

Design of bottom outlets of flood retention basins in small catchment areas

Gestaltung und Dimensionierung von Grundablässen von
Hochwasserrückhaltebecken kleiner Einzugsgebiete

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur

Am Departement für Wasser, Atmosphäre und Umwelt,
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau
Universität für Bodenkultur Wien

Verfasst und eingereicht von:

Clemens Höfer

Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Helmut Habersack

Wien, Juni 2010

ABSTRACT

The main objective of this master thesis is the development of criteria for designing bottom outlets of flood retention basins in small catchment areas which are not controlled by the Austrian commission for reservoirs. The findings of this thesis could be used as a standard in the course of designing new constructions as well as for reconstructing present bottom outlets.

A review of the current literature on this topic leads to certain criteria that should be taken into consideration when designing bottom outlets. During an Austrian wide inventory, common outlet types had been investigated, categorized and finally evaluated. The criteria for the assessment are functionality, safety in operation, ecology, bed load sediment budget, maintenance effort and costs. The results enable engineers to use the thesis as decision guidance for designing bottom outlets of flood retention basins.

The investigation showed that an intake structure of a bottom outlet with a large surface leads to a great safety in operation (low hazard of blockage) and to benefits in terms of ecology (short dark sections, etc.). To sustain continuous river systems a structured channel bed (to provide natural-orientated flow conditions) in combination with natural bed material is obligatory. Outlet structures that dissipate energy often interrupt this continuity by trapping the bed load material. A bypass (emergency outlet) is essential for lowering the water level in case of complete blockage.

KURZFASSUNG

Ziel der Masterarbeit ist die Erstellung von Beiträgen für einen Arbeitsbehelf über die Gestaltung und Dimensionierung von Grundablässen bei Hochwasserrückhaltebecken. Es werden überwiegend Grundablässe kleiner Rückhaltebecken behandelt, welche nicht von der Staubeckenkommission des BMLFUW überwacht werden. Die Arbeit soll als Beitrag zur Festlegung von Standards bei der Planung neuer Anlagen, sowie für Sanierungen und konzeptionelle Änderungen bestehender Hochwasserrückhaltebecken dienen.

Ausgehend von einer Literaturrecherche wurden Bemessungs- und Gestaltungskriterien erarbeitet. Anschließend wurden bei einer österreichweiten Bestandsaufnahme gängige Grundablassbautypen untersucht, kategorisiert und anhand der Kriterien Funktionalität, Betriebssicherheit, Ökologie, Feststoffhaushalt, Wartungsaufwand und Kosten bewertet. Der daraus entstandene Bautypenkatalog dient dem Planer (Anwender) als Entscheidungshilfe bei der Gestaltung und Dimensionierung von Grundablässen von Hochwasserrückhaltebecken.

Die Untersuchungen ergaben, dass Grundablässe mit großflächigen Einlaufbereichen einerseits hohe Betriebssicherheit (geringere Verklausungsgefahr) und andererseits ökologische Vorteile (verkürzte Dunkelstrecke, etc.) erzielen. Ungesteuerte Anlagen mit Drosselblenden zur nachträglichen Durchflussanpassung zeichnen sich durch wartungs- und störungsarmen Betrieb aus. Durchlässe mit strukturierter Sohle erhöhen die Strömungsvariabilität (unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen) und sind in Verbindung mit einer natürlichen Substratauflage für das Erhalten kontinuierlicher Fließgewässer unumgänglich. Auslaufbauwerke zur gezielten Energieumwandlung fungieren oftmals als Geschiebefallen die jene Kontinuität unterbrechen. Bypässe (Notauslässe) sind unverzichtbar, um bei verklaustem Grundablass ein gesichertes Stauspiegelabsenken zu ermöglichen.

VORWORT UND DANKSAGUNG

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) und die Wasserbau Abteilung WA3, Amt der NÖ Landesregierung, beauftragte das Ingenieurbüro PERZPLAN mit der Erstellung eines Arbeitsbehelfes für die „Gestaltung und Dimensionierung von Grundablässen kleiner Einzugsgebiete“. Während meiner Tätigkeit in diesem technischen Büro durfte ich an der Verfassung des Arbeitsbehelfes arbeiten. Dieser wurde im Februar 2010 eingereicht und ist für die Öffentlichkeit zugänglich. Die vorliegende Masterarbeit baut auf dabei erworbenen Erkenntnissen auf.

Hochwasserrückhaltebecken sind Schutzanlagen, die sowohl im Arbeitsbereich der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) sowie des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) immer größere Bedeutung bekommen. Aufgrund meiner Absolvierung zweier Masterstudien, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft und Mountain Risk Engineering, liegt ein studien- sowie kompetenzübergreifender Zusammenhang vor. Dies war Anreiz und Motivation zugleich Erfahrungen aus beiden Arbeitsgebieten zusammenzutragen und Synergieeffekte zu nützen. Der Erfahrungsaustausch ist unumgänglich um beim Thema Wasser zukunftsreiche Lösungen zu erzielen.

Für die fachlichen Auskünfte möchte ich mich bei den Verantwortungsträgern (Regionalstellenleiter, Gewässerbezirksleiter, Baubezirksleiter, etc.) die ich während einer österreichweiten Bestandsaufnahme kennenlernen durfte, bedanken.

Mein besonderer Dank geht an DI Thomas Perz, der durch fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat. Zahlreiche Besprechungen und Begehungen vor Ort, leisteten einen großen Beitrag zum technischen sowie ökologischen Verständnis in diesem Fachgebiet.

An dieser Stelle möchte ich auch dem Betreuer dieser Arbeit Ao. Univ. Prof. DI. Dr. Helmut Habersack für sein Engagement danken, das zur Vervollständigung und Verbesserung der Arbeit geführt hat.

Mein weiterer Dank geht an meine Eltern und Geschwister, auf deren Unterstützung ich immer vertrauen kann. Ganz besonders möchte ich meiner Frau Babsi danken, die mir jederzeit eine Stütze ist.

Clemens Höfer

Wien, im Juni 2010

„Und Gott der Herr nahm den Menschen und setzte ihn in den Garten Eden, dass er ihn baute und bewahrte.“

1. Mose 2,15

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
2 ZIELSETZUNG	2
3 METHODIK	3
3.1 Datenerhebung.....	4
4 ERGEBNISSE	6
4.1 Grundlagen - Definitionen.....	6
4.1.1 Einteilung von Hochwasserrückhaltebecken	6
4.1.2 Bestandteile eines Hochwasserrückhaltebeckens	9
4.2 Gestaltung und Entwurf der Grundablässe.....	10
4.2.1 Allgemeine Beschreibung	10
4.2.2 Bauteile des Grundablasses	11
4.2.3 Arten von Grundablässen	23
4.2.4 Berechnung und Dimensionierung.....	26
4.2.5 Baustoffe für Grundablässe	35
4.3 Steuerung von Grundablässen	39
4.3.1 Allgemeine Beschreibung	39
4.3.2 Ungesteuerte Grundablässe	39
4.3.3 Gesteuerte Grundablässe	41
4.4 Gestaltung und Bemessung der Bypässe	59
4.4.1 Allgemeine Beschreibung	59
4.4.2 Gestaltungsprinzipien	59
4.4.3 Arten von Bypässen.....	61
4.5 Ökologische Durchgängigkeit.....	63
4.5.1 Allgemeines	63
4.5.2 Grundsätze zur ökologischen Gestaltung von Durchlässen	63
4.5.3 „Öko – Durchlässe“	68
4.5.4 Abwegungskriterien	71
4.6 Berücksichtigung Geschiebeführung	73

4.6.1 Allgemeines	73
4.6.2 Geschiebemanagement.....	74
4.6.3 Konstruktive Hinweise - Geschiebedurchgang	75
4.7 Verhinderung von Verklausung	78
4.7.1 Allgemeines	78
4.7.2 Gestaltung und Bemessung - Rechenanlagen	79
4.7.3 Einlaufrechen.....	80
4.7.4 Rechen an der Stauwurzel	83
4.7.5 Vorgelagerter Pfahlrechen.....	83
4.7.6 Wartung und Instandhaltung.....	84
5DISKUSSION.....	85
5.1 Regionale und lokale Randbedingungen	85
5.1.1 Einzugsgebiet	86
5.1.2 Gewässer	88
5.1.3 Gesetzliche Vorgaben	91
5.1.4 Sonstige Planungen.....	93
5.1.5 Landschaftsbild.....	94
5.1.6 Beckencharakter.....	94
5.1.7 Gefährdungspotenzial.....	96
5.1.8 Bau und Instandhaltung.....	97
5.2 Grundablass - Bautypenkatalog	99
5.2.1 Einlaufbauwerk	102
5.2.2 Rechen	109
5.2.3 Steuerung - Verschlussbereich.....	115
5.2.4 Durchlass.....	127
5.2.5 Auslaufbauwerk	133
6ZUSAMMENFASSUNG	137
7QUELLENVERZEICHNIS.....	140
7.1 Literatur	140
7.2 Tabellenverzeichnis.....	143
7.3 Abbildungsverzeichnis.....	145

8 ANHANG	151
8.1 <i>Bautypenkatalog - Gliederung (Typisierung)</i>	151
8.2 <i>Datenerhebung – untersuchte Hochwasserrückhalteanlagen</i>	153
9 ENGLISH SUMMARY	158
9.1 <i>Introduction.....</i>	158
9.2 <i>Basic definitions.....</i>	158
9.2.1 <i>Classification of flood retention basins.....</i>	158
9.2.2 <i>Structural elements of flood retention basins.....</i>	159
9.3 <i>Structural design and planning of bottom outlets.....</i>	159
9.3.1 <i>Structural elements of bottom outlets</i>	160

1 EINLEITUNG

Die extremen Hochwasserereignisse der letzten Jahre, (2002 Nordostösterreich, 2005 Westösterreich, 2009 Südostösterreich) haben gezeigt, dass Hochwasserschutz zum Schutze der Bevölkerung eine notwendige Angelegenheit ist. Starke Niederschlagsereignisse in Kombination mit stark besiedelten Gebieten führen zu katastrophalen, existenzbedrohenden Folgen (vgl. BMLFUW, 2009).

Der Hochwasserrückhalt nimmt in den wasserwirtschaftlichen Zielsetzungen des BMLFUW einen hohen Stellenwert ein. Durch heutige Bestrebungen den Flüssen wieder mehr Raum zu geben und Retentionsräume zu erhalten, ist Planung und Bau von Hochwasserrückhalteanlagen ein aktuelles Thema. Es gilt, die abfließende Hochwasserwelle zu dämpfen, Wasserfrachten zurückzuhalten um nach Abklingen eines Ereignisses wieder kontrolliert abzugeben.

Hochwasserrückhaltebecken sind Bauwerke zum Schutz gegen katastrophale Abflussereignisse in Flüssen und Wildbächen und werden zum Schutz des Siedlungsraumes errichtet. Im Sinne des Sicherheitskonzeptes der ONR 24803 handelt es sich um Schlüsselbauwerke, die einen besonders hohen Standard für die Betriebssicherheit erfordern.

In Österreich sind derzeit zahlreiche Hochwasserrückhaltebecken in Betrieb, die in den letzten Jahrzehnten entstanden sind. Weiters sind zahlreiche Becken in Bau und in Planung. Die Bandbreite reicht von sehr großen Anlagen, welche Fließgewässer über ganze Talschaften queren, bis hin zu Kleinanlagen die hohen Oberflächenabfluss aus Kleinst Einzugsgebieten retendieren. Die Ansprüche an diese Anlagen unterscheiden sich gänzlich. Nicht zuletzt prägen Eigenheiten des Einzugsgebietes, des Fließgewässers, der Beckengröße und der zu schützenden Objekte die Gestaltung eines Rückhaltebeckens.

2 ZIELSETZUNG

Der Grundablass oder Betriebsauslass kann als „Herzstück“ eines Rückhaltebeckens angesehen werden. Schwerpunkt der Arbeit ist die Erstellung von Beiträgen für einen Arbeitsbehelf über die Gestaltung und Dimensionierung von Grundablässen bei Hochwasserrückhaltebecken kleiner Einzugsgebiete (Höhe über Gründungssohle $H < 15$ m, Stauinhalt $V < 500.000$ m³). Diese werden nicht von der Staubeckenkommission des BMLFUW überwacht (§ 23a WRG).

Die Arbeit soll als Beitrag für die Festlegung von Standards, bei der Planung neuer Anlagen, sowie für Sanierungen und konzeptionelle Änderungen bestehender Hochwasserrückhaltebecken dienen.

Die vorliegende Arbeit enthält eine Beschreibung und Bewertung der wichtigsten Bauarten von Grundablässen als Grundlage zur Erstellung eines Standards für Bautypen. Neben technischen und gewässerökologischen Kriterien wird auch die hydraulische Dimensionierung betrachtet. Auf die Bemessung hinsichtlich der Hydrologie der Einzugsgebiete wird kein Schwerpunkt gelegt. Mit dem Hintergrund der regionalen Besonderheiten und Rahmenbedingungen wird im Arbeitsbehelf besonders auf folgende Themen eingegangen:

- Gestaltung und Entwurf der Grundablässe
- Steuerung der Grundablässe
- Gestaltung und Entwurf der Bypässe
- Ökologische Durchgängigkeit
- Berücksichtigung starker Geschiebeführung bzw. Feinsedimenttransport
- Verhinderung von Verklausung
- Regionale und lokale Randbedingungen
- Bautypenkatalog - Bewertungstabellen

Der vorliegenden Erhebungen dienen als Grundlage für den Arbeitsbehelf. Dieser richtet sich an Ingenieurbüros, Vorhabensträger und Genehmigungsbehörden. Er soll bei Planung, Bau, Betrieb und Überwachung von Hochwasserrückhaltebecken Hilfestellung geben.

3 METHODIK

Ausgehend von einer umfassenden Literaturrecherche werden die Bemessungsgrundsätze für die Gestaltung und Dimensionierung von Grundablassbauteilen erarbeitet. Die regionalen- und lokalen Randbedingungen (Einzugsgebiet, Gewässer, gesetzliche Vorgaben, etc.) beschreiben die für den Planer maßgebenden Einschränkungen und Vorgaben für die Grundablassgestaltung. Daraufgehend werden im Zuge einer österreichweiten Bereisung (ausgenommen Vorarlberg, Tirol) ausgewählter Rückhalteanlagen, die gängigen Bautypen erfasst und anhand der Hauptbestandteile (Einlaufbauwerk, Rechen, Steuerungs- und Verschlussbereich, Durchlass, Auslaufbauwerk) kategorisiert (Gliederung, Typisierung). Mittels Befragung von Experten und historischer Recherche werden Erfahrungen im Betrieb der Grundablässe eingearbeitet. Es folgt die Erstellung eines Bautypenkataloges inklusive Bautypen – Bewertungstabellen, die als Entscheidungshilfe bei der Gestaltung von Grundablässen dienen (Abbildung 1).

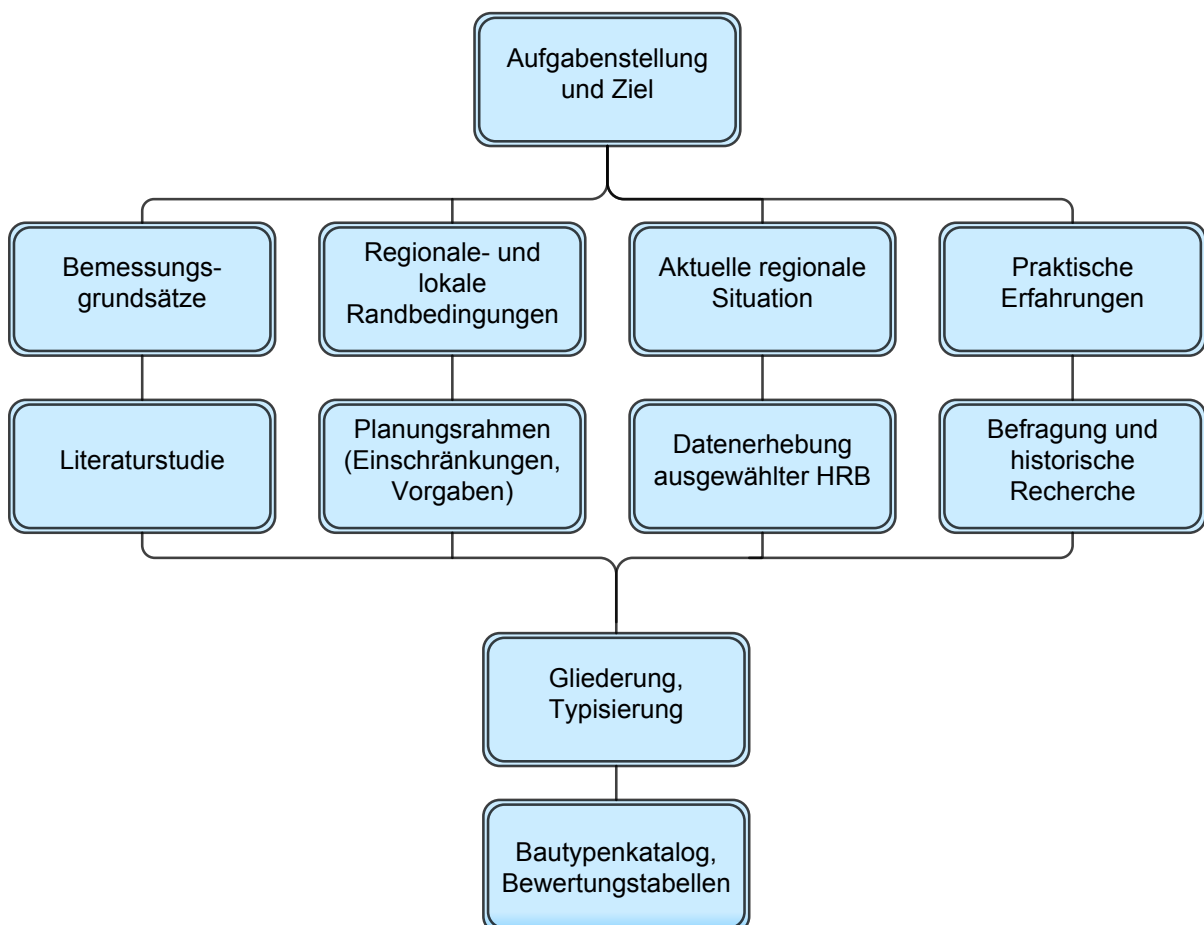


Abbildung 1: Methodik bei der Entstehung des Arbeitsbehelfs

3.1 Datenerhebung

Es erfolgt eine über das Bundesgebiet (ausgenommen Vorarlberg, Tirol) verteilte Recherche von Grundablässen. Dies soll einen Überblick gängiger Bautypen hervorbringen. Unter Leitung der zuständigen Personen (Gewässerbezirksleiter, Regionalstellenleiter, etc.) werden die im jeweiligen Arbeitsgebiet liegenden Bautypen bereist. Die Datenerhebung erfolgt mittels Fotodokumentation sowie Aufnahme einiger Kennzahlen wie Einzugsgebietsgröße, Bemessungsabfluss HQ_{100} (HQ_{150} , HQ_{30}), retendierter Abfluss HQ_{ret} , Absperrbauwerk, Steuerung, Sonstiges (charakteristischer Bauteiltyp, Art der Steuerung, etc.). Weiters helfen technische Berichte, konstruktive Pläne sowie Dokumentationen über den Betrieb von Anlagen bei Hochwasserereignissen und Berichte über Versagensfälle, die Bautypen zu bewerten.

Folgend sind die untersuchten Rückhaltebecken nach Bundesland und Kompetenzbereich (BWV – Bundeswasserbauverwaltung, WLV – Forsttechnischer Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung) geordnet, angeführt (Tabelle 1, Tabelle 39-47 siehe Anhang). In der Übersichtskarte (Abbildung 2) sind alle jene Becken dargestellt, die bei den Begehungen vor Ort untersucht wurden.

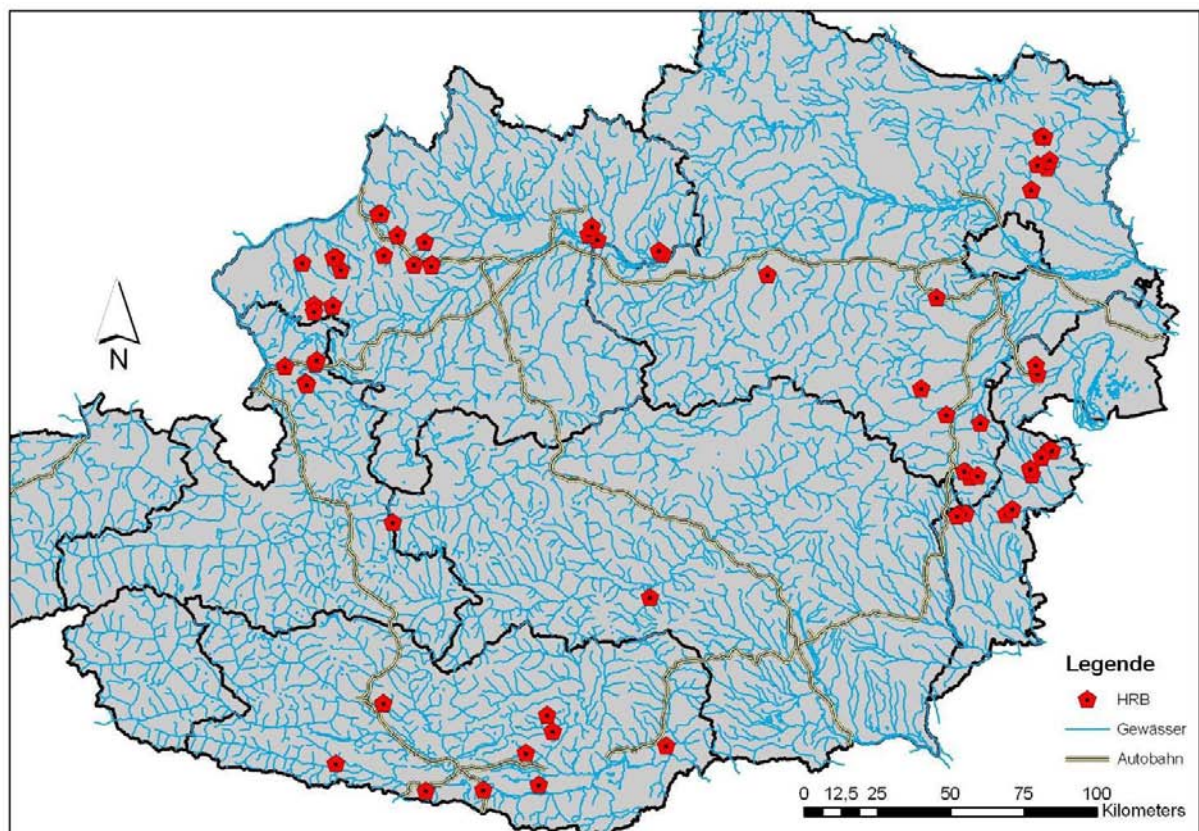


Abbildung 2: Übersichtskarte - Hochwasserrückhaltebecken (HRB)

Tabelle 1: HRB Niederösterreich, Kompetenz BWV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Natschbach	-	17,8	10,6	112.000	Damm	ungesteuert	Grundsee im Nebenschluss
Krumbach (2 Becken)	-	-	-	144.300, 197.000	Damm	gesteuert	Nebenschluss, Grundsee
Wartmannstetten	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	gering dimens. Einlaufbw.
Tiefenbach	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	gering dimensionierter Rechen
Rußbach	138	23	21,6	53.580	Damm	ungesteuert	Tauchwand-
Blumenthal	3,5	8,5	0,5	72.000	Damm	ungesteuert	Mönch, Dauerstau
Weidenbach	13,4	12,5	7,5	45.600	Damm	ungesteuert	Dammbalken
Bogenneusiedl	0,07	0,8	0,1	1440	Damm	ungesteuert	Mönch
Taschelbach/Zayamündung	216	38	26,63	120.000	Damm	ungesteuert	Dammbalken
Lanzendorf	1,15	3,5	0,42	11.600	Damm	ungesteuert	Mönch
St. Leonhard am Forst	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	Mönch
Schwechat/Alland	-	-	-	-	Sperre	ungesteuert	kein Rechen

4 ERGEBNISSE

4.1 Grundlagen - Definitionen

4.1.1 Einteilung von Hochwasserrückhaltebecken

4.1.1.1 Nach der Beckengröße

Eine grobe Unterteilung von Hochwasserrückhaltebecken erfolgt nach dem Beckeninhalt (gewöhnlicher Rückhalteraum) und der Stauhöhe (in Dammachse gemessener größte Abstand zwischen Gelände in der Talsohle und dem Wasserspiegel bei gewöhnlichem Hochwasserstau) in kleine, mittlere und große Becken (vgl. Lange/Lechner, 1993), (Tabelle 2, Abbildung 3).

Diese Arbeit behandelt kleine und mittlere Hochwasserrückhaltebecken.

Tabelle 2: Einteilung von Hochwasserrückhaltebecken nach der Beckengröße (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992)

	Beckeninhalt [m^3]	Stauhöhe [m]
<i>Kleine Becken</i>	0 – 100.000	0 – 5
<i>Mittlere Becken</i>	100.000 – 500.000	5 – 15
<i>Große Becken</i>	> 500.000	> 15

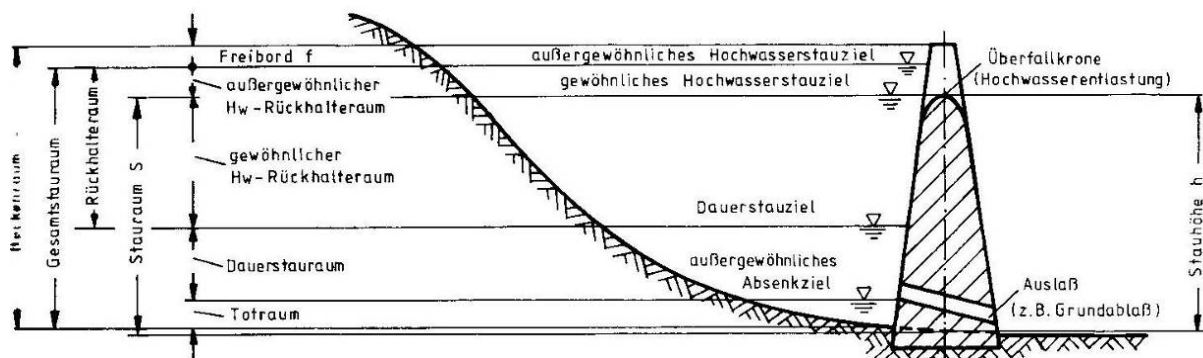


Abbildung 3: Beckenraum und Stauhöhen (Lange/Lechner, 1993, S. 223)

4.1.1.2 Lage des HRB zum Gewässer

HAUPTSCHLUSS

Als Rückhaltebecken im Hauptschluss werden jene bezeichnet, die vom Gewässer direkt durchflossen werden. Sie liegen quer zum Flusslauf und sperren diesen ab, wobei das Fließgewässer im Normalfall ungehindert durch den Grundablass fließt. Steigt der Abfluss des Gewässers über die Regelabgabe des Grundablasses, wird dieser erhöhte Abfluss zurückgehalten, das Becken wird eingestaut. Erst wenn der Gewässerabfluss den Regelabfluss untersteigt, entleert sich das Becken wieder. Diese Variante ist durch negative Auswirkungen charakterisiert. Einige daraus sind:

- Starker Eingriff in Fließgewässerlebensraum – Barriereeffekt
- Starker Eingriff in ökologische Durchgängigkeit
- Starker Eingriff in Feststoffhaushalt

Aufgrund von Geländegegebenheiten wird jedoch meist die Variante im Hauptschluss gewählt. Diese Arbeit beschreibt daher vorwiegend Rückhaltebecken im Hauptschluss. Weiters ist hier das Verbesserungspotenzial im Sinne eines nachhaltigen Hochwasserschutzes unter Aufrechterhaltung eines intakten Fließgewässerlebensraumes, sehr hoch.

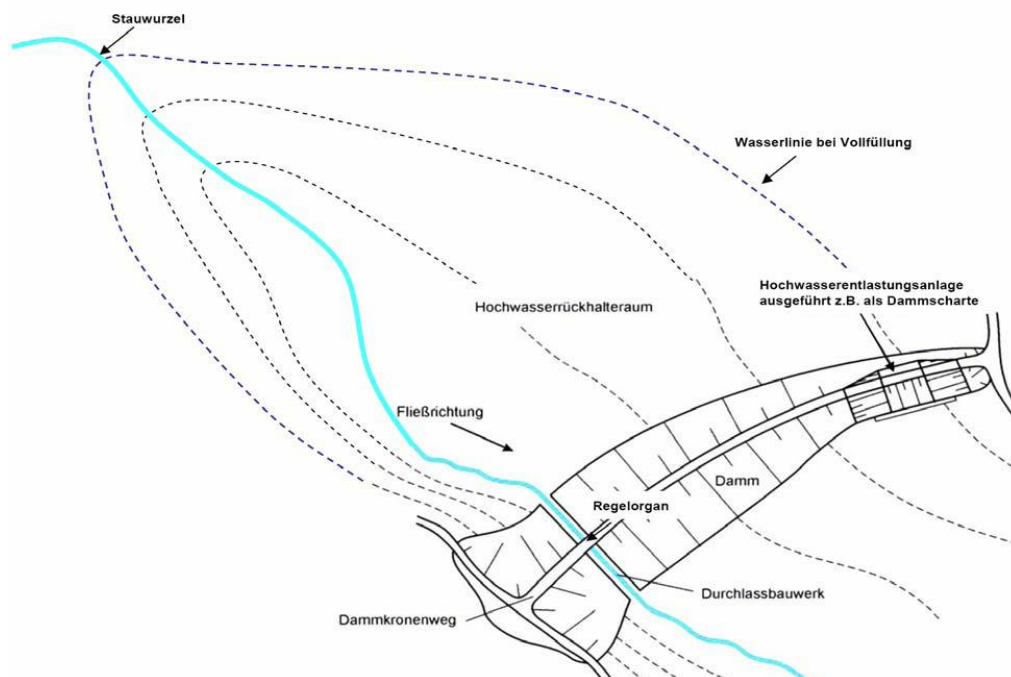


Abbildung 4: Systemskizze, HRB im Hauptschluss (Bernhart et al., 2009)

NEBENSCHLUSS

Als Rückhaltebecken im Nebenschluss werden jene bezeichnet, die vom Gewässer nicht durchflossen werden, sondern seitlich neben dem Fließgewässer angeordnet sind. In diesem Fall kann bei Hochwasser das Wasser aus dem Gerinne durch eine Überleitung (Einlaufbauwerk) in das Becken geleitet werden. Über Auslassbauwerke wird das Becken wieder entleert. Diese Variante ist aus einer Vielzahl an Vorteilen zu bevorzugen. Einige Vorteile hierfür sind:

- Gerinne bleibt in natürlichem Lauf – geringe Eingriffe in Gewässerkontinuum, Uferstreifen, Auen
- Ökologische Durchgängigkeit bleibt erhalten
- Feststoffhaushalt bleibt erhalten (Geschiebe- und Totholzdurchgang)

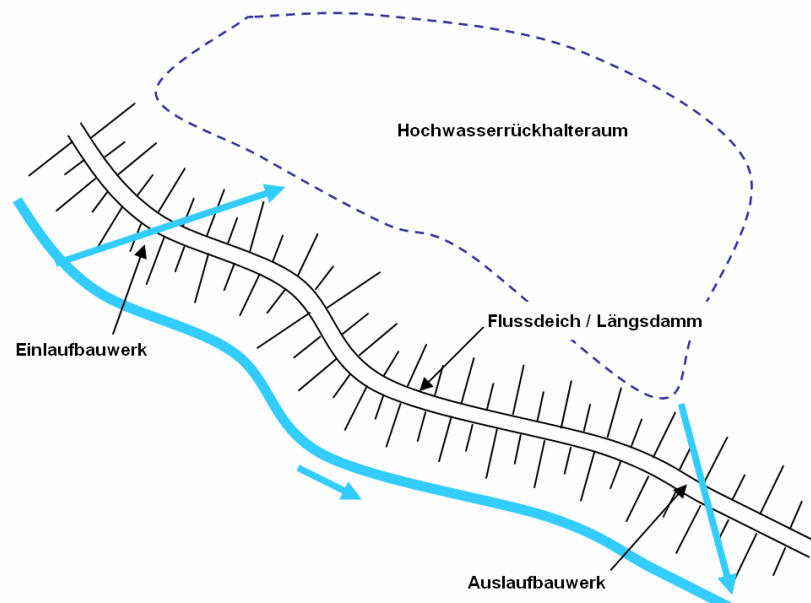


Abbildung 5: Systemskizze, HRB im Nebenschluss (Bernhart et al., 2009)

4.1.2 Bestandteile eines Hochwasserrückhaltebeckens

Abbildung 6 zeigt die Hauptbestandteile eines Hochwasserrückhaltebeckens. Ein Hochwasserrückhaltebecken besteht in der Regel aus:

- Absperrbauwerk (Damm, Sperre und Kombination daraus)
- Staubecken
- Betriebs- und Grundablass (Durchlass und Auslässe)
- Hochwasserentlastung
- Ein- und Auslaufbereiche
- Energieumwandlungsanlage (Tosbecken)
- Rechenanlage
- Zufahrts- und Versorgungswege, Treppen
- Messeinrichtungen (Pegel)
- Eventuell Bypass
- Eventuell Betriebsgebäude
- Eventuell Steuerung

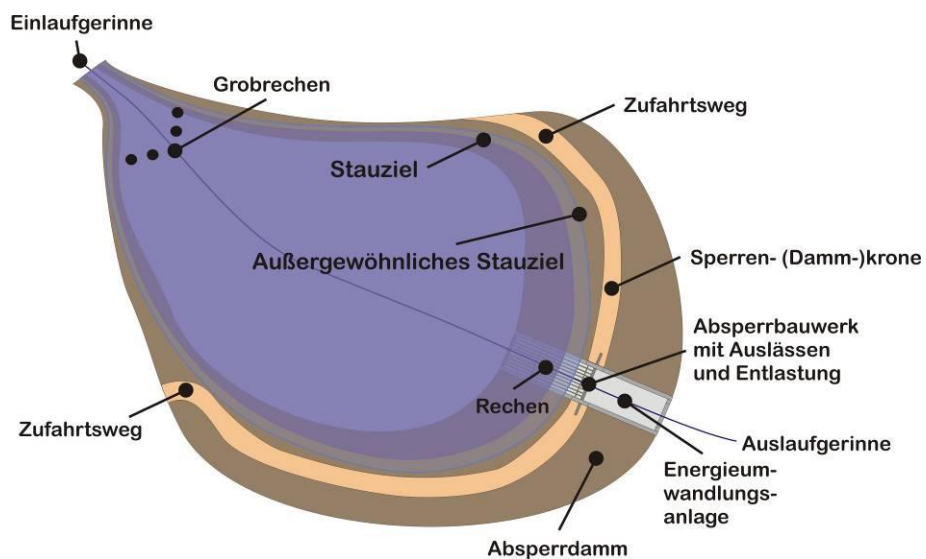


Abbildung 6: Bestandteile eines HRB

4.2 Gestaltung und Entwurf der Grundablässe

4.2.1 Allgemeine Beschreibung

Der Grundablass kann als „Herzstück“ eines Rückhaltebeckens bezeichnet werden. Er ist ein Entnahgebauwerk, das mit beweglichen Verschlüssen versehen sein kann, er dient der Beckenentleerung und Beckenbewirtschaftung von Hochwasserrückhalteanlagen. Der Grundablass muss so ausgelegt werden, dass er auch im Hochwasserfall zur Steuerung oder Regelung des Abflusses und zur Vorentlastung des Beckens eingesetzt werden kann (vgl. Muth, 2001).

HRB können so ausgeführt werden, dass das Betriebsorgan mit dem Grundablass zusammenfällt. Eine weitere Möglichkeit ist, Grundablass und Betriebsorgan zu trennen. Der Grundablass wird als tiefste Entnahmeanlage zur völligen Entleerung des Nutzraums errichtet. Der Betriebsauslass dient der gezielten Abführung eines Teils des Hochwassers (Regelabgabe) (vgl. LUBW, 2007).

Da bei kleinen und mittleren Rückhalteanlagen häufig Grundablass und Betriebsauslass zusammenfallen, werden in dieser Arbeit mit Grundablass auch alle jene Funktionen des Betriebsorganes angesprochen.

Eine weitere Funktion des Grundablasses ist die Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit und der Aufrechterhaltung des natürlichen Geschiebetriebes.

KERNAUFGABEN DES GRUNDABLASSES

- Abflussdrosselung für zu schützende Unterlieger
- Entnahgebauwerk zur Beckenbewirtschaftung
- ökologische Durchgängigkeit
- Aufrechterhaltung des Geschiebetriebes

WEITERE AUFGABEN DES GRUNDABLASSES

- Völlige Entleerung des Beckenraumes
- Beeinflussung eines unkontrollierten Aufstaus
- HQ- Vorabsenkung
- Überleitung von Speicherwasser in anderen Speicher
- Abfuhr von Sedimenten aus dem Stauraum
- Pflichtwasserabgabe

- Bauumleitung

(vgl. Czerny, 2006)

4.2.2 Bauteile des Grundablasses

Der Grundablass wird unterteilt in (Abbildung 7):

- Einlaufbauwerk mit Rechen
- Drossel- oder Verschlussbereich (gesteuert oder ungesteuert)
- Durchlass (Transportgerinne, Abflussstollen bzw. Abflussleitung)
- Auslaufbauwerk mit Energieumwandlung (Tosbecken)

(vgl. Vischer und Hager, 1992)

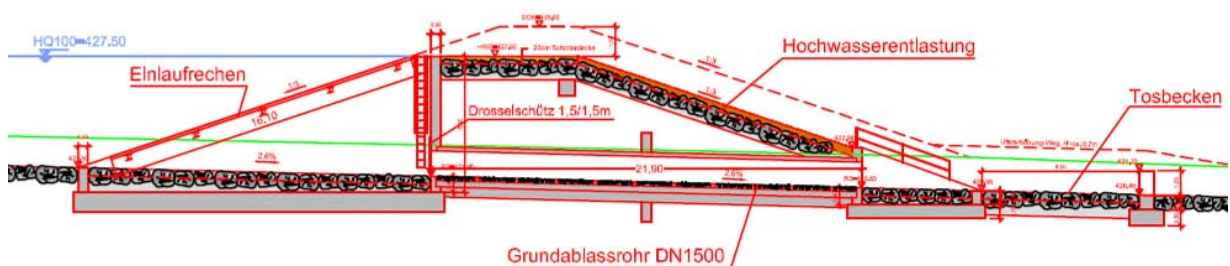


Abbildung 7: HRB Wartmannstetten – Schnitt durch den Grundablass (Perzplan, 2008)

4.2.2.1 Einlaufbauwerk

Das Einlaufbauwerk mit dem Rechen hat hauptsächlich die **Funktion des Wassersammelns** und der Überleitung in den Durchlass. Um eine gleichmäßige Wasserfortleitung zu ermöglichen, soll es hydraulisch günstig ausgebildet sein. So werden durch **Vermeidung scharfkantiger Einläufe** auch die Einlaufverluste klein gehalten (vgl. Steerm. Landesregierung, 1992). Der Einlauf muss hydraulisch so gestaltet sein, dass er sowohl bei Freispiegelabfluss wie unter Druck arbeiten kann, ohne dass störende Strömungserscheinungen wie luftansaugende Wirbel, starke Vibrationen und Kavitationsschäden auftreten (vgl. Knauss, 1987).

Die Baumaterialien reichen von Stahlbeton, über Wasserbausteinen, bis hin zu Drahtschotterkörben. Hier ist auf hydraulische (Oberflächen- und Formrauigkeit) sowie ökologische (naturnahe Gestaltung) Gesichtspunkte zu achten.

Im Hinblick auf einen einwandfreien Betrieb des Grundablasses sollte für Räumungsarbeiten die Zufahrt zum Einlaufbauwerk in der Beckensohle, zum Auslauf-

bauwerk, sowie die Räumung von der Dammkrone aus, möglich sein (vgl. Hufnagel, 2001, S. 28ff).

Zur Absturzsicherung wird meist ein **Geländer** um den Wildholzrechen angebracht (vgl. Hufnagel, 2001).

4.2.2.2 Drossel- und Verschlussbereich

Der Drossel- und Verschlussbereich ist jener Abschnitt in dem der aktuelle Abfluss auf den Bemessungsabfluss reduziert wird. Mit Hilfe der Drossel wird der Querschnitt des Durchlasses eingeeengt um den Abfluss auf den Bemessungswert einzustellen. Die **Anordnung erfolgt wasserseitig, mittig oder luftseitig** des Grundablasses. Wird die Stellung des Verschlusses beim Betrieb des Rückhaltebeckens verändert (Änderung der freigegebenen Querschnittsfläche) spricht man von einem **gesteuerten** Becken. **Ungesteuerte** Becken können mit oder ohne Drossel ausgeführt werden. Da im Verschlussbereich die kleinsten Querschnitte auftreten, ist hier die Verklausungsgefahr am größten. Dieser Bereich ist von jeglichem schadhaften Schwemmgut freizuhalten.

OHNE VERSCHLUSS (OHNE DROSSEL ODER SCHÜTZ)

Bei kleineren Hochwasserrückhalteanlagen werden vielfach Grundablässe ohne Drossel gebaut. Lediglich das dimensionierte Rohr führt das Hochwasser ab, das durch vereinfachte Berechnungsart ermittelt wird.

Den einfach gebauten Anlagen stehen aber **einige Beeinträchtigungen** gegenüber:

- keine nachträgliche Änderung der Durchflussmenge möglich
- keine Bekriechbarkeit bei längeren Grundablässen gegeben
- schwierigere Wartung bzw. Reinigung des Durchlasses bei Verklausung

MIT VERSCHLUSS (DROSSEL ODER SCHÜTZ)

Der Querschnitt des Grundablasses wird meist auf das Bauhochwasser dimensioniert und mittels einer Drossel auf die Ausbauwassermenge im Unterlauf eingestellt (Abbildung 8). Dabei ist das Reststeinzugsgebiet für die Festlegung des Drosselquerschnitts zu beachten. Die Bemessung orientiert sich im österreichischen Wasserbau an einem HQ100 bis HQ30 (Wildbachverbauung bis HQ150).

Eine fest eingestellte **Drossel** bei einem unregelmäßigen Rückhaltebecken sollte nach Inbetriebnahme des Beckens **nachstellbar** sein, um nach einem Hochwasserereignis eine **Optimierung auf die maximal zulässige Abgabemenge $Q_{ab,max}$** vornehmen zu können (vgl. Steierm. Landesregierung, 1992).

Aus Sicherheitsgründen sollten maschinelle Betriebsverschlüsse stets auch manuell bedienbar ausgelegt werden. Bei großen Becken sollte ein zweiter parallel geschalteter Verschluss eingebaut sein, bei kleineren Becken erfüllt diese Funktion unter anderem der Bypass. In jedem Falle ist sicherzustellen, dass bei Fehlbetätigung oder Fehlfunktion der Betriebsverschlüsse kein größerer Abfluss als der maximale Regelabfluss auftreten kann (vgl. Muth, 2001).

Das Schließen über die behördlich bewilligte Stellung ist durch z.B. Anschweißen von Stäben oder Blechen unmöglich zu machen, damit nicht ungewollt oder auch gewollt eine Vollschiebung durchgeführt wird. Die Beweglichkeit der Schütze (Öffnen) ist für Notfälle öfter zu prüfen (und zu „lernen“) (Hufnagel, 2001), (Abbildung 8).



Abbildung 8: links: Abstandshalter, rechts: gedrosselter Querschnitt mittels Stahlblende

Der Grundablass ist baulich so zu gestalten, dass **keine Einlaufwirbel** entstehen. Insbesondere im **An- und Abströmbereich** der Drossel muss die bauliche Gestaltung der Abflussquerschnitte auf Typ, Form und Größe der jeweiligen Verschlüsse abgestimmt werden. Außerdem muss eine gute Zugänglichkeit der Verschlüsse für Inspektions- und Reparaturarbeiten gegeben sein (vgl. Muth, 2001).

