

06/2017

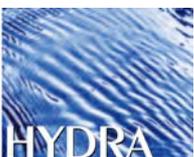
Fischdurchgängigkeit der Rotach

Schwerpunkt: Fischabstieg an Wasserkraftwerken der Gemarkung Friedrichshafen



Gesetzlicher Auftrag, Sanierungsbedarf und Sanierungsvorschläge

Peter Rey , Ralf Haberbosch, John Hesselschwerdt



Titelbild: Rundelwehr

Fotos: HYDRA

Kartenquellen: Stadtbauamt Friedrichshafen, Landratsamt Bodenseekreis

Juni 2017

Fischdurchgängigkeit der Rotach

Schwerpunkt: Fischabstieg an Wasserkraftwerken der Gemarkung Friedrichshafen

Gesetzlicher Auftrag, Sanierungsbedarf und Sanierungsvorschläge

Peter Rey, Büro HYDRA, Konstanz

Ralf Haberbosch, Büro Haberbosch, Tettngang

John Hesselschwerdt, Büro HYDRA, Konstanz

Inhalt

Inhalt	4
Zusammenfassung.....	5
1 Einleitung.....	6
Anlass und Auftrag.....	6
2 Grundlagen	7
2.1 Wanderbewegungen von Fischen	7
2.2 Technische Bauwerke zur Gewährleistung der Durchgängigkeit	8
3 Die Rotach	9
3.1 Gewässertypologie und Hindernisse	9
3.2 Fischartenspektrum und dessen Gefährdung.....	10
3.3 Aktuelles Fischartenspektrum und Gefährdungsstatus.....	12
4 Rechtsgrundlagen zur Fischdurchgängigkeit	13
4.1 Europäisches Recht.....	13
4.2 Bundesrecht	13
4.3 Landesrecht	14
4.4 Maßnahmen und Programme zur Fischdurchgängigkeit.....	14
4.4 Neue Regelungen für den Fischabstieg	15
5 Sanierungsbedarf	16
5.1 Defizite und Gefährdungsursachen	16
5.2 Handlungsanforderungen.....	17
5.3 Rundelwehr (Rundelmühle).....	18
5.4 Zellerwehr (Meisterhofer Mühle).....	21
5.5 Wehr Hammerstatt der Mühle Ittenhausen, Betonwerk	23
5.6 Wehr Reinachmühle	25
6 Sanierungsvorschläge	28
6.1 Sanierungsprinzipien zu Fischschutz und Fischabstieg	28
6.2 Rundelwehr (Rundelmühle).....	30
6.3 Zellerwehr (Meisterhofer Mühle).....	34
6.4 Wehr Hammerstatt der Mühle Ittenhausen, Betonwerk	36
6.5 Wehr Reinachmühle	38
Literatur.....	41

Zusammenfassung

Die Rotach ist einer der wenigen Bodenseezuflüsse, der trotz seines Verlaufs durch mehrere Siedlungsgebiete einen überwiegend naturnahen Charakter beibehalten hat. Allerdings wurde die Wasserkraft des Flusses bereits seit dem Mittelalter durch viele Getreide- und Gerbermühlen genutzt. Die später meist an denselben Standorten betriebenen Kleinkraftwerke stellten bis anhin erhebliche Hindernisse für die Fischdurchgängigkeit der Rotach und mit ihren Wehrabstürzen und schlecht gesicherten Triebwasserwegen auch noch immer große Gefahren für die Fische dar. In den letzten Jahren wurden einige wichtige Fischaufstiegsanlagen (Fischpässe und Umgehungsgerinne) gebaut und in einem Fall (Reinachwehr) auch Erfolgskontrollen durchgeführt. Große Defizite verbleiben aber hinsichtlich der Fischabstiegsmöglichkeiten (innerhalb der Rotach und von der Rotach in den Bodensee) und des Fischschutzes an den einzelnen Kraftwerkstufen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden solche Defizite an den vier Rotach-Wehren innerhalb der Gemarkung Friedrichshafen analysiert. Im Einzelnen handelt es sich um die Anlagen folgender noch betriebener bzw. bereits aufgegebener Kleinkraftwerke: Rundelmühle (Rundelwehr), Meisterhofer Mühle (Zellerwehr), Mühle Ittenhausen (Wehr Hammerstatt) und Reinachmühle (Reinachwehr).

Eine Sanierung der Defizite an diesen Kraftwerkstufen können nach EU-Recht (Wasserrahmenrichtlinie, FFH-Richtlinie), nationalem Recht (Wasserhaushaltsgesetz, Tierschutzgesetz) und Landesrecht (Wassergesetz, Fischereigesetz, Wassererlass) eingefordert werden. Als Seeforellen-Laichgewässer, das auch weitere streng geschützte Fischarten beherbergt wie Strömer und Groppen, (Arten aus Anhang II der FFH-Richtlinie) sowie gefährdete **Wander**fischarten wie Nase und Barbe, unterliegt die Rotach hinsichtlich ihrer fischökologischen Bedeutung und Durchgängigkeit noch weiteren Anforderungen (z.B. Migrationsbedarf (LUBW), Schutzprogramme). Mit Verabschiedung des neuen Seeforellen-Bewirtschaftungskonzepts der IBKF (Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei) wird die Rotach seit Juni 2017 auch als Seeforellen-Bewirtschaftungsgewässer mit dem Sonderstatus einer eigenen „Management-Einheit“ geführt. Es hat sich daher angeboten, auch für die vorliegenden Wehrbauten die Seeforelle als Indikatorart und ihre spezifischen Ansprüche als Bemessungsgrundlage für technische Anforderungen bei der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit heranzuziehen. Daneben wurden aber auch die andere, bereits oben genannten Fischarten der Rotach in die Überlegungen mit einbezogen.

Die Autoren der Studie stellen fest, dass ein großer und auch aktueller Handlungsbedarf zur Sanierung der festgestellten Defizite beim Fischschutz und Fischabstieg besteht. Hierzu werden geeignete Maßnahmen (und Alternativen dazu) vorgeschlagen und Prioritäten gesetzt. Die Vorschläge und deren technische Einrichtungen orientieren sich an den Regelwerken der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) für Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen (2005) sowie Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke (2014). Die "Handreichung Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen" (LUBW 2016) fasst die für Wasserrechtsverfahren in Baden-Württemberg relevanten Vorgaben zusammen.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, die Funktionalität der noch nicht untersuchten Fischaufstiegshilfen der Rotach zu prüfen und entsprechende Erfolgskontrollen nach der Sanierung auch an den Fischabstiegswegen durchzuführen.

1 Einleitung

Anlass und Auftrag

Auf Vorschlag des Angelsportvereins Friedrichshafen e. V. haben die Umweltabteilung und das Stadtbauamt Friedrichshafen die Büros HYDRA in Konstanz und Haberbosch in Tettang (in Zusammenarbeit mit dem Amt für Wasser- und Bodenschutz im LRA Bodenseekreis, Hr. Kugel) mit der technischen Prüfung der Fischdurchgängigkeit der vier Kleinwasserkraftwerke an der Rotach beauftragt. Inhalte und Auftrag wurden in einem Auftaktgespräch am 15.07.2016 im Stadtbauamt Friedrichshafen konkretisiert.

Hintergrund der Prüfung ist u.a. das 2014 abgeschlossene Interreg-Projekt „Seeforelle – Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen“ (REY et al. 2014, WERNER et al. 2014). Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass die bestehenden Fischaufstiegshilfen an der Rotach auf Gemeindegebiet Friedrichshafen die Fischdurchgängigkeit für aufsteigende Fische im Grundsatz ermöglichen, aber keine geeigneten Einrichtungen für den Fischabstieg und den Fischschutz existieren (gefahrloser Abstieg, Schutzrechen vor den Turbinenwegen).

Die Seeforelle, welche die Rotach als Laich- und Aufwuchsgewässer nutzt, wird in der "Roten Liste" Baden-Württemberg in Kategorie 2 als "stark gefährdet" aufgeführt. Die Wasserkraftnutzung und deren Querbauwerke sind eine der Ursachen für die eingeschränkte Durchgängigkeit für Seeforellen und andere Fische. Die Rotach hat als Bodenseezufluss einen besonderen Stellenwert, da viele weitere Fische in der Rotach laichen und hierzu Wanderbewegungen durchführen.

Die technische Prüfung sollte an allen vier Querbauwerken der Kleinwasserkraftwerke in der Rotach auf Gemarkung Friedrichshafen bearbeitet werden (vgl. Tab. 3.2):

- (1) dem Rundelwehr
- (2) dem Zellerwehr
- (3) dem Wehr Hammerstatt
- (4) und dem Reinachwehr

Aufgabe der technischen Prüfung ist die Entwicklung eines umsetzungsreifen Gesamtkonzepts für die Verbesserung der Fischdurchgängigkeit mit besonderem Augenmerk auf den **Fischabstieg**, hier vor allem den Übergang über die Wehre und den Fischschutz, sowie ergänzende Konsequenzen bei Inbetriebnahme zur Energiegewinnung etc..

Das Gutachten muss den Handlungsbedarf spezifizieren und die Ausführbarkeit einschätzen. Die Wünsche der Kraftwerksbetreiber bleiben in diesem Zusammenhang unberücksichtigt.

Die Durchführung der Prüfung wurde zunächst für das Winterhalbjahr 2016/17 eingeplant. Nach einem Ortstermin am 17.01.2017 wurde die Bearbeitungszeit verlängert. Ein erster Entwurf von Sanierungsvorschlägen lag Ende Mai 2017 vor.

(Mit Auszügen aus Ergebnisvermerk zum Auftaktgespräch zur technischen Prüfung, Stadtbauamt Friedrichshafen, 15. Juli 2016).

2 Grundlagen

2.1 Wanderbewegungen von Fischen

Flussfische sind in unterschiedlichen Altersstadien sowie im Jahresverlauf auf verschiedene Lebensräume angewiesen, die sie zum Ablaichen, als Jungfischhabitat, zur Nahrungssuche, als Rückzugsgebiet, z.B. bei Hochwasser oder als Wintereinstand nutzen (HOFFMANN et al. 1995, MANN 1996, DUßLING & BERG 2001, LFU 2005, WIESNER et al. 2006, BWK 2006, AG-FAH 2011, ORTLEPP et al. 2016). Sind diese Lebensräume aber aufgrund von Wanderhindernissen nicht oder nur erschwert erreichbar, wird der Lebenszyklus der Fische empfindlich gestört und Bestandsrückgänge oder der Ausfall von Arten sind die Folge (DWA 2005, 2014; LUBW 2016).

Generell führen alle Fischarten in einem bestimmten Rhythmus sowie als Antwort auf äußere Einflüsse Ortsveränderungen durch (HOFFMANN et al. 1995, MANN 1996, DEHUS 2005, LUBW 2016), wobei der Wanderbedarf der einzelnen Fischarten unterschiedlich ist. Während die typischen Langdistanzwanderfische wie z.B. Lachs; Aal oder Stör zwischen ihren Lebensräumen im Meer und im Süßwasser wandern und dabei mehrere hundert bis über tausend Kilometer zurücklegen können, bleiben die Wanderungen der reinen Süßwasserfische auf unsere Binnengewässer beschränkt. Aber auch in unseren Flüssen sind für Arten wie Barbe, Nase oder Quappe (Trüsche) Distanzen von deutlich über 100 km Länge bekannt (DUßLING & BERG 2001, BERG & BLASEL 2004, DEHUS 2005, EBEL 2013). Sie werden als Mitteldistanzwanderer bezeichnet (DUßLING et al. 2004) und sind ebenfalls auf hochgradig vernetzte Lebensräume angewiesen. Die meisten übrigen Arten unserer Binnengewässer sind Kurzstreckenwanderer, wobei unter den Begriff „Kurzstrecke“ Wanderungen bis etwa 30 km fallen (AG-FAH 2011). Für bestimmte Fischarten ist auch die Wechselmöglichkeit zwischen dem Hauptgewässer und Seitengewässern wichtig. So nutzt beispielsweise der Strömer in großen Schwärmen tiefere Kolke und unterspülte Ufer in einmündenden Bächen als Wintereinstand (WOCHER 1999) und Bachforellen steigen zum Ablaichen in Seitengewässer auf. Zudem ermöglicht der freie Zugang zu Seitengewässern den Fischen, zeitweise auftretenden Schadstoffwellen durch Abwandern in weniger belastete Zuflüsse auszuweichen (HOFFMANN et al. 1995).

