

Machbarkeitsuntersuchung

Durchgängigkeit KW Mühlhof und Merkenstetten an der Erlauf



13.1.2025

Im Auftrag der

AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG

Gruppe Wasser

Abteilung Wasserwirtschaft

Postanschrift 3109 St. Pölten, Landhausplatz 1

Bearbeitung:

Maximilian Zauner

Projektleitung:

Martin Mühlbauer



ezb – TB Zauner GmbH

Technisches Büro für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft

Marktstraße 35, A - 4090 Engelhartzell

www.ezb-fluss.at



Inhalt

1	Fragestellung:	3
2	Projektgebiet	4
3	Mühlhof	6
3.1	Rahmenbedingungen:	6
3.2	Lösungsansatz:	7
4	Merkenstetten	10
4.1	Rahmendedingungen:	12
4.2	Lösungsansatz	13
	Abbildung 1 ÜLP der zwei Standorte	4
	Abbildung 2 Bestandssituation KW Mühlhof in Scheibbs	6
	Abbildung 3 Ableite Rinne in Organe	7
	Abbildung 4: Zwei Fischwanderhilfen am Michelbach mit vergleichbarer Bauweise	8
	Abbildung 5 Regeldarstellung der gewählten Geometrie	10
	Abbildung 6 Bestandssituation KW Merkenstetten	13
	Tabelle 1 FAH-Geometrie für Huchen 80cm aus dem FAH-Leitfaden	5
	Tabelle 2 Geometrie ASR Mühlhof	9
	Tabelle 3 Geometrie ASR und Schlitzpass Merkenstetten	15

Planbeilage

KW Mühlhof

KW Merkenstetten

1 Fragestellung:

Die zwei Bestandskraftwerke Mühlhof und Merkenstetten der EVN besitzen derzeit keine Fischwanderhilfe. Bei vorangegangenen Planungen der EVN konnte kein zufriedenstellendes Konzept erarbeitet werden, welches die Anforderungen des FAH-Leitfadens erfüllt. Daher ergeben sich die folgenden Fragestellungen für gegenständliche Untersuchung:

Technische Realisierbarkeit einer FAH gemäß Stand der Technik (St.d.T.):

Ist die Umsetzung einer FAH-Lösung gemäß den aktuellen technischen Standards und Normen möglich?

Falls keine FAH gemäß St.d.T. möglich ist:

- Ist die technische Realisierbarkeit einer alternativen FAH-Lösung außerhalb des Standes der Technik (Nicht-St.d.T.) gegeben?
- Dabei sind insbesondere die Hochwasser-Schutzbelange zu berücksichtigen. Es sollen nur Lösungen geprüft werden, die den Hochwasser-Schutz nicht wesentlich beeinträchtigen.

Für grundsätzlich realisierbare FAH-Lösungen:

- Gibt es andere öffentliche Interessen, die einer Umsetzung der FAH-Lösungen entgegenstehen?
- Eine **Kosten-Nutzen-Analyse** soll durchgeführt werden, um die Errichtungskosten und den ökologischen Nutzen der grundsätzlich realisierbaren FAH-Lösungen gegenüberzustellen.

2 Projektgebiet

Die zwei Kraftwerke liegen in derselben Region hier die Eingangsparameter welche für beide Standorte zutreffen:

- Gewässer Große Erlauf
- Hyporhithral $2\text{m}^3/\text{s} < \text{MQ} < 20\text{m}^3/\text{s}$
- Maßgebende Fischart Huchen 80cm
- MQ $10,8\text{m}^3/\text{s}$
- Q30 $\approx 4\text{m}^3/\text{s}$
- Q300 $\approx 16\text{m}^3/\text{s}$

