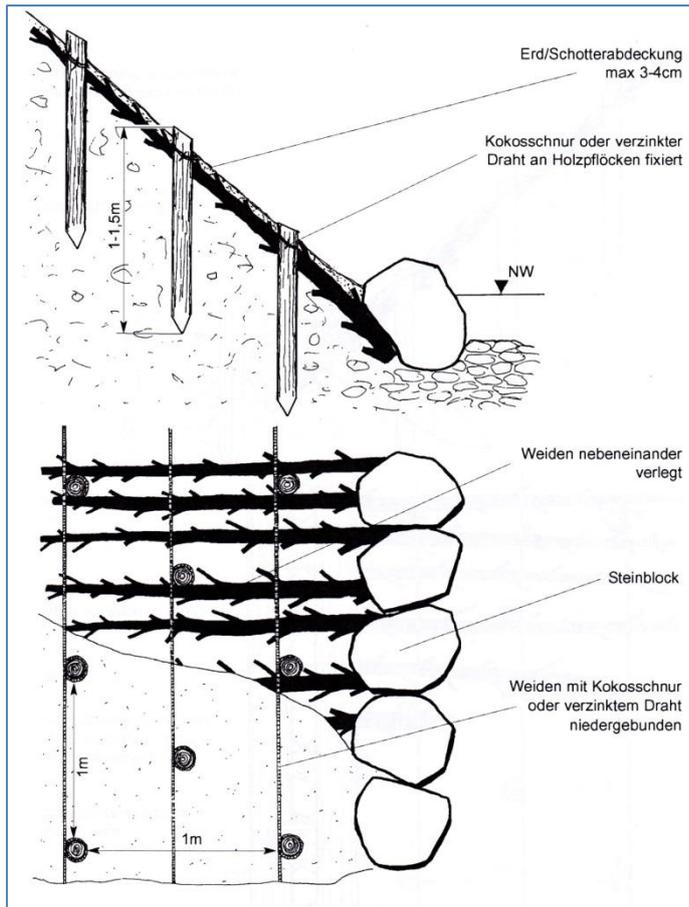


Abbildung 6: Weidenspreitlage mit Hangfußsicherung durch Steinblöcke (FLORINETH, 2010)

Bei einer Verwendung von Kokosschnur muss ihre Dehnbarkeit aufgrund von Feuchtigkeit und ihre Empfindlichkeit gegen Geschiebetrieb berücksichtigt werden. Zusätzlich beginnt sich Kokosschnur nach 1 bis 1,5 Jahren aufzulösen (FLORINETH, 2010).

Anschließend wird die Spreitlage 3-4 cm hoch mit sandigem Kies überdeckt, um das Pflanzenmaterial vor Austrocknung zu schützen. Die Schicht sollte nicht dicker aufgetragen werden, da die wachsenden Sprosse die Abdeckung nicht durchstoßen könnten. Weidenspreitlagen werden am besten im Spätherbst gebaut, um die Weiden schneller zum Anwurzeln zu zwingen und um bereits im Frühjahr adäquaten Schutz bieten zu können (FLORINETH, 2004).

Für eine Erhöhung der Artenvielfalt können zusätzlich bewurzelte sprosswurzelsbildende Laubgehölze eingelegt werden. Hier müssen auf ca. 20 cm lange herausschauende Sprossspitzen geachtet werden (FLORINETH, 2004).

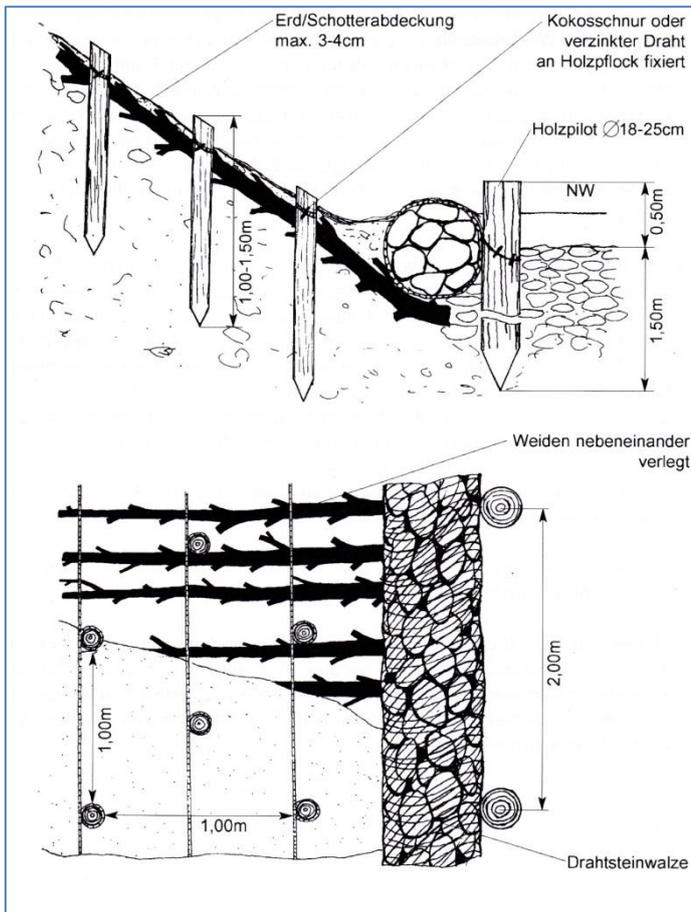


Abbildung 7: Weidenspreitlage mit Hangfußsicherung durch eine Drahtsteinwalze (FLORINETH, 2010)

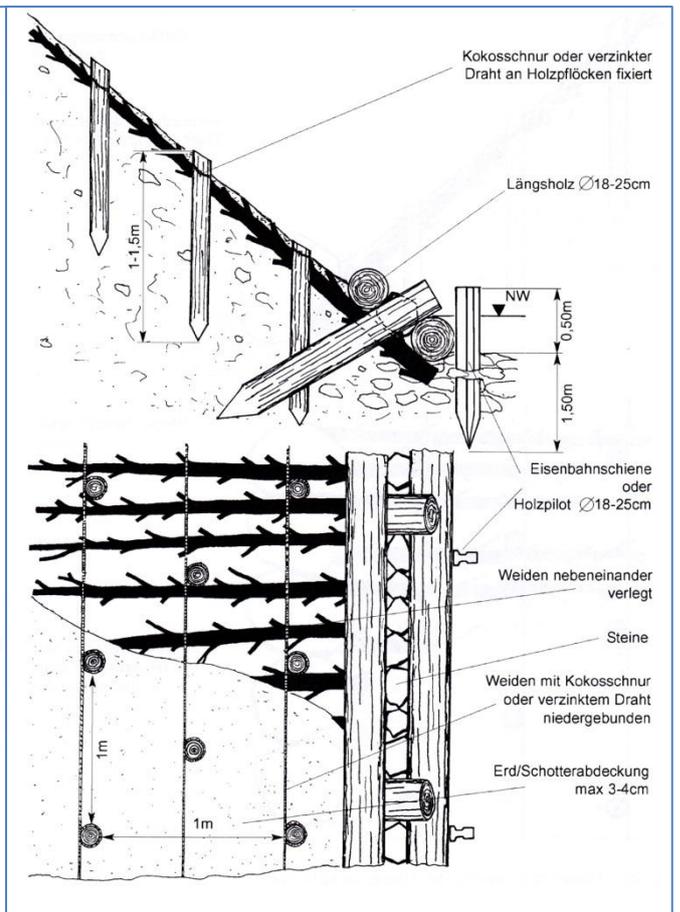


Abbildung 8: Weidenspreitlage mit Hangfußsicherung durch eine Holzkrainerwand (FLORINETH, 2010)

### 5.2.3.3 Weidenfaschine auf Buschlage

Diese kombinierte Bauweise besteht aus einer Folge von Faschinen, wobei als Hangfußsicherung eine Senkfaschine verwendet wird. Zwischen den Faschinenreihen werden Buschlagen eingebaut. Die Äste werden mit einer Neigung von 10 – 30% und einem

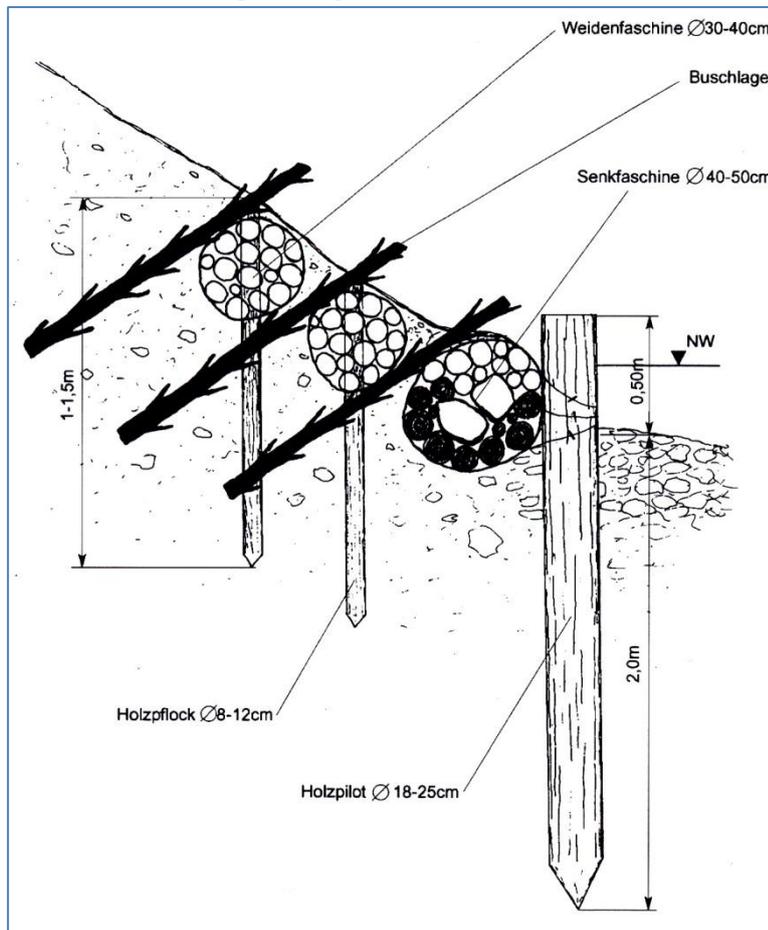


Abbildung 9: Weidenfaschine auf Buschlage (FLORINETH, 2004)

Abstand von ca. 10 cm eingelegt. Des Weiteren sollen sie zwischen 3 – 8 cm dick und 100 – 150 cm lang sein (FLORINETH, 2004). Besonders muss auf die richtige Einlage der Äste geachtet werden, so dass die Triebe ca. 20 – 30 cm herausragen. Das basale Ende, sprich die Schnittfläche der Äste muss im Hanginneren liegen. Die Sicherung der Faschinen selbst erfolgt mit Holzpflocken, wobei die Senkfaschine wasserseitig mittels Holzpiloten gesichert wird. Anschließend werden Buschlagen und Faschinen mit sandig kiesigem Bodenmaterial hinterfüllt (FLORINETH, 2004).

Diese in Abbildung 9 schematisch dargestellte Bauweise hat sich jedoch in der Praxis für die Anwendung an überströmten Uferbereichen nicht bewährt. Die Buschlagen bewirken starke Turbulenzen, was ein Ausspülen der dazwischen liegenden Faschinen bewirkt. Dieser Bautyp benötigt einen hohen Material- und Zeitaufwand (FLORINETH, 2004).

### 5.2.3.4 Geotextilpackung auf Buschlage

Als Hangfußsicherung wird eine an einem Holzpiloten befestigte Senkfaschine eingebaut. Anschließend wird wie unter Kapitel 5.2.3.3 beschrieben, eine Buschlage eingelegt. Auf ihr wird das Geotextil ausgerollt, mit Bodenmaterial aufgefüllt, anschließend mit dem restlichen Textil zugedeckt und mit Holzpflocken gesichert. Die Geotextilpackung wird 5 – 10 cm mit Erdmaterial eingeschüttet und weitere Weidenäste und/oder bewurzelte Laubhölzer in Form einer Heckenbuschlage eingelegt (Abbildung 10). Diese wiederum wird ebenfalls mit 5 – 10 cm Erdmaterial eingeschüttet, bevor darauf eine weitere Geotextilpackung gefüllt wird (FLORINETH, 2004).

Die Äste der Buschlage sollen zwischen 3 – 8 cm dick und 1,5 – 2 m lang sein. Sie werden mit einer Neigung von 10 – 30% und einem Abstand von ca. 10 cm zueinander zwischen den Geotextilpackungen eingelegt.

Um mögliche Wasserturbulenzen so gering wie möglich zu halten, empfiehlt es sich, die Buschlagen höchstens 20 cm herausragen zu lassen. Für den Wasserbau eignet sich verrottbares Kokosgewebe (mind. 700 g/m<sup>3</sup>) (FLORINETH, 2004).

Aufgrund der Ausschwemmungsgefahr der Geotextilpackungen bei Hochwasser wird diese Bauweise bei Überströmung ebenfalls nicht empfohlen (FLORINETH, 2010).

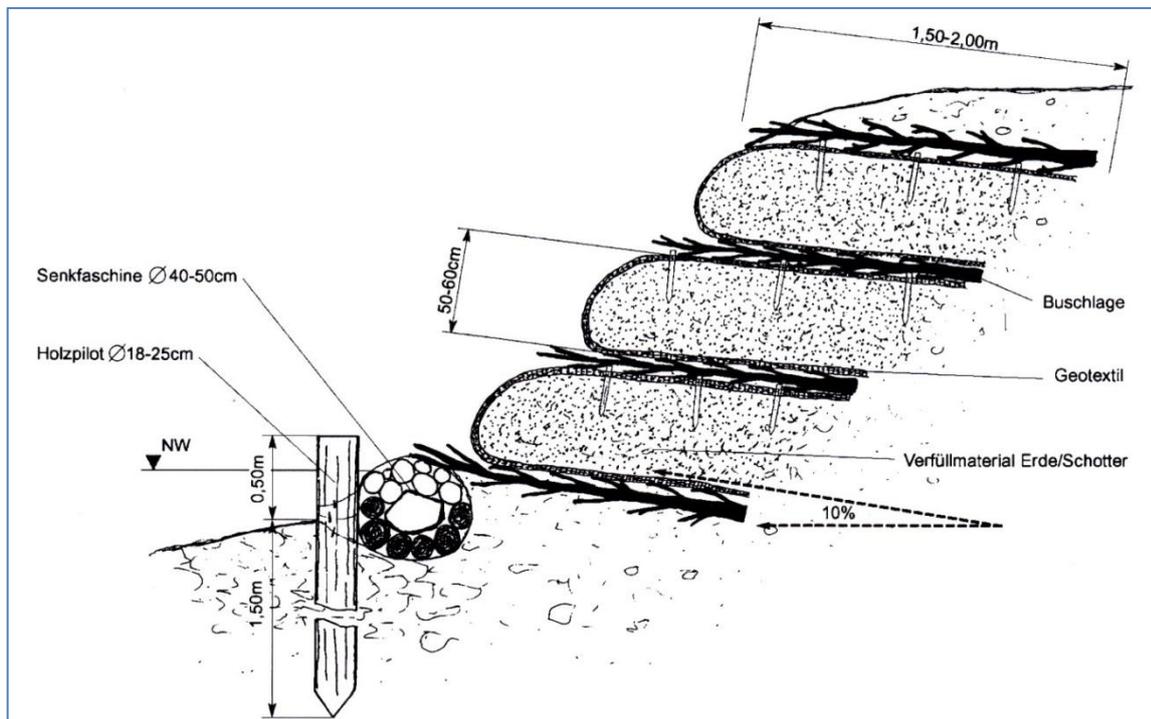


Abbildung 10: Geotextilpackung mit eingelegter Buschlage (FLORINETH, 2004)

### 5.2.3.5 Flechtzaun

Hierbei werden 12 – 15 cm dicke Holzpiloten in einem Abstand von 1,0 – 1,2 m in den Boden geschlagen. Anschließend werden elastische Weidenäste alternierend um die Piloten geflochten, wobei mit dem dicken Ende immer hinter einem Piloten (böschungsseitig) begonnen wird und die Spitzen in Fließrichtung zeigen (FLORINETH, 2004). Je nach Dicke der Weidenäste (3-8 cm), können Flechtzäune auch stärkeren Beanspruchungen standhalten, jedoch sollten sie aufgrund der Vegetationsentwicklung nicht höher als 50 cm gebaut werden. Bei unzureichender Wasserversorgung empfiehlt FLORINETH (2004) ein diagonales Einflechten der Weidenäste (Abbildung 11), um eine bessere Wasserversorgung der Astenden zu erreichen. Diese Maßnahme eignet sind für den Einsatz

im Wildbachbereich nur für Flachstrecken. Weidenflechtzäune eignen sich aufgrund ihrer linienhaften Wirkung und geringen Höhe hervorragend zur Sicherung kleiner, weder häufig noch hoch überfluteten Gerinne und Gräben. Ein großer Vorteil dieser Maßnahme ist durch den geringen Materialbedarf und der einfachen Bauweise begründet (FLORINETH, 2010). Abbildung zeigt die korrekte Einlage des elastischen Weidenmaterials. Besonders zu beachten ist die Verlegung mit den Astspitzen in Fließrichtung.

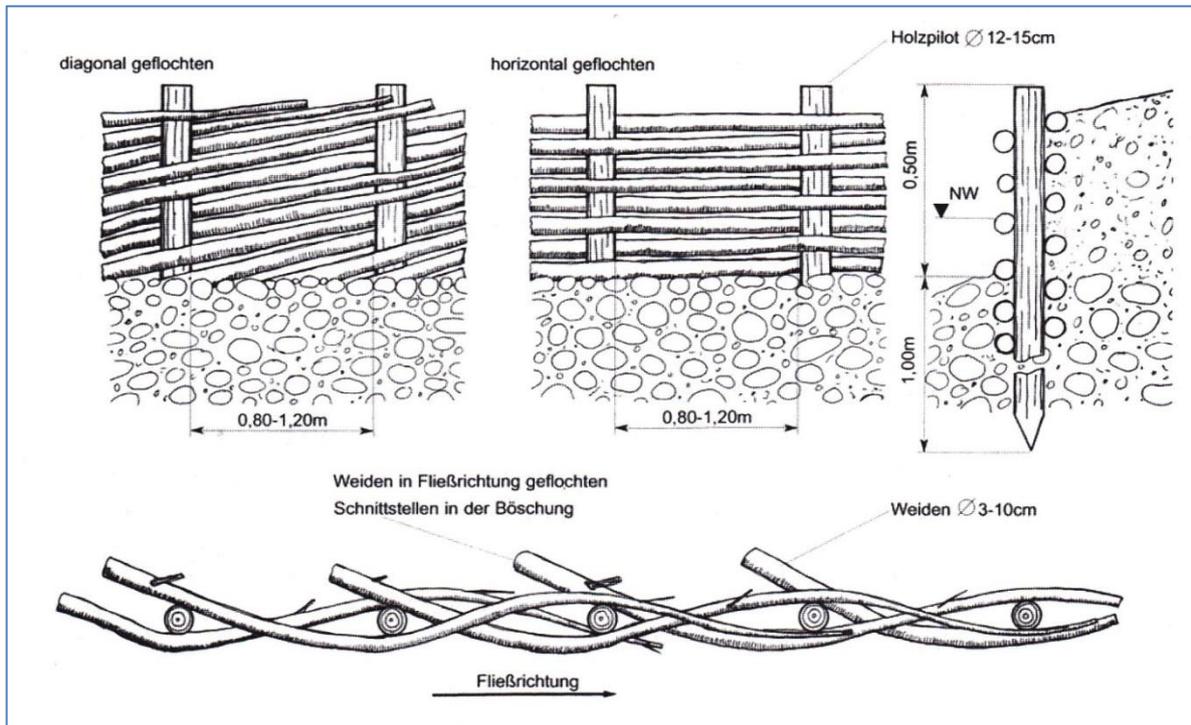


Abbildung 11: Flechtzaun (FLORINETH, 2004)

#### 5.2.3.6 Wurzelstockreihe

Bei dieser Bauweise werden tote Wurzelstöcke von Ufergehölzen dicht aneinander gereiht in der Böschung verlegt. Die Zwischenräume werden mit Steinen verkeilt und mit Flussmaterial verfüllt. Dadurch soll eine gute Einbindung und Stabilisierung der einzelnen Elemente erreicht werden (Abbildung 12). Die Wurzelstöcke werden mittels Stahlseil an eingeschlagenen Holzpiloten befestigt, um ein Abspülen zu verhindern (FLORINETH, 2004). Diese ökologisch sehr wertvolle Maßnahme hat den Nachteil, dass sie aufgrund der herausragenden Stammteile große Turbulenzen erzeugt und somit stark erosionsgefährdet ist. Aus diesem Grund eignet sie sich nur zur punktuellen Sicherung von flachen Böschungen bzw. als Strukturelement (FLORINETH, 2010). Wichtig ist, dass die Wurzelstöcke gut in der Böschung eingebunden werden und maximal 20 cm heraussehen, um Wasserturbulenzen und Materialumlagerungen gering zu halten.

Für den Einsatz an steilen Böschungen eignet sich diese Maßnahme nicht, da eine angemessene Einbindung oftmals nicht möglich ist und die Wurzelstöcke dadurch leicht austrocknen können (FLORINETH, 2010). Ein Einsatz im Handlungsfeld der Wildbachverbauung ist demnach stark eingeschränkt.

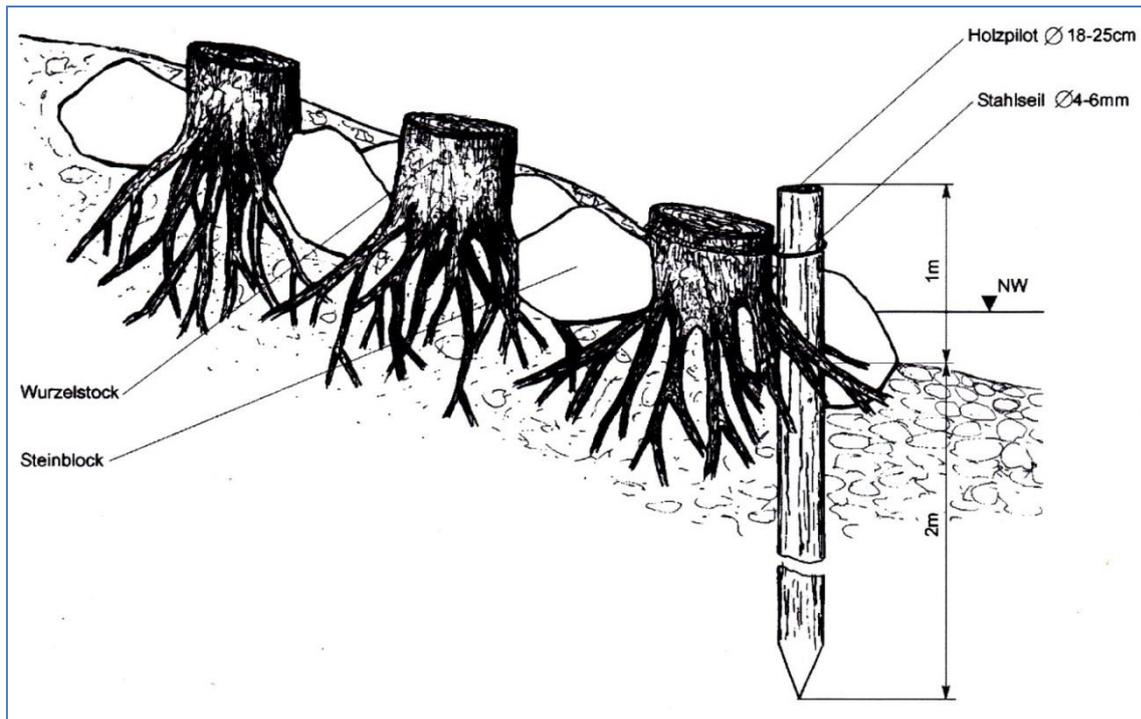


Abbildung 12: Verkeilte Wurzelstöcke einer Wurzelstockreihe (FLORINETH, 2010)

### 5.2.3.7 Raubäume

Diese Maßnahme ist eine der ältesten und eignet sich zum schnellen und effektiven Einsatz als Sofortmaßnahme nach Hochwasserereignissen, oder zum Schutz von Uferanrissen vor weiterer Erosion (FLORINETH, 2004). Hierbei werden Bäume mit Hilfe von Stahlseilen an Holzpiloten befestigt und mit der Baumkrone in Fließrichtung ins Fließgewässer verlegt (Abbildung 13).

Sie sorgen für eine verringerte Fließgeschwindigkeit und bewirken dadurch ein Ablagern von Geschiebe- und Schwemmmaterial. Aufgrund der Benadelung und der elastischen Äste

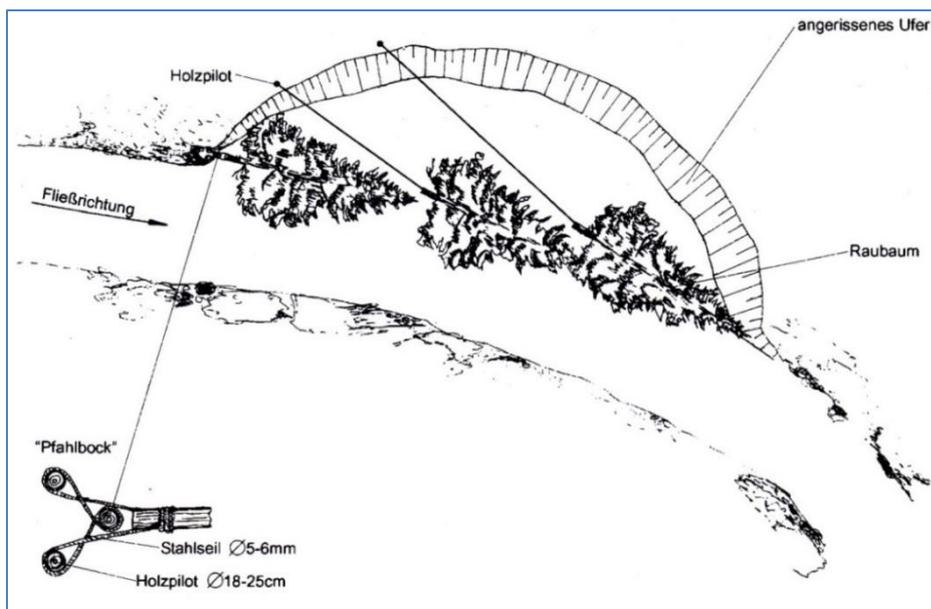


Abbildung 13: Uferverankerung von Raubäumen (FLORINETH, 2010)

eignen sich für den Einsatz besonders Fichten.

Raubäume stellen jedoch nur einen temporären Uferschutz dar, für einen längerfristigen Uferschutz müssen weitere ergänzende Maßnahmen gesetzt werden (FLORINETH, 2004).

### 5.2.3.8 Astpackung (Packwerk)

Bei der Astpackung werden abwechselnd Lagen aus Kies und toten Ästen aufeinander gelegt. Der Hangfuß wird mittels Senk- und Lebendfaschine gesichert, die wiederum durch Holzpiloten abgestützt werden. Nach jeder Astlage werden Faschinen aus lebendem Astmaterial eingebaut, um das Kiesmaterial vor Abschwemmung zu schützen (FLORINETH, 2010).

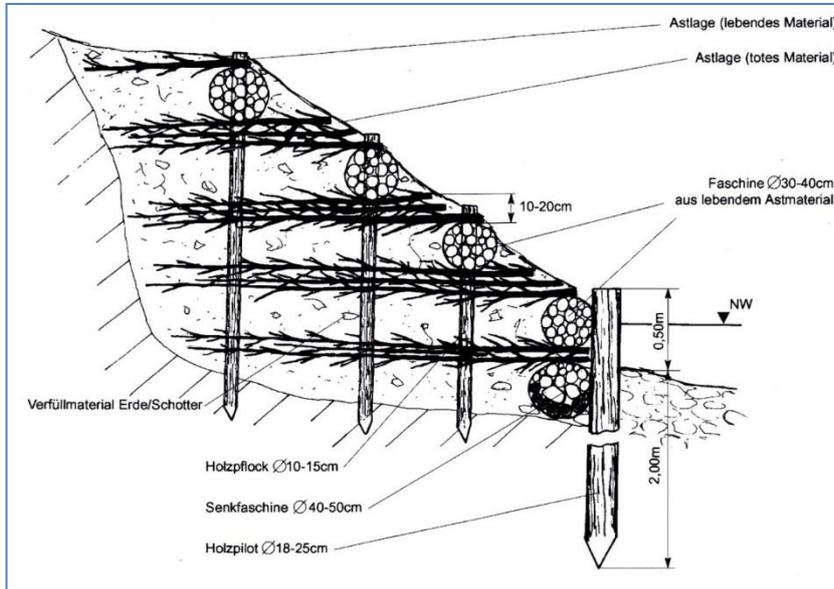


Abbildung 14: Darstellung einer Astpackung (Packwerk) nach WALTL (FLORINETH, 2010)

Beim Überschütten der Astlage mit Kiesmaterial muss auf ein gutes Auffüllen der Hohlräume geachtet werden, um nachträgliche Setzungen zu verhindern. Die oberste Astlage besteht aus lebendem Pflanzenmaterial, welches anschließend 3-4 cm überschüttet wird (FLORINETH, 2004). Das Astmaterial kann sowohl quer, als auch parallel zur Fließrichtung verlegt werden (Abbildung 14 und

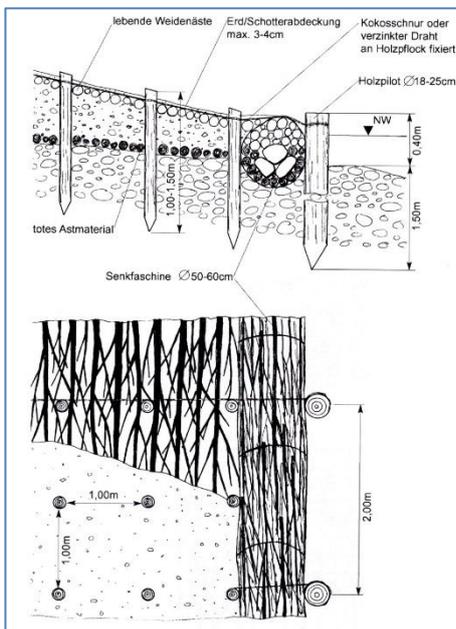


Abbildung 15: Einfache Astpackung in Längsrichtung (FLORINETH, 2004)

Abbildung 15). Bei der Verlegung parallel zur Fließrichtung wird die oberste Lage aus lebendem Material mit Kokosschnüren und Pflöcken niedergespannt. Als Fußsicherung wird eine Senkfaschine eingebaut, die wasserseitig in einem Abstand von 2 m mit Holzpiloten gesichert wird (FLORINETH, 2010). Zur Vermeidung von Turbulenzen empfiehlt FLORINETH (2004), die basalen Enden der Astlagen nicht zu weit in das Flussbett reichen zu lassen. Foto 1 zeigt die zeitliche Entwicklung einer Astpackung ausgehend vom Einbau über einen Zeitraum von drei Jahren.



Foto 1: Einbau und zeitliche Entwicklung einer Astpackung über einen Zeitraum von drei Jahren (Quelle: FLORINETH, 2004)

### 5.2.3.9 Uferkranerwand

Sie besteht aus 18-25 cm dicken Rundhölzern und bietet aufgrund ihrer guten Stützfunktion eine stabile Ufersicherung für steile Böschungen. Dieser Bauwerkstyp kann in ein- und doppelwandiger Bauweise ausgeführt werden. Besonders wichtig ist eine alternierende Verlegung der quer liegenden Zangen (Abbildung 16) (FLORINETH, 2004)

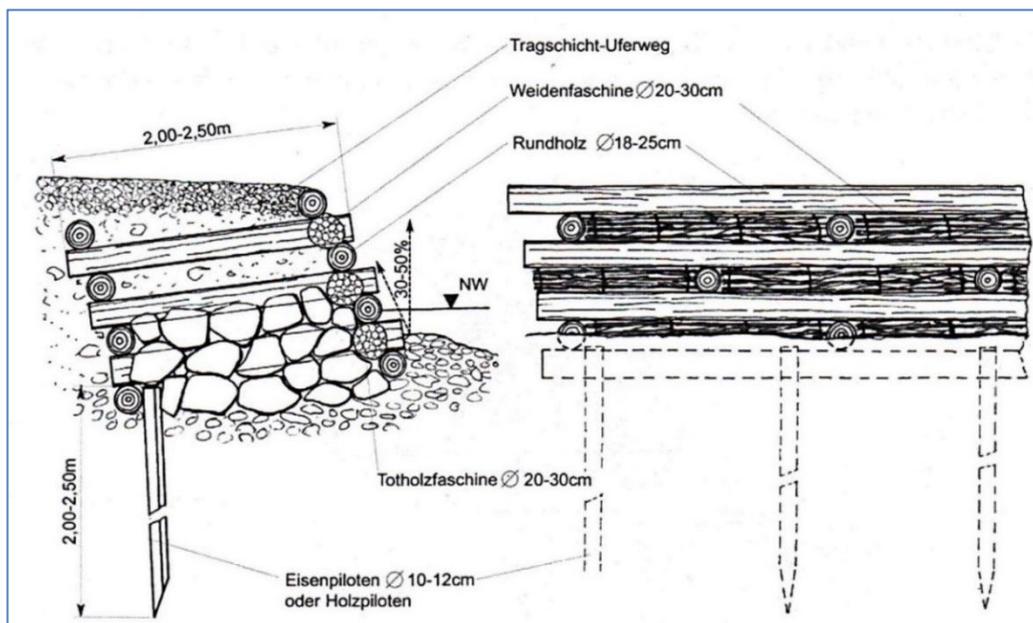


Abbildung 16: links Holzkrainerwand mit Steinboden und Pilotensicherung, rechts alternierende Verlegung der Zangen (FLORINETH, 2010)

Als Hinterfüllung wird sandiges Kies- oder Steinmaterial verwendet. Um ein Ausschwemmen der Hinterfüllung zu verhindern, werden in den Zwischenräumen wasserseitig zwischen den einzelnen Rundhölzern Faschinen verlegt (Foto 2). Im Unterwasserbereich eignen sich hierfür Totholzfaschinen, Steine (Abbildung 16) oder ein Schwerboden. Bei letzterem handelt es sich um eine durchgehende Lage von Rundhölzern (Abbildung 17) (FLORINETH, 2004).



Foto 2: Weidenfaschineneinlagen einer Uferkrienerwand (FLORINETH, 2004)

Im Falle einer Steinhinterfüllung und des Fehlens eines Schwerbodens, muss das unterste, hangseitige Rundholz mit einem wasserseitig eingeschlagenen Piloten gesichert werden (Abbildung 16) (FLORINETH, 2010).

Im Falle einer Steinhinterfüllung und des Fehlens eines Schwerbodens, muss das unterste, hangseitige Rundholz mit einem wasserseitig eingeschlagenen Piloten gesichert werden (Abbildung 16) (FLORINETH, 2010).

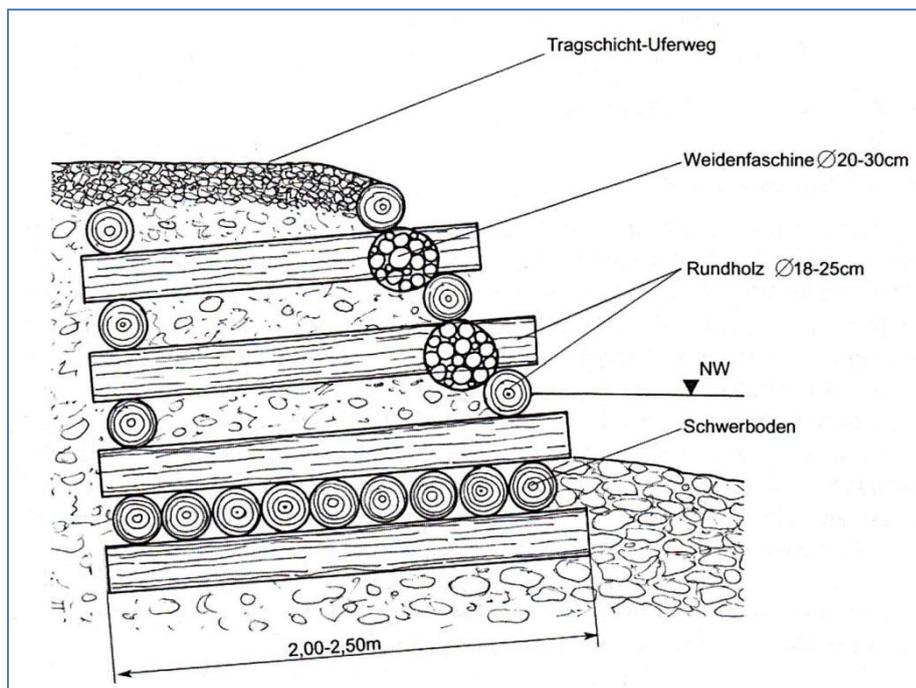
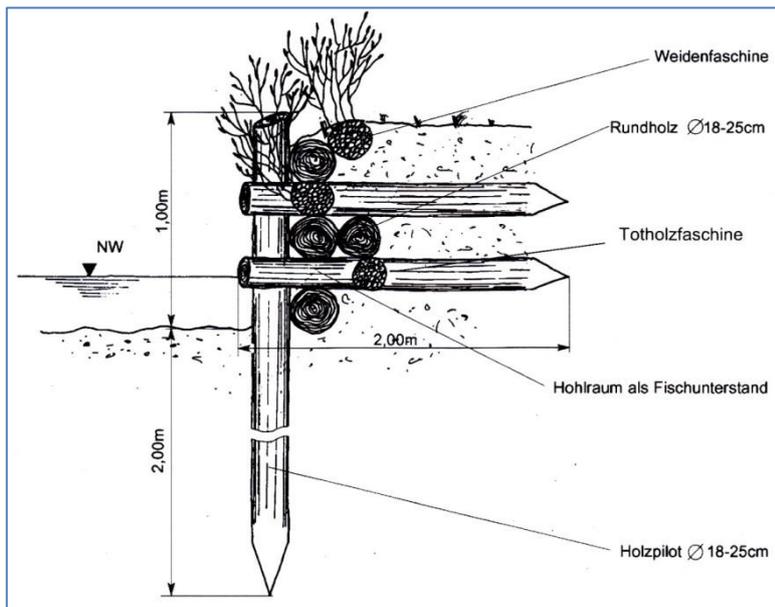


Abbildung 17: Holzkrainerwand mit Schwerboden (Florineth, 2010)

Probleme können aufgrund der hohen Rauigkeit der wasserseitigen Bauwerksseite entstehen. Daher sollte unbedingt auf eine möglichst glatte Bauausführung durch entsprechendes Einkürzen der herausragenden Zangen geachtet werden (FLORINETH, 2004).

#### 5.2.3.10 Uferpfahlwand

Ähnlich wie bei der Krainerwand werden hier waagrechte Rundhölzer auf, quer zur Fließrichtung liegenden Zangen, genagelt. Wasserseitig wird die Konstruktion mit Holzpiloten abgesichert (FLORINETH, 2010). In den Zwischenräumen werden Faschinen, bzw. unterhalb des Wasserspiegels Totholzfaschinen, eingebracht.



Die Lebendfaschinen sind anschließend leicht mit Erde zuzudecken. Durch ein entsprechendes Verlegen der unteren Querbäume in das Bauwerksinnere (siehe Kapitel 5.3.2.6.2) lassen sich leicht Fischeinstände integrieren (Abbildung 18). Für einen Einsatz an Prallufeln ist jedoch aufgrund der hohen Rauigkeit und des wenig tiefenwirksamen Aufbaues, abzuraten.

Abbildung 18: Uferpfahlwand mit Fischunterstand (FLORINETH, 2010)

Die durch den senkrechten Aufbau bedingten negativen ökologischen und hydraulischen Nachteile, können durch eine abgetreppte Ausführung gemildert werden (Abbildung 19). Diese Form sorgt für eine höhere Stabilität, eine bessere Einbindung in die Böschung und einen sanfteren Übergang zum Umland (FLORINETH, 2004).

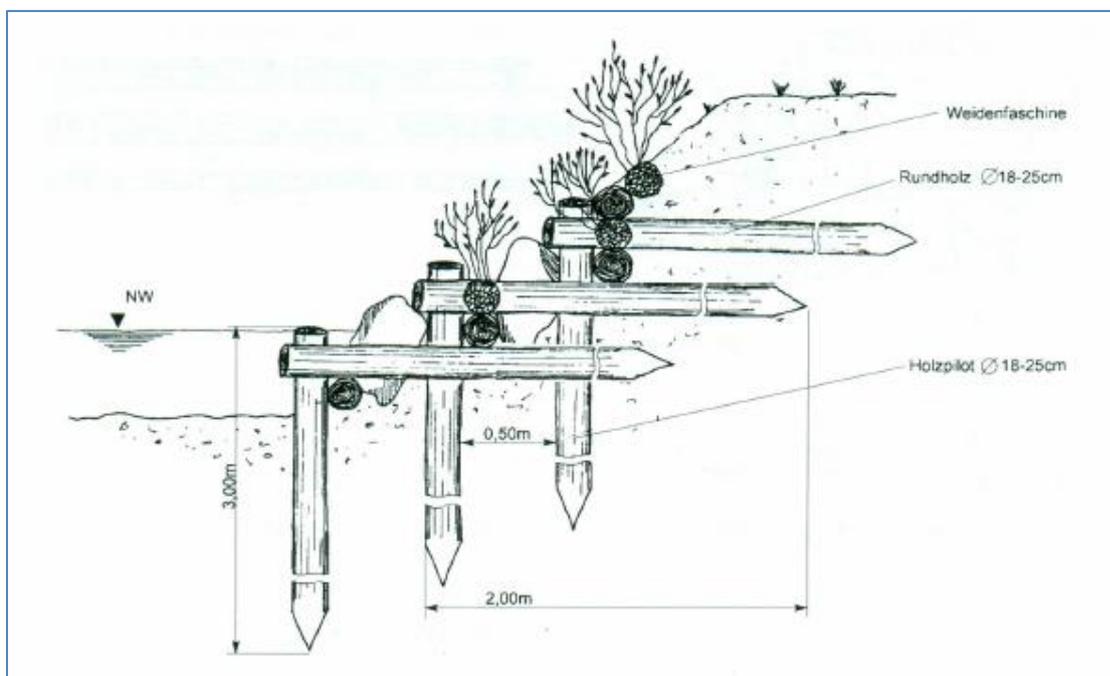


Abbildung 19: Abgetreppte Uferpfahlwand (FLORINETH, 2010)

### 5.2.3.11 Verlandungszaun

In seiner Wirkungsweise versucht der Verlandungszaun, auch Wolfbau (PRÜCKNER 1965) genannt, einerseits den Stromstrich abzulenken und andererseits Geschiebe hinter dem Zaun abzulagern (FLORINETH, 2010). Voraussetzung hierfür sind geschiebeführende Gewässer (FLORINETH, 2004).

Er besteht aus 18-25 cm dicken Holzpiloten, welche in einem Abstand von 2 m vor dem zu schützenden Uferbereich eingeschlagen werden. Anschließend werden an ihnen Holzstangen mit einem Durchmesser von 12-15 cm, oder stärkere halbierte Längsrundhölzer angenagelt (Abbildung 20). Der Abstand zwischen den Holzstangen richtet sich nach der Größe des Geschiebes (FLORINETH, 2004).

Besonders gut geeignet ist der Wolfbau für Außenkurven von breiten, geschiebeführenden Bächen. Besonders in der Anfangsphase, wenn noch keine Verlandung eingetreten ist, bietet der Bereich hinter dem Zaun Rückzugsmöglichkeiten und Ruhebereiche für Fische (FLORINETH, 2010).

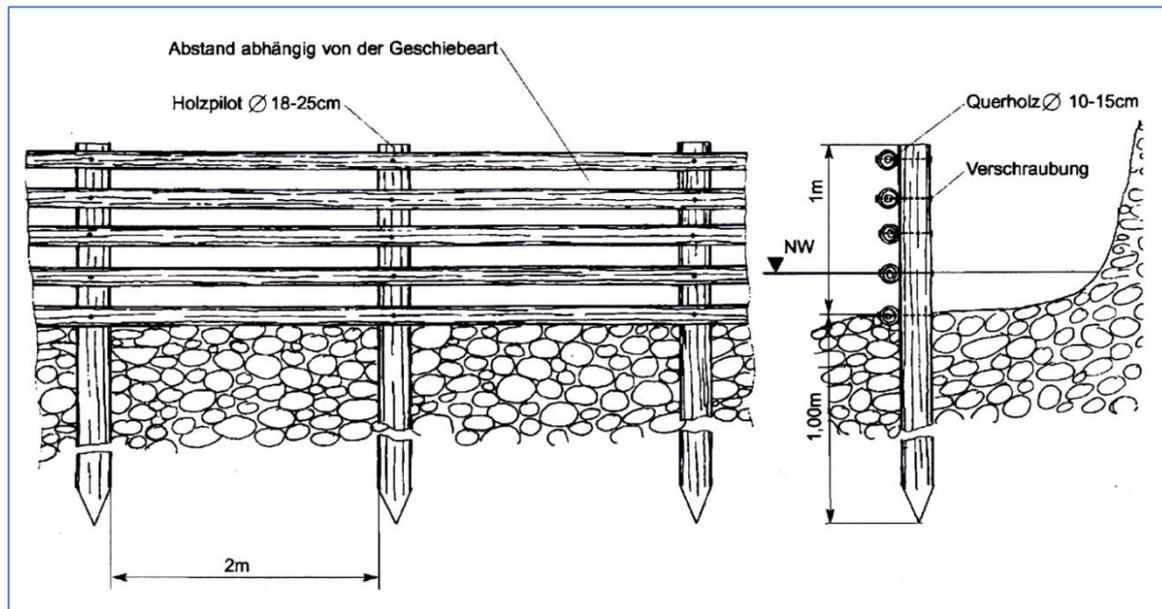


Abbildung 20: Verlandungszaun (FLORINETH, 2010)

## 5.2.4 Ingenieurbiologische Querbauwerke

### 5.2.4.1 Lebende Buhnen

Auf die grundlegende Funktion und Wirkung von Buhnen wird unter Kapitel 5.3.1.7 eingegangen. Hier wird vor allem auf die Wirksamkeit der inklinanten Buhnen in Hinblick auf den Geschiebetransport hingewiesen. Nach der Sicht von FLORINETH (2004) sind unter ökologischen Gesichtspunkten jedoch die deklinanten Buhnen als bedeutsamer einzustufen. Buhnenfelder stellen neben den bereits erwähnten Vorteilen für die Fischpopulation auch für andere Lebewesen und die Pflanzenwelt wichtige Standorte dar, da sie in Folge der Sukzession als Lebensräume genutzt werden können (FLORINETH, 2010). Ergänzend soll an dieser Stelle noch hinzugefügt werden, dass mit Hilfe einer Buhnenanordnung in einem Abstand von 5 – 7-facher Sohlbreite bei Niederwasser eine Mäandrierung des Gewässers erzielt werden kann. Diese führt ökologisch betrachtet zu einer Aufwertung des Gewässerabschnittes (FLORINETH, 2004). Buhnen können auf vier Arten unterschieden werden. Diese Unterscheidung erfolgt entweder nach dem Winkel, den die Buhne zur Fließrichtung einnimmt, der Höhe, der Form, oder nach der Bauart der Buhne.

Besonderes Augenmerk muss auf eine starke und robuste Bauausführung des Buhnenkopfes gelegt werden. Die Buhnenwurzel soll zu einem Viertel, bzw. zu einem Drittel der Gesamtlänge in das Ufer reichen (FLORINETH, 2004).