ARTEN DER VERSCHLÜSSE

Voller Rohr- bzw. Kanalquerschnitt:

- Gleitschütz (Keilschieber, Flachschieber,...), (Abbildung 9)
- Rollschütz
- Segmentverschluss

- Wehrklappe

Teil des Rohrquerschnitts (verklausungsanfälliger):

- Drosselklappe (Abbildung 9)
- Ringschieber/ Ringkolbenschieber
- Kegelstrahlschieber (Energie-Umwandlung), (vgl. Czerny, 2006)

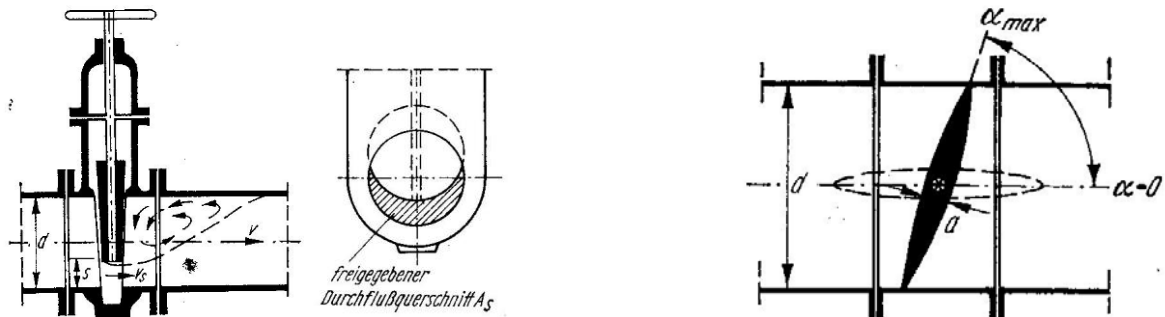


Abbildung 9: links: Schieber, rechts: Drosselklappe (Preißler - Bollrich, 1985)

Die Verschlüsse können **wasserseitig, mittig oder luftseitig** angeordnet werden. Unterstrom der Verschlüsse sollte in der gesamten Ablaufleitung durchgehend ein **Freispiegelabfluss** herrschen. Der schießende Abfluss sollte möglichst geradlinig und störungsfrei abgeführt werden. Bei längeren Ablaufleitungen mit hohen Fließgeschwindigkeiten ist das Erfordernis einer separaten Belüftung unmittelbar hinter dem Verschluss zu überprüfen um Kavitationserscheinungen zu vermeiden.

WASSERSEITIGES REGELUNGSBAUWERK (ABBILDUNG 10)

Nach DIN 19700-12, Nummer 8.2 werden die Anordnung der Verschlüsse im Bereich der Wasserseite oder in der Dichtzone empfohlen.

Vorteile:

- Relativ einfaches Räumen der Verklausung im Freien
- Hält dem Wasserdruck stand (wird gegen den Grundablass gedrückt)
- Keine zusätzliche Beanspruchung des Durchlasses bezüglich Wasserdruck

Nachteile:

- Vollverklausen und damit Blockieren der Drossel möglich
- Bypass deshalb unbedingt nötig



Abbildung 10: wasserseitige Verschlussanordnung

VERSCHLÜSSE MITTIG ANGEORDNET (ABBILDUNG 10)

Gesteuert wird der Grundablass über den Verschluss, der über einen in Dammmitte situierten Bedienungsschacht von der Dammkrone aus zugänglich ist.

Vorteile:

- Verklausung der Drossel nahezu unmöglich

Nachteile:

- Zusätzliches Schachtbauwerk zum Verschluss nötig (bei Erddämmen)
- Dichtungsmaßnahmen des Durchlasses erforderlich
- Regelmäßige Dichtigkeitsprüfung nötig



Abbildung 11: mittige Verschlussanordnung (mit Bedienungsschacht)

VERSCHLÜSSE IM BEREICH DER LUFTSEITE (ABBILDUNG 12)

Ist die Drossel an der Auslaufseite (luftseitige Anordnung), wird der Durchlass zum Druckgerinne (vgl. Vischer und Hager, 1992).

Vorteile:

- Verklausung der Drossel nahezu unmöglich
- Zugangsmöglichkeit im Ernstfall
- gute Wartungsmöglichkeit (einfache Zugangsmöglichkeit)

Nachteile:

- Zusätzliche Dichtungsmaßnahmen des Durchlasses erforderlich
- Die Verankerung des Schiebers ist statisch anspruchsvoller
- Ev. zusätzliches Schutzrohr um das Druckrohr nötig
- Regelmäßige Dichtigkeitsprüfung nötig



Abbildung 12: Verschlussanordnung luftseitig (Perzplan, 2008)

Um Fehlbedienungen durch unbefugte Personen zu verhindern, sind **Betriebseinrichtungen** ausnahmslos **versperrt auszuführen** von. Alle beweglichen Teile (Schieber, etc.) müssen mit einem Vorhängeschloss versehen sein, sodass diese nur von befugten Personen bedient werden können.

4.2.2.3 Durchlass

Durchlässe bei Rückhaltebecken dienen der Überleitung vom Einlaufbauwerk durch das Absperrbauwerk hindurch bis zum Auslaufbauwerk. Im Hinblick auf die Querschnittsgestaltung ist nach VISCHER und HAGER (1992) folgendes zu berücksichtigen: Es ist an sich eine Regel im Wasserbau, dass man einem Hochwasser möglichst keine Hindernisse in Form von Drosselungen oder gar Rechen in den Weg legt. Andererseits entspricht es gerade dem Wesen des Hochwasserrückhaltebeckens, dass es sich dem Hochwasser in den Weg stellt, dessen Abfluss drosselt und darum ein durch Vorbauten abgeschirmtes Drosselorgan aufweist. Der Widerspruch der sich damit ergibt, ist leider unvermeidlich.

Diese Ambivalenz zeigt, dass folgender Grundsatz gelten muss: **Drosselquerschnitt so groß als möglich gestalten**, um die geringste Einschnürung (geringstmögliche Kontinuumsunterbrechung) des Flussschlauches zu bewirken. Dem steht eine Reduktion des Querschnittes auf jene Abmessungen, um den Bemessungsabfluss zu erreichen, entgegen.

In Bezug auf die Abflussleistung sind Durchlässe oft Schwachstellen. Zu kleine Fließquerschnitte und das teilweise oder vollständige Verlegen des Durchlassquerschnitts durch Treibgut kann die Abflusssituation weiter verschärfen.

Nach DIN 19700 - 12 betragen die **Mindestquerschnitte**:

- Mindesthöhe 0,8m; Mindestbreite 0,6m (bekriechbar)
- Mindesthöhe begehrbarer Bauwerke: 1,8m
- Mindesthöhe von 0,8 m nur unterschreiten wenn mechanische Reinigung sichergestellt ist

Die bauliche Gestaltung des Grundablasses ist relativ frei (Rohr, Rechteckkanäle, Bogen- und Maulprofile, etc.). Das Anbringen von Niederwasserrinnen, Störkörper, Schwellen etc. soll möglichst **naturnahe Abflussverhältnisse schaffen** (Abbildung 13, Abbildung 14).

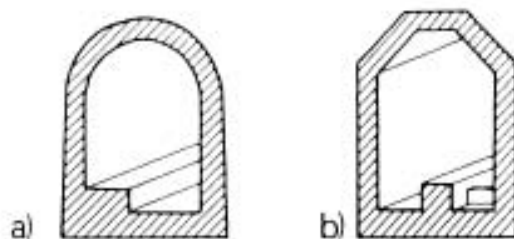


Abbildung 13: a) begehrbar mit Niederwasserrinne, b) kombiniert mit Fischpass (Vischer und Hager, 1992)

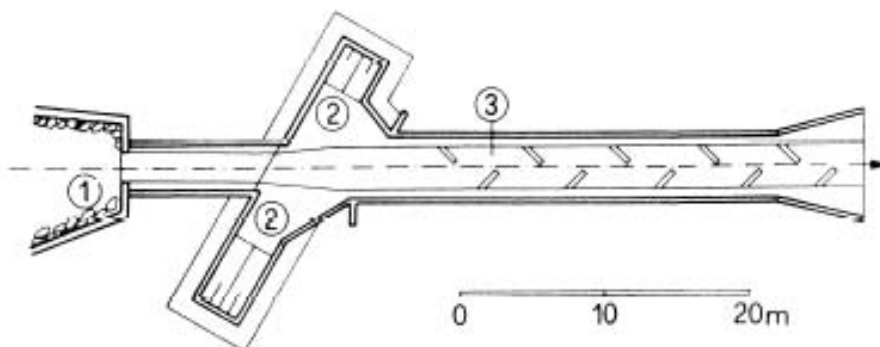


Abbildung 14: Grundriss des Betriebsorgans, Transportgerinne mit Querriegeln (Vischer und Hager, 1992) 1 Einlaufbauwerk, 2 HW – Entlastung, 3 Transportgerinne

Längere Durchlasskonstruktionen sollten größere Abmessungen erhalten, aufgrund der Möglichkeit der Wartung durch einen Kleinbagger.

Bei der Wahl des **Gefälles des Transportgerinnes** gilt es die Ansprüche an die Förderfähigkeit (möglichst schießender Abfluss) einerseits, sowie andererseits die Anforderungen an die ökologische Durchgängigkeit (standortstypische Fließgeschwindigkeiten, kein Ausspülen der Substratauflage, Geschiebedurchgang), zu optimieren. Schwerlastrohre (Dachprofil) werden zur besseren Kraftableitung verwendet. Verwendete Materialien für Rohr-Durchlässe: Stahlbeton, Stahlrohr, Wellblech und Glasfaserverstärkte Rohre, PE- und PVC-Rohre. Der Einbau mit nachträglicher Einschüttung und Verdichtung muss entsprechend sorgsam ausgeführt werden, um Beschädigungen des Durchlassrohres zu vermeiden (Abbildung 18, rechts).

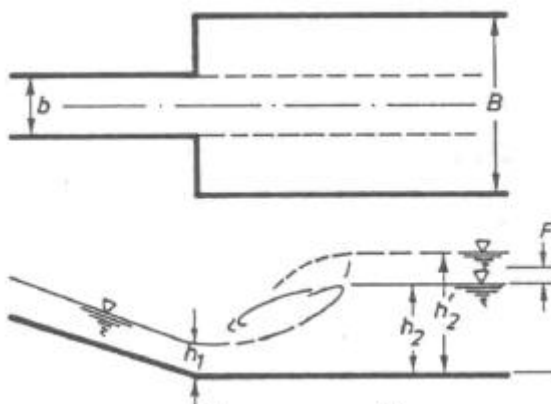
4.2.2.4 Auslaufbauwerk

Tosbecken dienen der kontrollierten Energieumwandlung des Hochwasserabflusses. (vgl. Muth, 2001). Die Energieumsetzung aus Grundablass und Hochwasserentlastungsanlage kann getrennt (zwei Tosbecken) oder kombiniert in einem Tosbecken erfolgen. Die dafür vorgesehenen Ausführungsformen sind vielfältig. Betonierte Tosbecken mit Endschwelle, Bremshöcker (Abbildung 16), sowie lediglich das Anbringen von Störsteinen (Wasserbausteine) kommen zum Einsatz. Dabei gilt es ein Optimum zwischen **hydraulischer Funktionsfähigkeit** (gute Energieumwandlung, Wechselsprung mit gut ausgebildeter Deckwalze, ruhiger Unterwasserabfluss) und **ökologisch verträglicher Bauweise** (Abbildung 16) zu finden. Ebenso muss die Wirkung als Geschiebefalle weitestgehend vermieden werden, um den Feststofftransport aufrecht zu erhalten.

Gängige hydraulische Näherungsformeln stehen zur Bemessung des Tosbeckens zur Verfügung:

Tosbecken mit Aufweitung (Michel, 2004), (Abbildung 15):

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \cdot (\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1) \cdot \sqrt{\beta} \quad \text{wobei } \beta = \frac{b}{B} \quad (1)$$



- b... Durchlassbreite vor der Aufweitung [m]
- B... Breite der Aufweitung [m]
- h_1 ...Wassertiefe im Zuflussquerschnitt 1 [m]
- Fr_1 ...Froude-Zahl der fließenden Strömung im Zuflussquerschnitt 1 [-]
- h_2 ...Wassertiefe im Abflussquerschnitt 2 [m]
- β ... Aufweitungsverhältnis [-]

Abbildung 15: Tosbecken mit Aufweitung (Michel, 2004)

STEIERM. LANDESREGIERUNG (1992): Bei der konstruktiven Ausbildung und Berechnung des Auslaufbauwerkes muss als wichtiger Gesichtspunkt beachtet werden, dass der Energieumwandlungsbereich nach einem Grundablass in Dauer und Häufigkeit einer wesentlich höheren Beanspruchung unterliegt als der einer Hochwasserentlastung. Den meist größeren Austrittsgeschwindigkeiten aus dem Auslaufbauwerk (gegenüber den Abflussgeschwindigkeiten bei Hochwasserentlastungsanlagen) muss in der hydraulischen Formgebung des Übergangbauwerkes (Sohlprofil, Aufweitungswinkel), das zwischen Auslaufbauwerk und Energieumwandlung liegt, Rechnung getragen werden.



Abbildung 16: links: Tosbecken mit Einbauten (Bremshöcker), rechts: Tosbecken mit Wasserbausteinen gesichert

Tosbecken sind nach WIEPRECHT und HARTMANN (2009) aus folgenden Gründen **für kleine Rückhaltebecken** ($V < 100.000 \text{ m}^3$, $H < 6 \text{ m}$; Klassifizierung laut LUBW, 2007) **meist ungeeignet**:

- Stauhöhen reichen meist nicht aus, um ausreichende Froude-Zahlen vor dem Tosbecken zu erreichen
- Unnatürliche, stark befestigte Gewässerabschnitte – Durchwanderbarkeit bei Niederwasser eingeschränkt
- Geschiebefalle, Wassertiefenzunahme, Erwärmung, ...

Daher wird angestrebt, die Energieumwandlung anstelle eines Tosbeckens, mit Hilfe von Rauheitselementen im Transportgerinne zu erreichen. Diese Vorhaben stehen im Entwicklungsprozess und sind Gegenstand heutiger Modellversuche (Abbildung 17).



Abbildung 17: links: Modellversuch Einbausituation, Mitte: Energieumwandlung an Störsteinen, rechts: aktuelles HRB (Wieprecht und Hartmann, 2009)

Für Wartungszwecke ist eine Zufahrtsmöglichkeit zum Tosbecken zu gewährleisten, da auch in diesem Bereich häufig Ablagerungen zu räumen sind.

4.2.2.5 Konstruktive Hinweise

STATISCHE PROBLEME

Durchlässe müssen gemäß dem Stand der Technik (Statik, Geotechnik, Geohydrologie) **fundiert** werden (Abbildung 19). Dadurch werden Setzungen des Untergrunds mit schadhaften Folgewirkungen wie Verformung von Durchlassbauwerken gering gehalten (Abbildung 18). Grundablässe müssen weiters gegen Auftrieb gesichert sein.



Abbildung 18: links: Rohrverformung im Übergangsbereich Betonwand – Kiesbettung, rechts: beschädigtes Durchlassrohr

Beton- und Stahlbetondurchlässe sind gemäß EC 2 (Eurocode) zu bemessen. Aus bautechnischer Sicht sind **Dehnungs- und Arbeitsfugen** bei der Planung zu berücksichtigen.



Abbildung 19: Fundament Grundablassbauwerk

DICHTUNGSPROBLEME AN ÜBERGÄNGEN ZUM GRUNDABLAß

Wasserwegigkeiten bilden sich am ehesten an den Übergangsbereichen Damm-schüttmaterial zu Betonbauwerk (Grundablass) aus. Hier müssen Maßnahmen getroffen werden um schadhafte Erosionserscheinungen zu verhindern.

UNTERSTRÖMUNG DES GRUNDABLASSES

MUTH (2001): Die wichtigste Forderung zum Nachweis gegen die Fugenerosion ist das Vermeiden durchgehender Fugen. Dies geschieht durch Zusatzkonstruktionen senkrecht zur Fuge, wie Sporne, Schwellen, Schikanen, Wände, Dichtungsman-

schetten, Absätze der Fundamentkonstruktionen. Dabei darf allerdings die Verdichtung des Dammbaumaterials nicht beeinträchtigt werden.

Weiters beschreibt MUTH (2001), dass die Bettung von Bauwerksteilen in grobem Boden (Kies), der als Drän wirkt, die Unterströmung begünstigt. Es müssen Unterbrechungen (Schwellen) angebracht werden um dies zu unterbinden.

UMSTRÖMUNG VON EINBAUTEN

Es handelt sich hier meist um vertikale Fugenflächen, die mittels horizontaler Sperren zu unterbrechen sind. Anwendung finden **Schikanen oder Kragen** (Abbildung 20, links). Gefährlich sind horizontale, steife Plattenkonstruktionen als Kragarme, unter denen sich der Boden setzen kann. Hier entstehen im Damm bzw. unter der Sperre, an der Oberfläche nicht erkennbare Hohlräume (vgl. Muth, 2001).

Um Wasserwegigkeiten am Übergangsbereich Grundablassbetonbauwerk – Dammschüttmaterial zu vermeiden, sind die Außenflächen (Seitenwände) des Grundablassbauwerks leicht nach innen zu neigen. Treten nachträgliche Setzungen des Schüttmaterials im Übergangsbereich auf, können so Fugen zum Bauwerk hin vermieden werden (Abbildung 20, rechts).

DICHTUNGSANSCHLÜSSE EINZELNER BAUWERKSTEILE

MUTH (2001) zeigt auf, dass bei den Dichtungsanschlüssen einzelner Bauwerksteile die häufigsten Fehler gemacht werden: Der Übergang von einem Dichtungselement zum anderen muss die gesamte Bewegung mitmachen, ohne seine Dichtwirkung zu verlieren. Dies bedeutet, dass entweder das Dichtungselement selbst elastisch genug ist oder seine Befestigung. Benutzt werden Bleche, Fugengummi, Kunststoffe, Bänder, Bitumenverguß, Klebeverbindungen (Abbildung 21). Bei kritischen Stellen empfiehlt es sich, die Fugen nach dem Bau und damit nach dem Abklingen der meisten Verformungen nachträglich zu schließen (Verspressen, Injizieren, Einziehen von Bändern). Ein stumpfer Stoß zweier Dichtungselemente ist auf alle Fälle zu vermeiden, bei Einsatz von Kunststoffen ist auf die Alterung und die Resistenz gegen chemische Angriffe zu achten.

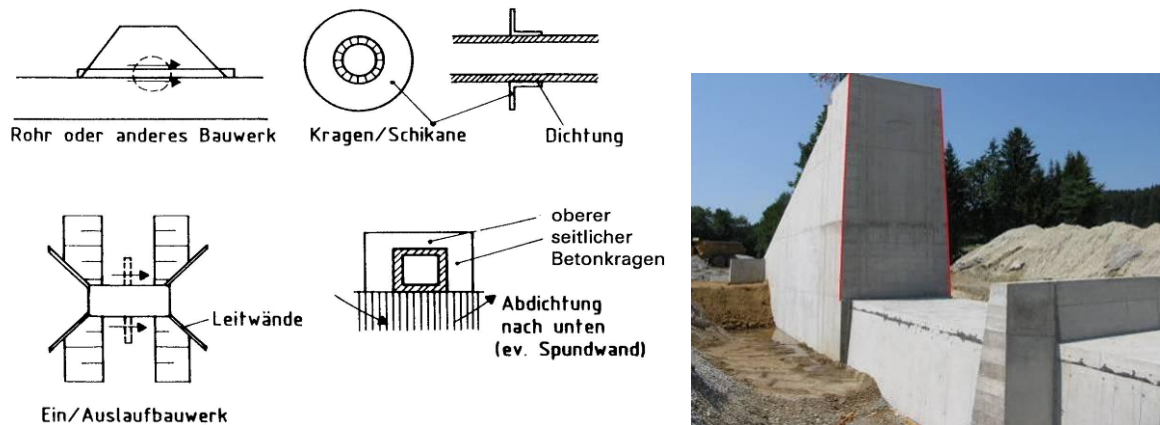


Abbildung 20: links: Beispiele von Schikanen, Kragen (Muth, 2001), rechts: Anzug der Seitenwände (rote Linie)

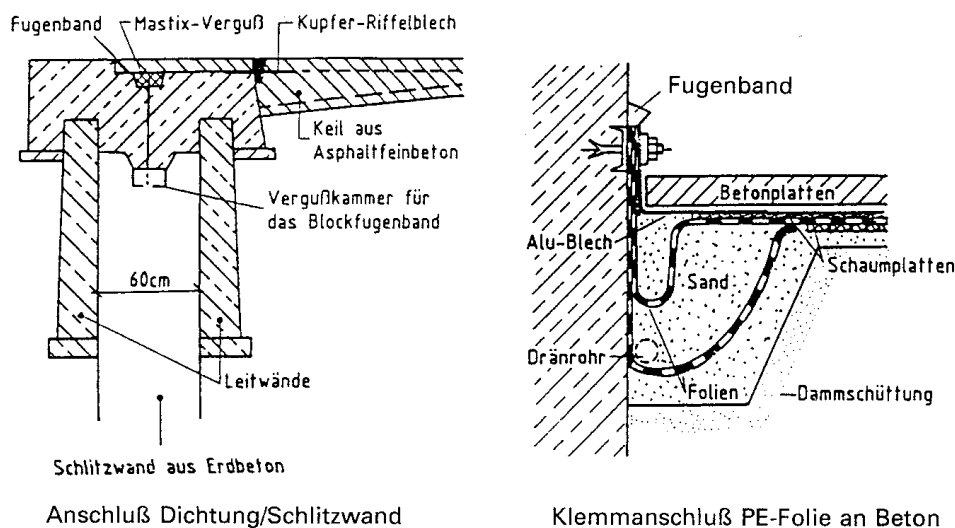


Abbildung 21: Beispiele für Dichtungsanschlüsse (Muth, 2001)

4.2.3 Arten von Grundablässen

4.2.3.1 Auslässe bei Trockenbecken (einfacher Durchlass)

Hierbei handelt es sich um die **gängigste Art**. Der Grundablass ist zugleich Betriebsorgan und liegt auf dem Niveau der Gewässersohle (Abbildung 22). Bei Hochwasser wird der Abfluss durch die Einlauföffnung begrenzt.

Die Sohle ist naturähnlich auszugestalten, um die aquatische Durchgängigkeit zu gewährleisten. Im Vergleich zu mönchartigen Bauwerken ist hier die Unterbrechung des Gewässerkontinuums um ein vielfaches geringer. Gegen ein Verklauen durch Schwemmholz wird ein möglichst großflächiger Rechen vor dem Bauwerk ange-

bracht. Aus Betriebssicherheitsgründen ist eine zweite Öffnung als Bypass vorzusehen. Die Grundablässe von Trockenbecken werden in der Regel ohne Revisionsverschlüsse ausgebildet. (vgl. LUBW, 2007. S. 36f)



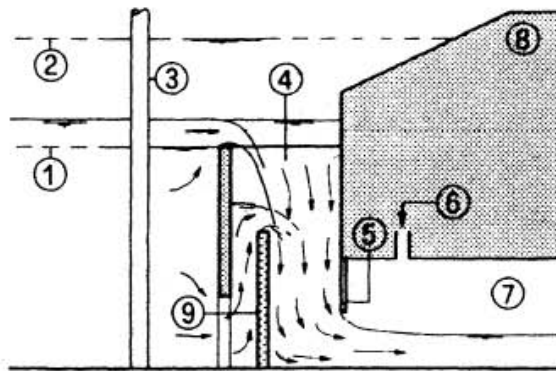
Abbildung 22: Grundablässe bei Trockenbecken

4.2.3.2 Mönchartige Bauwerke

Um ein Rückhaltebecken mit **Dauerstau** zu erzielen, kommen mönchartige Bauwerke zum Einsatz (Abbildung 23). Ein Mönch besteht aus dem Fallschacht mit Zwischenwand (Mönchswand), welche den Fallschacht in vordere und hintere Schachtkammer unterteilt. Der Dauerstau wird durch die Mönchswand gehalten. Beim Betrieb fließt das Wasser zunächst durch den Betriebseinlauf in die vordere Schachtkammer. Mit ansteigendem Wasserspiegel fällt es anschließend über die Mönchswand in die hintere Schachtkammer, von der es in den Durchlass (Transportgerinne) gelangt. Am Einlauf des Transportgerinnes befindet sich die Stauplatte. Über diesen Betriebsverschluss wird im planmäßigen Betrieb die Regelabgabe eingestellt. Steigt bei Hochwasser der Wasserspiegel weiter an (Stauziel Hochwasserentlastung), dient der Fallschacht als Hochwasserentlastung. Um den Dauerstau (Wartungszwecke, etc.) vollkommen absenken zu können, befindet sich an der Basis der Mönchswand ein verstellbarer Verschluss (Grundablass des Mönches). Gegen Verstopfung durch Geschwemmsel ist dem Mönch ein Grobrechen bis auf die Höhe des Maximalstaus vorgelagert (vgl. Vischer und Hager, 1992).

Nach der DIN 19700 gilt, dass Einläufe an der Wasserseite bei Hochwasserrückhaltebecken, die unterhalb dem Dauerstauziel liegen, ab der mittleren Beckengröße ($H > 6$ m, $V > 100.000$ m³) für Revisionszwecke verschließbar sein müssen. Bei Einläufen

an der Wasserseite von Hochwasserrückhaltebecken, die oberhalb dem Dauerstauziel liegen sind keine Revisionsverschlüsse erforderlich (vgl. LUBW, 2007).



Längsschnitt: 1 Stauziel Hochwasserentlastung, 2 Maximalstau, 3 Vertikalstab, 4 Fallschacht, 5 Stauplatte, 6 Belüftung, 7 Stollen, 8 Dammkrone, 9 Mönchswand

Abbildung 23: Mönchartiges Bauwerk (Vischer und Hager, 1992)

4.2.3.3 Kombinierte Bauwerke

Anlagen, in denen **Grundablass und Hochwasserentlastung** in einem **gemeinsamen Einlaufbauwerk** angeordnet werden, bezeichnet man als kombinierte Bauwerke. Es müssen beide Betriebseinrichtungen getrennt hydraulisch berechnet werden. Aufgrund einer gegenseitigen Beeinflussung bei gleichzeitigem Betrieb ist eine Abflussminderung zu berücksichtigen (Steierm. Landesregierung, 1992). Es darf weder zu einer Beeinträchtigung noch Behinderung des Hochwasserabflusses über die Entlastungsanlage kommen. Eine beeinträchtigte Hochwasserabfuhr über die HW – Entlastung kann sonst ein unkontrolliertes Überströmen des Absperrbauwerkes (Damm, Sperre) mit folgenschweren Auswirkungen (Dammbruch, etc.) bewirken. Um dies auszuschließen besteht die Möglichkeit zusätzlich angeordnete HW – Überströmsektionen einzuplanen. Weiters sind hydrodynamische Rückwirkungen auf bewegliche Verschlüsse zu vermeiden (vgl. Muth, 2001).

Der Grundablass, des HRB Gabriachbach (Abbildung 24) ist als Kombinationsbauwerk ausgeführt. Über der Sperrenwand mit Einlauföffnung befindet sich der 10 m breite Kronenüberfall für einen Teil der Hochwasserentlastung. Der zweite Teil des Hochwasserentlastungsabflusses wird im rechten Dammabschnitt über eine Überströmsektion abgeführt.



Im Folgenden wird auf die hydraulische Bemessung des Grundablasses eingegangen. Die Bemessung des Rückhalteraums aufgrund hydrologischer Grundlagen ist nicht Schwerpunkt des Kapitels.

Bei Durchlässen von Hochwasserrückhaltebecken, die teilgefüllt sowie vollgefüllt Wasser abführen, kann eine **Vielzahl von Abflusszuständen** auftreten. Im Folgenden werden charakteristische Haupttypen beschrieben.

Prinzipiell wird nach VISCHER und HAGER (1992) zwischen **freiem und eingestautem Abfluss** und zwischen **Freispiegel- und Druckzuständen** (Abbildung 25) unterschieden:

- |26



Abbildung 25: Auslaufseite, Übergang von Freispiegelabfluss (links) zu Druckabfluss (rechts) durch Öffnen des Schützes bei HW-Ereignis (Ktn. Landesregierung, Uabt. Klagenfurt)

Abbildung 26 gibt einen Überblick über die wichtigsten Abflusstypen. **Typ 1 bis 3** beziehen sich auf **Freispiegelabfluss**, **5 und 6 auf Druckabfluss** und 4 auf eine Kombination der beiden (vgl. Vischer und Hager, 1992).

- **Abflusstyp 1:** Beckenwassertiefe h ist kleiner als 1,2 bis 1,5 fache Durchlasshöhe D_h , Sohlgefälle J_s größer als kritisches Gefälle J_c , Unterwassereinstau reicht nicht bis zum Einlauf zurück. Am Einlauf tritt dabei kritischer Abfluss auf, der Durchfluss Q ist mit der Beckenwassertiefe H durch die Bedingung Froude $Fr = 1$ verbunden.
- **Abflusstyp 2:** Beckenwassertiefe h ist größer als die 1,2 bis 1,5 fache Durchlasshöhe D_h , bei sonst gleichen Bedingungen, Abfluss ist analog einer Schütze. Der Abfluss ist am Boden geführt, weil Luft vom Unterwasser bis zum Einlaufbauwerk vordringt. Die Einlaufgeometrie allein bestimmt die Beziehung zwischen Q und h . Die Rohrgeometrie wie auch das Rohrgefälle beeinflussen den Abfluss nicht.
- **Abflusstyp 3:** Kleiner Beckenwasserstand $h < 1,2$ fache Durchlasshöhe D_h und kleines Sohlgefälle $J_s < J_c$, bei langem Durchlass stellt sich Normalabfluss ein, der die Abflussbeziehung bestimmt. Bei kurzem Durchlass wird die Beziehung $Q(h)$ entweder durch das Unterwasser oder durch den Abfluss im Durchlass geprägt.
- **Abflusstyp 4:** kleiner Unterwassereinstau, der über die kritische Tiefe aber noch nicht bis an den Durchlassscheitel reicht. Bei geringem Gefälle und kleinem Beckenwasserstand $h > D_h$ wird der Abfluss instabil.

- **Abflusstyp 5:** Unterwasserstau ist genügend groß sodass das Rohr von unten her zuschlägt. Bei großem Gefälle und $h < D_h$ kann noch ein Wassersprung im Durchlass auftreten, im Normalfall herrscht sonst aber Druckabfluss. Für große Druckdifferenz kann der Auslauf "freigeblasen" werden, und Abflusstypen 5 stellt sich ein. Dann ist der Ausfluss aus dem Durchlass aber schießend, und eine Energiedissipation ist vorzusehen.
- **Abflusstyp 6:** Bedingungen wie unter Typ 5, jedoch ergibt sich bei relativ kleinen Druckdifferenz zwischen Ober- und Unterwasser Typ 6.

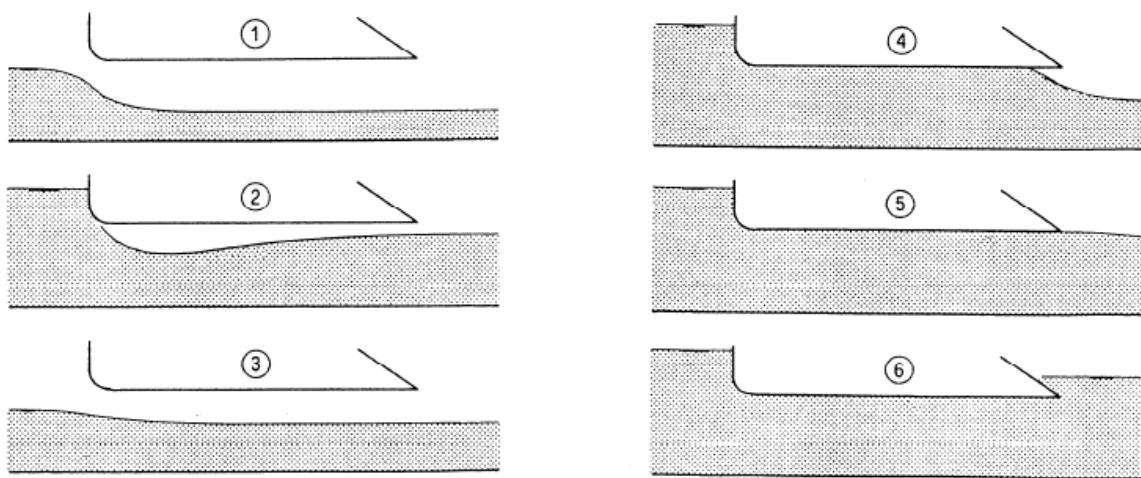


Abbildung 26: Abflusszustände bei Durchlässen (Vischer und Hager)

Bei Hochwasserrückhaltebecken treten nach VISCHER und HAGER (1992) meistens die Abflusstypen 1, 2 und 5 auf.

Der Grundablass ist aus Sicht der hydraulischen Förderfähigkeit stets so zu gestalten, dass **schießender Freispiegelabfluss** herrscht (Typ 1, 2, 3). So können instabile Betriebszustände beim Übergang von Freispiegel- zu Druckabfluss im Durchlass vermieden werden. Die Freispiegelbedingung kann dann eingehalten werden wenn der Teilfüllungsgrad beim Bemessungsabfluss maximal 50-60% beträgt. Es ist der Fall anzustreben, dass **vom Unterwasser kein Rückstau** auftritt (vgl. Müller, 1990). Andernfalls muss ein veränderlicher Rückstaubeiwert berücksichtigt werden. Das Auslaufbauwerk muss daher so gestaltet sein, dass der Wechselsprung in entsprechender Entfernung vom Auslass situiert wird.

Für den schießenden Abfluss muss die Bedingung gelten (Abflusstiefe h , kritische Abflusstiefe h_c , Erdbeschleunigung g):

$$h < h_c \quad \text{bzw.} \quad Fr = \frac{Q^2 \cdot b}{g \cdot A^3} > 1. \quad (2)$$

Daraus folgt bei gewählten geometrischen Abmessungen des Durchlasses (Abflussbreite b , Abflussfläche A) die kritische Abflussmenge Q , welche die Grenze zwischen strömendem und schießendem Abfluss darstellt (vgl. Müller, 1990, S. 68).

Die verschiedenen Abflusstypen müssen mit den entsprechenden Formeln berechnet werden. Der Normalabfluss wird mittels der Gleichung von Strickler oder mittels numerischer Modelle berechnet. Der kritische Abfluss wird mit Hilfe der unter Punkt 4.2.4.3 genannten Gleichung für den freien Ausfluss unter Schützen, ermittelt.

4.2.4.2 Bemessungsgrundlagen

FESTLEGUNG DER BEMESSUNGSABGABE

Für die Dimensionierung des Auslasses durch Festlegung der Bemessungsabgabe $Q_{ab, max}$ sind das Abflussvermögen des Unterlaufes und die angestrebte Entleerungszeit entscheidend. Es wird angestrebt, dass der kritische Abfluss im Bemessungsfall, einschließlich des Abflusses aus dem unretentierten Resteinzugsgebiet an jeder Stelle des Unterlaufes, gewährleistet sein soll.

Bei ungesteuerten Anlagen ist die Bemessungsabgabe aus der maximalen Druckhöhe (gewöhnliche Hochwasserstauziel) festgelegt, bei gesteuerten Anlagen ergibt sich der größte Abfluss aus der Art des Auslasses und der Betriebsweise. Nach DIN 19700 T.12 ist für den Auslass der maximale Durchfluss als Freispiegelleitung nachzuweisen (Auslaufseite steht im Betriebsfall nicht unter Innendruck) und dieser Wert mit dem Abflussvermögen des Unterlaufes abzustimmen (vgl. Lange/ Lechner, 1993).

ABFUHRFÄHIGKEIT DES GRUNDABLASSES

Während folgenden Zuständen muss der Grundablass Wasser abführen:

- Bauphase
- Nieder- und Mittelwasser
- Betriebsfall: Hochwasser

In der Regel wird die Hochwasserabfuhr während der Bauzeit durch den Grundablass gewährleistet. Die erforderliche maximale Abfuhrfähigkeit ist daher durch das

festgelegte Bauhochwasser bestimmt. Die Jährlichkeit des Bauhochwassers ist abhängig von der Anlagengröße, dem Typ des Absperrbauwerkes (Damm oder Mauer) und dem Bauzeitplan (Jahreszeit und Dauer) (vgl. Steierm. Landesregierung, 1992). In der Praxis werden die Grundablässe während der Bauzeit hauptsächlich für zehnjährliche Hochwasserspitzen dimensioniert.

Nach Fertigstellung der Anlage ist die Förderfähigkeit des Grundablasses auf die Regelabgabe einzustellen. Dies geschieht bei ungesteuerten Becken meist über Blenden oder durch eine entsprechende Verschlussstellung. Bei gesteuerten Becken nimmt der Verschluss die Stellung laut Betriebsplan ein.

4.2.4.3 Dimensionierung der Durchflussquerschnitte

In Abhängigkeit des vorherrschenden Grundablasstyps müssen die entsprechenden Formelansätze herangezogen werden. Es kann prinzipiell zwischen Seitenöffnungen und Schützenöffnungen unterschieden werden. **Seitenöffnungen** können in unterschiedlicher Tiefe unter der Wasseroberfläche liegen. Bei der **Schützenöffnung** ist die Öffnung am tiefsten Punkt des Abschlussbauwerkes. Handelt es sich bei Grundablässen um lange Rohrdurchlässe, die unter Druck das Wasser abführen, muss eine **Druckrohrleitungsberechnung** erfolgen. Diese Berechnungsansätze werden im Folgenden erläutert.

FREIER AUSFLUSS AUS SEITENÖFFNUNG

Dieser Ansatz beruht auf dem freien Ausfluss aus der Seitenwand eines Gefäßes, ohne Beeinflussung durch den Unterwasserstand (Abbildung 27). Dabei wird zwischen großen und kleinen Öffnungen unterschieden. Bei rechteckiger Öffnung und vernachlässigbarer Anströmgeschwindigkeit berechnet sich der Ausfluss Q wie folgt, **kleine Seitenöffnung**, wenn $a < 0,2 h$:

$$Q = \mu \cdot A \sqrt{2 \cdot g} \quad (3)$$

große Seitenöffnung, wenn $a > 0,2 h$:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2}) \quad (4)$$

(Erläuterung der Parameter siehe nächste Seite)

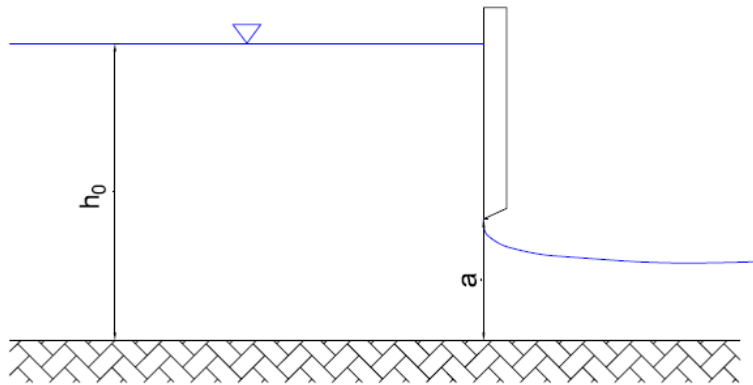


Abbildung 28: freier Ausfluss unter Schützen

Der Kontraktionsbeiwert ψ lässt sich für senkrechte, scharfkantige Schützen in Abhängigkeit des Verhältnisses a/h_0 , wie folgt berechnen,

$$\psi_{90^\circ} = \frac{1}{1 + 0,64 \cdot \sqrt{1 - (a/h_0)^2}} \quad (7)$$

HYDRAULISCHE BERECHNUNG VON DRUCKROHRLEITUNGEN

Bei sehr langen Durchlässen muss die Berechnung von Druckrohrleitungen herangezogen werden. Hier sind für die Berechnung der Förderfähigkeit die hydraulischen Verluste aufgrund von Interaktion von Fließmedium mit Rohrwandmaterial von Bedeutung. Der Beiwert λ , der Widerstandsbeiwert der Rohrreibung, beschreibt diesen Effekt. Er ist ein Maß der Wandreibung, ausgedrückt durch die hydraulische Rauheit k , sowie die innere viskose Reibung, welche durch die kinematische Viskosität ν und durch die Reynoldszahl Re beschrieben wird (vgl. Bollrich, 2000).

Der Durchmesser d_i berechnet sich iterativ nach der Druckrohrleitungsberechnung bei gegebenen Rohrgefälle I , Verlusthöhe h_v (Rohrreibungsverluste, örtliche Verluste) und Durchfluss Q aus,

$$d_i = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot (\lambda_i + \frac{d_i}{l} \cdot \sum \zeta_i) \cdot Q^2}{g \cdot \pi \cdot I}} \quad (8)$$

λ_i ... Rohrreibungsbeiwert

d_i ... Rohrdurchmesser

l ... Rohrleitungslänge [m]

I ... Rohrgefälle

$\sum \zeta_i$... Verlustbeiwerte

h_v ... Verlusthöhe

Daraus kann aus der einfachen Beziehung,

$$v_i = \frac{4 \cdot Q}{d^2 \cdot \pi}, \quad (9)$$

die Geschwindigkeit v berechnet werden.

BERÜCKSICHTIGUNG VON ÖRTLICHEN VERLUSTEN

Bei der Bemessung des Grundablasses sind prinzipiell folgende Verluste zu berücksichtigen:

- Einlaufverluste
- Rechenverluste
- Verluste durch Drosseleinbauten (Verschlüsse)
- Verluste durch Querschnittsänderungen (plötzliche Erweiterung, Verengung)
- Auslaufverluste
- Verluste durch Gerinneeinbauten (Sohlstrukturierungselemente, etc.)

Diese hydraulischen Verluste, verursacht durch sogenannte Unstetigkeitsstellen, müssen sowohl bei Freispiegelleitungen als auch bei Druckrohrleitungen ermittelt werden.

Im Folgenden wird auf Einlauf-, Rechenverluste sowie Verluste aufgrund von Querschnittsänderungen näher eingegangen.

Einlaufverluste:

Anhand der Formgebung der Einlaufbauwerke werden folgende Verlustbeiwerte bei offenen Gerinnen (Abbildung 29) berücksichtigt:

- a) scharfe Kante $\zeta_e = 0,5 - 0,6$
- b) leichte Kantenausrundung $\zeta_e = 0,3 - 0,4$
- c) Einlaftrompete mit Kantenausrundungen und Trennpfeiler $\zeta_e = 0,006 - 0,10$

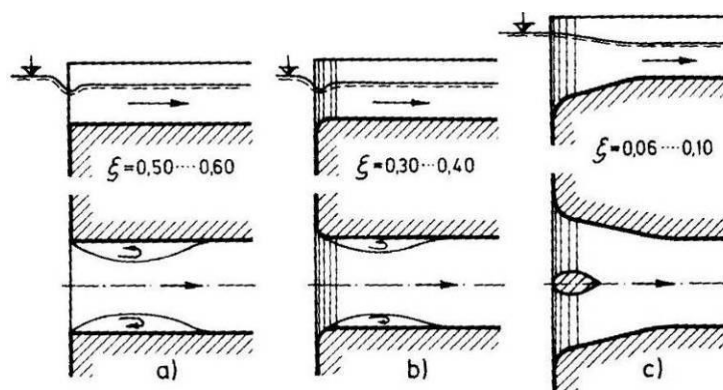


Abbildung 29: Eintrittsverluste bei offenen Gerinnen (Rössert, 1999)

Rechenverluste:

Die Verlustbeiwerte für Rechen können mit folgender Formel ermittelt werden:

$$\zeta_R = \beta \cdot \sin \alpha \left(\frac{d}{a} \right)^{3/4} \quad (10)$$

β ...Formbeiwert

α ...Neigungswinkel des Rechens gegen die Strömungsrichtung

d ...Stabdicke in m

a ...Lichter Stababstand in m

ζ_R ...Verlustbeiwert durch Rechen

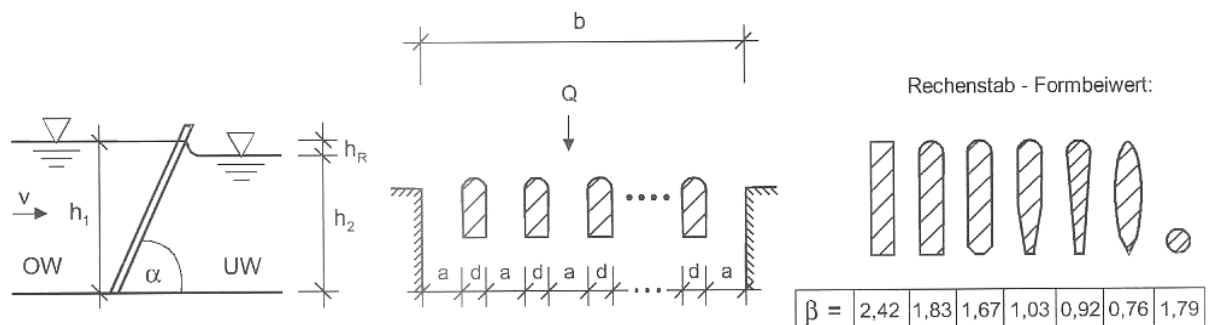


Abbildung 30: Formbeiwerte für Rechenstäbe (Patt, 2001)

Verluste durch Querschnittsänderung:

Verluste durch plötzliche Erweiterung (Abbildung 31) treten beispielsweise bei Durchlässen mit mittig angeordneter Schieberkammer auf. Hier gilt,

$$\zeta_f = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 = \left[\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 - 1 \right]^2 \text{ nach Borda.} \quad (11)$$

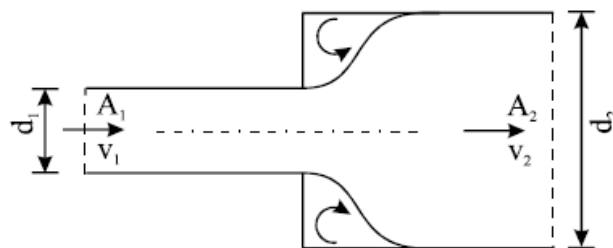


Abbildung 31: Verluste ζ_f Aufgrund plötzlicher Erweiterung (Rössert, 1999)

4.2.5 Baustoffe für Grundablässe

Bei der Planung und dem Bau sind aktuelle Normen (ÖNORM, DIN, Eurocode) ausnahmslos zu berücksichtigen. Als Baustoffe für Grundablässe werden für ortsfeste Maßnahmen hauptsächlich Beton, Stein, Stahl, Kunststoffe, Bitumen, und bei kleineren Grundablässen Holz und Aluminium verwendet.