Im Binnenland führen verschiedene Fischarten auch Wanderungen zwischen Seen und Fließgewässern durch. Zu nennen ist hier insbesondere die Seeforelle, die auch im Bodensee vorkommt. Zur Fortpflanzung steigt sie vornehmlich von September bis Dezember in die Zuflüsse auf, wo sie auf kiesigem Gewässergrund ablaicht (RULÉ et al. 2005, REY et al. 2014, WERNER et al. 2014). Zur erfolgreichen Embryonalentwicklung muss das Kieslückensystem gut mit sauerstoffreichem Wasser durchspült sein. Während die Laichtiere wieder in den See zurückkehren, verbleiben die jungen Seeforellen zunächst für ein bis zwei Jahre in ihrem Geburtsgewässer und sind in diesem Lebensabschnitt von den Bachforellen nicht zu unterscheiden. Dann wandern auch sie in den See ab, wo sie im Vergleich zu den im Fließgewässer verbliebenen Bachforellen ein deutlich stärkeres Wachstum aufweisen. Die Seeforelle wird, wie Barbe und Nase, meist zu den Mitteldistanzwanderern gezählt, legt innerhalb dieser Gruppe aber mit die längsten Strecken zurück. DUßLING et al. (2004) bezeichnen sie deshalb auch als Mittel- bis Langstreckenwanderer mit besonders hohen Ansprüchen an die Durchwanderbarkeit ihrer Heimatgewässer.

Am Beispiel Seeforelle wird auch deutlich, dass Fließgewässer für Fische in beide Richtungen durchwanderbar sein müssen. Sowohl die Möglichkeit zum Auf- als auch zum Abstieg sind wesentlich für eine erfolgreiche Gestaltung ihres Lebenszyklus und ergeben erst zusammen die Durchgängigkeit (EBEL 2013). Die wichtigsten Typen von Fischwanderungen sind nachstehend, getrennt nach Auf- und Abwanderung,

zusammengestellt (Tab. 2.1). Nach LUBW (2016) ist davon auszugehen, dass die gewässerabwärts gerichteten Bewegungen von Fischen einen ähnlichen Umfang erreichen wie die gewässeraufwärts gerichteten. Dabei kommt dem Fischabstieg eine besondere Bedeutung zu, da eine ungenügende flussabwärts gerichtete Durchwanderbarkeit in der Regel mit einer massiven Schädigung von Fischbeständen durch Turbinenpassage oder Wehrüberfall verbunden ist.

Tab. 2.1: Typen von Fischwanderungen (aktive Wanderung und passive Verdriftung), getrennt nach Auf- und Abstieg.

Aufstieg	Abstieg
Laichwanderung	Abwanderung der Laichfische nach Laichvorgang
	Abdrift von Fischlarven
	Abwanderung von Jungfischen
Kompensationswanderung aller Altersstadien nach Abdrift	Abdrift aller Altersstadien durch Hochwasserereignisse
Nahrungswanderung	Nahrungswanderung
	Wanderung aller Altersstadien in Winterlager
Flucht- und Ausweichwanderung bei Gewässerverunreinigungen und ungünstigen Bedingungen	Flucht- und Ausweichwanderung bei Gewässerverunreinigungen und ungünstigen Bedingungen
Wiederbesiedlung nach Fischsterben	Wiederbesiedlung nach Fischsterben

2.2 Technische Bauwerke zur Gewährleistung der Durchgängigkeit

Alle bei uns beheimateten Fischarten und ihre verschiedenen Altersstadien führen somit zu verschiedenen Jahreszeiten unterschiedlich stark ausgeprägte Ortsveränderungen (aktive Wanderung, passive Verdriftung) durch. Damit Fische dabei die in unseren Fließgewässern zahlreich vorhandenen Querbauwerke überwinden können, werden Aufstiegshilfen gebaut. Für ihre uneingeschränkte Funktionsfähigkeit müssen diese hinsichtlich der Dimensionierung und der herrschenden Abflussverhältnisse bestimmte Kriterien erfüllen (DWA 2014). Dabei sind insbesondere die Auffindbarkeit und die Durchwanderbarkeit der Anlagen für die betroffenen Fischarten von Bedeutung. Je nach Gegebenheiten vor Ort und finanziellen Rahmenbedingungen sind verschiedene Typen von Fischaufstiegsanlagen (Sohlrampe, Teilsohlrampe, naturnahes Umgehungsgewässer, naturnaher Beckenpass, Schlitzpass) möglich.

Für den Fischaufstieg konzipierte Anlagen sind nur dann auch für den Abstieg geeignet, wenn sie von der Hauptströmung durchflossen werden (z. B. Sohlrampen). Umgehungsgewässer oder Becken-/Schlitzpässe werden von Fischen aufgrund der geringen Dotierung im Vergleich zum Gesamtabfluss nicht in ausreichendem Umfang als Abwanderweg erkannt und als solcher i.d.R. auch nicht ausreichend geschützt (z.B. Schlitzpässe). Für absteigende Fische ist der Fischschutz aber von wesentlicher Bedeutung (LUBW 2016). So können Fische z.B. beim Wehrüberfall zu Schaden kommen. Vor allem muss verhindert werden, dass diese beim Abwandern in den Triebwerkskanal gelangen und in die Turbine eingezogen werden. Je nach Fischgröße und Turbinentyp können bei der Passage hohe Verluste die Folge sein. Gute Erfahrungen hinsichtlich des Fischschutzes wurden mit Rechensystemen zur Abschirmung des Triebwerkkanals und in Verlängerung dazu angebotenen Bypässen gemacht, welche die Fische ins Unterwasser leiten. In der Regel müssen für abwandernde Fische an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Lösungen gefunden werden, die sowohl Fischschutz als auch Fischabstieg berücksichtigen. Derartige Anlagen werden erst seit wenigen Jahren entwickelt und gebaut (DWA 2005). Den aktuellen Stand der Technik zeigen EBEL (2013) und LUBW (2016).

3 Die Rotach

3.1 Gewässertypologie und Hindernisse

Die Rotach ist ein Zufluss des Bodensees im südlichen Oberschwaben in Baden-Württemberg. Als Zufluss des Bodensees gehört sie zum Flusssystem des Rheins.

Gewässer- und Abflusstyp

Entsprechend der „biozönotischen Fließgewässer-Typenkarte BRD“ (POTTGIESSER et al. 2004) wird die Rotach im Bereich von der Mündung aufwärts bis etwa zum Wehr Ziegmühle zwischen Oberteuringen und Urnau dem Typ 2 (Fließgewässer des Alpenvorlandes), Subtyp 2.2 (kleine Flüsse) zugeordnet. Nach POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER (2008) ist davon auszugehen, dass die Rotach in diesem Abschnitt im natürlichen, unbeeinträchtigten Zustand ein sommerkühler, karbonatisch geprägter kleiner Fluss des Voralpenlandes ist. Im Jahresverlauf sind bei diesem Gewässertyp keine großen Abflussschwankungen gegeben, nach Starkregenereignissen aber Extremabflüsse möglich. Der Gewässerverlauf ist natürlicherweise geschwungen bis mäandrierend. Als vorherrschende Substrate sind Schotter und Kiese mit unterschiedlich großen Sand- und Lehnteilen zu erwarten. Langsam fließende Strecken wechseln mit schnell fließenden Übergängen.

Tab. 3.1: Kennzahlen der Rotach.

Rotach		
Gewässerkennzahl	DE: 21552	
Lage	Baden-Württemberg, Deutschland	
Flusssystem	Rhein	
Abfluss über	Rhein → Nordsee	
Quelle	Bei Wilhelmsdorf	
Quellhöhe	620 m	
Mündung	Östl. Friedrichshafen in den Bodensee	
Mündungshöhe	395 m	
Höhenunterschied	225 m	
Länge	38,8 km	
Einzugsgebiet	rund 130 km ²	
Abfluss am Pegel Friedrichshafen	NNQ (24.08.2003)	113 l/s
A_{E0} : 132 km ²	MNQ 1947/2009	345 l/s
Lage: 1,2 km oberhalb der Mündung	MQ 1947/2009	1,83 m ³ /s
	Mq 1947/2009	13,9 l/s km ²
	MHQ 1947/2009	34,7 m ³ /s
	HHQ (22.09.1968)	75,9 m ³ /s

Hindernisse

In der Rotach befinden sich mehrere für den Fischauf- und -abstieg relevante Unterbrechungen des Fließwasserkontinuums, die als potenzielle Durchgängigkeitsstörungen wirken können. Ein Teil davon ist natürlichen Ursprungs, die meisten wurden als Ausleitungsbauwerke im Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung errichtet (Tab. 3.2). Die Ufer der Rotach wurden einst von 22 Mahl- und Sägemühlen gesäumt. Allein im heutigen Stadtgebiet Friedrichshafen waren Mitte des 19. Jahrhunderts acht Mühlen in Betrieb. Die bis 1984 betriebene Mühle Ittenhausen – bei einer Fallhöhe von vier Metern seit 1198 belegt und damit die älteste Mühle Friedrichshafens – ist heute Kulturdenkmal und soll reaktiviert werden.

Ein Teil der in Tab. 3.2 aufgeführten Durchgängigkeitsstörungen ist bereits mit Fischaufstiegshilfen ausgestattet. Einrichtungen für den Fischabstieg existieren bisher an keiner Anlage.

Tab. 3.2: Aktuell bestehende Durchgangsstörungen (nur Fischaufstieg, keine Fischabstiegsanlagen vorhanden) in der Rotach im Landkreis Bodenseekreis. Rot umrandet: die Störungen innerhalb der Gemarkung Friedrichshafen.

Name (ehemaliges) Wehr	Oberkante	WGS-84 Gauss-Krüger (Potsdam)		WH_ Bew	WH_ Typ	Aufstiegshilfe
	h	E	N			
(01) Rundelwehr	401 m	3537240	5280570	1	1	UG
(02) Rampe , ehem. Trautenmühle	403 m	3536625	5281315	0	0	R
(03) Wehr Zeller [Meistershofener Mühle]	407 m	3536165	5281865	1	1	UG
(04) Rampe Maschinenfabrik Brielmaier	410 m	3536240	5282095	0	0	R
(05) Wehr Hammerstatt [Mühle Ittenhausen]	420 m	3535900	5283515	1	1	UG + R
(06) Wehr Reinachmühle	425 m	3535455	5284330	1	1	UG
(07) ehem. Wehr Weilmühle	435 m	3534790	5285475	0	0	
(08) Rampe Oberteuringen	451 m	3535355	5288015	1	0	R
(09) Wehr Ziegelmühle	465 m	3535190	5290300	1	1	FP
(10) Wehr Ramsenmühle	480 m	3534755	5290765			
(11) Wehr Urnu	495 m	3532050	5292170	5	1	-
(12) Wehr Schönemühle (jetzt Rampe)	501 m	3532545	5293030	1	1	-

Bewertung des Wanderhindernisses für Seeforellen (WH_Bew)

„0“ = kein Wanderhindnis

„1“ = für Seeforellen unabhängig vom Abfluss überwindbar

„2“ = bei erhöhtem Abfluss für Seeforellen gut passierbar

„3“ = bei erhöhtem Abfluss von Seeforellen wahrscheinlich überwindbar

„4“ = bei erhöhtem Abfluss von Seeforellen möglicherweise überwindbar

„5“ = für Seeforellen sicher nicht passierbar

Hindernistyp (WH_Typ)

„0“ = kein Wanderhindernis

„1“ = künstliches Wanderhindernis

„2“ = natürliches Wanderhindernis

„3“ = unklar

Aufstiegshilfe

UG = Umgehungsgerinne

R = Rampe

FP = Fischpass

- = keine Aufstiegshilfe

3.2 Fischartenspektrum und dessen Gefährdung

Aufgrund der großen strukturellen Vielfalt ist bei Fließgewässern des Alpenvorlandes im ursprünglichen, unbeeinträchtigten Zustand von einer sehr reichen Fischartengemeinschaft auszugehen, die überwiegend dem Hyporhithral (Äschenregion) und Epipotamal (Barbenregion) zuzuordnen ist. Die natürlicherweise zu erwartende Fischartengemeinschaft (Referenz-Fischzönose) nach DUßLING (2006) für den Unter- und Mittellauf der Rotach (Tab. 3.2, Referenz 1+2) ist so sehr umfangreich (26 Arten) und spiegelt die fischökologische Bedeutung dieses Gewässers wider.

Tab. 3.3: Potenzielle, natürliche Fischfauna der Rotach (DUßLING 2006). Rot umrandet: Referenzen 1+2 für den Unter- und Mittellauf der Rotach.