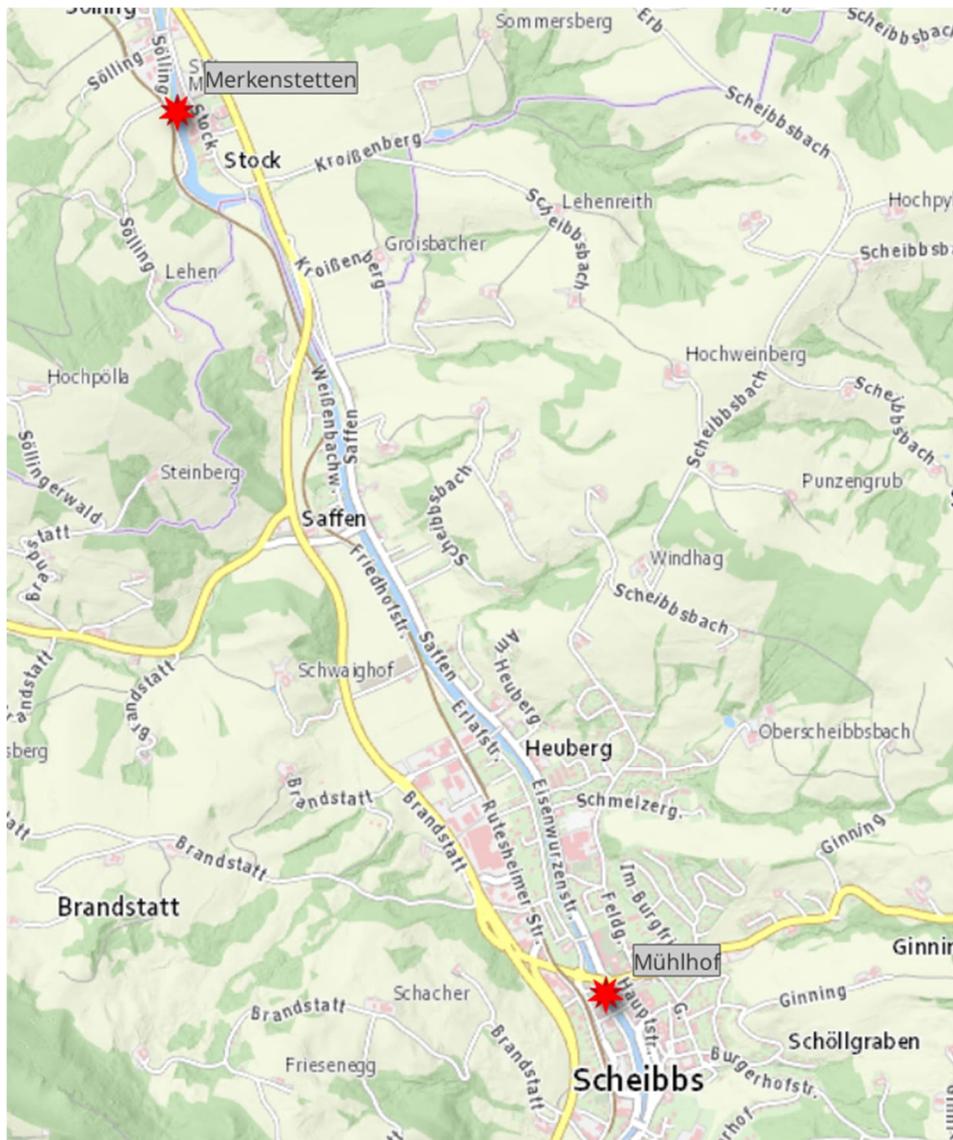


Abbildung 1 ÜLP der zwei Standorte

Tabelle 1 FAH-Geometrie für Huchen 80cm aus dem FAH-Leitfaden

Fischpasstyp	max. Spiegel-differenz [cm]	max. Gefälle [%]	Min. Becken-länge [cm]	Min. Breite [cm]	min Maximal-tiefe Becken/Kolk [cm]	Becken-volumen [m ³]	Dotation [l/s]	min. Maximal-tiefe Schlitz/Furt [cm]	min Breite Schwelle/Furt [cm]	min Schlitz-weite [cm]
Naturnaher Beckenpass	15		400	240	100	4,8	390	66		45
Gewässertypisches Umgehungsgerinne		0,7			100		470	35	240	
Schlitzpass	15		280	190	85	4,9	400			30
Multi-Struktur-Fischpass	15		300	218	85		240			30
Aufgelöste Rampe	15	*)	*)	*)	110	*)	*)	73	*)	45
Asymmetrische Rampe/Raugerinne		2,1			100		580	35	295	
Fischaufstiegs-schnecke	Durchmesser FAS [mm]				Steghöhe [mm]			Wasser pro "Becken" [l]		
Mono- und Innenrohrschnecke	1.200				420			100		

Die Tabelle zeigt die Mindestanforderungen der im Leitfaden als Stand der Technik gelisteten Fischaufstiegsarten in der entsprechenden Fischregion für die maßgebliche Fischart, den Huchen mit einer Länge von 80 cm.