Nachstehend werden einige der verschiedenen Bauarten zur besseren Veranschaulichung als Beispiele angeführt.

#### 5.2.4.1.1 Steinkastenbuhne

Bei diesem Buhnentyp werden Kästen wie Krainerwände aufgebaut, mit Steinmaterial gefüllt und lebende Ästen eingelegt (Abbildung 21, Foto 1). Die Hohlräume zwischen den Steinen werden mit Flusskies oder vegetationsfähigem Bodenmaterial aufgefüllt (ZEH, 2007).

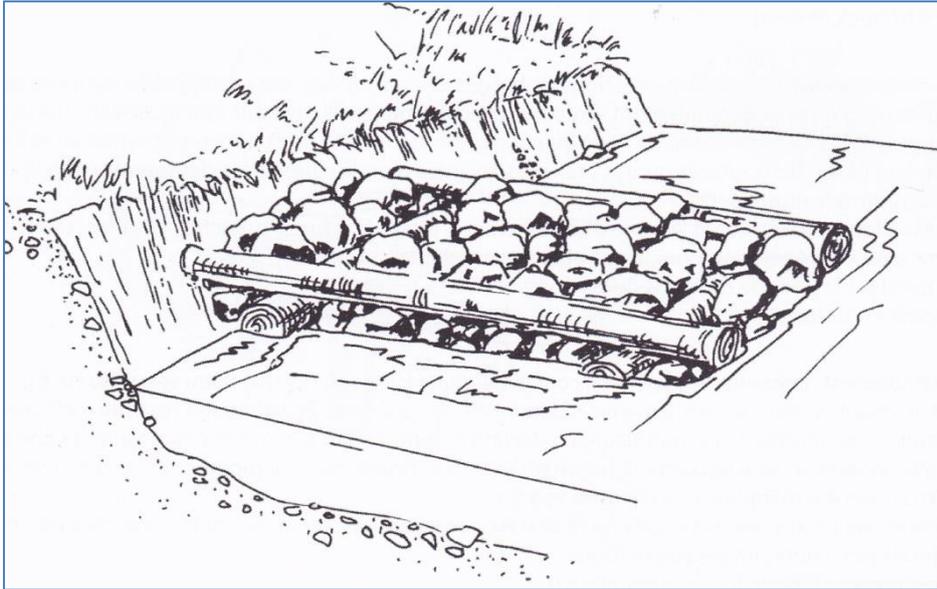


Abbildung 21: Steinkastenbuhne (ZEH, 2007)

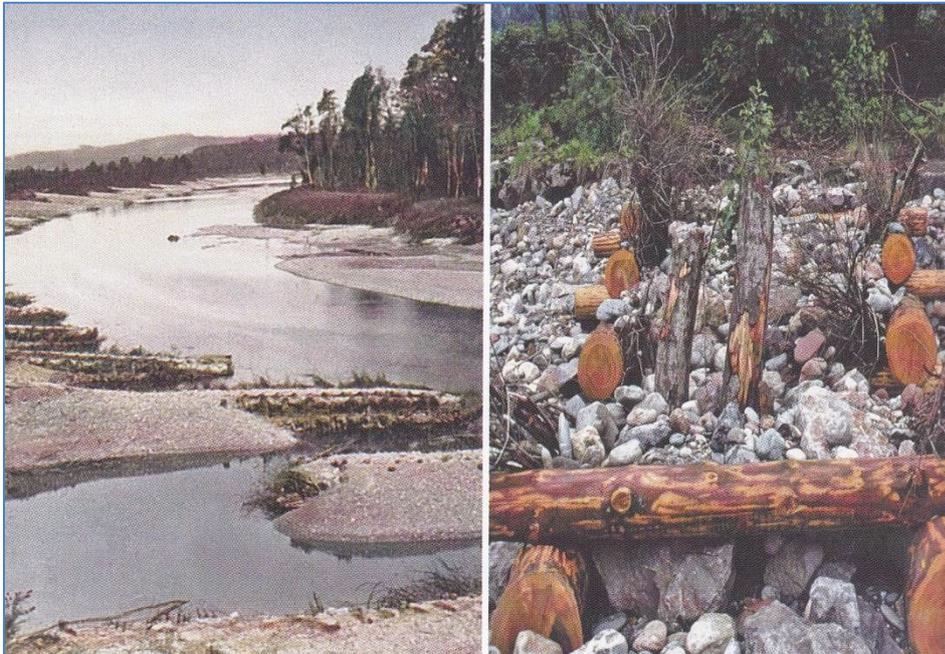


Foto 1: links Steinkastenbuhnenstaffelung, rechts Steinkastenbuhne mit eingelegtem Astmaterial (Quelle: ZEH, 2007)

### 5.2.4.1.2 Faschinenbuhne

Bei dieser Ausführung besteht der Buhnenkörper hauptsächlich aus Faschinen. Diese können entweder waagrecht oder senkrecht eingebaut werden (Abbildung 22). Ihre Sicherung erfolgt mittels Holzpiloten und schweren Steinen. Bei einem senkrechten Einbau und zur Fixierung der Faschinen, ist ein zusätzliches Einlegen von Gewindestangen und ein Anbringen eines Rundholzes an der inneren Oberkante der Buhne notwendig. Dieses Rundholz verhindert ein Ausspülen des Totholzmaterials (Abbildung 22).

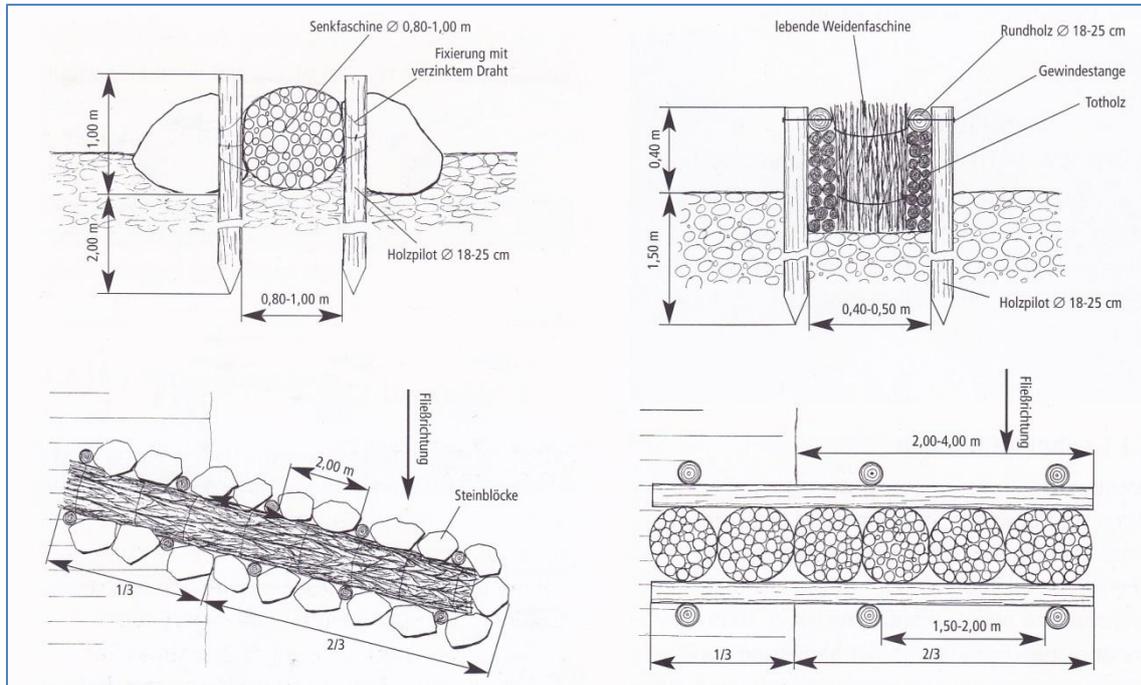


Abbildung 22: Faschinenbuhne mit waagrecht (links) und senkrechtem (rechts) Einbau der Faschinen (FLORINETH, 2004)

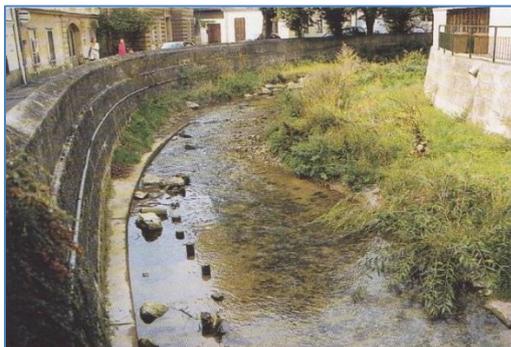


Foto 4: Vor dem Einbau (Quelle: FLORINETH, 2004)



Foto 5: Nach 4 Monaten (Quelle: FLORINETH, 2004)

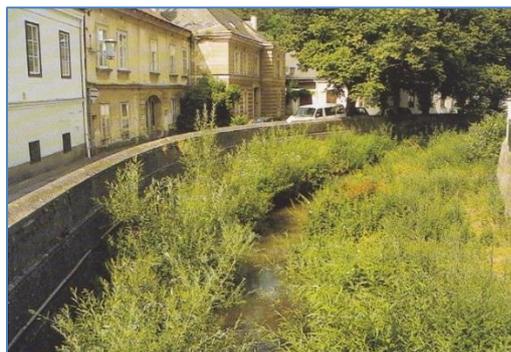


Foto 6: Nach 2 Jahren (Quelle: FLORINETH, 2004)

Fotos 4 bis 6 zeigen die zeitliche Entwicklung von Faschinenbuhnen im Zuge von Restrukturierungsmaßnahmen des Mödling-baches in verschiedenen Entwicklungsstadien.

#### 5.2.4.1.3 Spreitlagenbuhne



Abbildung 23: Spreitlagenbuhne (ZEH, 2007)

Dieser Bautyp wird nach den unter Kapitel 5.2.3.2 beschriebenen Anweisungen gebaut. Die Weidenäste werden in diesem Fall anstelle von Schnüren und Drähten mithilfe von Holzstangen niedergedrückt (Abbildung 23 und 24). Foto 7 und Abbildung 24 zeigen Spreitlagenbuhnen mit bereits ausgetriebenen Weiden.

Wie man anhand von Foto 7 erkennen kann, benötigt diese Bauweise im Gegensatz zu anderen, schmälere Buhnen mehr Platz. Ein Einsatz bei geringem Platzangebot kann sich daher schwierig gestalten.



Abbildung 24: Spreitlagenbuhne mit ausgetriebenem Weidenmaterial (ZEH, 2007)

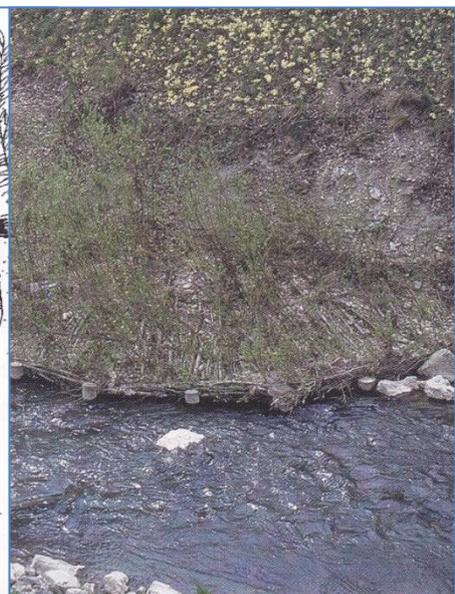


Foto 7: Spreitlagenbuhne mit bereits ausgetriebenen Weidenästen (Quelle: ZEH, 2007)

#### 5.2.4.1.4 Blocksteinbuhne mit Astpackung

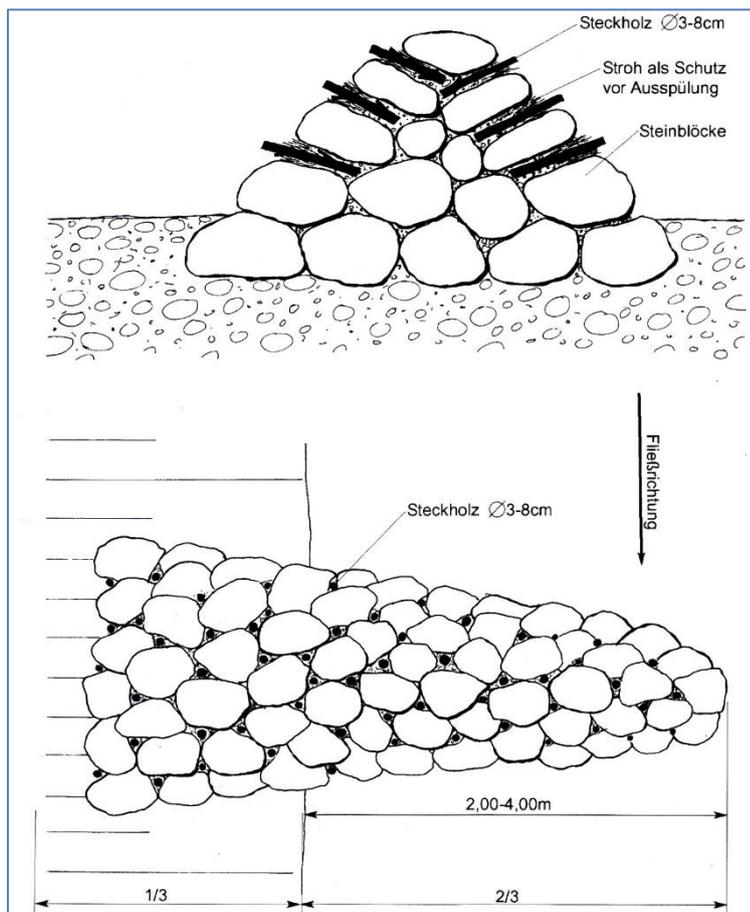


Abbildung 25: Blocksteinbuhne mit Steckhölzern und Stroheinlage (FLORINETH, 2010)

Diese Buhne wird aus großen Steinblöcken gebaut und in den Zwischenräumen werden Erde und Astmaterial eingebracht (MERWALD, 1994). Die Hangfußsicherung erfolgt durch einen groben Blockwurf, der gleichzeitig auch zur Stabilisierung des darüber liegenden Hanges dient (MERWALD, 1994). Die eingebrachten Steckhölzer sollten einen Durchmesser von 3 – 8 cm aufweisen und, wie in Abbildung 25 dargestellt, mit zusätzlichen Stroheinlagen gegen Ausspülen gesichert werden (FLORINETH, 2010).

#### 5.2.4.2 Buschbautraverse

Von Josef SCHMERL entwickelt und von PRÜCKNER (1965) erstmals beschrieben, eignet sie sich zur Behebung von seitlicher Uferauskolkung und dem Verlanden von Uferausbrüchen (FLORINETH, 2010). Hierbei werden in einem Abstand von 1 bis 1,5-facher Länge der Buschbautraverse, Gräben mit einer Tiefe von ca. 50 cm an dem zu sanierende Ufer im Bachbett angelegt. Anschließend werden sie mit Weidenästen in einem Winkel von etwa 45 bis 60° (PRÜCKNER, 1965) ausgelegt, mit Kiesmaterial verfüllt und mittels Drahtsteinwalzen (Abbildung 26) oder Steinen (Abbildung 27) gegen Abspülen gesichert (FLORINETH, 2010). Bei der Verlegung des Astmaterials sollte darauf geachtet werden, dass sich keine Lücken im Verband bilden, da dadurch die Wirksamkeit der Baumaßnahme stark herabgesetzt werden kann. Um dies zu vermeiden, sollten mehrere Astlagen aufeinander gelegt werden. Die erste Lage sollte Mann an Mann ausgesteckt werden und die folgenden so, dass sich die einzelnen Äste untereinander weitgehend verflechten (PRÜCKNER, 1965). Auf die Sicherung des wasserseitigen Endes der Traverse (Kopf) muss besonders geachtet werden. Sie kann mittels schwerer Steine erfolgen. Die Weidenäste sorgen nun für eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit und führen somit zu einer Reduktion der Schleppekraft des Wassers. Dadurch wird Sedimentation begünstigt, was in weiterer Folge zur Verlandung der Uferkolke und Ausbrüche führt (PRÜCKNER, 1965).

Diese Wirkung hängt mitunter vom Gefälle des Gewässers ab. Bei größerem Gefälle und dadurch auch höherer Geschwindigkeit des Wassers, nimmt die Wirkung dieser Bauweise

ab. Ein weiterer wichtiger Faktor ist der Geschiebesättigungsgrad des Wassers. Aus diesem Grund sollten mehrere Buschbautraversen hintereinander angeordnet werden, da die einzelnen Reihen wie Siebe verschiedener Maschenweite fungieren, welche das Geschiebe sortieren und hinter sich zur Ablagerung bringen (PRÜCKNER, 1965).

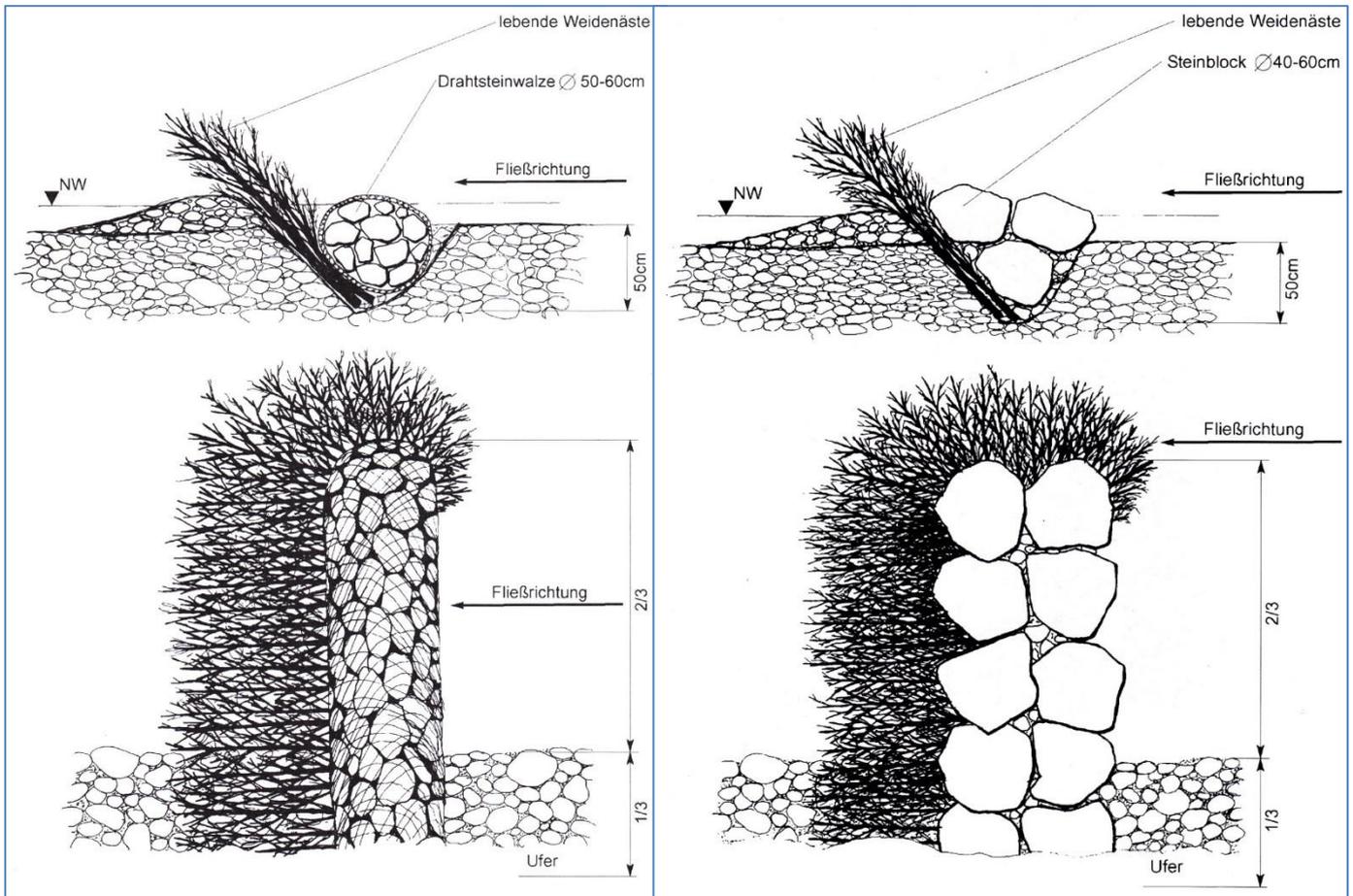


Abbildung 26: Buschbautraverse mit Drahtsteinwalzensicherung (FLORINETH, 2004)

Abbildung 27: Buschbautraverse mit Steinsicherung (FLORINETH, 2004)

### 5.2.4.3 *Lebende Bürsten und Lebende Käämme*

In Hinblick auf ihre Wirkungsweise sind beide Maßnahmen mit der Buschbautraverse vergleichbar. Lebende Bürsten können keine allzu hohen Schleppekräfte aufnehmen und werden somit nur ergänzend zwischen Buschbautraversen eingesetzt. Sie bestehen aus Reihen von Weidenfaschinen (Abbildung 28) und werden ebenfalls quer zur Fließrichtung angelegt (FLORINETH, 2010).

Bei Lebenden Käämmen hingegen handelt es sich um ca. 8 – 12 cm dicke, in einem Abstand von 10 – 15 cm in die Bachsohle eingeschlagene, Weidensteckhölzer (Abbildung 29). Auch sie werden zwischen Buschbautraversen eingesetzt.

Bei beiden Maßnahmen müssen die Faschinen bzw. die Steckhölzer zu zwei Drittel im Untergrund verankert sein (FLORINETH, 2010).

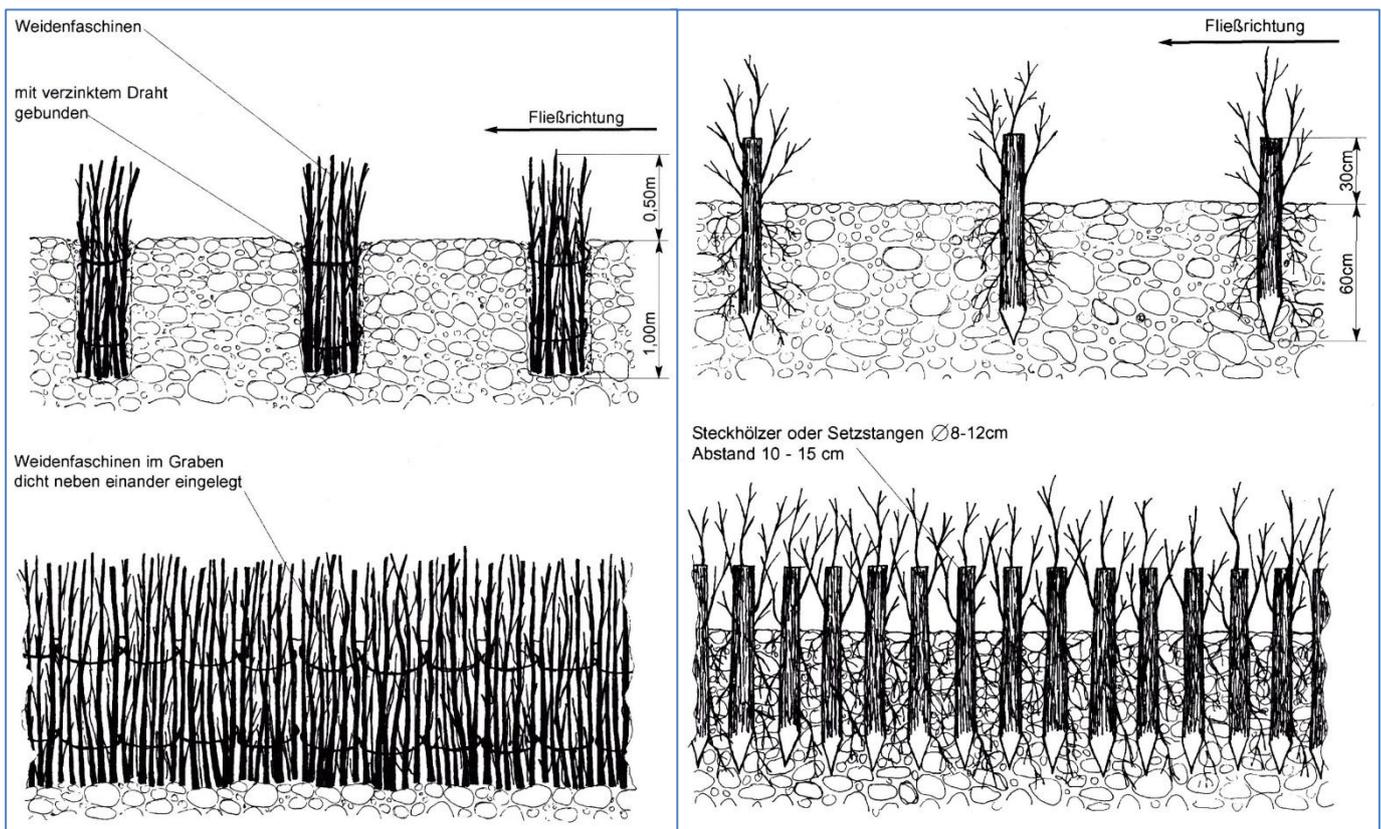


Abbildung 28: Lebende Bürsten (FLORINETH, 2010)

Abbildung 29: Lebende Käämme (FLORINETH, 2010)

In Ihrer Anwendung eignen sich diese beiden Maßnahmen zur Verlandung von Uferkolken. Wie in Abbildung 30 dargestellt, werden lebende Käämme und lebende Bürsten in Kombination mit Buschbautraversen eingesetzt.

Diese Maßnahme kam in der Vergangenheit von Seiten der Wildbachverbauung an größeren Fließgewässern des Hyporithrals zum Einsatz. Aufgrund der hohen Kosten und des großen Zeit- und Materialbedarfes findet sie heutzutage jedoch kaum mehr Verwendung.

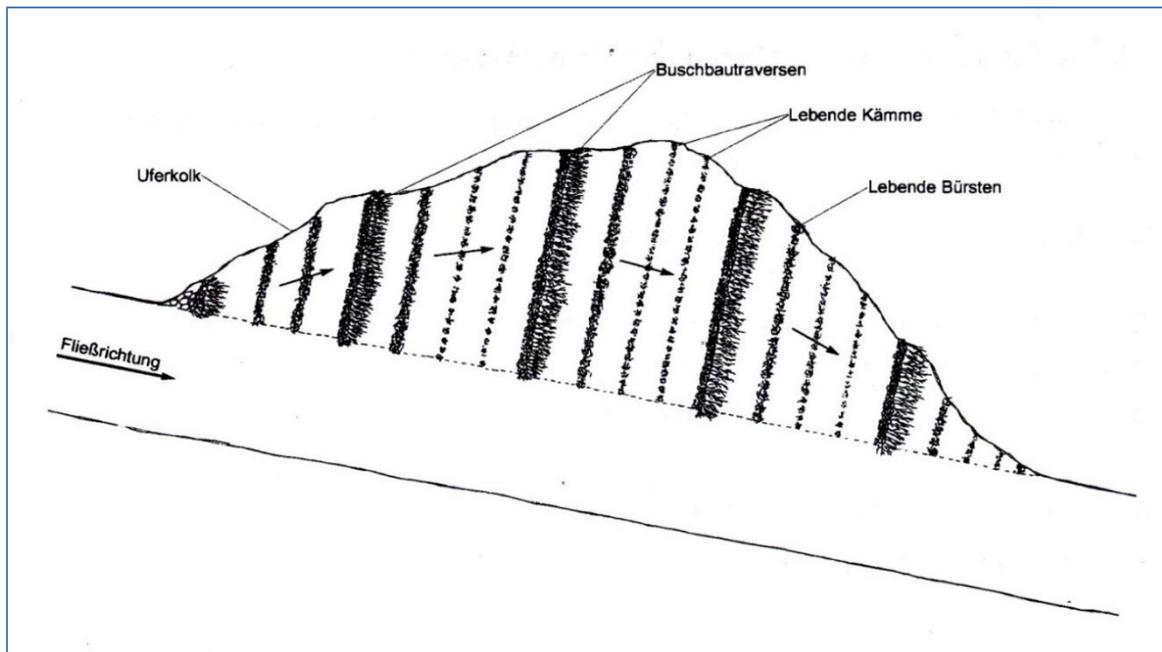


Abbildung 30: Anwendung Lebender Bürsten und Käme in Kombination mit Buschbautraversen (FLORINETH, 2004)

## 5.3 Bautypen technisch

### 5.3.1 Längswerke

Bei Längswerken handelt es sich um Maßnahmen zum Schutz des Ufers vor Erosion, dem Abstützen von Böschungen, Verhindern von Bachausbrüchen oder zur Fixierung des Bachbettes (MERWALD, 1994). Sie sind längs zur Fließrichtung angeordnet, begrenzen die seitliche Ausbreitung des Prozesses und dienen weiter zur Ableitung von Hochwässern und murartigen Prozessen (SUDA, 2012).

#### 5.3.1.1 Ufermauern

Diese Maßnahme sollte nur dann gewählt werden, wenn aufgrund von Platzmangel und hohem Schutzbedürfnis keine anderen Lösungen möglich sind. Sie dienen als Erosionsschutz der Ufer und können je nach Bautyp auch eine Stützwirkung auf den Hang oder die Dammböschung ausüben (SUDA, 2012). Es sollte versucht werden, sie vorwiegend nur an Prallufeln auszuführen, um im Falle eines Hochwassers der Fischpopulation ein Ausweichen auf das flache und langsamer überströmte Innenufer zu ermöglichen (MERWALD, 1994).

An dieser Maßnahme negativ zu bewerten ist vor allem die Trennung des hyporheischen Interstitials von der Kontaktzone Wasser – Land. Hierdurch kommt es zu einer Verringerung der Gewässerorganismen- und Amphibienzahl und des Fischbestandes (MERWALD, 1994).

Ufermauern müssen mindestens 80 cm tief fundiert werden. Bei der Ausführung ist darauf zu achten, dass ein Kippen der Mauer verhindert wird. Hierfür empfiehlt es sich, die Mauer mit einem Anzug auszuführen. Zur Entwässerung und Erhöhung der Standsicherheit sind Sickerschlitze empfehlenswert. Die Bauausführung kann in reinem Beton, Zementmörtelmauerwerk, in vermörtelter Steinschichtung, in Schicht- oder Zyklopenmauerwerk oder in gemischter Bauweise erfolgen (MERWALD, 1994).

Fischereibiologische Verbesserungen können nur durch den Einbau von Fischeinständen, Vorfeldsicherungen, Fischsteinen, oder durch eine erhöhte Rauigkeit der Wandung erreicht

werden. Diese Maßnahmen üben keinen negativen Einfluss auf die schutztechnische Wirkung aus (MERWALD, 1994).

Bermen und vorgesetzte Fischsteine können als Schutz des Leitwerkes gegen Unterkolkung eingesetzt werden. Die Grobsteine können entweder frei verlegt, oder bei stärkerer Erosionsleistung des Baches in Verhäng(e)bauweise ausgeführt werden. Bei dem Einbau von Fischeinständen ist darauf zu achten, dass das Freispülen der Nische funktioniert (MERWALD, 1994).

### 5.3.1.2 *Steinwurf (Blockwurf) – Steinschlichtung, generell*

Hierbei handelt es sich in beiden Fällen um ökologisch günstige Varianten der Ufersicherung. Der Unterschied liegt in der Verlegungsart des grobblockigen Steinmaterials.

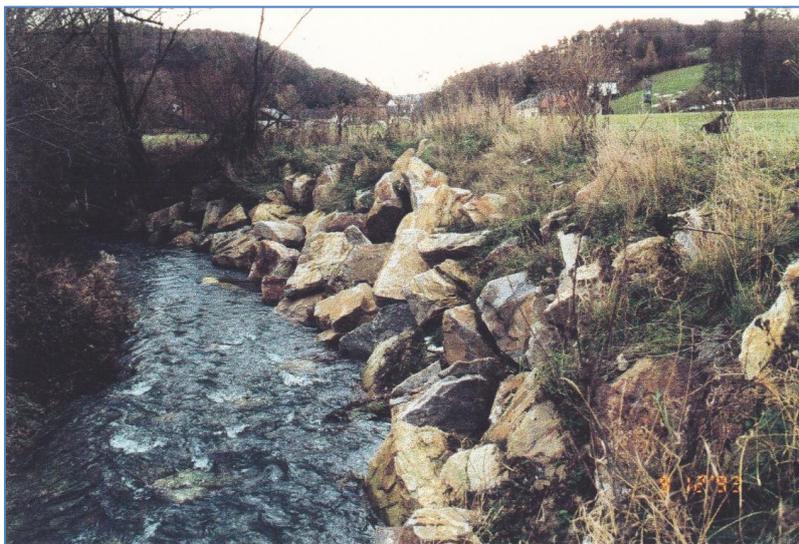
Beim Steinwurf wird das Material nur am Ufer abgekippt, bei der Steinschlichtung wird hingegen der unbehauene Stein in der bestmöglichen Lage eingebaut (MERWALD, 1994).

Beide Arten stellen für Fische eine günstige Lösung dar, da aufgrund ihrer Rauigkeit die Wassergeschwindigkeit verringert wird und sie den Fischen Einstandsmöglichkeiten bieten, wobei der Steinwurf ökologisch günstiger zu bewerten ist (MERWALD, 1994).

#### 5.3.1.2.1 Steinwurf

Dieser eignet sich vor allem für den Einsatz an Uferanrissen und Mäandern von kaum geschiebeführenden Gewässern. Ein großer Vorteil ist, dass sie im Fall einer nicht stabilisierten Sohle nachsitzen, ohne dabei an Schutzwirkung zu verlieren. Des Weiteren können Steinwürfe schnell verlegt werden und stellen ökologisch sowie ökonomisch eine gute Lösung dar. Sie eignen sich hervorragend zur Behebung von Hochwasserschäden (MERWALD, 1994).

Schäden an Steinwürfen können durch Nachschütten von Material behoben werden und sind von der Einbringung und dem Material her wesentlich günstiger als alternative Baumaßnahmen. Sie benötigen zwar ein breiteres Ausbauprofil, stellen aber in Bezug auf die Gewässerdynamik und der Ökologie eine bessere Option als viele andere Maßnahmen dar



(MERWALD, 1994). Foto 8 zeigt einen Steinwurf an einem Prallhang. Durch die unregelmäßige Verlegung entstandene Hohlräume zwischen den Blöcken bieten gute Einstandsmöglichkeiten für Fische und andere Organismen. Zusätzlich bleibt der Kontakt zwischen Wasser und Interstitial bestehen.

Foto 8: Steinwurf (Quelle: MERWALD, 1994)

### 5.3.1.2.2 Steinschichtung

Verglichen mit einem Steinwurf ist eine Steinschichtung widerstandsfähiger und dauerhafter. Steinwürfe können durch starke Hochwässer und Wildholzeinlagerungen leichter aus ihrer Lage gerissen werden. Ihr Vorteil hingegen ist das bereits erwähnte Nachsitzen und das leichte Nachschütten des Materials (MERWALD, 1994).

Steinschichtungen können auf zwei Arten, in stehender oder liegender Weise, verlegt werden. Letztere Art ist in Bezug auf die Standfestigkeit und aus hydrobiologischen Gestaltungsmöglichkeiten zu bevorzugen. Bei dieser ökologischen Variante kann besonders auf die Schaffung von Fischeinständen geachtet werden (Foto). Nachteile sind hingegen der größere benötigte Platzbedarf, die Steinkubatur und höhere Kosten (MERWALD, 1994).

### 5.3.1.2.3 Ökologisch verlegte Steinschichtung nach MERWALD (1984)

Dieser Sondertyp der Steinschichtung erweist sich sowohl aus ökologischer, als auch aus schutzwasserbaulicher Sicht, als besonders empfehlenswert. Aufgrund der stromabwärts,

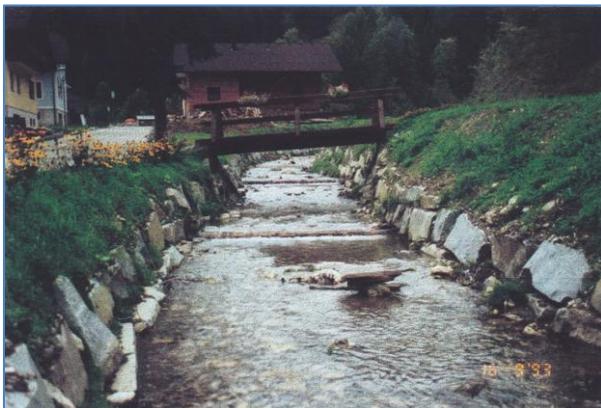


Foto 9: Ökologische Steinschichtung mit niederen Sohlschwellen (Quelle: MERWALD, 1994)

leicht in Richtung Gewässermittle geneigten Verlegung der Steine, werden eine Reduktion der Wassergeschwindigkeit, günstige Fischeinstände, Ruhezone und eine intensive Strömungsvarianz erreicht (Foto 9). Hierbei wird der bachaufwärtige Teil des Wasserbausteines je nach Größe 15 – 50cm zum Ufer gedreht und somit das in Abbildung 31 ersichtliche Sägezahnmuster erreicht (MERWALD, 1994). Zusätzlich wird

die Standsicherheit wesentlich erhöht und die Verklauungsgefahr beseitigt, da die

Ausrichtung der Steinblöcke ein Anlegen von Treibholz verhindert (MERWALD, 1984).

Diese Variante kann mitunter auch nur zur Sicherung des Böschungsfußes verwendet und der darauf liegende Hang in geeigneter Weise begrünt werden (MERWALD, 1994).

Im Falle eines Hochwassers kann den Fischen somit ein Ausweichen aus der Hauptströmungsrinne in ruhigere Uferzonen ermöglicht werden. Bei biotopgerechter

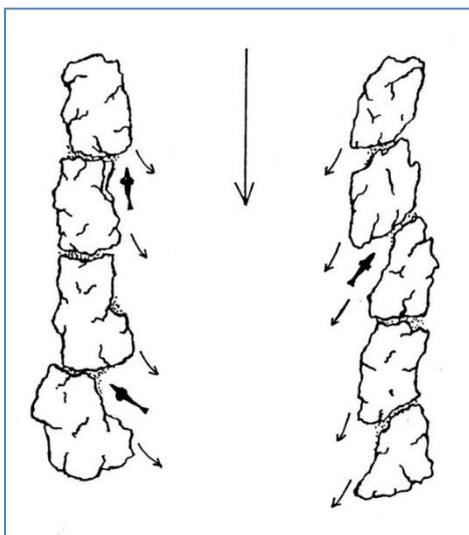


Abbildung 31: Ökologisch verlegte Steinschichtung nach MERWALD mit gut ersichtlichen Fischeinständen (MERWALD, 1994)

Bepflanzung kann auch auf ein richtiges Beschattungsausmaß Rücksicht genommen werden (MERWALD, 1994). Gleichzeitig muss aus schutzwasserbaulicher Sicht die Zuwachsentwicklung des Bestandes und dessen Auswirkung auf das Abflussverhalten berücksichtigt werden.

Eine entsprechende Diversität der Bepflanzung wirkt sowohl positiv auf die Fischpopulation, als auch auf die naturnahe Landschaftsgestaltung. Die rauhe Ufersicherung inklusive der Hohlräume und der Verbindung zum Interstitial wirkt zusätzlich günstig auf die Entwicklung von Makrozoobenthos, wodurch eine günstige Futterbasis für die Fische geschaffen wird (MERWALD, 1994).

Durch die flach verlegte Steinschichtung entsteht nach der künstlichen oder natürlichen Begrünung wieder

ein natürlich wirkendes Bachufer. Eingebrachte Stecklinge oder krautige Pflanzen zwischen den Steinen überdecken nach ihrem Austreiben die Steinschichtung, wobei zwischen den einzelnen Steinlagen Feinmaterial eingebracht werden sollte, um einerseits ein leichteres Versetzen der Steine zu ermöglichen und um, der Vegetation ein günstiges Nährsubstrat liefern zu können (MERWALD, 1994). Die eingebrachten, vegetativ vermehrbaren Pflanzenteile müssen ausreichend tief eingelegt werden, um ein Austreiben zu ermöglichen. Steinschichtungen sollten, genau wie Ufermauern, aus denselben Gründen vorzugsweise nur an Prallhängen eingesetzt werden, um die für die Fischpopulation wichtige Breiten- und Tiefenheterogenität zu erhalten. Den Fischen wird dadurch im Hochwasserfall das Ausweichen in seichte und langsam durchströmte Bereiche an den Gleitufeln ermöglicht (MERWALD, 1994).

### 5.3.1.3 Verhäng(e)mauerwerk

Diese Baumethode schützt bei schwerem Geschiebetrieb das Fundament eines Leitwerkes oder auch dieses selbst vor Beschädigungen bzw. Unterkolkung. Hierbei liegen die Steine beweglich vor dem Bauwerk und können bei Unterkolkung nachsitzen, ohne dass einzelne Steine durch das Wasser weitertransportiert werden und im weiteren Gewässerverlauf Schäden anrichten können (MERWALD, 1994).

Bei solchen Bauten werden große Wasserbausteine (Wurfsteine) auf Drahtseilen

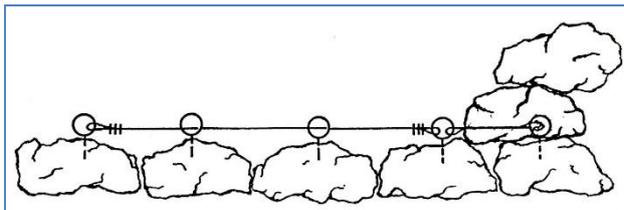


Abbildung 32: Mit Ankereisen befestigte Wasserbausteine (MERWALD, 1994)

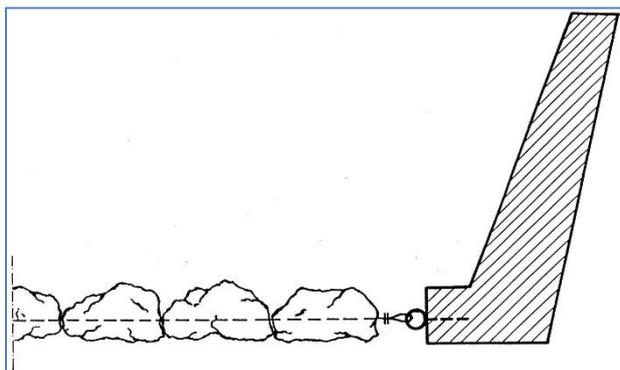


Abbildung 33: An Leitwerksfundament befestigte Verhängemauerwerk (MERWALD, 1994)

aufgefädelt. Dies geschieht entweder mit Hilfe von Ankereisen (Abbildung 32) oder Durchbohrung (Abbildung 33). Bei den einzelnen Methoden muss auf eine geeignete Gesteinswahl geachtet werden. So eignet sich für ein Auffädeln mit Hilfe von Ankereisen fast jeder Stein, für eine Durchbohrung müssen leicht durchbohrbare Steine vorhanden sein (MERWALD, 1994).

Als Drahtseil eignen sich diverse gebrauchte Erzeugnisse. So können z.B. alte Stahlseile (Trossen) von Seilbahnen, Seilkrananlagen, oder Ausschussbestände von Drahtseilfabriken verwendet werden. Geflochtene Seile sind aufgrund ihrer Biegsamkeit sowohl beim Einbau, als auch im fertigen Bauwerkszustand für die Wirksamkeit der Verbauungsmethode günstiger (MERWALD, 1994).

Als eine mögliche Anwendung kann diese Methode zur Erhöhung der Standsicherheit von Steinschichtungen auf felsigem Untergrund angewendet werden. Des Weiteren können auch Steinbuhnen gestaltet und/oder gesichert, bzw. Fischsteine vor dem Abdriften verankert werden. Ökologisch betrachtet kann diese Methode für Kleinmaßnahmen empfohlen werden (MERWALD, 1994).

#### 5.3.1.4 Uferdeckwerke

Diese finden vor allem bei Gewässern mit hoher Fließgeschwindigkeit und leicht erodierbaren Ufern und flachen Böschungen (1:1,5 bis 1:2) Verwendung. Früher wurde diese Maßnahme vor allem in harter Bauweise, wie z.B. Betonplatten, Pflasterungen oder Drahtschotterkörbe ausgeführt. Seitdem verstärkt Wert auf ökologische Grundlagen gelegt wird, ist man von diesen harten Ausführungen abgekommen (MERWALD, 1994).

Heutzutage werden Uferdeckwerke oft durch alternative Ausführungen ersetzt. Diese können aus Trockenmauerwerk mit Fugenbegrünung, verschiedenen Fertigteilenelementen, vor allem mit verschiedenen Typen von Gittersteinen, durch ökologisch verlegten Steinschichtungen mit Fugenbegrünung, beweglichen Steinwürfen oder Steinberollungen, bestehen. Häufig werden auch Vegetationsbautypen wie Grasbauten, Spreitlagen, verpfälten Raupackungen, usw., die mit verschiedenen Geweben und Geotextilien kombiniert werden, eingesetzt (MERWALD, 1994).

Bei der Ausführung von Uferdeckwerken ist darauf zu achten, dass sie auf ein entsprechendes Fundament bzw. einen Rost versetzt, oder durch Ansatzsteine bzw. Sohlgurten gegen Unterwaschen gesichert werden (MERWALD, 1994). Die Roste können entweder in Beton, Holz oder Faschinen ausgeführt werden. Ersteres Material ist aus ökologischer Sicht so gut es geht zu vermeiden.

Bei allen Fundamenten und Rosten sollte der Einbau von Fischständen berücksichtigt werden, da sie einerseits kaum Mehrkosten verursachen, andererseits erfahrungsgemäß gute ökologische Erfolge bringen (MERWALD, 1994).

Bei Wildbächen hat es sich aus ökologischer und ökonomischer Sicht als förderlich erwiesen, die unteren Bereiche von Deckwerken in Form von schweren Bauweisen auszuführen und böschungsaufwärts mit Vegetationsbauten fortzusetzen. Die durch Lebendbaumethoden abgesicherten Ufer bewirken bei Hochwasser eine rauigkeitsbedingte Geschwindigkeitsreduktion, wodurch die Fließgeschwindigkeit gesenkt wird. Das erfordert dann jedoch einen größeren Abflussquerschnitt, um die Wassermassen schadlos abführen zu können (MERWALD, 1994).

Foto 10 und Abbildung 34 bis Abbildung 39 zeigen unterschiedliche

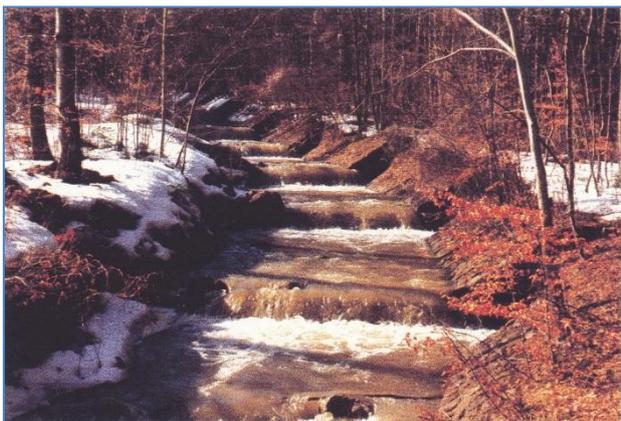


Foto 10: Hartes Uferdeckwerk, erst nach Unterspülen können sich Fischeinstände ausbilden (Quelle: MERWALD)

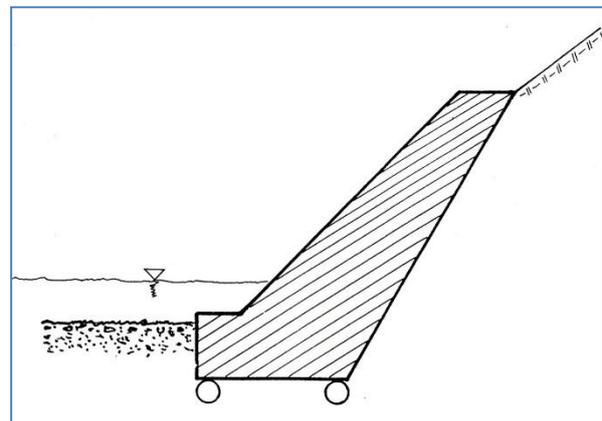


Abbildung 34: Uferdeckwerk mit Holzrost als Schutz vor Unterspülen (MERWALD, 1994)

Ausführungsmöglichkeiten von Uferdeckwerken. Ausführungen in Beton (Abbildung, Foto) sind aus ökologischer Sicht nicht empfehlenswert. Abbildung bis Abbildung zeigen ökologische Ausführungsmöglichkeiten für die Umsetzung von Uferdeckwerken.