Stand: 06/2006					
Referenz-Fischzönosen für das Fließgewässer Rotach im WK Nr. 12-01 :					
Zurück zur WK-Auswahl		Schrift-Formatierungen der Arten:		fett = Leitarten (> 4,9 %) normal = typspezifische Arten (1,0 - 4,9 %) kursiv = Begleitarten (< 1,0 %)	
Referenz 1:		Referenz 2:		Referenz 3:	
Für Typ 2 unterhalb der Rohrbachmündung:		Für Typ 2 von der Rohrbachmündung bis zur Fiselbachmündung:		Für Typ 2 oberhalb der Fiselbachmündung:	
Arten:	%-Anteil:	Arten:	%-Anteil:	Arten:	%-Anteil:
Döbel, Aitel	11,5	Bachforelle	20,0	Bachforelle	42,6
Hasel	11,5	Groppe, Mühlkoppe	20,0	Groppe, Mühlkoppe	42,6
Barbe	9,0	Äsche	11,0	Schmerle	6,0
Nase	9,0	Döbel, Aitel	8,0	Elritze	4,0
Schneider	9,0	Elritze	8,0	Äsche	2,0
Barsch, Flussbarsch	7,0	Schmerle	8,0	Seeforelle	1,6
Gründling	7,0	Barbe	4,5	Quappe, Rutte	0,8
Ukelei, Laube	7,0	Nase	4,5	Barbe	0,2
Elritze	4,0	Hasel	3,8	Nase	0,2
Rotaue, Plötze	4,0	Strömer	3,8		
Schmerle	4,0	Gründling	2,0		
Brachse, Blei	2,5	Schneider	2,0		
Hecht	2,0	Seeforelle	1,4		
Giebel	1,5	Quappe, Rutte	0,8		
Karpfen	1,5	Barsch, Flussbarsch	0,5		
Äsche	1,0	Hecht	0,5		
Bachforelle	1,0	Rotaue, Plötze	0,5		
Groppe, Mühlkoppe	1,0	Ukelei, Laube	0,5		
Quappe, Rutte	1,0	Aal	0,1		
Strömer	1,0	Giebel	0,1		
Güster	0,8				
Karusche	0,8				
Rotfeder	0,8				
Schleie	0,8				
Seeforelle	0,8				
Aal	0,5				

Die natürliche Fischfauna der Rotach beinhaltet die Seeforelle sowie die Arten Barbe, Nase und Quappe (Trüsche) (Tab. 3.3) aus der Gruppe der Mitteldistanzwanderer. Der Rotach wie auch den anderen größeren Bodenseezuflüssen wird daher nach LUBW (2016) hinsichtlich des Migrationsbedarfs eine hohe Einstufung (Seeforellengewässer, hoher Migrationsbedarf) zugeschrieben (Abb. 3.1).

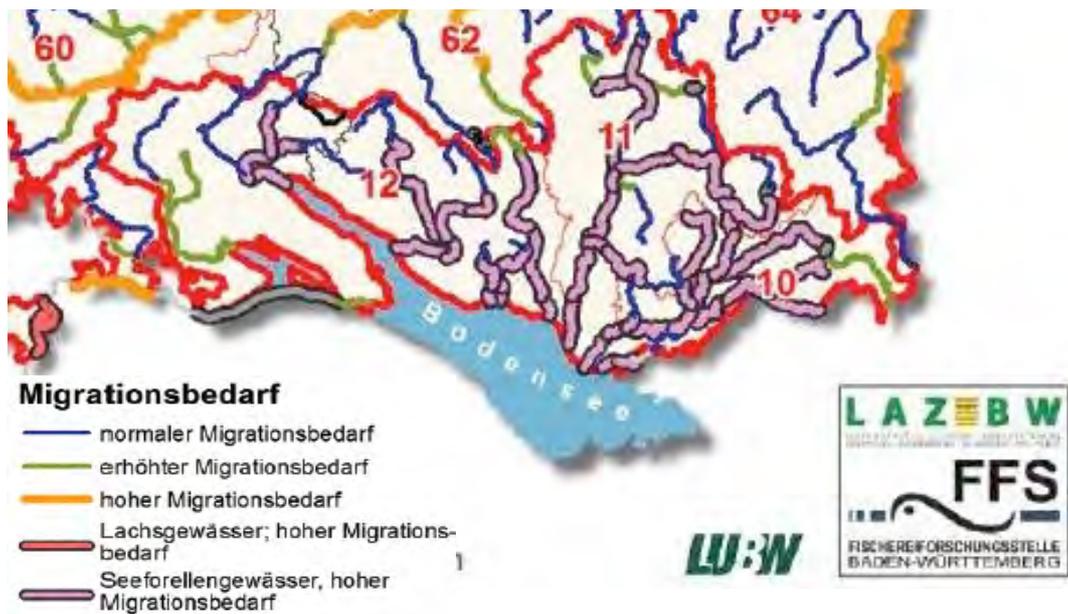


Abb. 3.1: Ausschnitt aus der Übersichtskarte „Migrationsbedarf der Fischfauna in Baden-Württemberg“ aus LUBW (2016).

3.3 Aktuelles Fischartenspektrum und Gefährdungsstatus

Von den 26 Referenzarten für den Unter- und Mittellauf der Rotach (Tab. 3.3) konnten bei aktuellen Untersuchungen (HABERBOSCH 2016) 18 (69 %) nachgewiesen werden (Tab. 3.4). Von den fünf Referenzarten mit erhöhtem Migrationsbedarf waren aktuell vier (Seeforelle, Barbe, Nase, Aal) vertreten (Tab. 3.4). Insbesondere Seeforelle, Barbe und Nase weisen in der Rotach aber Bestandsdefizite auf und werden in der Roten Liste für das baden-württembergische Bodenseesystem (BAER et al. 2014) geführt (Tab. 3.4). Seeforelle und Nase gelten sogar als „stark gefährdet“ (Gefährdungskategorie 2). Das Seeforellenaufkommen in der Rotach stagniert trotz umfangreicher Besatzmaßnahmen zur Bestandsstützung seit mehreren Jahren auf niedrigem Niveau (WERNER et al. 2014). Zehn der insgesamt 18 aktuell nachgewiesenen Arten werden in unterschiedlichen Gefährdungsstufen der Roten Liste geführt. Mit Groppe und Strömer kommen zudem zwei Arten aus Anhang II der FFH-Richtlinie vor (Tab. 3.4).

Tab. 3.4: Natürliches Fischartenspektrum der Rotach unterh. Rohrbachmündung (Referenz 1) und Rohrbach- bis Fiselbachmündung (Referenz 2) verändert nach DUßLING (2006): Fett: natürlicherweise häufig zu erwartende Leitart (>4,9% Anteil), normal: natürlicherweise verbreitet zu erwartende typspezifische Art (1,0-4,9% Anteil), kursiv: natürlicherweise selten zu erwartende Begleitart (<1,0% Anteil), rot: gebietsfremde Art, und aktuelle Nachweise aus dem Jahr 2015 (HABERBOSCH 2016): PS 1: FN Rampe Ailinger Straße (XXXLutz), PS 2: FN Rampe TWF, PS 3: Jettenhausen; PS 4: Jettenhausenoberh. Zeller Wehr (Moschee), PS 5: Unterwasser Wehr Reinachmühle, PS 5.1: Reusenkontrolle Wehr Reinachmühle, PS 6: Oberwasser Wehr Reinachmühle, PS 7: Weilmühle, PS 8: Unterteuringen Elzenbachbrücke, mit artenschutzfachlich bedeutenden Kategorien.

Referenz 1	Aktuelle Nachweise unterh. Rohrbach			Referenz 2	Aktuelle Nachweise von Rohrbach bis Fiselbach						Migration*	Rote Liste **	FFH ***
	PS1	PS2	PS3		PS4	PS5	PS5.1	PS6	PS7	PS8			
Bachforelle	X		X	Bachforelle		X	X	X	X	X	Kurzstrecke	4	
Groppe			X	Groppe	X	X	X	X	X	X	Kurzstrecke	4	II
Äsche	X		X	Äsche		X	X				Kurzstrecke	2	
Döbel	X	X	X	Döbel	X	X	X	X	X	X	Kurzstrecke	-	
Elritze	X		X	Elritze	X				X	X	Kurzstrecke	-	
Schmerle	X	X	X	Schmerle	X	X	X	X	X	X	Kurzstrecke	-	
Barbe	X		X	Barbe	X		X	X	X		Mitteldistanz	4	
Nase				Nase			X				Mitteldistanz	2	
Hasel	X			Hasel	X		X		X		Kurzstrecke	-	
Strömer	X	X	X	Strömer	X	X	X	X	X	X	Kurzstrecke	3	II
Gründling	X		X	Gründling	X				X		Kurzstrecke	-	
Schneider		X	X	Schneider	X	X			X	X	Kurzstrecke	3	
Seeforelle				Seeforelle			X				Mittel- bis lange Distanz	2	
Quappe				Quappe							Mitteldistanz	-	
Barsch				Barsch							Kurzstrecke	4	
Hecht				Hecht			X				Kurzstrecke	-	
Rotaugen				Rotaugen			X				Kurzstrecke	-	
Ukelei				Ukelei							Kurzstrecke	-	
Aal				Aal	X						Lange Distanz	2	
Giebel				Giebel							Kurzstrecke	-	
Seesaibling				Seesaibling			X				ohne Einstufung	2	
Karpfen											Kurzstrecke	(2) (-)****	
Brachse											Kurzstrecke	-	
Güster											Kurzstrecke	-	
Karass											Kurzstrecke	2	
Rotfeder											Kurzstrecke	4	
Schleie				Schleie					X		Kurzstrecke	-	
Regenbogenf.				Regenbogenf.		X	X				Kurzstrecke	-	

* = Migrationsbedarf einzelner Arten nach DUßLING et al. (2004). ** = Einstufung in die Rote Liste der Neunaugen und Fische des baden-württembergischen Bodenseesystems (BAER et al. 2014): 0=verschollen; 1=vom Aussterben bedroht; 2=stark gefährdet; 3=gefährdet; 4=Vorwarnliste; -=nicht gefährdet. *** = Flora-Fauna-Habitate-Richtlinie, Anhang II (FFH-RICHTLINIE 1992, 1997).**** = Unterscheidung zwischen Wild- (2) und Zuchtform (-).

4 Rechtsgrundlagen zur Fischdurchgängigkeit

Für die Rotach besteht hinsichtlich der Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten sowie der Entschärfung der Nährstoffproblematik zwar weiterer Handlungsbedarf, in beiden Bereichen konnte aber auch schon viel erreicht werden. Im Hinblick auf den gefahrlosen Fischabstieg stehen wir jedoch noch am Anfang unserer Anstrengungen. Das liegt auch daran, dass die Entwicklung der dafür notwendigen Anlagen vergleichsweise jung ist (LUBW 2016). Nichtsdestotrotz existieren verschiedene rechtliche Regelungen und darauf aufbauende Schutzinstrumente für besonders gefährdete Arten, die auch die abwärts gerichtete Durchgängigkeit in Form von Schutzvorrichtungen an Kraftwerken und geeigneten Abstiegsmöglichkeiten für Fische einfordern. Dabei steigt die Priorität für die Umsetzung solcher Maßnahmen mit dem Migrationsbedarf im jeweiligen Gewässerabschnitt und mit dem Schutzstatus der dort heimischen Fischarten.

Folgende rechtliche Vorgaben (ergänzt nach ORTLEPP et al. 2016) und daraus abgeleitete Schutzprogramme sind im Hinblick auf die Gewährleistung der Durchgängigkeit in der Rotach relevant:

4.1 Europäisches Recht

Die **Europäische Wasserrahmenrichtlinie** (WRRL) (EUROPÄISCHE UNION 2000) definiert flussgebietsbezogene Ziele für Gewässerökologie und -bewirtschaftung, die in nationales Recht umgesetzt wurden. Vorgabe ist das Erreichen des „guten ökologischen Zustands“ für Fließgewässer, wofür die Wiederherstellung der Durchgängigkeit als wesentlich angesehen wird.

Die **Europäische Flora-Fauna-Habitate-Richtlinie** (FFH) gibt Arten und Schutzgebiete (Natura 2000-Gebiete) vor, die im nationalen Naturschutzrecht berücksichtigt sind. Die Rotach ist Teil des Natura 2000-Gebiets „Rotachtal Bodensee“ (8222-342) mit den Arten Groppe und Strömer aus Anhang II der FFH-Richtlinie (Tab. 3.4). Beide Arten gelten zwar als Kurzstreckenwanderer, speziell der Strömer ist aber in besonderem Maß darauf angewiesen, seine Heimatgewässer sowohl in Längsrichtung als auch in die Zuflüsse hinein durchwandern zu können (WOCHER 1999).