3 Mühlhof

3.1 Rahmenbedingungen:

Das denkmalgeschützte Kraftwerk Mühlhof in Scheibbs hat eine Ausbauwassermenge von 5 m³/s und eine Fallhöhe von 4,4 Metern. Es besteht aus einer hölzernen Kastenwehr-Anlage und einem Krafthaus am rechten Ufer. Der Denkmalschutz bezieht sich, wie beim Lokalausweis mit dem Bundesdenkmalamt festgestellt wurde, nur auf die Bauwerke am rechten Ufer, also auf die Stützmauer, das Krafthaus an sich, den Triebwasser-Kanal und den Einlauf mit Rechen, jedoch nicht auf das Holzkasten-Wehr selbst. Dieses darf also verändert werden die Ufermauer am rechten Ufer aber nicht. Im Oberwasser beträgt die Wassertiefe etwa 60 cm, was genau Wehrklappenhöhe entspricht. Die Wehrklappe wird nur von der rechten Seite aus angetrieben. Es gibt keine Grundablassmöglichkeit an der Wehr selbst. In der Zuleitung zum Krafthaus, nach dem Rechen, befinden sich zwei Schützen, die bei Hochwasserereignissen geöffnet werden müssen.



Abbildung 2 Bestandssituation KW Mühlhof in Scheibbs

3.2 Lösungsansatz:

Leitfaden-konformes asymmetrisches Raugerinne (ASR) im Gewässerbett quer über das Wehr.

Siehe dazu die Planbeilage Mühlhof Konzept. Diese Geometrie entspricht den Anforderungen des Leitfadens und weist die in der folgenden Tabelle und Abbildung dargestellte Geometrie auf.

Das ASR windet sich über die Wehranlage hinunter bis zum Ende des Triebwasserkanals am rechten Ufer, was eine Leitfaden-konforme Position für die Auffindbarkeit schafft. Das Überwasser, das bei Wasserführungen größer als der Ausbaudurchfluss sowie der Kapazität des ASR über die Wehrklappe abgegeben wird, kann über einen Ableitkanal quer über das Wehr bis zur Denkmal-geschützten Ufermauer mit den zwei Schützen bis zum Einstieg in das ASR geleitet werden (siehe dazu die folgende Abbildung). Dieser Graben wird so dimensioniert, dass er mit seiner Breite und dem Gefälle auch bei geringen Abflüssen so hohe Schlepp Spannungen erzeugt das sich Geschiebe nicht ablagern kann. Die Sohle kann demnach als V oder U in glatt abgezogenen Beton hergestellt werden.