Im Folgenden sollen die Eigenschaften dieser Baustoffe im Hinblick auf ihre Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit näher beschrieben werden (vgl. Patt, 2001).

4.2.5.1 Beton

Beton ermöglicht **große konstruktive Gestaltungsspielräume** und zeichnet sich durch die Möglichkeit einer wasserundurchlässigen Ausführung aus. Verwendet werden Beton sowie bewehrter Stahlbeton.

Für Grundablässe sind die Frostbeanspruchung des Betons im durchfeuchteten Zustand und die Beanspruchung infolge Witterung von Bedeutung, weiters statische Beanspruchung und dynamische Beanspruchung bei Geschiebe, Muren und Schwemmholtz (vgl. Patt, 2001).

Im Wasserbau wird die maximale **Überdeckung der Bewehrung** gefordert. Nach BERGMEISTER et. al. (2008) sollte bei Schutzbauwerken in Wildbächen die Betondeckung in Abhängigkeit der Expositionsklassen nach DIN 1045:2001 bzw. EN 1992-1-1 aber in keinem Querschnitt weniger als 35 mm betragen. In der Praxis werden für Sperrenbauwerke generell Betondeckungen >55 mm verwendet und im Bereich der Abflusssektion mit teilgepanzerten Kronen bis zu 100 mm.

Abbildung 32 (links) zeigt mögliche Folgen von **Beanspruchungen des Betons** infolge Geschiebetriebes (Hydroabrasion). Es gilt daher stark Geschiebe beanspruchte Bereiche mittels abriebresistenten Materialien (Granit, Stahl) zu schützen (Abbildung 32, rechts).



Abbildung 32: links: Materialabrieb des Durchlass- und Auslaufbauwerkes (Hydroabrasion), rechts: mit Granitstein gepanzerter Durchlass

4.2.5.2 Stahl

Stahl wird aufgrund seiner **hohen Zug- und Druckfestigkeit** dort eingesetzt, wo eine besondere Festigkeit der Konstruktion gefordert ist. Dies ist im Allgemeinen bei den stark beanspruchten, beweglichen Steuerungs- und Drosselbauteilen sowie Rechenkonstruktionen der Fall. Weiters wird Stahl zur abriebfesten Verkleidung von Betonbauwerken und bei Absturzgeländern um das Grundablassbauwerk verwendet. Sie sind mittels Legierungen oder Anstrichen gegen Korrosion zu schützen (vgl. Patt, 2001).

Weiters sind sie auch meist in Form von **spiralgewellte Falzrohren** aus verzinktem Stahl als Durchlassrohr bei Grundablässen geeignet (Abbildung 33, links).

4.2.5.3 Kunststoffe

Durchlässe können aus **hochfesten Schwerlastrohren** gefertigt werden (Abbildung 33). Verschiedene Kunststoffmaterialien (PEHD, PP, PE, etc.) kommen zum Einsatz. Sie sind wie auch die oben genannten Stahlrohre durch ihren schnellen, einfachen Einbau sehr gut geeignet. Weiters reagieren sie auf Setzungen mit einer **material-spezifischen Verformbarkeit** und müssen daher nicht aufwendig fundiert werden. Um Unter- und Umströmungen zu vermeiden sind sie in wasserundurchlässigem Schüttmaterial zu betten. Fertigteilkunststoffrohre dürfen keinesfalls auf einer Rollierungsschicht gebettet sein, da diese als Drainage wirken würde. Sie sind im Vergleich zu Schwerlastrohren aus Stahl unempfindlich gegen Korrosion, jedoch der Materialermüdung infolge UV – Einwirkung ausgesetzt.

Kunststoffe werden ebenso in Form von Dichtungsbändern zum Abdichten von Bauwerks- und Arbeitsfugen sowie als Verfüllmasse zum Dichten kleinerer Schwachstellen verwendet.



Abbildung 33: Durchlassrohr aus Stahl (links), Kunststoff (rechts)

4.2.5.4 Holz

Holz besitzt eine begrenzte Dauerhaftigkeit und kann deshalb als Baustoff im Hochwasserschutz nur zeitlich befristet verwendet werden (vgl. Patt, 2001).

Anwendung findet es bei Schützen, **Holzbohlen** für Mönchverschlüsse und **Geländern** zur Absturzsicherungen.

Schütze aus Holzbohlen werden teilweise in jenen Bereichen verwendet, wo mit viel Geschiebe und Wildholz zu rechnen ist. Dabei werden die Holzbohlen durch die ankommenden Feststoffe selbst oder im Zuge von Räumungsarbeiten mit schwerem Gerät, beschädigt. Ein Ersetzen von schadhafte Teilen ist jederzeit ohne großen Aufwand möglich.

Holz weist unter Wasser (im ständigen nassen Zustand) eine bedeutend längere Haltbarkeit als in der Wechselzone (nass – trocken) auf. Besonders Eiche und Robinie, gefolgt von Lärche weisen eine lange Lebensdauer auf (vgl. Bergmeister et. al., 2008).

4.2.5.5 Naturstein

Naturstein findet als Panzerung für Kronen (Granite, Basalt, Kalkstein), in Grobsteinschichtungen (GSS) als Ein- und Auslaufsicherung, Sohlgurten, Störsteinen (Wasserbausteine) und als Baustoffe für Mauerkörper Verwendung (Abbildung 34). Wesentlich ist, Wasserbausteine die einer großen hydraulischen Belastung ausgesetzt

sind, zu sichern. Das kann durch Verlegen in Beton erfolgen. Dabei ist bei der Sohlgestaltung darauf zu achten, dass sich in den Fugen eine natürliche Substratauflage ausbilden kann (fugenoffene Bauweise), um ein zusammenhängendes Lückensystem (Interstitial) für benthische Organismen zu gewährleisten.

Terminologie der Natursteine findet sich in DIN EN 12 670:2002-03: Die wichtigsten Eigenschaften der verwendeten Steine sind:

- der **Widerstand gegen Abrieb** (Prüfung nach DIN EN 1097-1:2003-12; DIN EN 14 157: 2005-01)
- die **Verwitterungsbeständigkeit** (DIN 52 008:2006-03)
- die **Frostbeständigkeit** (DIN EN 12 371:2002-01)

Anforderungen an Wasserbausteine finden sich in DIN EN 13 383-1:2002-08. Zudem gibt es eine Vielzahl von Prüfnormen z. B. Bestimmung der Druckfestigkeit: DIN EN 1926:2007-03 (vgl. Bergmeister et.al., 2008, S. 165).

PATT (2001): Die Frostbeständigkeit der Steine ist jedoch nicht immer ein ausschlaggebendes Kriterium, da in der Nähe von Gewässern die Wiederherstellung natürlicher Strukturen eine große Bedeutung hat und so Verwitterungsprozesse durchaus gewollt sind.

Es ist auch anzustreben **standorttypische Natursteinarten** zu verwenden, um ein Einbinden des Grundablassbauwerks in die Landschaft bestmöglich zu erreichen.



Abbildung 34: links: Einlaufbereich mit GSS in Beton, rechts HW-Entlastung mit GSS in Beton gesichert (Auslaufseite)

4.3 Steuerung von Grundablässen

4.3.1 Allgemeine Beschreibung

Prinzipiell wird zwischen ungesteuerten und gesteuerten Grundablässen unterschieden. Ungesteuerte haben einen fest eingestellten Durchlassquerschnitt, während bei gesteuerten die Auslassöffnung mittels Verschluss im Hochwasserfall verändert wird. Als Steuerungsstrategie stehen Steuerung auf konstanten Abfluss sowie die adaptive Steuerung mittels Prognosemodell zur Verfügung. Die Änderung der Verschlussstellung kann manuell oder automatisch erfolgen (vgl. Vischer und Hager, 1992) Abbildung 35 zeigt die Systematik von Steuerungen bei Rückhaltebecken. Im Folgenden werden ungesteuerte und gesteuerte Betriebsorgane näher erläutert.

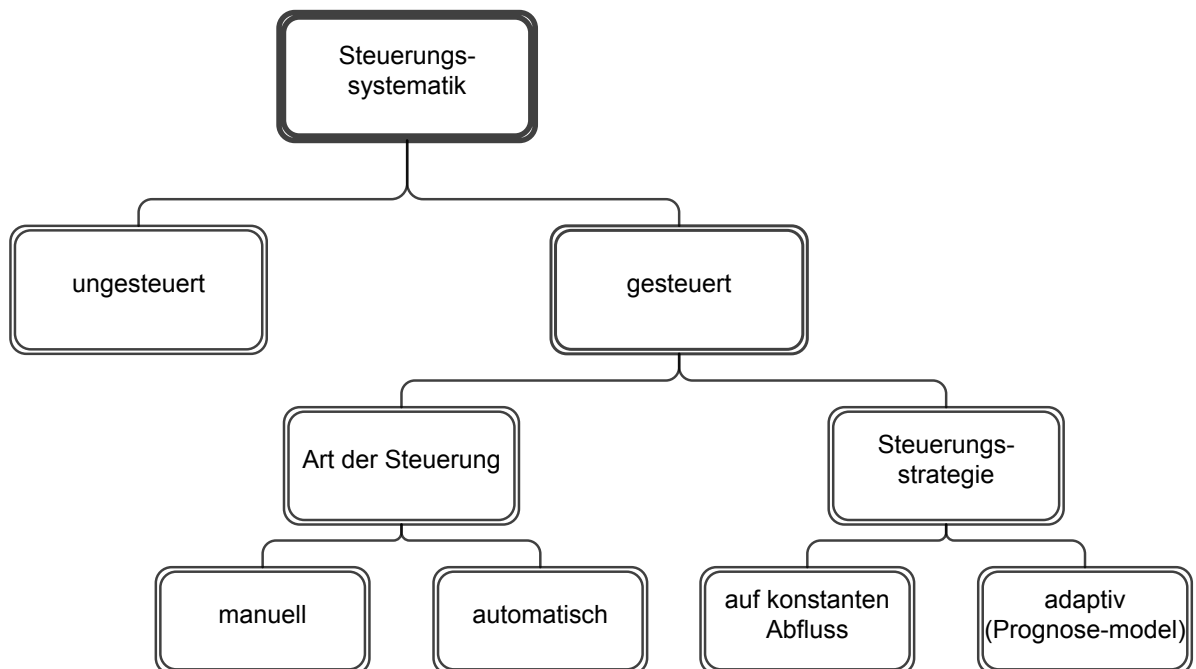


Abbildung 35: Steuerungssystematik

4.3.2 Ungesteuerte Grundablässe

Die einfachste Form eines Grundablasses ist der ungesteuerte Durchlass durch das Absperrbauwerk. Ungesteuerte Betriebsorgane werden durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert.

VORTEILE

- geringere Störanfälligkeit im Betrieb
- niedrigere Errichtungs- und Wartungskosten
- Nachjustieren einfacher möglich

NACHTEILE

- schlechtere Ausnützung des Beckeninhaltes
- keine Anpassung an die Hochwasserwellen möglich
- höhere Verklausungsgefahr
(vgl. Stmk. Landesregierung, 1992)

Da jede Steuerung bewegliche Teile besitzt, ist ohne kontinuierliche Wartung keine Funktionssicherheit gegeben. Ungesteuerte Rückhaltebecken weisen bei geringer Störanfälligkeit somit geringere Wartungs- und Errichtungskosten auf. Wie später erklärt beanspruchen sie jedoch größere Retentionsräume. Weiters kann auf die Form der Hochwasserwelle (spitzer oder flacher Scheitelabfluss) nicht reagiert werden, wie dies etwa bei einer adaptiven, ereignisangepassten Steuerung möglich ist. Bei Beginn des Hochwasserereignisses ist bei ungesteuerten Anlagen der Kontrollquerschnitt kleiner als bei gesteuerten. Der zumeist hohe Schwemmholzanfall zu Beginn eines Ereignisses bringt eine höhere Verklausungsgefahr mit sich.

Arten von Drosselungen:

Es wird zwischen Durchlass mit festem, unveränderbarem Querschnitt und Durchlass mit nachstellbarer Drossel (Verschluss) unterschieden. Folgende Arten finden Anwendung:

- fest: Grundablassquerschnitt (Rohr, Rechteck), Mönch, Tauchwand, Sperrendole (Abbildung 36)
- veränderbar: Drosselblende, Dammbalken (Stahlprofile), Schütz (Abbildung 37)

Der Vorteil einer **nachstellbaren Drosselung** liegt darin, dass nach Inbetriebnahme des HRB eine nachträgliche Einstellung auf den maximal zulässigen Abgabedurchfluss möglich ist. So kann beispielsweise auf eine Änderung der Abfuhrkapazität im Unterwasser mittels eines adaptierten Drosselabflusses reagiert werden.



Abbildung 36: links: Grundablassquerschnitt, rechts: Tauchwand



Abbildung 37: links: Drosselblende, mitte: Dammbalken, rechts: Schütz

Die Drosselung mittels entferntbarer Dammbalken (Stahlprofilen) hat den Vorteil, dass ein Absenken des Stauspiegels bei Verklausung möglich ist. So ist eine Bypassfunktion gegeben (Abbildung 37). Bei Schütz- oder Schieberregelung, die mittels Gestänge von der Dammkrone aus auch bei Hochwasser bedienbar ist, kann eine mögliche Verklausung mittels Aufdrehen des Schiebers gelöst werden. Auf den damit verursachten Schwall ist zu achten.

4.3.3 Gesteuerte Grundablässe

4.3.3.1 Allgemeine Beschreibung

Bei gesteuerten Grundablässen wird der Abfluss aus dem Rückhaltebecken durch bewegliche Verschlüsse gesteuert. Der Antrieb der Drossel und die Wahl des Verschlusstyps, sind mit den vorgegebenen Betriebsbedingungen abzustimmen. Jede Form der Steuerung erfordert bei der Planung verlässliche Informationen über die Gesamtabflusssituation des betroffenen Gebietes, dies ist nur über eine messtechnische Ausstattung möglich.

Bei Einzelbecken oder Beckengruppen kann durch eine entsprechende Steuerung des Regelorgans die Rückhaltewirkung besser ausgenutzt werden. Die Steuerung von Beckensystemen oder die Regelung aufgrund von Prognosen aus dem Einzugsgebiet sind allerdings aufwendig. Hochqualifizierte Grundlagen wie Prognosemodell, Betriebsregeln, Systemwirkung und technische Einbauten sind unerlässlich. Diese Steuerung ist demzufolge nur dort sinnvoll und wirtschaftlich, wo für die Funktionsfähigkeit (Schutzwirkung) eines Beckens bzw. einer Beckengruppe eine Steuerung erforderlich ist.

Gesteuerte Betriebsorgane werden durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert.

VORTEILE GESTEUERTER GRUNDABLÄSSE

- Gleichmäßige Abgabe entsprechend dem kritischen Durchfluss im Unterlauf möglich
- Bessere Ausnutzung des Rückhalterumes (Verringerung bzw. Verhinderung einer Vorverfüllung, geringere Beanspruchungszeit)
- Kleinere Hochwasserspitze bei Überschreiten des Beckeninhaltes durch adaptive (ereignisangepasste) Steuerung
- Optimierung bei Beckensystemen mit Steuerung über eine Zentrale möglich
- Bestmöglicher Betrieb und Steuerung durch Vorhersage über Niederschlags- und Abflussmessstellen im Einzugsgebiet, insbesondere bei Beckensystemen, möglich
- Erforderlicher Beckeninhalt kann direkt aus n jährlicher Einhüllenden – Fülllinie und maximal zulässiger Abgabe $Q_{ab,max}$ ermittelt werden
- Geringere Verstopfungsgefahr bei anschwellender HW – Welle aufgrund großer Durchlassöffnung zu Beginn des Ereignisses
- Errichtung eines Ökodurchlasses ist denkbar

NACHTEILE GESTEUERTER GRUNDABLÄSSE

- Höhere finanzielle Belastungen bei Planung, Errichtung und Betrieb
- Erheblichere Anforderungen an Wartung, Pflege und Instandhaltung
- Komplexe Modelle zur Systemoptimierung und Vorhersage gefordert (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992)

4.3.3.2 Festlegung der Beckenabgaben

Durch die Steuerung muss für den Bereich unterhalb der Stauanlage der im Bewilligungsbescheid festgelegte Hochwasserschutz erzielt werden. Dazu muss die Beckenabgabe auf die **Leistungsfähigkeit des Unterlaufes** festgelegt werden, die bei Steuerung auf konstanten Abfluss, über das gesamte Hochwasserereignis konstant gehalten wird (vgl. Muth, 2001). Die Abfuhrkapazität kann mittels hydrodynamischer Simulation (1-D, 2-D Abflussmodelle) errechnet werden.

4.3.3.3 Steuerungsstrategien

Folgend werden die Steuerung auf konstanten Abfluss und die adaptive Steuerung mittels Prognosemodell vorgestellt (Abbildung 38).

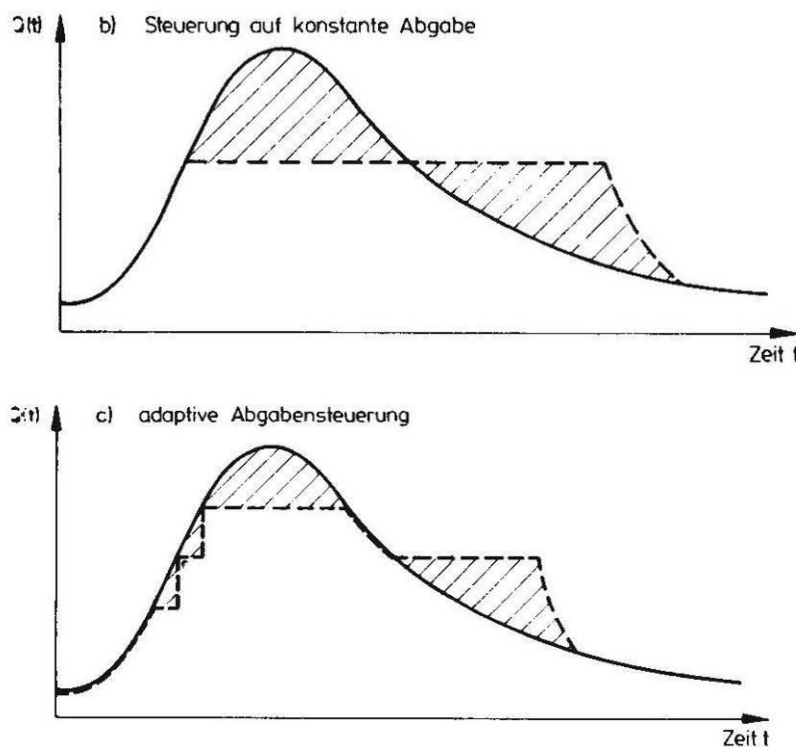


Abbildung 38: Steuerung der Abgaben aus dem Hochwasserrückhaltebecken (Muth, 2001)

KONSTANTER ABFLUSS

Bei anlaufender Hochwasserwelle wird der Zulauf zunächst ungedrosselt weitergeleitet. Nach Erreichen des Grenzabflusses Q_{Gr} wird der Verschluss aktiviert und der Retentionsraum beginnt sich zu füllen (vgl. Vischer und Hager, 1992). Die Steuerung

des Verschlussorganes erfolgt über laufende Messungen von Stauspiegel und Abfluss aus dem Hochwasserrückhaltebecken (vgl. Muth, 2001).

Abbildung 39 zeigt die **Vorteile einer Steuerung auf konstanten Abfluss** (b). Das beanspruchte Retentionsvolumen R ist kleiner als jenes von ungesteuerten Anlagen (a). Die Füll- und Entleerungszeiten t_F und t_E sind geringer, wodurch das Becken für nachfolgende Hochwasserwellen schneller wieder zur Verfügung steht.

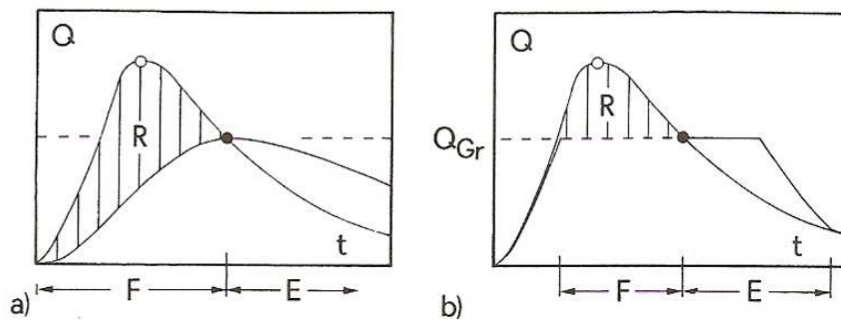


Abbildung 39: Zufluss und Abflussganglinien des Bemessungshochwassers für a) ungesteuertes Becken und b) auf konstanten Abfluss gesteuertes Becken (Vischer und Hager, 1992, S.126)

VISCHER und HAGER (1992), machen aber deutlich, dass der Unterschied beim Retentionsraum nur dann ins Gewicht fällt, wenn der **Dämpfungsfaktor** κ des Bemessungshochwassers groß ist, etwa 40%. Der Dämpfungsfaktor κ wird als der Quotient aus ablaufender Hochwasserwelle HQ_a und zulaufendem Hochwasserspitzenabfluss HQ_z beschrieben. Er gibt an wieviel Prozent von der Hochwasserspitze vom Becken weitergegeben werden. Dies zeigt, dass gerade bei kleinen bis mittleren Anlagen mit kleinen Dämpfungsfaktoren ($< 40\%$), diesem Vorteil Grenzen gesetzt sind.

STEUERUNG ÜBER EIN PROGNOSEMODELL (ADAPTIV)

Die adaptive, ereignisangepasste Regelung stellt die wirkungsvollste, aber auch aufwendigste und komplizierteste Form dar. Es wird versucht eine der Hochwasserwelle, oder Folgen von Wellen, angepasste Minimierung des Scheitelabflusses zu erzielen. Der aus dem Einzugsgebiet zu erwartende Abfluss kann über Niederschlagsmessstationen und bei größeren Einzugsgebieten auch über Abflusspegeln prognostiziert werden. Die Prognose über die Hochwasserwelle wird in der Zentrale aus den gesammelten Messdaten erstellt. Dafür ist ein **geeichtes Niederschlags-Abfluss-**

Modell erforderlich (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992). Im Vergleich zur Steuerung auf konstanten Abfluss kann die Zuflussprognose durch Berücksichtigung der ständig aktualisierten Messwerte, laufend verbessert und die Steuerung adaptiert werden. Abbildung 40 zeigt das Schema einer Prognose des Zulaufes Q_z und die damit verbundene Steuerung des Abflusses Q_a (vgl. Vischer und Hager, 1992).

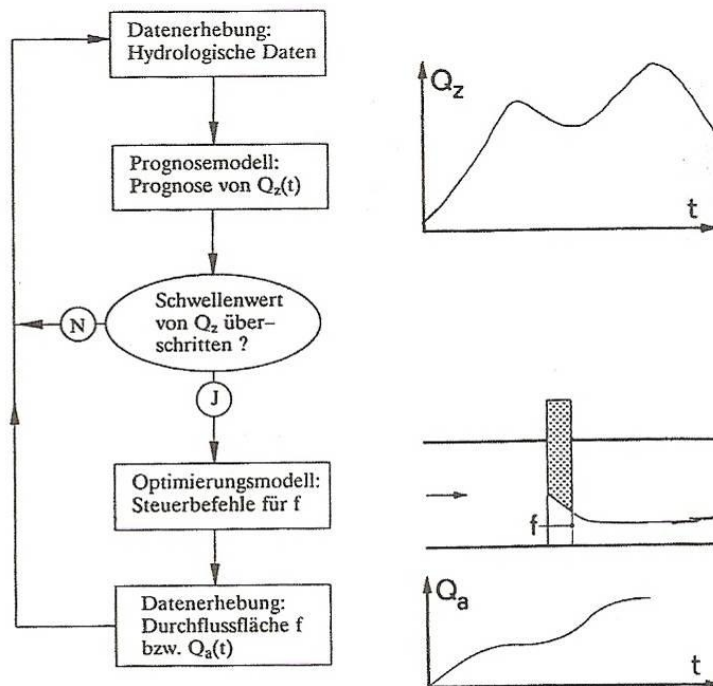


Abbildung 40: Adaptive Steuerung, Schema zur Prognose des Zuflusses Q_z und zur Steuerung des Abflusses Q_a (Vischer und Hager, 1992)

Besonders bei **Beckensystemen** (Abbildung 41) wird die adaptive Steuerung bevorzugt. Systeme von Becken können dabei durch ereignisangepasste Steuerung so geregelt werden, dass es zu keiner Überlagerung von Hochwasserwellen aus den jeweiligen Einzugsgebieten, im Vorfluter kommt. Das Einzelbecken, das ein Teilgebiet kontrolliert, gibt nach der Kapazität des Vorfluters und den zu erwartenden Wellen in den umliegenden Einzugsgebieten, Wasser ab. Diese gebietsspezifische Steuerung stellt die effizienteste aber auch komplexeste und damit teuerste Möglichkeit dar.

Die Steuerung mittels Prognosemodell unter Einbeziehung von aufwendig zu messender Kenngrößen, kann nur bei großen Einzugsgebieten mit langen Wellenlaufzeiten effizient eingesetzt werden. Ihrer Anwendung in kleinen Einzugsgebieten, die sehr oft von Gewitterniederschlägen beherrscht werden, sind Grenzen gesetzt.

Im Folgenden werden die manuelle und automatische Steuerung näher erläutert.

Bei manueller Steuerung werden durch den Stauwärter die Regelarmaturen auf die Stellungen gefahren, die im Betriebsplan festgelegt sind. Es muss gewährleistet werden, dass rechtzeitig bei Beginn des Einstaues das Personal überwacht und richtig handelt. Eine ausschließliche Steuerung durch Personal ist wegen der **Gefahr von Fehlbedienungen** prinzipiell abzulehnen. Nur in vereinzelten Fällen, beispielsweise um eine beginnende Überströmung eines Dammes abzuwehren, sollte eine manuelle Steuerung erfolgen (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992).

AUTOMATISCHE STEUERUNG

Prinzipiell sollten automatisch betriebene Steuerungen auch manuell bedient werden können, um bei Störungen den Betrieb aufrechterhalten zu können. Es werden die gängigsten Steuerungstypen erläutert. Hier können prinzipiell 2 Arten unterschieden werden:

Steuerung in Abhängigkeit vom Wasserstand (fremdenergiefrei)

- Schwimmergesteuerte Schieber
- Fallklappen
- Schwingklappen
- Wirbeldrossel

Regelorgan mit Antrieb

- Gleitschütz
- Rollschütz
- Segmentverschluss
- Wehrklappe

a. Steuerung in Abhängigkeit vom Wasserstand:

Diese Regelung wird als hydraulische Steuerung bezeichnet und stellt die einfachste, mit am geringsten Aufwand verbundene Steuerung dar. Sie erfolgt meist über Schwimmer (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992).

Abbildung 42 zeigt zwei Prinzipien hydraulischer Steuerung.

Prinzip 1: bei Änderung der Druckhöhe H_s folgt Änderung von Durchmesser D bzw. Durchflussfläche f mit,

$$f \sim H_s^{-1/2}. \quad (12)$$

- a) Schwimmergesteuerter Schieber: je höher der Beckenwasserstand steigt, desto mehr wird der Schieber geschlossen.
- b) Schlauchdrossel: je höher der Beckenwasserstand, desto mehr wird der Schlauch zusammengedrückt.

Prinzip 2: Die Veränderung von H_s wird ausgeschaltet, es wird der Zustand erzwungen

$$H_s \sim \text{konstant}. \quad (13)$$

- c) Der Auslass wird mit dem Schwankenden Wasserspiegel mittels Schwimmer so nachgeführt, dass die Druckhöhe H_s konstant bleibt.

(vgl. Vischer und Hager, 1992)

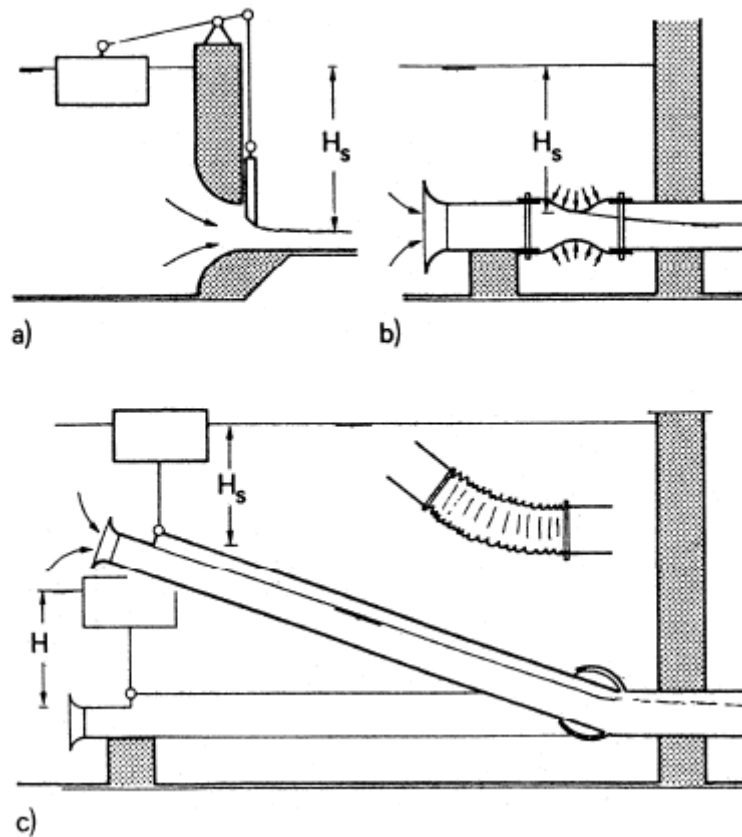


Abbildung 42: Prinzipskizze für a) schwimmernummergesteuerten Schieber, b) mit Schlauchdrossel, c) mit schwimmernummergesteuerter Auslasshöhe (Vischer und Hager, 1992)

Folgende Typen finden bei der Steuerung von kleinen und mittleren Hochwasserrückhaltebecken Anwendung.

Schwimmernummergesteuerte Schieber:

Überwiegend werden Steuerungen in Abhängigkeit vom Wasserstand nach Prinzip 1 eingesetzt. Ein Schwimmer betätigt den Schieber, der den Kontrollquerschnitt kontinuierlich verkleinert, sodass ein konstanter Durchfluss gegeben ist. Österreichweit wird hauptsächlich der aus dem Siedlungswasserbau stammende Regler „**HydroSlide**“ der Firma Steinhardt Wassertechnik (Abbildung 43) eingesetzt (österreichweit sind 19 HRB mit „HydroSlide“ ausgestattet, Stand 14.10.2008). In Abhängigkeit von Durchflussleistung und Stauhöhe werden entsprechende Produkte angeboten. Der größte konstruierte Abflussregler ist einer der Bauart Mini, Nennweite 2000 mm mit einer Nennabflussleistung von 10 m³/sec. bis zu einer max. Stauhöhe von 7,0 m. Ein Regler der Baugröße VN DR 1500

stellt eine Abflussleistung von $5,0 \text{ m}^3/\text{sec.}$ bis zu einer Stauhöhe von $11,25\text{m}$ sicher.



Abbildung 43: Hydroslide-Abflussregler links: Skizze (Fa. Steinhardt, 2008)

Der schwimmergesteuerte Schieber wird durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert:

Vorteile:

- fremdenergiefrei
- einfache Mechanik und Funktionsweise
- Steuerung auf konstanten Abfluss

Nachteile:

- Blockieren des Schwimmers durch Geschiebe und Wildholz
- Wartung und Instandhaltung
- vorgeschalteter Geschieberückhalt
- massive Einhausung (Schwimmerkammer)
- Feinrechen nötig
- keine Durchgängigkeit (keine naturnahe Sohle)
- Toträume

Um einen einwandfreien **Betrieb mittels Schwimmersystemen** zu gewährleisten müssen **massive Vorkehrungen** getroffen werden. Die Schwimmerkammer muss geschiebe- und schwemmholfrei gehalten werden. Anders als im Siedlungswasserbau bringt eine Hochwasserwelle Schwemmgut und Geschiebe mit sich, welches zum Blockieren oder Beschädigen des Schwimmers führen kann. So folgt eine Adaptierung des Gewässers aufgrund der Ansprüche der Regelungstechnik. Das Gewässer wird der Steuerungstechnik ange-

passt. Anzustreben ist jedoch eine Anpassung der Steuerungstechnik an die natürlichen Gegebenheiten eines Gewässers, wie geringstmögliche Kontinuumsunterbrechung unter Berücksichtigung von Betriebssicherheit.

Fallklappen (Abbildung 44):

Dieser Typ findet bei Sperrenbauwerken Anwendung. Je nach Steuerungsziel wird die Sperrenwand mit einer entsprechenden Anzahl an rechtwinkligen Öffnungen (in verschiedenen Höhen liegenden) versehen. An diese werden sogenannten Fallklappen angebracht. Die Regelung des Abflusses erfolgt über Steuerung nach dem Wasserstand. Steigt der Wasserspiegel an, wird eine frei bewegliche Metallplatte ausgelenkt. Diese bewirkt über Seilzug ein Ziehen des Bolzens und somit ein Auslösen der Fallklappe (Schließen der Öffnung).

Da die Funktion nach einem Hochwasserereignis nicht wieder hergestellt ist, handelt es sich hier um **keine voll automatische Steuerung**. Nach dem Ereignis müssen die Fallklappen wieder manuell eingehängt werden.



Abbildung 44: Fallklappen

Die Steuerung mittels Fallklappen wird durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert:

Vorteile:

- fremdenergiefrei

Nachteile:

- verklausungsanfällig (Seilzug)
- Wartung beweglicher Teile
- manuelles Rückstellen nach Hochwasser nötig

Weiters wurde beobachtet, dass nicht autorisierte Personen (Anrainer, etc.) eigenmächtig Fallklappen schließen, um den Drosselabfluss zu verkleinern. Dies hat zur Folge, dass es zu einem verfrühten Einstau kommt, wodurch frühzeitig Retentionsvolumen verloren geht.

Schwingklappen:

Die Schwingklappe ist eine Hohlkörperkonstruktion die **durch Auftrieb gesteuert** ist. Abbildung 45 zeigt das Funktionsprinzip der Schwingklappe. Im nicht eingestauten Zustand ruht die Klappe horizontal und gibt einen großen Querschnitt frei (a). Sie ist auf einer Welle drehbar gelagert. Bei ansteigendem Wasserstand richtet sich die Klappe aufgrund einer exzentrischen Lagerung auf und reduziert somit den Abflussquerschnitt. Für einen großen Abflussbereich kann eine nahezu konstante Regelabgabe sichergestellt werden (b). Bei weiterem Wasserspiegelanstieg richtet sich der Hohlkörper vollständig auf und verschließt die Öffnung vollständig (c). Der Abfluss erfolgt nun über die Hochwasserentlastung (vgl. Röck S., Konold W., 2007).

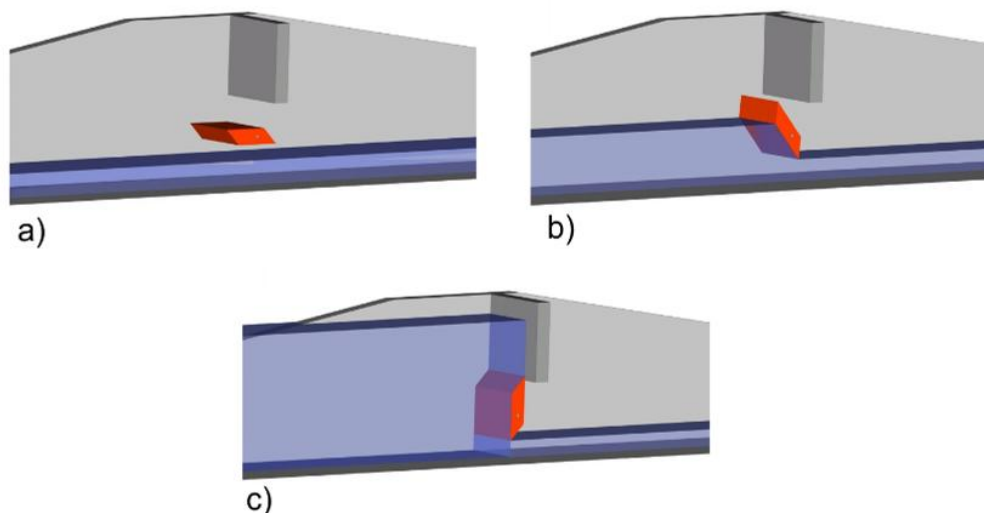


Abbildung 45: Funktionsprinzip der Schwingklappe (Röck, Konold, 2007)

Die Steuerung mittels Schwingklappe wird durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert:

Vorteile:

- fremdenergiefrei
- geringe Störung der Durchgängigkeit
- geringe Errichtungskosten

- großer Durchlassquerschnitt bei Nieder- und Mittelwasser
- gute Belichtung der Gewässerstrecke

Nachteile:

- verklausungsanfällig
- sehr sensible Reaktion der Schwingklappe auf Unterwasserstand
- korrekte Bemessung nur bei optimalen Randbedingungen möglich

Wie der Forschungsbericht von BERNHART et al. (2009) zeigt, ist der flächendeckende Einsatz von Schwingklappen bei Hochwasserrückhaltebecken nicht wahrscheinlich. Modellversuche sowie Anwendungen bei Pilotanlagen haben gezeigt, dass aufgrund der **Sensitivität des hydraulischen Verhaltens** der Schwingklappe in Bezug **auf den Unterwasserstand**, ein allgemein gültiger Bemessungsansatz nicht möglich ist. Die sich bei Hochwasserereignissen ändernden Randbedingungen, wie Sohlniveauveränderung im Unterwasser durch Geschiebe, grenzen die Anwendbarkeit von Schwingklappe bei Rückhalteinrichtungen ein (Abbildung 47, links). Ihr Einsatz wird sich eher auf Kleinwasserkraftwerke und Abflussregelung bei Fischtreppen beschränken.

Wirbeldrossel:

Abbildung 46 zeigt das Funktionsprinzip einer Wirbeldrossel. Sie besteht aus einer tangential angeströmten Wirbelkammer in der eine Spiralströmung erzeugt wird. In der Kammer bildet sich ein luftgefüllter Wirbelkern, wodurch der Ausfluss aus der zentralen Öffnung begrenzt wird. Mittels Austausch der Ausgangsblende kann die Wirbeldrossel nachträglich auf verschiedene Durchflüsse angepasst werden (vgl. Brombach, 2005).

Die Steuerung mittels Wirbeldrossel wird durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert:

Vorteile:

- fremdenergiefrei
- wartungsarm
- robust, keine beweglichen Teile
- zwei Einlauföffnungen (optional), höhere Sicherheit bei Verklausung einer Öffnung

Nachteile:

- Zugänglichkeit, fix in Grundablassbauwerk eingebaut
- Durchgängigkeit (keine naturnahe Sohle)
- Feinrechen (Verklauserung im Wirbelkanal verhindern)

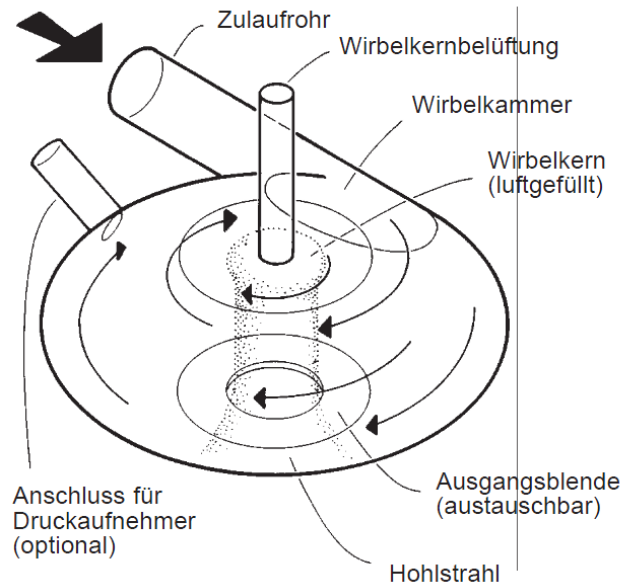


Abbildung 46: Funktionsprinzip einer Wirbeldrossel (Brombach, 2005)

Auch bei Wirbeldrosseln darf nicht vergessen werden, wie schon beim Abflussreglertyp „HydroSlide“ erwähnt, dass diese aus dem Bereich des Siedlungswasserbaus stammen. Die damit negativen Einflüsse auf ein Fließgewässer decken sich mit oben genannten. Einen klaren Vorteil gegenüber schwimmergesteuerten Schiebern zeigt sich schon. Das gänzliche Fehlen von beweglichen Teilen macht Wirbeldrosseln zu sehr wartungsarmen, robusten Reglern.

Es finden zwei unterschiedliche Typen Anwendung:

Wirbeldrossel mit einer Einlauföffnung: Die Einlauf- und Auslaufrohre stehen im rechten Winkel aufeinander. Durch den Wasserwirbel in der Wirbelkammer wird nur ein begrenzter Abfluss ans Unterwasser abgegeben (Abbildung 47, rechts)

Wirbeldrossel mit zwei Einlauföffnungen: Bei Nieder- und Mittelwasser wird das waagrechte Stahlrohr ohne Unterbrechung durchflossen. Steigt bei beginnendem Einstau der Wasserspiegel an, strömt auch Wasser in den senkrechten Einlauf des Wirbelkanals. Dieser Wasserstrom schnürt den Abfluss im waagrechteten Rohr soweit ein, dass ein konstanter Ausfluss gegeben ist (Abbildung 48).



Abbildung 47: links: Modellversuch Schwingklappe unter Einfluss von Geschiebetrieb (Bernhart et. al., 2009), rechts: Wirbeldrossel mit einer Einlauföffnung



Abbildung 48: links: zwei Einlauföffnungen für, rechts: Wirbeldrossel (OÖ Landesregierung, Gewässerbezirk Braunau)

b. Regelorgan mit Antrieb:

Es stehen pneumatische, hydraulische, elektrische, sowie kombinierte Antriebe zur Verfügung. Hier ist im Vergleich zu den fremdenergiefreien Reglern eine gesicherte Stromversorgung zu gewährleisten. Bei der Wahl Antriebstechnik stehen Betriebssicherheit und Einfachheit der Anlage im Vordergrund.