4.2 Bundesrecht

Das **Wasserhaushaltsgesetz** (WHG, Bundesrecht) gibt den Rahmen der Gewässernutzung vor. Als Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung werden an erster Stelle Erhalt und Verbesserung der Funktions- und Leistungsfähigkeit der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen genannt (§ 6 Absatz 1). Die Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer (§ 27 Absatz 1) umfassen das Verbot einer Verschlechterung des ökologischen Zustands sowie das Gebot, einen „guten ökologischen Zustand“ zu erhalten oder wiederherzustellen. Um den oben genannten Zielen zu entsprechen, fordert § 34 den Erhalt und die Wiederherstellung der Durchgängigkeit des Gewässers. Eine Wasserkraftnutzung darf nach § 35 nur zugelassen werden, wenn auch geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden. Diese Anforderungen werden auch an bereits bestehende Wassernutzungen gestellt (§ 35, Absatz 2).

Das **Tierschutzgesetz** (TierSchG) enthält die im Hinblick auf die relevanten Teilaspekte „Fischschutz“ und „Fischabstieg“ wesentlichen Aussagen im § 1: „Zweck dieses Gesetzes ist es, aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen. Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen.“ Aufgrund der für Fische bei der Turbinenpassage unzweifelhaft bestehenden erheblichen Verletzungs- und Mortalitätsrisiken folgt aus § 1

TierSchG die Forderung nach Schutzeinrichtungen, die das Eindringen von Fischen in die Turbinen verhindern, falls kein vernünftiger Grund für die Inkaufnahme entstehender Schäden besteht. Die Frage nach dem Vorliegen eines „vernünftigen Grundes“ im Sinne des § 1 TierSchG ist bei der rechtlichen Bewertung der Erfordernis von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen von zentraler Bedeutung. Nach HIRT et al. (2007, S 73 – 74) ist Satz 1 des § 1 TierSchG hier als Auslegungsgrundsatz mit der Vorgabe einer tierschutzgerechten Abwägung und Ermessensausübung zu werten. Durch die Festlegung des Tierschutzes als Staatsziel durch § 20 a GG wurde dessen Stellenwert bei der Ermessensausübung und Abwägung widerstreitender Interessen gestärkt. Die Verhältnismäßigkeit der Installation geeigneter Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen nach dem Stand der Technik ist auch auf dieser Grundlage zu betrachten.

4.3 Landesrecht

Das **Wassergesetz** (WG) von Baden-Württemberg gibt mit dem § 23 dem Land die Ermächtigung, die Anforderungen an die Wasserkraftnutzung hinsichtlich Mindestwasserführung, Durchgängigkeit und ökologischer Funktionsfähigkeit zu konkretisieren.

Das **Fischereigesetz** (FischG) von Baden-Württemberg verlangt bei der Errichtung von Anlagen zur Wasserentnahme oder Triebwerken das Anbringen und den Unterhalt von Vorrichtungen, die das Eindringen von Fischen verhindern (§ 39). Wer Anlagen in einem Gewässer errichtet, die den Wechsel der Fische verhindern oder erheblich beeinträchtigen, hat zudem geeignete Fischwege anzulegen, zu betreiben und zu unterhalten (§ 40).

Der **Wasserkrafterlass** des Landes gibt der Verwaltung einen Rahmen für die Beurteilung von Kleinwasserkraftanlagen in Wasserrechtsverfahren vor und enthält ergänzende Regelungen zur Auslegung der Vorschriften des Wasserrechts, des Naturschutzrechts, der Umweltverträglichkeitsprüfung, des Tierschutz- und des Fischereirechts. Es wird klargestellt, dass der nach WRRL anzustrebende gute Gewässerzustand der Fließgewässer Anforderungen an die Durchgängigkeit beinhaltet. Zur Durchgängigkeit in Fließgewässern heißt es hier weiter: „Die Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern ist auf Grund verschiedener bereits früher geltender und inzwischen präzisierter gesetzlicher Vorgaben und fachlicher Regeln grundsätzlich zu gewährleisten. In bestimmten Fällen können insoweit auch Anforderungen für die Wanderung flussabwärts gestellt werden.“

4.4 Maßnahmen und Programme zur Fischdurchgängigkeit

Zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben wurden verschiedene **Maßnahmen und Programme** initiiert.

Zur Priorisierung der durchgängigen Umgestaltung von Querbauwerken in den Fließgewässern Baden-Württembergs erfolgte eine Bewertung des **Migrationsbedarfs** der Fischfauna innerhalb des WRRL-Fließgewässerteilnetzes (DUßLING 2005). Der Fischfauna der Rotach wie auch der anderen größeren Bodenseezuflüsse wurde nach LUBW (2016) hinsichtlich ihres Migrationsbedarfs eine hohe Einstufung (Seeforellengewässer, hoher Migrationsbedarf) zugeschrieben (Abb. 3.1).

Zur Förderung und Bestandsstützung der Seeforelle wurden durch die Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF), AG Wanderfische, **Schutzprogramme** im Einzugsgebiet des Bodensees entwickelt. In den von der IBKF beauftragten Untersuchungsprojekten „Lebensraum für die Bodensee-Seeforelle“ (REY et al. 2009) und „Seeforelle – Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen“ (REY et al. 2014, WERNER et al. 2014) ist die Rotach eines der Seeforellen-Programmewässer. Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit in den Bodenseezuflüssen ist nach diesen Untersuchungen eine der

zentralen Forderungen zur Erreichung des „guten ökologischen Zustands“ nach EG-WRRL. Als ein wesentlicher Grund für das in der Rotach auf niedrigem Niveau stagnierende Seeforellenaufkommen wird die bisher mangelhafte flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit gesehen (REY et al. 2014).

Mit Verabschiedung des neuen Seeforellen-Bewirtschaftungskonzepts der IBKF (Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei) wird die Rotach seit Juni 2017 als Seeforellen-Bewirtschaftungsgewässer mit dem Sonderstatus einer eigenen „Management-Einheit“ geführt (IBKF 2017).

4.4 Neue Regelungen für den Fischabstieg

Grundsätzlich besteht bei der Abwärtswanderung von Fischen in Gewässern mit Kraftwerksstandorten oder Wasserentnahmeverrichtungen ein hohes Gefährdungspotenzial. Gravierende Auswirkungen auf den Bestand einer Art kann das Zusammenwirken mehrerer defizitärer Anlagen haben (LUBW 2016), wie es an der Rotach der Fall ist. Hier ist der kumulative Effekt von besonderer Bedeutung, weil einige Fischarten – allen voran die Seeforelle – Wanderungen über längere Strecken durchführen und dabei auch mehrere gefährliche Kraftwerkanlagen passieren müssen. In der neuen "Handreichung Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen" (LUBW 2016) sind die oben genannten rechtlichen Grundlagen berücksichtigt und auf Basis von Erfahrungswerten in entsprechende Vorgaben für die Planung geeigneter Anlagen umgesetzt. Die Handreichung bildet künftig die Grundlage für die Bemessung von Sicherheits- und Funktionsgrößen zum Fischabstieg bei Wasserrechtsverfahren in Baden-Württemberg, die auch in der vorliegenden Expertise berücksichtigt wurden. Die wichtigsten diesbezüglichen Richtwerte sind in Tab. 4.1 zusammengefasst. Dabei gehen wir bis auf Weiteres von den – gegenüber Neuanlagen etwas weniger strengen – Anforderungen für Bestandsanlagen aus

Tab. 4.1: Anforderungen an Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen (**Bestandsanlagen**) an der Rotach (Quelle: LUBW 2016).

Fischschutzanlage	Vorgaben		Anmerkungen
	Vertikalrechen	Horizontalrechen	
Rechen, lichte Weite	15 mm	18 mm	Gewässer mit hohem Migrationsbedarf
Anströmgeschwindigkeit	< 0,5 m/s		ggf. Anströmwinkel unter 30° (s.u.)
Leitsystem			
Anströmwinkel	≤ 30°, sofern räumlich möglich		Gewässer mit hohem Migrationsbedarf
Einlaufbauwerk			
Minimale Wassertiefe	30 cm		
Betriebsabfluss	1-5% MQ, jedoch mindestens 100 l/s		MQ Rotach = 1,97 m ³ /s --> Minimumregel 100 l/s
Bypass			
V-Zunahme im Pass	1 m/s Fließstrecke		
Unterwasserbereich			
Rückführung Unterwasser	Mindestwassertiefe 1/3 der Fallhöhe (und mindestens 1 m)		gilt für Bypass und freien Fall (z.B. über Wehr)

Erhöhte Anforderungen - in diesem Fall eine weitere Reduktion der Stababstände am Rechen von 15 mm auf 10 mm vertikal und von 18 mm auf 15 mm (bis auf 10 mm) horizontal (vgl. Anforderungen für Neuanlagen in Aalmanagementgewässern) - können sich allerdings aus dem Vorkommen der FFH-Arten Strömer und Groppe in der Rotach ergeben. Entsprechende Angleiche sind noch vor der der Planungsphase mit der Fischereibehörde des Regierungspräsidiums Tübingen bzw. mit der Fischereiaufsicht abzusprechen.

Ergänzend sind auch Lösungen zu finden, um die Fische vor dem Einschwimmen in Anlagenteile zu hindern, die nicht mehr in Betrieb sind. Auf diese Fälle wird im Einzelnen noch eingegangen.

5 Sanierungsbedarf

5.1 Defizite und Gefährdungsursachen

Fischaufstieg

In der Rotach wurden in der Vergangenheit erhebliche Anstrengungen unternommen, um den Fischaufstieg zu gewährleisten. So erfolgte der Bau der Fischaufstiegsanlagen Rundelwehr, Zellerwehr, Wehr Hammerstatt (Betonwerk) und Reinachmühle als Umgehungsgerinne bzw. Beckenpässe. Am Wehr Ziegelmühle entstand durch Hochwassereinflüsse ein natürliches Umgehungsgerinne. So sollte derzeit ein Fischaufstieg bis zum Wehr Urnau möglich sein. Für die Aufstiegsanlage Reinachmühle fand im Jahr 2015 eine Funktionskontrolle statt (HABERBOSCH 2016). Diese belegt die Funktionsfähigkeit dieser Anlage für aufsteigende Fische (bei ausreichender Wasserführung in der Ausleitungsstrecke). Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass Arten wie Seeforelle, Barbe, Nase und Hasel tatsächlich aus dem Bodensee oder dem Mündungsbereich der Rotach bis über die Reinachmühle hinaus in den Oberlauf der Rotach aufsteigen, also auch die unterhalb liegenden Aufstiegsanlagen von Fischen erfolgreich genutzt werden. Eine Gesamtwertung der Aufstiegsmöglichkeit in der Rotach ist derzeit allerdings nicht möglich, da insbesondere vom Aufstieg Rundelwehr, der im Mündungsbereich der Rotach eine Schlüsselrolle für aufwandernde Fische einnimmt, keine Aufstiegszahlen vorliegen. Es ist derzeit somit noch nicht geklärt, ob tatsächlich alle aufstiegswilligen Fische auch vollumfänglich den Oberlauf erreichen können. Ein Abgleich mit den aktuellen Anforderungen der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) für Fischaufstiegsanlagen steht noch aus. Aufstiegskontrollen werden empfohlen.

Fischabstieg

Ganz erhebliche Defizite bestehen in der Rotach im Hinblick auf die Abstiegsmöglichkeiten für Fische (WERNER 2014, REY et al. 2014). Fischverluste sind sowohl durch Wehrüberfall als auch durch das Durchschwimmen des Turbinenwegs möglich. An den Kraftwerkskanälen fehlen Schutzvorrichtungen in Form von Rechenanlagen, die ein Eindringen von Fischen in die Turbinenanlagen verhindern also mit lichten Stabweiten von 15 mm und weniger (DWA 2005). Wenn, wie im Fall der Rotach, mehrere hinsichtlich des Abstiegs defizitäre Anlagen hintereinander geschaltet sind, kann dies gravierende Auswirkungen auf den Bestand einer Art haben (LUBW 2016). Im schlechtesten Fall kann diese kumulative Wirkung z. B. eine erfolgreiche Abwanderung junger Seeforellen gänzlich unterbinden. Die bestehenden Umgehungsgerinne eignen sich kaum für einen Abstieg, da sie in der Regel für die an der Hauptströmung orientierten Fische in der Abwärtsbewegung nicht auffindbar sind und auch keine effiziente und sichere Weiterleitung für abwandernde Fische bieten.