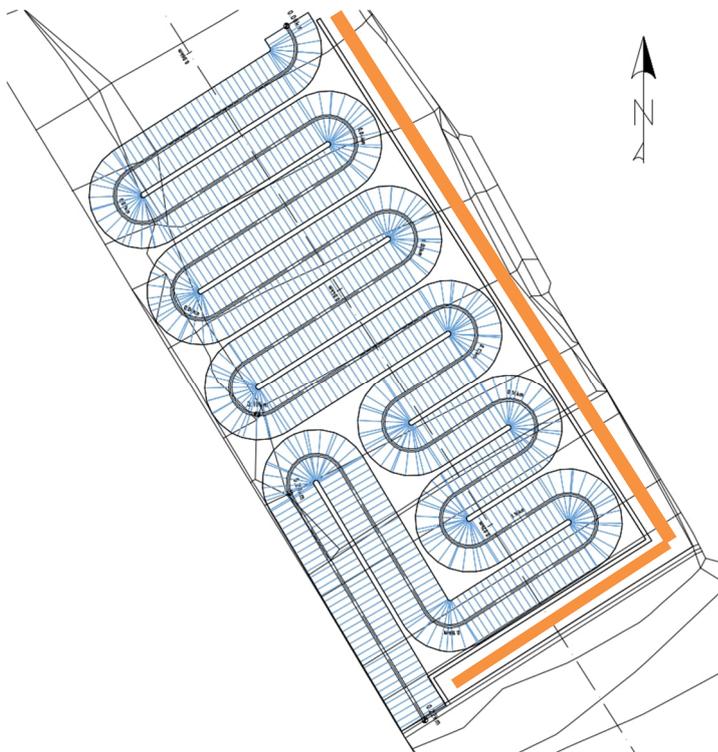


Abbildung 3 Ableite Rinne in orange markiert

Durch die zusätzliche Querschnittserweiterung im Bereich dieses Kanals hin zum Einstieg in den Fischaufstieg wird der Querschnittsverlust, der beim Ausstieg aus dem ASR nicht vermeidbar ist, kompensiert. Dabei ist die Fläche gemeint, die aktuell durch die gelegte

Wehrplatte dem Abfluss zur Verfügung steht und zukünftig versteint ist. Das ASR selbst verursacht abgesehen davon keinen Querschnittsverlust, da es tiefer liegt als die gelegte Wehrklappe.

Geschiebe, das über das Wehr wandert, kann zukünftig genauso über das vollständig versteinerte ASR transportiert werden. Dabei wird darauf geachtet, dass die Unterwasserseite des ASR immer die flachere ist, so dass das Geschiebe im Hochwasserfall leicht über die Gerinne-Rippen gleiten kann. In den 180 Grad Kurven wechselt diese Seite jeweils. Die Energiedichte bei entsprechenden Ereignissen ist derart hoch (es gibt Bilder von diesem Bereich mit großen stehenden Wellen), dass ein Verlanden der Gerinneschleifen mit Geschiebe nicht zu erwarten ist.

Es gibt zu dieser Bauweise positive Erfahrungen am Michelbach seit 2017. Der Michelbach stellt sich hinsichtlich der Verlandungsthematik als noch deutlich kritischer dar. Geringere Abflussdynamik trifft hier auf deutlich gröberes Geschiebe als an der Gr. Erlauf. Auch nach dem Katastrophenhochwasser im September 2024 (Spitzenabfluss am Pegel Plosdorf ca. 1,7-facher Abfluss des HQ100) waren jedoch keinerlei Verlandungen oder Verklausungen an den Fischwanderhilfen festzustellen und es waren keine Erhaltungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich.



Abbildung 4: Zwei Fischwanderhilfen am Michelbach mit vergleichbarer Bauweise

Bautechnisch ist die Herstellung der Fischwanderhilfe jedoch durchaus komplex. Es wird notwendig sein, das ASR auf einer durch z.B. Mikropfählen gegründeten Betonplatte zu errichten, die halbseitig bei geringen Wasserführungen hergestellt werden kann. Nach der Baufertigstellung wird das Wehr in seiner jetzigen Form durch ein neues Stahlbetonwehr ersetzt sein, was künftige Sanierungen der Holzstruktur obsolet macht.

Durch die Anordnung des ASR im Gewässerbett ist kein zusätzlicher Platz erforderlich. Allerdings muss die linksufrige Ufermauer von der Wehrwange etwas weiter ins Unterwasser verlängert werden. Die genaue Geometrie muss mittels hydraulischer Berechnung erarbeitet

werden. Es wird in der Projektbesprechung auch mit der ASV für Wasserbautechnik übereingekommen, dass eine hochwasserneutrale Planung grundsätzlich möglich sein sollte. Da der Hochwasserschutz in Scheibbs bei HQ30 bzw. HQ100 nicht vollständig gegeben ist erscheint es sinnvoll Planungen an der Ufermauer mit dem generellen Hochwasserschutz in Scheibbs abzustimmen.

Bei derzeit gewählten Gefälle ist zu Erreichung der Mindestwassertiefen im ASR eine Dotationswassermenge von 580 l/s erforderlich.

Das Konzept für die Fischwanderhilfe ist als dem Stand der Technik entsprechend einzustufen.