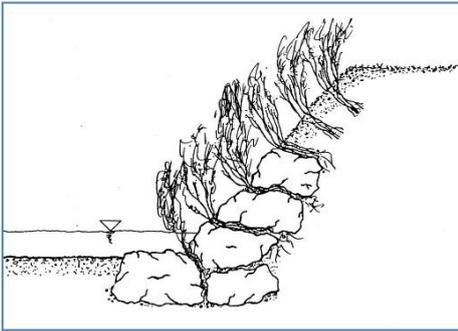


Abbildung 35: Ökologische Steinschichtung mit Ansatzstein (MERWALD, 1994)

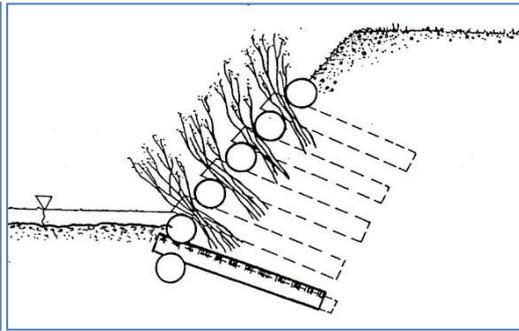


Abbildung 36: Uferkrainerwand mit Pflanzeneinlagen (MERWALD, 1994)

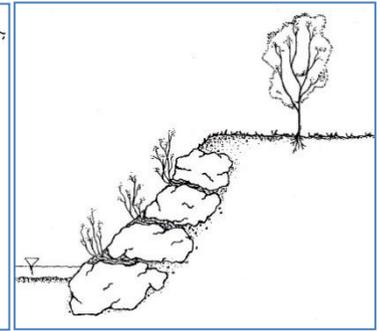


Abbildung 37: Ökologische Grobsteinschichtung mit Pflanzeneinlage (MERWALD, 1994)

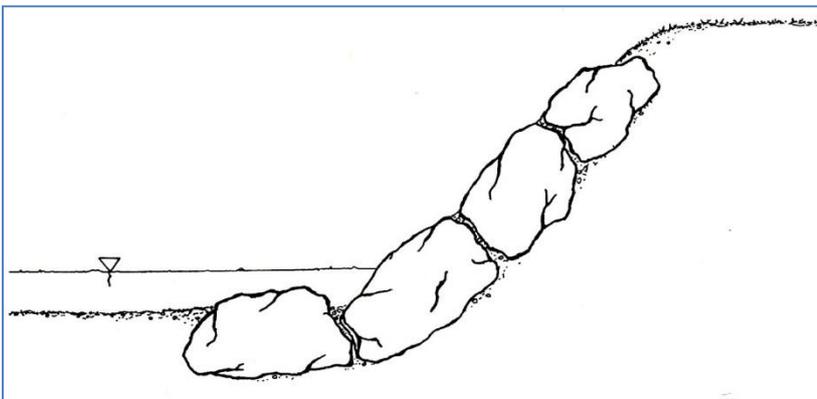


Abbildung 38: Steinschichtung mit Ansatzstein als Uferdeckwerk (MERWALD, 1994)

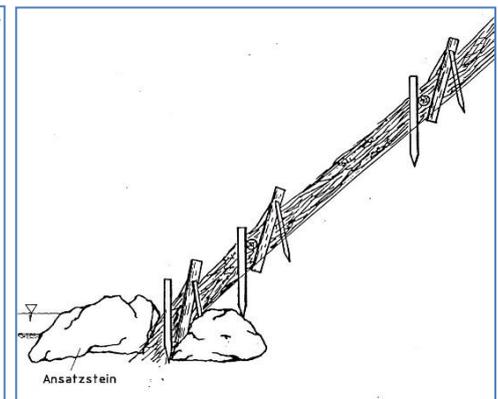


Abbildung 39: Spreitlage mit Ansatzstein als Fußsicherung (MERWALD, 1994)

### 5.3.1.5 Holzleitwerke (Ein- oder Doppelwandige Steinkästen oder Krainerwände)

Neben Trockenmauern zählen Steinkasten- oder Krainerwände zu den ältesten Bautypen im Alpenraum. Bereits um 1500 wurden Trockenmauern bei Verbauungsmaßnahmen der Weißlahn in Brixen eingesetzt (AULITZKY, 1990 in MERWALD, 1994).

Die Krainerwand wurde später im Herzogtum Krain, dem heutigen Slowenien, weiter entwickelt und kam im Zuge der Verbauungsmaßnahmen nach den schweren Katastrophen von 1884 häufig zum Einsatz. Ursprünglich wurde diese Maßnahme häufig eingesetzt, um bei der Trift das Triftholz vor Schäden durch stark zerklüftete Uferzonen zu schützen (MERWALD, 1994).

Die Lebensdauer dieses Bautyps hängt unter anderem von der Holzart, Schlägerungsjahreszeit, Bearbeitung, Besonnung und Wasserlagerung ab, ist generell aber kürzer als jene moderner Materialien. Durch diese Gründe und dadurch, dass die Bauwerkshöhen beschränkt sind, rückte man in der Vergangenheit von diesen Bautypen ab. (MERWALD, 1994).

Da sie sich aber sehr gut in das Landschaftsbild einfügt und ökologische Vorteile bringt, erlebte sie vor allem bei niederen Querwerken, weniger bei Längsbauten, eine Teilrenaissance (MERWALD, 1994).

Aufgrund der höheren Festigkeit und Lebensdauer eignet sich vorzugsweise engringiges, wintergeschlägertes Nadelholz wie Lärche und Tanne. Falls diese Sorten nicht vorhanden sind, sollte unbedingt imprägniertes Holz verwendet werden (MERWALD, 1994).

Große Vorteile dieser Bautypen sind die hohe Elastizität für den Schutzwasserbau und die Möglichkeit, im Schwerboden Fischeinstände zu integrieren (MERWALD, 1994). Wichtig zu beachten ist eine ausreichend tiefe Einbindung des Bauwerkes unter die Bachsohle, um einem Unterspülen vorzubeugen (Abbildung 40). Holzleitwerke können neben doppelwandiger (Abbildung 40) auch einwandig gestaltet werden. Foto 11 zeigt ein einwandiges Holzleitwerk. In diesem Fall ist das Bauwerk mit Vegetationsbau kombiniert, sodass nach dem Verfall des Leitwerks Pflanzen die Stabilisierung des Ufers übernehmen.

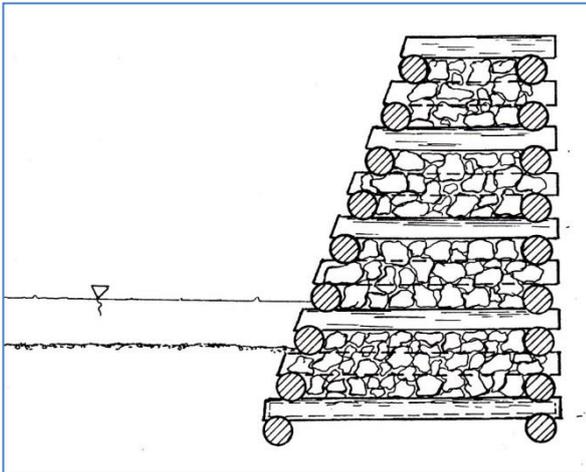


Abbildung 40: Doppelwandige Uferkrienerwand (MERWALD, 1994)



Foto 11: Einwandiges Holzleitwerk in Kombination mit Vegetationsbau (MERWALD, 1994)

### 5.3.1.6 Schalenbauten



Foto 12: Schalenrinne in Siedlungsgebiet (Quelle: MERWALD)

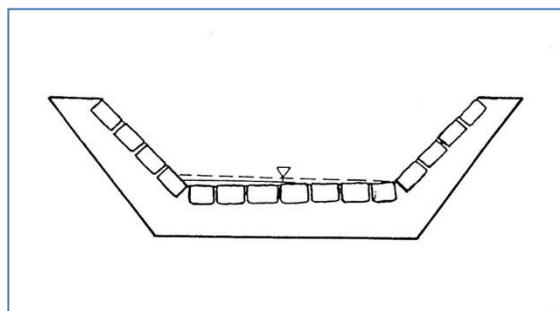


Abbildung 41: Schalenrinne mit Niederwasserrinne orographisch rechts (MERWALD, 1994)

Schalenbauten sind generell aus ökologischer Sicht als negativ zu beurteilen. Da dieser Bautyp in der Vergangenheit oft angewendet wurde, wird an dieser Stelle kurz darauf eingegangen. Es sollen sowohl die negativen Auswirkungen, als auch geeignete bauliche Maßnahmen für eine Verbesserung der Wanderverhältnisse für Organismen gezeigt werden.

Schalenbauten ermöglichen durch ihre glatte Wandung höhere Wassergeschwindigkeiten und somit einen Geschiebetransport auch über längere Flachstrecken (Foto 12).

Die kleinere Form der Schale ist die Künette. Bei dieser Maßnahme handelt es sich um einen typischen Wildbach-bautyp. Sie findet im Flussbau kaum Anwendung (MERWALD, 1994). Schalenbauten in Trapezform können mit Niederwasserrinnen ausgestattet werden

(Abbildung 41) und bieten gute Rückbaumöglichkeiten. Dadurch kann die ökologische Situation verbessert werden, ohne dabei die Schutzfunktion des Bauwerkes zu beeinträchtigen.

Bei gerundeter Sohlenausführung ist zwar eine NW- Führung gesichert, ein Rückbau jedoch weniger leicht durchführbar (MERWALD, 1994).

Sowohl bei notwendigen Neubauten, als auch bei Rückbauten sollte darauf geachtet werden, dass die maximale Niederwasser-geschwindigkeit klar unter 3m/s liegt. Zusätzlich sollte sichergestellt werden, dass bei längeren Schalen genügend Rastplätze vorhanden sind, um Forellen ein durchwandern dieser Strecke zu ermöglichen (MERWALD, 1994).

MERWALD (1994) sieht folgende negativen Auswirkungen von Schalenbauten:

- Verlust von produktiver Wasserfläche für Fische und Benthosorganismen.
- Anstatt eines Wasserrückhaltes kommt es zu einem beschleunigten Abfluss und einem möglichen Absenken des Grundwasserspiegels.
- Unterbindung des Wasseraustausches mit dem Umland.
- Die für Amphibien wichtige Wasser – Land Kontaktzone geht verloren.
- Es kommt zu hohen Abflussgeschwindigkeiten, einer Unterbindung des Fischaufstieges, oder zumindest zu einer unerwünschten Selektion von Jungfischen.
- Verlust an Gewässerlandschaft durch Zergliederung der Natur- oder Kulturlandschaft durch ein totes kanalähnliches Gerinne.
- Verlust an natürlichen Wasser- und Uferbiotopen, wodurch Lebensräume für viele Organismen verloren gehen.

Zur Beseitigung oder zumindest teilweisen Abschwächung schlägt MERWALD (1994) folgende Maßnahmen vor:

- Berücksichtigung eines Niederwasserprofils in der Schale (vgl. Abbildung ).
- Kompromiss zwischen der für den Geschiebetransport erforderlichen und für den Fischaufstieg noch möglichen Geschwindigkeit, die für kurze Abschnitte für Forellen nicht über 2,5m/s liegen soll.
- Einbau von Raststrecken, abhängig von Geschwindigkeit und Länge des Gerinnes. Maximale Gerinneabschnittslängen ohne Raststrecke, 30m.
- Keine, oder zumindest für Fische passierbare, Niveauunterschiede bei der Mündung der Schale in den Vorfluter.
- Überwindbare Überfälle inklusive entsprechender Kolk-tiefen (MERWALD, 1984 und 1987/88). Bei Sinoidalschwellen nicht zwingend erforderlich.

#### 5.3.1.7 *Buhnen und Sporne*

Buhnen werden vor allem im Wasserbau eingesetzt und bestehen aus Buhnenkopf, Buhnenkörper und Buhnenwurzel (Abbildung 43). Der Buhnenkopf ist das Bauwerkende in Gewässerrichtung. Die Buhnenwurzel ist die Einbindung des Bauwerks im Ufer. Durch ihre Funktionsweise werden Strömungen in einem Fließgewässer in die Mitte des Gewässers verlagert. Sie dienen vor allem zum Schutz vor Seitenerosion, dem Schutz von Leitwerken, der Umwandlung von Ablagerungsstrecken in Transportstrecken und der Lagefixierung der Achse. Wenn sie entsprechend ausgeführt sind, kommt es mit der Zeit zu einer Verlandung der Buhnenfelder, wodurch es zur Entwicklung einer Auvegetation kommen kann (AULITZKY,

1990 in MERWALD, 1994). Besonders gute strömungsbeeinflussende Wirkung zeigen Buhnen, wenn die Buhnenlänge nicht mehr als die 2,5 fache Buhnenbreite übersteigt (Abbildung 43) (MERWALD, 1994).

Buhnen ragen in das Gewässerbett hinein und führen in ihrer Funktionsweise zu einer Profileinengung und des Weiteren zu einer Lenkung und Varianz der Strömung. Dadurch wird eine Niederwasserrinne geschaffen, welche vor allem aus ökologischer Sicht von Bedeutung ist.

Kurze Buhnen mit massivem Baukörper werden als Sporne bezeichnet (MERWALD, 1994).

Als mögliche Materialien für eine Bauausführung können ingenieurbioologische Maßnahmen wie Faschinen, Flechtwerk und Sinkwalzen oder Steinkasten, Wurfsteine, Drahtschotterkörbe, Verhänge- und Zementmörtelmauerwerk oder Stahlbeton, eingesetzt werden. Der Buhnenkopf wird in Wildflüssen und Wildbächen extrem beansprucht. Buhnen können flussabwärts (deklinant), flussaufwärts (inklinant) und im rechten Winkel (normal) (Abbildung 42) zur Gewässerachse angelegt werden (MERWALD, 1994).

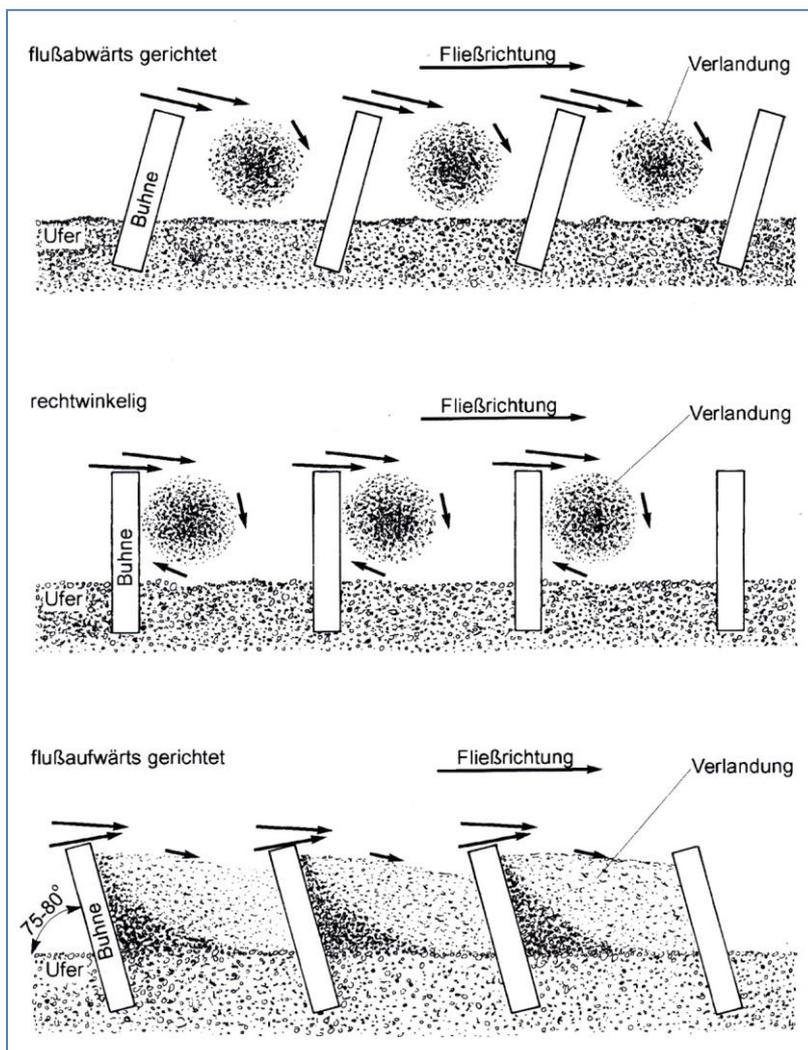


Abbildung 42: Wirkungsweise verschieden geneigter Buhnen (FLORINETH, 2010)

Des Weiteren können Buhnen nach der Höhe, Form des Grundrisses und Bauart, unterschieden werden (FLORINETH, 2010). In Bezug auf die Geschiebeablagerung haben sich besonders inklinante Buhnen, welche auch Verlandungsbuhnen genannt werden und mit einem Winkel von  $75^\circ - 80^\circ$  gegen die Fließrichtung geneigt sind (Abbildung 42), als günstig

erwiesen. Sie lenken aufgrund der abnehmenden Bauwerkshöhe von Wurzel zu Kopf, das Wasser in Richtung Flussmitte und halten es somit vom Ufer fern (FLORINETH, 2010).

Eine Sonderform stellen Grundbuhnen oder Vorgrundsporne dar. Diese werden zum Schutz von Leitwerken meist leicht inklinant in Sohlenhöhe errichtet. Sie werden bei jedem Wasserstand überflutet und sind meist nicht zu erkennen (MERWALD, 1994).

Nieder- und Mittelwasserbuhnen wurden früher vor allem zur Triftverbesserung angelegt. Heute eignen sie sich in normaler oder leicht inklinanter Ausführung als gute Methode für die ökologische Gewässergestaltung. Hochwasserbuhnen werden in deklinanter Lage so angelegt, dass sie bei Hochwasser nicht überströmt werden. Um Schäden am Baukörper zu vermeiden werden sie in schwerer Ausführung errichtet (MERWALD, 1994).

Diese Bautypen kommen vor allem bei Wildflüssen und Flüssen zur Anwendung. Bei Wildbächen können Buhnen nur in Unterläufen zum Einsatz gelangen. Der Abstand zwischen den Buhnen darf nicht größer als 1,5 – 2,5-fach ihrer Länge sein (Abbildung 43), da sonst die Strömung das Ufer erreichen und Schäden verursachen kann (FLORINETH, 2010).

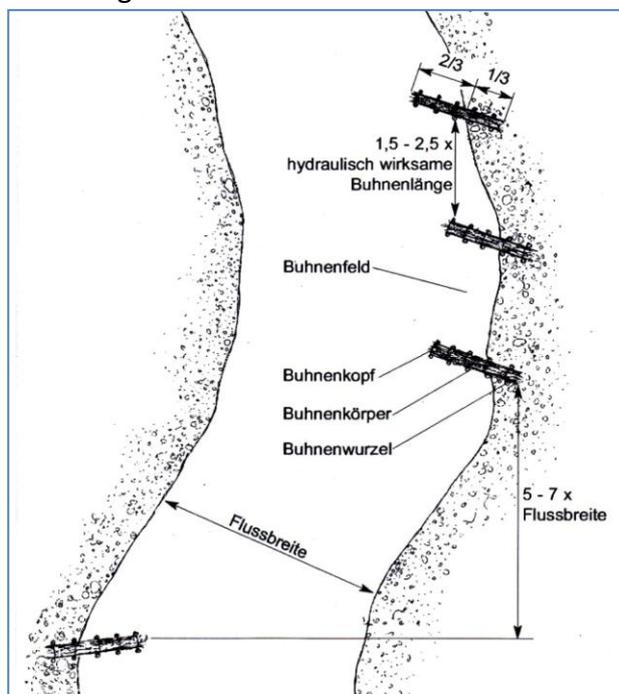


Abbildung 43: Anordnung von Buhnen (FLORINETH, 2010)

Buhnen fügen sich bestens in das Landschaftsbild ein und schaffen aus ökologischer Betrachtung eine günstige Breiten- und Tiefenheterogenität. Diese wirkt sich förderlich auf die Fischarten- und Altersklassendiversität aus (MERWALD, 1994). Zusätzlich werden für Fische gute Einstände in Ruhigwasserzonen und im Hochwasserfall Ausweichmöglichkeiten in langsam überströmten Uferbereichen geschaffen. Weiters bewirken sie eine gute Sortierung des Substrates für Laichplätze und stellen keine Behinderung für den Fischzug dar (MERWALD, 1994).

Zusammenfassend bringen laut MERWALD (1994) Buhnen und Sporne folgende ökologische Vorteile:

- Strömungsvarianz im Buhnenbereich
- Erzeugung von Breiten- und Tiefenvarianz
- Buhnenfelder schaffen Laichplätze
- Einstandplätze für Fische
- Bepflanzte verlandete Buhnenfelder ergeben eine landschaftsästhetische Verbesserung
- Einstandsmöglichkeit für Kleinsäuger und Nistplätze
- nach Aufkommen des Bewuchses Vogelnistplätze

### 5.3.2 Querwerke

Querbauwerke sind quer zur Fließrichtung (Prozessrichtung) angeordnete Bauwerke. Sie sind in der Lage, je nach Konstruktionstyp, eine große Bandbreite an Funktionen zu erfüllen. Dazu gehören die Stabilisierung und Konsolidierung von Bachbetten, die Retention und Dosierung von Wasser, Geschiebe und Muren, die Filterung von Grobgeschiebe und Wildholz und die



**Foto 13: Konsolidierungswerke in doppelwandiger Holzkrainerwand- und Mauerwerkausführung. Oftmals aufgrund ihrer Höhe für Fische und Benthosorganismen unüberwindbar (Quelle: MERWALD)**

Energieumwandlung des Prozesses (SUDA, 2012). Letzteres wird durch den Absturz bzw. den Überfall des Wassers erreicht, wodurch die Energie in Schall und Wärme dissipiert wird (LOISKANDL & KAMMERER, 2013). Solche Absturzbauwerke schaffen mittels Staffelung für eine bestimmte Bachstrecke eine neue und meist gehobene oder zumindest stabile Bachsohle. Bei dieser Bauweise wird durch Abtreppen das schädliche Gefälle vermindert und durch eine neu vorgegebene Gewässerbreite die Wassertiefe und die Geschwindigkeit verkleinert. Dies führt zu einer

Verringerung der Erosionsleistung des Fließgewässers (MERWALD, 1994).

Nach der Konstruktionsart werden die Bautypen in Sperrern, Grundschwellen und Sohlgurte unterschieden. SUDA (2012) zählt auch Buhnen zu Querwerken. In dieser Arbeit folgen wir diesbezüglich jedoch der Einteilung von MERWALD (1994), in welcher Buhnen zu den Längswerken gezählt werden.

Trotz ihrer positiven Wirkung auf Geschiebeführung und Hochwässer, stellen höhere Bautypen schwere ökologische Eingriffe dar. Ihr Einbau führt oft zu einer Unterbrechung des Fließkontinuums und einer damit einhergehenden Verschlechterung der ökologischen Funktionsweise und Gegebenheiten des Gewässers bzw. des Standortes (Foto 13).

#### 5.3.2.1 Sohl- und Stützgurten

Sie sind im ursprünglichen Bauzustand mit der Gewässersohle bündig ausgerichtet und erzeugen zunächst keinen oder nur einen geringen Absturz. Abstürze stellen sich jedoch nach Kolkbildung und der Strukturierung der Sohle ein (SUDA, 2012). Bei steilen Gerinnebauten soll durch eine feste Einbindung in die Seiten und in den Untergrund ein talwärts wandern der Bauelemente und ein seitliches Ausufernd verhindert werden (MERWALD, 1994).

Durch das Fehlen eines Absturzes wirken sie auf den Fischbestand indifferent, durch das fixieren der Sohle und der Böschung bringen sie jedoch Vorteile für eine beständige Biozönose. Das kann besonders für frisch begründete Böschungen im Vegetationsbau von großer Bedeutung sein. Diese Bautypen eignen sich besonders für den Einsatz im Flussbau und in flachen Unterläufen von Wildflüssen und Wildbächen (MERWALD, 1994).

### 5.3.2.2 Grund- oder Sohlswellen

Hierbei handelt es sich um Absturzbauwerke, die auch als Sohlstufen bezeichnet werden. Sie können mit senkrechter, schräger oder sinoidal-förmiger Gefälleüberführung ausgeführt werden (MERWALD, 1994).

Sohlswellen erheben sich nur wenig über das Sohlenniveau, bei der Höhendefinition von Grundschwelen finden sich in der Fachliteratur unterschiedliche Höhenangaben. In SUDA (2012) wird die maximale Höhe von Grundschwelen mit maximal 4 Metern angegeben. MERWALD (1994) gibt hingegen eine maximale Überfallhöhe von 1,5 Metern an.

Dieser Bautyp wird bei der Wildbachverbauung meist für gestaffelte Gerinneausbauten angewandt, bewährt sich aber auch im Flussbau als Einzelbauwerk zur Überwindung geringer Höhen (MERWALD, 1994).

Niedrigere Bauwerke weisen bei Hochwasser nur einen unvollkommenen Überfall auf. Das anströmende Oberwasser wird durch den Unterwasserspiegel beeinflusst, was zwar die Energievernichtung verringert, jedoch den Fischeufstieg begünstigt (MERWALD, 1994).

Grundschwelen in Einzelausführung stellen -ökologisch gesehen die dem Naturgerinne am nächsten kommenden Bauweisen dar.

Unter günstigen Verhältnissen stellen sie für manche Organismen nur bedingte Wanderbeeinträchtigungen dar. So können z.B. Grundschwelen mit einer Überfallhöhe von 1,3 Meter bei ausreichender Wasserführung und Kolk-tiefe von Forellen mit einer Länge von 180 bis 210 mm übersprungen werden (MERWALD, 1984 und 1987).

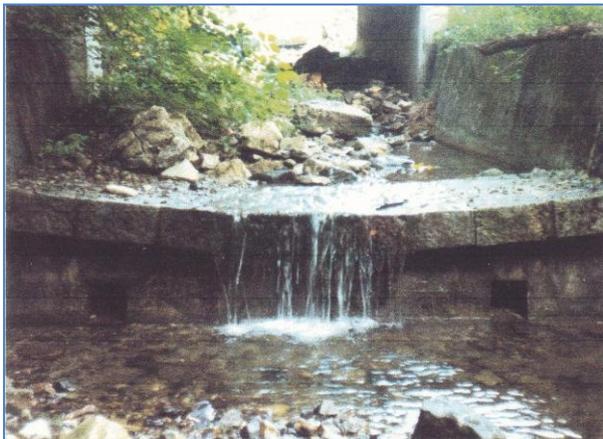


Foto 14: Konzentrierter Niederwasserabfluss einer bogenförmigen Grundschwelle (Quelle: MERWALD)



Foto 15: Grundschwelle mit schräger Abflusssektion und konzentriertem Abfluss (Quelle: MERWALD)

Für Koppen und Benthosorganismen in der oberen und unteren Bachforellenregion stellen sie jedoch ein unüberwindbares Hindernis dar. Ebenfalls eignen sie sich nicht für die Fischpopulation der Hyporithral- und Potamalgewässer, da sie eine Wanderung unterbinden würden. Ihr Einsatz sollte deshalb nur dann in Betracht gezogen werden, wenn sie schutztechnisch absolut erforderlich sind (MERWALD, 1994).

Durch den Absturz des Wassers entstehen Wirbelwalzen, die zum Schutz des Bauwerkes mit technischen Baumaßnahmen entschärft werden müssen, um eine Dauerhaftigkeit und Standsicherheit des Bauwerkes zu gewährleisten (MERWALD, 1994).

Ähnlich wie bei Schalenbauten (Kapitel 5.3.1.6) muss auch bei allen Querwerken mit Wasserüberfall eine Niederwasserrinne eingebaut werden. Bogenförmig ausgeführte Grundschwelen fördern vor allem bei Niederwasser einen konzentrierten Abfluss (Foto 14), der den Fischeufstieg begünstigt. Bei einer Ausführung in Trapezform wird durch eine schräg ausgeführte Überfallsektion (Foto 15) eine Niederwasserkonzentration sicher gestellt. Neben

den dadurch verbesserten Aufstiegsbedingungen kann der konzentrierte Überfall auch für einen besseren Sauerstoffeintrag in eutrophierte Gewässer sorgen (MERWALD, 1994).

Grundswellen formen große und teilweise stabile Kolke aus. Diese fördern die Tiefenheterogenität des Gerinnes und bei wasserbautechnisch richtiger Ausgestaltung des Tosbeckens auch die Breitenheterogenität. Diese Kolke bieten oft Fischeinstandsmöglichkeiten und wirken als Rückzugsmöglichkeiten sowohl bei Hochwasser, als auch bei Trockenperioden (MERWALD, 1994). JUNGWIRTH (1984) und MERWALD (1984 und 1987) beobachteten, dass zwischen Kolktiefe und Körperlänge der Fische ein positiver Zusammenhang bestehen kann.

So liegt in Kolken laut MERWALD (1984 und 1987) die Individuenzahl der Fische wesentlich höher als in den Zwischenstrecken. Dies wird dadurch begründet, dass viele Spezies von Bachinsekten im kleinen Larvenstadium diese Standorte bevorzugen und somit für Fische eine gute Futterbasis darstellen. Viele größere und strömungsliebende Larven sind hingegen eher in stärker durchströmten Zwischenstrecken zu finden (MERWALD, 1984 und 1987). Demnach können nach ökologischen Gesichtspunkten durchgeführte Verbauungen zu einer Verbesserung des Fischbestandes führen.

### 5.3.2.3 Sohlrampen

Die Reduktion von unpassierbaren Querbauwerken ist ein wichtiger Punkt zur Wiederherstellung des ökologischen Gewässerkontinuums. Hierfür können Querbauwerke zu passierbaren Sohlrampen umgebaut werden. Bei den diversen Ausführungen dieses Bautyps wird die Schleppkraft des Wassers durch eine Rauigkeitserhöhung im Bereich der Sohlrampe verringert (MERWALD, 1994). Es ist auf ein dem Gewässertyp entsprechendes stabilisiertes Gefälle zu achten. Sie stellen bei naturnaher und flacher Ausführung für die meisten aquatischen Lebewesen kein Wanderhindernis dar (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Neben der Durchgängigkeit für Organismen sind auch die geringen Instandhaltungskosten ein großer Vorteil dieser Bauweise. Negativ zu bewerten sind die allerdings oft sehr hohen Baukosten und die Herstellung der permanenten Durchgängigkeit bei Niederwasser (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014). Oft kommt es bei unzureichender Abdichtung des Bauwerkskörpers zum Versitzen des Wassers, wodurch eine Wanderung vollkommen unterbunden wird (pers. Mitteilung MERWALD, 2015).

Bei dieser Bauweise kann zwischen zwei Bautypen unterschieden werden.

Sohlrampen können sich über die gesamte Flussbreite erstrecken, oder nur einen Teil des Flussbettes umfassen. Im zweiten Fall spricht man von Teilrampen (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

#### 5.3.2.3.1 Gestaltungskriterien

Bei der Planung von Rampen muss auf wichtige Punkte geachtet werden. Die Dimensionierung orientiert sich an der Fischregion, der Gewässergröße und Gewässerregion und der größenbestimmenden Fischart. Als Bemessungsabfluss wird das mittlere jährliche Niederwasser herangezogen (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

**Schwellenausformung:** Die Gegenseitige Abstützung und Verzahnung der Steinblöcke trägt wesentlich zur Standsicherheit der Sohlrampen bei. Zusätzlich erhöhen gegen die Fließrichtung gekrümmte Überfallskronen und gegenseitig abgestützte Einzelswellen, die

Stabilität. Hierbei muss unbedingt auf eine ausreichend tiefe Sicherung der untersten Schwelle geachtet werden (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014). Um ein Versickern des Wassers im Rampenkörper zu verhindern, muss auf einen sorgfältigen Riegelbau und geeignetes Abdichtmaterial geachtet werden. Als Abdichtung kann Geschiebe, Feinsediment oder Geotextil verwendet werden (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014). Eine Abdichtung mittels Beton ist zu vermeiden. Auftretende Setzungen in der Rampe können Risse im Beton der Rampe verursachen, die nur langsam wieder kolmatiert werden (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014). Des Weiteren bedeutet eine betonierte Gewässersohle den Verlust von Interstitialfläche (pers. Mitteilung MERWALD, 2015).

**Beckenübergänge:** Sie sind als rechteckige, bzw. trapezförmige Schlitze mit möglichst rauhem Anschluss an die Sohle auszuführen. Scharfkantige bzw. V-förmige Beckenübergänge ohne Anschluss an die Sohle sind aufgrund ihrer schlechten Passierbarkeit zu vermeiden (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Die Mindestschlitzbreite orientiert sich an den größtenbestimmenden Fischarten (= 4,5-fache Körperbreite). Bei größeren Gewässern können sie bei ausreichender Niederwassermenge größer ausgeführt werden. So können z.B. Riegel im Bereich des Beckenüberganges bis zur Schlitztiefe abgesenkt und an den Ufern hochgezogen werden, um den Fischen bei hydraulischer Überlastung der Niederwasserrinne einen Wanderkorridor zu ermöglichen (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

**Beckenausformung:** Bei der Gestaltung der Becken wird auf die größtenbestimmende Fischart Bezug genommen. Die lichte Beckengröße (Innenbeckenlänge) sollte 2 – 3x der Körperlänge entsprechen, wobei das bei aufgelösten Rampen und naturnahen Beckenpässen aufgrund der unregelmäßigen Bauweise nicht immer exakt festlegbar ist. Weiters ist auch zu berücksichtigen, wie sich die Fische verhalten wandern sie als Individuen oder in Schwärmen oder großen Gruppen. Die minimalen Kolk-tiefen der Becken sollen in Anlehnung an die Natur direkt unterhalb der Schwelle und mindestens 60 – 120 cm tief sein. Hierbei muss auch der Geschiebetrieb berücksichtigt werden (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Bei größeren Gewässern wird die Beckenlänge aufgrund des größeren Abflusses nicht von der Fischgröße bestimmt. In diesem Fall müssen die Becken groß genug sein, um bei einem mittleren jährlichen Niederwasser der erforderlichen Energiedichte (Energiedissipation) zu entsprechen.

Sie ist ein Maß für die Turbulenz, die durch die Dotation oder der Umwandlung der in ein Becken eingetragenen Energie in Bezug zur Beckendimension, entsteht. Dadurch entstehen Turbulenzen, welche die Schwimmkapazität von Fischen herabsetzen bzw. zur Orientierungslosigkeit der Fische, zu Stress, Erschöpfung oder Verletzungen führen kann (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Aus diesem Grund sollten je nach Fischregion folgende Bemessungswerte der Wasserspiegeldifferenzen zwischen den Becken und Energiedichten berücksichtigt werden (Tabelle 12) (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Berechnet wird die Energiedichte ( $E$ ) nach folgender Formel 6.33:

$$E = 9810 * D_h * Q / \text{Beckenvolumen}$$

6.33

$D_h$  = Höhendifferenz zwischen den Becken

Q = Dotation

(entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Tabelle 12: Bemessungswerte für Wasserspiegeldifferenz ( $D_h$ ) und Energiedichte (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)

Gewässerregion	$D_h$ [m]	Energiedichte [W/m <sup>3</sup> ]
Epirithral	0,20	160
Metarithral	0,18	130
Hyporithral	0,15	120
Epipotamal	0,13	100
Metapotamal	0,08	80

Detaillierte Angaben zur Beckenbemessung hinsichtlich Passierbarkeit sind dem FAH-Leitfaden des BMLFUW (2012) zu entnehmen.

Neben den bereits erwähnten Gestaltungskriterien, sollte in Wildbächen darauf geachtet werden, dass Rampen nicht unmittelbar auf ein Absturzbauwerk folgen. Dadurch kann es zu einer ungewollten Erhöhung der

Wassergeschwindigkeit kommen, was dazu führen kann, dass sich abdriftende Fische verletzen oder getötet werden (MERWALD, 1994).

Neben den ökologischen Vorteilen fügt sich diese Bauweise auch ästhetisch sehr gut in die Gewässerlandschaft ein.

#### 5.3.2.3.2 Aufgelöste Sohlrampen

Sie setzen sich aus Reihen von Riegeln, die sich über die gesamte Gewässerbreite erstrecken, zusammen. Diese wiederum bestehen aus großen, gegenseitig abgestützten Steinblöcken. Die Becken zwischen den einzelnen Riegeln weisen kolkähnliche Vertiefungen auf und ergeben im Längsschnitt beckenartige Strukturen (Abbildung 44 und Abbildung 45 (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Die Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken muss an dem jeweiligen Gewässertyp angepasst und ein Wanderkorridor bei Niederwasser hergestellt werden.



Abbildung 44: Aufgelöste Rampe mit regelmäßiger Becken-Riegel-Struktur (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)



Abbildung 45: Aufgelöste Rampe mit durch Längsriegel unterteilten Teilbecken zur Gewährleistung ausreichender Durchströmung bei geringer Wasserführung (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)

Eine mögliche Ausführungsform ist die Pendelrampe. Sie zeichnet sich durch eine pendelnde Niederwasserrinne aus, die infolge einer wechselnden Anordnung der Beckenübergänge der

einzelnen Schwellen entsteht (Foto 16) (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).



Foto 16: Pendelrampe mit pendelnder Niederwasserrinne durch wechselnde Anordnung der Beckenübergänge der einzelnen Schwellen (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)

#### 5.3.2.3.3 Asymmetrische Rampen

Das Querprofil dieser Rampe ist asymmetrisch ausgeformt, besitzt keine Schwellen und weist ein einheitliches Gefälle auf. Dadurch entsteht eine langsam durchströmte Flachwasserzone an einer Seite und eine schnell durchströmte Tiefenrinne an der anderen (Abbildung 46). Eine raue Sohlausführung bringt neben der Reduktion der Fließgeschwindigkeit auch ökologische Vorteile für die aquatische Fauna. Störsteine in beiden Zonen bieten aufwärtswandernden Fischen Einstand und Strömungsschutz (Abbildung 47) (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

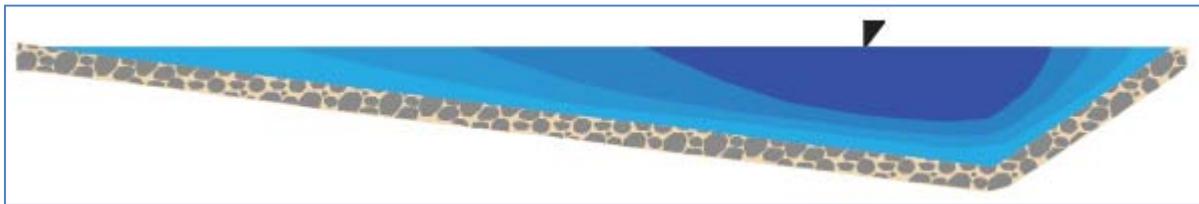


Abbildung 46: Schematische Verteilung der Fließgeschwindigkeit in einem asymmetrischen Profil, hellblau - gering, dunkelblau – hoch (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)



Abbildung 47: Raue Bettstruktur einer asymmetrischen Rampe mit Störsteinen (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)

#### 5.3.2.3.4 Teilrampen

Sie reichen nicht über die gesamte Gewässerbreite, sondern nur über einen bestimmten Bereich des Abflussprofils. Ihr Vorteil besteht im geringeren Materialaufwand und der geringeren erforderlichen Breite. Jedoch werden sie nur zu einem Teil mit Abfluss und

Geschiebe dotiert, wodurch ihre Auffindbarkeit für Fische, im Vergleich zu aufgelösten Rampen, schlechter ist (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Teilrampen können in Kombination mit unüberwindbaren Querwerken errichtet werden. In ihrer Bauausführung entsprechen sie jener von aufgelösten Rampen. Durch eine Längswand bzw. einen Längsriegel aus Steinblöcken wird die Teilrampe vom restlichen Bauwerk/Flussbett getrennt (Foto 17). Diese Längswände und -riegel müssen aufgrund der bei Hochwasser wirkenden Kräfte sehr stabil und auch ausreichend dicht errichtet werden, um auch ein ungewolltes Versickern des Wassers in der Teilrampe zu verhindern (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).



Foto 17: Teilrampe zur Überwindung einer Sohlstufe (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)

Teilrampen können auf zwei Weisen gebaut werden. Entweder werden sie flussaufwärts (Abbildung 48), oder flußaufwärts direkt im Anschluss an das unüberwindbare Querwerk (Abbildung 49) angeordnet (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

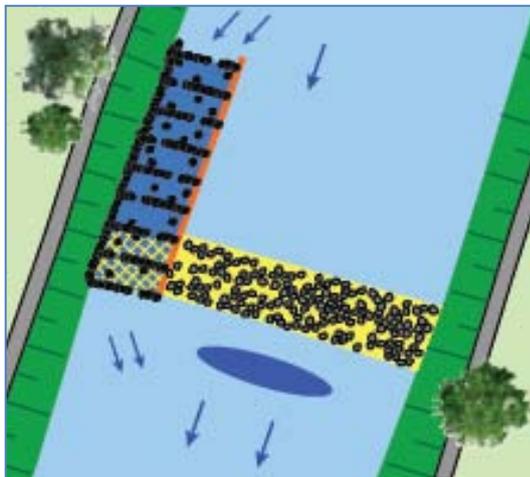


Abbildung 48: Flussaufwärts angeordnete Teilrampe (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)



Abbildung 49: Flussabwärts angeordnete Teilrampe (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014)

Zwar ist es bautechnisch leichter, eine Teilrampe flussabwärts zu errichten, jedoch ist dadurch der Einstieg für Fische schwerer auffindbar. Um dem entgegenzuwirken, muss ein erheblicher Teil des Nieder- und Mittelwassers über die Teilrampe geleitet werden. Zusätzlich darf der Einstieg nicht zu weit flussab des Querwerks liegen (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

#### 5.3.2.3.5 Steilstrecken/ Blocksteinrampen

Diese Bauausführung erfolgt mit grobem Blockmaterial, die Krone sollte eine Mulde aufweisen, Gewässer abwärts gekrümmt ausgeformt und gut gegen Unterkolkung gesichert werden. Der Kolkbereich zwischen unterem Rampenende und anschließender, unverbauter Gewässersohle sollte gut pilotiert werden, um bei Unterkolken ein Auflösen des Blockverbandes durch Nachrutschen der Blocksteine zu verhindern (Abbildung 50) (MERWALD, 1994). Zur Sicherstellung der Stabilität und Passierbarkeit darf nur ein geringer Höhenunterschied überwunden werden. Das Gefälle muss sehr flach (<2%) liegen.

Für genauere Angaben wird an das DWA MERKBLATT M509 (2012) verwiesen. Hier wird dieser Bautyp als „flächiges Raugerinne“ und „Raugerinne mit Störsteinen“ bezeichnet (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

Besonders bei Niederwasser muss auf ausreichende Wasserführung geachtet werden, um einen Fischaufstieg zu ermöglichen (Foto 18).

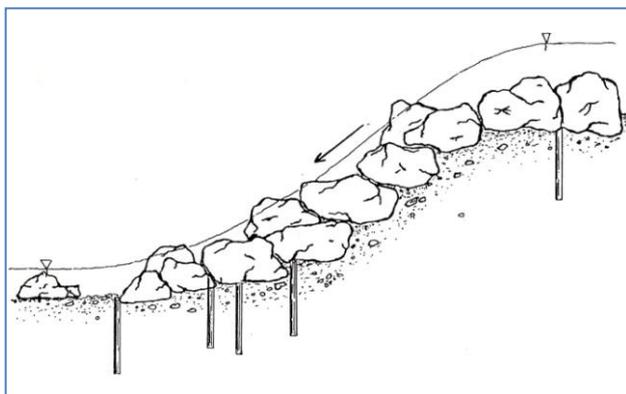


Abbildung 50: Steilstrecke (Blocksteinrampe), die Sicherung durch Eisenbahnschienen verhindert ein Nachrutschen der Steine (MERWALD, 1994)

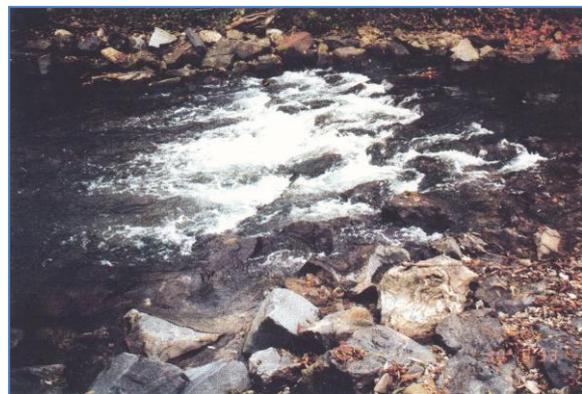


Foto 18: Steilstrecke/ Blocksteinrampe (Quelle: MERWALD)

Das Rampengefälle ist jener Fischart mit den schlechtesten Aufstiegswerten und dem geringsten möglichen passierbaren Gefälle anzupassen (MERWALD, 1994).

Der Durchgängigkeit und langfristigen Stabilität kommt bei Sohlrampen eine zentrale Bedeutung zu. Aufgrund der Hochwasserdynamik ist deren Gestaltung maßgeblich an die bauliche Ausführung gekoppelt (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014). Eine falsche bauliche Ausführung und/ oder Gestaltung kann jedoch negative Folgen für die Ökologie des Fließgewässers bringen.

Für die richtige Planung von Sohlrampen und Teilrampen wird deshalb auf die Werke „Naturnahe Sohlengleiten“ DWA (2009), GEBLER (2009) und UILLMANN & HAUNSCHMID (2008) verwiesen (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).

#### 5.3.2.4 Sperren

Es gibt drei verschiedene Funktionsweisen von Sperren. Dies sind Dosierung, Filterung und Retention.

Neben der Einteilung nach ihrer Funktion weisen Sperren laut SUDA (2012) mindestens eine Höhe von 4 Meter auf. MERWALD (1994) nennt eine Mindesthöhe von 1,5 Meter bis zu einer Maximalhöhe von 7 Meter. Diese Höhe ergibt sich aus dem lotrechten Abstand von der Fundamentunterkante bis zur Höhe der Abflusssektion. Sperren können in geschlossene und offene Sperren eingeteilt werden, abhängig von einer durchgehenden (kronengeschlossenen) oder unterbrochenen (kronenoffenen) Sperrenkronen. In einer

eigenen Gruppe werden Gittersperren, Netzsperrn und Seilsperrn zusammengefasst (Abbildung 51).

Ökologisch gesehen stellen diese Bauwerke oft eine Unterbrechung der Wandermöglichkeiten für Organismen dar. Somit hat der Einsatz dieser Bautypen oft schwerwiegende Eingriffe in das Ökosystem zur Folge. Nachfolgend werden Möglichkeiten aufgezählt, die diese negativen Auswirkungen umgehen oder zumindest abschwächen können.