Folgende **Verschlusstypen** finden Anwendung:

- Gleitschütz
- Rollschütz
- Segmentverschluss (Abbildung 49, rechts)
- Wehrklappe (Abbildung 49, links)

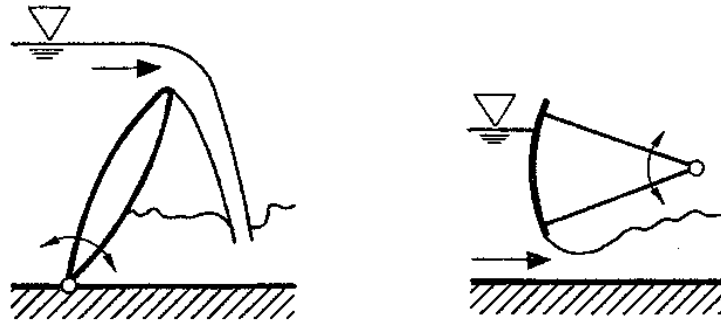


Abbildung 49: Prinzipskizze, links: Wehrklappe, rechts: Segmentverschluss (Vischer und Huber, 2002)

Prinzipiell können alle beweglichen Verschlussarten verwendet werden, wie sie bei Wehranlagen zum Einsatz kommen. Gleitschütze zeichnen sich durch vergleichsweise kostengünstige Bauart aus. Rollschütze können aufgrund niedriger Reibungskräfte beim Betrieb, auch für hohe Wasserdrücke eingesetzt werden. Ein Nachteil von Schützen ist, dass zum vollständigen Öffnen hoch angeordnete Huborgane nötig sind (Abbildung 51, rechts). Sie sind jedoch unterströmbar und daher ökologisch durchgängig und geschiebepassierbar, ausführbar. Segmentverschlüsse und Klappen sind bei geringen Stauhöhen aber großen Durchlassbreiten anzuwenden. Sie stellen die teuerste Variante dar. Klappen sind außerdem überströmbare Verschlussorgane. Geschiebedurchgang ist nur mit starker Beanspruchung der Stahlklappe möglich.

Bei kleinen und mittleren Rückhalteanlagen kommen weitestgehend Schütze zum Einsatz (Abbildung 50).



Abbildung 50: Verschlusstyp - Schütz

4.3.3.5 Anforderungen an die Messdatenerfassung:

Zur Steuerung mittels Regelorgan mit Antrieb sind die Abflussverhältnisse durch Messungen zu erfassen. Bei der Steuerung auf konstanten Abfluss, sind laufend der Stauspiegel und der Abfluss aus dem Becken zu messen.

Bei der Wahl des Messverfahrens ist unbedingt darauf zu achten, dass die Funktionsfähigkeit der Messeinrichtungen bei extremen Betriebsbedingungen, wie sie im Verlaufe von Hochwasserereignissen zu erwarten sind, gewährleistet ist. Dazu gehören:

- Schutz gegen Blitz- und Überspannungseinwirkungen
- korrosionsbeständiges Gerätegehäuse, je nach Einsatzort auch wasserdichte oder druckwasserdichte Gehäuse
- Schutz gegen Feuchtigkeit
- Heizung für frostempfindliche Geräte.

(vgl. Muth, 2001)

Bei Messung des Pegelstandes vor dem Durchlassbauwerk ist auf eine genügend hohe Lage der Sonde zu achten. Im Hochwasserfall kann sich sonst eine mögliche Verschlammung problematisch auswirken (Abbildung 51, links).



Abbildung 51: links: Verschlammungsgefahr der Drucksonde im Einlaufbauwerk, rechts: hoch angeordnete Huborgane

Mess-, Registrier- und Steuerungseinrichtungen sowie Überwachung, werden neben dem Betrieb auch für den Erfolgsnachweis (Beweissicherung) einer Anlage benötigt.

4.3.3.6 Stromversorgung:

Für den Netzausfall sowie bei Wartungsarbeiten am Stromnetz sollte ein **fahrbares Notstromaggregat** vorhanden sein. Ergänzend sollte jede Drossel auch manuell be-

dient werden können (vgl. LUBW, 2007). Eine weitere Möglichkeit bei Stromausfall ist der **Betrieb mittels Kommunalgerät** (Traktor, etc.).

4.3.3.7 Nutzungsoptimierung - elektronische Füllstands- und Funktionsüberwachung:

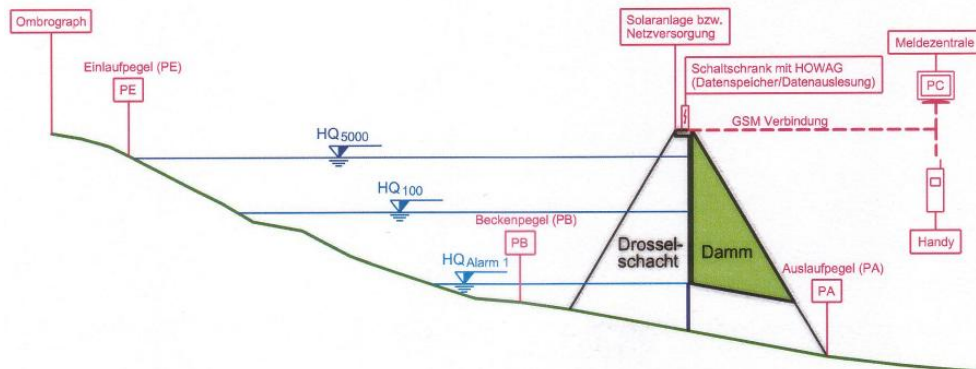
Um im Hochwasserfall die Funktion des Beckens, sowie die Frühwarnung von Feuerwehr und Anrainern zu ermöglichen, kann ein sogenanntes Hochwasseralarmsystem (Abbildung 52) eingesetzt werden.

Es verfügt über folgende Funktionen:

- Pegelmessung
- Überwachung der Messstellen
- Durchführung von Schalthandlungen
- Vernetzung per Funk
- Datenaufzeichnung
- GSM Alarmierung
- GSM Datenverbindung
- Prognosemodell
- Stromversorgung

Je nach Pegelstand wird der entsprechende Alarm ausgelöst und an die zuständigen Personen über Sprachruf weitergeleitet. Über Fernabfrage ist es möglich den Füllstand des Beckens abzufragen bzw. den Datenspeicher auszulesen. Das Intervall des Auslesens orientiert sich am Alarmplan und den entsprechenden Meldeintervallen bzw. der Dauer des Einstaus (vgl. BMLFUW, 2006).

Schema: HRB-Vorwarnsystem



Schema: HRB-Vorwarnsystem

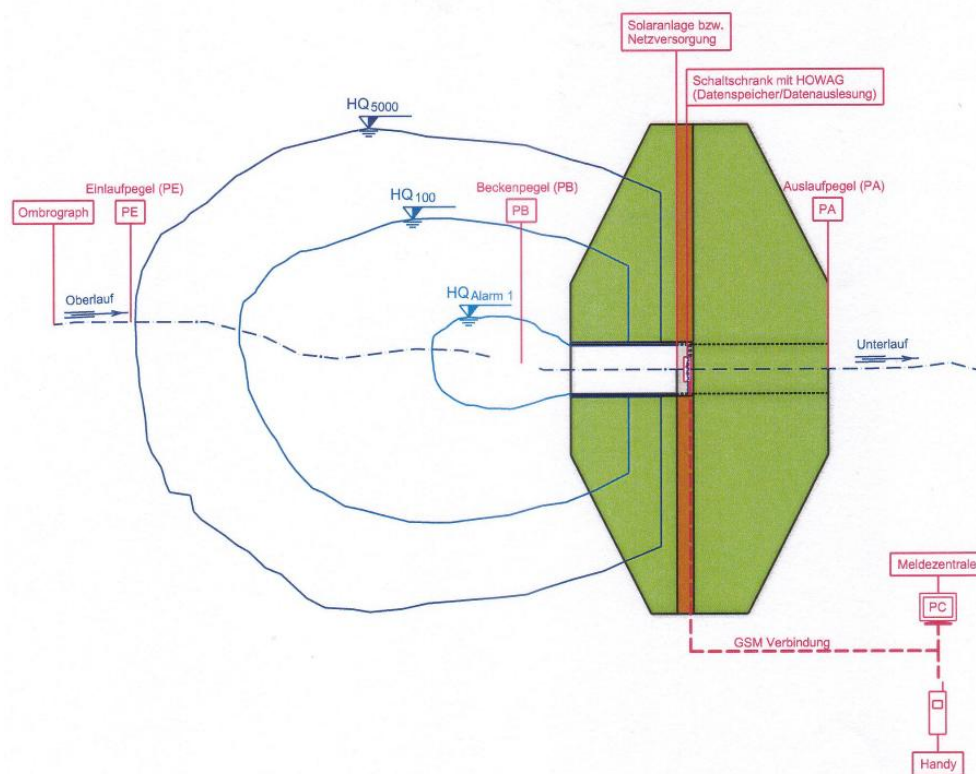


Abbildung 52: Vorwarnsystem (BMLFUW, 2006)

4.4 Gestaltung und Bemessung der Bypässe

4.4.1 Allgemeine Beschreibung

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit schreibt die DIN 19700-12 bei mittleren und großen Becken ($H > 6 \text{ m}$, $V > 100.000 \text{ m}^3$) einen Bypass im Verschlussbereich vor, damit die **(n-1)-Regel** für Betriebsauslässe erfüllt ist. Ein Bypass kann sowohl eine Umgehungsleitung um das Verschlussorgan als auch eine zweite Öffnung mit eigenständigem Verschluss sein (vgl. LUBW, 2007).

Bypässe werden auch als sogenannte **Notauslässe** bezeichnet. Im Regelfall ist der Bypass geschlossen. Kommt es bei einem Hochwasserereignis zur Verklausung des Grundablasses, kann nach dem Ereignis das Becken mittels Bypass entleert werden. Dabei ist die Förderfähigkeit einer gewünschten Entleerungszeit bzw. den Unterwasserverhältnissen anzupassen, darf aber keinesfalls die Regelabgabe überschreiten (Stmk. Landesregierung, 1992). Daher ist ein gleichzeitiges Öffnen von Bypass und Grundablass zu vermeiden. Bei einem HRB ohne Bypass ist es nur mit großem Aufwand und unter Gefahr möglich, das Becken zu entleeren. Hier müssen beispielsweise Taucher die eingestaute Verklausung lösen. Dies unterstreicht die Wichtigkeit von Notauslässen.

4.4.2 Gestaltungsprinzipien

Grundsätzlich gelten folgende **Gestaltungskriterien für Bypässe**:

- Öffnung von sicherem Standplatz aus (Krone, Vorfeldwange)
- Der Einlauf ist in einiger Entfernung zum Grundablass anzulegen (außerhalb Treibgutkonzentration)
- Der Einlauf ist auf verlandungssicherem Niveau anzulegen, vollkommene Wasserspiegelabsenkung ist jedoch anzustreben
- Der Einlauf ist durch Gitter abzudecken
- Rohr durch Sperrenkörper (durch Damm oder durch Stützscheibe von Sperre)
- Verschlussanordnung: luftseitig, mittig, wasserseitig
- Wartungsarme, betriebssichere Verschlusstypen (keine Seilzugkonstruktionen)
- Notauslass mündet entweder in Tosbecken (getrennter Rohrdurchlass) oder in Grundablass (kombinierter Auslass)

(vgl. Stmk. Landesregierung, 1992)

Ist es aufgrund räumlicher Gegebenheiten nicht möglich den Bypass in verklausungssicherer Distanz zum Grundablass anzubringen, sollen bei kleinen Grundablassquerschnitten (verklausungsanfällig) zwei Bypässe (vorzugsweise in verschiedenen Höhen) ausgeführt werden.

Die Vorrichtung zum Öffnen der Bypassleitung muss einfach zu bedienen und leicht zugänglich sein. Die **Verschlussanordnung** kann analog zu den Verschlüssen der Steuerung **luftseitig, mittig oder wasserseitig** erfolgen. Die luftseitige Anordnung hat sich durch die leichte Zugänglichkeit und Verklausungssicherheit bewährt. Bei einem luftseitig angebrachten Verschlussorgan ist allerdings zu beachten, dass bei Öffnen im eingestauten Zustand, ein der Stauhöhe entsprechender Druck auf den Verschluss wirkt. Dementsprechend ist bei Handkurbeln auf eine ausreichende Kraftübersetzung zu achten, um den Verschluss auch bei Vollstau öffnen zu können. Als **Verschlusstyp** kommen Schieber (Abbildung 53, links), Dammbalken mit Schieberschacht (Abbildung 53, Mitte) und Fallklappen – Seilzug – Systeme (Abbildung 53, rechts) zum Einsatz. Anordnungen, wie Öffnen des Verschlusses über Umlenkrollen mittels Seilzug, haben sich nicht bewährt. Eine Wartung der Seile im eingebauten Zustand ist kaum möglich (Seilführungsrohre im Dammkörper). Ebenso ist ein Schließen der Öffnung nicht mehr möglich. Dammbalken mit Schieberschacht haben den Vorteil, dass ein kontrolliertes Absenken des Wasserspiegels durch schrittweises Entfernen der Dammbalken möglich ist. Nachteilig zeigen sich hohe Kosten für das Errichten eines Schachtbauwerkes. Anzuwenden ist dieses System vorwiegend bei Sperrenbauwerken. Weiters ist ein Bereich für die Energieumwandlung (Tosbecken) vorzusehen. Diese erfolgt üblicherweise im Tosbecken des Grundablasses.

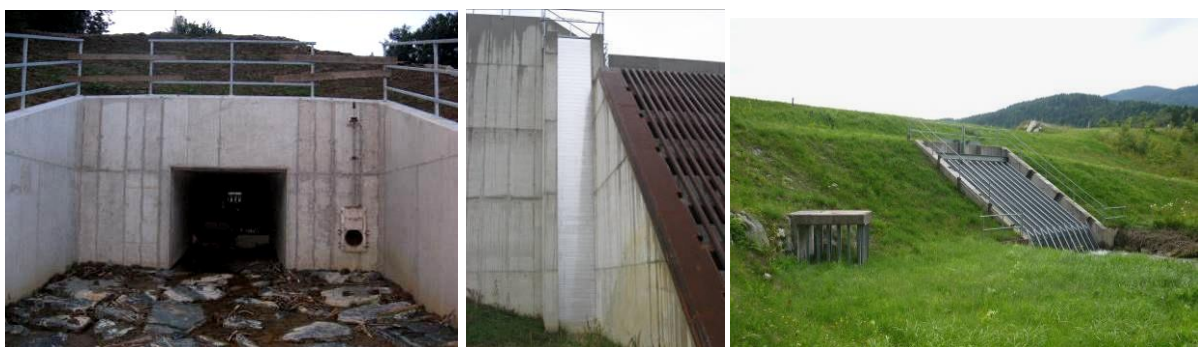


Abbildung 53: links: luftseitiger Schieber (getrennte Auslässe), Mitte: Dammbalken mit Schieberschacht, rechts: in verklausungssicherer Distanz befindlicher Bypass (Seilzug-Fallklappen-System)

4.4.3 Arten von Bypässen

4.4.3.1 Kombinierte Auslässe

Die Bypassleitung wird im ersten Teil der Rohrleitung getrennt geführt und **mündet** dann **in den Grundablass** (Abbildung 54, links). Der Verschluss wird von der Dammkrone aus bedient und befindet sich entweder im Einlaufbereich oder im Bereich der Einmündung in den Grundablass. Der Nachteil dieser Lösung liegt in den meist langen Bedienungsvorrichtungen zum Verschluss (beispielsweise Seilführung). Weiters wirkt sich die Situierung des Einlaufes in der Nähe des Grundablasseeinlaufes wegen der Verklausungsmöglichkeit nachteilig aus. Ebenso ist bei Verklausung im Grundablassstollen der Bypass nicht funktionsfähig. Von Vorteil ist die meist kurze Rohrleitung (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992).

Zusammenfassend gliedern sich die Vor- und Nachteile der Bypässe mit kombinierter Rohrführung wie folgt:

VORTEILE

- kostengünstig, da nur ein Durchlassbauwerk nötig
- meist kurze Leitung möglich

NACHTEILE

- bei Verklausung im Durchlass, Bypass nicht funktionsfähig
- lange Bedienungsvorrichtung zum Verschluss nötig
- Situierung des Einlaufes in der Nähe des Grundablasseeinlaufes (Verklauungsgefahr)

4.4.3.2 Getrennte Rohrdurchlässe

Bei Dämmen erfolgt die **Bypassführung als zweiter Rohrauslass** meist parallel zum Grundablass (Abbildung 54, rechts), während bei Sperrenbauwerken auch andere Varianten der Rohrführung möglich sind. Der Verschluss befindet sich meist an der Luftseite und kann in einem gemeinsamen Schieberhaus mit dem Verschluss des Grundablasses angeordnet werden. Die Zugänglichkeit von der Luftseite ist ein Vorteil gegenüber den Lösungen bei kombinierten Auslässen. Nachteilig sind die meist

aufwendigen und kostspieligen zweiten Rohrleitungsführungen (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992).

Zusammenfassend gliedern sich die Vor- und Nachteile der Bypässe mit getrennter Rohrführung wie folgt:

VORTEILE

- Funktionsfähigkeit unabhängig von Grundablassdurchlass
- Verschlussanordnung an Luftseite möglich

NACHTEILE

- aufgrund zweiter Rohrleitungsführung aufwendig und kostspielig

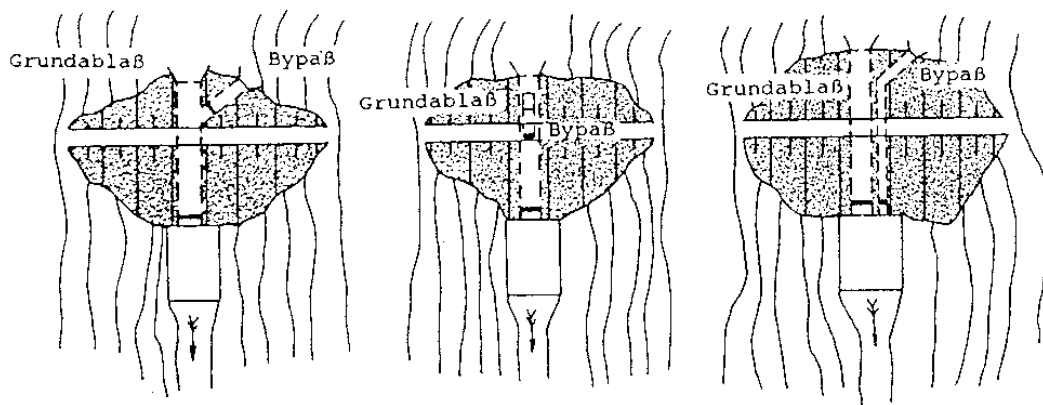


Abbildung 54: Anordnung des Bypasses bei Dämmen als Absperrbauwerk (Stmk. Landesregierung, 1992)

4.5 Ökologische Durchgängigkeit

4.5.1 Allgemeines

In der Vergangenheit fanden häufig rein technische Lösungen Anwendung, die ohne Beachtung der ökologischen Durchgängigkeit der Gewässer geplant wurden.

Folgende **ökologische Beeinträchtigungen durch HRB** treten auf:

- wertvolle Standorte für die Gewässerfauna und –flora zerstört
- Wanderung in den Gewässern nicht mehr oder nur noch eingeschränkt möglich
- Zerstörung artenreicher und gewässertypischer Lebensgemeinschaften
- Zerstörung von natürlichen Fließgewässern
- Zerstörung von Fließkontinuum bei HRB mit Dauerstau
- Unterbrechung von Feststoffhaushalt (Feststoffkontinuum)
- Behinderung von Wanderwegen durch Absperren von Auen und Talraum

Es ist jedoch hervorzuheben, dass durch ein Rückhaltebecken lokal eine Minimierung des Eingriffs in den Naturhaushalt angestrebt wird um kilometerlange Regulierungsmaßnahmen in den unterliegenden Siedlungsbereichen zu vermeiden.

Die ökologische Durchgängigkeit bzw. Funktionsfähigkeit von Fließgewässern ist rechtlich in der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, RL 2000/60/EG) und im österreichischen Wasserrechtsgesetz festgelegt, sowie in den Regelwerken DIN 19700 und DVWK-Merkblatt 202 verankert.

4.5.2 Grundsätze zur ökologischen Gestaltung von Durchlässen

Die Anforderungen, die an die Durchlassbauwerke von Rückhaltebecken zu stellen sind, sind anhand der landschaftstypischen Fauna und insbesondere anhand der gewässertypischen Fischfauna und der Benthosorganismen festzulegen (vgl. LUBW, 2006). Im Folgenden werden die Gestaltungskriterien für Grundablässe zur Erhaltung der ökologischen Durchgängigkeit erläutert.

4.5.2.1 Länge - Lichtverhältnisse

Wie SCHWEVERS (2004) in seinen Untersuchungen mit Forellen über Fischpassagen in Rohr- und Rahmendurchlässen an 32 vergleichbaren Standorten feststellt, nimmt bei den mehr als 50 Meter langen Durchlässen die Anzahl der erfolgreichen Passagen deutlich ab. Um auch auf schwimmschwächere Arten Rücksicht zu nehmen

wird eine **maximale Durchlasslänge von 50 Metern empfohlen**. Diese Ergebnisse beziehen sich auf Oberläufe von Flüssen. Untersuchungen an Flachlandflüssen folgen erst.

Um gut belichtete Gewässerstrecken zu erzielen sind **offene Dammbauwerke** mit möglichst großer Durchlassöffnung zu bevorzugen (Abbildung 55). Die Flügelwände sollten sich zum Dammfuß hin öffnen, um mehr Licht in den Durchlass zu lassen. Sie wirken so verstärkt als Leitstrukturen für wandernde Tiere.

Nach SCHWEVERS (2004) sollten Durchlässe, wo immer möglich, durch lichte Brückenbauwerke ersetzt werden, um die ökologischen Funktionen und die Besiedlungsqualität der Fließgewässer auch im Bereich von Kreuzungsbauwerken sicherzustellen. Daraus lässt sich allerdings nicht ableiten, dass Durchlässe grundsätzlich immer Wanderungen der aquatischen Fauna beeinträchtigen. Eine deutliche Barrierewirkung scheinen Durchlässe im Hinblick auf die rhithrale und potamale Fischfauna erst ab einer Durchlasslänge von ca. 50-Meter zu entwickeln.

Ebenso ergaben weitere fischökologische Untersuchungen, dass dunkle Strecken innerhalb des Bauwerks von Fischen überwunden werden können (vgl. Röck, Konold, 2007). Somit sind die Lichtverhältnisse für Fische häufig nicht der limitierende Faktor. Vielmehr müssen gewässertypische Substratverhältnisse, Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen eingehalten werden. Viele Makrozoobenthosarten hingegen benötigen belichtete Gewässerstrecken. Sie sind Weidegänger, wodurch eine fehlende Vegetation aufgrund langer, dunkler Verrohrungen eine Barriere darstellt (vgl. LUBW, 2006).



Abbildung 55: Grundablass als gut belichtetes Brückenbauwerk

4.5.2.2 Querschnitt

Um die genannten erforderlichen Lichtverhältnisse zu ermöglichen, werden möglichst **groß dimensionierte Querschnitte** gefordert. Daher sollen bei gesteuerten Becken, Verschlüsse mit Offenstellung im Normalfall und bei ungesteuerten Becken große Querschnitte mit fix eingestellter Drossel bevorzugt werden.

4.5.2.3 Sohlenstruktur, Strömungsverhältnisse

Um für aquatische Lebewesen die Gewässersohle und die damit verbundenen Strömungsverhältnisse durchgängig zu gestalten, ist auf folgendes zu achten:

- durchgehendes natürliches Sohlsubstrat
- reich strukturierte Sohle
- Vermeiden von glatten Betonsohlabschnitten
- variables Querprofil
- Strömungsdiversität, Varianz von Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten

Die Sohle im Durchlassbereich sollte möglichst reich strukturiert sein und aus gewässertypischem Substrat bestehen. Um Durchlässe mit glatter Sohle (Abbildung 56, links) zu vermeiden sind sie mit Querriegeln auszustatten, welche Sedimente zurückhalten, die Sohle strukturieren und die Strömungsdiversität erhöhen (Abbildung 56, rechts). Rohr- und Kastendurchlässe können unter dem Gewässerniveau verlegt werden, sodass sich ein natürlicher Gewässerboden ausbilden kann.



Abbildung 56: links: unstrukturierte Sohle, rechts: strukturierte Sohle mittels Querriegeln, Ökogitter - Baustahlmatte um Ausspülen von Sohlsubstrat zu vermeiden

Das Querprofil im Durchlass sollte nicht einheitlich gestaltet werden um Bereiche mit unterschiedlichen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten zu erhalten (vgl. LUBW, 2006, S. 13f).

4.5.2.4 Strömungsgeschwindigkeit

Nach Lage des HRB in der biologischen Fließgewässerzone sind die maximalen Fließgeschwindigkeiten einzuhalten. Die für Rückhaltebecken betreffenden Zonen gliedern sich wie folgt:

- Rhitral , Zone des Gebirgsbaches (obere und untere Forellenregion, Äschenregion)
- Potamal, Zone des Tieflandflusses (Barben-, Brachsen-, und Flunder- bzw. Brackwasserregion)

(vgl. Jungwirth et. al., 2003)

Die folgenden Maximalwerte von Fließgeschwindigkeiten gelten bei der Gestaltung von Fischaufstiegshilfen (FAH). Sie können für die Festlegung von Fließgeschwindigkeiten bei Grundablässen als Vergleichswerte herangezogen werden. Zu beachten ist allerdings, dass diese bei geringer Variabilität der Strömungsverhältnisse minimiert werden müssen.

Es ist eine möglichst hohe Variabilität der Strömungsgeschwindigkeiten anzustreben.

Die **maximalen Fließgeschwindigkeiten** sollten folgende Werte nicht überschreiten:

- **Rhitral:** mittlerer Maximalwert von **1,5 – 1,8 m/s**
- **Potamal:** mittlerer Maximalwert von **1 m/s**

(vgl. Nachtnebel, 2008, S. 3.42, aktuelle Werte siehe „Österreichischer Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen“, BMLFUW (2010), derzeit noch unveröffentlicht, Stand Juni 2010)

SCHWEVERS (2004) gibt allerdings an, dass zur Gewährleistung der Durchwanderbarkeit von Durchlässen sowohl für Makroinvertebraten als auch für leistungsschwache Fischarten, die maximale Fließgeschwindigkeit von 0,5 m/s nicht überschritten werden soll.

4.5.2.5 Wassertiefe

Die Wassertiefe ist unumstritten ein limitierender Faktor für die Durchwanderbarkeit eines Gewässerabschnitts. Es sind die gewässertypischen Mindestwassertiefen einzuhalten.

SCHWEVERS (2004) hat in seinen Untersuchungen festgestellt, dass für Bachforellen Mindestwassertiefen von 7 bis 15 cm ausreichend sind. In potamalen Gewässern mit anderen Fischarten sind dementsprechend höhere Wassertiefen einzuhalten.

Auch hier gilt eine möglichst hohe **Variabilität an Wassertiefen** zu ermöglichen um lange Flachwasserstrecken zu vermeiden.

4.5.2.6 Absturzhöhe

Die flussaufwärtsgerichtete Wanderung von aquatischen Lebewesen wird durch anthropogene Gefällsstufen stark unterbunden (Abbildung 57). Der Fortbestand von Fischarten ist gefährdet, da Laichplätze im Oberlauf nicht erreicht werden können.

Daher sind Sohlabstürze und glatte Sohlschwellen im Durchlassbereich zu vermeiden.

Die **maximalen Absturzhöhen** richten sich auch nach den Gestaltungskriterien für FAH's. Sie gelten weder für einen aufgefächerte noch stark belüfteten Übertrittstrahl. Die Geometrie des Absturzes ist so zu wählen, dass hydraulisch gesehen ein unvollkommener Überfall entsteht. Der darunterliegende Abschnitt ist kolkähnlich zu vertiefen, sodass eine notwendige Anlaufstrecke für Fische zur Verfügung steht. Die maximalen Absturzhöhen gliedern sich anhand der Fließgewässerzonierung wie folgt:

- **Rhital:** maximal **25 cm**
- **Potamal:** maximal **10 cm**

(vgl. Nachtnebel, 2008, S. 3.44, aktuelle Werte siehe „Österreichischer Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen“, BMLFUW (2010), derzeit noch unveröffentlicht, Stand Juni 2010)

SCHWEVERS (2004) schließt aus seinen Untersuchungen in Oberläufen auf die Einhaltung einer maximalen Absturzhöhe von 0,2 Meter als Voraussetzung für die Passierbarkeit auch für Kleinfischarten und leistungsschwache Entwicklungsstadien.



Abbildung 57: Unterbindung der Längsdurchgängigkeit durch Sohlstufen

4.5.2.7 Bepflanzung

Von ökologischer Seite ist eine lockere Bepflanzung für Leitstrukturen nach Möglichkeit zu berücksichtigen. Es gilt eine **natürliche Ufervegetation** nach der Errichtung eines Rückhaltebeckens wiederherzustellen, um eine Vernetzung Fließgewässer – Umland zu ermöglichen.

Von technischer Seite ist eine Bepflanzung im Bereich des Grundablasses bzw. im Einlaufbereich aus Sicherheitsgründen völlig abzulehnen. Vielmehr sind zur Gewährleistung der Rückhaltefunktion und zur Verhinderung von Verklausungen der Einlaufbereich und sein Vorfeld von Gehölzen und Sträuchern frei zu halten.

4.5.3 „Öko – Durchlässe“

Sogenannte „Öko – Durchlässe“ zeichnen sich durch ihre sehr **geringe Beeinflussung des Gewässerabschnitts** aus. Das Gerinne wird ohne nennenswerte Beeinträchtigung durch den Durchlass geführt. Es erfolgt keine Einschnürung des Gerinnes, keine Veränderung der Sohle und des natürlichen Lichteinfalls. Lediglich die terrestrische Durchgängigkeit der Uferbereiche ist durch Betonwände eingeschränkt. Es wird zwischen offener und teiloffener Bauweise unterschieden.

4.5.3.1 Offene Bauweise

Zwei Flügelwände teilen den Dammkörper auf der ganzen Breite (Abbildung 58). Die Gewässerzerschneidung ist dadurch auf die Sperrwand mit den Schiebereinrichtungen reduziert. Zwischen den Flügelwänden kann das Gewässer offen den Damm durchfließen. Eine Öffnung der Flügelwände verringert den „Schluchteffekt“, und be-

günstigt den Lichteinfall. Die **Durchgängigkeit im aquatischen Bereich** ist sehr gut gewährleistet, wenn die Sohlenstrukturen (Porenluckensystem) auch unter dem Schieber durchgeführt werden. Durch die Verwendung von Blocksteinen innerhalb des Durchlassbauwerkes lässt sich das Betonbauwerk reduzieren. Dies führt zur besseren Einbindung in die Landschaft (vgl. LUBW, 2006).



Abbildung 58: Grundablass - Offene Bauweise

4.5.3.2 Teiloffene Bauweise

Bei **Dammhöhen über 5 m** werden die Betonsichtflächen von offenen Durchlassbauwerken sehr groß. Die Einbindung in die Landschaft ist schwierig. Weiters nehmen die Kosten mit der Konstruktionshöhe stark zu. Hier kann die **teiloffene Bauweise** zur Ausführung kommen (Abbildung 59). Das teiloffene Durchlassbauwerk besteht im Wesentlichen aus einem in Höhe der Dammkrone befindlichen Schieberschacht und eine unter dem Damm verlaufende verdolte Bachstrecke. Der Schieberschacht ist in einen Zu- und Ablaufbereich eingeteilt und durch eine Stirnwand mit entsprechenden Schieberöffnungen voneinander getrennt. Somit kann über den Schieber schacht Licht in das Bauwerk und in das Gewässer einfallen (vgl. LUBW, 2006).



Abbildung 59: Teiloffene Bauweise, Einlaufseite (links), Auslaufseite (rechts)

Abbildung 60 zeigt die teiloffene Bauweise. Hier werden bei der Sohlgestaltung alternierende Sohlswellen verwendet, um eine pendelnde Wasserströmung zu erzeugen. Die Fließgeschwindigkeit wird durch Reduktion des Gefälles herabgesetzt, die Wassertiefe angehoben und die Gefahr von Austragen des Sohls substrats bei Hochwasser, verringert.

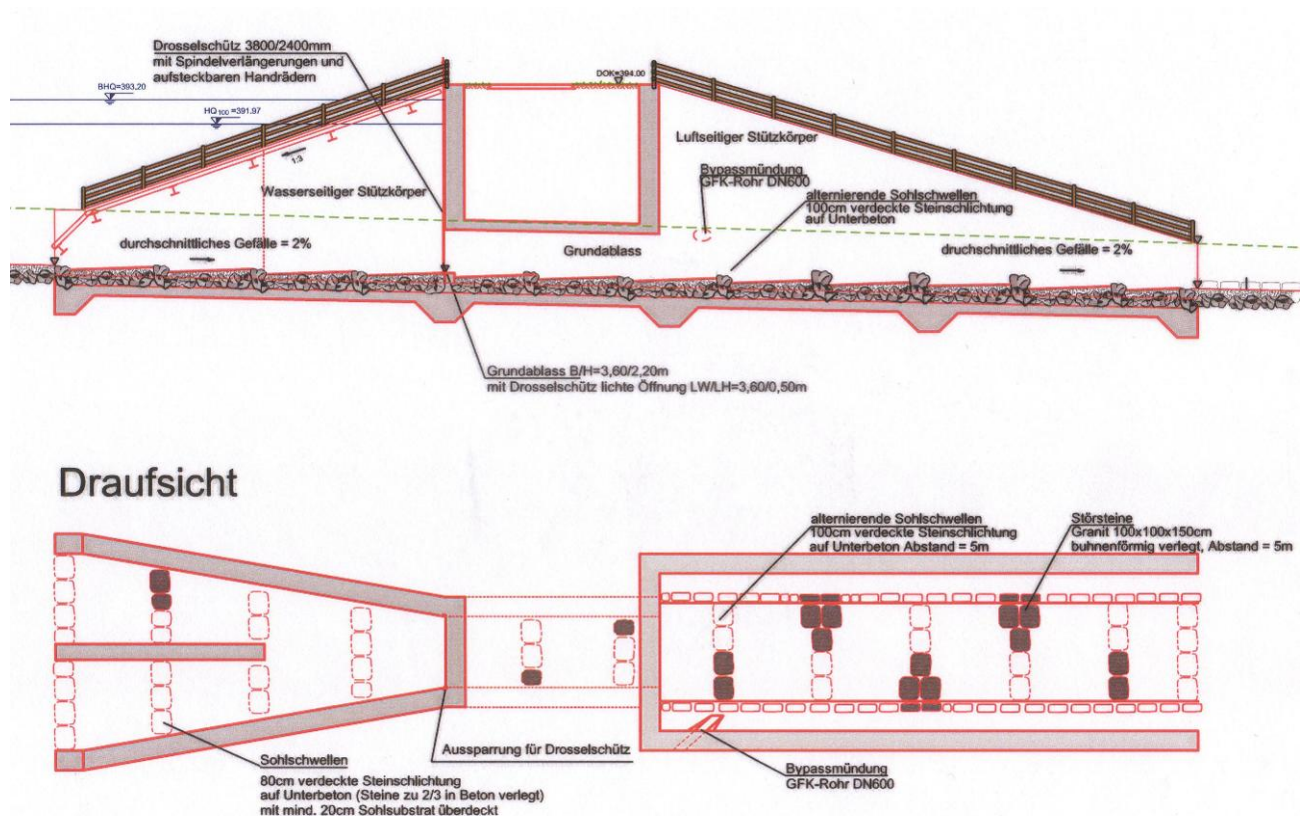


Abbildung 60: Plan - Grundablass, Sohle mit alternierenden Querriegeln (Perzplan, 2008)

4.5.3.3 Betriebsauslass und Ökogerinne

Das Durchlassbauwerk wird durch eine Trennwand in einen Betriebsauslass und ein zweites Gerinne, das „Ökogerinne“, unterteilt (Abbildung 61). Mit dieser Kombination soll sichergestellt werden, dass im Falle eines hohen Regelabflusses keine Beeinträchtigungen der Lebensgemeinschaften im Ökogerinne durch hohe Fließgeschwindigkeiten verursacht werden. Bei Hochwasser wird der Schieber des Ökogerinnes geschlossen und der Regelabfluss wird über den Betriebsauslass eingestellt. So kann das Ausspülen von Sohlsubstrat im Ökogerinne vermieden werden. Bei außergewöhnlichen Ereignissen wird der Schieber im Ökogerinne zur Hochwasserentlastung genutzt (vgl. LUBW, 2006).

Vorraussetzung für die Anwendung dieses Systems ist ein gesteuerter Grundablass.



Abbildung 61: Ökogerinne und Betriebsauslass (LUBW, 2006)

4.5.4 Abwegungskriterien

Bei der Grundablassgestaltung im Hinblick auf die ökologische Durchgängigkeit müssen die Anforderungen an das Bauwerk aufgrund des vorliegenden Gewässers, geklärt werden. Bei temporären Gewässern mit Trockenzeiten ohne Wasserführung, können Abstriche bezüglich Durchgängigkeit gemacht werden.

Im Leitfaden „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Teil 3 Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren“ (LUBW, 2006) werden folgende Abwegungskriterien genannt, um die Anforderungen an die Durchgängigkeit abzuklären:

- **Wasserführung** (temporär, ständig)
- **Vorbelastung der Durchgängigkeit**
- **Vorbelastung der Gewässerstruktur** (harter Verbau)

Nach LUBW (2006) ist an temporären Fließgewässern zu prüfen, ob eine gewässertypische Fließgewässerzönose besteht. Ist dies nicht der Fall, können bei diesen temporären Fließgewässern die Anforderungen an die Durchgängigkeit reduziert werden.

Bei der Beurteilung der Vorbelastung der Durchgängigkeit, beispielsweise durch Querbauten, Durchlässe, und Verrohrungen, sind reversible und irreversible Hindernisse zu unterscheiden. Reversible Hindernisse können wieder beseitigt werden. Ihre Existenz kann nicht als Begründung dafür dienen, auf die Durchgängigkeit einer neuen Anlage zu verzichten. Hindernisse sind dann irreversibel wenn deren Beseitigung langfristig sehr unwahrscheinlich ist. Sind diese irreversiblen Hindernisse in nächster Nähe zum HRB, sodass kein eigenständiger Lebensraum zwischen Hindernis und HRB entstehen kann, können Abstriche bei der Erhaltung der Durchgängigkeit gemacht werden. Vorbelastungen der Gewässerstruktur, beispielsweise durch harten Gewässerverbau (gepflastertes Trapezprofil, etc.), sind als reversibel anzusehen. Sie dürfen nur in Verbindung mit anderen Vorbelastungen zu einem Verzicht auf die Durchgängigkeit führen (vgl. LUBW, 2006).

4.6 Berücksichtigung Geschiebeführung

4.6.1 Allgemeines

Da es sich hierbei um ein Thema handelt, welches aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet wird, sei nun etwas Hintergrundinformation vorangestellt.

Rückhaltebecken sind häufig an den Zubringern der Talflüsse situiert, da aufgrund begrenzter Wasserfrachten ein Rückhalt der Hochwasserwelle möglich ist. Doch gerade diese **Zubringer** fungieren als **Feststofflieferanten der Vorfluter**.

VISCHER (1986) zeigt auf, dass die Vielzahl an technischen Verbauungen an Fließgewässern (Begradigungen) zu Flusseintiefungen führte. Lineare Korrekturen brachten eine erhöhte Geschiebetransportkapazität infolge begrenzter Möglichkeit der Breitenausdehnung von Gewässern. HABERSACK (1997) macht weiter deutlich, dass diese Eintiefungstendenz durch massiven technischen Rückhalt von Geschiebe in Wildbacheinzugsgebieten (Geschieberückhaltesperren, Konsolidierungssperren) sowie durch Kontinuumsunterbrechungen durch den Kraftwerksbau (Geschieberückhalt in Stauräumen) verstärkt wird. Negative Auswirkungen von **Sohleintiefungen der Hauptflüsse** (Donau, Inn, Rhein, etc.) können nur durch hohen Aufwand (teure Stabilisierungsmaßnahmen) kompensiert werden.

Hochwasserrückhaltebecken sind Querbauwerke, die diese Entwicklung weiter negativ beeinflussen, wenn nicht nach einer Aufrechterhaltung des dynamischen Geschiebegleichgewichts gestrebt wird.

Dieser überregionalen Betrachtungsweise des Geschiebehaushalts, stehen lokale, negative Auswirkungen wie **Vermurungen und Sedimentablagerungen** in Ortschaften nach Hochwasserereignissen entgegen. Hier gilt es bestehende Ortschaften vor diesen Naturkatastrophen zu schützen. Dies gelingt oft nur durch einen gezielten Rückhalt von Feststoffen (Geschiebe, Schwemholz).

Massive Eingriffe ins Längsgefälle sowie in Querprofilverhältnisse (Verrohrungen in Ortschaften) von Gerinnen machen es praktisch unmöglich, Feststoffe durch Ortschaften in den Vorfluter zu schleusen. Hier gilt es ein **nachhaltiges Geschiebemanagement** anzuwenden.

Dieser Interessenskonflikt, einerseits den natürlichen Geschiebetrieb aufrecht zu erhalten um teure Kompensationsmaßnahmen (künstliche Geschiebezugabe) einzusparen und andererseits bestehende Siedlungen vor stark geschiebeführenden Hochwässern und Muren zu schützen, gilt es bestmöglich zu lösen.

Im Folgenden werden Maßnahmen im Zuge eines nachhaltigen Geschiebemanagements vorgestellt. Darauffolgend werden konstruktive Maßnahmen an Grundablässen erläutert, um einen natürlichen Geschiebetrieb weitestgehend aufrecht zu erhalten.

4.6.2 Geschiebemanagement

Um den Geschiebedurchgang infolge Unterbrechung durch ein Hochwasserrückhaltebecken aufrecht zu erhalten, können prinzipiell folgende Grundsätze des Geschiebemanagements herangezogen werden:

- Transportkapazität des Grundablasses entspricht dem maßgeblichen Geschiebetrieb bei Hochwasser - **natürlichen Geschiebetrieb aufrechterhalten** (Gerinnegeometrie beibehalten, Längsgefälle, Querprofilabmessungen, siehe Abbildung 62, links: HRB im Nebenschluss zur Aufrechterhaltung des natürlichen Sedimenttransportes)
- Bei starker Geschiebeführung welche die Transportkapazität des Grundablasses überschreitet – **gezielter Rückhalt und periodische Zugabe** im Unterwasser (Absetzbecken, Ausschotterungsbecken – Geschiebezugabe im Unterwasser) um sicheren Betrieb des Grundablasses zu gewährleisten (Vermeiden von Verlanden der Grundablassöffnung).

Aufgrund der hydraulischen Bemessung des Grundablasses ergeben sich Querschnittsabmessungen der Einlauföffnung. Ist es aufgrund des zu erwartenden Geschiebetriebes nicht möglich eine ausreichende Betriebssicherheit des Grundablasses zu gewährleisten (Verlandung der Öffnung), müssen geschieberückhaltende Maßnahmen getroffen werden (vorgelagerte Geschieberückhaltesperren, Ausschotterungsbecken vor der Einlauföffnung siehe Abbildung 62, rechts, oder Sichern von Geschiebeherden). Der dadurch entstandene Eingriff in den Geschiebehaushalt muss durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden, um die eingangs erwähnten negativen Folgen (Geschiebedefizit) hintanzuhalten. Ausbaggerungen, Transport des Materials und Zugabe flussab, stellen einen hohen finanziellen Aufwand dar. Dies ist jedoch in Relation zu den weitaus höheren Kosten für die Deposition des Sedimentmaterials zu sehen. Um weiters hohe Kosten infolge Sohlintiefung in der Zukunft zu vermeiden, sind diese Lokalmaßnahmen durchzuführen.



Abbildung 62: links: Absperrbauwerk mit Streichwehr eines HRB im Nebenschluss um natürlichen Geschiebetrieb aufrecht zu erhalten, rechts: Ausschotterungsbecken vor Grundablass

4.6.3 Konstruktive Hinweise - Geschiebedurchgang

Bei der Grundablassgestaltung können folgende technische Lösungen herangezogen werden um den **Geschiebedurchgang** zu **optimieren**:

- HRB im Nebenschluss gegenüber HRB im Hauptschluss vorziehen, Abbildung 62, das Gerinne wird beinahe unverändert am Becken vorbeigeführt
- Vermeiden von Dauerstau und mönchartigen Grundablässen
- Gerinne möglichst unverändert durchführen – Beibehaltung von natürlichem Sohlgefälle, Gerinnebreite
- Gerinneprofilvorgabe im Rückhalteraum (zB: Grobsteinschlichtung, ingenieurbiologische Verbauung) um Anlandungen infolge Aufweitung zu vermeiden
- ungesteuerter Grundablass: Durchlassöffnung mit breiter Basis – bei kleinen Hochwasserereignissen natürlicher Feststofftransport aufgrund geringer Breitereinschnürung des Gewässers
- automatisch gesteuerter Grundablass: größere Querschnittsöffnung zu Beginn eines HW-Ereignisses – Minimierung von Einstauphasen
- hydraulisch günstiger Einlaufbereich (Toträume inklusive Turbulenzen vermeiden)
- Querprofil mit Niederwasserrinne: erhöhte Wassertiefen bei NW – Erhöhte Geschiebetransportkapazität
- Abstand der Rechenanlage zur Gewässersohle
- Wartung – Freihalten der Rechenanlage von Schwemmholz um Einstauphasen (führt zu Sedimentation) zu minimieren

HRB im Nebenschluss bedeuten meist nur einen geringeren Eingriff in die Längsdurchgängigkeit und wirken sich daher positiv auf den Geschiebedurchgang aus. Bei mönchartigen Grundablässen zur Haltung eines Dauerstaus, ist der Geschiebetrieb stark unterbunden.