Tabelle 2 Geometrie und Bemessung ASR Mühlhof

Rahmenbedingungen		
WSP Oberwasser	müA	326,30
WSP Unterwasser	müA	321,90
dH	m	4,40
Durchschnittsgefälle des Raugerinne	%	1,913
Furtgefälle des Raugerinne	%	2,870
Entwurfsparameter		
Länge Raugerinne	m	230
mittleres Böschungsverhältnis Flachufer	1: ...	6
mittleres Böschungsverhältnis Steilufer	1: ...	1,5
Sohlbreite	cm	22
minimale Tiefe der Tiefenlinie auf der Furt	cm	35
Tiefe laterale Tiefstelle	cm	100
benetzte Breite Furt bei Buhne	cm	285
benetzte Breite Furt	cm	385
Länge Buhne	cm	100
Länge einer Kolk-Furt-Sequenz	m	7
max. Spiegeldifferenz der Kolk-Furt-Sequenz	cm	13
Ergebnisparameter		
mittlere Fließgeschwindigkeit in der Furt	m/s	1,08
Abfluss	m³/s	0,58
mittlere Energiedissipation	W/m³	61

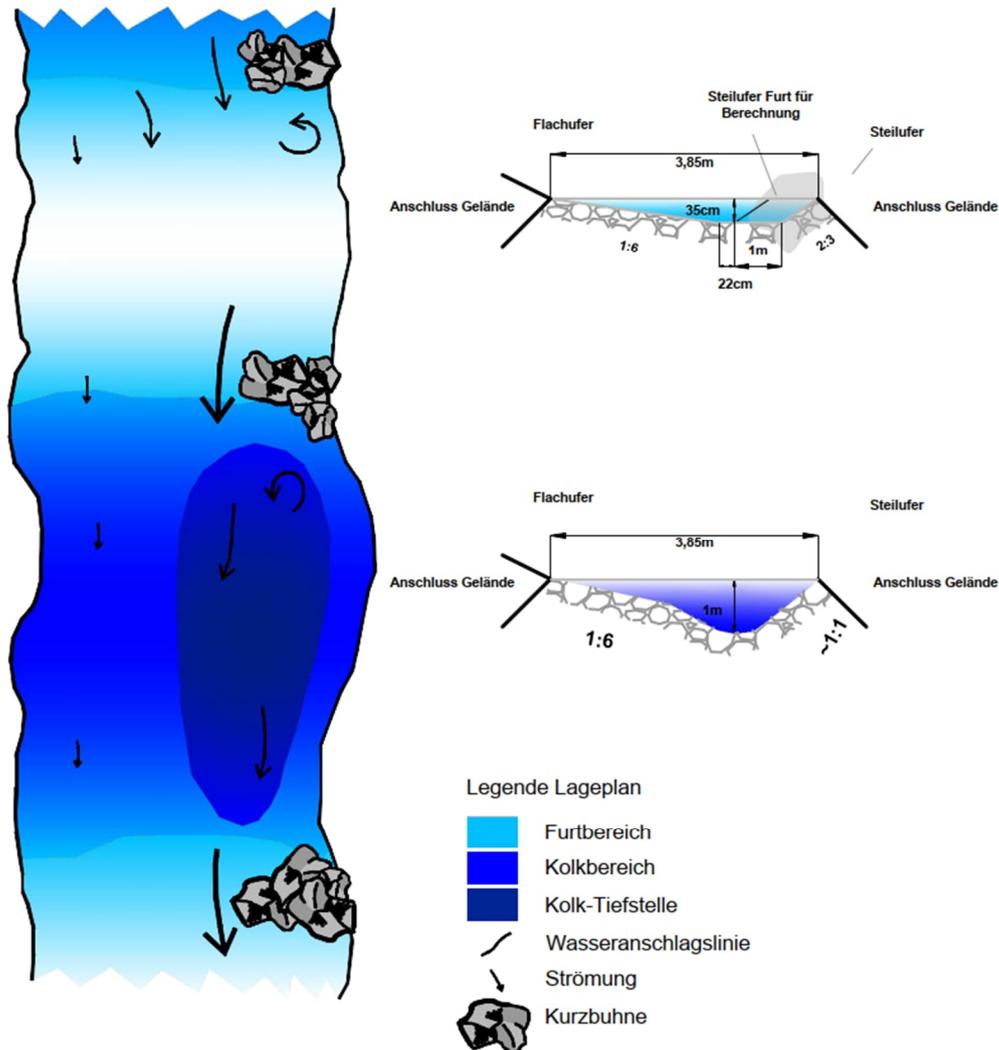


Abbildung 5 Regeldarstellung der gewählten Geometrie

3.3 Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten für die Herstellung des beschriebenen Fischeaufstiegs werden im Bereich von 800.000 € bis 1.200.000 € liegen. Erfahrungsgemäß kostet ein Höhenmeter ASR in dieser Dimension ca. 100.000 €, in diesem Fall sind die Kosten aufgrund der Gründung und des Ableitgrabens jedoch deutlich höher anzusetzen. Dies hängt von den geotechnischen Erfordernissen der Gründung und der genauen Ausformung nach einer hydraulischen Modellierung ab. Dafür erhält man einen wartungsarmen Fischeaufstieg, der dem aktuellen Leitfaden und dem Stand der Technik entspricht, sowie ein von Grund auf saniertes Wehr und eine hydraulisch neutrale oder entspanntere Abflusssituation im Hochwasserfall.

Für den folgenden Betrieb also die Wartung und Instandhaltung sind die Kosten für diese Variante nahezu null. Bei korrekter Dimensionierung des Ableite Kanals ist lediglich mit der Räumung von großen Bäumen nach entsprechenden Hochwässern zu rechnen welche sich verhängen können. Verklausungen und ähnliches sind nicht zu erwarten. Die betriebswirtschaftliche Entscheidung zum Bau der Anlage muss unter Berücksichtigung dieser Umstände getroffen werden. Die erwartbaren Kosten für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit sind aufgrund der technischen Herausforderungen etwas erhöht, grundsätzlich aber im ähnlichen Bereich mit vergleichbaren Anlagen.