Feinstoffeinträge

Wesentlich für eine natürliche Vermehrung, insbesondere bei Kieslaichern wie der Seeforelle, sind auch eine gute Wasserqualität und ein sauberes, gut mit Sauerstoff versorgtes Sohlsubstrat. Jüngere Untersuchungen zeigten, dass dies in der Rotach möglicherweise noch nicht immer in ausreichendem Umfang gegeben ist. So belegten Brutboxenversuche (WERNER et al. 2014), dass an einigen Stellen in der Rotach

sowie (partikuläres) organisches Material in den Kieskörper eingetragen wird, dass sich die Forelleneier nicht bis zum schlupffähigen Brütling entwickeln können.

Abflussregime

Auch winterliche Hochwasserereignisse und die damit einhergehenden Substratumlagerungen sind für die Forellen der Rotach kritische Faktoren hinsichtlich ihrer Entwicklung. Deshalb ist es wichtig, dass die Fische sowohl im Hauptfluss als auch in den Zuflüssen möglichst weit aufsteigen können, da Hochwässer dort moderater ablaufen, mit geringeren Auswirkungen auf die Gewässersohle und somit geringerer Wahrscheinlichkeit für Geleeverluste (IBKF 2017).

5.2 Handlungsanforderungen

Für die Rotach sind somit zur Stabilisierung und Förderung eines standortgerechten Fischbestands mit der Seeforelle als Indikatorart nachfolgende weitere Verbesserungsmaßnahmen notwendig:

- **Weitere Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten für Fische.** Dazu ist eine Funktionskontrolle an der Aufstiegsanlage Rundelwehr und eine weitere Verbesserung der Aufstiegsmöglichkeiten über das Wehr Urнау hinaus und in die Zuflüsse anzustreben. Die Durchgängigkeit zwischen der Rotach und ihren Zuflüssen ist zu prüfen und zu gewährleisten (hochwassersichere Laichgebiete).
- **Schaffung von gefahrlosen Fischabstiegen.** Ganz wesentlich ist die Schaffung von gefahrlosen Abwandermöglichkeiten (Schutzvorrichtungen und Abwanderwege), die derzeit in der Rotach noch weitgehend fehlen.
- **Weitere Reduzierung der Feinstoffeinträge.** Ergänzend sind weitere Anstrengungen zur Reduzierung der Nährstoff- und Feinstoffeinträge, insbesondere hinsichtlich der partikulären Stoffe aus Kläranlagen, Regenüberläufen, Rückhaltebecken und landwirtschaftlichen Flächen notwendig, um so eine Verbesserung der Qualität des Sohlsubstrats zu erreichen.

Konkretes Vorgehen

Im Rahmen eines Ortstermins am 16.01.2017 wurden vier Wehranlagen an der Rotach im Stadtbereich Friedrichshafen besucht. Dabei fand eine erste technische und fischökologische Prüfung der Fischdurchgängigkeit statt. Am Beispiel des ersten Querbauwerks vom Bodensee flussaufwärts, des Wehrs an der sog. Rundelmühle in 1,6 km oberhalb der Rotach-Mündung, sollten mögliche Varianten zur Optimierung der Durchgängigkeit diskutiert werden:

- Beurteilung des Fischpasses in Bezug auf die Durchgängigkeit flussaufwärts - für Fische und andere Wasserlebewesen. Aufzeigen möglicher Lösungsvarianten zur Optimierung der flussaufwärts gerichteten Wanderung. Diese Anforderung setzt zunächst Aufstiegskontrollen voraus, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht vorgesehen waren.
- Beurteilung des Fischpasses in Bezug auf die Durchgängigkeit flussabwärts, für Fische und andere Wasserlebewesen. Aufzeigen möglicher Lösungsvarianten zur Optimierung der flussabwärts gerichteten Wanderung.
- Beurteilung des Wehrkörpers in Bezug auf die Thematik der Abwanderung von Fischen über den Wehrkörper. Aufzeigen möglicher Lösungsvarianten zur Optimierung des Wehrkörpers.

Beim Fischabstieg sind sowohl Anforderungen an das einfache Auffinden eines geeigneten Abstiegswegs als auch Anforderungen zum Fischschutz (gefahrloser Abstieg) zu evaluieren. Ein Fischabstieg über den

Aufstiegsweg ist in diesem Kontext und bei den vorliegenden Aufstiegspassagen in der Regel als in seinem Umfang irrelevant zu beurteilen (Kriterien nach DWA 2005 nicht erfüllbar).

5.3 Rundelwehr (Rundelmühle)

Geschichte:

Seit dem Mittelalter ist hier eine Mühle des Klosters Löwental überliefert. 1634, während des Dreißigjährigen Krieges, wird das Gebäude von den abziehenden Schweden zerstört. Nach dem Wiederaufbau im Jahre 1709 gehört die Rundelmühle mit einer Säge- und Ölmühle sowie einem Gerbgang und vier Mahlgängen zu den größeren Anlagen an der Rotach. 1900 erwarb Eugen Rundel (Name!) die Mühle. Nach dem Zweiten Weltkrieg blieb die 1944 durch einen Luftangriff beschädigte Mühle noch längere Zeit in Betrieb. Derzeit wird die Anlage trotz laufender Konzession nicht betrieben. Ob eine Reaktivierung stattfindet, ist nicht bekannt, aber nach Aussage des Besitzers eher unwahrscheinlich. Für eine Sanierung der Anlage spielt dieser Sachverhalt insofern eine Rolle, da bei endgültiger Einstellung des Betriebs die Triebwasserwege verfüllt, die Wehranlage beseitigt und somit eine uneingeschränkte Fischdurchgängigkeit erreicht werden könnte.

Fischdurchgängigkeit:

Das Rundelwehr besitzt auf der rechten (Ausleitungs-) Seite zu ca. 2/3 der Gesamtbreite eine leicht erhöhte Wehroberkante, dahinter eine Betonrampe mit kastenförmigen Platten, gesäumt von Holzarmierungen (vgl. Titelbild). Die Wehroberkante ist leicht stufig abgesetzt (Abb. 5.3.1) und wird bei Normalabfluss nur sehr flach (> 10 cm WT) überflossen. Fische, die auf diesem Wege absteigen, könnten hier bei niedrigeren Abflüssen stranden. Bei allen Abflüssen besteht Verletzungsrisiko, da scharfkantige Beton- und Holzteile abstehen und an vielen Stellen alte Nägel aus der Holzarmierung ragen (Abb. 5.3.7).

Auf der linken Wehrseite befindet sich das ehemalige Wehrschütz. Durch die etwas tiefer liegende (originale) Wehrkante fließt ein überwiegender Teil des Wassers über diesen Weg (vgl. Titelbild und Abb. 5.3.1 und 5.3.4). Abstiege über das Wehr bergen besondere Verletzungsrisiken (z.B. große Fallhöhen auf Betonplatten, fehlende Wassertiefe im Unterwasser (Abb. 5.3.4)). Das über die linke Wehrseite abfließende Wasser trifft allerdings auf den Einstieg zum Beckenpass (Abb. 5.3.2) und fördert dadurch dessen Auffindbarkeit für Fische. Ein Fischabstieg über den Beckenpass ist aufgrund der Lage des Ausstiegs (90° zur Fließrichtung) und einer dort installierten Tauchwand (zur Abweisung von Totholz und Geschwemmsel) unwahrscheinlich (Abb. 5.3.3) und für die weitergehende Betrachtung auch irrelevant.

Der Fischabstieg über den Triebwasserweg besitzt keinen funktionsfähigen Fischschutz und führt in eine Sackgasse, möglicherweise in den alten Turbinenweg (konnte nicht geprüft werden) oder über einen seitlichen Entlastungsweg in einen stufigen, aber für Fische gefährlichen Absturz (Abb. 5.3.5 und 5.3.6).

Insgesamt befinden sich am Rundelwehr mehrere für absteigende Wanderfische, vor allem für Seeforellen-Smolts gefährliche Bauteile und Sackgassen (Abb. 5.3.8), die einer dringenden Sanierung bedürfen.



Abb. 5.3.1: Anordnung der Wehranlage an der Rundelmühle. Links das ehemalige Wehrschütze, rechts daneben die Betonrampe mit leicht erhöhter Wehroberkante. Ganz rechts der Ausleitungskanal. Situation 2013.



Abb. 5.3.2: Wehrüberlauf an der abge-senkten linken Wehrschütze. Dahinter der Einstieg zum Beckenpass.



Abb. 5.3.3: Oberer Ausstieg des Beckenpasses mit Tauchwand.



Abb. 5.3.4: Der Absturz unterhalb des Wehrschützes ist über einen Meter hoch und führt auf eine Betonplatte.



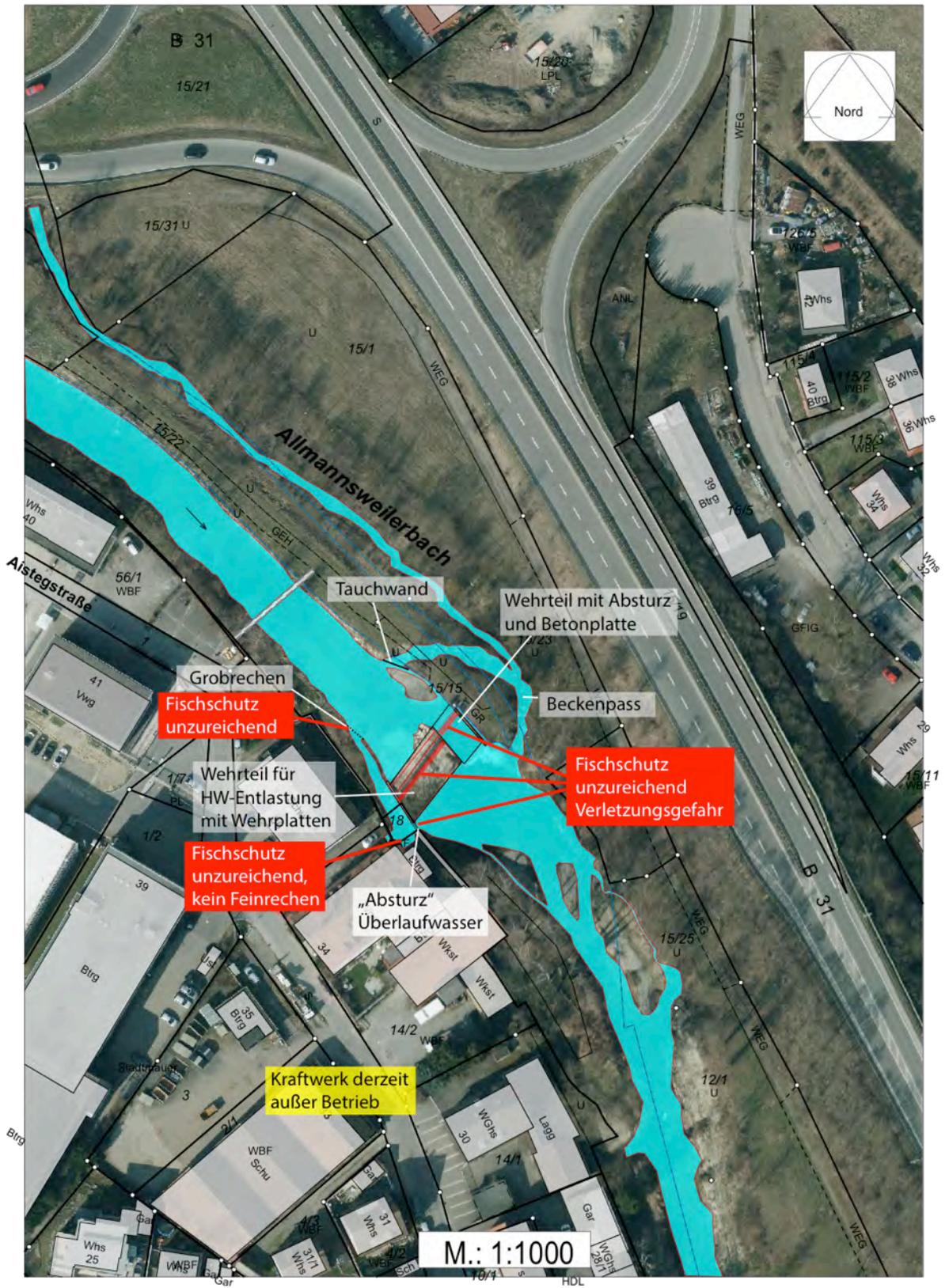
Abb. 5.3.5: Ausleitungskanal zum ehe-maligen Triebwasserweg. Links der Schieber für den Entlastungsweg.