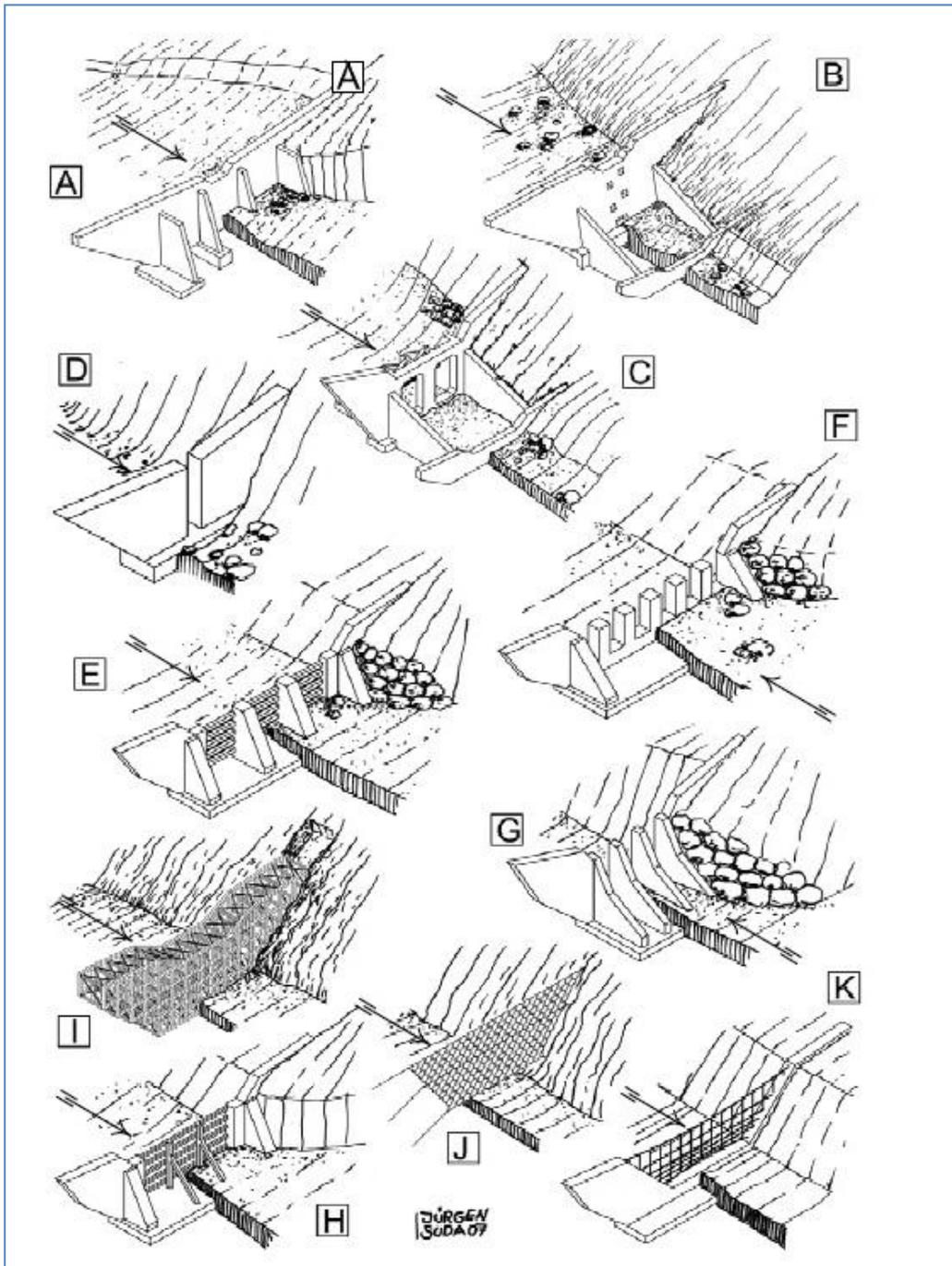


Abbildung 51: Konstruktionstypen von Wildbachsperrn: (A) geschlossene Sperre; (B) kronengeschlossene kleindolige Sperre; (C) kronengeschlossene großdolige Sperre; (D) kronenoffene Schlitzsperre; (E-H) aufgelöste Sperren; (I) Gittersperre; (J) Netzsperre; (K) Seilsperre (SUDA, 2012)

#### 5.3.2.4.1 Konsolidierungssperren

In ihrer Funktionsweise gleichen sie jener von Grundschwellen, jedoch liegt der Unterschied in der Bauwerkshöhe. MERWALD (1994) nennt hier eine Höhe ab 1,5 Meter. Das kommt auch jener maximalen Höhe gleich, die konditionsstarke, laichfähige Bachforellen von 180 bis 350 mm Länge bei optimalen Abflussverhältnissen noch überwinden können.

Die hydrotechnischen Auswirkungen und die hydrobiologischen Veränderungen durch diese Sperrenbauten sind ähnlich jener der Grundschwellen, jedoch sind ihre Auswirkungen wesentlich verstärkt. So wird hydrotechnisch durch den vollkommenen Überfall die Abflussenergie vernichtet, im Gegenzug jedoch der Fischaufstieg zur Gänze unterbunden (MERWALD, 1994).

Um den negativen ökologischen Auswirkungen vorzubeugen, sollten für notwendige Hang-, Böschungs- und Wegstützbauten, Konsolidierungssperren in niedrigere Bautypen aufgelöst werden. Dies würde den Fischzug nicht unterbinden und andere hydrobiologische Nachteile beseitigen oder verringern. Diese Bauoption sollte auch in Betracht gezogen werden, wenn hierfür eine Kostenerhöhung in Kauf genommen werden muss (MERWALD, 1994).

Mögliche ökologisch freundliche Materialausführungen stellen die ein- oder doppelwandigen Steinkastenbauweisen dar. Diese Bauweisen haben den Vorteil, dass das Material direkt aus dem Wald und Bach entnommen und im Katastrophenfall schnell umgesetzt werden kann (MERWALD, 1994). Unter Kapitel 5.3.1.5 wurden diese Bauweisen als Längsbauwerke vorgestellt, sie eignen sich aber auch für einen Einbau in Form von Konsolidierungssperren und bringen aufgrund der Baumaterialien Holz und Stein ökologische Vorteile.

Ergänzend nennt MERWALD (1994) einige praktische Hinweise für diese Verbaumethode:

- Der Schwerboden, der ein Hauptgrund für die elastische Bauweise ist, bietet Jungfischen einen guten Unterstand sowohl in Trockenperioden, als auch bei Hochwasser.
- Jungfische finden im Schwerboden gute Verstecke vor Fressfeinden.
- Die Bauwerke sollten nur so hoch gehalten werden, um für Forellen passierbar zu bleiben.
- In ausreichend tiefen und stabilen Kolken kann es zu einer Zunahme der größeren Individuenzahl kommen (MERWALD, 1984 und 1987).
- Kolke vermeiden Verletzungen bei Abdrift.
- Runde und unbehauene Kronenbäume vermeiden Verletzungen von aufsteigenden Fischen bei der Landung.
- Durch eine leichte Schräglage des Kronenbaumes oder ein Ausnutzen der Abholzigkeit kann eine Niederwasserrinne hergestellt werden.
- Diese Bauweise wirkt sich weniger negativ auf die Benthosorganismen aus.
- Sie fügt sich gut in das Gewässerregime und das Landschaftsbild ein.

Neben diesen an sich positiven Möglichkeiten für die Fischfauna gibt es jedoch auch eine Reihe gravierender Fehler, die nach MERWALD (1994) unbedingt vermieden werden sollten:

- Zu hohe Überfälle in Abhängigkeit von Gewässerregion und Fischart.
- Zu breite Kronen. Sie sollten nicht breiter als die natürliche Bachbreite und mit integrierter Niederwasserrinne ausgeführt werden.
- Zu flacher Anzug (Neigung der Vorderseite des Bauwerkes). Verletzungsgefahr bei Fehlsprüngen, der Abwanderung oder Abdrift.

- Zu weit vorstehende Zangen im Überfallsbereich. Können ebenfalls zu Verletzungen bei der Fischwanderung durch Aufschlagen führen.
- Schusstennen im Kolkbereich. Sie sollten das Unterkolken des Bauwerkes unterbinden und das Geschiebe abführen, diese Bauausführung ist aber auch aus hydraulischer Sicht abzulehnen, da die Energievernichtung im Kolk unterbunden wird und das Geschiebe auf der Bedielung liegen bleibt.

#### 5.3.2.4.2 Retentionsperren (Rückhaltesperren)

In ihrer Funktion umfassen diese Sperren den temporären oder permanenten Rückhalt von Geschiebe oder Wasser (SUDA, 2012). Der Geschiebe- und Murentransport- oder Hochwasserabfluss soll dadurch im weiteren Gewässerverlauf auf ein schadloses Maß gesenkt werden.

Diese Sperren stellen einen gewaltigen Eingriff in die Gewässerbiozönose dar, da sie den Fischaufstieg vollkommen unterbinden, abdriftende Fische und Kleinorganismen vernichten und teilweise einen schweren Eingriff in die Geschiebefracht für die Unterläufe und das Landschaftsgefüge bewirken (MERWALD, 1994).

Aus der Überlegung einer Geschiebebewirtschaftung und später auch aus hydrobiologischen Aspekten, wurde aus der kleindoligen Rückhaltesperre in Österreich in den 60er – Jahren die großdolige Bauwerkstypen entwickelt. Aus dieser gingen in weiterer Folge die heute gebräuchlichen Bautypen der kronenoffenen Dosier- und Sortiersperren hervor (MERWALD, 1994). Von der Konstruktion her gliedern sich kronenoffene Sperren in Schlitz-, oder aufgelöste Sperren wie z.B. Balken-, Pfeiler- oder Rechensperren. Weitere Ausführungen können durch aufgelöste Tragwerke in Form von Gitter-, Netz-, oder Seiltragwerken erfolgen.

#### 5.3.2.4.3 Dosier- und Filtersperren (Sortiersperre) generell

Bautypen, die zur Dosierung und Filterung eingesetzt werden, sind sehr ähnlich da sich diese beiden Prozesse schwer voneinander trennen lassen. Zur Erfüllung der Dosierfunktion muss immer ausreichend freies Speichervolumen im Retentionsbereich vorhanden sein (SUDA, 2012).

Dosierung wird durch den hydraulischen Widerstand des Bauwerkes und in weiterer Folge durch einen Rückstau effekt hinter dem Bauwerk erreicht. So wird Wasser zurückgehalten und aufgrund der Verringerung der Fließgeschwindigkeit werden Feststoffe abgelagert. Das temporär zurückgehaltene Wasser wird zeitverzögert in den Unterlauf abgegeben (SUDA, 2012). Abgelagertes Geschiebe wird im Idealfall mit der ablaufenden Hochwasserwelle oder bei Mittelwasser abtransportiert. Man spricht in diesem Fall von einer Spülung (SUDA, 2012). Bei der Filterung werden hingegen nur bestimmte Feststoffe oder Korngrößen aus dem Fließprozess zurückgehalten. Filterbauwerke besitzen große Öffnungen und erzeugen im Optimalfall wenig Rückstau. Die gewünschte Funktion wird mit Hilfe von Verschlusselementen wie Rechen, Roste oder Balken erzielt (SUDA, 2012). Bei dieser Sperrentypen müssen die Stauräume groß sein, damit sie sich im Katastrophenfall nicht zur Gänze verfüllen, bevor eine sortierende Wirkung einsetzen kann (MERWALD, 1994).

Aus wasserbaulicher Sicht sind beide Sperrentypen aufgrund der Reduzierung der Abfluss- und Materialstoßspitzen, solange sie ihre Funktion auch tatsächlich erfüllen können, als positiv zu bewerten. Ökologisch betrachtet kann es aufgrund des aufgestauten Wassers und Materials jedoch zu einer Zerstörung von Laichplätzen und Beeinträchtigung oberliegender Habitats aufgrund von Trübung und Verschlammung des Gewässers kommen. Für

Organismen rithraler Gewässer, die auf gute Wasserqualität, ausreichend Sauerstoff und feinkörniges Laichsubstrat angewiesen sind, kann das gravierende Folgen haben. Besonders für auf Sicht jagende Raubfische können die Auswirkungen fatal sein, da aufgrund der Trübung keine Beute mehr gesehen werden kann.

Um die Funktionsweise dieser Sperrentypen aufrecht und schlechte Folgen für die Ökologie niedrig zu halten, sollte deshalb bereits bei der Planung sichergestellt werden, dass die Stauräume schnell räumbar sind.

#### 5.3.2.4.4 Dosiersperren

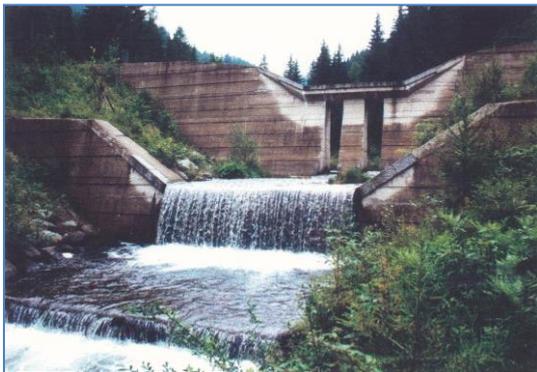


Foto 19: Passierbare Dosiersperre und Vorsperren (Quelle: MERWALD, 1994)

Eine dosierte Abdrift des zwischengelagerten Geschiebes aus dem Stauraum ist nur möglich, wenn der Sperrenkörper möglichst ungehindert durchflossen werden kann. Das Dosierwerk muss einen Großteil des Geschiebes während eines Hochwassers zurückhalten und nach kurzer Zwischenlagerung mit fallendem Hoch- oder Mittelwasser wieder freigeben können. Um diesen Effekt zu optimieren, sollte die Bauwerksmitte bis zum Fundament offen sein, wodurch die Sperre auch kein großes Hindernis für den Fischzug darstellt (MERWALD, 1994). Foto

19 zeigt eine Dosiersperre mit Vorsperren. Ihre Höhe ist für Fische überwindbar und die bis zum Grund geöffneten Schlitze behindern die Wanderung ebenfalls nicht (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.4.5 Filtersperren (Sortiersperren)

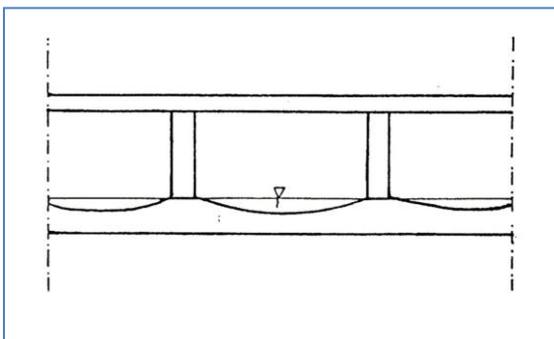


Abbildung 52: Ausrundungen im Abflussbereich einer grossdolgigen Sperre gewährleisten einen konzentrierten Niederwasserabfluss (MERWALD, 1994)

Während bei Konstruktionstypen mit schmaler Abflusssektion und dem dadurch konzentrierten Abfluss auch ein Fischaufstieg bei Niederwasser ermöglicht wird, ist dies bei den Pfeiler- und Gittersperren mit breiten oder mehrteiligen Abflusssektionen schwieriger zu bewerkstelligen (MERWALD, 1994).

Ausmoldungen im Abflussbereich, wie in Abbildung 52 ersichtlich, sind vor allem bei Sperrentypen mit großen Dolen oder bei offenen Sperren in Pfeiler- oder Gitterausführung erforderlich (MERWALD,

1994). Bei Bauausführungen mit geringer Schlitz-Kolk - Absturzhöhe, sind diese Bautypen ökologisch betrachtet verträglicher als Retentions- oder Konsolidierungssperren. Oft wird aber vor allem durch einen zu hohen Überfall, Vorsperren oder eine unmittelbar gewässerabwärts anschließende Schale ohne Startkolk, der Fischaufstieg erschwert oder unterbunden. Zusatzbauten zum Wildholzfang oder zur Wildholzsortierung an der Wasserseite, wie z.B. Wildholzrechen, können ebenso aufstiegshemmend wirken (MERWALD, 1994).

Es kann versucht werden, den Fischaufstieg mit Hilfe von Zusatzbauten zu verbessern.

WAIDBACHER (1989) schlägt hierfür folgende Maßnahmen vor:

- Raues Pflaster im Schlitz.
- Reduktion der Wassergeschwindigkeit durch kontinuierliche Erweiterung des Schlitzes bachabwärts.
- Ausmulden der Schlitzsohle und Installierung einer Kleinrampe bis zur Schlitzsohle, wodurch eine Aufstiegsmöglichkeit für Benthosorganismen geschaffen wird.

Werden bei kronenoffenen Sperren die angeführten migrationshemmenden Aspekte ausgeschaltet, so wird der Fischaufstieg durch diese Bautypen nicht behindert (MERWALD, 1994).

Aufgrund der selektiven Freigabe von Geschiebefractionen bestimmter Korngröße, können Filtersperren in Bezug auf die Verfügbarkeit von Laichsubstrat negative Auswirkungen haben. Das kann nachteilige Folgen für die Eientwicklung und für die im hyporheischen Interstitial lebenden Benthosorganismen haben (MERWALD, 1994).

### 5.3.2.5 Rückhaltebecken

Retentionsmaßnahmen zum Hochwasserschutz sind laut Wasserbautenförderungsgesetz gegenüber allen anderen aktiven Maßnahmen vorzuziehen. Bei nicht Vorhandensein natürlicher Retentionsflächen ist dies mitunter auch mit Hilfe künstlicher Rückhaltebecken im Einzugsgebiet zu bewerkstelligen (MERWALD, 1994). Bei den Rückhaltebecken sind jene



Foto 20: Rückhalt von Oberflächenabfluss ohne Grundablass (Oberkreuzstetten – Hipplinger Heiderunsen). Schaffung eines Biotops (Quelle: MERWALD, 1994)

mit Grundablass, also nur zeitweise aufstauende Becken, von abflusslosen zu unterscheiden.

Als Feuchtbiotope gestaltete Rückhaltebecken in Kleingewässern tragen oft zu einer positiven Entwicklung der Landschaft und Ausbildung von Mikroklimaten bei (Foto 20). Des Weiteren kann es auch zu einer Verbesserung der Grundwassersituation kommen (MERWALD, 1994). Bei der Planung sollte darauf geachtet werden, Rückhalteräume in orographisch und geologisch günstige Geländeformationen anzulegen (MERWALD,

1994). Vorteile von Rückhaltebecken können in Form von möglicher Nutzung durch Wasserkraft, Niederwasserdotierung, Anhebung und Artenbereicherung der Fischpopulation und einer Verbesserung der Aufstiegsbedingungen eintreten (MERWALD, 1994).

Um die positiven Aspekte und Funktionsweisen sicherzustellen, müssen laut MERWALD (1994) folgende Punkte beachtet werden:

- Platzbedarf. In Wildbachschluchten geringer, ansonsten können durchaus große landwirtschaftliche Flächen benötigt werden.
- Meistens ist das Rückhaltevermögen der Retentionsräume kleiner, je weiter sie gewässeraufwärts errichtet werden.

- Starke Veränderung des Gewässerregimes und der Gewässerlandschaft. Auf eine landschaftsästhetische Einbindung der Bauten in das Umland ist zu achten.
- Die Notwendigkeit zeitweiliger Räumung der Geschieberückhaltebecken. Teile des Geschiebes sollten an den Unterlauf weitergegeben werden.
- Bei einer Staffelung von Rückhaltebecken kann die Hochwasserspitze erheblich gesenkt werden. Dadurch kommt es jedoch auch zu einer Verlängerung des Hochwasserabflusses.
- Installierung von Umlaufgerinne zur Aufrechterhaltung des Geschiebetriebes für Unterläufe.
- Weitertransport von Geschiebe bei offenen Abschlusswerken.
- Gewährleistung eines Grundablasses mit ausreichender Dotation bei Niederwasser.

Als nachteilig ist bei Rückhaltebecken die Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums zu werten. Dadurch kann es zu einer Verfälschung der natürlichen Gewässerzonierung kommen. So können z.B. Metarhithralzonen schlagartig von Hyporhithral- oder sogar Potamalzonen abgelöst werden, was wiederum eine Schädigung der Benthosorganismen und Fischpopulation zur Folge haben kann (MERWALD, 1994).

Zusätzlich gibt es auch noch bautechnische Kriterien, die unbedingt eingehalten werden müssen. Dazu zählen neben Standsicherheit und Dichtung der Dämme, konstruktive Maßnahmen zum Schutz der Überfallsektion gegen Sogwirkung wasserseitig, Abschwemmung und Erosion luftseitig, sowie ausreichender Dimensionierung der Grundablässe und dem Einbau von Verschlussmöglichkeiten. Letztere können zusätzlich mit abnehmbaren Einlaufgittern oder Rechen versehen werden (MERWALD, 1994). Ein besonderes Augenmerk muss hier einer entsprechenden Ausgestaltung des Grundablasses zukommen, um eine Passierbarkeit sowohl für Fische, als auch für Benthosorganismen zu ermöglichen.

### 5.3.2.6 *Speziell fischfreundliche Querwerke*

In diesem Teilkapitel werden bereits erwähnte und aber auch neue Querwerke zusammengefasst, die sich besonders durch ihre fischökologische Verträglichkeit auszeichnen und somit für einen ökologisch orientierten Schutzwasserbau empfehlenswert sind.

#### 5.3.2.6.1 Sinoidalschwellen



Foto 21: Sinoidalschwelle mit rauher Oberflächengestaltung (Quelle: MERWALD, 1994)

Hierbei handelt es sich um eine Sonderform der Grundschwelle. Sie werden in der Wildbachverbauung bei geringem Höhenfreiraum zur Überwindung von Gefällsbrüchen und zum Geschiebetransport verwendet (Foto 21). Bei anschließender Schale kann aufgrund der guten Beschleunigung des Wassers auch bei kleinem Durchflussprofil die anfallende Wasser- und Geschiebemenge gut abtransportiert werden (MERWALD, 1994).

Die Fließgeschwindigkeit bei Sinoidalschwellen sollte unter 2,5 m/s liegen und das wiederum maximal für eine Länge von 200 Meter. Dadurch können Bachforellen ab einer Länge von 200mm auch ohne Startkolk Sinoidalschwellen mit einem Höhenunterschied von 1 Meter noch passieren (MERWALD, 1984 und 1987).

#### 5.3.2.6.2 Niedere, ein- oder doppelwandige Steinkastenschwelle (ökologische Steinkastenschwelle) mit Fischunterstand

Der luftseitige, auf dem Schwerboden liegende Querstamm, wird um eine Baumstammbreite in das Bauwerksinnere hinein verschoben (Foto 22 und Abbildung 53). Dadurch entsteht luftseitig ein kleiner Zwischenraum, der zum Teil mit Füllhölzern ausgefüllt und mit Schlachtnägeln befestigt wird. Der restliche Freiraum dient als Fischunterstand. Um ein Auffüllen des Fischunterstandes durch Bachsubstrat von hinten zu verhindern, wird der Freiraum mit Wasserbausteinen, einem Halbrundling oder Pfosten abgedeckt (MERWALD, 1994).

Um ein Abschwemmen des Bauwerkes zu verhindern, muss eine entsprechende Sicherung vorgenommen werden. Dies kann durch eine ausreichende, seitliche Einbindung in die Uferhänge und einer Sicherung der untersten Querbäume mit Hilfe von Piloten oder Schienen erreicht werden (MERWALD, 1994). Die Wanderbedingungen für Benthosorganismen können zusätzlich durch den Einbau eines Drahtschotterkörpers hinter dem Fischunterstand optimiert werden. Um einen Fischaufstieg bei Niederwasser zu ermöglichen, sollte der Kronenbaum schräg eingebaut werden (MERWALD, 1994).

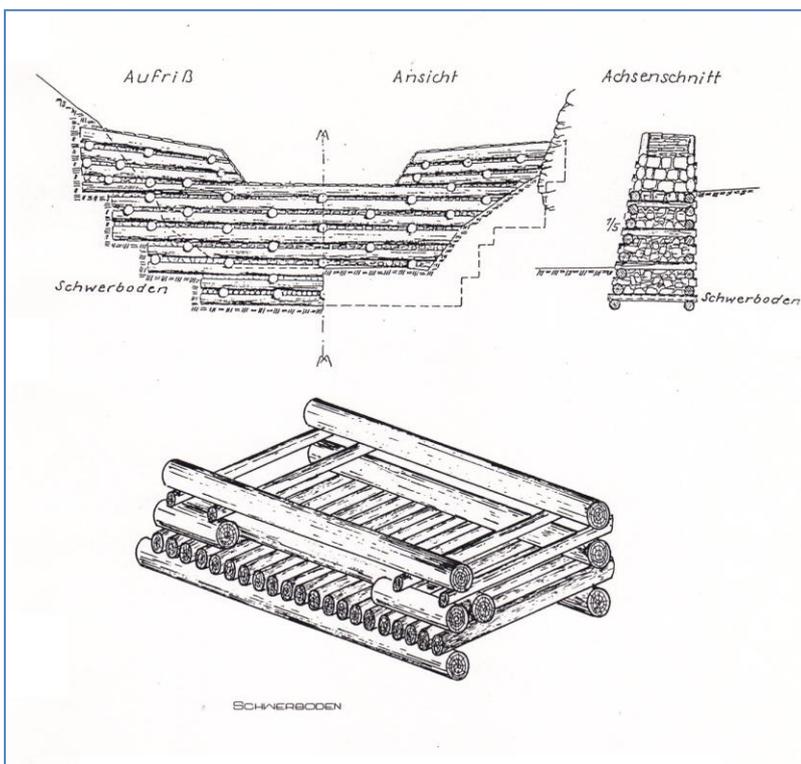


Foto 22: Schaffung eines Fischunterstandes durch Versatz des luftseitigen Baumstammes und seitlicher Begrenzung mit Füllhölzern (rechte Seite des Fotos) (Quelle: MERWALD, 1994)

Abbildung 53: Doppelwandige Steinkastenschwelle. Im unteren Bauwerksbereich kann durch den Versatz eines Querstammes ein Fischunterstand geschaffen werden (MERWALD, 1994)

#### 5.3.2.6.3 Schwerstein auf Querstamm

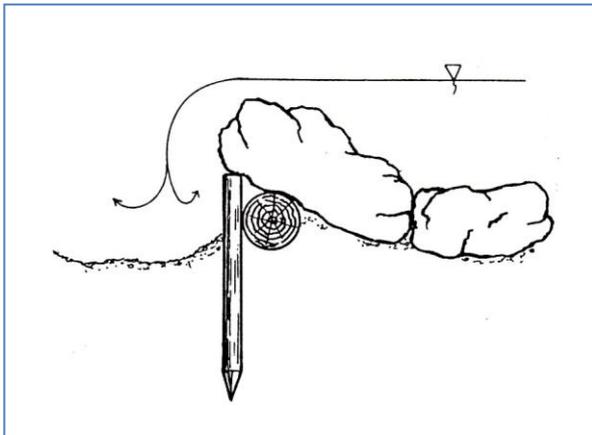


Abbildung 54: Schwerstein auf Querstamm (MERWALD, 1994)

Hierbei werden Wasserbausteine über die gesamte Bachbreite auf einen Rundholzstamm verlegt, wodurch sie den Stamm gegen Geschiebetrieb schützen. Der Baumstamm wird bachabwärts durch in die Bachsohle geschlagene Schienen oder Piloten gesichert (Abbildung 54). Breite Fugen zwischen den Steinen und eine Schräglage des Baumstammes gewährleisten gute Wanderbedingungen und einen konzentrierten Niederwasserabfluss (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.4 Schwerstein (Wasserbaustein) mit Spundgurten oder Pilotengurten

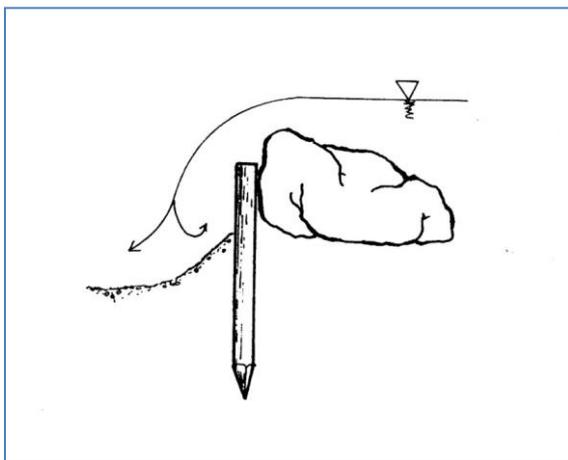


Abbildung 55: Schwerstein mit Spundgurte oder Pilotengurte (MERWALD, 1994)

Wie Abbildung 55 zeigt, besteht der Unterschied zu der oben beschriebenen Methode darin, dass hierbei kein Querstamm verlegt wird. Die Wasserbausteine werden hierbei direkt am Spund- oder Pilotengurt verlegt. Die Steine schützen auch hier gegen Geschiebetrieb. Angemessener Fugenabstand und eine Niederwasserrinne sind auch hier vorzusehen (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.5 Spundgurte (Spundschwelle) mit Schwersteinkrone

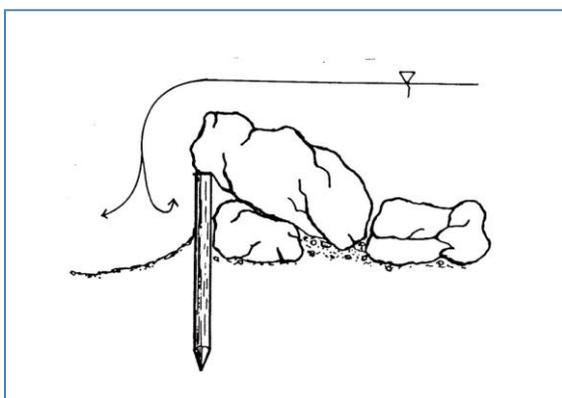


Abbildung 56: Spundgurte mit Schwersteinkrone (MERWALD, 1994)

Diese Maßnahme ist ähnlich der unter Kapitel 5.3.2.6.3 angesprochenen Methode. Den Unterschied zeigt Abbildung 56 anstelle eines quer liegenden Baumstammes werden Holzpiloten oder Schienen verwendet. Sie können entweder gerade über die Bachsohle, oder gewölbt eingeschlagen werden, wobei bei der gewölbten Bauweise eine gute Abstützung unterhalb der Steine erreicht werden kann. Das Bauwerk ist mit einer Ausmuldung für Niederwasser und mit breiten Fugen zwischen den Steinen vorzusehen. Somit wird ein Fisch-

und Benthosaufstieg ermöglicht (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.6 Pfahlschwelle mit Querstamm (Querstämmen)

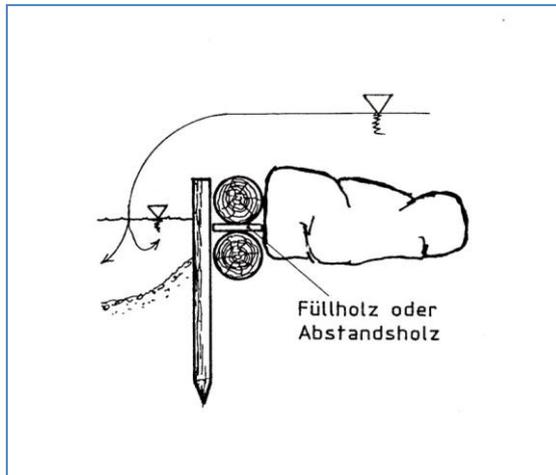


Abbildung 57: Pfahlschwelle mit Querstämmen und integrierten Füll- oder Abstandshölzern (MERWALD, 1994)

gestalten, ist der in Abbildung 57 dargestellte Einbau von Füll- oder Abstandshölzern. Dadurch wird sichergestellt, dass ausreichend Abstand zwischen den Querstämmen vorhanden bleibt und so eine Wanderung möglich ist.

Hierbei werden ein oder zwei aufeinander liegende Holzstämme quer über die Bachsohle verlegt. Luftseitig werden sie durch Piloten oder Schienen, wasserseitig durch Wasserbausteine gesichert. Eine ausreichende seitliche Einbindung der Querhölzer in die Seitenhänge zur Böschungstabilisierung ist durchzuführen. Für Koppeln und Kleinlebewesen kann dieser Bautyp ein Wanderhindernis darstellen, wenn die Querstämmen dicht aufeinander gelagert werden. Wird jedoch ein Abstand freigelassen, so kann dieser Bautyp als ökologisch günstig

gesehen werden (MERWALD, 1994). Eine Möglichkeit, den Aufstieg von Benthosorganismen und Koppeln barrierefrei zu

gestalten, ist der in Abbildung 57 dargestellte Einbau von Füll- oder Abstandshölzern.

#### 5.3.2.6.7 Hydrobiologische Grobsteinschwelle

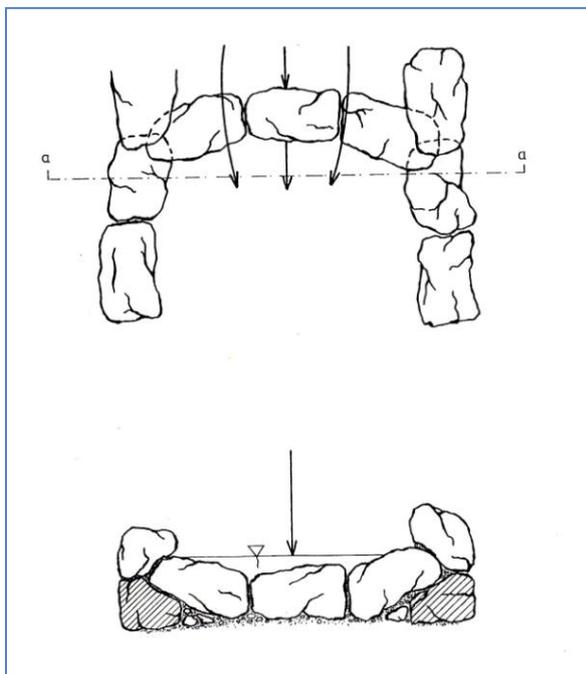


Abbildung 58: Hydrobiologische Grobsteinschwelle mit gewölbeförmiger Verlegung (MERWALD, 1994)

Durch eine gewölbeförmige Verlegung der Steine können sich diese gegenseitig abstützen. Um das Ufer und die Böschung zu sichern, sollte zusätzlich an den Ufern jeweils ein Stein bachauf- bzw. bachabwärts verlegt werden (Abbildung 58). Falls aufgrund von größerem Gefälle ein zusätzlicher horizontaler Gurt notwendig ist, muss darauf geachtet werden, dass die Längsfugen beider Steinlagen nicht in einer Linie verlaufen. Dies könnte zu gefährlichen Unterkolkungen und in weiterer Folge zu einem Stabilitätsverlust des Bauwerkes führen. Ausreichend große Fugen und ein tiefergesetzter mittlerer Kronenstein als Niederwasserrinne gewährleisten eine Passierbarkeit für Fische und Benthosorganismen (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.8 Doppelstammschwelle / -gurte

Hierbei werden zwei Baumstämme mittels Schlachtnägeln oder Gewindestangen miteinander verbunden und quer liegend über die Bachsohle verlegt, wobei der Kronenstamm bachabwärts vorgezogen ist. Abbildung 59 und Foto 23 zeigen die Doppelstammschwelle von seitlicher und frontaler Ansicht. Durch das Vorziehen des Kronenstammes können Einstandsmöglichkeiten für Fische und andere Organismen geschaffen werden. Auf eine gute seitliche Einbindung muss besonders geachtet werden.

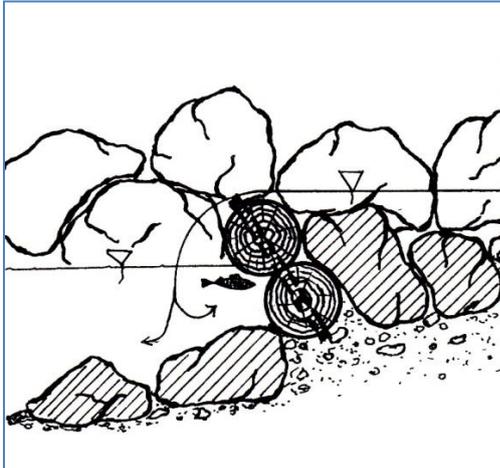


Abbildung 59: Seitenansicht einer Doppelstammschwelle (MERWALD, 1994)



Foto 23: Vorderansicht einer Doppelstammschwelle (Quelle: MERWALD, 1994)

Hierfür eignen sich sehr gut Mauerschlitze oder Wasserbausteine. Um für Kleinorganismen oder Kopen passierbar zu bleiben, können nicht vollkommen gerade gewachsene Bäume oder kleine Füllhölzer verwendet werden. Eine weitere Möglichkeit ist der Einbau kleiner Wanderhilfen in Ufernähe. Um das Bauwerk gegen ein Kippen abzusichern, werden wasserseitig Piloten oder Schienen eingebaut (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.9 Doppelstammschwelle (Bautyp Steiermark)

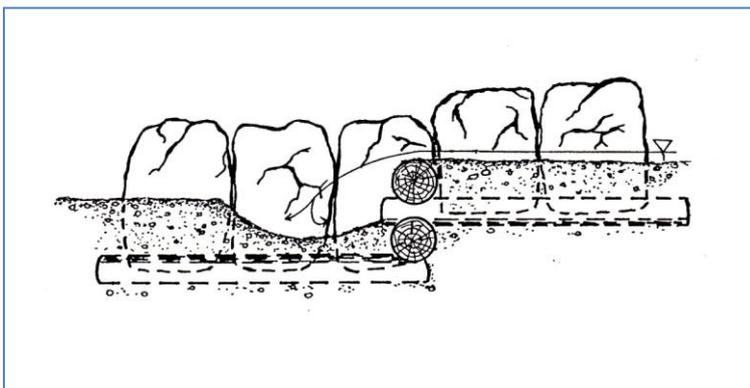


Abbildung 60: Doppelstammschwelle (Bautyp Steiermark) (MERWALD, 1994)

Auf zwei Rundhölzern werden seitlich, bachab- und bachaufwärts verlaufende Zangen so eingebaut, dass damit Ansatzsteine zur Böschungssicherung fixiert werden können (Abbildung 60). Obwohl sich diese Bautype bewährt hat, ist sie jedoch sehr material- und arbeitsaufwendig.

Zusätzlich gestaltet sich der Aufstieg für Kleinorganismen schwierig (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.10 Dreistammschwelle

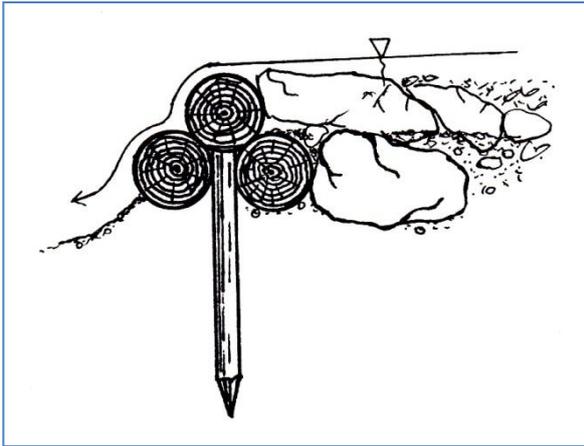


Abbildung 61: Dreistammschwelle (MERWALD, 1994)

Im Gegensatz zur Doppelstammschwelle wird der Kronenquerbaum durch zwei Querstämmen abgestützt (Abbildung 61). Für frei schwimmende Fische stellt sie kein Hindernis dar, jedoch ist dieser Bautyp für Koppen und Kleinorganismen unpassierbar. Zusätzlich ist die Maßnahme verhältnismäßig kostenintensiv und der Einbau von Fischunterständen gestaltet sich schwierig (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.11 Steinkasten(grund)-schwelle

Der Unterschied zur ökologischen Steinkastenschwelle liegt in der größeren Höhe (Abbildung) des Bauwerkes. Im Kolkwasserbereich kann durch das Versetzen eines Querstammes ebenfalls ein Fischunterstand geschaffen werden (siehe Kapitel 5.3.2.6.2 Niedere, ein- oder doppelwandige Steinkastenschwelle (ökologische Steinkastenschwelle) mit Fischunterstand) (MERWALD, 1994).

#### 5.3.2.6.12 Fischfreundlich ausgeführte Grundschwellen mit Fischunterstand (in Beton oder Zementmörtelmauerwerk)

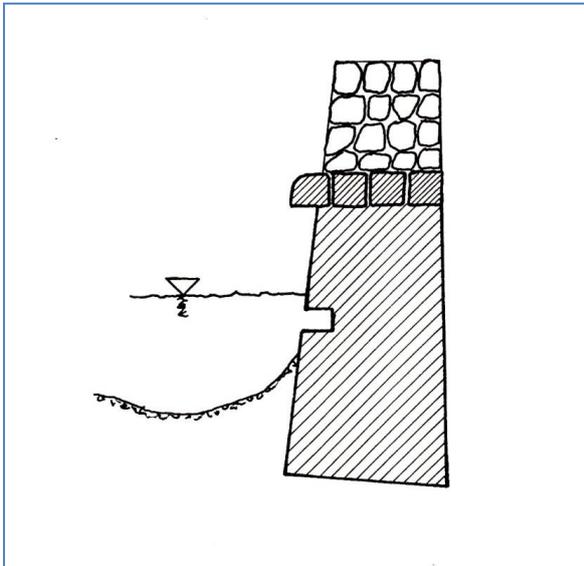


Abbildung 62: Fischfreundliche Grundschwelle in Beton oder Zementmörtelmauerwerk mit Fischunterstand und abgerundeter Kronenauskrragung (MERWALD, 1994)

Auszuführen ist dieser Bautyp in einer überwindbaren Höhe, mit abgerundeter Kronenauskrragung, ausgemuldeter Abflusssektion und Fischunterständen. Durch die abgerundete Kronenauskrragung wird das Verletzungsrisiko für aufsteigende Fische verringert und die ausgemuldete Krone gewährleistet einen konzentrierten Niederwasserabfluss (MERWALD, 1994). Abbildung 62 zeigt die Seitenansicht einer fischfreundlichen Grundschwelle in Beton oder Zementmörtelmauerwerk. Gut zu erkennen sind die erwähnte abgerundete Kronenauskrragung und der Fischunterstand.

### 5.3.2.6.13 Kaskadenschwelle

Diese Bautype orientiert sich in ihrem Verlauf und ihrer Ausführung an der Natur. Aufgrund des turbulenten Fließens des Wassers über die Kaskadenschwelle kommt es zu einem hohen Sauerstoffeintrag in das Gewässer. Wird dieses langgezogene Bauwerk nicht zu steil und

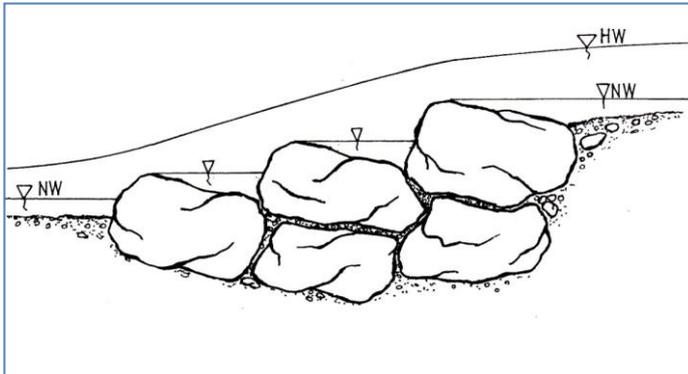


Abbildung 63: Kaskadenschwelle in Grobsteinausführung (MERWALD, 1994)



Foto 24: Die Kaskadenschwelle in Beton/Zementmörtelmauerwerksausführung (Quelle: MERWALD, 1994)

keine Querlage zu hoch ausgeführt, stellt es für Fische kein Wanderhindernis dar (Abbildung 63 und Foto 24). Ein kleiner Startkolk und eine muldenförmige Ausgestaltung der Kaskade begünstigen den Fischaufstieg. Am günstigsten ist eine Bauausführung mit Grobsteinen (MERWALD, 1994). Bei der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass es bei Niederwasser nicht zu einem Versitzen des Wassers im Sperrkörper kommt.

### 5.3.2.6.14 Sohl-, Blockstein- und Aufgelöste Rampen

Auf diese Maßnahme und ihre Vorzüge hinsichtlich der Fischwanderung wurde bereits in den Kapitel 5.3.2.3 Sohlrampen (Blocksteinrampen) und 5.3.2.3.2 (Aufgelöste Rampen) hingewiesen.

### 5.3.2.6.15 Rampen- Sohlschwellenkombination

In alpinen Wildbächen ist es oft notwendig, große Gefälleunterschiede zu überwinden. Um dies zu erreichen, können Rampen- und Sohlschwellenkombinationen angewandt werden. Zu beachten ist, dass diese Bauweise nur in Epi- und Metarithralregionen angewandt werden darf, da solche Schwellen für Organismen der Hyporithralregion, wie z.B. die Äsche, Wanderhindernisse darstellen können (MERWALD, 1994).

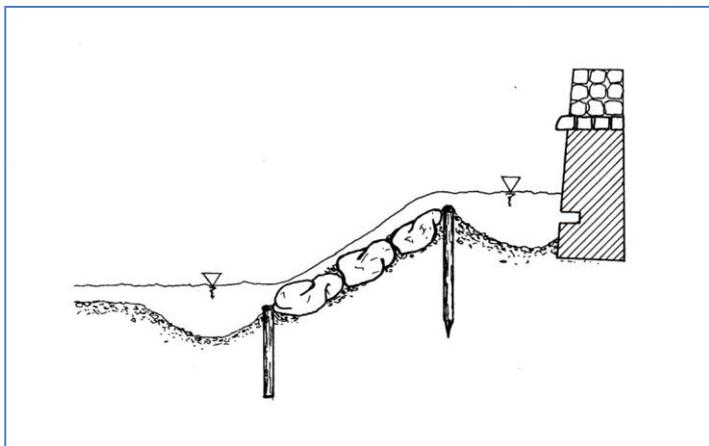


Abbildung 64: Rampen- und Sohlschwellenkombination mit Kolken als Regenerationsplatz und Rückzugsmöglichkeit (MERWALD, 1994)

Diese Bauweise besteht aus einer Rampe, einem bachaufwärts anschließenden stabilen großen Kolk und einer darauffolgenden Sohlschwelle (Abbildung 64). Diese Sohlschwelle muss für Fische passierbar sein.

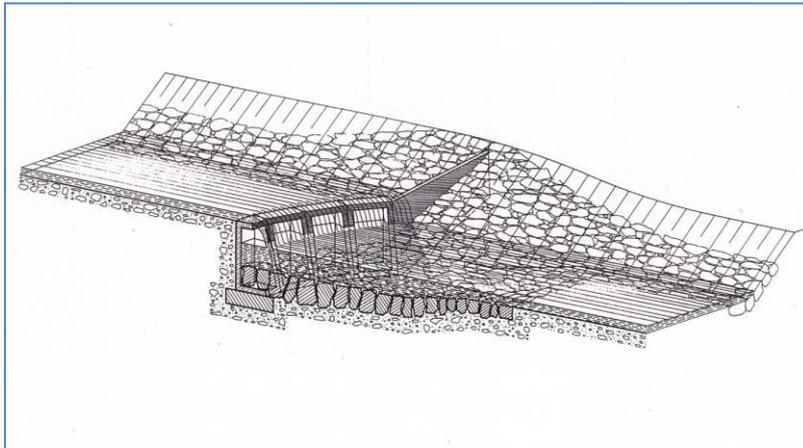
Aus hydraulischer Sicht kommt es im Kolk zwischen Rampe und Schwelle zur Energievernichtung des herabstürzenden Wassers.