4 Merkenstetten

4.1 Rahmendingungen:

Das Kraftwerk Merkenstetten liegt in einer Konglomeratschluchtstrecke der Gr. Erlauf. Es hat eine Fallhöhe von 7,6 Metern und einen Ausbaudurchfluss von 11 m³/s. Es handelt sich um ein Laufkraftwerk ohne Ausleitung und besteht aus dem Krafthaus mit Rechenanlage, einem Grundschütz und einer breiten einteiligen Wehrklappe sowie aus einem bestehenden Fischaufstieg am linken Ufer. Dieser Fischaufstieg entspricht am ehesten dem Bautyp Beckenpass. Die Becken wurden in den anstehenden Konglomerat Fels gemeißelt und sind optisch ansprechend.

Leider ist die derzeitige Fischaufstiegsanlage nach aktuellem Stand der Technik keineswegs ausreichend, und eine Ertüchtigung nicht möglich. Die Dotationswassermenge, der Absturz von Becken zu Becken sowie die Beckenfläche lassen sich nicht ausreichend verändern, sodass ein Neubau unausweichlich ist.

Im Wehrkolk des Kraftwerks befindet sich ebenfalls anstehender Konglomerat Fels, der durch den Geschiebetrieb und die Energieumwandlung bei Hochwasserereignissen bereits erodiert ist und immer wieder mit Beton saniert wurde. Ein fortlaufendes Instandhalten des Wehrfußes ist notwendig.

Lt. Wehrbetriebsordnung können, bezogen auf das Stauziel, bei voll geöffneter Stauklappe und gleichzeitiger Vollöffnung des Grundablasses ca. 240 m³/s abgeführt werden. Bei Abflüssen >70m³/s ist zum Geschiebetransport der Grundablass zur Gänze zu öffnen und die Wehrklappe zu legen. Das Umlegen der Wehrklappe und das gänzliche Öffnen des Grundablasses ist jedenfalls mindestens einmal pro Jahr bei einer Wasserführung >40m³/s durchzuführen.





Abbildung 6 Bestandssituation KW Merkenstetten

4.2 Lösungsansatz

Leitfaden-konformes asymmetrisches Raugerinne (ASR) im Gewässerbett quer unter dem Wehr mit anschließendem Schlitzpass über dem altem Beckenpass.