Abb. 5.3.6: Entlastungsweg des Ausleitungskanals.



Abb. 5.3.7: Aus der Holzarmierung der Betonrampe herausragende alte Nägel.



5.4 Zellerwehr (Meisterhofer Mühle)

Das Zellerwehr ist mit einem Ausleitungsbauwerk versehen, welches das Triebwasser ca. 100 m oberhalb der Kraftwerkanlage ausleitet. Direkt am Wehr wurde ein neuer Beckenpass angelegt (Abb. 5.4.1). Das Wasser des Wehrüberlaufs fällt auf eine mehr oder weniger erodierte Betonplatten (Abb. 5.4.2). Auf Initiative des ASV Friedrichshafen wurden hier seitens der Stadt und des Landratsamts bereits Abweiser auf die Wehroberkanten montiert (Abb. 5.4.3), um einen senkrechten Sturz absteigender Fische auf die Platten im Unterwasser zu mildern. Für absteigende Laichfische stellt das Wehr dennoch eine erhebliche Verletzungsgefahr dar, da eine ausreichende Unterwassertiefe von mindestens 1 m an keiner Stelle existiert.

Am Eingang zum Oberwasserkanal befindet sich lediglich ein Schieber (Abb. 5.4.4), so dass auch große Fische in den Triebwasserweg bis ins Kraftwerkhaus gelangen.

Bei der Kraftwerkanlage selbst - im Eingangsbereich des Kraftwerkhauses, kurz vor Welle und Generator im darunterliegenden Betriebsraum – befindet sich der Vertikalstabrechen (22 mm Stababstand, Schutzwirkung für Fische erst > 22 cm Länge) mit einer Entlastungsrinne (Abb. 5.4.5). Die Schutzwirkung des Rechen ist somit für die Seeforellen-Smolts (< 22 cm Länge) und kleinere Exemplare anderer Fischarten unzureichend. Die Entlastungsrinne sorgt zwar für eine alternative Abstiegsmöglichkeit. Allerdings besitzt auch diese noch einen Absturz, der ein gewisses Verletzungsrisiko – vor allem für große Fische – birgt und weist nicht die erforderliche Wassertiefe von (ständig) 30 cm auf.



Abb. 5.4.1: Einstieg in den Beckenpass neben dem Wehr.



Abb. 5.4.2: marode Betonplatten und -reste im flachgründigen Unterwasser.



Abb. 5.4.3: Abweiser an den Wehroberkanten. Betonreste im Unterwasser.



Abb. 5.4.4: Schieber zum Oberwasserkanal.



Abb. 5.4.5: Kraftwerkhaus mit Rechen und Entlastungsrinne mit Schieber (rechts).

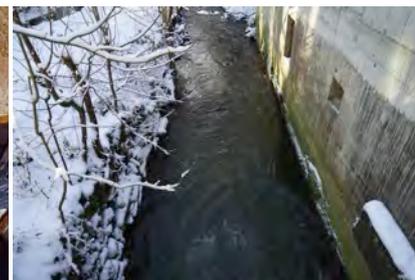


Abb. 5.4.6: Flachgründiger Unterwasserkanal.

Hauptdefizite am Zellerwehr sind somit die Verletzungsgefahr (fehlender Fischschutz) bei der Wehrpassage (vor allem für große Fische) und die Gefahr, dass theoretisch alle Fische auch in den Triebwasserkanal und kleine Individuen auch in die Turbine geraten können (Abb. 5.4.7).

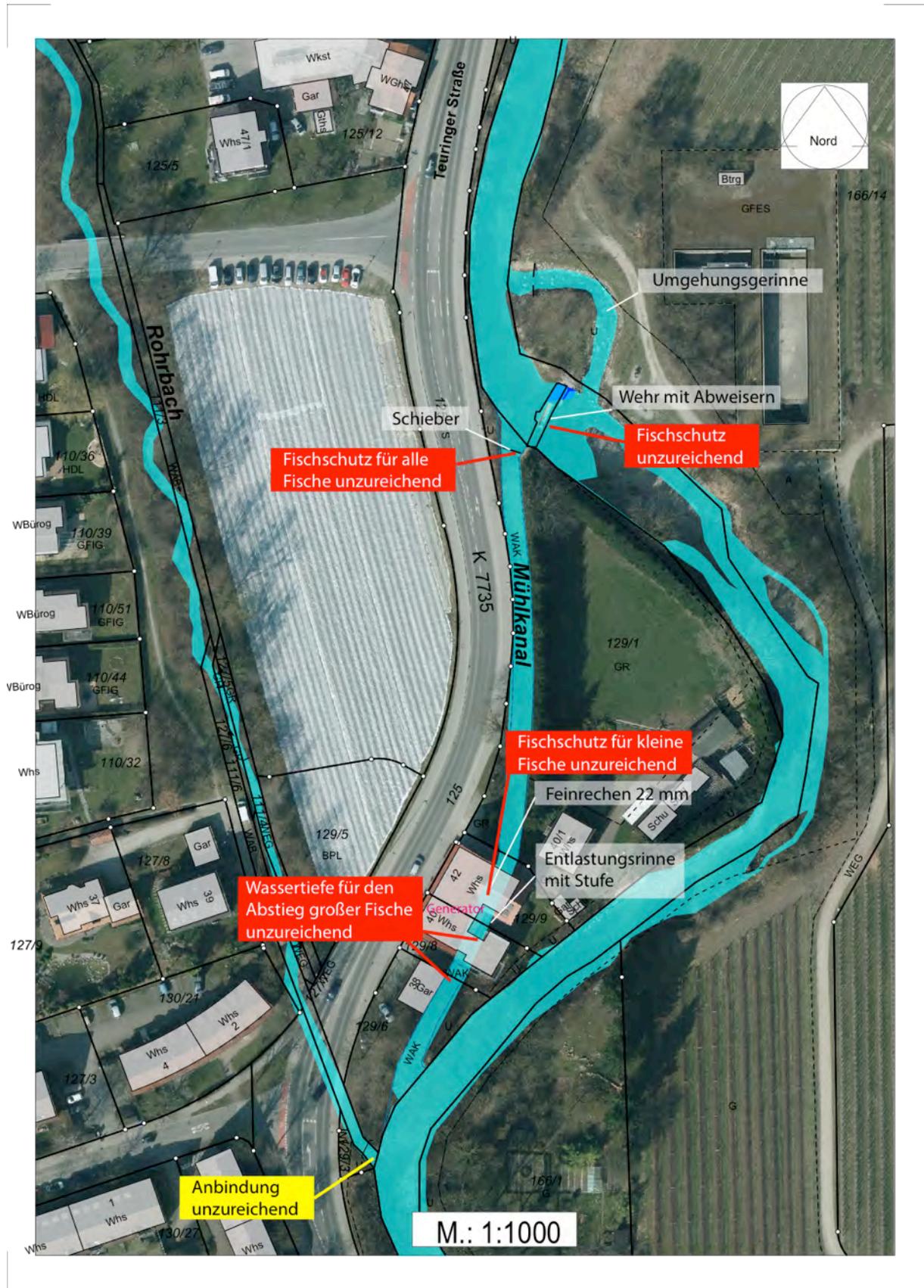


Abb. 5.4.7: Zellerwehr, Zusammenstellung und Lokalisierung prioritärer Defizite bei der Fischdurchgängigkeit.

5.5 Wehr Hammerstatt der Mühle Ittenhausen, Betonwerk

Geschichte:

Das Wehr Hammerstatt (Betonwerk) mit einer Fallhöhe von vier Metern gehört zum Ausleitungsbauwerk der bis 1984 betriebenen Mühle Ittenhausen. Die Mühle wurde 1198 erstmals urkundlich erwähnt und ist somit die älteste Mühle Friedrichshafens. Sie wurde als Mahlmühle genutzt, 1557 wurde erstmals auch das Sägewerk erwähnt. Das heutige Hauptgebäude stammt aus dem 17. Jahrhundert, wurde 1743 erneuert und erhielt 1848 bei einer Vergrößerung die heutige Südfront. 1922 wurden die Wasserräder durch Turbinen ersetzt und lieferten den Strom für die Beleuchtung Bergs. Der Mühlenbetrieb wurde 1984 eingestellt und das Sägewerk, das 1920 abgetrennt worden war, wurde 1956 stillgelegt. Derzeit besteht keine Konzession mehr.

Fischdurchgängigkeit:

Das Wehr Hammerstatt verfügt über einen neuen Beckenpass/Umgehungsgerinne. Sein Einstieg liegt auf der linken, gut durchströmten Seite der Rotach (Abb. 5.5.1) und ist daher für aufsteigende Fische in der Regel gut auffindbar. Im direkten Anschluss an die Wehroberkante befindet sich eine Blockrampe mit Betonfundament (Abb. 5.5.2). Das Wasser fließt hier diffus und turbulent über die gesamte Wehrbreite ins Unterwasser. Kleinen Fischen gelingt wohl zwar der Abstieg bei fast allen Abflusssituationen. Da aber bei geringeren Abflüssen im eingestauten Oberwasser weitgehend die abwärts gerichtete Lockströmung fehlt, müssen z.B. Seeforellen-Smolts mit ihrem weiteren Abstieg warten, bis der nächste stärkere Abfluss herrscht. Für größere Fische (z.B. Seeforellen-Laichfische) fehlt bei Niederwasser- und Normalabflüssen eine ausreichende Wassertiefe (zweifache Körperhöhe) (Abb. 5.5.3) für einen Abstieg. Außerdem bestehen für sie noch gewisse Verletzungsrisiken auf der Rampe durch die Blocksteine.

Fischschutz:

Bei der bisherigen Ortsbegehung war der Einlauf zum Triebwasserkanal (Mühlenbach) nicht einsehbar, so dass die Fischschutzmaßnahmen an dieser Stelle bisher nicht genauer beurteilt werden konnten. Nach unseren Informationen ist der Triebwasserkanal verlandet und nicht mehr in Betrieb. Bis zu einer weiteren Klärung gehen wir davon aus, dass ein Grobrechen oder im besten Fall ein Rechen mit einem lichten Stababstand von mehr als 20 mm installiert ist. In diesen Fällen besteht die Gefahr, dass absteigende Fische in eine Sackgasse geraten.



Abb. 5.5.1: Einstieg in den Beckenpass/Umgehungsgerinne neben dem Wehr.



Abb. 5.5.2: Seitenansicht der Blockrampe. Im Hintergrund rechts der Einstieg zum Umgehungsgerinne.



Abb. 5.5.3: Flache und turbulente Wasserführung in der Blockrampe.

Obwohl sowohl Fischauf- als auch Fischabstieg am Wehr Hammerstatt prinzipiell möglich sind, bestehen Defizite, die einen Handlungsbedarf bedingen (Abb. 5.5.4).