Ökologisch betrachtet bietet er Forellen gute Lebensbedingungen

und kann im Falle eines Hochwassers oder einer Trockenperiode als Rückzugsort dienen. Zusätzlich bietet er Fischen, nachdem sie die Rampe hinauf gewandert sind, eine Regenerationsmöglichkeit, bevor die Schwelle übersprungen wird. Zusätzlich verhindert der Kolk, dass sich Fische bei einer Abdrift Verletzungen zuziehen (MERWALD, 1994). Untersuchungen von MERWALD (1984) zeigten, dass bei fachgerechter technischer und ökologischer Bauausführung dieser Maßnahme alle schutzwasserbaulichen und hydrobiologischen Anforderungen erfüllt werden. Der Einsatz von ökologischen Steinkastenschwellen (Abbildung 53 und Foto) anstelle der üblichen Sohlschwellen bringt zusätzliche Vorteile für Benthos- und Fischpopulationen.

#### 5.3.2.6.16 Betonkasten – Stufe (BE-KA-Stufe)

Hierbei wird das Querwerk aus Qualitätsbetonfertigteilen zusammengebaut. Die einzelnen Elemente sind luftseitig offen, wodurch sie hervorragende Fischeinstände liefern und Material einsparen, was wiederum zu Gewichts- und Preisersparnissen führt. In ihrer Verlegung sind sie einfach zu handhaben und können entweder gerade, gewölbt und mit oder ohne Flügel verlegt werden. In Bezug auf Breite und Tiefe sind sie sehr variabel und



**Abbildung 65: Betonkasten – Stufe (BE-KA-Stufe) mit ausreichend tiefem Kolk. Diese Bauwerkstypen lässt sich hervorragend den ökologischen Anforderungen des betreffenden Gewässers anpassen (MERWALD, 1994)**

Überfallshöhe, gebrochenen Kanten, einer variablen Abflussschnittung, Aufstiegsschlitzen für Benthosorganismen, und einer leicht herstellbaren Niederwasserrinne vollkommen Rechnung getragen (MERWALD, 1994).

eine Montage, sowie die Gestaltung der Abflussschnittung, ist problemlos durchführbar (MERWALD, 1994). Abbildung 65 zeigt die schematische Darstellung der Betonkasten – Stufe (BE-KA-Stufe). Den ökologischen Anforderungen an schutzwasserbauliche Bauwerke wird aufgrund ihrer idealen Gestaltungsmöglichkeiten, einer überwindbaren

#### 5.3.2.6.17 Fischsteine

Hierbei handelt es sich um keine wirkliche Schutzkonstruktion, sondern eher um gewässerstrukturierende Elemente. Sie werden auch als Belebungs- oder Störsteine bezeichnet und sollen an dieser Stelle nur ergänzend erwähnt werden. Sie sorgen für eine Strömungsvarianz, lösen gleichmäßige Strömungen aus und ermöglichen den Fischen einen Einstand in ruhigeren Abschnitten (MERWALD, 1994). Durch sie entstehen Kolke und sie begünstigen die Ausbildung von unterschiedlichen Wassertiefen in Flachbereichen. Zu beachten ist jedoch, dass Fischsteine nur in Flüssen, Wildflüssen und breiten und flachen Unterläufen von Wildbächen eingebracht werden dürfen, da sie bei zu steilem Gefälle abgedriftet und an ungeschützten Ufern Schäden anrichten können. Bei Gewässern mit einer Breite von unter 5 Metern sollte auf den Einsatz dieser Maßnahme verzichtet werden, da ihre Nähe zum Ufer und die dadurch ans Ufer gelenkte Strömung und Treibgut Uferanrisse verursachen können (MERWALD, 1994).

## Teil 2 Projekt

### 6 Projekt Preiner Bach

#### 6.1 Allgemeine Zielsetzung

Ziel des zweiten Teiles dieser Masterarbeit ist die Erstellung eines bestmöglichen Schutzkonzeptes für den Preiner Bach bei Reichenau an der Rax in Niederösterreich. Hierbei geht es ausschließlich um den Einsatz von baulichen Maßnahmen direkt im Gewässerschlauch oder dessen unmittelbarer Nähe.

Zu diesem Zweck wurde eine besonders gute Auswahl an Bautypen getroffen. Diese Auswahl basiert einerseits auf den schutztechnischen Erfordernissen um die möglichen Auswirkungen von Schadereignisse für die Menschen und Sachwerte in dem betroffenen Gebiet des jeweiligen Gewässerabschnittes abwenden, oder zumindest auf ein verträglicheres Maß reduzieren zu können.

Des Weiteren soll der Erhalt bzw. die Wiederherstellung der ökologischen Funktionsweise des Preiner Baches erreicht werden.

Hierfür ist eine eingangs genauere Bestimmung der unterschiedlichen ökologischen Einflussfaktoren notwendig. Erst im Anschluss daran können unter Berücksichtigung der schutztechnischen Zielsetzung die passenden technischen Schutzkonstruktionen bestimmt werden.

Die im ersten Teil dieser Masterarbeit angeführte Theorie dient hierbei als Grundlage. Basierend auf ihr wird die Bewertung des Untersuchungsgebietes inklusive der Bestimmung des Gewässerleitbildes und die Auswahl der entsprechenden Schutzmaßnahmen getroffen und begründet.

Schlussendlich soll als Resultat ein Vorschlag für einen ökologisch funktionsfähigen, den schutztechnischen Anforderungen gerecht werdenden Gewässerabschnitt vorliegen.

Dies umfasst aus ökologischer Sicht eine je nach gegebenen Möglichkeiten angemessene Vernetzung des Fließgewässers mit dem Umland und natürliche Linienführung, die Wanderbarrierefreiheit, Passierbarkeit und ausreichende Wassertiefe für aquatische Organismen, die Erhaltung von Laichplätzen und eine entsprechende Habitatgestaltung für die lokale Gewässerfauna.

Aus schutztechnischer Sicht muss eine entsprechende Querschnittsbemessung für Hoch- Mittel- und Niederwasser erreicht, die Abfuhr von Geschiebe gewährleistet und der Schutz vor Erosion bewerkstelligt werden.

## 6.2 Beschreibung des Projektgebietes

### 6.2.1 Lage



**Abbildung 66: Lagekarte des Einzugsgebietes des Preiner Baches inklusive seiner Zubringer im südlichen Niederösterreich**

Der Preiner Bach oder auch Preinbach genannt, liegt im südlichen Niederösterreich im Gemeindegebiet von Reichenau an der Rax im Bezirk Neunkirchen. Abbildung 66 zeigt das Einzugsgebiet des Preiner Baches, welches eine Fläche von 39km<sup>2</sup> aufweist, befindet sich westlich der Marktgemeinde Reichenau an der Rax. Der Bach mündet rechtsufrig in die Schwarza. Das ursprüngliche Untersuchungsgebiet dieser Masterarbeit umfasste nicht den gesamten Bachverlauf, sondern erstreckte sich nur im unteren Bereich von der Kompetenzgrenze zur Bundeswasserbauverwaltung Niederösterreich bei Hm 13,92 bis zur Einmündung des Griesleitenbaches bei Hm 72. Dennoch wird bei den folgenden Beschreibungen des Einzugsgebietes und des Baches auf die gesamte Fläche bzw. den ganzen Fließgewässerverlauf eingegangen. Der primäre Grund hierfür ist, dass eine ökologische Funktionalität bereits ab der Mündung in den Vorfluter gegeben sein

sollte und eine gesonderte Betrachtung des einzelnen Abschnittes für eine Erfassung aller Einflussfaktoren, Gegebenheiten und der Charakteristik des betreffenden Gewässers unzureichend wäre. Andererseits soll der untere Bachabschnitt des Preiner Baches in naher Zukunft dem Zuständigkeitsbereich des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung zugesprochen werden und würde somit auch in deren Kompetenzbereich fallen (Persönliches Gespräch DI Heinrich Grünwald).

## 6.2.2 Geologie, Geomorphologie

### 6.2.2.1 Lokale Geologie

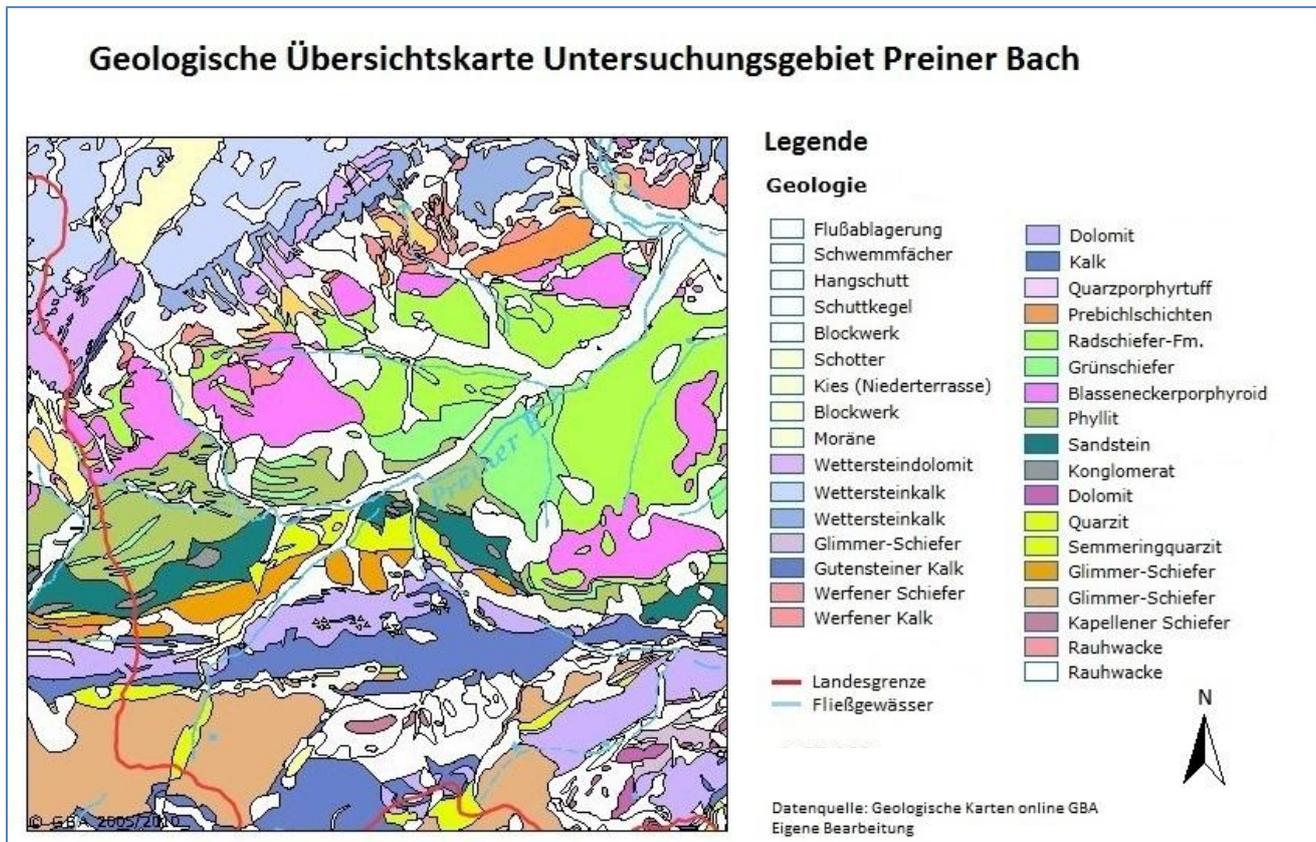


Abbildung 67: Geologische Übersichtskarte Untersuchungsgebiet Preiner Bach (Geologische Karten online GBA eigene Bearbeitung)

Abbildung 67 zeigt die geologische Situation des Untersuchungsgebietes. Im Grunde sind die größten geologischen Formationen den Kalk- und Schiefergesteinen zuzuordnen. Zusätzlich finden sich auch andere Formationen wie Flussablagerungen, Hangschutt, Schwemmfächer, Schuttkegel und Blockwerk im Untersuchungsgebiet ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015). Diese werden in Abbildung 67 farblos bzw. weiß dargestellt und sind mit Ausnahme der im Holozän an den Einmündungen von Seitentälern und an Beckenrändern entstandenen Mündungskegel und Schwemmfächer dem Quartär zuzuordnen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). Von einer umfassenden Beschreibung sämtlicher im Untersuchungsgebiet anzutreffender geologischer Einheiten wird an dieser Stelle Abstand genommen. Es sollen lediglich die wichtigsten im Untersuchungsgebiet vorkommenden geologischen Einheiten kurz beschrieben werden um einen besseren Überblick über die geologischen Gegebenheiten zu vermitteln.

**Moränen:** Die Moränenablagerungen im Untersuchungsgebiet finden sich hauptsächlich im Rax- Schneeberggebiet. Hierbei handelt es sich um hauptsächlich schichtungslose, unsortierte Ablagerungen der Würmvereisung. Während das Material der Seiten- und Endmoränen meist locker gelagert ist, weisen die Grundmoränen aufgrund der ehemaligen Eisauflast eine starke Konsolidierung auf (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). Sie bilden ein zähplastisches bis hartes Sediment und sind aufgrund ihrer Lagerungsdichte nahezu wasserundurchlässig (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

**Radschiefer Formation:** Eines der Hauptgesteine ist die in hellgrün dargestellte Radschiefer Formation. Es handelt sich dabei um graue bis grüngraue, siltige bis feinsandige, meist feingeschichtete und geschieferte Silt- bis Tonschiefer bzw. Phyllite. Sie werden dem Silur bis unteren Devon zugeordnet ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015).

**Phyllite:** Neben den ebenfalls grün abgebildeten Grünschiefern, gibt es größere Bereiche, die der Silbersberg – Gruppe zuzuordnen sind. Hierbei handelt es sich um Phyllite, genauer gesagt um eine ca. 300m mächtige Serie aus Serizitphyllit und Quarzphyllit mit Einschaltungen von Quarzit und Konglomeratgneis. Innerhalb dieser Serie treten die bereits erwähnten Grünschiefer und aber auch Metadiabase, Porphyroide und Aplitgneise auf ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015).

**Blasseneckporphyroid:** Eine weitere größere geologische Einheit im Untersuchungsgebiet sind Blasseneckporphyroide. Sie stellen das Produkt eines kurz andauernden sauren Vulkanismus dar. Dem Chemismus nach handelt es sich vorwiegend um Rhyolithe und Rhyodazite bis Dazite. Daneben finden sich Alkalirhyolite sowie gelegentlich Andesite. Es sind mehrere Förderperioden nachweisbar. Einschaltungen von grünlichen bis grauen Schiefern sind im Gebiet wiederholt anzutreffen. Diese Zwischenlagen, weitgehend sedimentärer Natur, wurden ebenfalls als Radschiefer kartiert, da sie feldgeologisch keinerlei Unterschiede zu diesen zeigen ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015).

**Sandstein:** Es handelt sich hierbei um vor allem graue, graphitführende Sandsteine und dunkelgraue Schiefer mit Einschaltungen von Quarzkonglomeraten unter- bis oberkarbonischen Alters ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015).

**Glimmer-Schiefer:** Die orangen Flächen zeigen das Verbreitungsgebiet von Glimmer-Schiefern. Genauer gesagt handelt es sich um wechselnd mächtige feinblättrige, graue bis grüne oder violette Serizitphyllite bis Serizitquarzschiefer mit lokalen Einschaltungen von Porphyroidlinsen, Konglomerat- und Karbonatlagen ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015). Nördlich daran angrenzend gibt es Quarzitvorkommen.

**Hangbrekzie:** Diese aus dem Mindel-Riss-Interglazial stammenden Schuttkörper wurden in Hanglagen durch Sickerwässer verkittet (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

**Prebichlschichten:** Bei diesen graugrünen, violetten und roten Konglomeraten, Sand- und Siltsteinen dieser Formation handelt es sich um Verwitterungsschutt der variszischen Gebirgsketten. Sie stammen aus dem Perm (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

**Wurfener Schichten:** Ausgedehnte Areale von Wurfener Schichten finden sich vor allem entlang des Kalkalpen-Südrandes. Sie können in siliziklastische und karbonatisch beeinflusste Bereiche eingeteilt werden. Es handelt sich um Einschaltungen von grauen, braun verwitternden, wenige Zentimeter bis 1 Dezimeter dicken Kalklagen in den bunten Schiefern ([www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at), Zugriff: 15.05.2015).

**Rauhwaacke:** Zusammen mit den Wurfener Schichten treten immer wieder Züge von Rauhwaacken in Form von gelb verwitternden, porösen Massen oder von grauen bis braunen, zelligen Karbonaten auf. Diese entwickeln sich durch zunehmende Zersetzung aus Wurfener

Kalken oder wurden aus dolomitischem Ausgangsmaterial gebildet (www.geologie.ac.at, Zugriff: 15.05.2015).

**Gutensteiner Kalk:** Dieser entstand durch eine verstärkte Karbonatproduktion in Schelfbereichen zur Wende vom Unter- zum Mitteltrias. Hierbei lagerte sich der dunkle Kalkschlamm in sauerstoffarmen Tümpeln und Wannern ab (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

**Wettersteinkalk (Lagunen- und Riff-Fazies):** Wie der Dachsteinkalk lässt sich der Wettersteinkalk in Lagunensedimente und Riffschutt-Ablagerungen untergliedern. In den Lagunen entstanden gebankte bis massige Kalke, in den Riffen stellen vor allem Kalkschwämme den wichtigsten Gerüstbildner der massigen Kalke dar (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

**Dolomit, Wettersteindolomit:** Diese Komplexe können Mächtigkeiten von mehreren hundert Metern aufweisen. Man vermutet, dass sie mit ihrem tieferen, dunkelgrauen und gut geschichteten Teil noch dem Anis angehören. Die höheren, hellgrauen und häufig massigen Teile werden als Wettersteindolomit bezeichnet und zeitlich gesehen größtenteils der mittleren Trias, genauer gesagt dem Ladin zugeordnet (www.geologie.ac.at, Zugriff: 15.05.2015).

#### 6.2.2.2 Lokale Geomorphologie

Während der Nordteil der Gemeinde kalkhochalpine Morphologie aufweist, sind für den Südteil sanftere Geländeformen der Grauwackenzone charakteristisch (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Reichenau an der Rax hat, wie der Name schon sagt, Anteil am Kalkplateau der Rax (2007m) sowie des Schneeberges (2076m). Hierbei handelt es sich um Reste tertiärer Kuppenlandschaft, die infolge von Verkarstung und unterirdischer Entwässerung entstanden und bis heute erhalten geblieben sind. Diese Landschaft entstand noch vor der finalen Hebung der Alpen unter tropisch-subtropischen Klimabedingungen. Charakteristisch hierfür sind Vorkommen ortsfremder Gesteine („Augensteine“) und Lehmböden (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Der südliche Gemeindeteil liegt bereits innerhalb der Grauwackenzone. Die Gipfelhöhen erreichen hier nur mehr um die 1000m. Infolge der Wasserundurchlässigkeit der anstehenden Gesteine haben sich zahlreiche Gräben ausgebildet, die zum Preiner Bach entwässern (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

#### 6.2.2.3 Hydrogeologie

Die hydrogeologischen Verhältnisse folgen der großtektonischen Gliederung des Gemeindegebietes. Aufgrund der wasserstauenden Gesteine in der Grauwackenzone kommt es hier hauptsächlich zu Oberflächenabfluss. Die Grundwasserneubildung macht nur einen geringen Anteil aus. Liegen in den Schiefen keine besonderen Lagerungsverhältnisse vor (Schrägstaffelung, Muldenstrukturen), so bleibt die Wasserwegigkeit auf Schieferungsfugen und Klüfte beschränkt (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Die hydrogeologischen Charakteristika der Gneise, Quarzite und Metavulkanite weisen starke Ähnlichkeiten zu den zuvor beschriebenen Schiefergebieten auf. Auch hier herrschen

geringe Infiltration, schlechte Aquifer- Eigenschaften und hohe Oberflächenabflusswerte vor (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Der Entwässerungstypus des in den Kalkalpen gelegenen Gemeindegebietes unterscheidet sich jedoch stark. Die lokalen Wetter- und Dachsteinkalke sind sehr gut verkarstungsfähig und weisen ausgeprägte Karströhrensysteme auf. Die wasserwirtschaftliche Bedeutung im Rax- Schneeberggebiet ist in Hinblick auf die Wiener Hochquellleitung als überregional einzustufen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Der Verkarstungsgrad der Dolomite ist bedeutend geringer als jener der reinen Kalke. Obwohl sie aufgrund ihres feinmaschigen Kluftnetzes günstige Aquifer- Eigenschaften aufweisen, dominiert in den Bereichen des Dolomitgesteins die Oberflächenentwässerung (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Horizonte von Mergel, Sandstein und Haselgebirge bilden Stauhorizonte. Stehen diese Gesteine an der Oberfläche an, so werden die betroffenen Gebiete oberflächlich entwässert. Liegen kleinräumige Wechsel von Dolomit- Marmor- und Schieferserien vor, so fungieren letztere als Stauhorizonte für lokale Karbonataquifiere (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

## 6.2.3 Klima

### 6.2.3.1 Allgemeines

Klimatisch betrachtet herrscht in dieser Region humides Stauklima vor, jedoch mit merklich geringeren Niederschlägen als in westlicheren Regionen Österreichs.

Gegenüber dem Westteil der nördlichen Randalpen treten etwas kältere Winter und wärmere Sommer (lokal extrem kalte Beckenlagen) auf (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Für eine genauere Einschätzung der klimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet wurden Messwerte der Klimastation Reichenau a. d. Rax vom Zeitraum 1971 – 2000, ein Auszug für das Jahr 2014 aus dem ZAMG- Jahrbuch (siehe Anhang I) und Informationen aus dem WLV-GZP Reichenau a. d. Rax aus der Version aus dem Jahr 2007 herangezogen. Es werden nur die Messwerte für Lufttemperatur, Sonnenscheinstunden, heitere und trübe Tage, relative Luftfeuchtigkeit und Niederschlag angeführt. Für die Niederschlagswerte konnte auf eine längere Zeitreihe (1901 – 1998) zurückgegriffen werden.

### 6.2.3.2 Temperatur

Über die Periode 1971-2000 lag das durchschnittliche Jahresmittel bei 8,2 °C, das monatliche Maximum bei 23,9 °C und das monatliche Minimum bei -4,9 °C. In diesem Messzeitraum wurde das absolute monatliche Maximum mit 35,6 °C im Jahr 1983 in den Monaten Juli und August gemessen. Der Jänner 1985 war mit -23,9 °C das kälteste Monat in dieser Messperiode. Abbildung 68 zeigt den gemittelten Verlauf der monatlichen Lufttemperatur über die gesamte Messperiode (dunkelblau), das monatliche Maximum (rot) und Minimum (grün) und jeweils das absolute Maximum (violett), sowie das absolute Minimum (hellblau).

2014 lag das Jahresmittel der Lufttemperatur bei 10,2 °C, das absolute Jahresmaximum bei 33,5 °C und das absolute Jahresminimum bei -11,2 °C (siehe Anhang Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014).

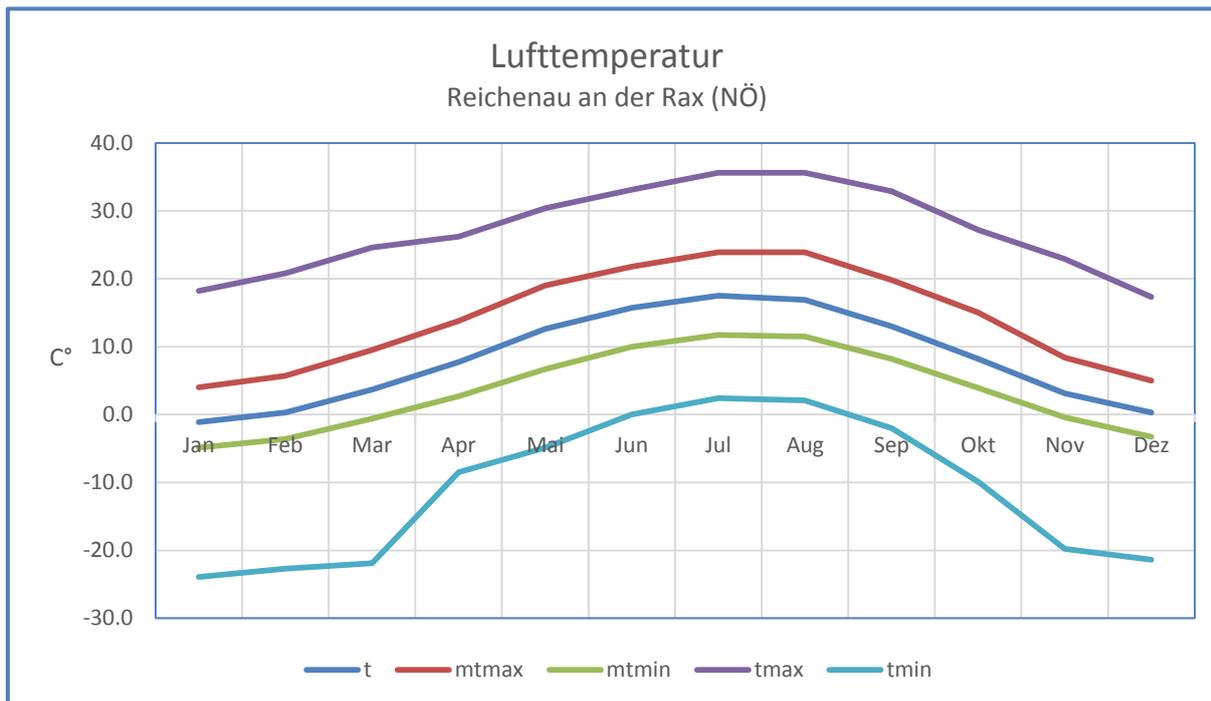


Abbildung 68: Verlauf der Lufttemperatur für die Klimastation Reichenau a. d. Rax im Messzeitraum 1971 – 2000 (modifiziert nach ZAMG- Jahrbuch, Zugriff 09.06.2015).

### 6.2.3.3 Sonnenscheinstunden / heitere u. trübe Tage

Im Zeitraum 1971 – 2000 lag der jährliche Durchschnitt an heiteren Tagen bei 43,7 und an trüben Tagen bei 133,2. Die jährliche durchschnittliche Monatssumme an Sonnenscheinstunden lag bei 1598,2 (ZAMG- Jahrbuch, Zugriff 09.06.2015).

2014 gab es 1681 Sonnenscheinstunden (siehe Anhang Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014).

### 6.2.3.4 Niederschlag

Die Niederschlagswerte nehmen vor allem durch erhöhte Winterniederschläge gegen das Gebirgsinnere zu und gegen Osten hin ab. Der Jahresniederschlag im Untersuchungsgebiet variiert je nach Höhenlage.

In sub- bis tiefmontanen Bereichen der größeren Region herrschen Jahresniederschlagsmengen zwischen 1000 und 1700 mm vor, in hochmontanen bis subalpinen Höhenlagen liegen sie im Bereich zwischen 1100 bis etwa 1900 mm. In exponierten Hochlagen erreichen die Jahresniederschlagsmengen sogar bis zu 2200 mm (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). Der Niederschlagsverlauf weist ein Julimaximum sowie ein zweites Maximum im Winter auf. 2014 verzeichnete die Klimastation in Reichenau a. d. Rax eine Jahresniederschlagssumme von 1039mm (siehe Anhang Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014).

Generell findet die Hauptniederschlagsintensität in den Monaten Mai bis August statt. Der maximale Eintagesniederschlag der Niederschlagsstation Reichenau a. d. Rax (486 m ü. A.) liegt bei 108 mm für einen Messzeitraum von 1901 bis 1998 und wurde am 28.11.1913 gemessen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). 2014 betrug dieser Wert 87 mm in 24 Stunden (siehe Anhang Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014).

Jährlich treten im Schnitt 20 bis 30 Tage mit Gewitter auf, Hagel findet im Mittel einmal jährlich statt (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Durchschnittlich gibt es jährlich 62 Tage mit einer Schneehöhe >1 cm, die mittlere maximale Schneehöhe liegt bei 29 cm (ZAMG- Jahrbuch, Zugriff 29.06.2015).

2014 erreichte die maximale Tagesschneehöhe 20 cm (siehe Anhang Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014).

Als auslösende Faktoren für die Entstehung von Katastrophenniederschlägen können einerseits Abtransporte von feuchtwarmen mediterranen Luftmassen, oder andererseits die Bildungen von konvektiven Schauerzellen mit hoher Niederschlagsintensität mit kleiner räumlicher Ausdehnung gesehen werden. Die Gewitterstraße verläuft von Südwest nach Nordost (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). Tabelle 13 zeigt die ermittelten maßgeblichen Bemessungsniederschläge. Sie wurden auf Basis des meteorologischen Modells nach Lorenz-Skoda für niedrige Dauerstufen ermittelt und ergaben folgende Werte:

**Tabelle 13: Maßgebliche Bemessungsniederschläge nach Lorenz-Skoda (Quelle: WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007)**

<b>Einzugsgebiet</b>	Mittl. Jahresniedersch. extrapoliert [mm]	100jährl. Starkniederschlag in 15 min [mm/15min]	100jährl. Starkniederschlag in 60 min [mm/60min]	100jährl. Starkniederschlag in 180 min [mm/180min]
<b>Preiner Bach</b>	<b>1109</b>	<b>81</b>	<b>151</b>	<b>213</b>

An dieser Stelle muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Modellvoraussetzungen nur für konvektive Niederschläge Gültigkeit besitzen und die Daten höherer Dauerstufen (über 180 min) als unsicher zu bezeichnen sind. Die nach Lorenz-Skoda ermittelten Niederschläge neigen tendenziell zu einer Überschätzung und müssen demnach entsprechend der Flächengröße abgemindert werden. In diesem Wildbacheinzugsgebiet verändern sich die Werte aufgrund der Abminderung jedoch nur marginal (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

### 6.2.3.1 Relative Luftfeuchtigkeit

Die Werte für die relative Luftfeuchtigkeit wurden jeweils um 7 Uhr und um 14 Uhr gemessen. Wie man anhand Abbildung 69 erkennt, sind die Monate mit der höchsten relativen Luftfeuchtigkeit der September und Oktober. Das Jahresmittel lag in diesem Zeitraum um 7 Uhr bei 81,9, bzw. um 14 Uhr bei 58,4%. 2014 lagen beide Werte mit 84% für 7 Uhr bzw. 61% für 14Uhr knapp darüber (siehe Anhang Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014).

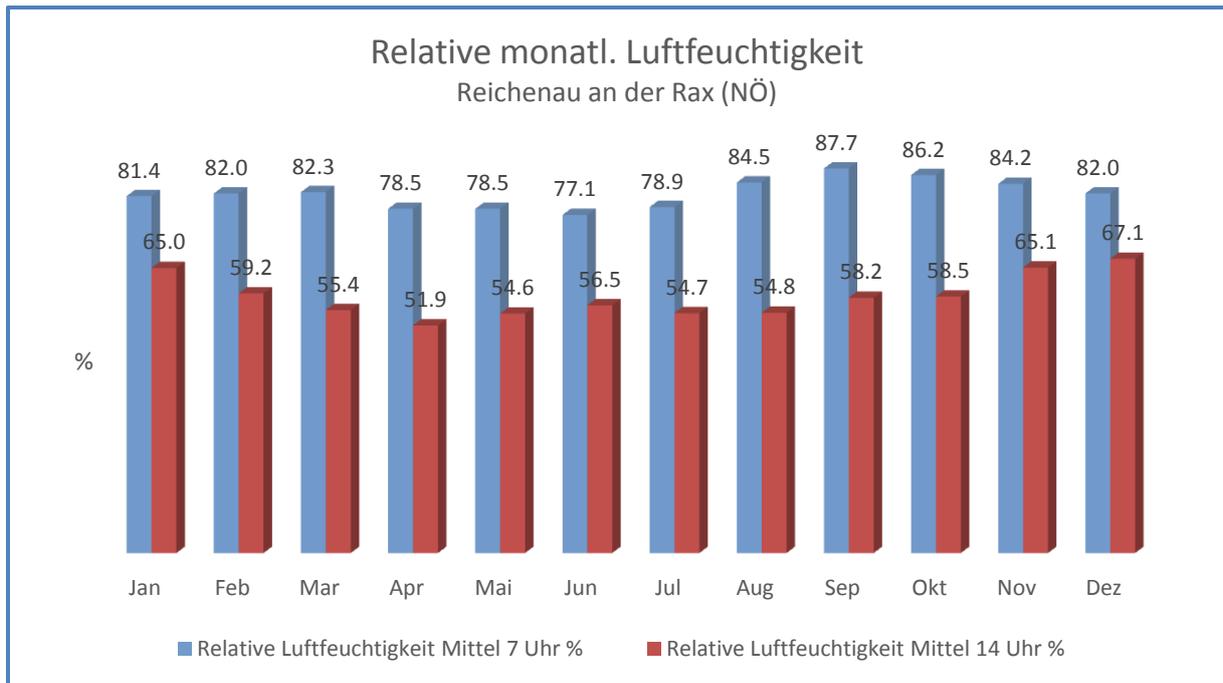


Abbildung 69: Relative monatl. Luftfeuchtigkeit für die Messperiode für Reichenau a. d. Rax 1971 - 2000 (modifiziert nach ZAMG- Jahrbuch, Zugriff 09.06.2015).

## 6.2.4 Flächennutzung

### 6.2.4.1 Wald- und Forstwirtschaft

Das Untersuchungsgebiet liegt in den Hauptwuchsgebieten 4: Nördliche Randalpen (Wuchsgebiet 4.2 Nördliche Randalpen – Ostteil) und 5: Östliche Randalpen (Wuchsgebiete 5.1 Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermenalpen) und 5.2 Bucklige Welt).

Die nachfolgende Beschreibung orientiert sich an bestehenden kleinräumigen Einteilungen hinsichtlich pflanzengeographischer Grundlagen des Waldbaus (Leo TSCHERMAK), pflanzensoziologisch-ökologischer Grundlagen (Hannes MAYER), landwirtschaftlichen Kleinproduktionsgebieten (Franz SCHWACKHÖFER), sowie Kartierungen des BFW.

Es wird in folgender Beschreibung auf Wuchsgebiete der jeweiligen Höhenstufen Bezug genommen. Die Höhenstufen werden für jeden Wuchsbezirk tabellarisch angeführt (siehe Tabelle 14, Tabelle 15 und Tabelle 16Tabelle ).

Die Wälder stehen im Eigentum der Gemeinde Wien, der österreichischen Bundesforste AG und örtlichen Bauern (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

#### 6.2.4.1.1 Wuchsgebiet 4.2: Nördliche Randalpen – Ostteil

##### Entsprechung:

Tschermak: Bereiche von I5, IIA4, III1, III2, III3.

Mayer: 5.2, nördliches randalpines Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet, östlicher Wuchsbezirk

Schwackhöfer: 36, 39, 42 sowie Bereiche von 26, 28, 35, 37 und 40.

Kartierung: 9, 7.

(bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015)

**Tabelle 14: Höhenstufen des Wuchsgebietes 4.2**  
(modifiziert nach bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015).

Wuchsgebiet 4.2: Nördliche Randalpen-Ostteil	
Höhenstufe	Bereich
Submontan	312 - 600 (700) m
Tiefmontan	(550) 600 - 800 (900) m
Mittelmontan	(700) 800 - 1200 (1400) m
Hochmontan	(1100) 1200 - 1450 (1500) m
Tiefsubalpin	(1300) 1450 - 1600 (1750) m
Hochsubalpin	(1500) 1600 1900 - (2000) m

### Natürliche Waldgesellschaften:

Typisches Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet. Auf Dolomit kommt es zu einem verstärkten Auftreten von Rotföhrenwäldern. Die Ostgrenze des Wuchsgebietes ist durch die Verbreitungsgrenze der Tanne in der tief-/submontanen Stufe festgelegt (bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015). Die Waldgesellschaften setzen sich wie folgt zusammen:

**Sub- und Tiefmontan:** Diese Höhenstufen stellen Verbreitungsgebiete für Buchenwälder mit Beimischungen von Tannen (stärker auf Flyschpseudogley), Bergahorn, Eschen, (Fichten, Rotföhren, Eichen) dar (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Mittel- Hochmontan:** Die Leitgesellschaft bildet der Fichten- Tannen- Buchenwald. Häufig durch anthropogene Entmischung zu Fichten- Tannen bzw. Fichten- Buchen- Beständen oder zu Fichten- bzw. Buchen- Reinbeständen umgewandelt (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

Montaner Fichten- Tannenwälder als edaphisch bedingte Dauergesellschaften welche in sub-tiefmontanen Lagen zum Teil mit Stieleichen gemischt sind.

Lokalklimatisch kommt in Kaltluftdolinien, oder als edaphisch bedingte Dauergesellschaft, montaner Fichtenwald vor (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

An sonnigen Dolomitenhängen im sub- mittelmontanen Bereich und an flachgründigen Standorten, finden sich Rotföhrenwälder.

An größeren Flüssen gibt es Vorkommen von Grauerlen- und Silberweidenbestände.

An frisch- feuchten Hang- (Schutt-) Standorten mit luftfeuchtem Lokalklima in sub-mittelmontaner Lage, finden sich Laubmischwälder mit Bergahorn und Eschen.

Lindenmischwälder kommen an trockeneren und kalkreichen Schutthängen in sub-tiefmontaner Höhenlage vor (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Tiefsubalpin:** Fichtenwald kommt hier als schmaler, mit Lärchen durchmischter Höhengürtel vor (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Subalpin:** Kleine Flächen an schattigen Steilhängen stellen ideale Standorte für Karbonat-Lärchenwälder dar. Diese können bis ca. 800 m hinabsteigen (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Hochsubalpin:** Hier finden sich Karbonat- Latschengebüsche, die an ungünstigen Standorten (z.B. Lawinenzüge, Schuttriesen) weit in die montane Stufe hinabreichen können. Sie sind häufig auch anthropogen gefördert (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

An feuchten und schneereichen Standorten, wie z.B. an Lawenstrichen, tritt subalpines Grünerlengebüsch auf (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

### 6.2.4.1.2 Wuchsgebiet 5.1 Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermenalpen)

#### Entsprechung:

Tschermak: III4, Ostrand von III1 und III3.

Mayer: 5.3, Westgrenze etwas gegen Osten verschoben.

Schwachhöfer: 41, Bereiche von 37, 38 und 40.

Kartierung: Wuchsraum 6.

(bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015)

**Tabelle 15: Höhenstufen des Wuchsgebietes 5.1**  
(modifiziert nach bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015).

Wuchsgebiet 5.1: Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermenalpen)	
Höhenstufe	Bereich
Kollin	200 - 350 (400) m
Submontan	(300) 350 - 600 (700) m
Tiefmontan	600 - 800 (900) m
Mittelmontan	800 - 1200 m
Hochmontan	1100 1200 - 1400 (1500) m
Tiefsubalpin	1400 - 1600 (1700) m
Hochsubalpin	(1600) - 1900 m

#### Natürliche Waldgesellschaften:

Vorwiegend gedeihen hier wärmeliebende Traubeneichen- Hainbuchenwälder. In der kollinen Stufe ist zum Teil die Zerreiche vorherrschend. Submontan finden sich meist an wärmebegünstigten Hängen, Buchen. Auf schwer vergleyten Böden in Talsohlen, kommt es zu einer Beimischung von Stieleichen. Auf warmen, mäßig sauren Böden, bilden sich Traubeneichen- Zerreichenwälder aus (bfw.ac.at,

Zugriff: 01.06.2015). Die Verbreitung der einzelnen Waldgesellschaften lautet wie folgt:

**Kollin:** Auf sonnigen, kalkreichen und trockenen Standorten wachsen bevorzugt Flaumeichenwälder (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Sub- und Tiefmontan:** Hier kommen Buchenwälder mit Beimischung von hauptsächlich Eschen, Traubeneichen und Bergahorn vor. Weniger stark vertreten sind Hainbuchen, Kirschen, Tannen oder Lärchen (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Mittel- bis Hochmontan:** In dieser Höhenlage finden sich Standorte für Fichten- Tannen- Buchenwälder. Diese weisen in der hochmontanen Stufe einen Überhang zur Fichte auf (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

An (kollin-) sub- bis mittelmontanen, sonnigen und flachgründigen Dolomit-Steilhängen, sind Schwarzföhrenwälder als Dauergesellschaft vertreten. Auf Laubwaldstandorten kommen sie häufig in Form von Schwarzföhrenforste vor (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

An frisch- feuchten (Schutt-) Hängen mit luftfeuchtem Lokalklima gedeiht Laubmischwald mit Esche, Bergulme und Bergahorn.

Auf lokalen, trockeneren, kalkreichen Schutthängen der kollinen- und tiefmontanen Stufe findet man Lindenmischwälder. An feuchten Unterhängen und als Auwälder an Bächen trifft man auf Schwarzerlen- Eschen- Bestände.

Montaner Fichtenwald ist nur lokal, als edaphisch bedingte Dauergesellschaft ausgebildet (Felshänge, Blockhalden) (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Tiefsubalpin:** Bevorzugter Standort für Fichtenwald mit Lärche und auslaufender Tanne in Form von schmalen Höhengürteln (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Hochsubalpin:** Diese Höhenstufe bietet ideale Wuchsbedingungen für Karbonat-Latschengebüsche. An ungünstigen Standorten können sie (z.B. Lawinenzüge, Schuttriesen) bis in die montane Stufe hinabreichen (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

### 6.2.4.1.3 Wuchsgebiet 5.2: Bucklige Welt

#### Entsprechung:

Tschermak: Überwiegende Bereiche von IIA5, Teil von VII4.

Mayer: Nordöstliche Bereiche von 4.1, östliches randalpines Fichten-Tannen- (Buchen-)waldgebiet, nördlicher Wuchsbezirk.

Schwachhöfer: 43, Teile von 44 und 93.

Kartierung: 19, Nordteil 21.

(bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015)

**Tabelle 16: Höhenstufen des Wuchsgebietes 5.2**  
(modifiziert nach bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015).

Wuchsgebiet 5.2: Bucklige Welt	
Höhenstufe	Bereich
Submontan	300 - 600 (700) m
Tiefmontan	600 - 800 (900) m
Mittelmontan	800 - 1100 (1200) m
Hochmontan	1100 - 1400 (1500) m
Tiefsubalpin	1400 - 1650 (1700) m
Hochsubalpin	(1600) 1650 - 1743 m

#### Natürliche Waldgesellschaften:

In begünstigten Lagen Edelkastanie, am Nordrand Flaumeiche und Schwarzkiefer. Betontes Vorkommen der Tanne und stärkere Beimischung von Rotföhre als in Wuchsgebiet 5.3 (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015). Die Verbreitung der Waldgesellschaften lautet wie folgt:

**Submontan:** Standort für bodensauren Rotföhren- Eichenwald und Eichen- Hainbuchenwald (z.T. mit Edelkastanie). Lokal findet man auf Karbongestein Schwarzföhrenwald und Flaumeichenrelikte (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Sub- und Tiefmontan:** Wuchsgebiet für Tannen- Buchenwälder unter Beimischung von Edelkastanien, Eichen und anthropogen erhöhten Anteilen an Rotföhren (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Mittelmontan:** Hier finden Fichten-Tannen-Buchenwälder mit erhöhtem Tannenanteil ideale Wuchsbedingungen vor (Leitgesellschaft) (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Hochmontan:** In dieser Höhenstufe sind Fichten- Tannenwälder vorherrschend (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Tiefsubalpin:** Als schmaler Höhengürtel bildet sich hier nicht typisch entwickelter Fichtenwald aus (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

**Hochsubalpin:** Hier kommen kleinräumig in Kammlagen Grünerlengebüsch vor (bfw.ac.at, Zugriff: 01.06.2015).

### 6.2.4.2 Landwirtschaft

Die Tallagen entlang des Preiner Baches werden vor allem für Grünland- und Weidebewirtschaftung genutzt. In seinem Einzugsgebiet, vor allem im Bereich des Zubringers Großaubach wird auch kleinflächiger Ackerbau betrieben.

#### 6.2.4.3 *Besiedelung, Verkehr und sonstige Nutzung*

Das Gebiet entlang des Preiner Baches ist relativ dicht besiedelt. Der Bach fließt durch die Ortschaften Hirschwang, Edlach an der Rax, Dörfel, Preinrotte und Prein an der Rax. Die Siedlungen grenzen teilweise unmittelbar an den Bach, wodurch der Platz für bautechnische und flächenwirtschaftliche Maßnahmen äußerst begrenzt, bzw. praktisch nicht vorhanden ist. Neben den Siedlungskernen entlang des Baches im Talboden finden sich auch einzelstehende Häuser.

Auch in Zukunft werden weitere Bautätigkeiten im Siedlungsbereich erwartet (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Im unteren Bereich des Baches bei Hm 4,8 quert die Bundesstraße B27 (Höllental Straße) den Preiner Bach. Die Landeshauptstraßen L 136 und L 135 verlaufen in Richtung Preiner Gscheid durch die Ortschaften über größere Strecken unmittelbar entlang des Baches.

#### 6.2.4.4 *Fischereirevier*

Der Preiner Bach zählt zum Fischereirevier Schwarza H1 und liegt im Verwaltungsbereich der Stadt Wien. Zuständige Magistratsabteilung ist die MA 49 für Forstverwaltung.

### 6.2.5 **Allgemeiner Bachcharakter**

Das Einzugsgebiet des Preiner Baches beträgt 39 km<sup>2</sup> und ist zu 72% mit Wald, bzw. zu 28% mit landwirtschaftlicher Fläche, Wiese und Weide bedeckt (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Die Seehöhe der Wasserscheide liegt auf 1895 m und die der Mündung auf 525 m Seehöhe. Betrachtet man das Bachgefälle für den gesamten Bachverlauf, so beträgt dieses im Oberlauf 33-13%, im Mittellauf 13-6% und 6-4% im Unterlauf (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Im Falle des Untersuchungsabschnittes werden größere Gefälleunterschiede im oberen Bereich durch Sinoidalschwellen bei Hm 72 und 65,8 und einer Schusstenne bei Hm 70,1 überwunden. Das durchschnittliche Gefälle für den oberen Untersuchungsabschnitt beträgt ca. 7%.

Betrachtet man abflusshemmende bzw. –erhöhende Faktoren, so ist festzuhalten, dass sich der hohe Waldanteil im Einzugsgebiet abflussmindernd auswirkt. Felsflächen im Oberlauf hingegen führen zu einer Abflusserhöhung (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Der Preiner Bach ist als primär hochwasserführend mit einem Geschiebe-/Feinsedimentanteil unter 5% einzustufen.

Der Bach ist im Untersuchungsabschnitt das ganze Jahr über permanent wasserführend und weist eine Wasserqualität der Güteklasse 1 sowie einen hohen Sauerstoffgehalt auf. Obwohl aus Zeit- und Kostengründen keine exakten Messungen vorgenommen werden konnten, wurden diese Annahmen anhand der im Untersuchungsabschnitt heimischen Fauna getroffen. Als Zeigerspezies wurden die Bachforelle, der Bachflohkrebs und die Steinfliege herangezogen. Die Überprüfungen wurden Stichprobenartig an mehreren Stellen durchgeführt.

Mit Ausnahme einzelner kurzer Strecken weist der Untersuchungsabschnitt im Unter- und Mittellauf größtenteils eine gute Beschattung auf. Lediglich im Oberlauf ab Beginn der Künette ab Hm 60,8 bis zum oberen Ende des zu untersuchenden Bachabschnittes bei Hm 72 fehlt diese größtenteils.