Lässt es die Unterwasserkapazität des Gewässers zu, so ist das Gerinne möglichst unverändert durch den Grundablass durchzuführen (geringe Einschnürung). Dabei werden Querprofil und Längsneigung beibehalten. Eine Aufweitung im Einlaufbereich würde zu Sedimentation und weiter zum Verlanden der Grundablassöffnung führen.

Abbildung 63 zeigt, dass es durch Fehlen einer Gerinneprofilvorgabe zur Sedimentation im Retentionsraum kommt. Das Material wird erst wieder bei Hochwasser mobilisiert und kann dann zur Verklausung des Grundablasses führen.

Bei ungesteuerten Grundablässen ermöglicht eine **Querschnittsform mit möglichst breiter Basis**, die nur eine geringe Gerinneeinschnürung bewirkt, einen lang anhaltenden Geschiebetrieb. Die aktive Gewässerbreite, an der Material transportiert wird, bleibt weitestgehend erhalten. Der Vorteil einer **gesteuerten Anlage** liegt darin, dass zu Beginn des Hochwasserereignisses aufgrund einer **größeren Querschnittsöffnung**, ein Einstau vermieden wird. Ungesteuerte Durchlässe bewirken rascher einen eingestauten Zustand wodurch der Geschiebetrieb rasant verringert wird. Demnach wirken sich automatische Steuerungen positiv auf den Geschiebetrieb aus. Die Funktionsfähigkeit der Steuerung darf jedoch durch die Geschiebebelastung nicht beeinträchtigt werden. Hier weist eine ungesteuerte Anlage eine höhere Robustheit auf.

Der **Einlaufbereich** ist wie schon aus hydraulischen Gründen erwähnt, **ohne Toträume** zu gestalten. Diese bewirken Turbulenzen, gefolgt von Ablagerungen (Abbildung 64, links). Die Verlandungen können weiters zum Versagen der Anlage infolge Verlandung der Querschnittsöffnung führen.

Durch Optimierung der Querschnittsform des Gerinnes können Sedimentationen im Bereich des Grundablasses vermieden werden. **Niederwasserrinnen** haben den Vorteil, dass sie in Zeiten geringer Wasserführung die Abflusstiefe anheben und so den natürlichen Geschiebetrieb länger aufrecht erhalten (Abbildung 64, rechts).

Wird die **Rechenanlage** bis an die Gewässersohle geführt, wird der Durchgang von schadlosen Geschwemmsel sowie Geschiebe unterbunden (Abbildung 65, links). Schon feines Material (kleine Äste, Grasschnittgut, etc.) verlegen die Rechenfläche wodurch ein Einstau erzwungen wird. Durch Beibehaltung eines „**Schlupfes**“ (einige cm) kann schadloses Material passieren und Einstauzeiten werden verringert

(Abbildung 65, rechts). Ebenso wirkt sich ein regelmäßiges Freimachen der Rechenfläche von Schwemmgut, günstig auf den Geschiebetrieb aus.



Abbildung 63: links: Anlandungen im Einlaufbereich durch fehlendes Gerinneprofil (Aufweitung), rechts: Gerinneprofilvorgabe durch Grobsteinschlichtung



Abbildung 64: links: Ablagerungen in Toträumen neben Durchlassöffnung, rechts Niederwasserrinne



Abbildung 65: links: Sedimentation aufgrund Rechenführung bis Gewässersohle, rechts: keine Anlandung - Rechen nicht bis zur Sohle geführt

4.7 Verhinderung von Verklausung

4.7.1 Allgemeines

Rechenanlagen wirken Verklausungen des Einlaufbereiches durch Schwemmholz (in Wildbächen oftmals als Wildholz bezeichnet) und Geschiebe eines Grundablasses entgegen. Sie sind in Wildbächen und bewaldeten Einzugsgebieten besonders wichtig.

Erfahrungen haben gezeigt, dass oftmals das mit der Hochwasserwelle antransportierte **Schwemmholz** sowie Schwemmgut zum **Versagen des Grundablasses** geführt hat (Abbildung 66, links). Daher ist ein Freihalten der Grundablass- sowie Bypassöffnung von schadhaftem Schwemmholz von großer Bedeutung.



Abbildung 66: links: Verklauster Grundablass nach HW, rechts: Totholz als Strukturelement

Aus ökologischer Sicht ist das aus den Zubringern transportierte Schwemmholz als Totholz in den Vorflutern ein wichtiges **Strukturelement des Fließgewässerlebensraumes** (Abbildung 66, rechts). Totholz wird als Sammelbegriff für Zweige, Äste, Wurzelstöcke und Stämme, die im Fließgewässer mittransportiert bzw. abgelagert werden, verwendet. Es ist einerseits selbst Struktur und damit Lebensraum und hat andererseits stark strömungsdifferenzierende Wirkung. Vielfältige Strömungsmuster führen zu heterogenen Substratverteilungen (Feinsedimentablagerungen). Durch diese Holzstrukturen entstehen wichtige Habitate für Fische (Einstände) sowie für Benthosorganismen (vgl. Jungwirth et. al., 2003).

Dieser unterschiedlichen Wirkung von Schwemmholz in Fließgewässern, einerseits schadhaftes Schwemmholz bei Hochwasser, andererseits Strukturelement für die Habitatvielfalt, gilt es mit bestmöglichen Lösungen zu begegnen. Das Freihalten der Gewässer von Holz aus rein technischer Sicht kann nicht als nachhaltiger Lösungs-

ansatz verstanden werden. Auch hier gilt es im Sinne eines kontinuierlichen Feststoffhaushaltes schadloses Geschwemmsel passieren zu lassen und schadhaftes Schwemmholtz herauszufiltern und nach dem Ereignis flussab wieder zuzuführen.

Generell kann der Schwemmholtzanfall im HRB durch diverse Maßnahmen im Einzugsgebiet reduziert werden. Die Möglichkeiten reichen von Rückhaltenetzen (überwiegend in engen Schluchtabschnitten), über die Sicherung von rutschungsgefährdeten Einhängen und Sohlkonsolidierungen, bis hin zu Wildholzrechen an der Stauwurzel. Wenn die Standortverhältnisse es zulassen, kann der Holz- und Geschieberückhalt auch räumlich getrennt stattfinden (selektiver Rückhalt). Dies bietet vor allem Kostenvorteile, sodass die Räumung und Zugabe im Unterwasser nach einem Ereignis, mit viel geringerem Aufwand verbunden ist.

4.7.2 Gestaltung und Bemessung - Rechenanlagen

Die Gestaltung und Bemessung der Rechenanlage muss **in Abhängigkeit von der Eigenheit des Einzugsgebiets** durchgeführt werden. Bei bewaldeten Einzugsgebieten und Wildbächen ist ein massiver Stahlrechen einzubauen, der die Verklauung des Transportgerinnes durch Geschiebe, Wildholz und Geschwemmsel verhindern soll. Bei Flüssen mit kaum bewaldeten Einzugsgebieten (beispielsweise Weinbaugebiet) ist zu prüfen ob eine Rechenanlage nötig ist (Abbildung 67).



Abbildung 67: links: massiver Stahlrechen (Wildbacheinzugsgebiet), rechts: Einlaufrechen ist nicht erforderlich (Weinbaugebiet)

Die Rechenbemessung ist nach statischen Prinzipien vorzunehmen. Diese Anlagenteile sind für den maximal erreichbaren hydrostatischen Druck zu dimensionieren,

denn im ungünstigsten Fall ist der Rechen völlig verkleist. Bei murfähigen Wildbächen ist die Rechenanlage auf dynamische Belastung zu dimensionieren (Murstoß).

STABABSTAND

Die Wahl des Stababstandes hängt von folgenden Faktoren ab:

- Drosselquerschnitt (lichte Weite von den Rechenstäben soll max. 50-75% des Drosselquerschnitts betragen)
- Schwemmholtzanfall
- Geschiebe (Art, Größe, Menge)
- Personensicherheit (bei leicht zugänglichen Rechen)

Die Wahl des Rechenabstandes hängt von der Zusammensetzung des Geschiebes und Schwemmholtzes ab. Der Abstand zwischen den Rechenstäben muss ausreichend groß sein, um die Passage von kleinem und mittlerem Geschwemmsel zu ermöglichen.

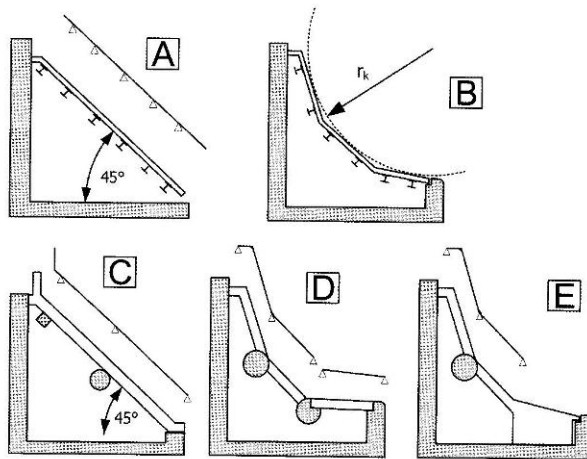
Für die Bemessung der Rechenabstände schlägt LEYS (1973) die Ermittlung eines „Normalsteins“ vor den größten Kornfraktionen vor. In der Praxis werden Erfahrungswerten herangezogen, da eine rechnerische Ermittlung kaum zielführend erscheint. Dem ungeachtet wird aufgrund der Unsicherheiten bei der Wahl der Rechenabstände die Möglichkeit einer nachträglichen Anpassung erwünscht (vgl. Bergmeister et. al., 2008).

Bei Grundablässen mit kleinem Drosselquerschnitt und Trockenbecken, welche gut erreichbar sind, sollte der lichte Stababstand aus Sicherheitsgründen zwischen 100 und 120 mm betragen, um die Gefahr bei spielenden Kindern (Einklemmen des Kopfes) zu verringern. Bei Grundablässen mit großem Drosselquerschnitt kann der Stababstand wesentlich größer ca. 250 bis 300 mm gewählt werden.

Der lichte Stababstand muss besonders auf den lichten Durchgang der Auslässe abgestimmt werden und soll demnach maximal 50 – 75% des Drosselquerschnitts betragen (vgl. LUBW, 2007).

4.7.3 Einlaufrechen

Es sind möglichst **großflächige, räumliche Rechenkonstruktionen** anzuwenden, um ein Verlegen der Rechenfläche durch Schwemmholtz zu verhindern. Es steht eine Vielzahl an Konstruktionsmöglichkeiten zur Verfügung. Abbildung 68 zeigt mögliche Rechenformen.



- A** – Schrägrechen auf I-Träger
B – gebrochener Rechen auf I-Trägern
C – Schrägrechen auf Verbundträger
D – zweifach gebrochener Rechen (Lagerung auf zwei Rundträgern)
E – zweifach gebrochener Rechen (Lagerung auf Stützlammellen und Rundträger, kein Querträger im untersten Knick)

Abbildung 68: Rostformen und Statisches System (Bergmeister et.al., 2008)

FUNKTIONSWEISE

Schwemmholz wird durch die **Schräglage des Rechens** zum Aufgleiten gebracht und dadurch werden der Durchfluss und der Geschiebetrieb möglichst lange aufrechterhalten. Allerdings zeigt die Praxis, dass durch das Herabsinken des Holzes der Rechen in manchen Fällen verschlossen wird und der Spülvorgang abbricht. Um dem entgegenzuwirken hat sich ein **gebrochener Rechentyp mit langem horizontalem Abschnitt** bewährt.



Abbildung 69: Gebrochener Rechen - Aufgleiten und Ablegen des Schwemmholzes

Die erste, sehr flach geneigte Rechenfläche ($< 1:3$) ermöglicht ein Aufgleiten des Schwemmholzes der ersten Hochwasserwelle. Beim Absinken des Wasserspiegels wird das Schwemmholz auf der horizontalen Rechenfläche abgelegt. Der Sohlbereich wird freigehalten und Feingeschiebe kann passieren. Auch nach kleineren Ereignissen kann durch Aufgleiten des Wildholzes auf den Horizontalrechen der Sohl-

bereich freigehalten werden. Dies bringt Vorteile im Bezug auf **Geschiebedurchgang** und damit geringerem Wartungsaufwand, sowie günstige Bedingungen für die Fischpassierbarkeit (Verhindern von abdichtenden Wildholzakkumulationen an der Gewässersohle).

Rechen sollten grundsätzlich im **Sohlenbereich nach unten offen** sein und einen ausreichenden Abstand zur Gewässersohle aufweisen („Schlupf“), damit Feingeschiebe und schadloses Schwemmholz durch den Durchlass geführt wird. Die Fläche des „Schlupfes“ sollte maximal 75 % des größten Durchmessers des nachgeschalteten Durchlassquerschnittes betragen, um Passieren von schadhaftem Schwemmholz zu unterbinden (vgl. LUBW, 2007).

Es ist eine, im Vergleich zum kleinen Durchflussquerschnitt des Grundablasses **möglichst breite, bis zur Überlaufkrone reichende Rechenfläche** anzustreben, um auch bei einer Teilverklausung möglichst lange den Drosselabfluss zu gewährleisten (Abbildung 70).

Eine mögliche Verklausung von Rechenanlagen vor Grundablässen bei Trockenbecken kann bei gesteuerten HRB durch eine besondere Betriebsweise vermieden werden. Dabei wird zu Beginn des planmäßigen Einstaus des Grundablasses die Beckenabgabe solange unter Regelabfluss gedrosselt (Q gegen Null), bis der Rechen vor dem Betriebsauslass überstaut ist. Das vor dem Rechen liegende Geschwemmsel schwimmt auf. Anschließend wird der planmäßige Betrieb fortgesetzt (vgl. LUBW, 2007).



Abbildung 70: links: kleine Rechenfläche, rechts: große Rechenfläche bis zur Dammkrone

4.7.4 Rechen an der Stauwurzel

Ergänzend zum Rechen beim Einlaufbauwerk können grobe Vorrechen im Bereich der Stauwurzel des Rückhaltebereiches angebracht werden (Abbildung 71). Diese müssen an einer gut räumbaren, mit einer Zufahrtsstraße versehenen Stelle angebracht werden (vgl. LUBW 2007). Bei Hochwasser kann es zum Verlegen des Rechens und somit zu einem Wasserspiegelanstieg kommen. Daher sind überströmte Bereiche vor Erosion zu sichern (beispielsweise Grobsteinschichtung in Beton).



Abbildung 71: Rechen an der Stauwurzel

4.7.5 Vorgelagerter Pfahlrechen

Ist die Wildholzbelastung nur schwer mittels Grobrechen an der Stauwurzel zu reduzieren (beispielsweise **bewaldeter Rückhalteraum**), kann ein dem Einlaufrechen vorgelagerter Pfahlrechen zum Einsatz kommen (Abbildung 72). Dieser ist, um eine möglichst große Anströmfläche zu ermöglichen, halbkreisförmig anzuordnen. Als Baumaterialien stehen Beton, Stahl und Holz zur Verfügung.

Folgende **negative Auswirkungen** sind zu berücksichtigen:

- Aufstau bei Verlegen des Rechens
- Fließwechsel vor Einlaufrechen – Verminderte Abflussleistung
- Massive Sicherung im Einflussbereich des Rechens (Sohle, Dammböschung, etc.)
- Bei Überströmen der Pfähle Gefahr des Mitreißens von Wildholz
- Wanderbarriere für Fische bei Wildholzakкумуляtionen
- Beeinträchtigung des Geschiebedurchgangs



Abbildung 72: vorgelagerter Pfahlrechen

4.7.6 Wartung und Instandhaltung

Für die Räumung und Wartung des Bereiches hinter dem Rechen ist eine **Elementbauweise** anzuwenden. Große Rechen sind in mehrere abhebbare Segmente zu unterteilen, um eine einfache Manipulation bei Bau und Räumung zu ermöglichen.

Ein Zufahrtsweg für Fahrzeuge zur **Räumung** des Rechens ist aus betrieblichen Gründen bei der Planung anzustreben. Die Lage des Rechens sei so zu wählen, dass **im Einstaufall** die Räumung mit dem Baggergreifer von der Dammkrone aus möglich ist (Abbildung 73).



Abbildung 73: Rechenzufahrt (links: Sperre, rechts: Damm)

5 DISKUSSION

5.1 Regionale und lokale Randbedingungen

Es sei vorweg erwähnt, dass während der Erstellung dieser Arbeit, von einem Bautypendenken auf ein Funktionsdenken übergegangen worden ist. Es ist nicht möglich die komplexen Eigenarten von Einzugsgebieten und ihren Gewässern derart zu generalisieren, sodass Mustertypen gefunden werden können. **Vielmehr müssen die regionalen und lokalen Gegebenheiten (Randbedingungen) mit ihren Folgen erkannt und die jeweils am besten angepassten Bauteile des Grundablasses zu einem standortgerechten Bautyp kombiniert werden.**

Die vorliegenden Bauteiltypen (siehe Kapitel 5.2) sind als Entscheidungshilfe bei der Gestaltung des Grundablasses zu verstehen. Es soll ein Zusammenhang von Randbedingungen (Einzugsgebietscharakter, etc.) und Grundablassbauteilen (Einlauf, Durchlass, Auslaufbauwerk, etc.) hergestellt werden. Wie später erklärt, weisen alle diese Varianten Vor – und Nachteile auf. Hier muss der Anwender (Planer) die nach seinem Ermessen geeignetste Variante wählen.

Bei jedem HRB Projekt muss von regionalen sowie lokalen Randbedingungen, welche die Grundablassgestaltung beeinflussen, ausgegangen werden. Die zu untersuchenden Faktoren setzen sich wie folgt zusammen:

- Einzugsgebiet
- Gewässer
- Gesetzliche Vorgaben
- Sonstige Planungen
- Landschaftsbild
- Beckencharakter
- Gefährdungspotential
- Bau und Instandhaltung

5.1.1 Einzugsgebiet

Um bei allen Betriebszuständen die Funktion des Grundablasses zu gewährleisten ist eine gründliche Untersuchung des Einzugsgebietes unerlässlich.

Tabelle 4 zeigt das Einzugsgebiet betreffende Faktoren, welche die Gestaltung von Grundablässen beeinflussen.

Tabelle 4: Randbedingung - Einzugsgebiet

EINZUGSGEBIET	EZ - Größe [km ²]		< 1
			1 - 10
			10 - 100
	Höhenstufe		alpin - subalpin
			Berg- u. Hügelland
			Flachland
	Geologie	Geologische Zonen	Zentralzone (Kristalin)
			Kalkalpen
			Grauwackenzone
			Böhmische Masse
			Flyschzone
		Molasse-Inneralpine Becken	
		Rutschungsaktivität	ja
	nein		
	Steinschlagaktivität	ja	
		nein	
	Meteorologie		überwiegend Starkregen
			Dauerregen
	Hydrologie Abflussregimetypen nach PARDE & GRIMM		pluvial (durch Regen gespeist)
			nival (durch Schnee)
			glazial (durch Gletscher)
			Kombinationen daraus
	Vegetation	Bewirtschaftungsform	Ödland
			Wald
			landwirtschaftliche Flächen
			Wiesen
		Schwemmholtzanfall	stark
mittel			
gering			
Schwemmgutanfall		stark	
		mittel	
		gering	
Erdbebengefährdung Zonen nach MCE (maximum credible earthquake) max. Horizontalbeschleunigung [m/s ²]		bis 1,1	
		bis 1,4	
		bis 1,7	
		bis 2,2	
		bis 3,0	

Die **Randbedingung - Einzugsgebiet** gliedert sich wie folgt:

- Einzugsgebietsgröße
- Höhenstufe
- Geologie (Geologische Zone, Rutschungs-, Steinschlagaktivität)
- Meteorologie
- Hydrologie (Abflussregimetypen)
- Vegetation (Bewirtschaftungsform, Schwemmholzanfall)
- Schwemmgutanfall
- Erdbebengefährdung

Die Einzugsgebietsgröße ist für die Wahl einer Steuerung maßgebend. Bei kleinen, von konvektiven Niederschlägen geprägten Einzugsgebieten, ist die Ausführung von gesteuerten Becken aufgrund, kurzer, mehrgipfelter Hochwasser – Ganglinien abzuraten. Eine kontrollierte Steuerung ist hier nicht möglich. Anhand der Lage des Einzugsgebietes in einer bestimmten Höhenstufe sowie in einer bestimmten geologischen Zone, lassen sich erste Rückschlüsse auf Geschiebetrieb, Vegetation und Gewässertyp, ziehen. Bei rutschungs- und erosionsgefährdeten Einzugsgebieten können weitere Festlegungen bezüglich der Geschiebewartung angestellt werden. Weiters müssen Art und Menge des Schwemmholzanfalles, sowie des Schwemmgutes (Siloballen bei landwirtschaftlichen Flächen, Holzlagerplätze und Sägewerke im Hochwassereinflussbereich, etc.) und die überwiegende Bewirtschaftungsform im Einzugsgebiet berücksichtigt werden. Durch Information über den vorliegenden Abflussregimetyps eines Gewässers, kann eine Abschätzung über die zeitliche Verteilung der Hochwässer getroffen werden. Weiters treten bei komplexen Regimen zwei oder mehr Maxima der Abflussganglinie auf. Meteorologische Bedingungen (überwiegend Starkregen oder Dauerregen) prägen ebenso den Einzugsgebietscharakter und haben somit Einfluss auf die Gestaltung des Durchlasses. Nach der Lage des Beckens in erdbebengefährdeten Gebieten sei auf die Zoneneinteilung der MCE –Karte (maximum credible earthquake, Abbildung 74), welche die Horizontalbeschleunigung in $[m/s^2]$ beschreibt, verwiesen (vgl. Österreichische Staubeckenkommission, 1996).

Zoneneinteilung für das MCE

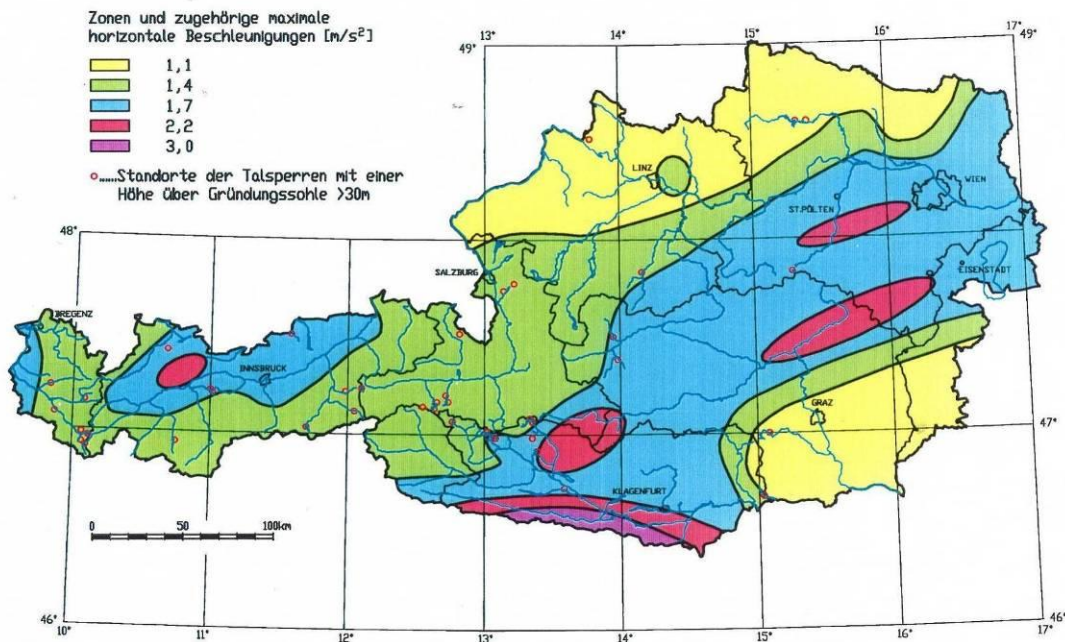


Abbildung 74: Zoneneinteilung für das MCE (österreichische Staubeckenkommission, 1996)

5.1.2 Gewässer

Nach Berücksichtigung der relevanten Punkte bezüglich des Einzugsgebietes kann auf das zu behandelnde Gewässer näher eingegangen werden.

Tabelle 5 zeigt das Gewässer betreffende Faktoren, welche die Gestaltung von Grundablässen beeinflussen.

Tabelle 5: Randbedingung - Gewässer

GEWÄSSER	Wasserführung	Trockengraben (bei Extremereign. wasserf.)
		periodisch
		ständig
	HW Abfluss [m³]	< 10
		10 - 100
		> 100
	NW Abfluss [m³]	< 0,1
		0,1 - 1
		> 1
	Gewässermorphologie (Linienführung)	gestreckter Lauf
		Furkationsstrecke
		Mäanderstrecke
		Mündungsbereich
	Feststoffhaushalt	
	Fließgewässerklassifikation <i>nach BATHURST</i>	Sandbettgerinne
		Schotterbettgerinne
		Blockgerinne
		Steile Kaskadengerinne
	Verlagerungsprozesse Feststofftransport (aus HÜBL, 2006)	Reinwasser
		fluvial
		murartig
		Murgang
	Geschiebeführung (fluvial)	stark
		mittel
		gering
	Geschiebekorngröße [mm] (nach DIN 4022)	Blöcke > 60
		Kies 2 - 60
		Sand 0,06 - 2
		Schluff 0,002 - 0,06
		Ton < 0,002
	Ökologischer Gewässerzustand (EU - WRRL)	sehr gut
		gut
		mäßig
		unbefriedigend
		schlecht

Die **Randbedingung - Gewässer** gliedert sich wie folgt:

- Wasserführung
- HW – Abfluss
- NW – Abfluss
- Gewässermorphologie
- Feststoffhaushalt

- Fließgewässerklassifikation nach BATHURST
- Geschiebekorngröße
- Art der Geschiebeführung (Reinwasser, fluviatil, murartig, Murgang)
- Ökologischer Gewässerzustand

Anhand der Art der **Wasserführung** (Trockengraben, periodisch, ständig) lassen sich Schlüsse bezüglich ökologischer Anforderungen ziehen. Diese sind bei ständiger Wasserführung als hoch anzusetzen. Bei periodischer Wasserführung (Fließgewässer, die aus natürlichen Gründen zeitweise austrocknen) und Trockengraben (Wasserführung nur bei Extremereignissen), können Abstriche bezüglich der ökologischen Anforderungen gemacht werden. Der ökologische **Gewässerzustand** gibt Auskunft über die aktuellen ökologischen Verhältnisse (Algen, Makrophyten, Makrozoobenthos, Fische) des Gewässers. Die Größenordnung des Niederwasserabflusses lässt Aussagen über die ökologische Sensibilität tätigen. Bei geringen NW – Werten kann von hoher Empfindlichkeit ausgegangen werden. NW – Rinnen zur Anhebung der Abflusstiefe sind hier wesentlich. Die Menge des Abflusses ist maßgebend für die Dimensionierung des Durchlassbauwerkes (NQ, MQ, HQ_x, Bauhochwasser). Demnach zeigt eine grobe Einteilung (<10 m³/s, 10 – 100 m³/s, > 100 m³/s) die Grenzen der Anwendbarkeit bestimmter Bautypen (Verschlusstyp, etc.) aufgrund einwirkender Kräfte auf.

Durch Zuordnung des zu behandelnden Gewässerabschnitts zu einem **morphologischen Gewässertyp**, kann der überwiegende Feststofftransportvorgang abgeleitet werden (gestreckt - Erosion, furkierend - Umlagerung, mäandrierend - Seitenerosion, Mündung - Auflandung). In Verbindung mit einer Betrachtung des **Feststoffhaushaltes** (Erosion, Transfer, Deposition, Remobilisation) können negative Trends (Geschiebedefizit, Überschuss) erkannt und planerisch darauf eingegangen werden. Um ein nachhaltiges Geschiebemanagement im Rahmen eines HRB – Projektes durchführen zu können, müssen diese Vorgänge angesprochen werden. Liegt das HRB in einem von Erosionsvorgängen beherrschten Gebiet muss das Grundablassbauwerk einerseits geschützt werden, andererseits gilt es das natürliche Sedimentkontinuum aufrecht zu erhalten.

Nach der Fließgewässerklassifikation nach BATHURST (Sandbettgerinne, Schotterbettgerinne, Blockgerinne, steile Kaskaden), der Art der Geschiebeführung (Reinwasser, fluviatiler Transport, murartiger Transport, Murgang), sowie dem maßgebenden Korndurchmesser, ist eine Beurteilung des Geschiebetransportes möglich.

Sind in einem Wildbach murartige Abflüsse zu erwarten, muss die Anwendbarkeit von Hochwasserrückhaltebecken geprüft werden. Es sind begleitende Maßnahmen wie Murbrecher im Oberwasser anzuwenden, um die einwirkenden Kräfte auf den Grundablass zu begrenzen.

5.1.3 Gesetzliche Vorgaben

Tabelle 6 zeigt gesetzliche Vorgaben, die bei der Gestaltung von Grundablässen zu berücksichtigen sind.

Tabelle 6: Randbedingung - gesetzliche Vorgaben

GESETZLICHE VORGABEN	<i>EU- WRRL</i>	
	<i>EU- HWRMRL</i>	
	<i>Österreichisches WRG</i>	
	<i>Forstgesetz</i>	
	<i>Naturschutzrechtliche Bestimmungen</i> (vom Bundesland abh.)	Naturschutzgebiet
	<i>Raumordnung</i> (vom Bundesland abh.)	Natura 2000 - Gebiet
		Landschaftsschutzgebiet
	<i>Fremde Rechte</i>	

Die **Randbedingung - Gesetzliche Vorgaben** gliedert sich wie folgt:

- EU - Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG
- EU – Hochwasserrisikomanagementrichtlinie 2007/60/EG
- Österreichisches Wasserrechtsgesetz (bestehende Wasserrechte)
- Forstgesetz
- Naturschutzrechtliche Bestimmungen
- Raumordnung (Flächenwidmung, Schutz- und Schongebiete)
- Fremde Rechte (Infrastruktur, Einbauten, Servitute, Grundbuch)

Bei der Grundablassgestaltung ist auf Anforderungen nach der EU - WRRL einzugehen (Fließgewässerkontinuum - Durchgängigkeit, guter ökologischer Zustand von Oberflächengewässern). So ist etwa der **gute ökologische Zustand von Oberflächengewässern** zu erreichen. Aufgrund des Verschlechterungsverbotes sind kontinuumsunterbrechende Maßnahmen zu vermeiden. Ist das vorliegende Gewässer der Klasse sehr gut oder gut zuzuordnen, muss dieser Zustand erhalten bleiben. Liegt das Gewässer im Klassenbereich mäßig oder schlechter (Klasse 3, 4, 5), ist nach der EU –WRRL Handlungsbedarf gegeben. Dies ist mit umfassenden Maß-

nahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes verbunden. Hier ist ein vorliegendes HRB – Projekt in den Maßnahmenkatalog einzubinden.

Die **EU – Hochwasserrisikomanagementrichtlinie** (EU-HWRM-RL 2007/60/EG) setzt sich zum Ziel einen Rahmen für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken und Schadensverringerung vorzugeben. Dabei müssen nach einer vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos bis Ende 2011, in der 2. Stufe Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten bis Ende 2013 erstellt werden. Anschließend als 3. Stufe gilt es Hochwasserrisikomanagementpläne bis Ende 2015 zu erstellen. Für häufige, mittlere und seltene Hochwasserszenarien müssen das Ausmaß der Überflutung, Wassertiefen bzw. gegebenenfalls Wasserstand sowie gegebenenfalls Fließgeschwindigkeiten oder relevanter Wasserabfluss ermittelt werden. Bei der Bemessung von Hochwasserrückhaltebecken wird folgend darauf eingegangen. Der Grundablass (Drosselabfluss) wird auf ein mittleres Ereignis (HQ₁₀₀) und die Hochwasserentlastung auf ein seltenes Ereignis (BHQ, ein Vielfaches des Drosselabflusses, zB. HQ₅₀₀₀) bemessen, um die dadurch errechneten Abflüsse schadlos abzuführen.

Die EU-HWRM-RL gibt den Rahmen für eine einheitliche Bewertung von Hochwassergefahren und Hochwasserrisiko vor. Aufgrund der in Österreich vorliegenden Kompetenzaufteilung in Bundeswasserbauverwaltung (BWV) und forsttechnischer Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) mit unterschiedlichen Bewertungsansätzen (Bemessungsereignisse BWV HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀, WLV HQ₁₀, HQ₁₅₀), werden Schritte unternommen um der Vorgabe häufige, mittlere und seltene Szenarien zur Beurteilung heranzuziehen, nachzukommen. Derzeit wird im BMLFUW an einer Harmonisierung des Bewertungsansatzes von Seiten der BWV, sowie von Seiten der WLV gearbeitet. Pilotprojekte dazu sind im Gange.

Bestehende Wasserrechte laut **österreichischem Wasserbuch** dürfen nicht verletzt werden. Sind bei der Planung von Retentionsbecken Flächen betroffen, welche als Wald ausgewiesen sind, müssen die entsprechenden Regelungen laut **Forstgesetz** (Rodungsbewilligung, Ersatzpflanzungen, forstliche Bringung, etc.) berücksichtigt werden.

Bei der Grundablassgestaltung muss Rücksicht auf die **naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen** (Natur- und Landschaftsschutzgebiet, Natura 2000 – Gebiet) genommen werden. Liegt das HRB in einem der genannten Flächen, darf das Land-

schaftsbild nicht beeinträchtigt werden. Anlagenteile müssen daher gering sichtbar angebracht werden. Alle relevanten naturschutzrechtlichen Auflagen sind zu berücksichtigen. Hier sei auf die jeweiligen Landesgesetze verwiesen.

Um bei der Grundablassplanung mögliche Einschränkungen aufgrund gegebener **Raumordnungsvorgaben** zu berücksichtigen, ist in den Flächenwidmungsplan Einsicht zu nehmen. Hier sind etwa bestehende Schutz- und Schongebiete eingetragen. Sind betroffene Flächen mit fremden Rechten belastet, müssen diese berücksichtigt werden. So ist etwa auf bestehende Einbauten (Wasser-, Strom-, Gasleitung, etc.) bei der Planung einzugehen. Hier gilt es Leitungsverlegungen, Sicherungen gegen Auftrieb im Rückhaltebereich etc., funktional und kosteneffizient durchzuführen.

5.1.4 Sonstige Planungen

Tabelle 7 zeigt die bei der Grundablassplanung einschränkende Faktoren, sonstige Planungen und Landschaftsbild.

Tabelle 7: Randbedingung - sonstige Planung, Landschaftsbild

SONSTIGE PLANUNGEN	<i>Sonstige, im Konflikt stehende Planungen</i>	ja
		nein
LANDSCHAFTSBILD	<i>Relevanz</i> (bei Nähe zu Erholungs - gebiet hoch)	hoch
		mittel
		gering

Auf die **Randbedingung - Sonstige Planungen** ist wie folgt einzugehen:

Erfahrungen zeigen, dass es beim Zusammentreffen **verschiedener Nutzungsansprüche an ein Planungsgebiet**, kaum Kommunikation zwischen den Verantwortungsträgern stattfindet. Dies liegt oft daran, dass zukünftige Vorhaben (Erdgasleitungsbau, Straßenbau, etc.) den Zuständigen nicht bekannt sind. Die Führung einer Erdgasleitungstrasse durch eine errichtete Hochwasserrückhalteanlage, ist beispielsweise nur mit gesteigerten Kosten durchführbar. Treten hier die Planer noch vor der Realisierung in Verbindung, lässt sich eine, unter Berücksichtigung der Anliegen beider Interessensvertreter, angepasste Lösung finden.

Die gegenseitige Beeinflussung von zwei Bauvorhaben, kann die Funktionalität einer Anlage einschränken. Werden durch Recherche sonstige, im Konflikt stehende Planungen identifiziert, kann bei der Planung eines Rückhaltebeckens darauf eingegan-

gen werden. Nachträglich durchgeführte teure Umbauten werden so weitgehend vermieden.

5.1.5 Landschaftsbild

Auf die **Randbedingung - Landschaftsbild** ist unter Berücksichtigung der Relevanz wie folgt einzugehen:

Ist das Becken sehr nahe zu Erholungsgebieten, Ortschaften, etc. gelegen, ergibt sich eine hohe Relevanz der Landschaftsbild beeinflussenden Auswirkungen. Hier passen sich Dämme, sowie Kombinationsbauwerke mit möglichst wenig sichtbaren Betonflächen besser in die Landschaft ein. Betriebsvorrichtungen wie Steuerungskästen, Gerätehäuser, etc. müssen möglichst gering sichtbar angebracht werden. Ungesteuerte Anlagen weisen durch das Wegfallen derartiger Anlagenteile, landschaftsästhetische Vorteile auf. Bei Beckenstandorten in kaum einsehbaren, entlegenen Gebieten, ist von einer geringen Relevanz auszugehen.

5.1.6 Beckencharakter

Den Beckencharakter beschreibende Punkte wie Anordnung des Beckens (Hauptschluss, Nebenschluss), Art des Absperrbauwerks (Damm, Sperre, Kombination Damm – Sperre), Stauhöhe, Stauvolumen, Standort des Beckens (Nähe zu Infrastruktur, Einsehbarkeit, Erreichbarkeit bei HW, Anfahrtsweg) und Vorhandensein eines Dauerstaus, haben Einfluss auf die Durchlassgestaltung.

Die **Randbedingung - Beckencharakter** gliedert sich wie folgt:

- Anordnung
 - Absperrbauwerk
 - Stauhöhe
 - Stauvolumen
 - Nähe zur Infrastruktur
 - Einsehbarkeit
 - Erreichbarkeit
 - Anfahrtsweg
 - Rückhalteraum (Grundsee, Trockenbecken)
- } Standort

Tabelle 8 zeigt den Beckencharakter betreffende Faktoren.

Tabelle 8: Randbedingung - Beckencharakter

BECKEN-CHARAKTER	Stauhöhe [m]		bis 3
			bis 10
			> 10
	Stauvolumen [m³]		bis 10 000
			bis 100 000
			bis 500 000
	Standort	Nähe zu Infrastruktur (Strom)	stark entlegen (einige km)
			entlegen (einige 100 m)
			direkter Anschluss
		Einsehbarkeit (Info. über Beckenzustand bei HW)	gut
			mittel
			schlecht
		Erreichbarkeit bei HW	gut
			mittel
			schlecht
Anfahrtsweg		kurz	
		mittel	
		lang	
Rückhalteraum		Dauerstau - Grundsee	
		Trockenbecken	

Es sei nur am Rande erwähnt, dass die Platzierung eines HRB unter Berücksichtigung der zu schützenden Objekte (oberhalb von Siedlungen), sowie vorhandener Retentionsräume erfolgen muss. Wird ein HRB beispielsweise oberhalb von natürlichen Retentionsräumen (Geländemulden, etc.) situiert, gehen dadurch Rückhalteräume verloren, wodurch es zu einer Verschärfung der Hochwassergefahr kommen kann. Bei Becken im Nebenschluss muss berücksichtigt werden, dass der Grundablassdurchlass meist nur bei Extremereignissen Wasser abführt. Das Freispülen des Querschnitts durch kleinere Hochwässer entfällt. Vermehrt muss durch Entfernen unerwünschter Vegetation im Grundablassbereich die Abflussleistung hergestellt bleiben. Die Wartung hat daher besondere Bedeutung. Die Wahl des Absperrbauwerks prägt die Grundablassgestaltung direkt.

Die **Stauhöhe** gibt Grenzen der Anwendbarkeit von Steuerungen vor. Hier muss der wirkende Wasserdruck im Einstaufall berücksichtigt werden. Das **Rückhaltevolumen** sowie die Stauhöhe betreffend schreibt die DIN 19700-12 bei mittleren und großen Becken ($H > 6$ m, $V > 100.000$ m³) einen Bypass vor. Bei sehr kleinen Becken (< 3.000 m³) kann beispielsweise auf den Bypass verzichtet werden. Das Entleeren kann im Fall eines verklausten Grundablasses, durch Auspumpen erfolgen (Feuerwehr, etc.). Dafür sind Pumpleistungen von mindestens 2000 l/min erforderlich um

die Entleerungszeit in Grenzen zu halten. Bei stark entlegenen (einige km) HRB ist aufgrund langer Anschlussleitungen und damit verbundener hoher Kosten von einer elektrisch gesteuerten Anlage abzuraten. Die **Einsehbarkeit** gibt Auskunft über den Informationsstand des Beckenzustandes (Füllgrad, Verklausung, Abfluss über HW – Entlastung) bei Hochwasser. Bei schlechter Erreichbarkeit und Beobachtungsmöglichkeit (zB.: HRB in weiter Entfernung zu Hauptverkehrsweg, Ortschaft, etc), ist aufgrund der Betriebssicherheit von störungsanfälligen Steuerungen abzuraten. Mittels Anbringen von Webcams, kann laufend Information über den Beckenzustand erhalten werden. So können mehrere Becken von einer zentralen Stelle überwacht und im Notfall (Verklausung, etc.) die zuständigen Stellen alarmiert werden.

Die **Erreichbarkeit** des Schutzbauwerkes muss zu Räumungszwecken auch im Hochwasserfall gegeben sein. Ist dies nicht der Fall kann das Entfernen von Wildholz nicht erfolgen, wodurch die Abflussleistung aus dem Grundablass eingeschränkt ist. Für die genannten Räumungszwecke ist ein möglichst kurzer Anfahrtsweg von Vorteil. Ist beim Bau eines Rückhaltebeckens ein Grundsee geplant, muss der Grundablass entsprechend ausgeführt werden.

5.1.7 Gefährdungspotenzial

Tabelle 9 zeigt die bei der Grundablassplanung einschränkende Faktoren, Gefährdungspotenzial sowie Bau und Instandhaltung.

Tabelle 9: Randbedingung - Gefährdungspotenzial, Bau und Instandhaltung

GEFÄHRDUNGS- POTENZIAL	<i>Kategorie</i>	hoch
		mittel
		gering
BAU INSTANDHALTUNG	<i>Errichtungskosten</i>	hoch
		mittel
		gering
	<i>Wartungsaufwand</i>	hoch
		mittel
		gering

Das Gefährdungspotential oder Risiko (Produkt aus Auftrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß) für die Unterlieger bei möglichem Versagen der Anlage ist ein entscheidendes Kriterium. Liegen stark schützenswerte Objekte (Siedlungen, Infrastruktur, etc.) im Einflussbereich bei Versagen von Rückhaltebecken (hoher möglicher Schaden), muss die Betriebssicherheit oberste Priorität besitzen. Daher dürfen

den Grundablass betreffend, nur jene Bauvarianten gewählt werden die hohe Betriebssicherheit gewährleisten. Die Räumung des Rechens von Verklausungen im Hochwasserfall ist ein wichtiges Kriterium. Einstauzeiten müssen gering gehalten werden um Dammbauwerke vor folgenschweren Durchsickerungen zu bewahren.

5.1.8 Bau und Instandhaltung

Die **Randbedingung - Bau und Instandhaltung** gliedert sich wie folgt:

- Errichtungskosten
- Wartungsaufwand

Um Aspekte der **Wirtschaftlichkeit** zu berücksichtigen, müssen bei Ausführungsvarianten des Grundablasses die entsprechenden Errichtungs- und Wartungskosten untersucht werden. Bei **ökologisch gestalteten Grundablässen** erhöhen sich die Baukosten bei offener Bauweise gegenüber teiloffener Bauweise um ca. 30% (vgl. LUBW, 2006). Dies zeigt auf, dass Ansprüche laut EU - Wasserrahmenrichtlinie (vgl. EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG), wie Vermeiden von Fließgewässerkontinuumsunterbrechungen (Sohlabstürze, Verrohrungen mit kleinen Durchmessern, etc.) oft nur mit **erhöhtem Kostenaufwand** erfüllt werden können. Es können jedoch Einsparungen für Ersatzzahlungen an Fischereiverbände erzielt werden. Es muss kommuniziert werden, dass bei jedem Hochwasserschutzprojekt der Schutz des Fließgewässers zwar obligat ist, dies aber meist gesteigerten Aufwand mit sich bringt.