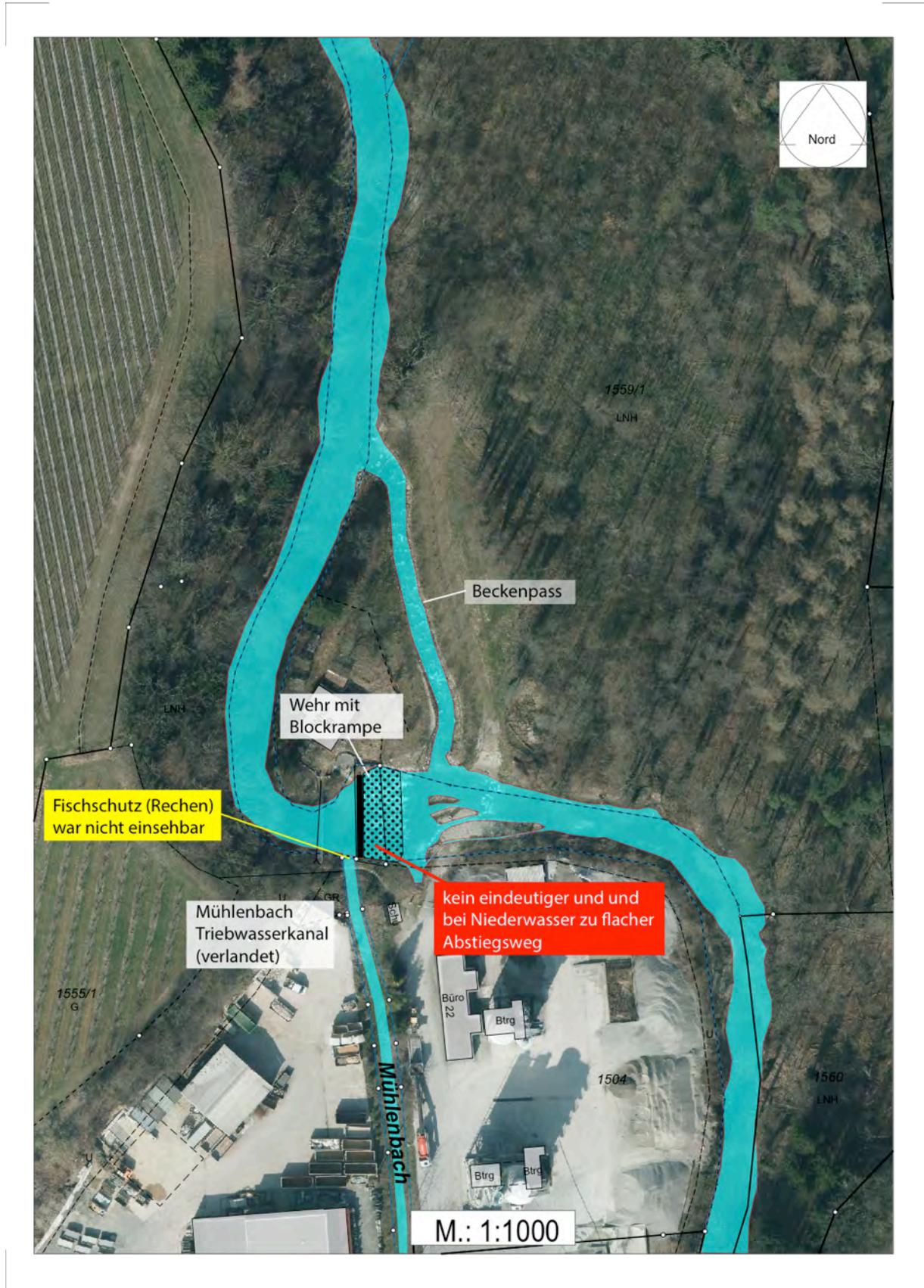


Abb. 5.5.4: Wehr Hammerstatt, Zusammenstellung und Lokalisierung prioritärer Defizite bei der Fischdurchgängigkeit.

5.6 Wehr Reinachmühle

Geschichte:

Das 1837 als Getreide-Mühle (obere Stufe) bzw. als Gerbe-Mühle (untere Stufe) erbaute Gebäude wurde 1906 zum Pumpwerk Reinach umgebaut und diente seitdem den Gemeinden Ailingen, Raderach und Schnetzenhausen zur Trinkwasserversorgung. Nachdem im Jahr 1936 eine Turbine eingebaut worden war, übernahmen die Technischen Werke Friedrichshafen 1970 die Anlage. Mit einer Leistung von rund fünf Kilowatt arbeitet sie seither zur regenerativen Energieerzeugung.

Fischdurchgängigkeit:

Das Reinachwehr verfügt an seiner Ausleitungsstelle über einen neuen Fischpass. Im Jahr 2015 wurden Fischaufstiegskontrollen durchgeführt (HABERBOSCH, R. 2016). Der Aufstieg wird bei ausreichender Wasserführung in der Ausleitungsstrecke als funktionsfähig beurteilt (Abb. 5.6.1). Der Abstieg über eine Blockrampe an der Ausleitung ist derzeit durch Totholz und lockere Blöcke stark verklaut (Abb. 5.6.2) und zumindest für größere Fische nicht möglich. Vor Bau der Blockrampe war der Abstieg möglich (Abb. 5.6.3). Der Fischschutz und die Fischabstiegsmöglichkeiten direkt am Wehr sind unzureichend. Die meisten derzeit absteigenden Fische werden zwangsweise über den Oberwasserkanal (Abb. 5.6.4) über ca. 300 m Strecke zu zwei hintereinander liegenden Anlagenteilen (zwei separate Triebwasserwege) geleitet.

Oberhalb beider Kraftwerkstufen ist der Kanal marode, die Betonwände drohen einzustürzen. Am oberen Anlagenteil ist der Triebwasserweg mit einem 22 mm-Vertikalrechen versperrt, der keinen ausreichenden Fischschutz für absteigende Jungfische gewährleistet (Abb. 5.6.5). Derzeit wird alles Wasser daran vorbeigeführt und direkt an die zweite Anlage geleitet. Hier ist der Triebwasserweg lediglich mit einem Grobrechen versperrt, durch den auch größere absteigende Fischen gelangen können (Abb. 5.6.6). Die Umleitung und damit der derzeit einzige Abstiegsweg für große Seeforellen-Laichfische erfolgt über einen mehr als 2 m hohen Absturz in die Rotach zurück.



Abb. 5.6.1: Einstieg in den Beckenpass rechts unterhalb des Wehrs (Hintergrund oben rechts).



Abb. 5.6.2: Wehr, Situation 2017. Durch die neue Blockrampe und Verklautungen ist kein Fischabstieg mehr möglich.



Abb. 5.6.3: Wehr, Situation 2013. Ein Fischabstieg über die eingekerbte Wehroberkante war möglich.



Abb. 5.6.4: Einstieg in den Oberwasserkanal neben dem Wehr.



Abb. 5.6.5: Grob- und Rechen (> 20 mm Stababstand) an der KW-Stufe 1.



Abb. 5.6.6: Grobrechen und Absturz in die Rotach an der KW-Stufe 2.

Fazit: Fischschutz und Fischabstiegsmöglichkeiten am Wehr Reinachmühle sind bei Weitem unzureichend und es besteht dringender Handlungsbedarf (Abb. 5.6.7, 5.6.8).

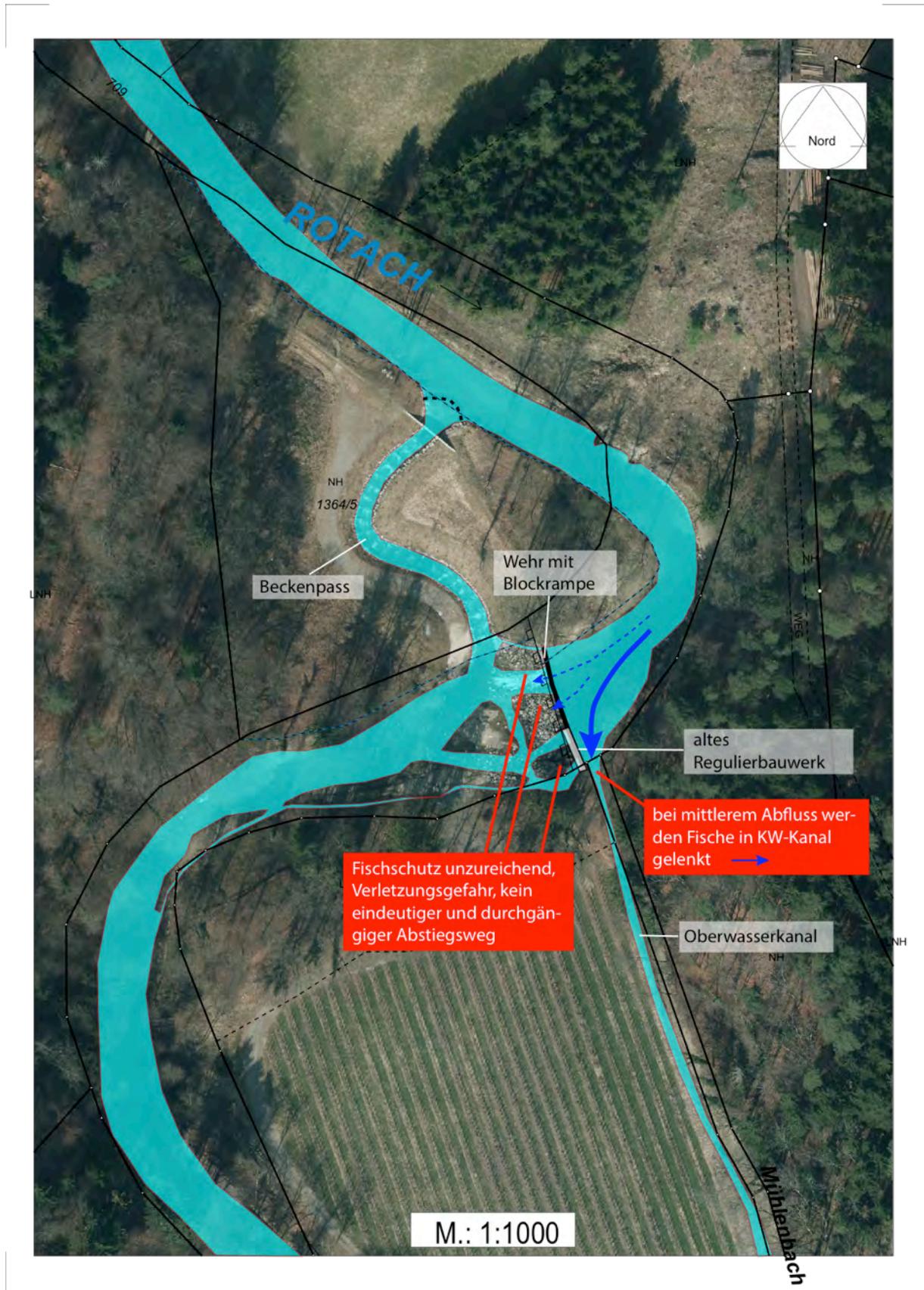


Abb. 5.6.7: Wehr Reinachmühle, Zusammenstellung und Lokalisierung prioritärer Defizite bei der Fischdurchgängigkeit. Teil 1: Wehr mit Ausleitung Oberwasserkanal.

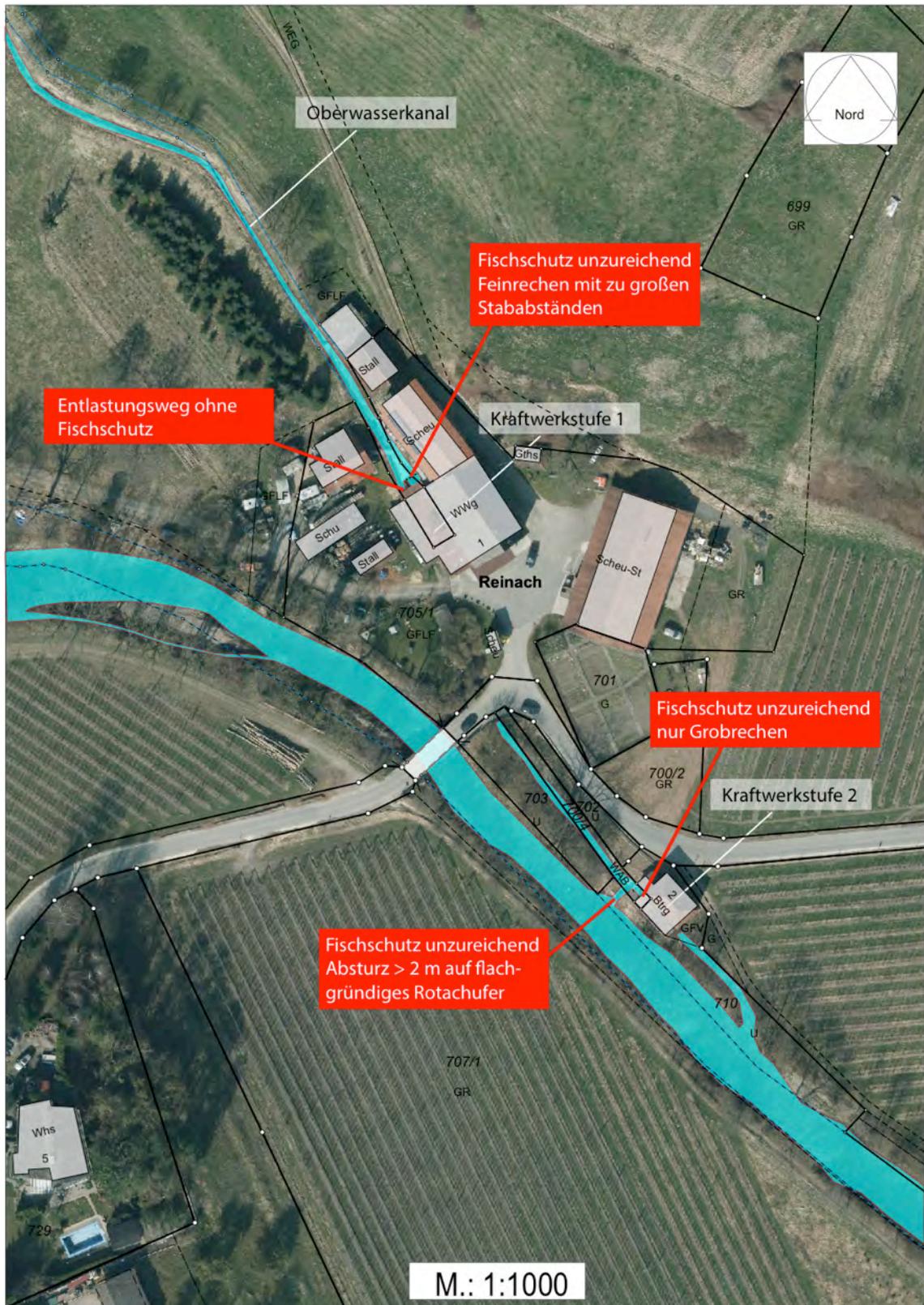


Abb. 5.6.8: Wehr Reinachmühle, Zusammenstellung und Lokalisierung prioritärer Defizite bei der Fischdurchgängigkeit. Teil 2: Kraftwerkstufen 1 und 2, sowie Rückführung des Triebwassers.