Siehe dazu die Planbeilage "Merkenstetten Konzept". Diese Geometrie entspricht den Anforderungen des Leitfadens und ist in der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Der konzipierte Fischaufstieg besteht aus zwei Teilen: einem ASR, ähnlich dem in Mühlhof konzipierten, und einem Schlitzpass, der die restliche Höhe abbaut und auf der Trasse des bestehenden Beckenpasses bis zum bestehenden Ausstieg in das Oberwasser verläuft. Der Einstieg ist so positioniert, dass dieser direkt neben dem rechtsufrigen Turbinen-Auslauf liegt, wodurch eine Leitfaden-konforme Position für die Auffindbarkeit sichergestellt wird. Das ASR windet sich dann in mehreren Schleifen Richtung Wehr hinauf, mit einigen Metern Abstand zu der Wehrklappe, sodass bei Überwassersituationen das Wasser nicht unmittelbar in das ASR fällt.

Das ASR schließt an einen Schlitzpass an, der zunächst gegen die Fließrichtung und anschließend in Fließrichtung ins Oberwasser verläuft. Für diesen Schlitzpass muss der anstehende Konglomerat Fels teilweise entfernt werden. Ein nötiger Wartungsweg kann direkt auf dem Schlitzpass verlaufen um Platz zu sparen, sodass Treibgut, welches zu Verklausungen führen könnte, leicht entfernt werden kann. Im unteren Teil des Schlitzpasses besteht die Möglichkeit von der Ansammlung von Treibgut bei Hochwässern, weshalb eine spätere Eindeckelung sinnvoll sein könnte.

Das Überwasser wird durch einen Ableitkanal unmittelbar nach der Wehrklappe zur linken Seite hin zu den Schusstafeln abgeleitet. Analog zu dem Konzept am Standort Mühlhof. Die genaue Dimensionierung dieser Ableitung muss hydraulisch berechnet werden und ist nicht Teil dieser Untersuchung. Es muss sich dabei um eine glatte Rinne mit hohem Gefälle

handeln, bei der die Schleppspannungen bei der abklingenden Welle sicherstellen, dass eventuell eingebrachtes Geschiebe weitgehen wieder ausgespült wird. Die Lage ist am Lageplan in grün dargestellt.

Bautechnisch kann der Schlitzpass außerhalb des Hochwasserabflussbereichs im Trockenen hergestellt werden. Das ASR wird auf einer Gründung aus Wasserbausteinen und Stahlbeton bei einer entsprechenden Niederwassersituation errichtet. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Betonfugen zwischen den möglichst abriebfesten Wasserbausteinen klein gehalten werden und bei einer gewissen Fugentiefe eine Sanierung durch Nachverfugen gewährleistet ist.

Die Beanspruchung des ASR durch den Geschiebetrieb ist durch die gegenwärtige Geschiebepflichtung mit dem Grundschild entschärft da dieses zumindest 3 m unter die Basis des Klappenwehres reicht und der Geschiebetrieb daher hauptsächlich über den Grundablass erfolgt. Trotzdem muss darauf geachtet werden, dass die Beanspruchungen des ASR im Rahmen der Detailplanung optimiert wird.

Die Bemessung des Schlitzpasses muss sich am für die Abflussmenge maßgeblichen ASR orientieren. Beim derzeit gewählten Gefälle des ASR ist eine Dotation von ca. 610 l/s zur Erreichung der Mindestwassertiefen erforderlich. Die Schlitze des Vertical Slot Fischpasses werden dementsprechend breiter gestaltet was die Problematik der Verklausung entschärft. Gleichzeitig wird die Wartung durch die leicht schließbaren Schlitze erleichtert. Um die Energiedichte unter den empfohlenen Maximalwerten zu halten werden die Becken vergrößert. Aufgrund der beengten Möglichkeiten bei der Längserstreckung der Becken werden diese verbreitert. Dies stellt eine Abweichung von den üblichen Längen-Breiten-Verhältnissen der Becken im FAH Leitfaden dar. Breite Becken ermöglichen, dass Fische an beiden Seiten der Hauptströmung entlang wandern können, während bei schmalen Becken die Hauptströmung stärker an die Wand prallen. Durch die etwas breiteren Becken ist keine Einschränkung der Funktion zu erwarten (vgl. Gebler, 2015). Das wurde bei der Abstimmung mit dem ASV für Gewässerökologie auch so festgehalten. Demzufolge ist auch dieses Konzept für eine Fischwanderhilfe als dem Stand der Technik entsprechend einzustufen.