Der **Wartungsaufwand** kann durch **gezielte Planung aller Grundablassbauteile** gering gehalten werden. Einlaufbauwerke inklusive Zulaufgerinne sollen entweder gezielt als Absetzbecken fungieren (einfache Räumung beachten), oder aber bewusst den Geschiebedurchgang ermöglichen. Erfahrungen haben gezeigt, dass senkrechte Rechen sehr wartungsintensiv sind. Gebrochene Rechen, die das Aufschwimmen des Schwemmholzes begünstigen, können die Einstauphasen bei kleineren Ereignissen hintanhaltend. Bei Ausführung von Steuerungen ist der damit verbundene Wartungsaufwand zu berücksichtigen. Jede Messeinrichtung (Durchfluss- und Pegelmessung, etc.) muss im Ereignisfall einsatzbereit sein. Alle beweglichen Teile von Steuerungen müssen in regelmäßigen Abständen überprüft werden (nach Betriebsvorschriften laut Beckenbuch). Durchlässe müssen räumbar gestaltet werden. So bringen beispielsweise lange Verrohrungen mit kleinen Durchmessern hohen Räumaufwand mit sich. Auslaufbauwerke müssen so dimensioniert werden,

dass keine erhöhten Geschiebeablagerungen verursacht werden. Dies würde den Bedarf einer regelmäßigen Räumung bewirken.

Generell müssen **Einrichtungen** für eine sichere, kostensparende und zweckmäßige Wartung des Grundablasses vorhanden sein:

- Räumzufahrten (Rechenräumung bei HW, Rückhalteraum)
- Einstiegsleiter mit Sicherheitskorb
- Stiegen (bei steilen Böschungen)
- Absturzgeländer

Das **Absturzgeländer** (Abbildung 76) sollte nicht direkt an das Einlaufbauwerk mit Rechen gesetzt werden. Bei Hochwasser kommt es zur Wildholz- und Geschwemmselkonzentration im Einlaufbereich. Ein sehr nahe am Rechen situiertes Geländer verstärkt diese Ansammlung, sodass es zusätzlich zu Verkeilungen des angeschwemmten Materials kommen kann. Die Entfernung des Wildholzes während und nach einem Hochwasser ist schwer möglich. Eine mögliche Beschädigung des Absturzgeländers ist ebenso gegeben.

Bei mittig angeordneten Verschlüssen mit einem Schachtbauwerk, ist aus Sicht der Wartung eine **Einstiegsleiter mit Sicherheitskorb** vorzusehen. In Abhängigkeit von der Dammneigung sind befestigte Stiegen für eine gefahrlose Begehung (auch im Einstaufall) des Grundablassbereiches, anzubringen (Abbildung 75).



Abbildung 75: links: Stiege für Wartungszwecke, rechts: Einstiegsleiter mit Sicherheitskorb



Abbildung 76: links: Geländer in Entfernung zu Rechen, rechts: Verklauter Grundablass nach Hochwasserereignis (Geländer direkt am Einlaufbauwerk)

5.2 Grundablass - Bautypenkatalog

Der folgende Bautypenkatalog kann bei der Gestaltung des Grundablasses als Entscheidungshilfe dienen. Die Bauvarianten werden wie Abbildung 77, Abbildung 78, Abbildung 79 und

Abbildung 80 zeigen, gegliedert. Anschließend erläutern die Bautypen – Bewertungstabellen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Alternativen. Die Fotodokumentation soll dies unterstützen.

Dieser **Bautypenkatalog** wurde im Zuge der Rückhaltebeckenbereisung anhand der untersuchten Becken erstellt.

Er gliedert sich nach den Grundablassbauteilen:

- Einlaufbauwerk
- Rechen
- Steuerung – Verschlussbereich
- Durchlass
- Auslaufbauwerk

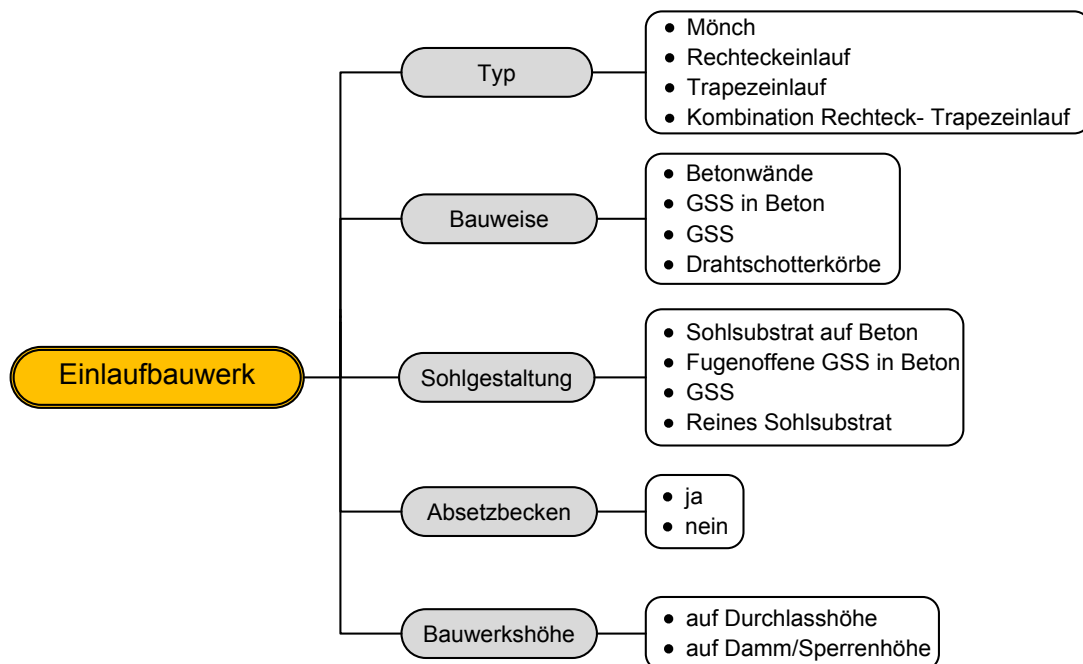


Abbildung 77: Grundablass Bautypenkatalog - Einlaufbauwerk

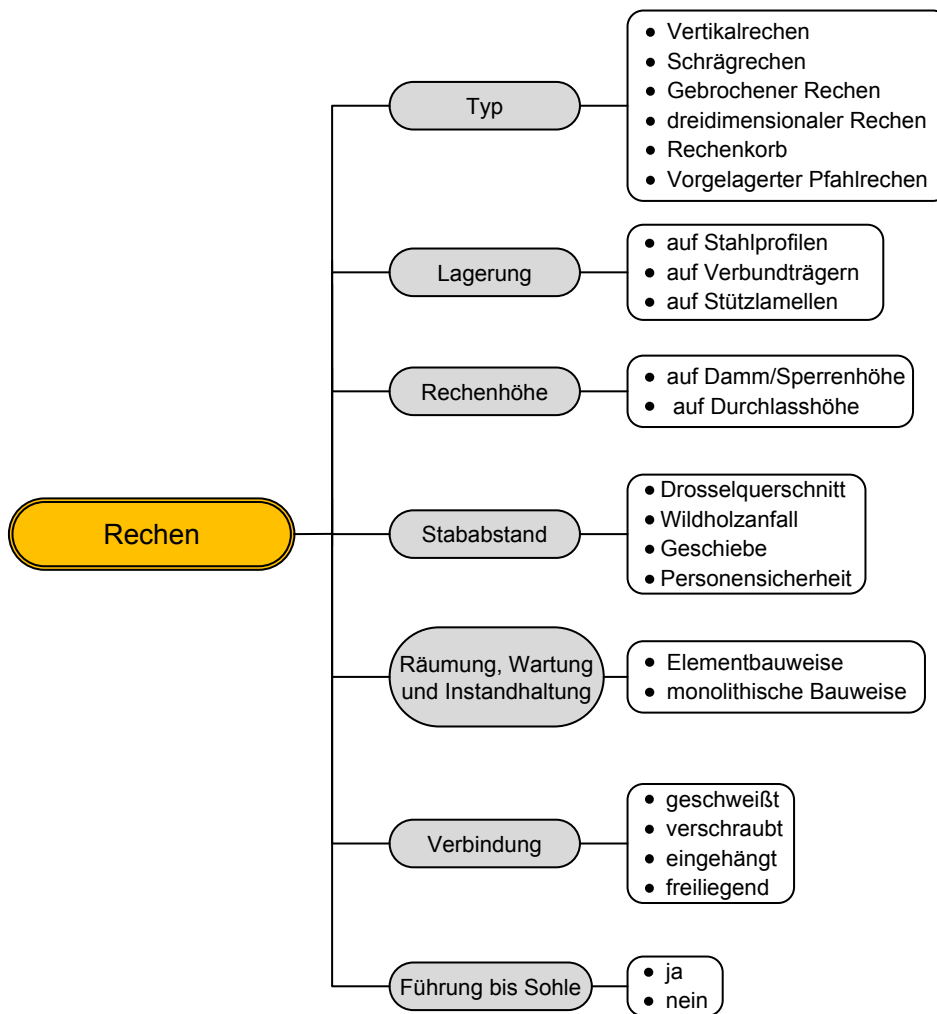


Abbildung 78: Grundablass Bautypenkatalog - Rechen

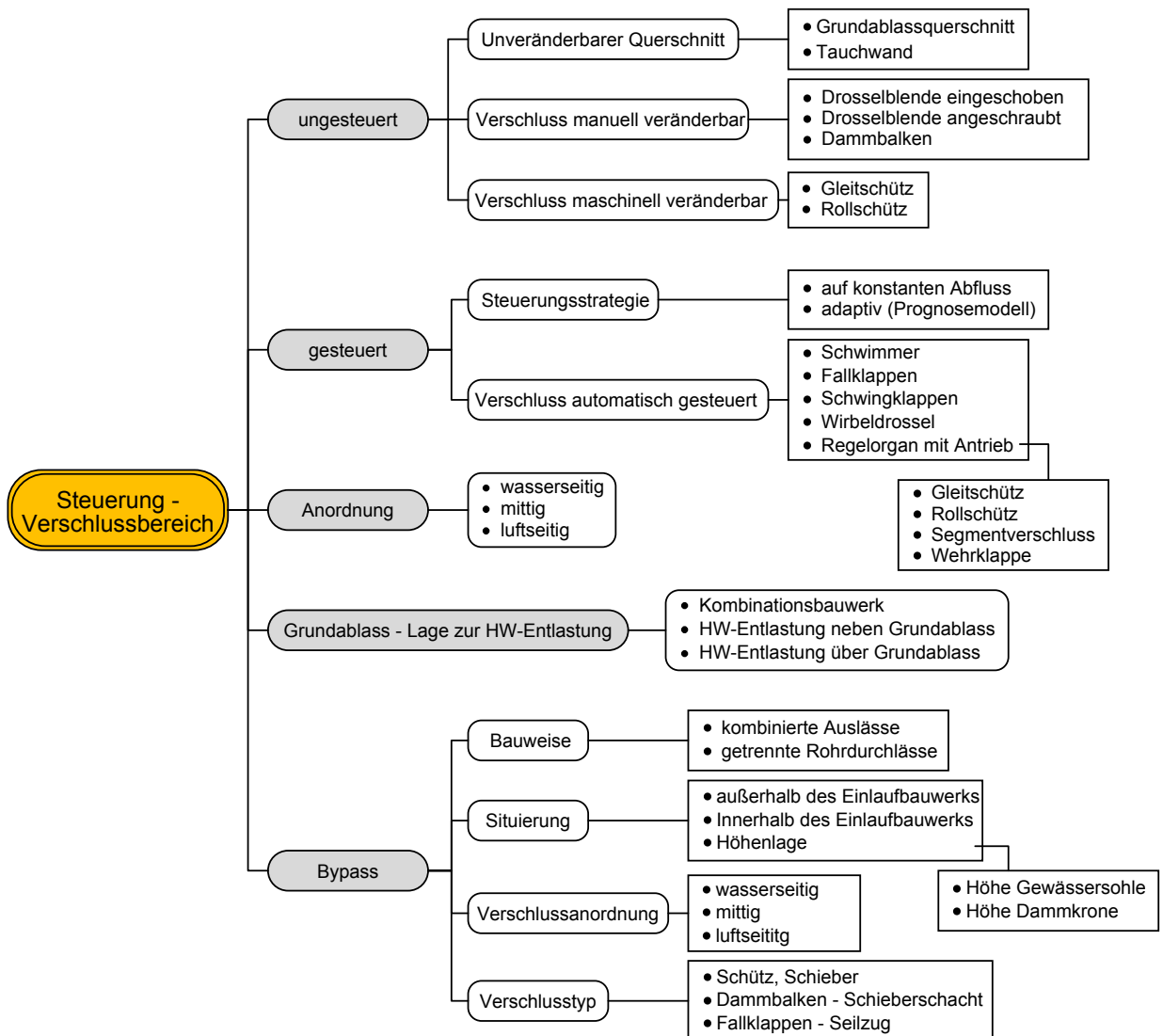


Abbildung 79: Grundablass Bautypenkatalog – Steuerung- und Verschlussbereich

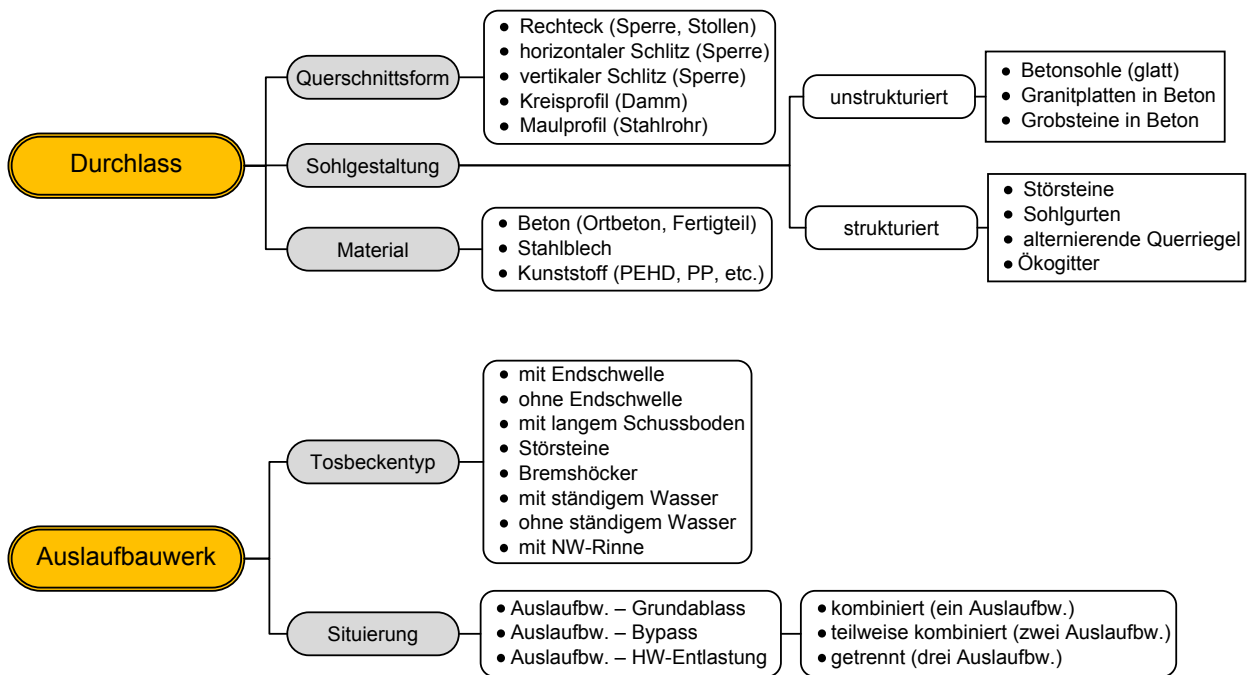


Abbildung 80: Grundablass Bautypenkatalog - Durchlass, Auslaufbauwerk

Im Folgenden werden die Bautypen – Bewertungstabellen angeführt. Die Bewertung der Grundablassbauteile erfolgt anhand folgender Kriterien:

- Funktionalität (Fähigkeit erwartete Funktion zu erfüllen)
- Betriebssicherheit
- Ökologie
- Feststoffhaushalt
- Wartungsaufwand
- Kosten

5.2.1 Einlaufbauwerk

5.2.1.1 Typ

Tabelle 10 zeigt die gängigen Typen von Einlaufbauwerken. Hier kann grundsätzlich zwischen Mönchbauwerk und einfachem Rechteckeinlauf unterschieden werden. Der Mönch ermöglicht mittels Stauwand eine Wasserspiegelregulierung bei Dauerstau. Eine Optimierung des Rechteckeinlaufes stellt der Trapezeinlauf dar. Die Flügelwände mit Öffnungswinkel sind hydraulisch sowie ökologisch günstig. Die Anströmung kann verlustarmer erfolgen (geringere Wirbelbildung), der Lichteinfall auf die verbauete Gewässerstrecke ist besser. Rechtwinkelige Toträume seitlich der Durchlassöff-

nung (Abbildung 84, links) werden vermieden. Hier kommt es bei Rechteckeinläufen häufig zu Ablagerungen, die meist aufgrund der Lage innerhalb der Rechenkonstruktion nur schwer entfernt werden können. Dem könnte oft einfach durch Auffüllen dieser Ecke mit Grobsteinen in Beton bis auf Durchlasshöhe, entgegen gewirkt werden. Ein klarer Nachteil des Trapezeinlaufes ist die aufwendige, trapezförmige Rechenkonstruktion. Zuletzt sei die Kombination aus Rechteck- und Trapezeinlauf erwähnt, welche die Vorzüge aus beiden Konstruktionsarten vereint.

Tabelle 10: Typ - Einlaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
<i>Mönch</i> (Abbildung 81, links)	- Wasserspiegelregulierung bei Dauerstau - kein Geschiebeeintrag in Grundablassleitung (geringer Wartungsaufwand) - Kombinationsbauwerk (Einlauf- und Drosselbauwerk) kostensparend	- Unterbindung der Durchgängigkeit (Ökologie, Geschiebe) - bei Dauerstau wartungsintensiv
<i>Rechteck-Einlauf</i> (Abbildung 81, rechts)	- einfache Bauweise	- Toträume bei kleinen Durchlassöffnungen
<i>Trapezeinlauf</i> (Abbildung 82, links)	- durch den Öffnungswinkel der Seitenwangen ergibt sich eine Leitfunktion zum Durchlass hin (Hydraulik, Ökologie)	- aufwändige Rechenkonstruktion
<i>Kombination Rechteck-Trapezeinlauf</i> (Abbildung 82, rechts)	- einfache Rechenkonstruktion - hydraulisch günstige Form (keine Toträume)	



Abbildung 81: links: Mönch, rechts: Rechteckeinlaufbauwerk



Abbildung 82: links: Trapezeinlauf, rechts: Kombination Rechteck- Trapezeinlauf

5.2.1.2 Bauweise

Tabelle 11 zeigt die möglichen Bauweisen. Das Einlaufbauwerk kann grundsätzlich aus Betonwänden oder Grobsteinschichtungen erfolgen. Beton zeichnet sich durch die hydraulisch glatte Oberfläche aus, welche eine verlustarme Anströmung ermöglicht. Ein klarer Nachteil ist die Beeinträchtigung von Landschaftsbild (weit sichtbare Betonflächen) und Ökologie. Grobsteinschichtungen (GSS) weisen naturnahe Böschungsstrukturen auf. Sie wirken weniger als Fremdkörper in der Landschaft und bieten in ihren Fugen Kleinstlebensräume für Organismen. Es kann so ein natürlicher Übergang von Gewässerböschung zum Bauwerk hin erfolgen. In stark hydraulisch belasteten Bereichen sind Grobsteinschichtungen ausnahmslos in Beton zu verlegen, um die Gefahr von Unterspülungen zu kontrollieren. Weiters bieten Drahtschotterkörbe großen Gestaltungsspielraum. Sie können treppenartig als Einlaufflügelwand errichtet werden. So ist die Belichtung der Gewässerstrecke um vieles besser als bei tunnelartigen Einlaufstrukturen. Gabioni können mit ihren Lückensystemen ein wertvolles Kleinsthabitat darstellen. Bauweisen mit Natursteinen sind aufgrund statischer Belastbarkeit Grenzen gesetzt. Sie bieten sich daher vorwiegend für kleine

HRB mit geringen Stauhöhen an. Es ist auch möglich Betonflügelwände mit Grobsteinen zu kombinieren, um naturnahe Bauweisen auch bei groß dimensionierten Bauwerken zu verwirklichen.

Tabelle 11: Bauweise - Einlaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
Betonwände (Abbildung 83, links)	- einfache, sichere Konstruktion - hohe statische Belastbarkeit - hydraulisch glatt	- Beeinträchtigung des Landschaftsbildes - Beeinträchtigung der Ökologie - hohe Kosten
Beton – Grobsteinschlichtung (Abbildung 83, Mitte)	- begrenzte ökologische Vorteile - Landschaftsbild - einfache Anpassung ans Gelände - Steilböschungen möglich - kostengünstige, schnelle Bauweise auch in schwierigem Gelände	- begrenzte statische Belastbarkeit - hydraulische Einlaufverluste (hydraulisch rauh) - ökologische Beeinträchtigung
Grobsteinschlichtung (Abbildung 83, rechts)	- ökologische Vorteile - gute Einpassung ins Landschaftsbild - setzungsunempfindlich - kostengünstige, einfache Bauweise	- Ausspülungsgefahr bei HW - Böschungsneigung max. 1:1 - begrenzte statische Belastbarkeit - schwieriger Rechenanschluss
Drahtschotterkörbe (Gabioni)	- ökologische Vorteile - gute Einpassung ins Landschaftsbild - setzungsunempfindlich	- Wasserwegigkeit möglich - Durchrosten der Drahtkörbe - begrenzte statische Belastbarkeit - schwieriger Rechenanschluss



Abbildung 83: links: Betonwände, Mitte: Betongrobsteinschlichtung (Bauzustand) rechts: Steinschlichtung (rechtes Bild: LUBW, 2006)

5.2.1.3 Sohlgestaltung

Tabelle 12 zeigt die möglichen Ausführungsformen der Sohle eines Einlaufbauwerks. Auch hier kommen vorwiegend Beton und Wasserbausteine zum Einsatz. Durchgehende Betonsohlen sind zu vermeiden. Sie verursachen unnatürlich schnelle Fließgeschwindigkeiten. Die Durchwanderbarkeit von Organismen im Interstitial ist unterbunden. Es wird eine fugenoffene Grobsteinschlichtung in Beton empfohlen. Abbildung 84, rechts zeigt die Möglichkeit einer strukturierten Einlaufsohle mittels alternierenden Querriegeln. Diese wirken gut gegen den Substrataustrag bei Hochwässern. Sie können in Verbindung mit der Durchlasssohlgestaltung (siehe Punkt 5.2.4.2) erfolgen. Ein gänzlicher Verzicht auf die Sohlsicherung wäre die ökologisch wertvollste Variante. Reines Sohlsubstrat als Gewässerboden ist jedoch nur bei Sicherstellung hydraulisch geringer Beanspruchung möglich, beispielsweise bei der Bauform Betriebsauslass und Ökogerinne (siehe Punkt 4.5.3.3). Die gesamte Sohlgestaltung des Einlaufes darf keine unüberwindbare Sohlstufe besitzen und sollte daher < 20 cm sein.

Tabelle 12: Sohlgestaltung - Einlaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
Sohlsubstrat auf Beton (Abbildung 84, Mitte)	- naturnahes Gerinne, wenn Sohlaufage vorhanden	- Ausspülungsgefahr bei HW und damit glatte Betonsohle bzw. Sohlstufe
Fugenoffene GSS in Beton (Abbildung 84, links)	- stabile naturnahe Gestaltung	- begrenzte statische Belastbarkeit - hydraulische Einlaufverluste (hydraulisch rauh) - ökologische Beeinträchtigung
GSS ohne Beton	- naturnahe Gestaltung	- Ausspülungsgefahr
Reines Sohlsubstrat	- natürliches Gerinne bleibt erhalten	- Erosionsgefahr



Abbildung 84: links: GSS Sohle mit natürlichem Sohlsubstrat, Mitte: Betonsohle (glatt), rechts: strukturierte Einlaufsohle

5.2.1.4 Absetzbecken

Absetzbecken werden überwiegend bei Rückhalteanlagen von Oberflächenwässern mit hohem Feinsedimentanteil durch einen hohen landwirtschaftlichen Flächenanteil im Einzugsgebiet, vorgesehen (Abbildung 85). Hierbei handelt sich um keine ständigen Fließgewässer mit dementsprechenden Anforderungen. Das Einlaufbauwerk ist erhöht situiert, sodass sich Sedimente im Rückhalteraum Absetzen können. Bei einem Ereignis steigt der Wasserspiegel im Becken an und sedimentfreies Wasser fließt ab. Häufig werden diese Abflüsse an das kommunale Kanalsystem angeschlossen.

Werden Absetzbecken bei ständig wasserführenden Fließgewässern eingesetzt, wie dies etwa bei Dauerstau – Becken der Fall ist, ist mit weitreichenden Beeinträchtigungen des Gewässers zu rechnen. Tabelle 13 zeigt die Vorteile eines Absetzbeckens bei Oberflächenwasserrückhalteanlagen sowie die nachteiligen Auswirkungen auf Fließgewässer.



Abbildung 85: Absetzbecken – Einlaufbauwerk auf erhöhtem Niveau

Tabelle 13: Absetzbecken - Einlaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
Ja	- Durchlass bleibt von Geschiebe frei	- künstliche Sohlstruktur, Beeinträchtigung der Durchgängigkeit (Ökologie, Geschiebe)
Nein	- Durchgängigkeit gewährleistet (Ökologie, Geschiebe)	- Geschiebeablagerung im Grundablass möglich – verringerte Abflussleistung

5.2.1.5 Bauwerkshöhe

Ein Trend zu immer weiter hinauf reichenden Einlaufbauwerken ist erkennbar. Früher wurden kleine, nur bis auf die Durchlasshöhe reichende Einläufe realisiert. Bei neueren Anlagen reichen sie häufig bis auf Höhe der Dammkrone. Dies hat folgende Vorzüge, die in Tabelle 14 erläutert werden.

Tabelle 14: Bauwerkshöhe - Einlaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
Bis auf Durchlasshöhe (Abbildung 86, rechts)	- kostensparend	- verklausurungsanfällig (nur kleine Rechenfläche möglich) - schlecht belichteter Einlauf
Bis auf Damm/Sperrenhöhe (Abbildung 86, links)	- große Rechenfläche möglich - gut belichteter Einlauf	- kostenintensiv



Abbildung 86: links: Einlaufbauwerk mit Schrägrechen in Elementbauweise (ein Rechenelement abgehoben) bis auf Dammhöhe, rechts: kleines Einlaufbauwerk (bis auf Durchlasshöhe)

5.2.2 Rechen

5.2.2.1 Typ

Tabelle 15 zeigt mögliche Rechentypen.

Tabelle 15: Typ - Rechen

	Vorteile	Nachteile
Vertikalrechen (Abbildung 87, links)	- einfache Konstruktion - ziehbare Einzelstäbe - kostengünstig	- verklausungsanfällig, kein Aufschwimmen des Wildholzes
Schrägrechen (Abbildung 89, rechts)	- Aufschwimmen des Schwemmholzes (Rechenneigung ca. 1:3)	- kostenintensiv
Gebrochener Rechen (Abbildung 88, links)	- sehr gutes Aufschwimmen des Schwemmholzes	- hohe Kosten - komplizierte Bauweise
Drei-dimensionaler Rechen (Abbildung 87, rechts)	- sehr große Rechenfläche, verschiedene Anströmrichtungen möglich	- sehr hohe Kosten (großer Materialaufwand)
Rechenkorb (Abbildung 89, Mitte)	- verschiedene Anströmrichtungen möglich	- bei vertikalem Rechenkorb kein Aufschwimmen des Wildholzes
Vorgelagerter Pfahlrechen	- Rückhalt von Schwemmholz aus Staubereich	- zusätzliche Kosten - Nachteile siehe Kapitel 4.7.5

Vertikale Rechen sind aufgrund ihrer Verklausungsanfälligkeit zu vermeiden. Die Durchflussfläche wird durch jegliches Geschwemmsel verlegt, da ein Aufschwimmen des Schwemmholzes nicht möglich ist. Ein Einstau schon bei kleinen Ereignissen ist die Folge. Der gebrochene Rechentyp hat sich in Gewässern mit hohem Schwemmholzanfall durchgesetzt. Erfahrungen haben gezeigt, dass durch Neigung des untersten Rechenabschnitts ein Aufschwimmen von Ästen, Stämmen und dergleichen er-

möglichst und die Durchflussfläche länger für den Abfluss freigehalten wird. Ist der Rechen zu steil, kann dieser Effekt nicht erzielt werden (Abbildung 88, rechts). Für ein Aufschwimmen haben sich Neigungen von ca. 1:3 bewährt. Bei sehr kleinen Durchlassöffnungen können Fertigteilgitter verwendet werden. Hier kann auf ein Absturzgeländer verzichtet werden (Abbildung 89, rechts).

5.2.2.2 Lagerung – Querträger

Tabelle 16 zeigt wie Rechenanlagen aufgelagert sein können. Die Möglichkeiten reichen von einfachen Stahlprofilen als Querträger, bis hin zu Verbundträgern und Stützlamellen für hohe statische Belastungen. Die Prinzipskizzen werden in Abbildung 68, S.81) gezeigt. Der Vorteil von statisch hoch beanspruchbaren Querträgern liegt darin, dass sich ihre Anzahl minimieren lässt. Gerade diese Querelemente behindern nämlich ein Aufschwimmen des Schwemmholzes. Bei der Lagerung des Rechens auf Stützlamellen kann so auf einen Querträger im untersten Knick verzichtet werden und die Anlage bleibt für Geschiebe und Schwemmholz länger durchlässig (Abbildung 68, S.81).

Tabelle 16: Lagerung der Querträger - Rechen

	Vorteile	Nachteile
Auf Stahlprofilen (I – Profil, etc.) (Abbildung 88, links)	- kostengünstig - einfache Bauweise	- viele Querträger (weniger durchlässig)
Auf Verbundträgern (Kasten-, Rundprofil) (Abbildung 89, links)	- weniger Querträger - Stahlrohr fungiert als verlorene Schalung - Rundträger hydraulisch günstige Form (bei Rundprofil) - für hohe statische und dynamische Belastungen	- hohe Kosten
Auf Stützlamellen	- kein Querträger - Rechenkonstruktion bei MQ, HQ länger durchlässig	- hohe Kosten



Abbildung 87: links: Vertikalrechen mit ziehbaren Stäben, rechts: dreidimensionaler Rechen



Abbildung 88: links: gebrochener Rechen auf I-Trägern(Holz schwimmt auf), rechts: 1. Rechenabschnitt zu steil (kein Aufschwimmen des Wildholzes)



Abbildung 89: links: Gebrochener Rechen auf Verbundträger, Mitte: Rechenkorb, rechts: Schrägrechen aus Gitterrostelementen (kein Geländer nötig)

5.2.2.3 Rechenhöhe

Tabelle 17 erläutert die Vor- und Nachteile von gewählten Rechenhöhen. Alte Rückhalteanlagen sind meist mit Rechenanlagen ausgestattet, die lediglich bis auf die Durchlasshöhe reichen. Es galt ausschließlich den Querschnitt freizuhalten. Heute werden überwiegend Rechen errichtet, die bis auf die Damm- bzw. Sperrenkrone reichen, um eine möglichst großflächige Anströmfläche zu ermöglichen. Ebenso lassen sich so belichtete Durchlässe aus Sicht der ökologischen Durchgängigkeit erzielen. Dies bringt gesteigerten Materialaufwand und somit Kosten mit sich.

Tabelle 17: Höhe - Rechen

	Vorteile	Nachteile
Bis auf Durchlasshöhe (Abbildung 86, rechts)	- kostengünstig	- kleine Rechenfläche, hohe Verklauungsgefahr - Behinderung des Geschiebedurchgangs
Bis auf Damm/Sperrenhöhe (Abbildung 86, rechts)	- große Rechenfläche, geringere Verklauungsgefahr - günstig für ökologische Durchgängigkeit (Lichteinfall)	- hohe Kosten, große Stahlmenge

5.2.2.4 Stababstand

Die lichte Stabweite spielt nur am Beginn des Ereignisses, wenn kleinere Holzteile passieren, eine Rolle. Verkeilen sich zu Ereignisbeginn die ersten Holzstücke, kann kaum mehr Holz den Rechen passieren. In der Praxis werden die Stababstände meist zu gering gewählt. Es kommt zum vollständigen Rückhalt von Schwemmholz. Es gilt aber schadloses Geschwemmsel passieren zu lassen. Die Bemessungsgrundlagen sind in Kapitel 4.7.2 erläutert.

5.2.2.5 Räumung, Wartung und Instandhaltung

Die Räumung sowie Wartung und Instandhaltung eines Grundablasses hängt direkt mit der Rechenkonstruktion zusammen. Tabelle 18 weist auf die Vor- und Nachteile der monolithischen Bauweise (nicht manipulierbare Anlage) sowie der Elementbau-

weise hin. Verschweißte Konstruktionen zeichnen sich durch ihre einfache, schnelle Montage vor Ort aus. Aus wartungstechnischer Sicht sind sie jedoch zu vermeiden. Einerseits können Beschädigungen an der Rechenanlage selbst nur mit gesteigertem Aufwand behoben werden. Andererseits ist die Räumung des Einlaufbereichs von abgelagerten Sedimenten nur bedingt möglich. Es gibt eine Vielzahl an Gestaltungsmöglichkeiten von Rechen in Elementbauweise. Abbildung 90 und Abbildung 91 zeigen einige Ausführungsformen.

Tabelle 18: Räumung, Wartung und Instandhaltung - Rechen

	Vorteile	Nachteile
Elementbauweise (Abbildung 90)	- Räumen des Bereiches hinter dem Rechen möglich - Rechenteile abheben um Verkläuerung zu lösen - Austauschen von beschädigten Elementen möglich	- aufwändige Rechenkonstruktion
monolithische Bauweise	- einfache Rechenkonstruktion	- Räumen des Bereiches hinter dem Rechen nicht möglich (ausgenommen von Luftseite) - Austauschen beschädigter Teile nur schwer möglich



Abbildung 90: links: Rechendetail (gebrochener Rechen in Elementbauweise), Mitte: abhebbare Rechenteile, rechts: entfernbare Rechenelement für Räumzwecke mittels Kleinbagger

5.2.2.6 Verbindung der Rechenelemente

Die oben genannte monolithische Bauweise wird verschweißt ausgeführt. Die Elementbauweise kann mit unterschiedlicher Verbindungstechnik der Rechenstäbe ausgeführt sein. Tabelle 19 gibt einen Überblick darüber.

Tabelle 19: Verbindungsart - Rechen

	Vorteile	Nachteile
Geschweißt	- robuste Verbindung	- monolithische Bauweise
Verschraubt (Abbildung 91, Mitte)	- einfache Bauweise	- im Einstaufall nicht manipulierbar
Geklemmt (Abbildung 91, rechts)	- einfache Bauweise	- im Einstaufall nicht manipulierbar
Eingehängt (Abbildung 91, links)	- Manipulierbarkeit	
Freiliegend	- im Einstaufall manipulierbar (zB.: Ziehen der Rechenelemente mittels Bagger um Verkläusung zu lösen)	- Abheben des Rechens bei dynamischer Beanspruchung möglich (bei kleinen Elementen)



Abbildung 91: links: eingehängtes Rechenelement, Mitte verschraubt, rechts geklemmte Rechenstäbe

5.2.2.7 Führung bis Gewässersohle

Die Notwendigkeit die Rechenstäbe nicht bis zur Gewässersohle zu führen wurde im Kapitel 4.7.3 schon ausführlich besprochen. Tabelle 20 zeigt eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile. Bei Freilassen des sogenannten „Schlupfes“ besteht immer das Restrisiko, dass Geschwemmsel passieren kann und die Öffnung verstopft.

Tabelle 20: Führung bis Gewässersohle - Rechen

	Vorteile	Nachteile
Rechen bis Sohle (Abbildung 92, links)	- hohe Verkläusungssicherheit der Grundablassöffnung	- Beeinträchtigung der Durchgängigkeit (Geschiebe, Ökologie) - wartungsintensiv (Rückhalt jeglichen Geschwemmsels)
Freilassen eines „Schlupfes“ (Abbildung 92, rechts)	- gute Durchgängigkeit (Feingeschiebe, Ökologie) - wartungsarm (Geschwemmseldurchgang)	- Verkläusung der Grundablassöffnung durch passieren von schadhaftem Schwemmholz



Abbildung 92: links: Rechen bis Sohle, rechts: Rechen reicht nicht bis Sohle

5.2.3 Steuerung - Verschlussbereich

5.2.3.1 Ungesteuerter Grundablass

Unveränderbarer Drosselquerschnitt:

Tabelle 21 zeigt Ausführungen von unveränderbaren Querschnitten bei ungesteuerten Grundablässen. Der Durchlassquerschnitt definiert einen unveränderbaren Abfluss. Anpassungen des Abflusses an Berechnungsungenauigkeiten oder Änderungen der Unterwasserkapazität sind nicht möglich. In flachen Rückstaubereichen mit geringen Stauhöhen kommen Tauchwände zu Einsatz. Diese können überströmbar ausgeführt werden und erfüllen somit die Funktion der Hochwasserentlastung.

Tabelle 21: Unveränderbarer Drosselquerschnitt - ungesteuerter Grundablass

	Vorteile	Nachteile
Grundablass-Querschnitt (Abbildung 93, links)	- einfache Bauweise - kostengünstig	- keine nachträgliche Änderung der Durchflussmenge möglich - keine Beschließbarkeit bei längeren Grundablässen (bei kleinen Querschnitten) - schwierige Wartung bzw. Reinigung bei Verklausung - kein Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich
Tauchwand (Abbildung 93, rechts)	- überströmbare (Notentlastung)	- begrenzte Stauhöhe, Spannweite (statische Belastung)



Abbildung 93: Drosselung links: Grundablassquerschnitt (luftseitig), Mitte: Blende (angeschraubt), rechts: Tauchwand

Verschluss manuell veränderbar:

Tabelle 22 erläutert manuell veränderbare Verschlüsse. Die Möglichkeiten reichen von angeschraubten sowie eingeschobenen Drosselblenden aus Stahl, Gleit- bzw. Rollschützen mit Handbetrieb bis hin zur Anwendung von Dammbalkenprofilen. Der Vorteil liegt in der nachträglichen Anpassung des Durchflussquerschnittes. Dammbalkensysteme sind vollständig demontierbar, wodurch eine Bypassfunktion (Absenken des Wasserspiegels bei verlegter Durchlassöffnung) sowie gute Wartungsmöglichkeiten des Durchlasses gegeben sind.

Tabelle 22: Verschluss manuell veränderbar - ungesteuerter Grundablass

	Vorteile	Nachteile
Drosselblende (eingescho-ben) (Abbildung 94, links)	- einfache Bauweise - kostengünstig - nachträgliche Änderung der Durchflussmenge möglich - leichtes Entfernen für Wartungszwecke	- kein Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich (ausgenommen Seilzug etc. zur Dammkrone ist vorhanden, dann kein Wiederverschließen möglich)
Drosselblende (angeschraubt) (Abbildung 93, Mitte)	- einfache Bauweise - kostengünstig - nachträgliche Änderung der Durchflussmenge möglich - einfache Beschließbarkeit, Wartung	- kein Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich - Entfernen für Wartungszwecke nur schwer möglich
Gleitschütz (Abbildung 94, rechts)	- Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich - Bedingung von sicherem Standplatz aus	- hohe Kosten - wartungsintensiv - begrenzte Stauhöhen bei Handbetrieb
Rollschütz	- reibungsarm (für hohen Wasserdruck) - Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich - Bedingung von sicherem Standplatz aus	- hohe Kosten - wartungsintensiv - begrenzte Stauhöhen bei Handbetrieb
Damm-balken (Abbildung 94, Mitte)	- leichtes Entfernen für Wartung - Entfernen um Verklausung zu Lösen (erfüllt Bypassfunktion)	- begrenzte Stauhöhe, Spannweite (statische Belastung)



Abbildung 94: Verschlusstyp: links: Drosselblende (ziehbar), Mitte: Dammbalken, rechts: Gleitschütz manuell verstellbar

Verschluss maschinell veränderbar:

Tabelle 23 zeigt die üblich verwendeten, maschinell veränderbaren Verschlussstypen Gleit- und Rollschütz. Einen großen Vorteil bringt die Steuerbarkeit des Verschlusses von einem sicheren Standplatz aus. Maschinell angetriebene Systeme kommen bei großen Stauhöhen zum Einsatz, wenn ein manuelles Verstellen mittels Handkurbel aufgrund hoher Wasserdrücke nicht mehr möglich ist.

Tabelle 23: Verschluss maschinell veränderbar - ungesteuerter Grundablass

	Vorteile	Nachteile
<i>Gleitschütz</i> (Abbildung 95)	- Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich - für große Stauhöhen	- hohe Kosten - wartungsintensiv - Stromversorgung nötig
<i>Rollschütz</i>	- reibungsarm (für hohen Wasserdruck) - Lösen der Verklausung mittels Querschnittserweiterung möglich - für große Stauhöhen	- hohe Kosten - wartungsintensiv - Stromversorgung nötig

**Abbildung 95: maschinell verstellbarer Gleitschütz von sicherem Standplatz aus****5.2.3.2 Gesteuerter Grundablass****Steuerungsstrategie:**

Tabelle 24 zeigt die möglichen Steuerungsstrategien. Steuerungen mittels Prognosemodell werden überwiegend bei großen HRB angewendet. Für kleine und mittlere Becken kommt hauptsächlich die Steuerung auf konstanten Abfluss zur Verwendung. Eine detaillierte Auflistung der Vor- und Nachteile kann aus Kapitel 4.3.3.3 entnommen werden.

Tabelle 24: Steuerungsstrategie - gesteuerter Grundablass

	Vorteile	Nachteile
Auf konstanten Abfluss	- sehr gute Ausnützung des Beckenvolumens (Volumeneinsparung), kurze Beckenbeanspruchungszeit, Becken ist nach HW rasch wieder einsatzbereit	- störungsanfällige Durchflussmessung nötig
Adaptiv (mittels Prognosemodell)	- genaue Anpassung an HW - Welle - Berücksichtigung der Vorfluterkapazität im Mündungsbereich	- großer Daten- u. Messaufwand - störungsanfällig (komplexes System) - kurze Vorwarnzeiten bei kleinen Einzugsgebieten

Verschluss automatisch gesteuert:

Tabelle 25 gibt Vor- und Nachteile von automatisch gesteuerten Verschlüssen an. Eine detaillierte Auflistung der Vor- und Nachteile sowie Abbildungen können aus Kapitel 4.3.3.4 entnommen werden.

Tabelle 25: Verschluss automatisch gesteuert - gesteuerter Grundablass

	Vorteile	Nachteile
Schwimmer (Hydroslide)	- fremdenergiefrei - einfache Steuerung (bei kleinen Becken ohne Geschiebe und Wildholz)	- Blockieren des Schwimmers durch Geschiebe und Schwemmholz - hoher Wartungs- und Instandhaltungsaufwand - vorgeschalteter Geschieberückhalt nötig - massive Einhausung nötig - Feinrechen nötig - eingeschränkte Durchgängigkeit (keine naturnahe Sohle) - Toträume
Fallklappe	- fremdenergiefrei	- verklausungsanfällig (Seilzug) - Wartung beweglicher Teile nötig - manuelles Rückstellen nach HW (keine vollautomatische Steuerung)

	Vorteile	Nachteile
Schwingklappe	- fremdenergiefrei - geringe Störung der Durchgängigkeit - geringe Errichtungskosten - großer Durchlassquerschnitt bei Nieder- und Mittelwasser - gute Belichtung der Gewässerstrecke	- verklausungsanfällig - sehr sensible Reaktion der Schwingklappe auf Unterwasserstand - korrekte Bemessung nur bei optimalen Randbedingungen möglich
Wirbeldrossel	- fremdenergiefrei - wartungsarm - robust, keine beweglichen Teile - zwei Einlauföffnungen	- beschränkte Zugänglichkeit - eingeschränkte Durchgängigkeit (keine naturnahe Sohle) - Feinrechen nötig (Verklausung im Wirbelkanal verhindern)
Regelorgan mit Antrieb	- exakte Regelabgabe bei korrekter Durchflussmessung	- Stromversorgung nötig - Störungsanfälligkeit der Sensoren

Regelorgan mit Antrieb (automatisch gesteuert):

Tabelle 26 zeigt gängige Regelorgane mit automatischem Antrieb von gesteuerten Rückhaltebecken. Der generelle Nachteil ist einerseits die nötige Versorgung mit Strom, sowie die Fehleranfälligkeit aufgrund von Messstörungen (Durchflussmessung, Wasserstandsmessung). Ist eine ereignisangepasste Steuerung nötig, müssen Regelorgane mit Antrieb verwendet werden um aktiv in die Abflusssteuerung eingreifen zu können. Eine detaillierte Auflistung der Vor- und Nachteile sowie Abbildungen können aus Kapitel 4.3.3.4 entnommen werden.