## 6.2.6 Katastrophenpotenzial

Das Einzugsgebiet lässt sich in 6 kleinere Untereinzugsgebiete einteilen. Diese Einteilung wurde aus dem für die Gemeinde Reichenau an der Rax vorliegenden Gefahrenzonenplan des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung entnommen. In diesem Gefahrenzonenplan ist der Preiner Bach mit der Nr. 4 gekennzeichnet. Tabelle 17 zeigt die Reinwasserabflussmengen für die Ereignisse HQ 10, HQ 30, HQ 100, HQ 150, sowie die Hochwasserabflussmenge für HQ 150 inklusive Geschiebeanteil. Die kritischen Anlaufzeiten (tc) und die Hochwasserfracht für ein HQ 150 sind ebenfalls angeführt.

**Tabelle 17: Darstellung der Hochwasserabflussmengen HQ 10, HQ 30, HQ 100, HQ 150, HQ 150 inklusive Geschiebeanteil, Hochwasserfracht HQ 150, sowie kritische Anlaufzeiten tc für das Einzugsgebiet des Preiner Baches und seinen Teileinzugsgebieten (Quelle: WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).**

<b>Einzugsgebiet</b> Teileinzugsgebiet/Knoten (Untereinzugsgebiet)	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Anlauf- zeit tc [min]	HQ 10 Reinwasser [m <sup>3</sup> /s]	HQ 30 Reinwasser [m <sup>3</sup> /s]	HQ 100 Reinwasser [m <sup>3</sup> /s]	HQ 150 Reinwasser [m <sup>3</sup> /s]	HQ 150 inkl. Geschiebe Geschiebe [m <sup>3</sup> /s]	HW- Fracht HQ 150 [1000m <sup>3</sup> /s]
Preiner Bach 4_5	10,2	42	27,6	39	52	58,8	61	229
Preiner Bach 4_4	12,3	49	29,7	42	56	63,3	65	291
Preiner Bach 4_3	18,5	61	38,2	54	72	81,4	83	467
Preiner Bach 4_2	25,6	89	48,8	69	92	104	106	867
Preiner Bach 4_1	36,5	102	61	86,3	115	130	132	1242
<b>Preiner Bach 4</b>	<b>39</b>	<b>117</b>	<b>65,7</b>	<b>93</b>	<b>124</b>	<b>140</b>	<b>142</b>	<b>1536</b>

Wie aus Tabelle ersichtlich wird, macht der Feststoffanteil nur einen geringen Prozentsatz der Hochwasserfracht aus und liegt für jedes Teileinzugsgebiet unter 5%. Das Geschiebepotential wird als gering eingestuft und die hauptsächliche Geschiebeentnahme erfolgt durch Seitenschurf in den einzelnen Zubringern (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). Die Angaben bezüglich Geschiebepotenzial, Geschiebefracht, bzw. prozentualem durchschnittlichem und maximalem Feststoffanteil sind in Tabelle 18 aufgelistet. Die Angaben zu Geschiebe- (Feststoff-) potenzial und -fracht basieren auf Schätzungen auf Basis von Analogieschlüssen bzw. reinen Schätzungen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

**Tabelle 18: Angaben zu Geschiebe- (Feststoff-) potenzial, -fracht, durchschn. und max. Feststoffanteil des Preiner Baches und seinen Teileinzugsgebieten (Quelle: WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).**

<b>Einzugsgebiet</b> Teileinzugsgebiet/Knoten (Untereinzugsgebiet)	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Geschiebe- (Feststoff-) potenzial [m <sup>3</sup> ]	Geschiebe- (Feststoff-) fracht [m <sup>3</sup> ]	Durchschnittl. Feststoffanteil [%]	Max. Feststoffanteil [%]
Preiner Bach 4_5	10,2	12000	8000	3,4	3,6
Preiner Bach 4_4	12,3	11000	7000	2,4	2,5
Preiner Bach 4_3	18,5	17000	11000	2,3	2,4
Preiner Bach 4_2	25,6	21000	13000	1,5	1,6
Preiner Bach 4_1	36,5	26000	16000	1,3	1,4
<b>Preiner Bach 4</b>	<b>39</b>	<b>29000</b>	<b>18000</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>

Bezüglich der Methodik und der gewählten Berechnungsverfahren zur Ermittlung sämtlicher Werte wird auf den Gefahrenzonenplan und dessen Anhänge verwiesen. Für diese Masterarbeit wurden die vorliegenden Werte lediglich übernommen, eine eigenständige Berechnung war nicht Gegenstand der Themenstellung.

Betreffend Wildholz und Schwemmgut ist mit einem Eintrag durch seitliche Nachböschung zu rechnen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Als gefahren erhöhend sind die zu kleine Bachstatt für eine HQ 150, zu kleine Brückendurchlässe und mögliche Verklausungsgefahren durch Wildholz einzustufen. Das Abfuhrvermögen des Vorfluters (Schwarza) wird als ausreichend bewertet (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

### 6.2.7 Bestehende Schutzbauten

Die Durchsicht des Kollaudierungsarchives der Gebietsbauleitung Wiener Neustadt zeigte, dass die Verbauungsgeschichte des Preiner Baches bis Ende des 19. Jahrhunderts zurückreicht. Zur Zeit der Monarchie wurde bereits eine umfangreiche Regulierung des Preiner Baches geplant. Von diesen Maßnahmen wurde jedoch nur ein Teil realisiert.

Der nachfolgende Abschnitt soll einen groben Überblick über bereits bestehende Verbauungen geben. Leider ist aus den Aufzeichnungen bis nach dem zweiten Weltkrieg nicht exakt ersichtlich, welche konkreten Maßnahmen damals auch tatsächlich ihre Umsetzung fanden. Mit Hilfe des Wildbach- und Lawinenkatasters des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung konnten erst Baumaßnahmen ab dem Jahr 1967 in Hinblick auf Detaillierung und Hektometrierung genau beschrieben werden.

In dieser Auflistung werden jedoch keine kleineren Sofortmaßnahmen angeführt. Sämtliche nachfolgenden Informationen in diesem Kapitel wurden den vorliegenden Kollaudierungen und dem Wildbach- und Lawinenkataster entnommen.

**1894 – 1901:** Regulierung des Oberlaufes mittels Trockenpflasterung und Steinsperren.

**1911:** Wurden Planungen erstellt, den Preiner Bach im Bereich von hm 13,85 bis 59,02 umfangreich zu verbauen. Die damalige Planung umfasste Staffelungen aus 25 Grund- und 100 Sohlschwellen, Uferschutzmaßnahmen in Mauerwerk, Böschungspflasterungen und Spreitlagen, 19 Wirtschafts- und eine Gemeindebrücke, Sperren (damalige Bezeichnung Wehranlagen) und der stellenweise Bau von Künetten.

**1938 – 1941:** Während der Zeit des ersten Weltkrieges und der Zwischenkriegszeit fanden diese Maßnahmen jedoch keine Umsetzung. Im Zeitraum 1938 – 1941 wurde schließlich 1/12 dieser Planungen umgesetzt.

**1966:** Nach einem Schadereignis im August wurden Ausbesserungsmaßnahmen notwendig. Hierbei wurden Steingurte und Steinrampen gebaut und Uferanrisse mittels Grobsteinschlichtung saniert.

**1967:** Kam es zu umfangreichen einufrigen Steinverlegungen und einem weiteren Einbau von Steingurten und Steinrampen an mehreren Stellen in den Bereichen hm 13,956 – 15,217, hm 15,98 – 16,59, hm 17,763 – 19,357, hm 22,291 – 24,234, hm 24,238 – 26,90 und hm 32,035 – 34,168. Im Bereich hm 23,504 – 23,570 wurde eine Betonmauer errichtet.

**1975:** Wurden bei hm 37,95 – 38,45 und 41,20 – 41,40 linksufrig Grobsteinschlichtungen errichtet.

**1982:** Sichert man das linke Ufer ebenfalls mit einer Grobsteinschlichtung über den Abschnitt von hm 43,25 – 43,50.

**1987:** Errichtung einer Grundschwelle mit Steinvorfeld von hm 20,926 – 20,966 und einer Ufermauer rechts und teilweise links mit 3 Grundswellen und Steinvorfeld von hm 21,057 – 21,445.

**1993:** Errichtung einer Grobsteinschlichtung linksufrig im Bereich hm 54,55 – 54,63.

**1996:** Wurde bei hm 52,905 – 53,292 eine Brücke neu gebaut.

Mit Ausnahme von kleineren Ausbesserungsarbeiten im Rahmen von Sofortmaßnahmen im Jahr 2003 wurden laut Aufzeichnungen der Gebietsbauleitung Wiener Neustadt und des Wildbach- und Lawinenkatasters seither keine größeren Baumaßnahmen im Preiner Bach gesetzt.

## 6.2.8 Beschreibung und Begründung der Darstellung der Gefahrenzonen

Grundlegende Problematik ist das für eine entsprechende Hochwasserabfuhr zu klein dimensionierte Bachbett und die sich daraus ergebenden Überflutungen der Ortsgebiete (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Nachfolgend wird genauer auf die Darstellung der roten und gelben Zone eingegangen. Stellungnahmen zu blauen Vorbehaltsflächen und braunen Hinweisbereichen sind im derzeitigen Gefahrenzonenplan der WLV für den Preiner Bach nicht vorhanden.

Die entsprechenden Gefahrenzonenpläne sind in Anhang III Karte I – V ersichtlich.

Die Hektometrierungsangaben der nachfolgenden Beschreibungen der Gefahrenzonen wurden aus dem vorliegenden Gefahrenzonenplan für die Gemeinde Reichenau an der Rax der Wildbach- und Lawinenverbauung übernommen. Es wird darauf hingewiesen, dass sich die Hektometrierungsangaben in diesem Gefahrenzonenplan auf die Kompetenzgrenze des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung beziehen. Diese Grenze liegt bei Hm 13,92 des gesamten Bachverlaufes und entspricht demnach im vorliegenden Gefahrenzonenplan Hm 0.

Seitens der Bundeswasserbauverwaltung liegt kein Gefahrenzonenplan für den unteren Bachabschnitt vor.

Da im weiteren Unterlauf keine weiteren Zuflüssen, Veränderungen des Bachbettes oder sonstige abflussbeeinflussende Faktoren vorliegen und sich die Einzugsgebietsgröße nicht wesentlich vergrößert, wird mit keiner wesentlichen Erhöhung des HQ 150 im untersten Bachlauf bis zur Mündung in die Schwarza gerechnet. Eine neuerliche Berechnung des HQ 150 war nicht Gegenstand dieser Masterarbeit.

### **Rote Zone:**

Noch oberhalb des Untersuchungsabschnittes kommt es bei hm 60,5 aufgrund des zu klein bemessenen Durchlasses zu einem Überströmen der Brücke und zu Geschiebeablagerungen. Diese können über 0,7 m hoch sein. Die Rote Zone von hm 60,1 bis 58,2 ist rechtsufrig aufgrund der zu erwartenden maximalen Nachböschung durch Seitenschurf bedingt. Linksufrig ist das über die Straße abfließende Wasser und dessen Höhe der Energielinie im HQ 150-Fall ausschlaggebend. Im Einmündungsbereich des Griesleitengrabens kommt es

sowohl links- als auch rechtsufrig zu Überflutungen mit einer Energielinienhöhe von 1,5 m (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Im Bereich von hm 57 bis 55,5 ist die linksufrige rote Zone aufgrund der zu erwartenden maximalen Nachböschung durch Seitenschurf und rechtsufrig aufgrund der Höhe der Energielinie festgelegt (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Aufgrund der zu geringen Dimensionierung der Brücke bei hm 55,5 kann es hier zu Verklausungen kommen, wodurch es zum Überströmen der Brücke kommen kann. Ab diesem Punkt bis hm 52,8 werden die roten Zonen rechtsufrig aufgrund der zu erwartenden maximalen Nachböschung durch Seitenschurf und linksufrig aufgrund der Höhe der Energielinie gebildet. Von hm 52,8 bis 51 wird beidufzig mit einer Energielinienhöhe von über 1,5 m gerechnet. (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Aufgrund einer Energielinienhöhe von über 1,5 m werden die Uferbereiche von hm 51 bis 46,5 als rote Zone ausgewiesen. Von hm 46,5 bis 40,5 ist die zu erwartende maximale Nachböschung durch Seitenschurf das ausschlaggebende Kriterium für die Ausweisung der roten Zone. Des Weiteren kommt es im Bereich von hm 45 bis 43,5 rechtsufrig, bedingt durch eine verklauste Brücke bei hm 44,8, zu rückschreitender Erosion. Im Fall einer Verklausung kommt es zusätzlich zu einem weiten Rückstau des Wassers bevor es über die Straße abfließen kann (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Im weiteren Verlauf von hm 40,5 bis 23 ist ebenfalls die Höhe der Energielinie von über 1,5 m ausschlaggebend für die Ausweisung der roten Zone. Bei der Einmündung des Hollensteingrabens in Prein an der Rax bei hm 40,5 kommt es aufgrund des zu klein dimensionierten Gerinnes zu großflächigen Überflutungen des Siedlungsbereiches (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Von hm 23 bis 17,5 wird die rote Zone rechtsufrig aufgrund der zu erwartenden maximalen Nachböschung durch Seitenschurf und linksufrig aufgrund der Energielinienhöhe von über 1,5 m bedingt. Von hm 17,5 bis 13 ist der beidseitige Seitenschurf und die daraus resultierende zu erwartende maximale Nachböschung ausschlaggebend (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Im Bereich von hm 13 bis hm 0 und somit bis zur Kompetenzgrenze des Gefahrenzonenplanes der Wildbach und Lawinenverbauung wird die rote Zone aufgrund der Energielinienhöhe bei einem HQ 150 von über 1,5 m ausgewiesen. Aufgrund des zu kleinen Gerinnes und des relativ breiten Talbodens kann es zu großflächigen Überflutungen kommen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

#### **Gelbe Zone:**

Sie umfasst jene Grenzbereiche anschließend an die rote Zone, die im Fall eines HQ 150 überflutet werden. Zusätzlich werden jene Bereiche, die von Nachböschungen in Folge von Seitenschurf betroffen sind mit einer 2m breiten gelben Zone versehen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Aufgrund des eingengten Abflussprofils bei hm 47 hervorgerufen durch eine Brücke und anschließende Gebäude, kommt es zu einem Abfluss über die Straße. Dies kann zu großflächigen Überflutungen des Ortsbereiches von Prein an der Rax führen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

Ab hm 32 kommt es bachabwärts aufgrund des breiten und flachen Talbodens zu großen Überflutungen (WLV-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007).

### 6.2.9 Wildbachchronik

Die Dokumentationen und Berichte über Schad- und Katastrophenereignisse des WLK der Wildbach- und Lawinenverbauung reichen nur in das Jahr 1966 zurück. Seither gibt es immer wieder Meldungen über Schäden in Folge von Hochwasserereignissen. Besonders durch Verklausungen der Zubringerbäche kommt es immer wieder zu Überflutungen im Siedlungsgebiet.

Im WLK wird neben Aussagen von Zeugen über Schäden an Häusern und Infrastruktur seit 1966 auch von 6 größeren Katastrophenereignissen durch den Preiner Bach seit 1975 berichtet. In den Jahren 1988 und 2003 mussten in Folge der Schadereignisse Sanierungsarbeiten an Uferanrissen und bestehenden Bauwerken durchgeführt werden. In beiden Fällen waren auch abschnittsweise Bachräumungen notwendig.

### 6.3 Problemstellung

Entlang des Preiner Bachs liegt ein durchaus hohes Gefährdungspotenzial aufgrund von Überflutungen und stellenweisen Geschiebeanlandungen vor. Hiervon sind vor allem große Teile des Siedlungsgebietes im Talboden betroffen. Aufgrund der dichten Bebauung im Siedlungsgebiet ist das Bachbett des Preiner Bachs stellenweise sehr stark eingengt und zu klein dimensioniert, um ein HQ 150 schadlos abführen zu können. Zusätzlich ist die bestehende Künettenverbauung im Oberlauf des Untersuchungsabschnitts stellenweise beschädigt.

Neben dieser Gefährdungssituation ist die ökologische Situation, vor allem im Bereich der Künette im Oberlauf nicht zufriedenstellend.

Kleinere Querwerke im Unter- und Mittellauf des Bachs, stellen für die Wanderung adulter Bachforellen keine schwerwiegenden Beeinträchtigungen dar. Sie sind lediglich hinsichtlich Wanderungen kleinerer Individuen als problematisch einzustufen.

### 6.4 Projektspezifische Zielsetzung

Im Rahmen dieser Masterarbeit soll geprüft werden, inwieweit, bzw. ob überhaupt eine Verbesserung der Gefährdungssituation für den vorliegenden Bachabschnitt mit Hilfe von baulichen Maßnahmen unter den gegebenen Umständen möglich ist.

Neben dem Schutzgedanken stehen vor allem gewässerökologische Aspekte im Vordergrund. Der Bachverlauf soll trotz Schutzverbauungen den ökologischen Anforderungen der ursprünglichen natürlichen Gewässerregion entsprechen.

Sämtliche Maßnahmen sollen vor dem Hintergrund einer realisierbaren Finanzierung und technischen Umsetzung gewählt werden. Da eine vollständige Durchgängigkeit für sämtliche Organismen einen Neubau der meisten Bauwerke bedeuten würde, wurde aus wirtschaftlichen Gründen von der Wiederherstellung einer durchgehenden Passierbarkeit für das Makrozoobenthos und die Koppe abgesehen.

Hinsichtlich des Makrozoobenthos wird davon ausgegangen, dass durch ausgleichenden Kompensationsflug einiger Spezies eine Wiederbesiedelung des Bachverlaufes erreicht wird.

## 6.5 Methodik

### 6.5.1 Festlegung und Abgrenzung des Untersuchungsabschnittes

Der Untersuchungsabschnitt des Preiner Bachs erstreckt sich von der Mündung in die Schwarza hinauf bis zur Einmündung des Griesleitengrabens bei hm 72,05.

### 6.5.2 Begehungen

Im Rahmen der Projektausfertigung im Zuge der Masterarbeit wurden 4 Bachbegehungen im Gesamtausmaß von insgesamt 22 Stunden durchgeführt.

Hierbei wurden sowohl der Gesamtcharakter des Bachverlaufs, als auch die schutztechnische bzw. ökologische Funktionalität der Verbauungsmaßnahmen bewertet, Messungen der Wasserqualität und Fließgeschwindigkeit durchgeführt und wichtige Laichplätze ausgewiesen.

Ebenfalls wurden das Einzugsgebiet und der Bachverlauf oberhalb der Obergrenze des Untersuchungsabschnittes sowie die Einmündung und der Unterlauf des Griesleitengrabens begutachtet. Beide Gewässerabschnitte wurden als potenziell wichtige Strecken für diurne Nahrungswanderungen der Bachforelle eingeordnet. Um es der Bachforelle zu ermöglichen, Nahrungswanderungen in diese Bereiche zu unternehmen, wären aber auch hier ökologische Eingriffe in die bestehende Bauwerkssubstanz notwendig.

### 6.5.3 Bewertung der Wasserqualität

Aus Zeit- und Kostengründen konnten keine labortechnischen Untersuchungen durchgeführt werden. Zur Bestimmung der Qualität wurden Larvenstadien von bestimmten Zeigerspezies des Makrozoobenthos herangezogen. Hierfür dienten Eintags-, Köcher- und Steinfliegenlarven. Die Untersuchungen wurden an mehreren Stellen durchgeführt (Tabelle 19), um den möglichen Eintrag von Verunreinigungen örtlich einzugrenzen.

Der Nachweis dieser Spezies dient auch als Indikator für einen hohen Sauerstoffgehalt des Wassers.

Vor allem das Vorkommen von Steinfliegenlarven kann als Indikator für eine Wassergüte 1

**Tabelle 19: Probeentnahmestellen Larvenuntersuchungen**

Probenummer	Hektometrierung (Hm)
1	72
2	60,6
3	55
4	49,3
5	26,7
6	5,2

gesehen werden (pers. Mitteilung MERWALD)

Daneben wurde auch die Bachforelle als Indikator für eine gute Wassergüte und einen hohen Sauerstoffgehalt herangezogen.

Sowohl Eintags-, Köcher- und Steinfliegenlarven sowie Bachforellen

konnten an jeder Untersuchungsstelle nachgewiesen werden.

Durch Zubringer oder Siedlungsabwässer eingebrachte Verunreinigungen konnten demnach ausgeschlossen werden.

Der Preiner Bach kann somit der Güteklasse 1 zugeordnet werden.

#### 6.5.4 Bestimmung des Gewässerleitbildes

Die Bestimmung des Gewässerleitbildes wurde nach topographisch- morphologischen Gesichtspunkten und den biozönotischen Fischregionen gewählt.

Das Gewässer ist permanent wasserführend, hat eine Einzugsgebietsgröße von 39km<sup>2</sup>, ein Gefälle zwischen ca. 11,5 im oberen Untersuchungsabschnitt und 4% im Mündungsbereich in die Schwarza.

Gefährdungstechnisch ist der Preiner Bach aufgrund von baulichen Maßnahmen zum Geschieberückhalt in seinen Zubringern als hauptsächlich hochwasserführendes Fließgewässer einzustufen.

Hinsichtlich der Fischregionen ist die Leitfischart die Bachforelle. Die Körperlänge fortpflanzungsfähiger adulter Exemplare beträgt ca. 25cm. Als Begleitart kommen laut Auskunft der Magistratsabteilung für Forstverwaltung MA 49 auch die Koppe und Regenbogenforelle vor. Im Zuge der Begehungen konnten jedoch keine Belege für ein Vorkommen der Koppe gefunden werden. Regenbogenforellen wurden im Mündungsbereich in die Schwarza gesichtet. Basierend auf diesen Kriterien wird der Preiner Bach den Gewässerregionen Epi- und Metarithral (Obere- und untere Bachforellenregion) zugeordnet.

Die Schwarza ist dem Hyporithral (Äschenregion) zuzuordnen. Im Bereich vor der Mündung in die Schwarza kommt es zu einem leichten Einstau in den Preiner Bach. Dieser Bereich wird von Äschen häufig als Rückzugsgebiet aufgesucht (pers. Mitteilung Dipl.-Ing. Mayer MA 49).

Die an den Untersuchungsabschnitt oberhalb anschließenden Gewässerabschnitte des Oberlaufs des Preiner Bachs und des unteren Bereichs des Griesleitenbachs wurden als potenzielle Gebiete für diurne Nahrungswanderungen von Bachforellen bewertet. Sie werden dem Epirithral (obere Bachforellenregion) zugeordnet.

#### 6.5.5 Messung der Fließgeschwindigkeit an kritischen Stellen

Um zu kontrollieren, dass die für die Wanderung von Bachforellen kritische Fließgeschwindigkeit von 2,5 m/s (MERWALD, 1984 und 1987) in keinem Abschnitt überschritten wird, wurden an den kritischen Stellen Messungen der Fließgeschwindigkeit vorgenommen.

Die Fließgeschwindigkeit wurde mit Hilfe eines an der Oberfläche schwimmenden Gegenstandes geschätzt. Um auf die mittlere Fließgeschwindigkeit  $V_m$  im Messquerschnitt schließen zu können, muss das Verhältnis zwischen  $V_m$  und der mittleren Oberflächengeschwindigkeit  $v_0$  bekannt sein. Dieses kann näherungsweise mit  $C = 0,8 - 0,9$  angenommen werden ([https://iwhw.boku.ac.at/gewaesserkunde\\_alt/html/Kapitel9.html](https://iwhw.boku.ac.at/gewaesserkunde_alt/html/Kapitel9.html), Zugriff 08.06.2015). Aufgrund der geringen Wassertiefe wurde der Wert  $C = 0,9$  gewählt. Für  $V_m$  gilt somit Formel 6.34:

$$V_m = C * V_0$$

6.34

Entnommen aus: Skript Gewässerkunde

([https://iwhw.boku.ac.at/gewaesserkunde\\_alt/html/Kapitel9.html](https://iwhw.boku.ac.at/gewaesserkunde_alt/html/Kapitel9.html), Zugriff 08.06.2015).

Im Zuge der Bachbegehungen wurden im gesamten Verlauf des Untersuchungsabschnittes mehrere mögliche kritische Stellen im Oberlauf verortet:

- Sinoidalschwelle 1 bei Hm 72
- Durchfluss unter der Brücke von Hm 71,90 – 71,63
- Schusstenne bei Hm 70,17
- Sinoidalschwelle 2 bei Hm 65,4

### **Ergebnisse:**

**Sinoidalschwelle 1 Hm 72:** Hier betrug die Fließgeschwindigkeit zum Messungszeitpunkt ca. 2,2m/s. Dieser Wert liegt knapp unter dem für Bachforellen kritischen Schwellenwert. Im Zuge von neuen baulichen Maßnahmen sollte eine Reduktion der Fließgeschwindigkeit angestrebt werden.

**Durchfluss Brücke Hm 71,90 – 71,63:** Mit ca. 1,6 m/s bei den zu diesem Zeitpunkt herrschenden Abflussverhältnissen unter der kritischen Fließgeschwindigkeit.

**Schusstenne Hm 70,17:** Mit ca. 1,2 m/s bei den zu diesem Zeitpunkt herrschenden Abflussverhältnissen klar unter der kritischen Fließgeschwindigkeit.

**Sinoidalschwelle 2 Hm 65,4:** Ebenso wie bei der Sinoidalschwelle bei Hm 72, lag auch hier die Fließgeschwindigkeit bei den Abflussverhältnissen an diesem Tag mit ca. 2,1 m/s nur knapp unter der für Bachforellen kritischen Fließgeschwindigkeit. Auch hier sollten Maßnahmen zur Reduktion der Geschwindigkeit angedacht werden.

### **6.5.6 Bewertung nach NGP**

Wie bereits in Kapitel 2.6.1 erklärt wurde, werden neben physisch-morphologischen Kriterien auch Charakteristika der Wasserführung, der chemische und ökologische Zustand, sowie Schadstoffbelastungen zur Bewertung herangezogen.

Die Bewertungsskala hinsichtlich des chemischen, ökologischen Zustandes bzw. Potentials ist in 5 Stufen unterteilt:

- 1 = sehr guter Zustand
- 2 = guter Zustand
- 3 = mäßiger Zustand
- 4 = unbefriedigender Zustand
- 5 = schlechter Zustand

Hinsichtlich des chemischen Zustandes ist das Gewässer mit 1, betreffend der national geregelten Schadstoffe und hydromorphologischen Komponente des ökologischen Zustandes mit 2 bzw. 3 bewertet. Dem ökologischen Zustand bzw. dem ökologischen Potenzial des Preiner Bachs wurde der Wert 3 beigemessen. Insgesamt wird der Gesamtzustand des Bachs mit 3 bewertet (siehe Anhang IV).

Zusätzlich wird im NGP eine Bewertung der Gewässer hinsichtlich des Risikos einer Zielverfehlung mit den Stufen 0 – 3 vorgenommen:

- 0 = Keinerlei Risiko der Zielverfehlung
- 1 = Kein Risiko der Zielverfehlung
- 2 = Mögliches Risiko der Zielverfehlung
- 3 = Sicheres Risiko der Zielverfehlung

Die national und EU geregelten Schadstoffe, der allgemeine chemische Zustand und die Morphologie werden mit 1, die Durchgängigkeit mit 2 und die Hydromorphologie gesamt mit 3 bewertet. Dem Gesamtrisiko wird der Wert 3 beigemessen (siehe Anhang V).

Wie aus den Bewertungen ersichtlich wird, sind vor allem hydromorphologische Kriterien ausschlaggebend für die mäßige Bewertung des Gewässers. Hierfür kann vermutlich die Künettenverbauung im oberen Bereich als maßgebend gesehen werden. Eine Verbesserung der ökologischen Verhältnisse in diesem Gewässerabschnitt würde vermutlich auch zu einer Verbesserung der Gesamtbewertung führen.

### 6.5.7 Ausweisung wichtiger Laichplätze

Ein wichtiger Aspekt einer ökologischen Betrachtungsweise ist das Vorhandensein passender Laichgebiete für die lokale Fischpopulation. Bachforellen zählen zu den Kieslaichern und benötigen demnach ein Laichsubstrat bestehend aus Feinkies 2 – 6,3 mm, Mittelkies 6,3 – 20 mm und Grobkies 20 – 63 mm. Wie bereits in Kapitel 3.2.1.1.1 erläutert, müssen auch Anforderungen hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes, der Wassertemperatur und der Wasserqualität erfüllt werden, um eine erfolgreiche Reproduktion zu ermöglichen.

Da Untersuchungen im Preiner Bach ergaben, dass Wasserqualität, -Temperatur und Sauerstoffgehalt über den gesamten Untersuchungsabschnitt den Anforderungen der Bachforelle entsprechen, wurde bei der Ausweisung der wichtigen Laichplätze das Vorhandensein des richtigen Laichsubstrates als entscheidender Faktor herangezogen.

Im Rahmen der Bachbegehungen konnten mehrere potenziell wichtige Laichplätze identifiziert werden (Abbildung 70 und Abbildung 71)



Abbildung 70 links: Standort eines wichtigen Laichplatzes bei Hm 38,22



Abbildung 71: Verteilung wichtiger Laichplätze im Preiner Bach

## 6.5.8 Bewertung bestehender Maßnahmen

Von der Mündung in die Schwarza bei Hm 0 bis zum Beginn der Künettenverbauung bei Hm 60,7 können die vorhandenen Maßnahmen aus ökologischer Sicht hinsichtlich der Wanderung adulter, laichfähiger Bachforellen als zufriedenstellend bewertet werden. Die bestehenden Querwerke übersteigen in keinem Fall die für Bachforellen maximal überwindbare Höhe von 1,2 m und weisen fast immer einen ausreichend tiefen Startkolk auf. In den wenigen Fällen, in welchen dies nicht zutrifft, kann der Zustand mit geringem technischem Aufwand verbessert werden. Ebenfalls herzustellen sind bei mehreren Bauwerken Niederwasserrinnen. Auch diese können mit einfachen Mitteln geschaffen werden.

Kritischer zu bewerten ist die Künettenverbauung (Hm 72 - 60,7) inklusive der zwei Sinoidalschwellen (Hm 72 und Hm 65,4). Vor allem die Künettenverbauung stellt in ihrer derzeitigen Ausführung ein unüberwindbares Hindernis für sämtliche Organismen dar und ist deshalb aus ökologischer Sicht als sehr schlecht zu bewerten. Lediglich der künettenfreie Bereich mit natürlicher Bachsohle von Hm 71,45 – 71,1 und die natürliche Kaskadenschwelle von Hm 71,5 – 71,45 können als unbedenklich eingestuft werden.

Neben einigen aus ökologischer Sicht zu bemängelnden Gewässerabschnitten bzw. Bauwerken, gibt es auch eine Reihe bestehender Maßnahmen, die im Rahmen der gegebenen Zielstellung positiv hervorzuheben sind. Hier sollen vor allem Sohlschwellen in zwei Bereichen des Untersuchungsabschnittes (Hm 48,15 – 47,15 und Hm 22 - 21,6) hervorgehoben und auf ihre positiven Eigenschaften genauer eingegangen werden.

### Sohlschwellen Hm 48,15 – 47,15:



Foto 25: Sohlschwelle mit ausgeprägter Niederwasserrinne und tiefem Kolk (eigene Quelle)

In diesem Bereich besteht eine Abfolge von mehreren Sohlschwellen. Die Höhe der Sohlschwelle bei Hm 47,15 liegt zwischen ca. 0,8 und 1 m. Damit weist sie die größte freie Überfallhöhe aller Querbauwerke im gesamten Untersuchungsabschnitt auf. Sie besitzt mehrere Niederwasserrinnen entlang von Fugen mit abgerundeten Kanten (Foto 25). Die Höhen der restlichen Schwellen in diesem Bereich reichen von ca. 0,4 bis 0,5 m. In ihren Vorfeldern haben sich ausreichend tiefe Kolke ausgebildet. Für adulte Bachforellen stellen diese Schwellen auch bei Niederwasser keine Hindernisse dar.

### Sohlschwellen Hm 22 – 21,6:



Foto 26: Abfolge niedriger Sohlschwellen mit ausgeprägten Kolken und Niederwasserrinnen (eigene Quelle)

Alle vier Schwellen weisen Niederwasserrinnen und ausgeprägte Kolke auf. Die maximalen Überfallhöhen betragen ca. 35 cm. Die Niederwasserrinnen befinden sich großteils im Bereich entlang der Fugen zwischen den Steinblöcken. Ihre Kanten sind abgerundet und stellen keine Verletzungsgefahr für wandernde Fische dar. Sie sind für adulte Bachforellen problemlos überwindbar (Foto 26).

Für die Herstellung der durchgehenden Durchgängigkeit des Gewässers für das Makrozoobenthos und der Koppe wären umfangreichere Maßnahmen erforderlich. Da aber aus bereits erwähnten Gründen (siehe Kapitel 6.4) weder das Makrozoobenthos, noch die Koppe Gegenstand dieser Masterarbeit sind, wird von einer Ausführung dieser Maßnahmen abgesehen.

Aus schutzwassertechnischer Sicht hinsichtlich der schadlosen Abfuhr eines HQ 150 sind die gesamten Verbauungen als bei weitem unzureichend einzustufen. Aus technischen Möglichkeiten und der aufgrund der derzeitigen baulichen Situation begrenzten räumlichen Gegebenheiten, wäre eine Verbesserung der Situation nur mit unverhältnismäßig hohem finanziellem Aufwand möglich und muss deshalb als unrealistisch betrachtet werden (pers. Mitteilung GRÜNWALD, 2015).

Aus diesem Grund können im Zuge dieser Masterarbeit keine realistischen Vorschläge, die zu einer Verbesserungen der schutzwassertechnischen Situation führen, formuliert werden.

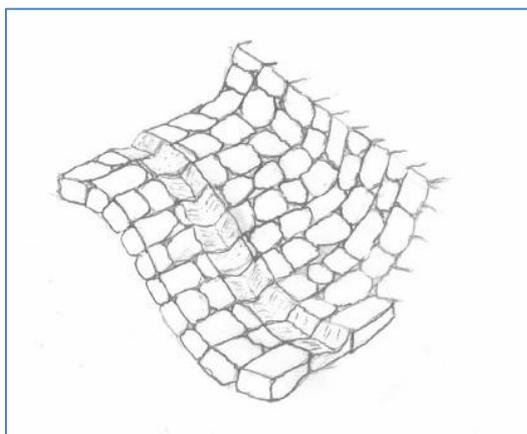
## 6.6 Maßnahmenwahl und Begründung

In diesem Kapitel soll sowohl eine mögliche Modifikation der bestehenden Maßnahmen, als auch alternative Möglichkeiten zur Implementierung neuer Bauwerke zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Untersuchungsabschnittes diskutiert werden.

Hierbei soll neben der Verbesserung der Bauwerke hinsichtlich ihrer Passierbarkeit für Bachforellen besonders darauf geachtet werden, die Eingriffe so klein und aus finanzieller, als auch technischer Sicht, so realisierbar wie möglich zu gestalten.

### **Sinoidalschwelle in Zementmörtel Mauerwerk Hm 72:**

Wesentlich zu bemängeln ist das Fehlen einer passenden Niederwasserrinne. Dadurch ist bei Trockenheit oder Niederwasser kein ausreichend konzentrierter Abfluss vorhanden, wodurch eine Passage für laichfähige Bachforellen vor allem im Zuge der Laichwanderungen im September erschwert oder sogar unterbunden werden kann. Als einfache Lösung wird vorgeschlagen, durch teilweises Abschrämen entlang von Fugen in der Mitte des



**Abbildung 72: Sinoidalschwelle in Zementmörtel Mauerwerk mit rau ausgestalteter Niederwasserrinne.**

Abflussbereichs eine Niederwasserrinne zu schaffen (Abbildung 72). Sollte das Bauwerk zerstört werden oder umfangreichere Sanierungsarbeiten Notwendigkeit erlangen, so wird empfohlen, den Einbau einer Niederwasserrinne bereits bei der Planung zu berücksichtigen.

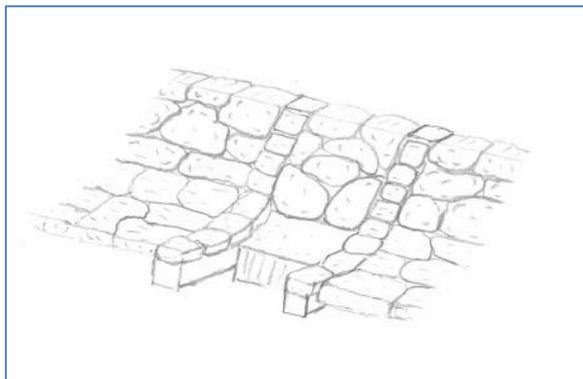
Zusätzlich ist auch die bereits erwähnte grenzwertig hohe Fließgeschwindigkeit über den Bauwerkskörper (Kapitel 6.5.5) als potenziell problematisch zu bewerten. Um diese zu senken, sollte auf eine rauere Ausführung des Abflussbereiches geachtet werden (Abbildung2). Scharfe Ecken und Kanten sind aber aufgrund der Verletzungsgefahr unbedingt zu vermeiden.

### **Künette Hm 72 – 71,45 und Hm 71,1 - 60,7 in Trockenpflasterung:**

Aufgrund der bestehenden Sohlpflasterung kommt es zu einem Verlust wichtiger ökologischer Biotope für Makrozoobenthos und Fische.

Da eine komplette Entfernung der Künettenverbauung zu diesem Zeitpunkt als unrealistisch eingestuft werden muss, kann zumindest durch die Entnahme einzelner Steine im Sohlbereich eine kleine ökologische Verbesserung erzielt werden. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass die Entnahme nicht die Standsicherheit des restlichen Bauwerksverbundes beeinträchtigt und es zu keinem Abrutschen von Steinen aus der Ufersicherung kommen kann. Dadurch entstandene größere Kolke sind durch Sohlgurte sowohl bachauf- als auch bachabwärts zu sichern, um ein unkontrolliertes Unterspülen und Herauslösen weiterer Steine zu verhindern. Bei der Bauausführung der Sohlgurte muss auf eine Niederwasserrinne und auf abgerundete Kanten geachtet werden (Abbildung 73).

Um die gesamte Strecke für Bachforellen passierbar zu machen, wird ein Abstand von 10-



**Abbildung 73:** Künette mit ausgemuldeten Sohlgurten zur Sicherung der freien Kolke.

15m zwischen den einzelnen freien Sohlstellen empfohlen (pers. Mitteilung MERWALD, 2015). Diese freien Stellen könnten sukzessive nach Schäden am bestehenden Bauwerkskörper implementiert werden. Bei Hm 65,9 und 72,1 und 65,6, direkt nach den Sinoidalschwellen, finden sich bereits Stellen mit freier Bachsohle. Hier könnte die vorgeschlagene Maßnahme umgesetzt werden. Der Einbau solcher Ruhezonen wäre auch unmittelbar vor den beiden Sinoidalschwellen empfehlenswert, um

wandernden Bachforellen eine Regeneration vor dem Überwinden der Schwellen zu ermöglichen.

Sollte das bestehende Bauwerk zerstört oder eine umfangreiche Sanierung notwendig werden, so würde sich ein Ersatz der Künette durch eine Kombination aus beidufriger ökologischer Blocksteinschlichtung (Kapitel 5.3.1.2.3) und hydrobiologischen Grobsteinschwellen (Kapitel 5.3.2.6.7) empfehlen. Durch eine minimale seitliche Verbreiterung des Bachbettes und einem Höherlegen der bestehenden Brücken könnte ein größerer Abflussquerschnitt und somit auch aus schutzwassertechnischer Sicht eine Verbesserung der Gefährdungssituation erreicht werden. Auf eine ausreichend tiefe Fundierung ist unbedingt zu achten.

### **Kaskade Hm 71,5:**

Diese ursprünglich natürliche Kaskade wurde im Anschlussbereich an die Künette teilweise mit Beton verstärkt. Eine Niederwasserrinne wurde hierbei nicht berücksichtigt. Diese kann durch eine Entnahme eines Teils des Betons und einzelner Steine orographisch rechts, kombiniert mit dem Abschrämen scharfer Felskanten geschaffen werden.

### Schusstenne in verfugter Grobsteinpflasterung Hm 70,17:

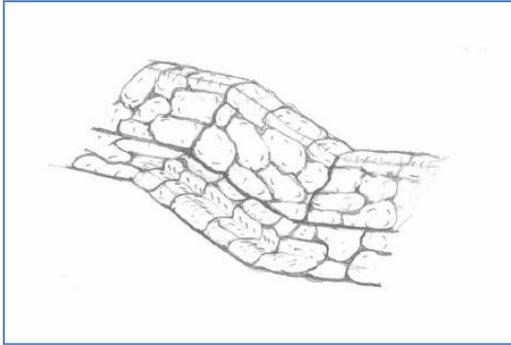


Abbildung 74: Schusstenne mit rau ausgeformter Niederwasserrinne entlang von Fugen.

Auch hier ist das Fehlen einer Niederwasserrinne zu bemängeln. Diese kann in diesem Fall ebenfalls durch stellenweises Abschrämen der Sohlpflasterung geschaffen werden (Abbildung 74). Es empfiehlt sich, hierbei so gut es geht entlang der Fugen zwischen den einzelnen Steinen zu schrämmen, um den Eingriff so gering wie möglich zu halten (pers. Mitteilung GRÜNWALD, 2015).

### Sinoidalschwelle in Zementmörtel Mauerwerke Hm 65,4:

Wie die Sinoidalschwelle bei Hm 72 weist auch dieses Bauwerk dieselben ökologischen Mängel auf. Auch hier ist eine Niederwasserrinne zu implementieren. Da die Fließgeschwindigkeit mit 2,1 m/s zum Messzeitpunkt nur relativ knapp unter der kritischen Fließgeschwindigkeit liegt, wäre auch bei diesem Bauwerk eine raue Ausführung der Niederwasserrinne zu empfehlen.

### Kaskadenschwelle Hm 54,85:



Durch Schrägstellung des markierten Steins (Foto 27) kann die Passierbarkeit für aquatische Lebewesen verbessert werden. Eine Lockströmung zur Orientierung der Fische ist bereits vorhanden. Dieser kleine Eingriff könnte mittels Bagger durchgeführt werden. Der betreffende herausstehende Stein könnte mit der Baggerschaufel einfach heruntergedrückt werden, um den gewünschten Effekt zu erzielen. Dadurch würde die Passierbarkeit auch für kleinere Fische verbessert werden.

Foto 27: Durch Schrägstellung des markierten Steins könnte eine bessere Durchgängigkeit für aquatische Lebewesen erreicht werden. Vor allem ein Forellenaufstieg würde begünstigt (eigene Quelle).

### **Sohlschwelle Hm 53,24:**

Neben der fehlenden Niederwasserrinne sind hier vor allem die Steinblöcke im Vorfeld der Schwelle hinsichtlich der Passierbarkeit der Schwelle als negativ zu bewerten (Foto 28/Foto). Um dieses Problem zu beheben, müssen einzelne bestimmte Steine aus dem Kolk entfernt werden. Durch ein leichtes Versetzen der Steinblöcke kann ein ausreichend tiefer Kolk geschaffen werden. Aufgrund ihrer geringen Höhe wäre die Schwelle auch für kleinere



Individuen problemlos zu überwinden.

Da die Schwelle aus einem quer verlegten Rundholz besteht, kann die Niederwasserrinne mit Hilfe einer Motorsäge leicht eingeschnitten werden (Abbildung).

Foto 28: Abgelagerte Steinblöcke in Kolk vor Holzsohlschwelle. Durch das Fehlen des Startkolkes wird ein Aufstieg maßgeblich erschwert (eigene Quelle).

### **Sohlschwelle Hm 48,26:**

Auch hier liegt ein Steinblock im Vorfeld der Schwelle. Ähnlich wie bei der vorhin beschriebenen Vorgangsweise kann auch hier durch ein Versetzen des Blockes mittels Bagger die Problematik beseitigt werden.

### **Sohlschwellen bei Brücke Hm 43,3:**

In beiden Fällen sind die Kronen der Sohlschwellen mittels quer verlegten Rundhölzern angefertigt. Bei Niederwasser besteht die Gefahr, dass der Überfall zu schwach ausgeprägt ist und somit eine Wanderung kleinerer Individuen erschwert, bzw. womöglich sogar unterbindet (Foto 29). Mit kleinen Motorsägeneingriffen kann eine Niederwasserrinne geschaffen werden (Abbildung).



Foto 29: Holzsohlschwellen ohne Niederwasserrinne bei einer Brücke. Bei Niederwasser kann die Wasserführung nicht ausreichen, um eine Wanderung zu ermöglichen (eigene Quelle).

### Holzsohlschwelle Hm 38,15 – 38,0:

Auf dieser kurzen Strecke kommt es zu einer Aufeinanderfolge von vier Rundholzschwelle mit geringer Höhe. Alle vier Schwelle weisen keine Niederwasserrinne auf. Die erste Schwelle flussabwärts besitzt zusätzlich keinen ausreichend tiefen Startkolk. Da der Wasserüberfall bei Niederwasserführung nicht ausreichend konzentriert sein könnte, kann diese Schwelle

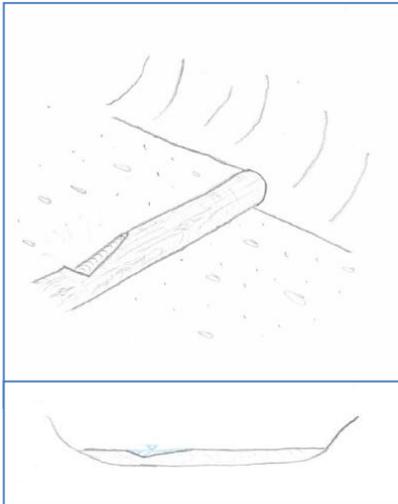


Abbildung 75: Ausgeschnittene Niederwasserrinne in einer Holzsohlschwelle



Foto 30: Vier aufeinander folgende Holzsohlschwelle ohne Niederwasserrinnen (eigene Quelle).

bei Niederwasser als Hindernis eingestuft werden (Foto 30).

Es empfiehlt sich eine Implementierung von Niederwasserrinnen mit Hilfe kleiner Motorsägeneinschnitte (Abbildung 75). Diese müsste bei der untersten Schwelle etwas größer ausgeführt werden, um den fehlenden Kolk zu kompensieren und um somit einen ausreichend konzentrierten Wasserstrahl zu schaffen. Dieses Hindernis könnte dann fast schwimmend von kleineren Forellen passiert werden. Da die Schwelle nur eine geringe Höhe (max. 35cm) aufweisen, sind generell nur kleine maschinelle Eingriffe erforderlich.

Alternativ könnte ein gesicherter stabiler Kolk im Vorfeld der Schwelle geschaffen werden. Diese Variante wäre jedoch technisch und finanziell aufwendiger.



Foto 31: Doppelsonschwelle. Ein Aufstieg wird aufgrund der fehlenden Niederwasserrinne im oberen Bauwerksteil erheblich erschwert (eigene Quelle).

### Sohlschwelle Hm 31,85:

Diese Sohlschwelle besteht aus zwei Stufen. Zwar weist die untere Stufe eine ausgeprägte Niederwassersektion auf und kann von Fischen schwimmend überwunden werden, jedoch wird eine Passage der zweiten Stufe aufgrund einer fehlenden Niederwasserrinne und dem Fehlen eines Kolkes erheblich erschwert (Foto 31).

Da an dieser Stelle kein Kolk geschaffen werden kann, sollte auch hier eine Niederwasserrinne ähnlich zu jener der unteren Stufe des Bauwerks geschaffen werden.

Dies kann entweder durch Abschrämen des Steinmaterials entlang einer Fuge (Abbildung 76), oder durch Herausnehmen eines Kronensteins (Abbildung 77) erreicht werden.