Tabelle 3 Geometrie ASR und Schlitzpass Merkenstetten

ASR			Schlitzpass		
Rahmenbedingungen			Beckenanzahl und Spiegeldifferenz:		
WSP Oberwasser	304.90	müA	WSP Oberwasser	309.50	müA
WSP Unterwasser	301.90	müA	WSP Unterwasser	304.90	müA
dH	3.00	m	Gesamthöhe H_{ges}	4.60	müA
Durchschnittsgefälle des Raugerinne	2.083	%	max. Wsp.Diff. Δh	0.15	müA
Furtgefälle des Raugerinne	3.125	%	Anzahl der Becken n_b	30.00	
Entwurfsparameter			Beckenlänge und -geometrie:		
Länge Raugerinne	144	m	Anzahl der Schlitzte n_s	31.00	
mittleres Böschungsverhältnis Flachufer	6	1: ...	errechnete \emptyset Wsp.Diff. Δh	0.15	müA
mittleres Böschungsverhältnis Steilufer	1.5	1: ...	Maximale Fließgeschwindigkeit v_{ma}	1.71	m/s
Sohlbreite	22	cm	Beckenlänge und -geometrie:		
minimale Tiefe der Tiefenlinie auf der Furt	35	cm	Länge Vorlaufbecken	1.00	m
Tiefe laterale Tiefstelle	100	cm	Länge Nachlaufbecken	2.50	m
benetzte Breite Furt bei Buhne	285	cm	Gesamtlänge Schlitzpass		76 m
benetzte Breite Furt	385	cm	Gefälle I [%]		6.2 %
Länge Buhne	100	cm	min. Wassertiefe h_u (im Becken)	1.00	m
Länge einer Kolk-Furt-Sequenz	7	m	Oberwassertiefe h_o (im Becken)		1.15 m
max. Spiegeldifferenz der Kolk-Furt-Sequenz	15	cm	Schlitzbreite s	0.40	m
Ergebnisparameter			Abfluss - Dotation (Q):		
mittlere Fließgeschwindigkeit in der Furt	1.13	m/s	Verhältnis h_u/h_o		0.87
Abfluss	0.61	m³/s	Abflussbeiwert $\mu_r = f(h_u/h_o)$		0.42
mittlere Energiedissipation	69	W/m³	Abfluss Q	0.61	m³/s
			Kalkulation der Energiedissipation:		
			mittlere Beckentiefe $h_m = (h_o + h_u)/2$		1.07 m
			E_{vorh}	125.70	W/m³

4.3 Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten für die Herstellung der beschriebenen Fischaufstiegskombination werden im Bereich von 1.000.000 € bis 1.500.000 € liegen. Erfahrungsgemäß kostet der Höhenmeter ASR in dieser Dimension 100.000 €, und ein Schlitzpass 150.000 €. Zusätzlich kommen die Kosten für die Unterkonstruktion im Wehr-Kolk. Dafür erhält man einen relativ wartungsarmen Fischaufstieg, der dem aktuellen Leitfaden und dem Stand der Technik entspricht. Zusätzlich wird bei dieser Variante der Wehr-Kolk saniert. Eine Umsetzung dieser Maßnahme ist aus hydraulischer und bautechnischer Sicht relativ einfach, aber nicht unkompliziert möglich. Es müssen entsprechende Dimensionierungen und abriebfeste Wasserbausteine verwendet werden, sodass eine lange, wartungsfreie Betriebsphase erreicht werden kann.

Die Wartungs- und Instandhaltungskosten für den Betrieb dieser Variante liegen in einem ähnlichen Bereich wie die des bestehenden Tümpel-Passes. Der neue Schlitzpass wird im unteren Bereich sowie am oberen Ende regelmäßig durch Treibgut verunreinigt, welches gegebenenfalls entfernt werden muss. Im Bereich des ASR unterhalb des Wehrfelds ist die Situation ähnlich wie in Mühlhof, wo keine Verkläuserung zu erwarten sind. Es muss lediglich die Entwicklung der Fugen überwacht werden, und im Bedarfsfall sind diese zu reparieren.



Die erwartbaren Kosten für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit sind aufgrund der technischen Herausforderungen etwas erhöht, grundsätzlich aber im ähnlichen Bereich mit vergleichbaren Anlagen.