Tabelle 26: Regelorgan mit Antrieb - gesteuerter Grundablass

	Vorteile	Nachteile
Gleitschütz	- kostengünstig - einfache Bauweise - unterströmbar - Geschiebeabfuhr möglich	- zum vollständigen Öffnen hoch angeordnete Huborgane nötig
Rollschütz	- für hohe Wasserdrücke (reibungssarm) - unterströmbar - Geschiebeabfuhr möglich	- zum vollständigen Öffnen hoch angeordnete Huborgane nötig - Kosten

	Vorteile	Nachteile
Segment- verschluss	- große Anlagen (große Weiten) - robust - unterströmbar - Geschiebeabfuhr möglich	- hohe Kosten - Antrieb - hoher Wartungsaufwand
Wehrklappe	- große Anlagen (große Weiten) - robust	- Schwierigkeit bei Geschiebeabfuhr - überströmbar – Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit - hohe Lagerbeanspruchung

5.2.3.3 Verschlussanordnung

Tabelle 27 gibt einen Überblick über Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verschlussanordnung. In Kapitel 4.2.2.2 gibt es dazu detaillierte Erläuterungen.

Tabelle 27: Verschlussanordnung

	Vorteile	Nachteile
wasserseitig	- relativ einfaches Räumen der Verklausung im Freien - Hält dem Wasserdruck stand (wird gegen den Grundablass gedrückt) - keine zusätzliche Beanspruchung des Durchlasses bezüglich Wasserdruck	- Vollverklausen und damit Blockieren der Drossel möglich - Bypass deshalb unbedingt nötig
mittig	- Verklausung der Drossel nahezu unmöglich	- Zusätzlicher Schacht zum Verschluss nötig (bei Erddämmen) - Dichtungsmaßnahmen des Durchlasses erforderlich - Regelmäßige Dichtigkeitsprüfung nötig
luftseitig	- Verklausung der Drossel nahezu unmöglich - Zugangsmöglichkeit im Ernstfall	- zusätzliche Dichtungsmaßnahmen des Durchlasses erforderlich - Verankerung des Schiebers ist statisch anspruchsvoller - ev. zusätzliches Schutzrohr um das Druckrohr nötig - regelmäßige Dichtigkeitsprüfung nötig

5.2.3.4 Grundablass – Lage zur Hochwasserentlastung

Tabelle 28 zeigt wie der Grundablass zur Hochwasserentlastung situiert sein kann. Der Grundablass kann sich neben der HW - Entlastung befinden. Dies setzt genügend Platzangebot voraus und ist für steile, enge Gräben meist ungeeignet. Der Vorteil liegt darin, dass sich weder Steuerungseinrichtungen (Hubzylinder, Handkurbel, etc.) noch Absturzgeländer in der Abflusssektion befinden. Jegliche Schwemmholzkonzentration im Grundablassbereich ist in einer Entfernung zur Hochwasserabflusssektion. Bei ansteigendem Wasserspiegel und Aufschwimmen des Geschwemmsels ist die Gefahr des Verlegens der Entlastungsanlage gering. Die Situierung der HW – Entlastung direkt über dem Grundablass zeichnet sich durch geringen Platzanspruch aus. Grundablass und HW – Entlastung können auch als Kombinationsbauwerk zusammengelegt sein. Mögliche Ausführungen sind in Abbildung 24 und Abbildung 96, links dargestellt.

Tabelle 28: Lage des Grundablasses zur Hochwasserentlastung

	Vorteile	Nachteile
Kombinationsbauwerk (Abbildung 96, links)	- kostengünstig, (keine separate HW – Entlastungsanlage nötig) - nur eine Energieumwandlungsanlage (Tosbecken) nötig	- kein separates Entlastungsbauwerk (höheres Risiko) - keine gesicherte Überströmstrecke
HW – Entlastung neben Grundablass (Abbildung 96, rechts)	- Steuerungseinrichtungen auf Dammkrone liegen nicht im Überströmbereich - Schwemmholzkonzentration in einiger Entfernung zur HW-Entlastung	- erhöhter Flächenbedarf
HW – Entlastung über Grundablass (Abbildung 96, Mitte)	- geringer Flächenbedarf	- Steuerungseinrichtungen auf Dammkrone liegen im Überströmbereich - Geländer im Überströmbereich - Schwemmholzkonzentration im Nahbereich der HW-Entlastung



Abbildung 96: links: Kombinationsbauwerk, Mitte: HW-Entlastung über Grundablass situiert (Geländer im Überströmbereich), rechts: HW-Entlastung neben Grundablass situiert

5.2.3.5 Bypass

Bauweise:

Tabelle 29 zeigt die beiden grundsätzlichen Bauweisen von Notauslässen. Eine detaillierte Beschreibung findet sich unter Kapitel 4.4.3.

Tabelle 29: Bauweise - Bypass

	Vorteile	Nachteile
Kombinierte Auslässe	- kostengünstig, da nur ein Durchlassbauwerk nötig ist - meist kurze Leitung möglich	- bei Verklausung im Durchlass, Bypass nicht funktionsfähig - lange Bedienungsvorrichtung zum Verschluss nötig - Situierung des Einlaufes in der Nähe des Grundablasseinlaufes (Verklausungsgefahr)
Getrennte Rohrdurchlässe (Abbildung 98)	- Funktionsfähigkeit unabhängig von Grundablassdurchlass - Verschlussanordnung an Luftseite möglich	- aufgrund zweiter Rohrleitungsführung aufwendig und kostspielig

Situierung:

Tabelle 30 erläutert die Situierungsmöglichkeiten von Bypässen. Als betriebssicherste Variante zeigt sich die Situierung außerhalb des Einlaufbauwerks, in verklausungssicherer Distanz. Dies ist nur mit der Bauweise – getrennte Durchlässe möglich und daher kostenintensiv. Wird die Entfernung zu gering gewählt, kann es bei hohem Schwemmholtzanfall zum Verlegen des Bypasses kommen (Abbildung 97, Mitte). Ein eigener Rechen vor der Bypassöffnung ist zusätzlich nötig. Ist die Bypassöffnung in-

nerhalb des Einlaufbauwerks situiert, kann die kostengünstige Bauweise – kombinierte Auslässe angewendet werden. Die Betriebssicherheit ist aufgrund der Lage im Schwemmholtzkonzentrationsbereich beeinträchtigt. Bei der Höhenlage der Bypasseinlauföffnung muss beachtet werden, dass eine Lage auf der Gewässersohle die Gefahr des Verlandens mit Sediment mit sich bringt. Es hat sich bewährt, je nach Geschiebetrieb die Öffnung von der Sohle leicht anzuheben. Eine zu hoch gewählte Anordnung wiederum, erlaubt kein völliges Absinken des Wasserspiegels.

Tabelle 30: Situierung - Bypass

	Vorteile	Nachteile
Außerhalb des Einlaufbauwerkes	- verklausungssichere Distanz zu Grundablass	- Platzbedarf - eigener Rechen nötig
Innerhalb des Einlaufbauwerkes (Abbildung 97, rechts)	- geringer Platzanspruch (enger Graben) - geschützt durch Einlaufrechen	- Nähe zu Grundablass (verklausungsanfällig)
Höhe Gewässersohle	- vollständige Wasserspiegelabsenkung	- Verlandungsgefahr
Höhe Dammkrone (Abbildung 97, links)	- verlandungssicher - Kombination mit Schachtbauwerk möglich	- geringe Wasserspiegelabsenkung



Abbildung 97: Bypass Situierung, links: Höhe Dammkrone (HW-Entlastung), Mitte: Bypass im Schwemmholtz-Akkumulationsbereich des Grundablasses, rechts: innerhalb des Grundablass-einlaufes

Verschlussanordnung:

Tabelle 31 zeigt die Vor- und Nachteile der Verschlussanordnungen von Bypässen. Bei der luftseitigen Anordnung ist eine Verklausung und damit eine Behinderung der Verschlussbedienung nahezu unmöglich. Auf der geschützten Luftseite ist die Zugangsmöglichkeit im Ernstfall gegeben. Ein Nachteil ist die anspruchsvollere Verankerung des Schiebers bei hohem Wasserdruck. Das Rohr steht bei Einstau unter Druck, wodurch eventuell ein zusätzliches Schutzrohr nötig ist. Weiters ist die Einlauföffnung immer offen. Die Gefahr des Verlandens oder langsamen „Zuwachsens“ ist gegeben. Bei Öffnen des Verschlusses ist die Unsicherheit gegeben ob mögliche Verlegungen in der Bypassleitung freigespült werden. Mittig angeordnete Bypässe weisen ebenfalls eine gute Bedienungsmöglichkeit von der Dammkrone aus, auf. Bei der wasserseitigen Anordnung ist der Verschluss möglichen Verklausungen ausgesetzt. Jedoch wird die Bypassleitung durch den geschlossenen Verschluss im Normalfall, von Verlandungen geschützt.

Tabelle 31: Verschlussanordnung - Bypass

	Vorteile	Nachteile
wasserseitig	- hält dem Wasserdruck stand (wird gegen Einlaufbauwerk gedrückt) - keine zusätzliche Beanspruchung des Rohres durch Wasserdruck - verlandungssichere Bypassleitung da Einlauföffnung immer geschlossen ist	- keine Zugangsmöglichkeit im Ernstfall - Vollverklausen und damit Blockieren der Drossel möglich
mittig	- Verklausung der Drossel nahezu unmöglich	- Schachtbauwerk nötig (bei Erdämmen)
Luftseitig (Abbildung 98)	- Verklausung des Schiebers nahezu unmöglich - Zugangsmöglichkeit im Ernstfall	- Die Verankerung des Schiebers ist statisch anspruchsvoller - Ev. zusätzliches Schutzrohr um das Druckrohr nötig - langsames Verlanden da Einlauföffnung immer offen ist

Verschlusstyp:

Tabelle 32 zeigt gängige Verschlusstypen von Bypässen. Bei Schiebersystemen muss bedacht werden, dass im Einstau große Wasserdrücke herrschen und eine

Bedienung per Hand eine ausreichende Kraftübersetzung voraussetzt. Sie ermöglichen ein kontrolliertes Öffnen und Schließen der Öffnung (dosiertes Wasserspiegelabsenken). Fallklappen hingegen können nach einer Betätigung nicht mehr geschlossen werden. Sie müssen über eine korrosionsanfällige Seilführung (Wartung kaum möglich) bedient werden und sind daher nicht zu empfehlen. Die Variante Dammbalken mit Schieberschacht wie sie bei hohen Sperrenbauwerken verwendet wird, hat den Vorteil, dass auf den Schieber kein Wasserdruck wirkt. Ein kontrolliertes Absenken durch schrittweises Entfernen der Dammbalken ist möglich.

Tabelle 32: Verschlusstyp - Bypass

	Vorteile	Nachteile
Schieber (Abbildung 98, links)	- kontrolliertes Öffnen und Schließen - gute Zugänglichkeit für Wartungszwecke	- Kosten - abhängig von Stauhöhe Handschieber nur schwer bedienbar
Dammbalken Schieber-Schacht (Abbildung 99, links und Mitte)	- kontrolliertes Absenken des Wasserspiegels - kein Wasserdruck auf Schieber - große Stauhöhen möglich	- Kosten - aufwändiges Entfernen der Einzelelemente
Fallklappen-Seilzug (Abbildung 99, rechts)	- Kosten - lange Distanzen zwischen Seilkurbel und Fallklappe möglich -	- Schließen der Öffnung nach Betätigung nicht möglich - korrosionsanfällige Seilführung - schwierige Wartung



Abbildung 98: links: luftseitig regelbarer, getrennt angeordneter Bypass, rechts: in verklauungssicherer Distanz angebrachter Bypass



Abbildung 99: links und Mitte: Bypass aus Dammbalken mit Schieberschacht, rechts: Fallklappen (Seilzug)

5.2.4 Durchlass

5.2.4.1 Querschnittsform

Die Querschnittsform wirkt sich erst bei Vollfüllung ab einer gewissen Länge auf die hydraulische Leistung aus. Bei Dämmen ist aus Sicht der Förderfähigkeit und Wirtschaftlichkeit das Kreisprofil zu bevorzugen. Bei Sperrendurchlässen wirkt sich aufgrund der geringen Länge die Querschnittsform kaum aus. Daher ist bei Sperren das Rechteck, als wirtschaftlichere Form zu wählen (vgl. SKOLAUT, 1998).

Bei Dämmen sind Kreisprofile und Maulprofile wirtschaftlicher (kostengünstige Fertigteilprodukte), jedoch hinsichtlich Sohlstrukturierung und Wartung begrenzt. Strukturierungselemente lassen sich bei Kreisprofilen nur schwer verwirklichen. Hier sind Rechteckquerschnitte und Maulprofile mit breiter Basis von Vorteil. Auch die Räumung mittels Kleinbagger ist bei Kreisprofilen beschränkt. Der Anschluss vom Einlaufbauwerk zum Kreisprofil kann zu Toträumen und Abflusshindernissen führen (Abbildung 101, rechts). Bei Rechteckprofilen kann für Wartungszwecke ein begehbare Seitenrand ausgeführt werden. Rechteckquerschnitte müssen jedoch meist in Ortbetonbauweise hergestellt werden und sind demnach kostenintensiver.

Tabelle 33 zeigt Vor- und Nachteile möglicher Querschnittsformen von Grundablassdurchlässen.

Tabelle 33: Querschnittsform - Durchlass

	Vorteile	Nachteile
Rechteck (Abbildung 100, links)	- einfache Bauweise (Sperre) - einfacher Drosselquerschnitt bzw. Rechteckverschluss - ökologisch durchgängige Gestaltung möglich - Situierung einer pendelnden NW-Rinne möglich - Sohlstrukturierung und Energieumwandlung durch verankerte Störsteine - einfache Wartung und Instandhaltung - Befahrbarkeit mit Kleinbagger - einfacher Anschluss zu Ein-/Auslauf- und Verschlussbauwerk	- Kosten (bei Dammdurchlässen) - aufwendige Bauweise (Dammdurchlässe in Ortbeton) - Verlandung (abhängig von Breite und Toträumen) - beschränkte hydraulische Kapazität
Kreisprofil (Abbildung 100, rechts)	- geringe Kosten - einfache Bauweise - hohe hydraulische Kapazität	- Sohlstrukturierung schwerer durchführbar (Schwellen, begrenzte Breite) - schwierigere Räumung - keine Befahrbarkeit für Kleingerät - ungünstige Übergänge zu Einlauf und Drossel (Toträume) - Fugendichtung - Belastung bei Dammverdichtung kritischer - keine Energieumwandlung im Durchlass
Maulprofil (Abbildung 101, links)	- einfache Bauweise - geringe Kosten (Fertigteile) - Sohlstrukturierung bei breiter Sohle möglich	- glatte Sohle bei Spiraldurchlässen aus Stahl



Abbildung 100: links Rechteckprofil mit strukturierter Sohle, rechts: Kreisprofil unstrukturiert



Abbildung 101: links Maulprofil, rechts: Anschluss Einlaufbauwerk-Kreisdurchlass mit Toträumen

5.2.4.2 Sohlgestaltung

Unstrukturiert:

Tabelle 34 erläutert Vor- und Nachteile von unstrukturierten Sohlgestaltungen. Einfache, glatte Betonsohlen sind schnell hergestellt. Sie bieten gute hydraulische Leistungseigenschaften. Geschiebe kann auf der ebenen Sohle weitertransportiert werden. Aus ökologischer Sicht, im Sinne der Fischpassierbarkeit und Längsdurchgängigkeit für Makrozoobenthos wirken sich hohe Fließgeschwindigkeiten und fehlendes Sohlsubstrat negativ aus. Grobsteine in Beton weisen eine gewisse Strukturvielfalt auf und eignen sich daher besser. Ist mit starker Geschiebebeanspruchung der Sohle zu rechnen (in Wildbächen), können Panzerungen mittels Granitplatten erfolgen.

Tabelle 34: unstrukturierte Sohlgestaltung – Durchlass

	Vorteile	Nachteile
Betonsohle glatt	- hohe hydraulische Leistung - schnelle, einfache Bauweise	- keine ökolog. Durchgängigkeit - guter Geschiebedurchgang - starker Abrieb
Granitplatten in Beton (Abbildung 102, rechts)	- abriebfest - hohe hydraulische Leistung	- keine ökolog. Durchgängigkeit - guter Geschiebedurchgang
Grobsteine in Beton	- raue Sohle mit offenen Fugen - natürliches Sohlsubstrat - ökologisch durchgängiger - abriebfest	- aufwändige Bauweise

Strukturiert:

Strukturierte Durchlasssohlen versuchen natürliche Fließ- und Sohlsubstratverhältnisse herbeizuführen. Tabelle 35 zeigt mögliche Ausführungsformen. Dabei wird angestrebt einerseits fischpassierbare Fließgeschwindigkeiten und andererseits eine natürliche Sohlaufage, auf der der natürliche Geschiebetrieb stattfinden kann, herzustellen. Diese Rauigkeitselemente (Störsteine, Sohlurten, Querriegel, etc.) dürfen daher nur jene Abmessungen besitzen, um einen natürlichen Geschiebetrieb aufrecht zu erhalten. Bei erhöhtem Abfluss muss ein Teil des Sohlsubstrates mobilisiert werden können um unerwünschte Anlandungen zu vermeiden. Diese Vorgänge sind hoch komplex und daher nur sehr schwer nachbildbar. Ist die Sohle zu rau gestaltet wird der Geschiebedurchgang unterbrochen. Ist sie zu glatt ausgeführt, wird Sohlmaterial bei erhöhtem Abfluss ausgespült und eine Substrataufage fehlt. Die Sohlausführung „Ökogitter“ besteht aus Baustahlmatten die auf Rasengittersteinen aufgelagert und befestigt sind. Es wird versucht einerseits eine natürliche Auflage unterhalb des Gitters (Zwischenraum Betonsohle - Gitter), andererseits den Geschiebetrieb oberhalb des Gitters zu ermöglichen.

Tabelle 35: strukturierte Sohlgestaltung - Durchlass

	Vorteile	Nachteile
Störsteine	- ökologische Bauweise - ermöglicht Energieumwandlung (Raubettgerinne)	- verringerte hydraulische Leistung - beeinträchtigter Geschiebetrieb
Sohlgurten	- ökologische Bauweise - Sohlsubstrat	- wenn Abstürze nicht verlanden nicht fischpassierbar - geringe Sohlstrukturierung - verringerte hydraulische Leistung - beeinträchtigter Geschiebetrieb
Alternierende Querriegel (Abbildung 100, links)	- ökologische Bauweise - Sohlsubstrat - pendelnde NW-Rinne	- verringerte hydraulische Leistung - beeinträchtigter Geschiebetrieb
Ökogitter (Abbildung 102, links)	- ökologische Bauweise - unterstützt Anlagerung von natürlichem Sohlsubstrat - geringere Ausspühlungsgefahr von Sohlsubstrat durch HW - kostengünstige Bauweise	- natürliche Heterogenität des Sohlsubstrates durch Maschenweite begrenzt - natürlicher Geschiebetrieb kann auf Gitter stattfinden



Abbildung 102: links: alternierende Rasengittersteine mit „Ökogitter“(Baustahlmatte) im Bauzustand, rechts: Granitplatten in Beton

5.2.4.3 Material

Tabelle 36 zeigt mögliche Materialien für die Durchlassgestaltung. Ortbeton zeichnet sich durch seine variable Formgebung aus. Strukturierungselemente lassen sich einfach aufbetonieren. Fertigteilprodukte aus Beton, Stahl und Kunststoff (Polyethylen

High Density PEHD, etc.), können schnell und kostengünstig verlegt werden. Der Vorteil von Spiralrohren aus Stahl und Kunststoff ist ihre geringe Setzungsempfindlichkeit. Fundierungen können entfallen. Die Durchlassrohre werden direkt in undurchlässiges Material verlegt. Der Nachteil von Durchlässen aus Stahl und Kunststoff ist die Schwierigkeit Sohlstrukturierungen anzubringen. Diese Durchlässe sind oft ohne natürlicher Sohlaufage (Abbildung 103).

Eine detaillierte Erläuterung zu den Baustoffen findet sich in Kapitel 4.2.5.

Tabelle 36: Material - Durchlass

	Vorteile	Nachteile
Beton (Ortbeton, Fertigteile) (Abbildung 100)	- variable Formgebung (Ortbeton) - Sohlstrukturierung - kostengünstige Fertigteilprodukte	- Hydroabrasion
Stahlblech (Abbildung 103, links)	- kostengünstige Fertigteilprodukte - setzungsunempfindlich (kein Fundament nötig)	- Hydroabrasion - Korrosion - Fugendichtung
Kunststoff (PEHD, PP, etc.) (Abbildung 103, rechts)	- kostengünstige Fertigteilprodukte - setzungsunempfindlich (kein Fundament nötig)	- UV – empfindlich - keine Sohlstrukturierung - Hydroabrasion - Fugendichtung - empfindlich bei Dammverdichtung



Abbildung 103: links: Stahlspiral-Durchlass, rechts: Kunststoffrohr - Durchlass

5.2.5 Auslaufbauwerk

5.2.5.1 Tosbeckentyp

Tabelle 37 zeigt die gängigsten Tosbeckentypen bei Grundablässen. Hier muss ein Optimum zwischen hydraulischer Wirksamkeit (kontrollierte Energieumwandlung) und geringster ökologischer Beeinträchtigung getroffen werden. Endschwellen bewirken gute Energieumwandlungen, wirken aber als Barriere für Fische. Lange Schussböden legen den Wechselsprung in Entfernung vom Auslauf fest, ein Unterwasser-einstau kann so vermieden werden. Starke Sicherungsmaßnahmen aufgrund hoher Fließgeschwindigkeiten haben jedoch negative Auswirkungen auf die Ökologie des Fließgewässers. Bei kleinen Rückhalteanlagen können Störsteine zur Energieumwandlung entlang eines Raubettgerinnes fischpassierbar gestaltet werden. Ein Tosbecken mit Endschwelle kann hier entfallen. Werden Tosbecken so gestaltet, dass sie ständig Wasser führen (Eintiefung, Verbreiterung) wirken sie als Geschiebe- sowie Geschwemmselfalle. Zur Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Feststofftransportes ist dies zu vermeiden. Ständig wasserführende Tosbecken sollten ausschließlich bei Sperrenbauwerken Anwendung finden, wo sie als Wasserpolster für den herabstürzenden Entlastungsabfluss der HW – Entlastung dienen. Niederwasserrinnen dienen der Wasserstandanhebung bei geringen Wasserführungen. Sie wirken sich positiv auf die Fischpassierbarkeit sowie Feststoffdurchgang aus.

Tabelle 37: Tosbeckentyp - Auslaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
Mit Endschwelle	- gute Energieumwandlung	- Beeinträchtigung der Durchgängigkeit (Ökologie, Geschiebe, Geschwemmselfalle) - Verlandung bei MW
Ohne Endschwelle	- gute Durchgängigkeit	- unkontrollierte Energieumwandlung
Mit langem Schussboden	- Fließwechsel in Entfernung zu Auslassöffnung, keine Rückstaugefahr	- ökologische Beeinträchtigung
Störsteine (Abbildung 106, Mitte)	- gute Durchgängigkeit - Energieumwandlung entlang des Raubettgerinnes (kein Tosbecken nötig)	- Energieumwandlung nur bedingt

	Vorteile	Nachteile
Brems- höcker (Abbildung 104, links)	- gute Energieumwandlung	- Beeinträchtigung des Geschwemmseldurchgangs
Mit ständi- gem Wasser (Abbildung 104, rechts, Abbil- dung 105, rechts)	- gute Energieumwandlung - Wasserpolster bei Sperren- bauwerken	- Geschiebefalle - Verschlammen der Sohle
Ohne stän- digem Was- ser (Abbildung 106, links)	- gute Durchgängigkeit (Ökolo- gie, Geschiebe)	- fehlender Wasserpolster bei Sperrenbauwerken
Mit NW – Rinne (Abbildung 105, links)	- Durchgängigkeit (Ökologie, Geschiebe, Geschwemmsel)	- Verlandung nach HW

5.2.5.2 Situierung

Prinzipiell sind für **Grundablass, Bypass, sowie für die Hochwasserentlastung Auslaufbauwerke vorzusehen**. Diese können **kombiniert** (ein Auslaufbauwerk), **teilweise kombiniert** (zwei Auslaufbauwerke; zB. Grundablass und Bypass in ein Tosbecken und HW – Entlastung eigenes Tosbecken) oder **getrennt** (drei Auslaufbauwerke) ausgeführt werden. Beim „Öko – Durchlass“ wird die Energie des Hochwasserabflusses im Tosbecken des Betriebsauslasses umgewandelt. Das Ökogerinne kann ökologisch gut verträglich ausgeführt werden (Abbildung 106, rechts). Tabelle 38 zeigt Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Situierungen des Auslaufbauwerks.

Tabelle 38: Situierung - Auslaufbauwerk

	Vorteile	Nachteile
Kombiniert (1 Auslaufbauwerk)	- kostengünstig - geringer Flächenbedarf	- meist HW-Entlastung über Grundablass
Teilweise kombiniert (2 Auslaufbauwerke)	- Ökogerinne ohne Tosbecken - HW-Entlastung neben Grundablass	- Kosten - Flächenbedarf
getrennt (3 Auslaufbauwerke)	- Ökogerinne ohne Tosbecken - HW-Entlastung neben Grundablass	- hohe Kosten - hoher Flächenbedarf



Abbildung 104: links: Bremshöcker, rechts: Tosbecken mit ständigem Wasser



Abbildung 105: Tosbecken von Sperrenbauwerken: mit Endschwelle und NW-Rinne, rechts: mit ständigem Wasser (Wasserpolster für Entlastungssektion)



Abbildung 106: links: ökologisch verträgliches Tosbecken ohne ständigem Wasser, Mitte: Störsteine zur Energieumwandlung im Betriebsauslass, rechts: Tosbecken des Betriebsauslasses, Ökogerinne ohne Tosbecken (mittleres und rechtes Bild LUBW, 2006)

6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Arbeit werden Grundablassbauwerke von Hochwasserrückhaltebecken kleiner Einzugsgebiete untersucht. Grundablassbauwerke gelten als „Herzstück“ einer Rückhalteinlage und müssen demnach mit größter Sorgfalt bemessen und gestaltet werden. Unter Berücksichtigung der lokalen und regionalen Randbedingungen welche die Gestaltung und Dimensionierung von Grundablässen beeinflussen, können jene Bautypen gewählt werden, die den Anforderungen bestmöglich entsprechen. Die Bautypenbewertungstabellen inklusive der Fotodokumentation (Bautypenkatalog) geben dem Planer (Anwender) einen Überblick über mögliche Ausführungsvarianten.

Grundablässe werden in Einlaufbauwerk mit Rechenanlage, Drossel- und Verschlussbereich, Durchlass (Transportgerinne) und Auslaufbauwerk unterteilt.

Einlaufbauwerke haben die Aufgabe des Wasserfassens und Zuleitens zum Durchlassgerinne. Hier führen oft hydraulische Toträume (Eckbereiche) zu Turbulenzen und damit unerwünschten Ablagerungen. Werden standortsgerechte Baumaterialien verwendet (Grobsteinschichtung, etc.), kann ein landschaftsschonender Übergang vom Bauwerk zum Gewässer hin, erzielt werden. Neuartige Einlaufbauwerke reichen bis an die Asperrbauwerkskrone (Damm- bzw. Sperrenkrone). Eine groß dimensionierte, geneigte Rechenanlage bietet genügend Anströmfläche um bei Hochwasser ein Verklausen (Verstopfen) der Einlauföffnung zu verhindern. Eine lichtdurchflutete Einlaufstrecke wirkt sich weiters positiv auf die aquatischen Lebensbedingungen aus. Durch Freilassen eines „Schlupfes“ (Rechenstäbe reichen nicht in die Gewässersohle) kann ein wartungsarmer Betrieb, unter Aufrechterhaltung des Feststofftransportes gewährleistet werden. Die Rechenanlage muss auch im Hochwasserfall räumbar sein. Dazu muss ein Räumgerät (Bagger, etc.) von der Dammkrone aus (bei Sperren seitlich des Einlaufbauwerks) den Rechen auch im eingestauten Zustand von Schwemmholz befreien können.

Der Drossel- und Verschlussbereich kann mit einer Steuerung (gesteuerter Grundablass) oder ungesteuert (ungesteuertes Grundablass) ausgeführt sein. Generell sind Drosselquerschnitte so groß wie möglich zu dimensionieren. Kleine Querschnitte schnüren den Gewässerschlauch ein, wirken als Barriere für die longitudinale Durchgängigkeit und sind anfällig auf Verklausung sowie Verlandung. Bei Rückhaltebecken kleiner Einzugsgebiete zeichnen sich ungesteuerte Anlagen durch ihre hohe Be-

triebssicherheit infolge Einfachheit der Anlage sowie geringem Wartungsaufwand aus. Rückhaltebecken sind oft über Jahre nicht im Betrieb, müssen aber im Falle eines Hochwasserereignisses eine betriebssichere Arbeitsweise aufweisen. Gesteuerte Grundablässe sind dann einzusetzen, wenn dadurch nennenswerter Retentionsraum eingespart werden kann. Gesteuerte Schütze ermöglichen große Durchlassöffnungen (Offenstellung in Ruhezeiten) und fahren erst bei Überschreiten des Bemessungsabflusses auf Drosselstellung laut Betriebsplan. Die Längsdurchgängigkeit kann so besser aufrechterhalten bleiben. Eine adaptive Steuerung (ereignisangepasst) in Verbindung mit anderen Becken (Beckensysteme) kann nur durch gesteuerte Becken realisiert werden. Dies ist jedoch bei kleinen Einzugsgebieten mit kurzen Wellenvorlaufzeiten von untergeordneter Bedeutung. Bewegliche Anlagenteile müssen regelmäßig gewartet und überprüft werden, damit im Ernstfall volle Funktionsfähigkeit gegeben ist.

Die Länge des Durchlasses (Transportgerinne) ist bei der offenen Bauweise auf ein Minimum reduziert. Eine Unterbrechung der natürlichen Fließstrecke ist kaum vorhanden. Rohrdurchlässe bei Dammbauwerken können sehr kostengünstig realisiert werden. Die Längsdurchgängigkeit ist jedoch unterbrochen. Der Querschnitt ist so groß zu wählen, dass eine Begehbarkeit aus Sicht der Wartung möglich ist. Lange Rohrdurchlässe mit Querschnitten im Zentimeterbereich sind zu vermeiden. Bei Verstopfung des Durchlasses kann eine Instandsetzung nur mit großem Aufwand durchgeführt werden. Die Durchlasssohle muss gewässertypische Fließverhältnisse, Sohlstruktur und Sohlsubstrat aufweisen. Strukturierende Elemente wie Querriegel, Störsteine und Sohlschwellen ermöglichen das Nachbilden natürlicher Verhältnisse. Es gilt einerseits ein Ausspülen des Sohlsubstrats zu verhindern und andererseits das Aufrechterhalten des Geschiebetriebes zu ermöglichen. Die auftretenden Strömungsvorgänge sind hoch komplex. Modellversuche können zu einer Optimierung von Sohlgestaltungen beitragen. Aus Sicht der hydraulischen Förderfähigkeit ist schießender Abfluss ohne Unterwassereinstau zu gewährleisten. Zur ausreichenden Belüftung des Wasserstrahls ist ein Freispiegelabfluss anzustreben.

Auslaufbauwerke von Grundablässen dienen der gezielten Energieumwandlung des Beckenabflusses unter Druck. Herkömmliche Tosbecken wie sie bei Wehranlagen verwendet werden sind oft nicht zielführend. Sie unterbinden das Längskontinuum eines Gewässers und wirken als Geschiebefallen. Bei kleinen Becken mit geringen Stauhöhen erbringen zu geringe Froude - Zahlen die gewünschte Energieumsetzung

nicht. Energiedissipation entlang eines Raugerinnes ohne Ausbildung einer Endschwelle ist Gegenstand derzeitiger Modellversuche.

Erfahrungen zeigen, dass Bypässe (Notauslässe) zur gezielten Absenkung des Wasserspiegels bei verklausten Grundablässen, eine Notwendigkeit darstellen. Speziell bei Absperrbauwerken in Form von Erddämmen, müssen Einstauzeiten gering gehalten werden, um Sickerwasserströmungen mit fatalen Folgen (Dammbruch infolge hydraulischen Grundbruchs) zu vermeiden. Nur durch Situierung einer zweiten Öffnung in verklausungssicherer Distanz zur Grundablassöffnung ist es möglich, eine rasche Wasserspiegelabsenkung zu gewährleisten. Bei zwei aufeinander folgenden Hochwasserwellen steht nach dem Absenken des Wasserspiegels und dem Entfernen der Verklausung, das Retentionsvolumen für die nachfolgende Welle zur Verfügung.

7 QUELLENVERZEICHNIS

7.1 Literatur

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, FACHABTEILUNG 3A WASSERWIRTSCHAFT (1992): Hochwasserrückhalteanlagen/ Planung, Bau und Betrieb. Steiermark-Information, Band 16

BERGMEISTER, K., SUDA, J., HÜBL, J., RUDOLF-MIKLAU, F. (2008): Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. In: Bergmeister, K., Wörner, J.-D. (Hrsg.), BetonKalender 2008 Bd. 1 II, 89-289; Ernst & Sohn Verlag, Berlin

BERNHART H. H. et. al. (2009): Die Schwingklappe – Ökohydraulisches Durchlassbauwerk für regulierbare Hochwasserrückhalteräume – Planung, Bauweise. Universität Karlsruhe, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung

BMLFUW (2006): Hochwasserrückhalteanlagen – Handbuch für Instandhaltung, Betrieb und Überwachung im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

BMLFUW (2009): FloodRisk II – Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwassermanagement. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

BMLFUW (2010): Österreichischer Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Arbeitskreis Ökologie, Wien

BOLLRICH G. (2000): Technische Hydromechanik Band 1 Grundlagen. Verlag für Bauwesen, Berlin

BROMBACH, H. (2005): Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH: UFT-Produktinformation

CZERNY H (2006): Betriebseinrichtungen. in: Atcold-ÖWAV Sicherheit von kleinen Stau- und Sperrenanlagen. Kurs des ÖWAV und ATCOLD, Hinterstoder

EU-HWRM-RL 2007/60/EG: Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EU-Amtsblatt ABI L 288 S.27-34)

- HALLE M. (1993): Beeinträchtigung von Drift und Gegenstromwanderungen des Makrozoobenthos durch wasserbauliche Anlagen – Studie zur Bewertung technischer Ein- und Ausbauten von Fließgewässern. Umweltbüro Essen im Auftrag des LWA NRW. In LÖBF-Mitteilungen. Heft 3/04, S. 37 – 43
- HABERSACK H. (1997): Raum-zeitliche Variabilitäten im Geschiebehaushalt und dessen Beeinflussung am Beispiel der Drau. Universität für Bodenkultur Wien, Dissertation
- HUFNAGL H. (2001): Hochwasserretention / Flood retention. Wildbach- und Lawinenverbau, Zeitschrift des Vereins der Diplom-Ingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs. 65. Jahrgang, Heft 144
- HÜBL J. (2006): Studienunterlagen Wildbachverbauung. Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)
- HÜTTE M. (2000): Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung. Parey Buchverlag, Berlin. In LÖBF-Mitteilungen. Heft 3/04, S. 37 – 43
- JUNGWIRTH M., HAIDVOGL G., MOOG O., MUHAR S., SCHMUTZ S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas Universitätsverlag, Wien, 547 S.
- KNAUSS J. (1987): Swirling Flow Problems at Intakes. IAHR-Hydraulic Structures Design Manual1. A.A. Balkema, Rotterdam
- KRAINER R. (2003): Möglichkeiten und Grenzen des Hochwasserschutzes – Risikoabschätzung und Bewertung am Beispiel von Hochwasserrückhaltebecken. Technische Universität Graz, Dissertation
- LANGE G., LECHNER K. (1993): Gewässerregelung Gewässerpflege / Naturnaher Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 343 S.
- LEYS E. (1973): Das Geschiebe und das Wildholz als Bemessungswert für die Öffnungsweite bei den Entleerungsbauwerken in der Wildbachverbauung. Mitteilungen der forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, Heft 102, 317 - 333
- LOISKANDL W. (2005): Hydraulik und Hydromechanik. Vorlesungsunterlagen des Institutes für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)

- LUBW (2007): Arbeitshilfe Din 19700 für Hochwasserrückhaltebecken, Baden-Württemberg
- LUBW (2006): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern, Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren. Leitfaden 3, Baden-Württemberg
- MICHEL F. (2004): Kleine Rückhaltebecken – Hydraulische Berechnung. Nürnberger Wasserwirtschaftstag 24.6.2004, Seminar 2 Hochwasserrückhalt in kleinen Einzugsgebieten, Lfw
- MUTH W. (2001): Hochwasserrückhaltebecken / Planung, Bau und Betrieb, expert verlag
- MÜLLER D. (1990): Hochwasserrückhaltebecken in der Schweiz – Eine Übersicht unter besonderer Berücksichtigung der Auslassbauwerke. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Zürich
- NACHTNEBEL H.P., (2008): Konstruktiver Wasserbau und Flußgebietsmanagement – Studienblätter. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau. Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)
- ÖSTERREICHISCHE STAUBECKENKOMMISSION (1996): Erdbebenberechnung von Talsperren Band 3, BMLFUW
- PARDÉ, M. (1933): Fleuves et Rivières. - Armand Colin, Paris
- PATT H. (2001): Hochwasser-Handbuch / Auswirkungen und Schutz. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 593 S.
- PREISLER, BOLLRICH (1989): Technische Hydromechanik Band 1, 3. Auflage Verlag für Bauwesen
- RÖCK S., KONOLD W. (Hrsg.) (2007): Durchgängigkeit von Hochwasserrückhaltebecken. Tagungsband, Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Culterra 50
- RÖSSERT R: (1999): Hydraulik im Wasserbau. 10. Auflage, Oldenbourg Verlag München Wien, 184 S.
- SCHWEVERS U. et.al (2004): Zur Passierbarkeit von Durchlässen für Fische. In: LÖBF-Mitteilungen. Heft 3/04, S. 37 – 43

- SKOLAUT C. (1998): Steuerung von Hochwasserrückhaltebecken – Erfahrungen in der Wildbach- und Lawinenverbauung. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien
- VISCHER D. (1986): Schweizerische Flusskorrekturen im 18. und 19. Jahrhundert. VAW Mitt. Nr. 84
- VISCHER D., HAGER W.H. (1992): Hochwasserrückhaltebecken. Verlag der Fachvereine an den schweizerischen Hochschulen und Techniken AG, Zürich
- VISCHER D., HUBER A. (2002): Wasserbau-Hydrologische Grundlagen, Elemente des Wasserbaus, Nutz- und Schutzbauten an Binnengewässern. 6. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- VORDERMEIER T. & BOHL E. (2000): Fischgerechte Ausgestaltung von Quer – und Längsbauwerken in kleinen Fließgewässern. Schr. R. Landesfischerreiverband Bayern 2 (Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung). In LÖBF-Mitteilungen. Heft 3/04, S. 37 – 43
- WIEPRECHT S., HARTMANN S. (2009): Wasserwirtschaft im Blickpunkt – Chance und Herausforderung. Landesverbandstagung Bayern und DWA Bundestagung (27.- 28.10. 2009). In Präsentationsunterlagen zu - Physikalische Modellversuche zur Energieumwandlung bei kleinen Hochwasserrückhaltebecken

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: HRB Niederösterreich, Kompetenz BWV	5
Tabelle 2: Einteilung von Hochwasserrückhaltebecken nach der Beckengröße (vgl. Stmk. Landesregierung, 1992)	6
Tabelle 3: Abflussbeiwerte μ für scharfkantige Rechteckseitenöffnungen	31
Tabelle 4: Randbedingung - Einzugsgebiet	86
Tabelle 5: Randbedingung - Gewässer	89
Tabelle 6: Randbedingung - gesetzliche Vorgaben	91
Tabelle 7: Randbedingung - sonstige Planung, Landschaftsbild	93
Tabelle 8: Randbedingung - Beckencharakter	95
Tabelle 9: Randbedingung - Gefährdungspotenzial, Bau und Instandhaltung	96
Tabelle 10: Typ - Einlaufbauwerk	103
Tabelle 11: Bauweise - Einlaufbauwerk	105
Tabelle 12: Sohlgestaltung - Einlaufbauwerk	106

Tabelle 13: Absetzbecken - Einlaufbauwerk.....	108
Tabelle 14: Bauwerkshöhe - Einlaufbauwerk	108
Tabelle 15: Typ - Rechen	109
Tabelle 16: Lagerung der Querträger - Rechen.....	110
Tabelle 17: Höhe - Rechen.....	112
Tabelle 18: Räumung, Wartung und Instandhaltung - Rechen.....	113
Tabelle 19: Verbindungsart - Rechen.....	114
Tabelle 20: Führung bis Gewässersohle - Rechen.....	115
Tabelle 21: Unveränderbarer Drosselquerschnitt - ungesteuerter Grundablass.....	116
Tabelle 22: Verschluss manuell veränderbar - ungesteuerter Grundablass.....	117
Tabelle 23: Verschluss maschinell veränderbar - ungesteuerter Grundablass.....	118
Tabelle 24: Steuerungsstrategie - gesteuerter Grundablass	119
Tabelle 25: Verschluss automatisch gesteuert - gesteuerter Grundablass	119
Tabelle 26: Regelorgan mit Antrieb - gesteuerter Grundablass.....	120
Tabelle 27: Verschlussanordnung	121
Tabelle 28: Lage des Grundablasses zur Hochwasserentlastung.....	122
Tabelle 29: Bauweise - Bypass	123
Tabelle 30: Situierung - Bypass.....	124
Tabelle 31: Verschlussanordnung - Bypass	125
Tabelle 32: Verschlusstyp - Bypass	126
Tabelle 33: Querschnittsform - Durchlass	128
Tabelle 34: unstrukturierte Sohlgestaltung – Durchlass	130
Tabelle 35: strukturierte Sohlgestaltung - Durchlass	131
Tabelle 36: Material - Durchlass.....	132
Tabelle 37: Tosbeckentyp - Auslaufbauwerk.....	133
Tabelle 38: Situierung - Auslaufbauwerk.....	135
Tabelle 39: HRB Niederösterreich, Kompetenz WLV	153
Tabelle 40: HRB Burgenland, Kompetenz BWV.....	153
Tabelle 41: HRB Burgenland, Kompetenz WLV	154
Tabelle 42: HRB Steiermark, Kompetenz BWV.....	154
Tabelle 43: HRB Steiermark, Kompetenz WLV	155
Tabelle 44: HRB Salzburg, Kompetenz WLV	155
Tabelle 45: HRB Oberösterreich, Kompetenz BWV	156
Tabelle 46: HRB Kärnten, Kompetenz BWV	157