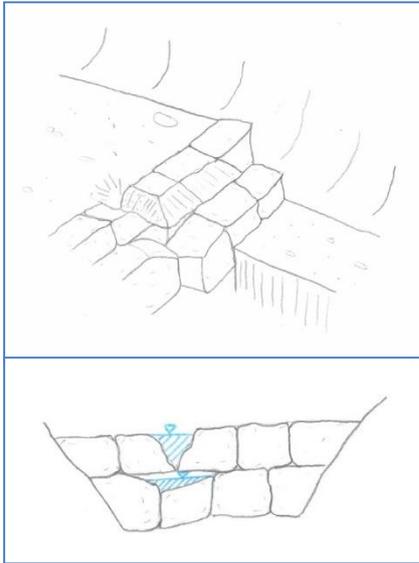


Abbildung 76: Niederwasserrinne durch Abschrämen entlang einer Fuge.

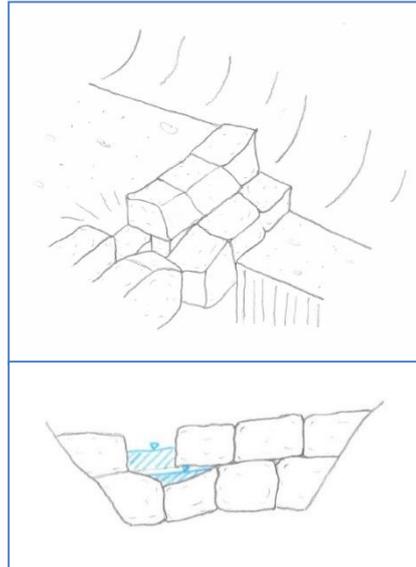


Abbildung 77: Niederwasserrinne durch Entnahme eines Kronensteins.

#### Sohlpflasterung Hm 5 – 4,8:

Die bestehende Sohlpflasterung unter der Bundesstraßenbrücke weist keine Niederwasserrinne auf. Dadurch ist der bestehende Wasserfilm bei Niederwasser zu dünn, um eine Wanderung von Fischen zu ermöglichen (Foto).

Als Maßnahme könnten deklinante, zur Bachmitte fallende Buhnen in Pendelrampenform auf die bestehende Pflasterung angedübelt werden. Aufgrund der zu plattigen Steine ist die Schaffung einer Niederwasserrinne durch die Entnahme von Steinen nicht möglich und wäre zu teuer (pers. Mitteilung GRÜNWALD, 2015).

Sollte in Folge eines Schadereignisses eine Sanierung der Sohlpflasterung notwendig werden, sollte von Haus aus die Schaffung einer Niederwasserrinne berücksichtigt werden.

#### Sohlschwelle Hm 4,8:

Die im Anschluss an die Sohlpflasterung unter der Bundesstraßenbrücke liegende Sohlschwelle weist durch einen stellenweisen Abbruch der Betonkante eine Niederwasserrinne auf. Ihre Kanten sind jedoch zu scharf und müssten somit abgeschrämt und mit Beton abgerundet werden. Bei diesem Bauwerk stellt das bereits erwähnte Fehlen einer Niederwasserrinne im Bereich der Sohlpflasterung unter der Brücke das Hauptproblem dar (Foto 32).



Foto 32: Sohlschwelle und darauf folgende Sohlpflasterung unter der Bundesstraßenbrücke (eigene Quelle).

## 7 Resumee

Im Laufe des letzten Jahrhunderts wurden in zahlreichen Fließgewässern Österreichs schutzwasserbauliche Maßnahmen gebaut um Siedlungen, Wirtschafts- und Verkehrsflächen und die Bevölkerung vor Gefahren durch Flüsse und Wildbäche zu schützen.

Dadurch gingen viele Ökosysteme für die heimische Gewässerfauna verloren. Besonders der Philosophie folgend, schädliche Wasser so schnell wie möglich aus den Einzugsgebieten auszuleiten, wurden viele Fließgewässer begradigt und hart verbaut. Ökologische Aspekte wurden nicht, oder nur wenig berücksichtigt. Seitdem sich die europäischen Staaten mit der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) dem Ziel „*einen guten ökologischen und guten chemischen Zustand für Oberflächengewässer sowie ein gutes ökologisches Potenzial und einen guten chemischen Zustand für erheblich veränderte oder künstliche Gewässer zu erreichen.*“ (www.umweltbundesamt.at, Zugriff 31.05.2015) verpflichtet haben, treten ökologische Aspekte im Schutzwasserbau verstärkt in den Vordergrund. Die nationale Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) findet in Österreich mit Hilfe des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes (NGP) statt. Hierbei handelt es sich um eine wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, die sich von 2009 bis 2027 in drei Perioden gliedert (Kapitel 2.6.1) (wisa.bmlfuv.gv.at, Zugriff 01.06.2015).

Oftmals kommt es zu einem Überschneiden des Schutzgedankens und ökologischen Zielen. Diese müssen einander aber nicht zwingend ausschließen. Durch richtige Maßnahmen kann auch trotz Schutzerfordernissen ein ökologisch funktionsfähiger und durchgängiger Fließgewässerzustand erreicht werden. Meist wird hier in erster Linie an Organismenwanderhilfen (OWH) gedacht. Oft sind aber nur kleine, kostengünstige und platzsparende Eingriffe an bestehenden Bauwerken notwendig, um gewünschte Effekte zu erreichen.

Diese Arbeit zeigt vor allem einige der wichtigsten dieser kleinen Eingriffe an bestehenden Bauwerken und geht auf die wichtigsten Punkte, die bei der Konstruktion neuer Bauwerke berücksichtigt werden sollten, ein. Ein zentrales Kriterium, bevor es an die Planung und Konstruktion neuer Schutzbauwerke geht, ist eine richtige Bewertung des natürlichen Zustandes des betreffenden Gewässers. Um passende Bautypen auswählen zu können, muss zu allererst das entsprechende Leitbild des Gewässers festgelegt werden. Hierfür gibt es unzählige verschiedene Methoden, die sich an den unterschiedlichsten Parametern orientieren. In dieser Arbeit wurde versucht, dem Leser oder der Leserin einen kompakten Überblick über die gängigsten Methoden zu liefern. Einige davon sind jedoch nicht für den praktischen Einsatz im Feld geeignet, da sie einen größeren technischen und / oder finanziellen Aufwand benötigen. So sind z.B. genaue chemische Analysen vor Ort im Feld oftmals nicht möglich.

In weiterer Folge wurden für die Bearbeitung des „Projektes Preiner Bach“ jene Methoden ausgewählt und kombiniert, die sich für einen praktischen Einsatz und mit leicht zu erhebenden Parametern für eine zuverlässige Bewertung des Fließgewässers am besten eignen. So sollte ein kombinierter Ansatz geschaffen werden, mit dessen Hilfe Fließgewässerabschnitte leicht, schnell und zuverlässig in die richtige Klasse eingeordnet werden können. Dieser Ansatz setzt sich aus den Fließgewässereinteilungen nach hydrographischen Merkmalen (SCHOCKLITSCH, 1930), der dreiteiligen Gewässer-(Wildbach)klassifikation (MERWALD, 1984 und 1987/1988) und der biozönotischen Gewässereinteilung nach Fischregionen (ILLIES, 1961) zusammen.

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass hier mehrere verschiedene Ansätze kombiniert und ein umfassenderes charakteristisches Gesamtbild des Gewässers hinsichtlich Länge,

Einzugsgebietsgröße und Gefälle, des hauptsächlichen Prozessgeschehens und der aquatischen Fischfauna geliefert werden kann.

Informationen über Größe des Einzugsgebietes, Länge und Gefälle des Gewässers, vor allem aber über das hauptsächliche Prozessgeschehen geben Aufschluss darüber, welche Methoden grundsätzlich Verwendung finden können und welche von Haus aus ausgeschlossen werden müssen. So ist z.B. in den meisten Fällen von einem Einsatz ingenieurbioologischer Maßnahmen bei Raumknappheit, zu großem Gefälle, bzw. vor allem bei zu starkem Geschiebetrieb oder bei Murgangprozessen abzusehen. Hingegen bei genügend Platz, hauptsächlicher Hochwasserführung und guten Wuchsbedingungen können sich ingenieurbioologische Maßnahmen besser eignen als harte Verbauungen.

Neben den hydrographisch- morphologischen und prozesstechnischen Informationen, liefert diese Methode der Gewässereinteilung vor allem durch die Einteilung nach Fischregionen (ILLIES, 1961) wichtige Aussagen über die Möglichkeiten, die hinsichtlich einer ökologischen Schutzwasserverbauung gewählt werden können. Die einzelnen Fischarten nach welchen sich diese Klassifikation richtet, stellen jeweils eigene Anforderungen an ihren Lebensraum. So ist z.B. das Wissen der maximal überwindbaren Hindernishöhen der einzelnen Spezies ein zentraler Punkt hinsichtlich der Errichtung neuer und der Bearbeitung bestehender Querwerke. In weiterer Folge kann wichtigen Kriterien wie z.B. Wanderverhalten, oder aber auch der Produktion von Benthosbiomasse als Nahrungsangebot und dem Vorhandensein von passenden Laich- und Eistanplätzen hervorragend Rechnung getragen werden.

Die richtige Wahl der möglichen Baumaßnahmen orientiert sich somit nicht nur an den hydrographisch- morphologischen und prozesstechnischen Kriterien, sondern auch an biozönotischen Anforderungen.

Die Bestimmung des Gewässerleitbildes sollte somit als grundlegender Schritt zu Beginn einer jeden Planung stehen.

Diese Vorgehensweise betrifft aber nicht nur die Planung neuer Projekte, auch bereits bestehende Verbauungen können hinsichtlich ihrer ökologischen Funktionsfähigkeit dieser Vorgehensweise folgend modifiziert werden. So können z.B. bestehende Querwerke entsprechend verändert werden, so dass sie keine Hindernisse mehr für wandernde Fische wie die Bachforelle darstellen. Oft reichen hier bereits leicht umsetzbare Maßnahmen wie z.B. die Schaffung von Startkolken, Niederwasserrinnen, oder dem Abrunden von Bauwerkskanten an Überfallsektionen.

Da das Ziel dieser Arbeit das hauptsächliche Handlungsfeld des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung war, wurde nur auf Maßnahmen und Methoden für den Einsatz in Rithalgewässern eingegangen. Potamalgewässer blieben mit Ausnahme der Methoden zur Fließgewässereinteilung unbehandelt.

Ist das passende Gewässerleitbild ermittelt, muss eine Auswahl an geeigneten Maßnahmen getroffen werden. Hier gibt es bei den einzelnen Bauwerken sowohl für Längs-, als auch Querbauwerke Vor- und Nachteile, die im Vorfeld gegeneinander abgewogen werden müssen. In nachfolgenden Tabellen werden die technischen und hydrobiologischen Auswirkungen von Längs(bau)- (Tabelle) und Quer(bau)werken (Tabelle) gegenübergestellt.

**Tabelle 20: Beurteilung der Funktion von Längs(bau)werken im Schutzwasserbau in ihrer technischen und hydrobiologischen Auswirkung (modifiziert nach MERWALD (1984 und 2012))**

Bauwerkstyp	Technische Auswirkungen		Hydrobiologische Auswirkungen	
	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
Bachräumungen	günstig für Katastrophensanierung, sollte mit anderen Baumaßnahmen kombiniert werden	kurze Wirkungsdauer	Wiederherstellung des Gerinnes nach Katastrophen, geregelter und konzentrierter Wasserabfluss, Kontinuum	kurz- od. langfristige Zerst. Des Biotops, d. Laichplätze, d. Breiten- u. Tiefenheterogenität
Steinwurf	Bei Katastrophensanierung, preisgünstige und effizienteste Bauform	Abdriftgefahr einzelner Wurfsteine und dann unerwünschte Uferanrisse	sehr günstige Bauform, Verm. der Geschw., gute Einstände, günstige Breiten- und Tiefenheterogenität	keine Dauerlösung
Faschinen u. Pilotagen	bei vorhandenem Weiden- u. Erlenmaterial sowie geeignetem Pilotenholz sehr günstige Bauweise	bei zu hohem Gefälle und groben Sediment nicht zu empfehlen bzw. nicht mehr möglich	Natürliche Uferstabilisierung, daher sichere Fischeinstände, Gewässerbeschattung -> Futtereintrag	kurze Lebensdauer wenn keine natürl. Verjüngung erfolgt, für Austrieb guter Lichteinfall erforderlich
Spreitlagen	bei geeignetem Sediment, ger. Gefälle, sonniger Lage, autochthonem Weiden u. Erlenmaterial sowie geeignetem Pilotenholz sehr günstige Bauweise	bei zu hohem Gefälle und groben Sediment nicht zu empfehlen bzw. nicht mehr möglich	Gewässerbeschattung, sichere Fischeinstände und Zufluchtstätten bei HW, da sich die Ruten umlegen und auch die Böschung schützen, Wildhabitat	Lichteinfall für Austrieb erforderlich, Pflegemaßnahmen rechtzeitig durchführen -> auf Stock setzen
Lagenbau	günstige Form der Böschungssicherung, erfordert jedoch Fußsicherung durch Faschinen, Piloten, Grobsteinwurf etc.	jedoch nur oberhalb der MW-Anschlaglinie, Pflegemaßnahmen erforderlich	günstige Hangstabilisierung, Wildeinstand u. Äsung	Pflegemaßnahmen erforderlich
Schalen- u. Künettenbauten	höchste Wasser- u. Geschiebetransportleistung, hohe Sicherheit, bei Platzmangel erforderlich	sehr teuer, aufwändige Erstellung von Rastplätzen für Fischwanderung	Niederwasserrinne mit Rastplätzen kann in Trockenperioden noch eine Fischwanderung ermöglichen	Unterbindung oder Einschränkung d. Migration, Zerst. D. Biotops, ökolog. unerwünscht
Buhnen	guter Schutz der natürlichen Ufer, vielseitige Profilgestaltung möglich	Platzbedarf, nur f. U-Läufe u. Wildflüsse, Buhnenkopf exponiert	sehr günstig für Breiten- und Tiefenheterogenität, Fischzug u. Einstände gesichert	
Bermen	bei HW Vergrößerung des Durchflussprofils	flussaufwärts gute Einbindung erforderlich	Fischeinstand bei HW, günstiger Nahrungseintrag durch Bewuchs	Platzbedarf
Dammbauten	Für HW-Rückhaltebecken günstige Lösung	Minierungsgefahr durch div. Wühlende Säugetiere	Fische können bei HW auf die Böschung ausweichen, Futtereintrag	Böschungspflege, Dammkontrollen
<b>Leitwerke</b>				
a) Grobsteinschichtung (GSS)	bei Katastrophensanierung, preisgünstige Bauform und schnelle Gerinnestabilisierung	bei schlechter Verlegung häufig Seitenabdrift, ausreichende Fundierung erforderlich	sehr günstige Bauform, auch für Ingenieurbiologie, Vermind. der Geschw., gute Einstände u. seitliches Interstitial	öko. Steinschichtung muss fachgerecht verlegt werden, sonst keine Einstände und Interstitialverlust
b) Krainerwandausführung	bei geeignetem Holz günstiger Einbau, meist kurze Transportwege möglich	Lebensdauer je nach Holzart und Imprägnierung	günstige Fischeinstände Begrünung möglich	bei nicht fachgerechtem Einbau Ausschwemmung des Füllmaterials
c) Drahtschotterbauweise (Gambiones)	bei geeignetem Bachsubstrat schnelle und günstige Errichtung	bei Verrosten und Bruch der Gitter besteht Verletzungsgefahr	Ausgestaltung von Fischeinständen möglich	bei Verrosten und Bruch der Gitter besteht Verletzungsgefahr für Fische bei Wanderung
d) Leitwerke als Ufermauern	höchster Sicherheitsgrad, günstig bei Platzmangel, lange Lebensdauer, Ortsregulierung	Abflussbeschleunigung	Fischeinstände u. Nistplätze vorsehen, nicht immer sehr erfolgreich	Verland. d. Ufers (Interstitial) Geschwindigkeitserhöhung, kaum gute Einstände

**Tabelle 21: Beurteilung der Funktion von Quer(bau)werken im Schutzwasserbau in ihrer technischen und hydrobiologischen Auswirkung (modifiziert nach MERWALD (1984 und 2012))**

Bauwerkstyp	Technische Auswirkungen		Hydrobiologische Auswirkungen	
	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
Stütz- u. Sohlgurten	Abstützung von Schalenbauten u. Absicherung von Böschungen durch die Flügel verhindert d. Ausuferen mit Böschungsschäden		im offenen Gerinne Sohl- und Böschungsstabilisierung	bei Fischaufstieg indifferentes Bauwerk
Grund- und Sohlschwellen	Abstaffelung im offenen u. verbauten Gerinne, Ausführung in Holz, Fertigteilen, Draftschotter und Beton	häufig zu geringe Höhe für Staffelung wenn Fischauf. für kleinere Salmoniden berücksichtigt wird	bei Höhen bis 1,3 m noch günstige Bauform bei ausreichender Kolktiefe	bei zu breitem Überfall u. fehlender Kolktiefe kein Fischaufstieg, wenn Wasserhöhe im Überfall zu gering
Sinoidal-schwellen	Geschiebetransport bei engen Platzverhältnissen geräuscharm	Bei Brücken zur Erhöhung des Durchflussprofils	sehr günstig für den schwimmenden Aufstieg bei Wassergeschw. Unter 2,5 m/sek.	bei zu hoher Wassergeschw. (> 2,5 m/sek.) u. Fehlen von Rastplätzen kaum Aufstieg möglich
Sohlrampen	ökolog. u. schutztechnisch sehr günstige Gefällsüberführung	nur bei geringem Gefälle u. gutem Untergrund anwendbar, dichte Bauausführung notwendig	sehr günstig für Fischwanderung, wenn Rastplätze u. Einstände vorhanden	Verletzungsmöglichkeit durch scharfe Kanten bei Abdrift
Konsolidierungssperren	Durchhebung der Sohle erfolgt Hangstabilisierung	nur einmalige Verfüllung	Beruhigung u. Stabilisierung des Gerinnes, günstig f. Fischpopulation	meist zu hoher Überfall für Fischaufstieg, Verletzung bei Fischabdrift
Rückhaltesperren	Geschieberückhalt, nach Auf-füllung nur mehr geringe Wirkung, eingeschränkte Schottergewinnung	großer Stauraum, nur einmaliger Geschieberückhalt	Geschieberückhalt bei HW Einstand im Kolk, Stabilisierung des Gerinnes günstig f. Fische	Unterbindung des Fischzuges, Verletzungsgefahr bei Abdrift
Dosiersperren	Temporärer HW- u. Geschieberückhalt, HW-Spitzenvermind., Schottergewinnung	großer Stauraum erforderl.	kein plötzlicher Geschiebestoß, meist günstig für Fischzug	durch Abdrift langanhaltende Trübung möglich, Nachteil f. Laichtätigkeit u. Aufwuchs
Sortiersperren	sortierte Geschiebedrift bei Mittelwasser, günstig für Schottergewinnung	größerer Stauraum erford., funktioniert nur beschränkt	kein plötzlicher Geschiebestoß, meist günstig für Fischzug	langanhaltende Trübung nachteilige Änderung d. Korngröße d. Laichsubstrates möglich
Dammbauten	Häufig für Rückhaltebecken als Talabschluss	Minierungsgefahr durch Mäuse, Ratten, Otter	Ästhetische Einbindung in die Landschaft, Futtereintrag	Pflegemaßnahmen mit Entfernung des Mähgutes

Aber nicht nur eine standortgerechte Wahl der Bauwerkstypen ist wichtig, auch die Wahl des richtigen Bauzeitpunktes ist von großer Bedeutung. Generell sollte versucht werden, die Baumaßnahmen zu einem Zeitpunkt umzusetzen, zu welchem mit möglichst geringen Schäden und Beeinträchtigungen der Gewässerfauna zu rechnen ist. MERWALD (1984), und erweitert durch SCHREMSER (1994, 2000) liefern in Abbildung 78 einen hydrobiologischen Zeitplan zur Vermeidung von Schäden an der Fischpopulation durch Baumaßnahmen (MERWALD, 2014).

Wie zu erkennen ist, eignen sich aus hydrobiologischer Sicht vor allem die Sommermonate für bauliche Eingriffe.

Dadurch kann es sich schwierig gestalten, sowohl einen aus hydrobiologischer, als auch bautechnischer Sicht passenden Zeitraum für Bautätigkeiten zu finden.

Monate	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Bachforelle und Regenbogenforelle	Laichzeit		*						ab 16. Sept. Schonzeit			
Äsche	Schonzeit		* +									
Bachsäibling	Schonzeit		*		+		Laichzeit					
Bachräumungen mögl. Laichgebiete												
Bachräumungen andere												
Querwerke												
Ufermauern												
Steinwürfe												
Steinschlichtung												
Schalenbauten												
Pflanzzeit, Nachb.												
Schnitt, Verjüngung												
Düngung												
wildschadenverh.												
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ersch. der Brütlinge</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">*</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Schlüpfzeit</div> <div style="background-color: #e67e22; width: 20px; height: 10px; margin-left: 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">günstiger Zeitraum für Eingriffe</div> </div>												

Abbildung 78: Hydrobiologischer Zeitplan zur Vermeidung von Schäden an der Fischpopulation durch Baumaßnahmen (modifiziert nach MERWALD (1984), erweitert durch SCHREMSENER (1994,2000) entnommen aus MERWALD 2014).

Ziel dieser Masterarbeit war, die erworbenen theoretischen Grundlagen an einem praktischen Beispiel anzuwenden. Hierbei sollte im Rahmen eines Projektes für die Gebietsbauleitung des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung Wien, Burgenland und Niederösterreich Ost ein Untersuchungsabschnitt des Preiner Bachs bei Reichenau an der Rax untersucht werden. Dadurch sollte eruiert werden, ob für den betreffenden Abschnitt von Hm 0 – 72 unter der Prämisse einer günstigen Finanzierung und einfachen praktischen Umsetzung schutzwasserbauliche und ökologische Verbesserungen des aktuellen Zustandes erzielt werden können.

Eine genaue Untersuchung der zu Grunde liegenden Datenbasis ergab, dass der bestehende Verbauungszustand hinsichtlich einer schadlosen Abführung eines HQ 150 als unzureichend zu bewerten ist. Aufgrund der Bebauung, des generell sehr begrenzten Platzangebotes und des im Oberlauf des Untersuchungsabschnittes zu hohen Gefälle, müssen Retentionsmaßnahmen ausgeschlossen werden. Aufgrund des zu kleinen Bachbettes muss im Falle eines Hochwassers mit stellenweise großen Überflutungen gerechnet werden.

Lediglich im oberen Bereich von HM 72 – 60,7 könnte durch eine Vergrößerung des Durchflussquerschnittes eine Verbesserung der Gefährdungssituation erreicht werden. Hierfür wäre aber beträchtlicher technischer und finanzieller Aufwand notwendig, da mehrere bestehende Hauszufahrts- und Bundesstraßenbrücken höher gelegt werden müssten.

### Preiner Bach Situation und Möglichkeiten:

Obwohl der derzeitige Zustand hinsichtlich der Wanderung von Bachforellen vor allem im unteren Untersuchungsabschnitt von Hm 0 – 60,7 als befriedigend bewertet werden kann, könnten durch die in Kapitel 6.6 beschriebenen kleinen Modifikationen an den bestehenden Querbauwerken zusätzliche Verbesserungen hinsichtlich deren Passierbarkeit erreicht werden. Da es sich nur um kleine technische und kostengünstige Eingriffe handelt, könnten diese problemlos jederzeit durchgeführt werden.

Aus den in Kapitel 6.4 bereits erwähnten Gründen, wird bei der Modifikation der bestehenden Bauwerke von einer Wiederherstellung der Durchgängigkeit des Gewässers für

das Makrozoobenthos und die Koppe im Untersuchungsabschnitt abgesehen. Neu konstruierte Schutzbauwerke könnten jedoch bei entsprechender Ausführung auch diesen Anforderungen entsprechen.

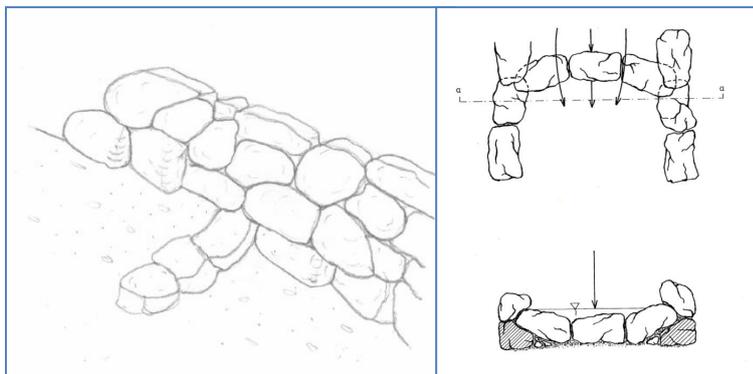
Als problematisch ist jedoch die Situation ab Hm 60,7 zu bewerten. Bei der hier bestehenden Künette müssten größere Eingriffe vorgenommen werden, um eine Bachforellenwanderung zu ermöglichen. Zwar gibt es stellenweise Beschädigungen am Bauwerk, die entsprechend der im vorigen Kapitel getroffenen Vorschläge modifiziert werden könnten, dennoch würden diese bei weitem noch nicht ausreichen, um eine komplette Durchgängigkeit zu erreichen. Hierfür müssten in einem Abstand von 10-15 m Ruheplätze mit freier Sohle und Kalksicherungen mittels Sohlgurten geschaffen werden.

Da diese Eingriffe lediglich zu einer Verbesserung des ökologischen Zustandes und keine schutzwassertechnischen Vorteile bringen würden, wäre eine Finanzierung und Umsetzung zum jetzigen Zeitpunkt ohne weitere schutztechnische Erfordernisse fraglich.

Wahrscheinlicher ist eine Herstellung dieser Ruhezonen im Zuge von laufenden Sanierungsarbeiten, oder der Wiederherstellung der Bauwerksfunktion in Folge eines Schadereignisses.

In dem Fall, dass die Beschädigungen eine Neuerrichtung des Bauwerkes notwendig machen sollten, wäre eine alternative Bauwerkskombination aus ökologischer Grobsteinschichtung (Kapitel 5.3.1.2.3) und hydrobiologischen Grobsteinschwellen (Kapitel 5.3.2.6.7) empfehlenswert (Abbildung 79).

Neben den ökologischen Vorteilen könnte durch diese Maßnahmenwahl eine Vergrößerung des Durchflussquerschnittes und somit eine größere Hochwasserabfuhr erreicht werden.



**Abbildung 79:** Kombination aus ökologischer Grobsteinschichtung und hydrobiologischer Grobsteinschwelle. Die Grobsteinschwellen sind in doppelter Bogenform ausgeführt. Dies führt einerseits zu einer höheren Stabilität und andererseits zu einer besseren Ausbildung der Niederwasserrinne (rechts Quelle: MERWALD, 1994)

Je nach Notwendigkeit könnte das Gefälle anstelle von Sinoidalschwellen durch Grobsteinschwellen in Kombination mit niederen Querwerken überwunden werden.

Da diese Bauwerke von Grund auf neu errichtet werden müssten, könnten auch Maßnahmen hinsichtlich deren Passierbarkeit für das Makrozoobenthos und die Koppe getroffen werden.

Da hydrobiologische Grobsteinschwellen so ausgeführt werden können, um auch diesen Organismen eine Wanderung zu ermöglichen, müssten nur Maßnahmen an höheren Querwerken getroffen werden.

Eine Möglichkeit wäre eine Öffnung im unteren Bauwerkskörper und das Hinterfüllen des Querwerkes mit geeignetem Schottersubstrat, durch das eine Wanderung für Koppen und Makrozoobenthos möglich wäre. Obwohl der Preiner Bach permanent Wasser führt, müsste hierbei aber darauf geachtet werden, dass es bei Niederwasser zu keinem vollständigen Versitzen des Wassers im Schotterkörper kommt, wodurch eine Wanderung für Forellen unterbunden werden könnte.

Alternativ könnte dieser Effekt durch den Einsatz eines Drahtschotterkörpers erzielt werden. Der Drahtschotterkörper könnte als Drahtsteinwalze ausgeführt und mit grobem Gesteinsmaterial gefüllt werden. Durch das Lückensystem zwischen den einzelnen Steinen könnten Koppen und dem Makrozoobenthos ein Aufstieg ermöglicht werden. Abbildung 80 zeigt dessen schematischen Aufbau. Die Walze würde ausgehend von einer Öffnung im unteren Bauwerkskörper schräg durch das Bachsubstrat an die Bachsohle oberhalb des Bauwerks führen. Durch das an der Bachsohle einströmende Wasser bildet sich eine Lockströmung durch die Drahtsteinwalze aus, denen Koppen folgen können. Bei der Wahl

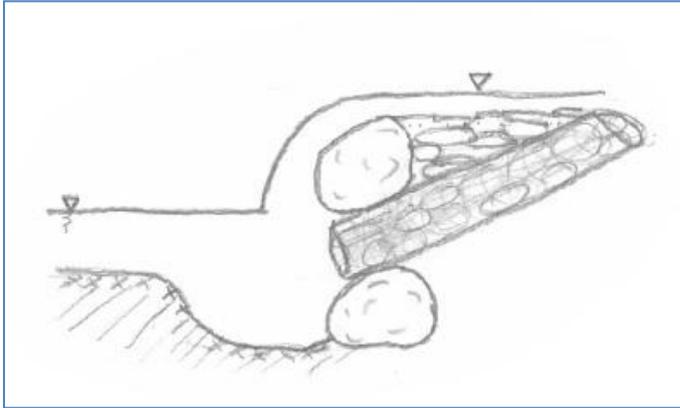


Abbildung 80: In eine Sohlschwelle integrierte Drahtsteinwalze als Wanderhilfe für das Makrozoobenthos und Koppen.

des Gesteinsmaterials muss auf eine entsprechende Korngröße geachtet werden, um ein für die Wanderung ausreichend großes Lückensystem schaffen zu können. JUNGWIRTH et al. (1994) stellten fest, dass Koppen bei einer Korngröße  $>7\text{cm}$ , durch einen Schotterkörper wandern können. Dementsprechend sollte auch Material mit einer Korngröße  $>7\text{cm}$  als

minimale Korngröße gewählt werden. In ihrer Herstellung würde sich die Drahtsteinwalze an jener von Tot-

oder Senkfaschinen orientieren. Als geeignetes Baumaterial könnten sich auch ausrangierte Steinschlagnetze eignen (pers. Mitteilung HÜBL, 2015). Hierbei muss jedoch auf eine entsprechende Maschenweite geachtet werden, um ein Herausfallen des Gesteinsmaterials beim Einheben der Drahtsteinwalze in das Bauwerk einerseits und ein Auffüllen des Lückenraumes beim Überschütten der Walze nach dem Einlegen andererseits zu verhindern. Bei der Verwendung von Draht muss bedacht werden, dass abgerissene Drahtstränge eine Verletzungsmöglichkeit für Koppen darstellen können. Wie bereits erwähnt wurde, ist bei der Herstellung und dem Einbau der Drahtsteinwalze darauf zu achten, dass sowohl ein Herausfallen der Steine, als auch ein Auffüllen des Lückenraumes vermieden wird.

Zusätzlich könnte durch teilweises Abdecken der Einlass des Drahtschotterkörpers oberhalb des Querwerkes verkleinert, dadurch das einströmende Wasser reduziert und somit auch der Eintrag von Geschiebe und Feinpartikel minimiert werden.

Generell müsste getestet werden, inwieweit es durch den Geschiebetrieb zu einem Verschleppen der Drahtwalze kommen würde. Da hierfür keinerlei Testergebnisse und Erfahrungsberichte gefunden werden konnten, müssten erst praktische Untersuchungen durchgeführt werden, um die Wirksamkeit dieser Maßnahme evaluieren zu können. Außerdem lässt sich ohne Untersuchungen auch nur schwer vorhersagen, ob diese Methode von Organismen auch tatsächlich als Wanderhilfe wahrgenommen werden würde.

Eine weitere alternative Möglichkeit zur derzeitigen Künettenverbauung wäre eine Ausgestaltung des Gewässerabschnittes in Form einer aufgelösten Rampe mit regelmäßiger Becken- und Riegelstruktur (siehe Kapitel 5.3.2.3.2). Falls möglich, könnten die Beckenübergänge auch für Koppen und das Makrozoobenthos hinsichtlich ihrer Höhe und Ausformung passierbar gestaltet werden. Im Vorfeld wäre jedoch zu prüfen, ob das zur Verfügung stehende Platzangebot und die zu überwindende Steigung eine Beckenfolge mit Übergängen geringer Höhe überhaupt ermöglichen.

Generell kann festgehalten werden, dass im Gegensatz zum ökologischen Zustand aufgrund der derzeitigen räumlichen Begebenheiten eine Verbesserung der Gefährdungssituation aus schutzwasserbaulicher Sicht schwer zu realisieren ist. Hierfür müsste sowohl aus finanzieller, als auch aus technischer Sicht enormer Aufwand betrieben werden.

Aus ökologischer Sicht hingegen könnte durch eine Reihe geringer Eingriffe im Bereich von hm 0 - 60,7 eine Verbesserung erzielt werden. Für den Bereich von hm 60,7 – 72,0 sind unter den derzeitigen Gegebenheiten nur im Zuge von Sanierungsarbeiten der bestehenden Künette punktuelle Verbesserungen möglich. Zum jetzigen Zeitpunkt würden diese jedoch nicht ausreichen, um saisonale Laich- oder diurne Futterwanderungen zu ermöglichen. Abschließend sei noch kurz erwähnt, dass zum Zeitpunkt der Untersuchungen keine Probleme mit dem Geschiebehaushalt des Baches bestanden und diesbezüglich auch keine Vermerke im Gefahrenzonenplan für den Preiner Bach vorlagen. Im Falle umfangreicher baulicher Eingriffe in dem Gewässer wäre eine neuerliche Bewertung des Geschiebehaushaltes notwendig.

## 8 Literaturverzeichnis

AIGNER H., EGGER N., LAMPALZER T., SCHWAMBERGER K., VOLLSINGER S., 2014: Zehn Gebote der Wildbach-Ökologie, Eine Impulsschrift. Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Wien, Niederösterreich und Burgenland.

Ambühl H., (1959). Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor, physikalische und physiologische Untersuchungen über Wesen und Wirkung der Strömung im Fließgewässer. *Aquatic Sciences-Research Across Boundaries*, 21(2), 133-264.

AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG, 2007: Angewandte Fließgewässerökologie, Grundlagen und Beispiele. Gewässerschutz Bericht 36/2007, Abt. Wasserwirtschaft, Gewässerschutz.

AULITZKY H., 1973: Berücksichtigung der Wildbach- und Lawinengefahrengelände als Grundlage der Raumordnung von Gebirgsländern. 100 Jahre Hochschule für Bodenkultur, Bd. IV, Teil 2.

AULITZKY, H., 1990: Studienblätter zur VO Grundlagen der Wildbach- und Lawinenverbauung. Univ. f. Bodenkultur, Inst. f. Wildbach- und Lawinenverbauung, Wien.

BALINGIÈRE J.L. & MAISSE G. (eds), 1999: *Biology and Ecology of Brown and Sea Trout*. Wiley, New York [u.a.], 286 pp.

BERG H.-M. & BIERINGER G., 2002: Orthoptera. Teil III, 4pp. In: MOOG O. (Ed.). *Fauna Aquatica Austriaca*. Lieferung 2002, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BEMBO D., BEVERTON R., WEIGHTMAN A. & CRESSWELL R., 1993: Distribution, growth and movement of River Usk brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Fish Biology* 43: 45-52.

Bundesforschungszentrum für Wald: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs, <https://bfw.ac.at/300/1027.html>, Zugriff 01.06.2015.

BOLLRICH G., 1996: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen, 4. Durchges. Auflage.

BOLLRICH G., 2007: Technische Hydromechanik, Band 1: Grundlagen, 6. durchges. und korr. Auflage.

BORNE V.D.M., 1877: Wie kann man unsere Gewässer nach den in ihnen vorkommenden Arten klassifizieren? Cirk. Dt. Ver. 4.

BOTOSANEANU L., 1959: Cercetari asupra trichopterelor din masivul retezat si muntii banatului. *Biblioteca de Biologie Animala*, I, Editura Academiei Republicii Populare Romine, 165 pp.

BRAUKMANN U., 1987: Zoozoologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 26.

BRIDCUT E.E. & GILLER P.S., 1993: Movement and site fidelity in young brown trout *Salmo trutta* populations in a southern Irish stream. *Journal of Fish Biology* 43: 889-899.

BUNNEL D.B.J., ISELY J.J., BURRELL K.H. & VAN LEAR D.H., 1998: Diel movement of brown trout in a southern Appalachian river. *Transactions of the American Fishers Society* 127: 630-636.

BUNZA G., KARL J., MANGELSDORF J., 1982: Geologisch-morphologische Grundlagen der Wildbachkunde. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Heft 17.

CALLIGARIS C. & ZINI L. (2012): Debris Flow Phenomena: A Short Overview?, *Earth Sciences*, Dr. Imran Ahmad Dar (Ed.), InTech, Available from:  
<http://www.intechopen.com/books/earth-sciences/debris-flow-phenomena-a-short-overview>

CLAPP D.C.R.D.J., 1990: Range, Activity, and Habitat of Large, Free- Ranging Brown Trout in Michigan Stream. *Transactions of the American Fisheries Society* 119: 1022-1034.

DEMONTZEY P., 1878: Etude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes. Paris.

Dwa – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2009): DWA-Themen WW 1.2 – Januar 2009. Titel, Naturnahe Sohlengleiten. Ausgabe: 01 2009. Verlag: DWA. ISBN: 978-3-941089-34-1

DWA Merkblatt 509 (2012): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, Gelbdruck 02/2010, ISBN 978-3-941897-04-5.

ECKEL O., 1953: Zur Thematik der Fließgewässer: Über die Änderung der Wassertemperatur entlang des Flusslaufes. *Wetter und Leben*, Sonderheft II.

ECKEL O., 1960: Temperatur der Fließgewässer. *Klimageographie von Österreich*. Österr. Akademie der Wissenschaften, Springer Verlag Wien, New York.

EINSELE W., 1957: Flussbiologie, Kraftwerke und Fischerei. *Österr. Fischerei* Nr. 10.

EBERSTALLER- FLEISCHANDERL, D. & EBERSTALLER, J., (2014): Flussbau und Ökologie, Flussbauliche Maßnahmen zur Erreichung des gewässerökologischen Zielzustandes. Herausgegeben vom Amt der NÖ Landesregierung und dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

FELKEL, K., 1960: Gemessene Abflüsse in Gerinnen mit Weidenbewuchs. *Mitteilung Bundesanstalt für Wasserbau*, Heft 15, Karlsruhe.

FLORINETH, F., 2004: Pflanzen statt Beton, *Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik*, Patzer Verlag, Berlin – Hannover.

FLORINETH, F., 2010: Studienblätter zur Vorlesung Ingenieurbiologie, Univ. f. Bodenkultur, Inst. F. Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Wien.

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), 2015: Auszug Wildbach- und Lawinenkataster, GZP Reichenau an der Rax, Wildbachblatt 4 Preiner Bach.

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), 2007: Niederschrift kommissionelle Überprüfung Gefahrenzonenplan Reichenau an der Rax, Revision.

GABRECHT G., 1961: Abflussberechnungen für Flüsse und Kanäle. Die Wasserwirtschaft, Heft 2, S. 40-45, Heft 3, S. 72-77.

Gebler, R.J. (2009): Fischwege und Sohlengleiten BAND 1, Sohlengleiten. Verlag Wasser und Umwelt, Walzbach, Deutschland, Eigenverlag.

Geologische Karten online: Geologische Bundesanstalt, <https://www.geologie.ac.at/>, Zugriff: 15.05.2015.

GERSTGRASER CH., 1998a: Uferstabilisierung mit Pflanzen – was halten sie aus? Österr. Wasser und Abfallwirtschaft (ÖWAV), Jahrg. 50, Heft 7/8.

GERSTGRASER CH., 1998b: Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern. Grundlagen zu Bau, Belastbarkeiten und Wirkungsweisen. Dissertationen der Universität für Bodenkultur, Wien.

HAUER W., 2007: Fische. Krebse. Muscheln. In heimischen Seen und Flüssen. Leopold Stocker Verlag, Graz.

HOLMES N.T.H., 1983: Focus on nature conservation No.4. Typing British rivers according to their flora, Nature Conservancy Council, Shresbury.

HORTON, R. E., 1945: Erosional development of streams and their drainage basins, hydrological approach to quantitative morphology. Geol. Soc. America Bull., v. 56, p. 275-370.

HUET M., 1946: Note preliminaire sur les relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Regle des pentes, Dononaca 13.

HUET M., 1949: Apercu des relations entre de la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Schweiz. Z. Hydrol. 11.

ILLIES J., 1961: Versuch einer biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie 46.

ILLIES J, 1961a: Die Lebensgemeinschaft des Bergbaches. Hydrobiologische Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft, Plön/Holstein

ILLIES J., & BOTOSANEAU L., 1963: Problemes et methodes de la classification et de la zonation ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point vue faunistique. Association of Theoretical and Applied Limnology 12.

INDLEKOFER, H., 1982: Leistungsberechnung naturnaher und natürlicher Gewässer. Landschaftswasserbau 3, S. 217 – 243, TU Wien.

IWHW Skript Gewässerkunde:

[https://iwhw.boku.ac.at/gewaesserkunde\\_alt/html/skriptum.html](https://iwhw.boku.ac.at/gewaesserkunde_alt/html/skriptum.html), Zugriff 08.06.2015

JÄRVELÄ, J., 2004: Determination of flow resistance caused by non-submerged woody vegetation. Int. journal of river basin management, Vol. 2, pp. 61-70.

JUNGWIRTH M., 1975: Die Fischerei in Niederösterreich. Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreichs, NÖ Pressehaus, St. Pölten.

JUNGWIRTH M., 1981: Auswirkungen von Fließgewässerregulierungen auf Fischbestände, Teil II. Wasserwirtschaft Wasservorsorge, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien

JUNGWIRTH, M., 1984: Auswirkungen des naturnahen Wasserbaues auf die Fischerei. Teil II. Wasserwirtschaft – Wasservorsorge, Forschungsarbeiten, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

JUNGWIRTH M., PARASIEWICZ P., HINTERHOFER M., MATITZ A., MEISS C., PARTL P., STEINBERGER W., 1994: Vergleichende Untersuchung des Fischaufstieges an drei Fischaufstiegshilfen im Rithralbereich. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

JUNGWIRTH M., HAIDVOGEL G., MOOG O., MUHAR S., SCHMUTZ S., 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Universität für Bodenkultur, Wien.

KELLER R., 1961: Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Haude & Spenersche Verlagsbuchhandlung, Berlin.

KOTOULAS D., 1969: Die Wildbäche Griechenlands – Klassifizierung – Verbauungsprinzipien, in Skriptum Wildbachkunde d. Universität für Bodenkultur, Wien.

KRESSER W., 1961: Hydrographische Betrachtung der österr. Gewässer. Verhandlung Internat. Verein Limnologie 14.

LESKE W., 1970: Neue hydraulische Berechnungsverfahren und Gestaltungsgrundsätze für Hochwasserentlastungsanlagen an Talsperren. Habilitationsschrift, Technische Universität, Dresden.

LINDNER, K., 1982: Strömungswiderstand von Pflanzenbeständen. Mitteilungen des Leichtweiss Institit für Wasserbau, Technische Universität, Braunschweig 75, 262 pp.

LINLØKKEN A., 1993: Efficiency of fishways and impact of dams on the migration of grayling and brown trout in the Glomma river system, south-eastern Norway. Regulated Rivers: Research & Management 8, pp. 145-153.

LOISKANDL, W., & KAMMERER, G., 2013: Studienblätter zur VU Hydraulik und Hydromechanik, Univ. f. Bodenkultur, Inst. f. Wasserwirtschaft, Wien.

LORENTE, A., BEGUERÍA, S., C. BATHURST, J. & J. M. GARCÍA-Ruiz (2003): Debris flow characteristics and relationships in the Central Spanish Pyrenees. – Natural Hazards and Earth System Sciences; Bd. 3, pp. 683–692

MACAN T.T., 1974: Running water. Mitt. int. Verein, theor. angew. Limnol. 20, pp. 301–321.

Marcinek, J., 1975: Versuch einer Gliederung der DDR auf morphogenetischer Grundlage. – Petermanns Geographische Mitteilungen, 3: 209-213.

MERTENS, W., 1988: Zur Frage der hydraulischen Berechnung naturnaher Fließgewässer. Wasserwirtschaft, 79 Heft 4, S. 170-179.

MERWALD I. E., 1984: Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation. Diss. An der Universität für Bodenkultur, Wien.

MERWALD, I.; MOOG, O. & JUNGWIRTH, M. (1985): Hydrologische Charakteristik des Dexlbaches. Wildbach und Lawinenverbauung 49. S. 51-88.

MERWALD I. E., 1987/1988: Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation. Mitteilung der Forstl. Bundesversuchsanstalt,

MERWALD I. E., 1994: Leitfaden für ökolog. Schutzwasserbau und Kriterien für ökolog. Bewertung von Schutzwasserbauten. Landesfischereiverband I Krems/Donau Niederösterreich.

MERWALD, I., 2012: Studienblätter zur VO Ökologisch orientierter Schutzwasserbau, Univ. f. Bodenkultur, Inst. f. Alpine Naturgefahren, Wien.

MERWALD, I., 2014: Studienblätter zur VO Ökologisch orientierter Schutzwasserbau, Univ. f. Bodenkultur, Inst. f. Alpine Naturgefahren, Wien.

MEYERS L.S., THUEMLER T.F. & KORNELY G.W., 1992: Seasonal Movements of Brown Trout in Northeast Wisconsin. North America Journal of Fisheries Management 12, pp. 433-441.

Ministerium für ein lebenswertes Österreich:

[http://www.naturgefahren.at/karten/chronik/Katastrophen\\_oestr/HW1882.html](http://www.naturgefahren.at/karten/chronik/Katastrophen_oestr/HW1882.html)

Zugriff: 05.02.2015

MOL A., 1978: Skizze einer Typologie europäischer Fließgewässer. Europäisches Übereinkommen zum Schutz internationaler Wasserläufe vor Verschmutzung.

MOOG O. & WIMMER R., 1990: Grundlagen zur typologischen Charakteristik österreichischer Fließgewässer. Wasser und Abwasser, Bd 34, S. 55 – 21, Universität für Bodenkultur, Wien.

ONR 24800, 2009: Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definition sowie Klassifizierung. Österr. Normungsinstitut, Wien.

OVIDIO M., BARAS E., COFFAUX D., BIRTLES C. & PHILIPPART C., 1998: Environmental unpredictability rules the autumn migration of brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Belgian Ardennes. Hydrobiologia 371/372, pp. 263-274.

Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV), 2003: Gestaltung von Fließgewässern auf Schwemmkegeln im dicht besiedelten alpinen Raum, Heft 146, Wien. (Unveröffentlicht)

PASCHE E., 1984: Turbulence mechanism in natural streams and the possibility of its mechanical representation. Heft 52, Mitteilungen Inst. für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen.

PETERYK S. & BOSMAJIAN G., 1975: Analysis of Flow through Vegetation. Journal of the Hydraulics Division, Vol. 101, No. 7, pp. 871-884.

PINTER K., ERZBERGER P. & LEWIT P. (1998): Die Fische Ungarns, ihre Biologie und Nutzung. Akad. Kiadó, Budapest.

PRADÈ M., 1947: Fleuves et Rivières. 3. Auflage, Paris.

PRÜCKNER R., 1965: Die Technik der Lebendverbauung. – Ein Leitfaden der Ingenieurbiologie für Schutzwasserbau, Forstwesen und Landschaftsschutz. Österr. Agrarverlag, Wien.

RAUCH H. P., 2006: Hydraulischer Einfluss von Gehölzstrukturen am Beispiel einer ingenieurbiologischen Versuchsstrecke am Wienfluss. Guthmann- Peterson, Wien und Mülheim a. d. Ruhr.