Tabelle 47: HRB Kärnten, Kompetenz WLW	157
--	-----

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodik bei der Entstehung des Arbeitsbehelfs	3
Abbildung 2: Übersichtskarte - Hochwasserrückhaltebecken (HRB)	4
Abbildung 3: Beckenraum und Stauhöhen (Lange/Lechner, 1993, S. 223)	6
Abbildung 4: Systemskizze, HRB im Hauptschluss (Bernhart et al., 2009)	7
Abbildung 5: Systemskizze, HRB im Nebenschluss (Bernhart et al., 2009)	8
Abbildung 6: Bestandteile eines HRB	9
Abbildung 7: HRB Wartmannstetten – Schnitt durch den Grundablass (Perzplan, 2008)	11
Abbildung 8: links: Abstandshalter, rechts: gedrosselter Querschnitt mittels Stahlblende	13
Abbildung 9: links: Schieber, rechts: Drosselklappe (Preißler - Bollrich, 1985)	14
Abbildung 10: wasserseitige Verschlussanordnung	15
Abbildung 11: mittige Verschlussanordnung (mit Bedienungsschacht)	15
Abbildung 12: Verschlussanordnung luftseitig (Perzplan, 2008)	16
Abbildung 13: a) begehrbar mit Niederwasserrinne, b) kombiniert mit Fischpass (Vischer und Hager, 1992)	17
Abbildung 14: Grundriss des Betriebsorgans, Transportgerinne mit Querriegeln (Vischer und Hager, 1992) 1 Einlaufbauwerk, 2 HW – Entlastung, 3 Transportgerinne	17
Abbildung 15: Tosbecken mit Aufweitung (Michel, 2004)	19
Abbildung 16: links: Tosbecken mit Einbauten (Bremshöcker), rechts: Tosbecken mit Wasserbausteinen gesichert	19
Abbildung 17: links: Modellversuch Einbausituation, Mitte: Energieumwandlung an Störsteinen, rechts: aktuelles HRB (Wieprecht und Hartmann, 2009)	20
Abbildung 18: links: Rohrverformung im Übergangsbereich Betonwand – Kiesbettung, rechts: beschädigtes Durchlassrohr	21
Abbildung 19: Fundament Grundablassbauwerk	21
Abbildung 20: links: Beispiele von Schikanen, Kragen (Muth, 2001), rechts: Anzug der Seitenwände (rote Linie)	23
Abbildung 21: Beispiele für Dichtungsanschlüsse (Muth, 2001)	23
Abbildung 22: Grundablässe bei Trockenbecken	24
Abbildung 23: Mönchartiges Bauwerk (Vischer und Hager, 1992)	25

Abbildung 24:HRB Gabriachbach: Schnitt durch den Grundablass – Hochwasserentlastung.....	26
Abbildung 25: Auslaufseite, Übergang von Freispiegelabfluss (links) zu Druckabfluss (rechts) durch Öffnen des Schützes bei HW-Ereignis (Ktn. Landesregierung, Uabt. Klagenfurt)	27
Abbildung 26: Abflusszustände bei Durchlässen (Vischer und Hager).....	28
Abbildung 27: Freier Ausfluss aus Seitenöffnung (Loiskandl, 2005)	31
Abbildung 28: freier Ausfluss unter Schützen.....	32
Abbildung 29: Eintrittsverluste bei offenen Gerinnen (Rössert, 1999).....	33
Abbildung 30: Formbeiwerte für Rechenstäbe (Patt, 2001).....	34
Abbildung 31: Verluste ζ_l Aufgrund plötzlicher Erweiterung (Rössert, 1999)	34
Abbildung 32: links: Materialabrieb des Durchlass- und Auslaufbauwerkes (Hydroabrasion), rechts: mit Granitstein gepanzerter Durchlass.....	36
Abbildung 33:Durchlassrohr aus Stahl (links), Kunststoff (rechts).....	37
Abbildung 34: links: Einlaufbereich mit GSS in Beton, rechts HW-Entlastung mit GSS in Beton gesichert (Auslaufseite)	38
Abbildung 35: Steuerungssystematik	39
Abbildung 36: links: Grundablassquerschnitt, rechts: Tauchwand	41
Abbildung 37: links: Drosselblende, mitte: Dammbalken, rechts: Schütz	41
Abbildung 38: Steuerung der Abgaben aus dem Hochwasserrückhaltebecken (Muth, 2001).....	43
Abbildung 39: Zufluss und Abflussganglinien des Bemessungshochwassers für a) ungesteuertes Becken und b) auf konstanten Abfluss gesteuertes Becken (Vischer und Hager, 1992, S.126).....	44
Abbildung 40: Adaptive Steuerung, Schema zur Prognose des Zuflusses Q_z und zur Steuerung des Abflusses Q_a (Vischer und Hager, 1992).....	45
Abbildung 41: Beckensystem Teichstätt, 3 Becken erfassen 2 Einzugsgebiete (Schwemmbach, Hamerbach).....	46
Abbildung 42: Prinzipskizze für a) schwimmergesteuerten Schieber, b) mit Schlauchdrossel, c) mit schwimmergesteuerter Auslasshöhe (Vischer und Hager, 1992).....	48
Abbildung 43: Hydroslide-Abflussregler links: Skizze (Fa. Steinhardt, 2008)	49
Abbildung 44: Fallklappen	50
Abbildung 45: Funktionsprinzip der Schwingklappe (Röck, Konold, 2007).....	51

Abbildung 46: Funktionsprinzip einer Wirbeldrossel (Brombach, 2005)	53
Abbildung 47: links: Modellversuch Schwingklappe unter Einfluss von Geschiebetrieb (Bernhart et. al., 2009), rechts: Wirbeldrossel mit einer Einlauföffnung	54
Abbildung 48: links: zwei Einlauföffnungen für, rechts: Wirbeldrossel (OÖ Landesregierung, Gewässerbezirk Braunau).....	54
Abbildung 49: Prinzipskizze, links: Wehrklappe, rechts: Segmentverschluss (Vischer und Huber, 2002)	55
Abbildung 50: Verschlusstyp - Schütz	55
Abbildung 51: links: Verschlammungsgefahr der Drucksonde im Einlaufbauwerk, rechts: hoch angeordnete Huborgane	56
Abbildung 52: Vorwarnsystem (BMLFUW, 2006)	58
Abbildung 53: links: luftseitiger Schieber (getrennte Auslässe), Mitte: Dammbalken mit Schieberschacht, rechts: in verklausungssicherer Distanz befindlicher Bypass (Seilzug-Fallklappen-System)	60
Abbildung 54: Anordnung des Bypasses bei Dämmen als Absperrbauwerk (Stmk. Landesregierung, 1992)	62
Abbildung 55: Grundablass als gut belichtetes Brückenbauwerk	64
Abbildung 56: links: unstrukturierte Sohle, rechts: strukturierte Sohle mittels Querriegeln, Ökogitter - Baustahlmatte um Ausspülen von Sohlsubstrat zu vermeiden	65
Abbildung 57: Unterbindung der Längsdurchgängigkeit durch Sohlstufen	68
Abbildung 58: Grundablass - Offene Bauweise	69
Abbildung 59: Teiloffene Bauweise, Einlaufseite (links), Auslaufseite (rechts).....	70
Abbildung 60: Plan - Grundablass, Sohle mit alternierenden Querriegeln (Perzplan, 2008).....	70
Abbildung 61: Ökogerinne und Betriebsauslass (LUBW, 2006)	71
Abbildung 62: links: Absperrbauwerk mit Streichwehr eines HRB im Nebenschluss um natürlichen Geschiebetrieb aufrecht zu erhalten, rechts: Ausschotterungsbecken vor Grundablass.....	75
Abbildung 63: links: Anlandungen im Einlaufbereich durch fehlendes Gerinneprofil (Aufweitung), rechts: Gerinneprofilvorgabe durch Grobsteinschlichtung.....	77
Abbildung 64: links: Ablagerungen in Toträumen neben Durchlassöffnung, rechts Niederwasserrinne	77

Abbildung 65: links: Sedimentation aufgrund Rechenführung bis Gewässersohle, rechts: keine Anlandung - Rechen nicht bis zur Sohle geführt.....	77
Abbildung 66: links: Verklauster Grundablass nach HW, rechts: Totholz als Strukturelement.....	78
Abbildung 67: links: massiver Stahlrechen (Wildbacheinzugsgebiet), rechts: Einlaufrechen ist nicht erforderlich (Weinbaugebiet).....	79
Abbildung 68: Rostformen und Statisches System (Bergmeister et.al., 2008)	81
Abbildung 69: Gebrochener Rechen - Aufgleiten und Ablegen des Schwemholzes ..	81
Abbildung 70: links: kleine Rechenfläche, rechts: große Rechenfläche bis zur Dammkrone	82
Abbildung 71: Rechen an der Stauwurzel	83
Abbildung 72: vorgelagerter Pfahlrechen	84
Abbildung 73: Rechenzufahrt (links: Sperre, rechts: Damm).....	84
Abbildung 74: Zoneneinteilung für das MCE (österreichische Staubeckenkommission, 1996).....	88
Abbildung 75: links: Stiege für Wartungszwecke, rechts: Einstiegsleiter mit Sicherheitskorb	98
Abbildung 76: links: Geländer in Entfernung zu Rechen, rechts: Verklauster Grundablass nach Hochwasserereignis (Geländer direkt am Einlaufbauwerk).....	98
Abbildung 77: Grundablass Bautypenkatalog - Einlaufbauwerk	99
Abbildung 78: Grundablass Bautypenkatalog - Rechen	100
Abbildung 79: Grundablass Bautypenkatalog – Steuerung- und Verschlussbereich...	101
Abbildung 80: Grundablass Bautypenkatalog - Durchlass, Auslaufbauwerk	102
Abbildung 81: links: Mönch, rechts: Rechteckeinlaufbauwerk	104
Abbildung 82: links: Trapezeinlauf, rechts: Kombination Rechteck- Trapezeinlauf	104
Abbildung 83: links: Betonwände, Mitte: Betongrobsteinschlichtung (Bauzustand) rechts: Steinschlichtung (rechtes Bild: LUBW, 2006).....	105
Abbildung 84: links: GSS Sohle mit natürlichem Sohlsubstrat, Mitte: Betonsohle (glatt), rechts: strukturierte Einlaufsohle	107
Abbildung 85: Absetzbecken – Einlaufbauwerk auf erhöhtem Niveau	107
Abbildung 86: links: Einlaufbauwerk mit Schrägrechen in Elementbauweise (ein Rechenelement abgehoben) bis auf Dammhöhe, rechts: kleines Einlaufbauwerk (bis auf Durchlasshöhe).....	108

Abbildung 87: links: Vertikalrechen mit ziehbaren Stäben, rechts: dreidimensionaler Rechen.....	111
Abbildung 88: links: gebrochener Rechen auf I-Trägern(Holz schwimmt auf), rechts: 1. Rechenabschnitt zu steil (kein Aufschwimmen des Wildholzes)	111
Abbildung 89: links: Gebrochener Rechen auf Verbundträger, Mitte: Rechenkorb, rechts: Schrägrechen aus Gitterrostelementen (kein Geländer nötig).....	111
Abbildung 90: links: Rechendetail (gebrochener Rechen in Elementbauweise), Mitte: abhebbare Rechenteile, rechts: entfernbare Rechenelement für Räumzwecke mittels Kleinbagger	113
Abbildung 91: links: eingehängtes Rechenelement, Mitte verschraubt, rechts geklemmte Rechenstäbe	114
Abbildung 92: links: Rechen bis Sohle, rechts: Rechen reicht nicht bis Sohle	115
Abbildung 93: Drosselung links: Grundablassquerschnitt (luftseitig), Mitte: Blende (angeschraubt), rechts: Tauchwand.....	116
Abbildung 94: Verschlusstyp: links: Drosselblende (ziehbar), Mitte: Dammbalken, rechts: Gleitschütz manuell verstellbar.....	117
Abbildung 95: maschinell verstellbarer Gleitschütz von sicherem Standplatz aus	118
Abbildung 96: links: Kombinationsbauwerk, Mitte: HW-Entlastung über Grundablass situiert (Geländer im Überströmbereich), rechts: HW-Entlastung neben Grundablass situiert	123
Abbildung 97: Bypass Situierung, links: Höhe Dammkrone (HW-Entlastung), Mitte: Bypass im Schwemmholz-Akkumulationsbereich des Grundablasses, rechts: innerhalb des Grundablasseinlaufes.....	124
Abbildung 98: links: luftseitig regelbarer, getrennt angeordneter Bypass, rechts: in verklausungssicherer Distanz angebrachter Bypass.....	126
Abbildung 99: links und Mitte: Bypass aus Dammbalken mit Schieberschacht, rechts: Fallklappen (Seilzug).....	127
Abbildung 100: links Rechteckprofil mit strukturierter Sohle, rechts: Kreisprofil unstrukturiert.....	129
Abbildung 101: links Maulprofil, rechts: Anschluss Einlaufbauwerk-Kreisdurchlass mit Toträumen.....	129
Abbildung 102: links: alternierende Rasengittersteine mit „Ökogitter“(Baustahlmatte) im Bauzustand, rechts: Granitplatten in Beton.....	131
Abbildung 103: links: Stahlspiral-Durchlass, rechts: Kunststoffrohr - Durchlass.....	132

Abbildung 104: links: Bremshöcker, rechts: Tosbecken mit ständigem Wasser	135
Abbildung 105: Tosbecken von Sperrenbauwerken: mit Endschwelle und NW-Rinne, rechts: mit ständigem Wasser (Wasserpolder für Entlastungssektion).....	135
Abbildung 106: links: ökologisch verträgliches Tosbecken ohne ständigem Wasser, Mitte: Störsteine zur Energieumwandlung im Betriebsauslass, rechts: Tosbecken des Betriebsauslasses, Ökogerinne ohne Tosbecken (mittleres und rechtes Bild LUBW, 2006).....	136
Abbildung 107: Bautypenkatalog	151
Abbildung 108: Bautypenkatalog	152
Figure 1: Principle of flood retention (dampening and delaying of the peak discharge)	158
Figure 2: Constructural elements of flood retention basins	159
Figure 3: longitudinal section of a bottom outlet	160
Figure 4: material of intake structures left: concrete, middle: block reinforcement, right: gabioni	161
Figure 5: left: blockage of bottom outlet, middle: screen out of removable elements, right: angular screen	162
Figure 6: left: bars not reaching the river bed, right: woody debris - habitat for aquatic	162
Figure 7: location of the control section - left: at the inlet, right: at the outlet.....	163
Figure 8: location of the control section - in the middle of the bottom outlet.....	163
Figure 9: Classification of the control section of bottom outlets.....	164
Figure 10: interruption of the continuous water flow, barrier for fish migration, left: unstructured bed of a culvert, middle: large drop heights, right: long, dark section with a small cross-sectional area.....	165
Figure 11: ecological orientated bottom outlet, left: structured bed of a culvert, right: (short culvert with a large cross-sectional area).....	166
Figure 12: left: absorption basin - bed load sedimentation, middle and right: energy dissipation along a rough bed in the culvert	167

8 ANHANG

8.1 Bautypenkatalog - Gliederung (Typisierung)

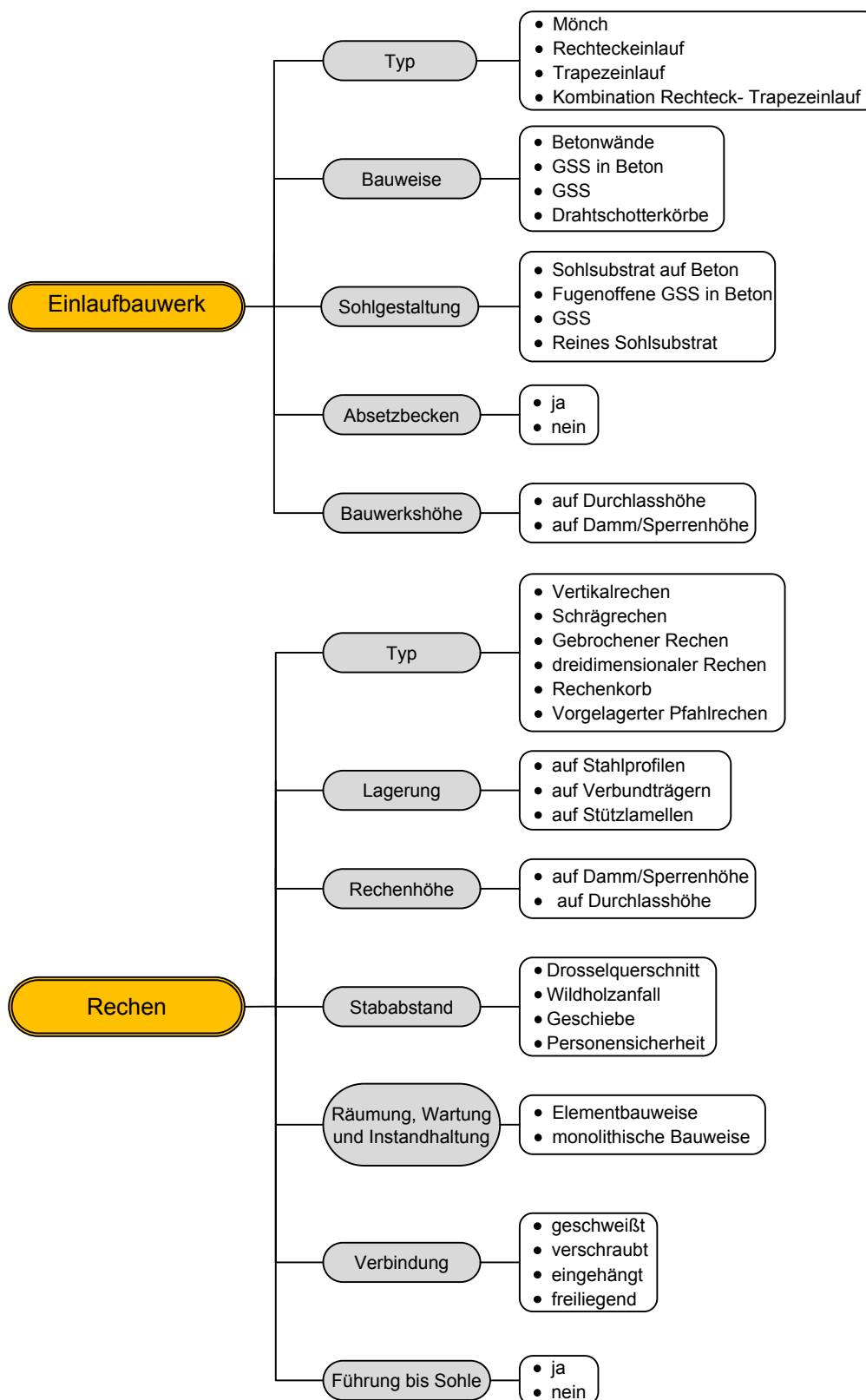


Abbildung 107: Bautypenkatalog

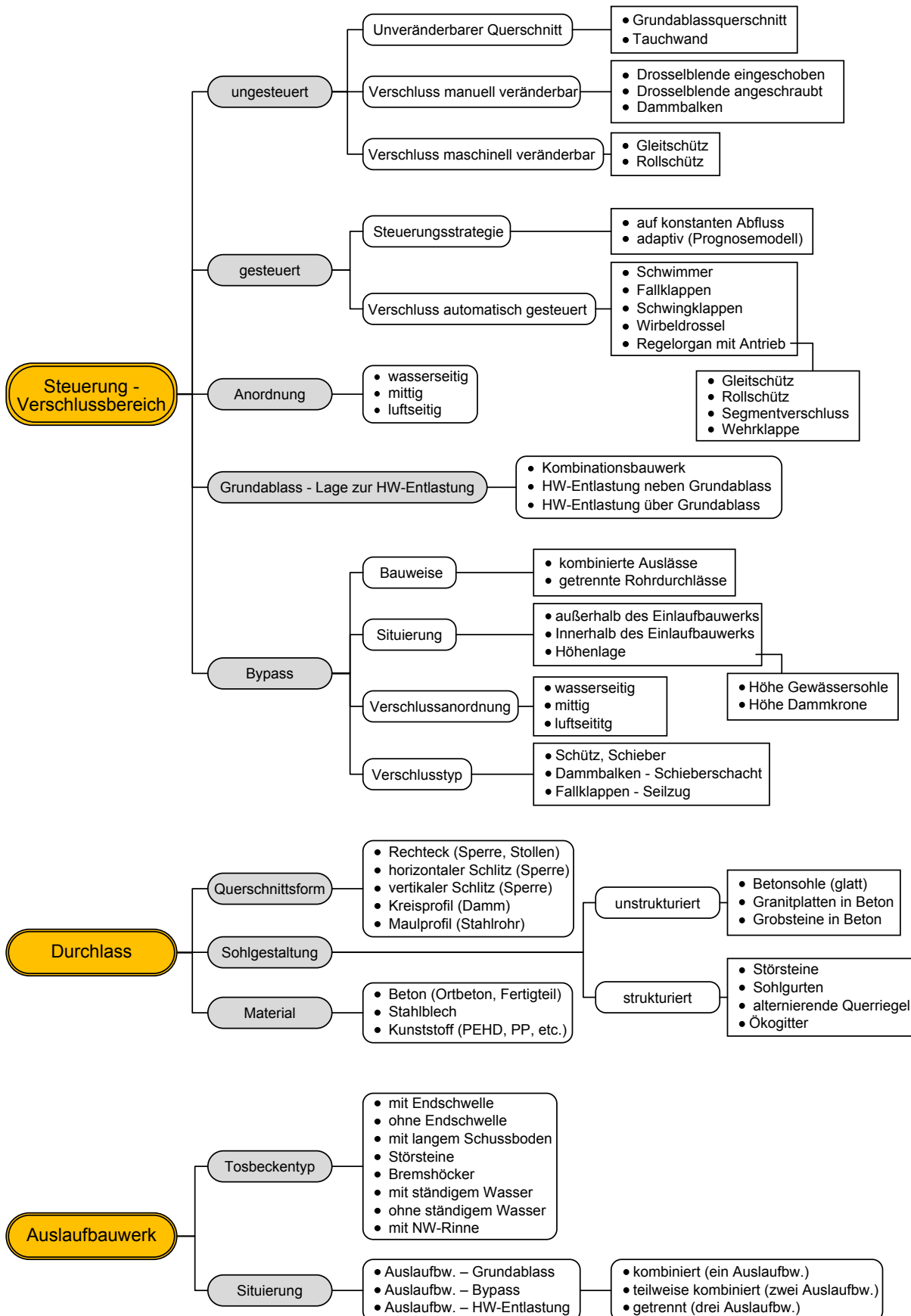


Abbildung 108: Bautypenkatalog

8.2 Datenerhebung – untersuchte Hochwasserrückhalteanlagen

Tabelle 39: HRB Niederösterreich, Kompetenz WLV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Ponnholzbach (2 Becken)	-	11,7	9,9	je 17.000	Damm	ungesteuert	vorgelagerter Unholzrechen
Lengbachl	3,1	17,4	9,5	27.000	Damm	ungesteuert	-
Hornungbach	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	Bypass mit Seilzug
Klingfurtherbach	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	Rechen Elementbauweise

Tabelle 40: HRB Burgenland, Kompetenz BWV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Eisbach	21	33,5	17	140.000	Damm	ungesteuert	kein Rechen
Gloriettbach	0,15	2,9	0,3	4250	Damm	ungesteuert	Drosselblende
Stob	53	103	63	400.000	Damm	ungesteuert	Nebenschluss
Driftgraben	1,72	13	2	58.000	Damm	ungesteuert	Absetzbecken
Neckenmarkt - Goldbach	10	25	10	89.000	Damm	ungesteuert	Nebenschluss
Neckenmarkt - Edelfeld	0,97	5,9	0,7	840, 4700, 6200	Damm	ungesteuert	-
Raiding	30	36	30	37.000	Damm	ungesteuert	Nebenschluss, Grundsee
Langeck	26,1	43	10,4	430.000	Damm	ungesteuert	Bauzustand
Lockenhaus West	197	102	90	200.000	Damm	ungesteuert	Nebenschluss

Tabelle 41: HRB Burgenland, Kompetenz WLV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Panzerbach	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	-
Steinbachgraben	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	gering dimens. Einlaufbw.
Feuerwehrrunse	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	-
Willersbach	-	-	-	-	Sperre	ungesteuert	hydraul. günstiges Einlaufbw.

Tabelle 42: HRB Steiermark, Kompetenz BWV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Fröschnitzbach I	36,3	83	42,4	440.000	Damm	ungesteuert	durchgängiges Auslaufbw.
Fröschnitzbach II	65,8	82,5	69,9	190.410	Damm	ungesteuert	Bautyp wie oben
Fressnitzbach	43,5	90	32	360.000	Damm	gesteuert	3 D - Rechen, Schütz
Greinbach	-	45	10	224.000	Damm	gesteuert	Schwimmersystem
Doblbach	13,3	40	5	249.400	Damm	gesteuert	luftseitige Steuerung, Schütz
Gabriachbach	-	-	1,9	126.000	Damm	gesteuert	Schwimmersystem
Deuchendorferbach	9,1	30	17	41.800	Damm	ungesteuert	-
Sauhaltbach	0,8	8	1	14.000	Damm	gesteuert	Schwimmersystem
Höllgrabenbach	1,9	20	4	87.500	Damm	ungesteuert	-

Tabelle 43: HRB Steiermark, Kompetenz WLV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Gamsbach	-	90	32	-	Sperre	gesteuert	tief liegende Drucksonde
Mittergrabenbach	1,63	14	8,2	44.000	Sperre	gesteuert	Schwimmersystem
Eisbachgraben	1	11,5	-	26.500	Sperre	ungesteuert	-

Tabelle 44: HRB Salzburg, Kompetenz WLV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Fischbach	10	45	30	85.000	Sperre	ungesteuert	Schwingklappen werden entfernt
Wasenmoos	-	40	15	190.000	Sperre	gesteuert	Fallklappen
Schwarzaubach	-	-	-	150.000	Sperre	gesteuert	Fallklappen
Ellmauerbach	-	-	-	45.000	Sperre	gesteuert	Fallklappen
Engerbach	5-6	-	-	40.000	Sperre	ungesteuert	Vertikalrechen, Verklausung
Haubenödbach	<1	-	-	12.000	Sperre	ungesteuert	Rechenräumzufahrt
Matzingergraben	-	-	-	20.000	Sperre	ungesteuert	Verlandung im Rückhalteraum

Tabelle 45: HRB Oberösterreich, Kompetenz BWV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Sonnleiten	13,9	15,4	1,6	440.000	Damm	gesteuert	Wirbeldrossel
Wötzlingen	-	10	2	204.000	Damm	ungesteuert	Durchlasssohle, „Ökogitter“
Grubmühlbach	-	33	12,5	280.000	Damm	ungesteuert	Bautyp wie oben
Migelsbach	-	-	-	35.000	Damm	ungesteuert	Rohrdurchlass, Verlandung
Teichstätt, Ost, West	-	-	-	690.000, 700.000	Damm	gesteuert	Beckensystem
Lengau	-	-	-	1.000.000	Versickerungs- becken	gesteuert	Beckensystem
Schneegattern I-III	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	Rechenkorb
Englhamerbach	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	-
Kehlbach	0,3	4,8	1,2	160	Damm	ungesteuert	Kombinationsbauwerk
Winkelbach	0,12	0,55	-	163	Damm	ungesteuert	Fertigteiligitter - Rechen
Grillenbach II	1,15	9		13.000	Damm	ungesteuert	Bauzustand
Redlbach	2	HQ ₃₀ =6,9	1,24	6.000	Damm	ungesteuert	Mönch, Grundsee, Nebenschl.
Mayerhausbach	-	-	-	6.300	Damm	ungesteuert	gering dimens. Einlaufbw.
Stillbach	24,3	38	7	890.000	Damm	gesteuert	gesteuerter Schütz
Altmannsdorf	-	-	-	720.000	Kombinationsbw.	ungesteuert	Badesee, Grundsee
Lambrecht I, II	-	-	-	-	Damm	ungesteuert	Grundsee
Leithen - Trattnach	20	60	5	550.000	Damm	ungesteuert	Badesee
Höft – Aubach; Innbach	4,3; 5,5	18; 20	0,5; 0,5	202.000; 270.000	Damm	gesteuert	Wirbeldrossel

Tabelle 46: HRB Kärnten, Kompetenz BWV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Mühlbach	21,5	40	14	45.000	Damm	ungesteuert	vorgelagerter Pfahlrechen
Kokrabach	22	40	14,5	280.000	Damm	ungesteuert	Bautyp wie oben
Seidlhof	200,5	80,3	34	3.530.000	Damm	gesteuert	gesteuerter Schütz
Seigbichl	-	25	8	422.000	Damm	ungesteuert	-
Rotschitzen	13	12,2	2,4	250.000	Damm	ungesteuert	Mönch, Grundsee
Granitzbach	47,23	60	20	257.000	Straßendamm	ungesteuert	Kombinationsbauwerk

Tabelle 47: HRB Kärnten, Kompetenz WLV

<i>HRB - Bezeichnung</i>	<i>EZ –Größe [km²]</i>	<i>HQ₁₀₀ [m³]</i>	<i>HQ_{ret} [m³]</i>	<i>Nutzzinhalt [m³]</i>	<i>Absperrbauwerk</i>	<i>Steuerung</i>	<i>Sonstiges</i>
Zitterbach	0,9	11	2	9.900	Sperre	ungesteuert	Rechen, Elementbauweise
Tschierwegerbach	1,5	HQ150 =17	3	37.750	Damm	ungesteuert	Einlaufbw. Betonsohle, Spiral- rohrdurchlass
Obermühlbach	-	-	-	-	Sperre	ungesteuert	luftseitiger Schütz

9 ENGLISH SUMMARY

9.1 Introduction

Flood retention is one main objective in Austrian water management. Heavy precipitation leads to great peak discharges in a channel network. Often discharge capacities of rivers are exceeded and flooding takes place. Figure 1 illuminates the principle of flood retention. The continuous line shows the hydrograph of the inflowing wave. The dotted line shows the damped and delayed hydrograph of the outflow. During an event a great water part is stored (left striped area) in the retention basin and flooding can be prevented. The peak discharge is controlled by the bottom outlet.

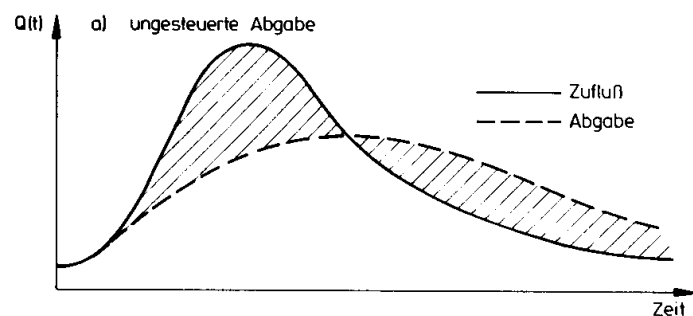


Figure 1: Principle of flood retention (dampening and delaying of the peak discharge)

The aim of the present work is to give guidelines for designing and planning bottom outlets of flood retention basins. They have to fulfill hydraulic and ecological issues as well.

9.2 Basic definitions

9.2.1 Classification of flood retention basins

9.2.1.1 Size

Retention basins can be roughly classified due to their retention volume and their impounding head. This classification leads to small, medium and large basins, as it is shown in Table 1.

The present work mainly deals with small and medium sized flood retention basins.

Table 1: Classification of flood retention basins (cf. Stmk. Landesregierung, 1992)

	<i>Retention volume [m³]</i>	<i>Impounding head [m]</i>
<i>Small basins</i>	0 – 100.000	0 – 5
<i>Medium basins</i>	100.000 – 500.000	5 – 15
<i>Large basins</i>	> 500.000	> 15

9.2.2 Structural elements of flood retention basins

Flood retention basins mainly consist:

- dam
- basin
- bottom outlet (operating outlet)
- spillway
- access roads
- bypass (emergency outlet)
- operational equipment

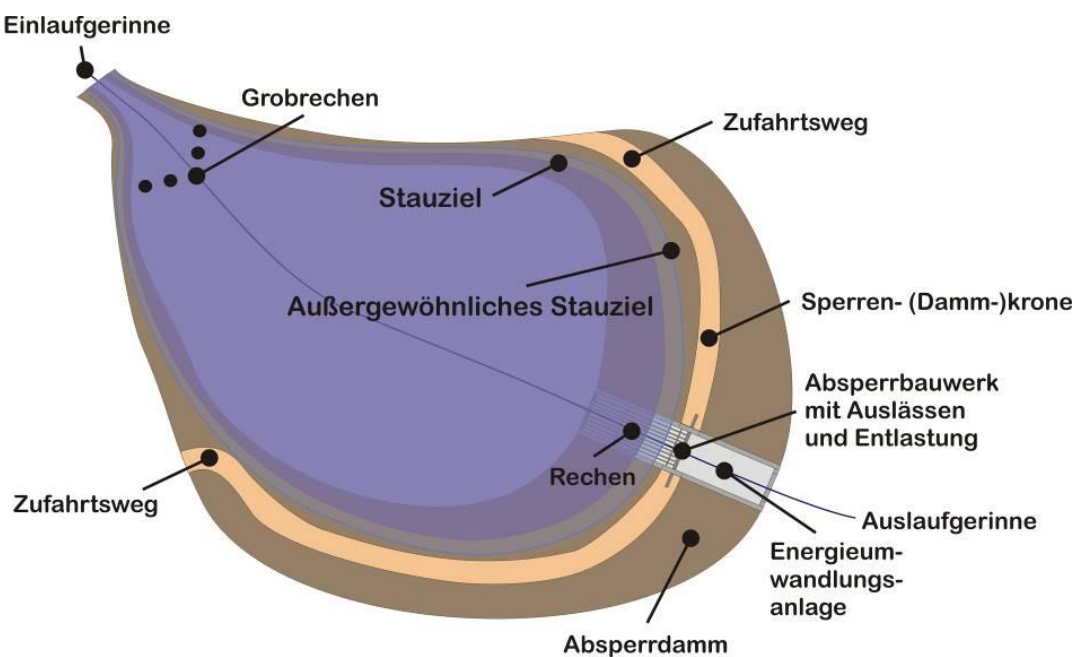


Figure 2: Constructural elements of flood retention basins

9.3 Structural design and planning of bottom outlets

The main task of a bottom outlet is to control the flood discharge by limiting the outflow to the so called design discharge. The design discharge is defined by the dis-

charge capacity of the downstream reach. So for a given design discharge, the dimension of the outlet can be derived.

To keep up the characteristics of a natural watercourse, the passage of organism and bed load must be maintained. Bottom outlets should provide a continuous flow through the dam in times of normal discharge. Fish and benthos organism need to pass that structure to reach their habitats upstream or downstream.

9.3.1 Structural elements of bottom outlets

A bottom outlet contains (Figure 3):

- Intake structure
 - Screen
 - control section
 - culvert
 - outlet structure (absorbtion basin)
- (cf. Vischer und Hager, 1992)

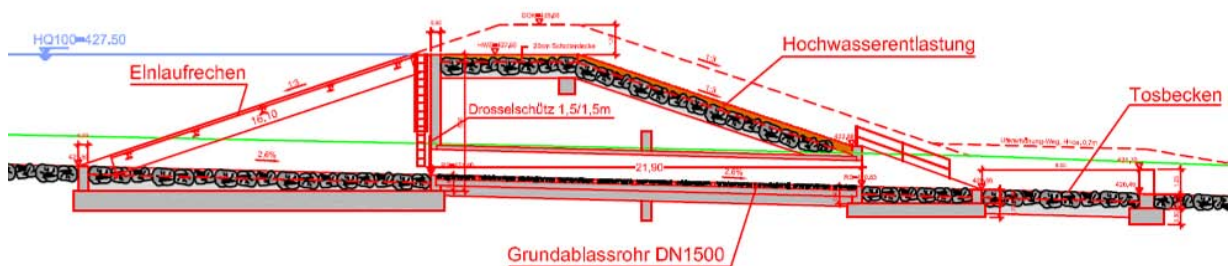


Figure 3: longitudinal section of a bottom outlet

9.3.1.1 Intake Structure

The main function of an intake structure is to collect water and to lead it over to the culvert. To reduce hydraulic losses (entry losses), square-edged inlets should be avoided. Moreover rectangular corners should be prevented, to avoid vortices that lead to sedimentation of transported bed material. In terms of ecology the inlet bed should be structured and rough enough to provide nature-orientated flow velocities. A high variability of flow velocities and water depths should be achieved.

Materials like concrete, block reinforcements in a concrete bed and gabions are used. Intake structures out of concrete (Figure 4, left) are used for great construction heights because of their high static resistance. A more ecological alternative by using

block reinforcements is shown in Figure 4, middle. A great advantage of gabioni (Figure 4, right) is their flexibility so that a certain settling is tolerated. Costs can be saved by reducing the foundation.



Figure 4: material of intake structures left: concrete, middle: block reinforcement, right: gabioni

9.3.1.2 Screen

Screening plants are needed to avoid blockage in bottom outlets. Bed load, woody debris and floating debris are transported during a flood event. Especially if the catchment area is mainly covered with forest, a great amount of wood can be transported (Figure 5, left) that leads to a complete blockage.

When designing screens some criteria have to be taken into consideration:

- large approach field (construction height should reach the dam height)
- screen bar distance
- removable elements (maintenance)
- certain distance between screen bars and river bed
- access road for maintenance during flood (removing of blockage from a safe location)

To avoid blockage, it is necessary to provide a large approach field for the inflowing water so that the possibility of complete blockage is low. By using angular screens (Figure 5, right) woody debris is gliding upwards with the rising water level. A continuous flow can take place directly under the woody debris accumulation at the water surface. Designing the screen bar distance mainly depends on grain size of the bed load, woody debris and the dimension of the control section. In terms of maintenance designing screens out of removable elements should be preferred (Figure 5, middle). If a screen is made out of a single element, it would be impossible to remove deposited material from the intake structure. Therefore elements that can be removed with caterpillars etc. should be used. Furthermore it's easy to change damaged parts.



Figure 5: left: blockage of bottom outlet, middle: screen out of removable elements, right: angular screen

Screen bars should not reach into the river bed (Figure 6, left). This would detain all floating debris and a huge service effort is needed to remove the material. The main task should be to detain large debris that would block the outlet, but to let small floating debris pass. In terms of ecology woody debris is needed in rivers (Figure 6, right), because it provides habitats by structuring the river morphology (pools, backwater, etc.). Therefore there must be the possibility of passing for woody debris that does not block the bottom outlet.



Figure 6: left: bars not reaching the river bed, right: woody debris - habitat for aquatic organism

9.3.1.3 Control Section

In the control section the flood discharge is limited to the design discharge. The control section can be located at the inlet (Figure 7, left), in the middle of the culvert (Figure 8), or at the outlet (Figure 7, right).



Figure 7: location of the control section - left: at the inlet, right: at the outlet



Figure 8: location of the control section - in the middle of the bottom outlet

In general the control section can be classified as it is demonstrated in Figure 9.

There exist so called uncontrolled and controlled bottom outlets. Both have several pros and cons. Some of these are:

UNCONTROLLED BOTTOM OUTLET

Pros:

- low operating fault liability
- low building and maintenance costs
- easy to readjust

Cons:

- needs larger retention volume
- no adaption to a specific flood hydrograph
- higher hazard of blockage due to small cross-sectional areas at the beginning of an event

(cf. Stmk. Landesregierung, 1992)

CONTROLLED BOTTOM OUTLETS

Pros:

- constant outflow depending on the critical discharge of the downstream reach
- needs a lower retention volume
- lower peak discharge if the retention volume is exceeded because of an event suited discharge controlling
- optimization of basin system configuration
- lower hazard of blockage due to large cross-sectional areas at the beginning of an event

Cons:

- high building and maintenance costs
- high operating fault liability
- complex rainfall - runoff models for an event based discharge controlling are needed

(cf. Stmk. Landesregierung, 1992)

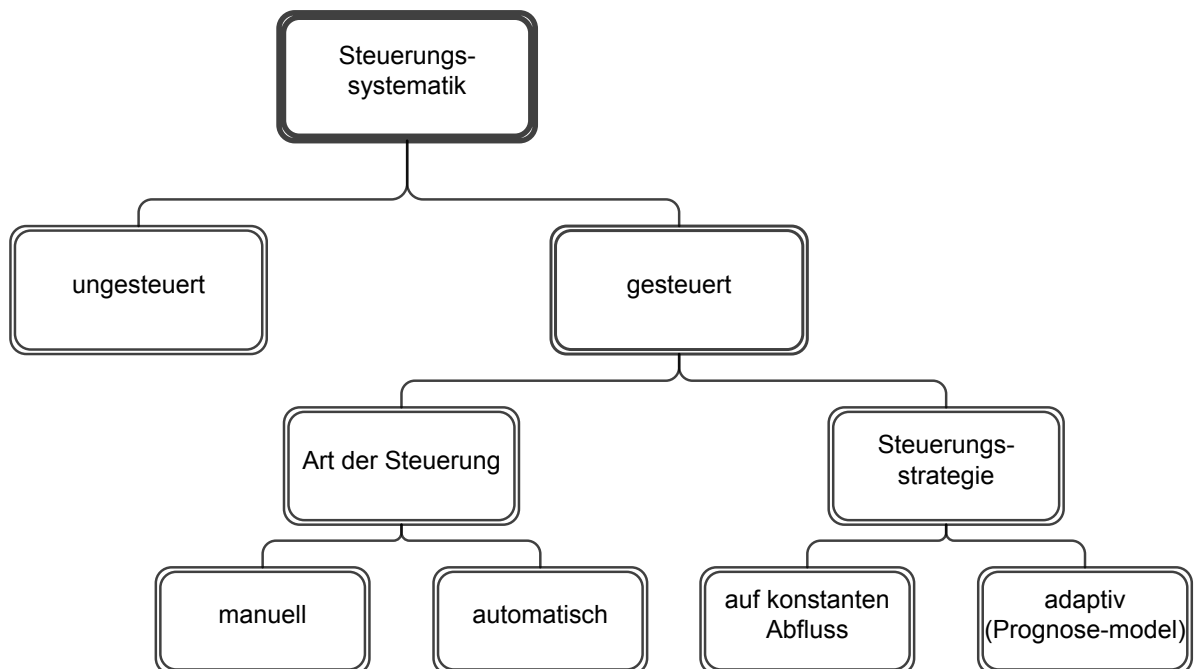


Figure 9: Classification of the control section of bottom outlets

The controlling mechanism can be automatically or manually operated (). Manually operated systems should be avoided because of the danger of operating errors.

There are several systems of automatically operated systems, whereat some of them are energy independent and some of them are based on electricity. It's important to consider that a controlling mechanism, operating by electricity, always needs a back-up system (emergency backup generator). Floods in small catchment areas are often caused by heavy thunderstorms that may lead to a breakdown of the connected electricity network. Therefore backup systems are obligatory.

The strategy of controlling the flood discharge can be divided into controlling on a constant discharge and event based controlling. Event based controlling requires a complex rainfall – runoff model. Therefore several measuring devices have to be installed (precipitation gauges, discharge gauges, etc.). These systems are best suited for large catchment areas where flood waves take more time to reach the basin. This time span allows calculating the rainfall – runoff model that leads to an optimized operating method of the basin outlet.

9.3.1.4 Culvert

The culvert of a bottom outlet connects the upstream reach with the downstream part of a river. In terms of ecology, there must not be any interruption of the continuous water flow. Structures like drops in the river bed that prohibit fish migration should be avoided (Figure 10, middle). High uniform flow velocities due to unstructured river bed (concrete bed, etc.) without any natural bed material would be a barrier too (Figure 10, left and right).



Figure 10: interruption of the continuous water flow, barrier for fish migration, left: unstructured bed of a culvert, middle: large drop heights, right: long, dark section with a small cross-sectional area

By structuring the bed of the culvert nature-orientated flow conditions can be provided (high variability in flow velocities and flow depths, Figure 11, left).

Furthermore the length and the cross-sectional dimension of the culvert play an enormous role. In longitudinal direction, culverts should be planned as short as possible. In lateral and vertical direction (cross-section) large dimensions should be achieved (Figure 11, right). These principles prevent long, dark culvert which also lead to a barrier for aquatic organism.



Figure 11: ecological orientated bottom outlet, left: structured bed of a culvert, right: (short culvert with a large cross-sectional area)

In terms of hydraulic designing an optimal outflow capacity in every flow condition (low and mean water flow, flood) should be provided. Therefore free surface flow without any ponding from downstream should be achieved.

9.3.1.5 Outlet Structure

The main task of an outlet structure is to dissipate the hydraulic energy of an outflow. During a flood, the outflow of a bottom outlet is characterized by high flow velocities caused by the hydrostatic head of the stored water. Processes of erosion and degradation in the downstream reach would be the result. Thus it is essential to dissipate that energy in a so called absorption basin. These structures dissipate the energy under controlled conditions in a reinforced basin (mainly rock reinforcement, Figure 12, left).

In several cases conventional absorption basins with large drop heights at the intake floor and massive end sills cannot fulfill ecological issues (migration of aquatic organism, etc.) and cannot provide a continuous sediment transport as well. They often act as bed load traps (Figure 12, left). A huge maintenance effort (bed load dredging) is needed to remove such bed load deposits. Moreover a bed load deficit in downstream reaches caused by the interruption of the bed load sediment budget would

lead to degradation of the river bed. Therefore, widening that effects sedimentation should be avoided.

Recently there are research projects that are dealing with ecological orientated absorption basins. A type for small retention basin is tested. Here the energy dissipation takes place along a rough bed in the culvert so that a conventional absorption basin can be left out. Of course there is also an influence of the sediment transport that must not be interrupted through such structures (Figure 12, middle and right)



Figure 12: left: absorption basin - bed load sedimentation, middle and right: energy dissipation along a rough bed in the culvert