RICKENMANN D., 1996: Fließgeschwindigkeit in Wildbächen Gebirgsflüssen. Wasser, Energie, Luft 88 (11/12), p. 298–304.

Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik:

[http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umwelthemen/naturschutz/Amtsblatt\\_W\\_RRL.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umwelthemen/naturschutz/Amtsblatt_W_RRL.pdf). Zugriff 31.05.2015)

RÖSSERT R., 1996: Hydraulik im Wasserbau. 9., verbesserte Auflage, R. Oldenbourg Verlag München, Wien.

SCHINDLER O., 1963: Unsere Süßwasserfische – Kosmos Naturführer, Francksche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

SCHMUTZ S., JUNGWIRTH M., PARASIEWICZ P., EBERSTALLER, 1999: Gewässerökologische Gutachten Traisen, linker und rechter Werkskanal, Wasserführung der Traisen, Dotation – Verfahren gemäß § 21a WRG 1959. Niederösterreichische Landesregierung, Gruppe Wasser, Abt. Wasserrecht und Schifffahrt. Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Universität für Bodenkultur, Wien.

SCHOCKLITSCH , 1930: Der Wasserbau – ein Handbuch für Studium und Praxis. Julius Springer, Wien.

SCHRÖDER, W. & RÖMISCH, K., 2001: Gewässerregelung Binnenverkehrswasserbau, Werner Verlag, Düsseldorf.

SCHWOERBEL J., 1984: Einführung in die Limnologie. UTB 31, Gustav Fischer-Verlag Stuttgart, 5. Auflage.

SHETTER D.S., 1968: Observations on the movement of wild brown trout in two Michigan stream drainages. Trans. Am. Fish. Soc. 97: 472-480.

SOLOMON D.J. & TEMPLETON, R.G., 1976: Movements of brown trout *Salmo trutta* L. in chalk stream. Journal of Fish Biology 9: 411-423.

STEFFAN A. W., 1971: Chironomid (Diptera) biocenoses in Scandinavian glacier brooks. The Canadian Entomologist 103, no. 03, pp. 477-486.

STINY J., 1931: Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde. Springer-Verlag, Wien.

STRAHLER, A.N., 1957: Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions, American Geophysical Union 38: 913-920.

SUDA, J., 2012: Studienunterlagen zur VU Bautechnische Bemessung von Schutzbauwerken, Univ. f. Bodenkultur, Inst. F. Alpine Naturgefahren, Wien.

THIENMANN A., 1936: Alpine Chironomiden (ergebnisse von Untersuchungen in der Gegend von Garmisch-Patenkirchen). Archiv Hydrobiol. 30.

TILZEY R.D., 1977: Repeat homing of Brown trout (*salmo trutta*) in Lake Eucumbene, New South Wales, Australia. Journal of the Fisheries Research Board Canada 34: 1085-1094.

Ullmann M. & R. Haunschmid (2008): Praxisleitfaden – Bauwerke zur Organismenpassierbarkeit auf Basis fischökologischer Grundlagen. Hrsg. Amt der OÖ Landesregierung Oberflächengewässerswirtschaft.

Umweltbundesamtes: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/wasser/eu-wrrl/>  
Zugriff: 05.02.2015

UIBLEIN F., FRIEDL T., HONSIG-ERLENBURG W. & WEISS S., 2002: Lokale Anpassung, Gefährdung und Schutz der Äsche in drei Gewässern in Kärnten. Österreichs Fischerei 55, S. 112 – 140, Scharfling.

VISCHER, D., OPLATKA, M., 1998: Der Strömungswiderstand eines flexiblen Ufer- und Vorlandbewuchses. Wasserwirtschaft Jahrg. 88, Heft 6, Friedrich Vieweg&Sohn, Verlagsges.m.bH., Wiesbaden.

Wasser Informationssystem Austria (WISA): [wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/ngp/ngp-2015.html](http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/ngp/ngp-2015.html), Zugriff 01.06.2015

WEBER-OLDECOP D.W., 1977: Fließgewässertypologie in Niedersachsen auf floristisch-soziologischer Grundlage. Göttinger Florist. Rd.-Briefe 10.

WEINMEISTER, H. W., 1994: Studienunterlagen zur Vorlesung Wildbachkunde, Univ. f. Bodenkultur, Inst. F. Wildbach- und Lawinenschutz, Wien.

WRIGHT J.F. et al., 1984: A preliminary classification of running water sites in Great Britain based on macro-invertebrate species and predication of community type using environmental data. Freshwater Biology 14.

YOUNG M.K., 1994: Mobility of brown trout in south-central Wyoming streams. Can. J. Zool. 72: 2078-2083.

ZAMG: Klimadaten von Österreich 1971 – 2000, Reichenau an der Rax, [http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten\\_oesterreich\\_1971\\_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm), Zugriff 09.06.2015.

ZAMG: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten>.  
Zugriff 29.04.2015.

ZEH, H., 2007: Ingenieurbiologie, Handbuch Bautypen, vdf Hochschulverlag, Zürich.

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fließgeschwindigkeit der verschiedenen Fließquerschnittsbereiche (PASCHE, 1984).....	34
Abbildung 2: Verteilung der Wandschubspannung über den Umfang eines benetzten Trapezprofils in einem geraden, regelmäßig geformten Fließgewässerabschnitt (modifiziert nach SCHRÖDER & RÖMISCH, 2001).....	40
Abbildung 3: Maßgebende Gerinneparameter und hydraulische Größen (BOLLRICH, 1996).....	44
Abbildung 4: Maßgebende Stabilitätsfaktoren ingenieurbioologischer Bauweisen (GERSTGRASER, 1998b, S. 200).....	46
Abbildung 5: Faschinenreihe bestehend aus Weidenfaschinen und einer Senkfaschine als Hangfußsicherung (FLORINETH, 2010).....	48
Abbildung 6: Weidenspreitlage mit Hangfußsicherung durch Steinblöcke (FLORINETH, 2010).....	49
Abbildung 7: Weidenspreitlage mit Hangfußsicherung durch eine Drahtsteinwalze (FLORINETH, 2010).....	50
Abbildung 8: Weidenspreitlage mit Hangfußsicherung durch eine Holzkraimerwand (FLORINETH, 2010).....	50
Abbildung 9: Weidenfaschine auf Buschlage (FLORINETH, 2004).....	51
Abbildung 10: Geotextilpackung mit eingelegter Buschlage (FLORINETH, 2010).....	52
Abbildung 11: Flechtzaun (FLORINETH, 2010).....	53
Abbildung 12: Verkeilte Wurzelstöcke einer Wurzelstockreihe (FLORINETH, 2010).....	54
Abbildung 13: Uferverankerung von Raubäumen (FLORINETH, 2010).....	54
Abbildung 14: Darstellung einer Astpackung (Packwerk) nach WALTL (FLORINETH, 2010).....	55
Abbildung 15: Einfache Astpackung in Längsrichtung (FLORINETH, 2004).....	55
Abbildung 16: links Holzkraimerwand mit Steinboden und Pilotensicherung, rechts alternierende Verlegung der Zangen (FLORINETH, 2010).....	56
Abbildung 17: Holzkraimerwand mit Schwerboden (Florineth, 2010).....	57
Abbildung 18: Uferpfahlwand mit Fischunterstand (FLORINETH, 2010).....	58
Abbildung 19: Abgetreppte Uferpfahlwand (FLORINETH, 2010).....	58
Abbildung 20: Verlandungszaun (FLORINETH, 2010).....	59
Abbildung 21: Steinkastenbuhne (ZEH, 2007).....	60
Abbildung 22: Faschinenbuhne mit waagrecht (links) und senkrecht (rechts) Einbau der Faschinen (FLORINETH, 2004).....	61
Abbildung 23: Spreitlagenbuhne (ZEH, 2007).....	62
Abbildung 24: Spreitlagenbuhne mit ausgetriebenem Weidenmaterial (ZEH, 2007).....	62
Abbildung 25: Blocksteinbuhne mit Steckhölzern und Stroheinlage (FLORINETH, 2010).....	63
Abbildung 26: Buschbautraverse mit Drahtsteinwalzensicherung (FLORINETH, 2004).....	64
Abbildung 27: Buschbautraverse mit Steinsicherung (FLORINETH, 2004).....	64
Abbildung 28: Lebende Bürsten (FLORINETH, 2010).....	65
Abbildung 29: Lebende Käbme (FLORINETH, 2010).....	65
Abbildung 30: Anwendung Lebender Bürsten und Käbme in Kombination mit Buschbautraversen (FLORINETH, 2004).....	66
Abbildung 31: ökologisch verlegte Steinschlichtung nach MERWALD mit gut ersichtlichen Fischeinständen (MERWALD, 1994).....	68
Abbildung 32: Mit Ankereisen befestigte Wasserbausteine (MERWALD, 1994).....	69
Abbildung 33: An Leitwerksfundament befestigte Verhängemauerwerk (MERWALD, 1994).....	69
Abbildung 34: Uferdeckwerk mit Holzrost als Schutz vor Unterspülen (MERWALD, 1994).....	70
Abbildung 35: Ökologische Steinschlichtung mit Ansatzstein (MERWALD, 1994).....	71
Abbildung 36: Uferkraimerwand mit Pflanzeneinlagen (MERWALD, 1994).....	71
Abbildung 37: Ökologische Grobsteinschlichtung mit Pflanzeneinlage (MERWALD, 1994).....	71
Abbildung 38: Steinschlichtung mit Ansatzstein als Uferdeckwerk (MERWALD, 1994).....	71
Abbildung 39: Spreitlage mit Ansatzstein als Fußsicherung (MERWALD, 1994).....	71
Abbildung 40: Doppelwandige Uferkraimerwand (MERWALD, 1994).....	72
Abbildung 41: Schalengerinne mit Niederwasserrinne orographisch rechts (MERWALD, 1994).....	72
Abbildung 42: Wirkungsweise verschieden geneigter Buhnen (FLORINETH, 2010).....	74
Abbildung 43: Anordnung von Buhnen (FLORINETH, 2010).....	75
Abbildung 44: Aufgelöste Rampe mit regelmäßiger Becken-Riegel-Struktur (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).....	80
Abbildung 45: Aufgelöste Rampe mit durch Längsriegel unterteilten Teilbecken zur Gewährleistung ausreichender Durchströmung bei geringer Wasserführung (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).....	80

Abbildung 46: Schematische Verteilung der Fließgeschwindigkeit in einem asymmetrischen Profil, hellblau - gering, dunkelblau – hoch (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014) .....	81
Abbildung 47: Raue Bettstruktur einer asymmetrischen Rampe mit Störsteinen (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014) .....	81
Abbildung 48: Flussabwärts angeordnete Teilrampe(© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).....	82
Abbildung 49: Flussaufwärts angeordnete Teilrampe (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).....	82
Abbildung 50: Steilstrecke (Blocksteinrampe), die Sicherung durch Eisenbahnschienen verhindert ein Nachrutschen der Steine (MERWALD, 1994).....	83
Abbildung 51: Konstruktionstypen von Wildbachsperrern: (A) geschlossene Sperre; (B) kronengeschlossene kleindolige Sperre; (C) kronengeschlossene großdolige Sperre; (D) kronenoffene Schlitzsperre; (E-H) aufgelöste Sperrern; (I) Gittersperre; (J) Netzsperre; (K) Seilsperre (SUDA, 2012).....	84
Abbildung 52: Ausmuldungen im Abflussbereich einer grossdoligen Sperre gewährleisten einen konzentrierten Niederwasserabfluss (MERWALD, 1994).....	87
Abbildung 53: Doppelwandige Steinkastenschwelle. Im unteren Bauwerksbereich kann durch den Versatz eines Querstammes ein Fischunterstand geschaffen werden (MERWALD, 1994) .....	90
Abbildung 54: Schwerstein auf Querstamm (MERWALD, 1994) .....	91
Abbildung 55: Schwerstein mit Spundgurte oder Pilotengurte (MERWALD, 1994) .....	91
Abbildung 56: Spundgurte mit Schwersteinkrone (MERWALD, 1994) .....	91
Abbildung 57: Pfahlschwelle mit Querstämmen und integrierten Füll- oder Abstandshölzern (MERWALD, 1994).....	92
Abbildung 58: Hydrobiologische Grobsteinschwelle mit gewölbeförmiger Verlegung (MERWALD, 1994) .....	92
Abbildung 59: Seitenansicht einer Doppelstammschwelle (MERWALD, 1994) .....	93
Abbildung 60: Doppelstammschwelle (Bautype Steiermark) (MERWALD, 1994) .....	93
Abbildung 61: Dreistammchwelle (MERWALD, 1994) .....	94
Abbildung 62: Fischfreundliche Grundschwelle in Beton oder Zementmörtelmauerwerk mit Fischunterstand und abgerundeter Kronenauskrugung (MERWALD, 1994) .....	94
Abbildung 63: Kaskadenschwelle in Grobsteinausführung (MERWALD, 1994).....	95
Abbildung 64: Rampen- und Sohlschwellenkombination mit Kolken als Regenerationsplatz und Rückzugsmöglichkeit (MERWALD, 1994) .....	95
Abbildung 65: Betonkasten – Stufe (BE-KA-Stufe) mit ausreichend tiefem Kolk. Diese Bauwerkstypen lässt sich hervorragend den ökologischen Anforderungen des betreffenden Gewässers anpassen (MERWALD, 1994).....	96
Abbildung 66: Lagekarte des Einzugsgebietes des Preiner Bachs inklusive seiner Zubringer im südlichen Niederösterreich.....	99
Abbildung 67: Geologische Übersichtskarte Untersuchungsgebiet Preiner Bach (Geologische Karten online GBA eigene Bearbeitung) .....	100
Abbildung 68: Verlauf der Lufttemperatur für die Klimastation Reichenau a. d. Rax im Messzeitraum 1971 – 2000 (modifiziert nach ZAMG- Jahrbuch, Zugriff 09.06.2015). .....	104
Abbildung 69: Relative monatl. Luftfeuchtigkeit für die Messperiode für Reichenau a. d. Rax 1971 - 2000 (modifiziert nach ZAMG- Jahrbuch, Zugriff 09.06.2015). .....	106
Abbildung 70 links: Standort eines wichtigen Laichplatzes bei Hm 38,22.....	119
Abbildung 71: Verteilung wichtiger Laichplätze im Preiner Bach.....	119
Abbildung 72: Sinoidalschwelle in Zementmörtel Mauerwerk mit rau ausgestalteter Niederwasserrinne. ....	121
Abbildung 73: Künette mit ausgemuldeten Sohlgurten zur Sicherung der freien Kolke. ....	122
Abbildung 74: Schusstenne mit rau ausgeformter Niederwasserrinne entlang von Fugen. ....	123
Abbildung 75: Ausgeschnittene Niederwasserrinne in einer Holzsohlschwelle.....	125
Abbildung 76: Niederwasserrinne durch Abschrämmen entlang einer Fuge. ....	126
Abbildung 77: Niederwasserrinne durch Entnahme eines Kronensteins. ....	126
Abbildung 78: Hydrobiologischer Zeitplan zur Vermeidung von Schäden an der Fischpopulation durch Baumaßnahmen (modifiziert nach MERWALD (1984), erweitert durch SCHREMSENER (1994,2000) entnommen aus MERWALD 2014). .....	131
Abbildung 79: Kombination aus ökologischer Grobsteinschichtung und hydrobiologischer Grobsteinschwelle. Die Grobsteinschwellen sind in doppelter Bogenform ausgeführt. Dies führt einerseits zu einer höheren Stabilität und andererseits zu einer besseren Ausbildung der Niederwasserrinne (rechts Quelle: MERWALD, 1994).....	132
Abbildung 80: In eine Sohlschwelle integrierte Drahtsteinwalze als Wanderhilfe für das Makrozoobenthos und Koppen. ....	133

## 10 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Untergrundsubstrat und dazugehörige maximale Strömungsgeschwindigkeiten (modifiziert nach ILLIES, 1961) .....</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 2: Wildbachklassifikation nach BUNZA et.al. 1982 (modifiziert nach ONR 24800, 2009) .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabelle 3: System A der Einteilung von Flüssen folgend der WRRL (modifiziert nach WRRL 2000/60/EG). .....</i>	<i>18</i>
<i>Tabelle 4: System B der Einteilung von Flüssen folgend der WRRL (modifiziert nach WRRL 2000/60/EG). .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabelle 5: Auszug einiger wichtiger Tiergruppen des Makrozoobenthos.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabelle 6: Manningbeiwerte <math>k_{St}</math> (modifiziert nach RÖSSERT, 1994).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 7: Formbeiwerte für offene Gerinne nach LESKE (1970) sowie <math>C_r</math>-Werte nach Gl. 6.16a (modifiziert nach BOLLRICH, 2007) .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 8: Stoffeigenschaften von Flüssigkeiten (modifiziert nach BOLLRICH, 2007).....</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 9: Abminderungsfaktoren in Abhängigkeit vom Verhältnis <math>r_{k/b}</math> (modifiziert nach BOLLRICH, 2007) .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 10: Schleppspannung <math>\tau_{crit}</math>, kritische Fließgeschwindigkeit <math>v_{crit}</math>, und Manningbeiwert <math>k_{St}</math> für Gerinne (modifiziert nach Bollrich 2007) .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 11: Belastbarkeit ingenieurbioologischer Bauweisen (modifiziert nach FLORINETH, 2010).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 12: Bemessungswerte für Wasserspiegeldifferenz (<math>D_h</math>) und Energiedichte (EBERSTALLER-FLEISCHANDERL &amp; EBERSTALLER, 2014). .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabelle 13: Maßgebliche Bemessungsniederschläge nach Lorenz-Skoda (Quelle: WLW-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007) .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabelle 14: Höhenstufen des Wuchsgebietes 4.2 (modifiziert nach bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015). .....</i>	<i>107</i>
<i>Tabelle 15: Höhenstufen des Wuchsgebietes 5.1 (modifiziert nach bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015). .....</i>	<i>108</i>
<i>Tabelle 16: Höhenstufen des Wuchsgebietes 5.2 (modifiziert nach bfw.ac.at, Zugriff 01.06.2015). .....</i>	<i>109</i>
<i>Tabelle 17: Darstellung der Hochwasserabflussmengen HQ 10, HQ 30, HQ 100, HQ 150, HQ 150 inklusive Geschiebeanteil, Hochwasserfracht HQ 150, sowie kritische Anlaufzeiten <math>t_c</math> für das Einzugsgebiet des Preiner Baches und seinen Teileinzugsgebieten (Quelle: WLW-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabelle 18: Angaben zu Geschiebe- (Feststoff-) potenzial, -fracht, durchschn. und max. Feststoffanteil des Preiner Baches und seinen Teileinzugsgebieten (Quelle: WLW-GZP Reichenau a. d. Rax, 2007). .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabelle 19: Probeentnahmestellen Larvenuntersuchungen.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabelle 20: Beurteilung der Funktion von Längs(bau)werken im Schutzwasserbau in ihrer technischen und hydrobiologischen Auswirkung (modifiziert nach MERWALD (1984 und 2012).....</i>	<i>129</i>
<i>Tabelle 21: Beurteilung der Funktion von Quer(bau)werken im Schutzwasserbau in ihrer technischen und hydrobiologischen Auswirkung (modifiziert nach MERWALD (1984 und 2012).....</i>	<i>130</i>

## 11 Fotoverzeichnis

Foto 1: Einbau und zeitliche Entwicklung einer Astpackung über einen Zeitraum von drei Jahren (Quelle: FLORINETH, 2004).....	56
Foto 2: Weidenfaschineneinlagen einer Uferkrienerwand.....	57
Foto 3: links Steinkastenbuhnenstaffelung, rechts Steinkastenbuhne mit eingelegtem.....	60
Foto 5: Nach 4 Monaten (Quelle: FLORINETH, 2004).....	61
Foto 4: Vor dem Einbau (Quelle: FLORINETH, 2004).....	61
Foto 6: Nach 2 Jahren (Quelle: FLORINETH, 2004).....	61
Foto 7: Spreitlagenbuhne mit bereits ausgetriebenen Weidenästen (Quelle: ZEH, 2007).....	62
Foto 8: Steinwurf (Quelle: MERWALD, 1994).....	67
Foto 9: Ökologische Steinschichtung mit niederen Sohlschwellen (Quelle: MERWALD, 1994).....	68
Foto 10: Hartes Uferdeckwerk, erst nach Unterspülen können sich Fischeinstände ausbilden (Quelle: MERWALD).....	70
Foto 11: Einwandiges Holzleitwerk in Kombination mit Vegetationsbau (MERWALD, 1994).....	72
Foto 12: Schalengerinne in Siedlungsgebiet (Quelle: MERWALD).....	72
Foto 13: Konsolidierungswerke in doppelwandiger Holzkrainerwand- und Mauerwerkausführung. Oftmals aufgrund ihrer Höhe für Fische und Benthosorganismen unüberwindbar (Quelle: MERWALD).....	76
Foto 15: Grundschwelle mit schräger Abflusssektion und konzentriertem Abfluss (Quelle: MERWALD).....	77
Foto 14: Konzentrierter Niederwasserabfluss einer bogenförmige Grundschwelle (Quelle: MERWALD).....	77
Foto 16: Pendelrampe mit pendelnder Niederwasserrinne durch wechselnde Anordnung der Beckenübergänge der einzelnen Schwellen (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).....	81
Foto 17: Teilrampe zur Überwindung einer Sohlstufe (© ezb entnommen aus EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER, 2014).....	82
Foto 18: Steilstrecke/ Blocksteinrampe (Quelle: MERWALD).....	83
Foto 19: Passierbare Dosiersperre und Vorsperren (Quelle: MERWALD, 1994).....	87
Foto 20: Rückhalt von Oberflächenabfluss ohne Grundablass (Oberkreuzstetten – Hipplinger Heiderunsen). Schaffung eines Biotops (Quelle: MERWALD, 1994).....	88
Foto 21: Sinoidalschwelle mit rauher Oberflächengestaltung (Quelle: MERWALD, 1994).....	89
Foto 22: Schaffung eines Fischunterstandes durch Versatz des luftseitigen Baumstammes und seitlicher Begrenzung mit Füllhölzern (rechte Seite des Fotos) (Quelle: MERWALD, 1994).....	90
Foto 23: Vorderansicht einer Doppelstammeschwelle (Quelle: MERWALD, 1994).....	93
Foto 24: Die Kaskadenschwelle in Beton/ Zementmörtelmauerwerkausführung(Quelle: MERWALD, 1994).....	95
Foto 25: Sohlschwelle mit ausgeprägter Niederwasserrinne und tiefem Kolk (eigene Quelle).....	120
Foto 26: Abfolge niedriger Sohlschwellen mit ausgeprägten Kolken und Niederwasserrinnen (eigene Quelle). 120	
Foto 27: Durch Schrägstellung des markierten Steins könnte eine bessere Durchgängigkeit für aquatische Lebewesen erreicht werden. Vor allem ein Forellenaufstieg würde begünstigt (eigene Quelle. ....	123
Foto 28: Abgelagerte Steinblöcke in Kolk vor Holzsohlschwelle. Durch das Fehlen des Startkolkes wird ein Aufstieg maßgeblich erschwert (eigene Quelle).....	124
Foto 29: Holzsohlschwellen ohne Niederwasserrinne bei einer Brücke. Bei Niederwasser kann die Wasserführung nicht ausreichen, um eine Wanderung zu ermöglichen (eigene Quelle). ....	124
Foto 30: Vier aufeinander folgende Holzsohlschwellen ohne Niederwasserrinnen (eigene Quelle). ....	125
Foto 31: Doppelsohlschwelle. Ein Aufstieg wird aufgrund der fehlenden Niederwasserrinne im oberen Bauwerksteil erheblich erschwert (eigene Quelle). ....	125
Foto 32: Sohlschwelle und darauf folgende Sohlpflasterung unter der Bundesstraßenbrücke (eigene Quelle). 126	

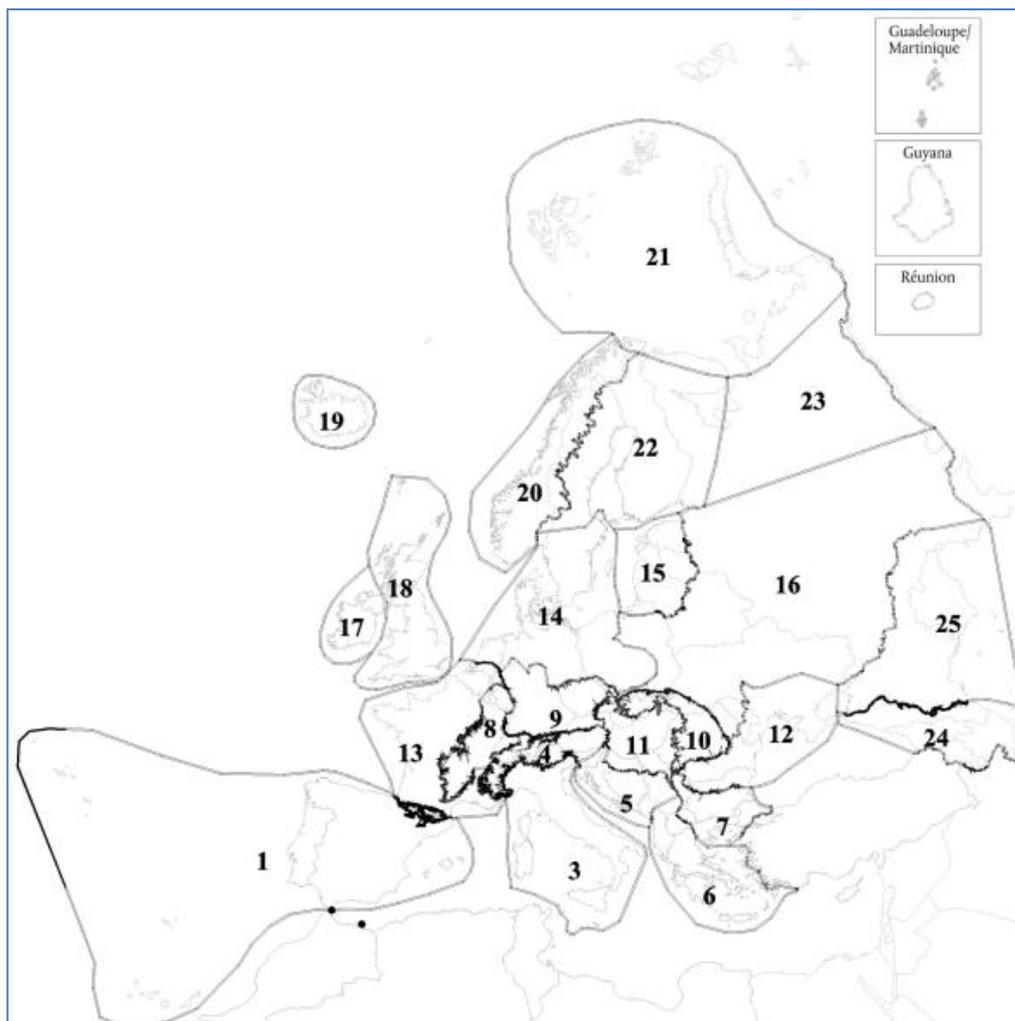
## 12 Anhang

### Anhang I

#### Karte A

System A: Ökoregionen für Flüsse und Seen (www.umweltbundesamt.at, Zugriff: 01.06.2015).

1. Iberisch-makaronesisch	10. Karpaten	19. Island
2. Pyrenäen	11. Ungarische Tiefebene	20. Boreales Hochland
3. Italien, Korsika und Malta	12. Pontisches Gebiet	21. Tundra
4. Alpen	13. Westliches Flachland	22. Fennoskandia
5. Dinarischer Westbalkan	14. Zentrales Flachland	23. Taiga
6. Hellenischer Westbalkan	15. Baltikum	24. Kaukasus
7. Ostbalkan	16. Östliches Flachland	25. Kaspische Senke
8. Westliche Mittelgebirge	17. Irland und Nordirland	
9. Zentrales Mittelgebirge	18. Großbritannien	



## Anhang II

Auszug ZAMG- Jahrbuch Reichenau a. d. Rax, 2014 (www.zamg.ac.at, Zugriff 09. 06. 2015).

Seite 1



### Gesamtjahresauswertung

Metainformationen

Stationsname	Stationstyp	Kennung	Bundesl.	Geogr. Länge (°)	Geogr. Breite (°)	Höhe (m)	Aktiv seit	Lage (grob) - Lage (fein)
Reichenau/Rax	Tawes	Reich/R (T)	NOE	47.6997	15.8369	488	09 1982	Tallage - Ebene

Seite 2



2014

Gesamtjahresauswertung

Luftdruck und Bewölkung	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahresmittel des Luftdrucks (hPa)	958.3
Jahresmittel des Dampfdrucks (hPa)	10.4
Jahresmittel der Bewölkung (1/10)	6.6
Lufttemperatur	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahresmittel der Lufttemperatur um 07 MEZ (°C)	8.4
Jahresmittel der Lufttemperatur um 14 MEZ (°C)	14.3
Jahresmittel der Lufttemperatur um 19 MEZ (°C)	10.7
Jahresmittel der Lufttemperatur (°C)	10.2
Jahresmittel der Maxima der Lufttemperatur (°C)	15.8
Jahresmittel der Minima der Lufttemperatur (°C)	6
absolutes Jahresmaximum der Lufttemperatur (°C)	33.5
absolutes Jahresminimum der Lufttemperatur (°C)	-11.2
Luftfeuchte	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahresmittel der relativen Luftfeuchte um 07 MEZ (%)	84
Jahresmittel der relativen Luftfeuchte um 14 MEZ (%)	61
Jahresmittel der relativen Luftfeuchte um 19 MEZ (%)	79
Jahresmittel der relativen Luftfeuchte (%)	77
Niederschlag	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahressumme des Niederschlags (mm)	1039
Jahresmaximum der 24h-Niederschlagssumme (mm)	87
Jahresmaximum der max. Tagesschneehöhe (cm)	20
Sonnenscheindauer	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahressumme der Sonnenscheindauer (h)	1681
Summe der Sonnenscheindauer (% der maximal möglichen)	45.2
Wind	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Nord	20
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Nordost	38
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Ost	208
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Südost	69
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Süd	15
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Südwest	38
Jahressumme der Termine mit Windrichtung West	249
Jahressumme der Termine mit Windrichtung Nordwest	221
Jahressumme der Termine mit Calmen (windstill)	237

Seite 3



2014

Gesamtjahresauswertung

Wind (forts.)	
Parameter / Station	Reich/R (T)
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (m/s)	2

# Anhang III

## Gefahrenzonen Preiner Bach

### Karte I

#### Darstellung Gefahrenzonen Preiner Bach Hm 58 - 50



#### Legende

- Preiner Bach
- Rote Summenzone Wildbach
- Blauer Vorbehaltsbereich
- Brauner Hinweisbereich
- Gelbe Summenzone Wildbach
- Hektometrierung

0 75 150 300 450 600 Meters

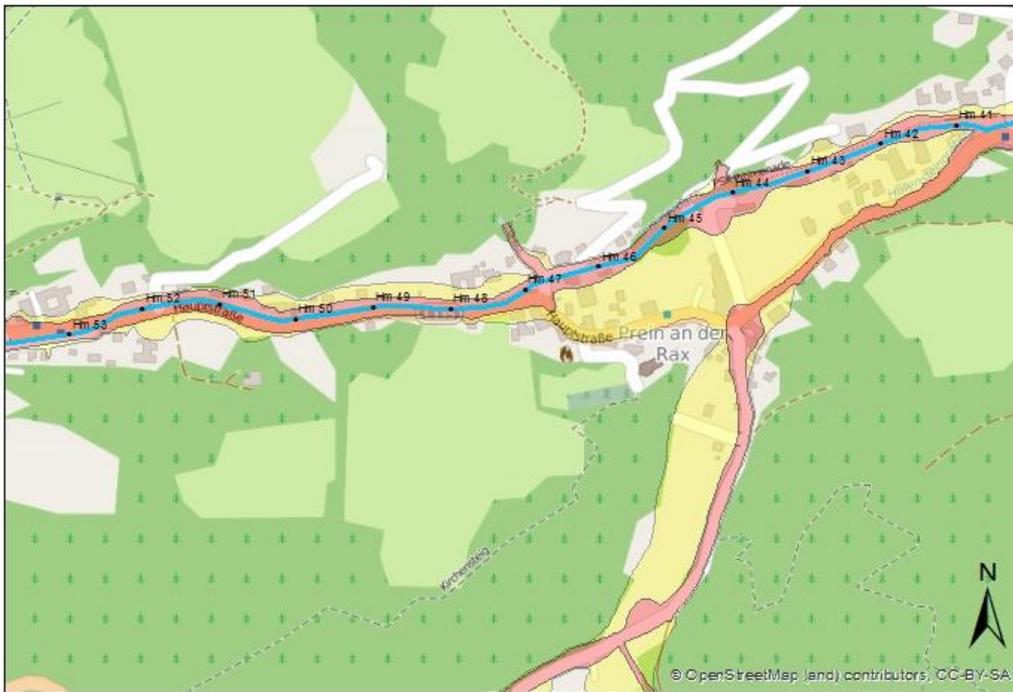
Datengrundlage: Forstl. Dienst f. Wildbach- u. Lawinverbauung. Eigene Darstellung

# Anhang III

## Gefahrenzonen Preiner Bach

### Karte II

#### Darstellung Gefahrenzonen Preiner Bach Hm 52 - 41



#### Legende

- Preiner Bach
- Rote Summenzone Wildbach
- Blauer Vorbehaltsbereich
- Brauner Hinweisbereich
- Gelbe Summenzone Wildbach
- Hektometrierung

0 75 150 300 450 600  
Meters

Datengrundlage: Forstt. Dienst f. Wildbach-  
u. Lawinerverbauung. Eigene Darstellung

# Anhang III

## Gefahrenzonen Preiner Bach

### Karte III

#### Darstellung Gefahrenzonen Preiner Bach Hm 41 - 27



#### Legende

-  Preiner Bach
-  Rote Summenzone Wildbach
-  Blauer Vorbehaltsbereich
-  Brauner Hinweisbereich
-  Gelbe Summenzone Wildbach
-  Hektometrierung

0 75 150 300 450 600  
Meters

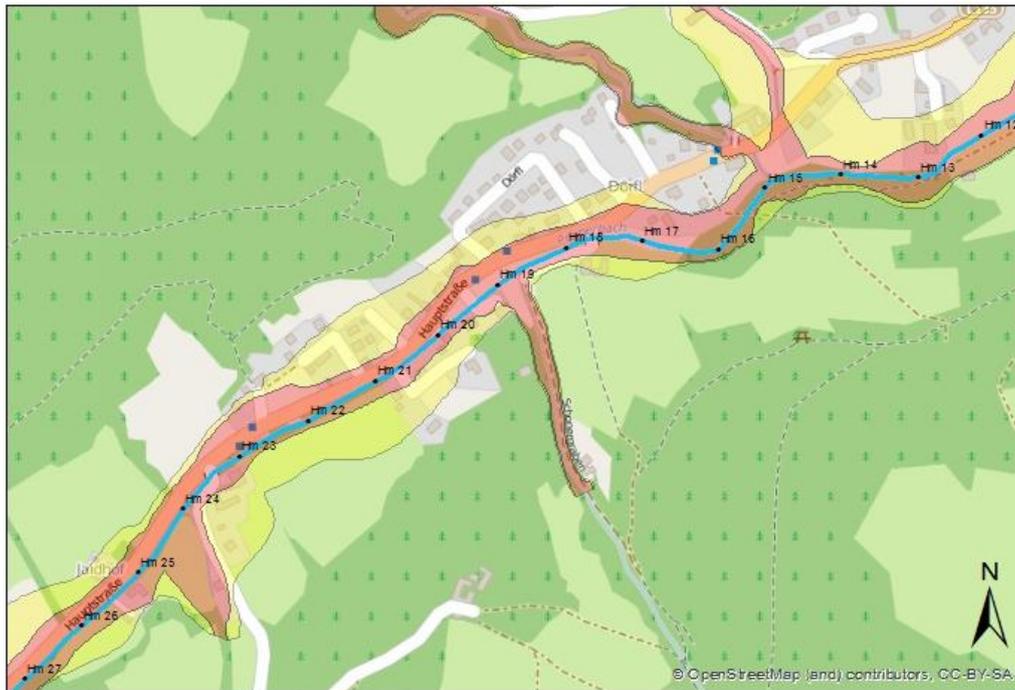
Datengrundlage: Forstt. Dienst f. Wildbach-  
u. Lawinerverbauung. Eigene Darstellung

# Anhang III

## Gefahrenzonen Preiner Bach

### Karte IV

#### Darstellung Gefahrenzonen Preiner Bach Hm 27 - 12



© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA  
0 75 150 300 450 600 Meters

**Legende**

- Preiner Bach
- Rote Summenzone Wildbach
- Blauer Vorbehaltsbereich
- Brauner Hinweisbereich
- Gelbe Summenzone Wildbach
- Hektometrierung

Datengrundlage: Forstl. Dienst f. Wildbach- u. Lawinerverbauung. Eigene Darstellung

# Anhang III

## Gefahrenzonen Preiner Bach

### Karte V

#### Darstellung Gefahrenzonen Preiner Bach Hm 12 - 0



#### Legende

- Preiner Bach
- Rote Summenzone Wildbach
- Blauer Vorbehaltsbereich
- Brauner Hinweisbereich
- Gelbe Summenzone Wildbach
- Hektometrierung

0 75 150 300 450 600  
Meters

Datengrundlage: Forstl. Dienst f. Wildbach-  
u. Lawinerverbauung. Eigene Darstellung

## Anhang IV

Auszug Bewertung Zustand NGP (wisa.bmlfuw.gv.at, Zugriff 01.06.2015).

### Fließgewässer - chemischer und ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potential der Wasserkörper - inklusive Teilzuständen und Bewertungstyp der Zustandsbewertung.

Wasserkörpernummer	betroffene Bundesländer	Fluss	Fluss-km (von)	Fluss-km (bis)	Zustandsbewertung													
					Keine Bewertung weil trocken fallend													
					Chemischer Zustand	Bewertungstyp für Ch. Z.	Umweltchemische Schadstoffe	Bewertungstyp für umw. Schadst.	National geregelte Schadstoffe	Bewertungstyp für Nat. geregelte S.	stoffliche Komponente des ök. Z.	Bewertungstyp für stoffl. Komp.	hydromorph. Komponente des ök. Z.	Bewertungstyp für hy. Komp.	Ökologischer Zustand / Potential	Bewertungstyp für Ök.Z./ Potential	GESAMTZUSTAND	Bewertungstyp für GESAMTZUST.
1001190001	Stm	Prätisbach	3,58	4,64	1	B	3	C	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B
1001190003	Stm	Prätisbach	4,64	5,67	1	B	3	C	2	B	2	B	1	B	2	B	2	B
1001190004	Stm	Prätisbach	5,67	7,64	1	B	3	C	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B
801180048	Sbg	Preberbach [Leissnitz Tamsweg]	0,00	5,01	1	B	3	C	2	B	2	B	2	B	3	B	33	B
800150000	Sbg	Preberbach [Leissnitz Tamsweg]	5,01	5,80	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
800150001	Sbg	Preberbach [Leissnitz Tamsweg]	5,80	7,10	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
801260042	Stm	Preberbach [Rantenbach]	0,00	1,57	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
801260044	Stm	Preberbach [Rantenbach]	1,57	2,60	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
801260045	Stm	Preberbach [Rantenbach]	2,60	4,77	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
800170000	Stm	Preberbach [Rantenbach]	4,77	7,69	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
801550001	Stm	Pregbach	-0,03	1,52	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
801550003	Stm	Pregbach	1,52	5,21	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
801550007	Stm	Pregbach	5,21	7,31	1	B	3	C	2	B	2	B	1	A	2	B	2	B
801550008	Stm	Pregbach	7,31	8,33	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
801550009	Stm	Pregbach	8,33	10,74	1	B	3	C	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B
1000140000	Noe	Preiner Bach Rattenbach [Preiner Bach]	0 2,88	2,88 7,06	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
1000100022	Noe	Preinleitengraben	0,00	6,62	1	B	3	C	2	B	2	B	2	C	2	C	2	C
1000070000	Noe	Preinleitengraben Preinbach	6,62 0	10,26 0,68	1	B	3	C	1	B	1	B	3	C	3	C	3	C
801570001	Stm	Pressnitzbach	-0,02	0,94	1	B	3	C	2	B	2	B	4	B	4	B	4	B
801570003	Stm	Pressnitzbach	0,94	2,48	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
801570004	Stm	Pressnitzbach	2,48	3,48	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
800520000	Stm	Pressnitzbach	3,48	6,68	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
801930020	Stm	Preulbach	-0,01	7,58	1	B	3	C	2	B	2	B	2	A	2	B	2	B
801930021	Stm	Preulbach	7,58	10,96	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
400240086	Stm	Preuneggbach	-0,01	4,23	1	B	3	C	2	B	2	B	1	A	2	B	2	B
400240028	Stm	Preuneggbach	4,23	9,99	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
411600000	Stm	Preuneggbach Ursprungsbach	9,99 10,2	10,2 13,33	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
801030003	Km, Stm	Priewaldbach	2,04	4,45	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
404640001	Noe	Prinzbach	0,00	5,71	1	B	3	C	1	B	1	B	2	C	2	C	2	C
404600000	Noe	Prinzbach	5,71	6,79	1	B	3	C	1	B	1	B	2	C	2	C	2	C
404600001	Noe	Prinzbach	6,79	9,03			3	C										
101830000	Vbg	Pritschengraben/Esche	5,74	7,08	1	B	3	C	2	A	3	A	3	B	3	A	3	A
406930000	Noe	Prollingbach	0,00	6,10	1	B	3	C	2	B	2	B	3	C	3	C	3	C
406920000	Noe	Prollingbach	6,10	10,27	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B
401320000	Sbg	Promeckbach	2,27	3,51	1	B	3	C	2	B	2	B	2	B	2	B	2	B
401320003	Sbg	Promeckbach	3,51	5,29	1	B	3	C	1	B	1	B	1	B	1	B	1	B

1... Sehr guter Zustand

2... Guter Zustand

3... Mäßiger Zustand

4... Unbefriedigender Zustand

5... Schlechter Zustand

22... Gutes oder besseres Potential

33... Mäßiges oder schlechteres Potential

A... Bewertung anhand von Messungen

B... Bewertung anhand von Gruppierung

C... Bewertung anhand von Belastungsanalyse

\*... keine Bewertung der Hydromorphologie, da künstliches Fließgewässer

## Ahang V

Auszug Risikobewertung NGP (wisa.bmlfuw.gv.at, Zugriff 01.06.2015).

Fließgewässer - Risikobewertung der Wasserkörper hinsichtlich stofflicher und hydromorphologischer Belastungen													
Wasserkörpernummer	betroffene Bundesländer	Fluss	Fluss-km (von)	Fluss-km (bis)	Belastungen / Risikobewertung								
					EU-geregelte Schadstoffe	Nat. geregelte Schadstoffe	Allg. physik. und chem. P	Morphologie	Durchgängigkeit	Stm	Schwall	Restwasser	Hydromorphologie gesamt
302950080	Ooe	Pramauer Bach	7,00	8,00	1	1	2	0	0	0	0	0	2
302430000	Ooe	Pramauer Bach	8,00	10,15	1	1	2	0	2	0	0	0	2
410440004	Ooe	Prambach	0,00	6,50	1	1	2	3	2	0	0	0	3
403200001	Ooe	Prambach	6,50	9,00	1	1	2	1	2	0	0	0	2
403200003	Ooe	Prambach	9,00	10,50	1	1	2	0	0	0	0	0	2
403200004	Ooe	Prambach	10,50	11,90	1	1	2	3	2	0	0	0	3
1001380065	Stm	Prärisbach	-0,02	2,57	1	1	1	1	1	0	0	0	1
1001380066	Stm	Prärisbach	2,57	3,58	1	1	1	0	1	0	0	0	1
1001190001	Stm	Prärisbach	3,58	4,64	1	1	1	0	1	0	0	0	1
1001190003	Stm	Prärisbach	4,64	5,67	1	1	1	0	0	0	0	0	1
1001190004	Stm	Prärisbach	5,67	7,64	1	1	1	0	1	0	0	0	1
801180048	Sbg	Preberbach [Leissnitz Tamsweg]	0,00	5,01	1	1	1	2	2	0	0	0	2
800150000	Sbg	Preberbach [Leissnitz Tamsweg]	5,01	5,80	1	1	1	2	0	0	0	0	2
800150001	Sbg	Preberbach [Leissnitz Tamsweg]	5,80	7,10	1	1	1	0	2	0	0	0	2
801260042	Stm	Preberbach [Rantenbach]	0,00	1,57	1	1	1	0	0	0	0	0	1
801260044	Stm	Preberbach [Rantenbach]	1,57	2,60	1	1	1	0	0	0	0	0	1
801260045	Stm	Preberbach [Rantenbach]	2,60	4,77	1	1	1	0	0	0	0	0	1
800170000	Stm	Preberbach [Rantenbach]	4,77	7,69	1	1	1	0	0	0	0	0	1
801550001	Stm	Pregbach	-0,03	1,52	1	1	1	2	2	0	0	0	2
801550003	Stm	Pregbach	1,52	5,21	1	1	1	1	2	0	0	0	2
801550007	Stm	Pregbach	5,21	7,31	1	1	1	1	1	0	0	1	1
801550008	Stm	Pregbach	7,31	8,33	1	1	1	0	0	0	0	0	1
801550009	Stm	Pregbach	8,33	10,74	1	1	1	0	1	0	0	0	1
1000140000	Noe	Preiner Rettenbach [Preiner Bach]	0 2,88	2,88 7,06	1	1	1	1	2	0	0	0	3
1000100022	Noe	Preinleitengraben	0,00	6,62	1	1	1	1	1	0	0	0	1
1000070000	Noe	Preinleitengraben Preinbach	6,62 0	10,26 0,68	1	1	1	0	2	0	0	0	3
801570001	Stm	Pressnitzbach	-0,02	0,94	1	1	1	0	2	0	0	3	3
801570003	Stm	Pressnitzbach	0,94	2,48	1	1	1	0	0	0	0	0	1
801570004	Stm	Pressnitzbach	2,48	3,48	1	1	1	1	2	0	0	0	2
800520000	Stm	Pressnitzbach	3,48	6,68	1	1	1	1	2	0	0	0	2
801930020	Stm	Preulbach	-0,01	7,58	1	1	1	1	1	1	0	1	1
801930021	Stm	Preulbach	7,58	10,96	1	1	1	0	0	0	0	0	1
400240086	Stm	Preuneggbach	-0,01	4,23	1	1	1	1	1	1	0	1	1
400240028	Stm	Preuneggbach	4,23	9,99	1	1	1	0	0	0	0	0	1
411600000	Stm	Preuneggbach Ursprungsbach	9,99 10,2	10,2 13,33	1	1	1	0	0	0	0	0	1
801030003	Km, Stm	Priewaldbach	2,04	4,45	1	1	1	0	0	0	0	0	1
404640001	Noe	Prinzbach	0,00	5,71	1	1	1	1	1	0	0	0	1
404600000	Noe	Prinzbach	5,71	6,79	1	1	1	0	1	0	0	0	1
404600001	Noe	Prinzbach	6,79	9,03				0	0	0	0	0	0
101830000	Vbg	Pritschengraben/Esche	5,74	7,08	1	1	2	2	0	0	0	0	2
406930000	Noe	Prollingbach	0,00	6,10	1	1	1	1	2	0	0	2	3

0 ... keinerlei Risiko der Zielverfehlung  
1 ... kein Risiko der Zielverfehlung

2 ... Mögliches Risiko der Zielverfehlung  
3 ... Sicheres Risiko der Zielverfehlung