6 Sanierungsvorschläge

6.1 Sanierungsprinzipien zu Fischschutz und Fischabstieg

Quellen: DWA 2005, BAFU, 2012, LUBW 2016

Beim Fischabstieg sind drei Ziele zu erreichen:

- Das leichte Auffinden eines Weges über das Wehr. Damit verbunden ist die Vermeidung von Sackgassenwegen.
- Das leichte Überwinden der Passage vom Oberwasser des Wehrs in sein Unterwasser.
- Das Minimieren der Gefahren bzw. der Mortalität bei der Überwindung dieser Passage.

Absteigende Fische reagieren positiv rheotaktisch, d.h. sie suchen in der Regel den Weg des am meisten strömenden Abflusses. Normalerweise ist dies der sog. Turbinenweg, also der Wasserfluss, der vom Hauptgerinne abzweigt und direkt zur stromerzeugenden Einheit führt. Gelangt der Fisch in den Turbinenweg, so ist an dessen Ende in der Kraftwerkturbine - abhängig von der Fischlänge - eine bis zu 100ige letale Schädigung zu erwarten.

Fischschutz und Fischabstieg

Grobrechen am Eingang zum Oberwasserkanal dienen dazu, Totholz und Geschwemmsel vom Turbinenweg fernzuhalten. Sie müssen so dimensioniert sein, dass auch größere Fische, die in den Kanal gelangt sind, aus diesem auch wieder ausschwimmen können. Längere Oberwasserkanäle sind darüber hinaus auch als regelrechte Gewässer mit Fischhabitaten zu betrachten. Jungfische, die dort aufwachsen, können Größen erreichen, für die funktionsfähige Grobrechen einen zu geringen Stababstand aufweisen. Da die Rotach u.a. mit Seeforellen, Barben, Nasen und Wildkarpfen sehr große Fischarten beherbergt (die in einem Fischaufstieg Schlitzbreiten von 30-36 cm erfordern), kommt es bei Stababständen von < 15 cm in jedem Fall zu einem Fischschutzproblem am Grobrechen.

Um dieses Problem zu lösen, aber auch, um Umwege und damit Energieverlust für die Fische zu vermeiden, wäre es zielführend, Fische bereits am oberen Zufluss zum Oberwasserkanal durch einen geeigneten Feinrechen am Einschwimmen zu hindern. Auf angepasste Fischschutzmaßnahmen am eigentlichen Triebwasserweg könnte dann theoretisch verzichtet werden. Entsprechende Vorschläge haben wir auch für die Rotach mit aufgenommen. Dennoch bietet auch diese scheinbar risikolose Methode keinen sicheren Fischschutz: Brütlinge und Fischlarven können auch Feinrechen < 10 mm Stababstand passieren und so in den Kanal gelangen. Auch bei Hochwasserereignissen könnten Fische über den Rechen gespült werden. Ein doppelter Abstiegsschutz (Feinrechen am Eingang zu OW-Kanal und Turbinenweg) mit einer doppelten Abstiegsmöglichkeit (jeweils ein Bypass) sollte daher bei der Sanierung der Anlagen stets diskutiert werden.

Jeder Turbinenweg einer KW-Anlage muss durch einen Feinrechen abgesperrt werden, der einerseits genügend Triebwasser „durchlässt“, andererseits die kleinsten abstiegswilligen Fische des Systems am Einschwimmen in diesen Weg hindert. In der Rotach wandeln sich Seeforellen in einem Alter von etwas mehr als einem Jahr zu abstiegswilligen Smolts um. Dabei ist mit einem Abstieg ab ca. 14-15 cm Fischlänge zu rechnen; migrierende Strömer-Laichfische (FFH-Art, vgl. HABERBOSCH 2016) dürften vereinzelt sogar etwas kleiner, dafür aber relativ zur Länge dicker sein. Die Faustregel für die Sicherheit vor der Turbinenpassage lautet:

- Der lichte Abstand zwischen den Stäben des Feinrechens darf maximal 1/10 der Fischlänge betragen -

Durch optimierte Stabformen können bereits lichte Stababstände von 1-10 mm (sog. Wedge-Wire-Screens) erreicht werden, ohne das Triebwasser zu stark abzubremsen. Nur mit solchen Einrichtungen kann ein uneingeschränkter Fischschutz nach Stand der Technik auch für Brütlinge ab ca. 1 cm Körperlänge gewährleistet werden. Für diese Gruppe existieren allerdings noch keine spezifischen Anforderungen hinsichtlich irgendwelcher Fischschutzmaßnahmen an Kraftwerksbauten. Wir gehen deshalb davon aus, dass für die Feinrechen an der Rotach Stababstände von 14-15 mm mit horizontaler Stabanordnung eng genug sind, um für die absteigenden Seeforellen-Smolts, aber auch für die migrierenden Strömer-Laichfische ausreichenden Schutz zu gewährleisten. Sind die Stäbe vertikal ausgerichtet, müssten wir hinsichtlich der FFH-Art Strömer ein maximalen Stababstand von 10 mm einfordern. Neben dem Abstandskriterium der Stäbe ist zu berücksichtigen, dass der Rechen keinesfalls mit mehr als 50 cm/s Fließgeschwindigkeit angeströmt werden darf, damit die Fische nicht gegen den Rechen gedrückt werden. Strömungsgeschwindigkeiten um 0,4 m/s werden als günstig erachtet.

In der Regel befindet sich der Feinrechen am Ende eines Triebwasser-(Oberwasser-)kanals und hindert die Fische am Einschwimmen in den sog. Turbinenweg. Fische, die einmal an diese Stelle gelangt sind, finden nur schwer den Weg zurück, zumal sie beim Abstieg positiv rheotaktisch eingestellt sind, also mit und nicht gegen die Strömung wandern wollen. Aus diesem Grund ist an jedem Feinrechen ein Abstiegsweg (Bypass) zu schaffen, auf dem die Fische gefahrlos ins Unterwasser gelangen können.

Abstiegseinrichtungen

Um die Fische in den Abstiegsweg zu leiten, ist der Feinrechen – wann immer es die räumlichen Verhältnisse erlauben – $\leq 30^\circ$ diagonal zur Strömungsrichtung auszurichten. Die Ausrichtung von Rechenstäben mit länglichem oder spitzovalem Querschnitt bleibt in solchen Fällen 180° zur Anströmung, so dass kein Durchflussverlust auftritt.

Der Abstieg selbst kann in einem bereits installierten „Entlastungskanal“ geschehen (vgl. Zellerwehr, Reinnachmühle), aber auch mithilfe sog. „Bypässe“ (Evakuationsysteme) wie Rampen Gleiten oder Rutschen, die der absteigende Fisch möglichst leicht auffinden kann. Die Wassertiefe in solchen Evakuationsystemen sollte zu keiner Zeit 30 cm unterschreiten. Für die großen Seeforellen erachten wir sogar die doppelte Körperhöhe großer Exemplare ($2 \times 22 \text{ cm} = > 40 \text{ cm WT}$) als Zielwert (Lösungsbeispiel in Abb. 6.2.1). Auch die Dimensionen von halbröhrenförmigen Bypässen (z.B. bei Verwendung von Geschwemmselrinnen) ist an diese Anforderung gekoppelt. Davon unabhängige Anforderungen gelten für die Wasserdotierung der Abstiegseinrichtung (LUBW 2016). Vorgegeben ist eine Wassermenge von 1-5 % des MNQ, mindestens jedoch 100 l/s. In der Rotach liegen die entsprechenden Prozentwert zwischen 19,7 l/s und 98,5 l/s, so dass hier der Minimalwert von 100 l/s eingehalten werden muss.

Struktur und Gefälle des Abstiegswegs müssen so bemessen sein, dass bei 100 l/s Dotierung die minimale Wassertiefe nicht unterschritten und maximalen Geschwindigkeitsparameter (7-8 m/s bei $< 1 \text{ m/s}$ Geschwindigkeitszunahme/m) nicht überschritten werden. Damit es beim Auftreffen aufs Unterwasser nicht zu Verletzungen kommt, gelten dieselben Anforderungen wie für die Wehrpassage (s.u.).

Wehrpassage

Im Prinzip sind Querbauwerke durch Fische auch ohne spezielle Abstiegspassagen zu überwinden, wenn sog. Überwasser herrscht, also mehr Wasser abfließt, als der Turbinenweg mit seiner begrenzten Ausbaumenge „schlucken“ kann. Bei einer Wehrpassage kann es aber ebenfalls zu Schädigungen kommen, wenn der Aufprall der Fische mit zu hoher Energie (Geschwindigkeit) erfolgt, im Unterwasser nicht durch

eine ausreichende Wassertiefe gedämpft wird oder dort scharfkantige Objekte vorhanden sind (Baureste, Holz etc.), an denen sich die Fische verletzen können. Als unbedenklich wird ein Wehrüberfall angesehen, solange die Wassertiefe im Unterwasser ein Viertel der Absturzhöhe, dabei aber mindestens 1 m beträgt. Der freie Fall über das Wehr sollte – unabhängig von der Unterwassertiefe – möglichst nicht höher sein als 7-8 m, obwohl für unempfindlichere Arten maximal 13 m angegeben sind (DWA 2005). Für große Salmoniden erachten wir bereits Fallhöhen ab 3 m für bedenklich. Solche Fallhöhen werden in der Rotach jedoch an keiner Stelle erreicht.

Der Abstieg über das Wehr ist in der Regel nur bei höheren Abflüssen möglich (s.o.) und somit nur in mehr oder weniger großen Zeitfenstern, aber nicht ganzjährig. Daher kann auch bei funktionierenden Wehrpassagen nicht auf ganzjährig funktionierende Abstiegseinrichtungen (Bypässe) verzichtet werden. Wanderfische wie die Seeforellen, Aale, Barben, Nasen und Haseln wandern in der Regel bei solch höheren Abflüssen und in bestimmten, temperatur-getriggerten Zeiten.

Ablauf der Sanierungsmaßnahmen

Hinsichtlich einer Priorisierung der anstehenden Sanierungsaufgaben können folgende Empfehlungen ausgesprochen werden:

1. „Baurichtung“ flussaufwärts, so dass nach und nach größere Rotach-Abschnitte vom See aus optimal fischgängig sind und der Abstieg gefahrlos möglich ist; zeitliche Priorität besteht daher für das Rundelwehr;
2. Beseitigung der gravierendsten Fischschutzdefizite mit Verletzungsgefahren; danach Beseitigung weiterer Defizite.

6.2 Rundelwehr (Rundelmühle)

Um zunächst die Verletzungsgefahren bei der Wehrpassage zu vermindern, sind die Nägel, Betonstücke und andere gefährliche Strukturen an der gesamten Wehranlage zu beseitigen, vor allem auf den Rampen/Rutschen unterhalb der Wehroberkante.

Variante 1 (Abb. 6.2.1): Variante bei Wiederaufnahme des Kraftwerkbetriebs

Da über die Zukunft des KW-Betriebs noch nicht entschieden ist, muss eine Variante ausgearbeitet werden, die eine Wiederaufnahme des Betriebs offen lässt, wobei die Funktionsfähigkeit der Kraftwerksbauten erhalten bleiben, vom Betreiber aber auch ein regelmäßiger Unterhalt der Anlage gefordert wird.

Der Abstiegsweg über die linke Seite am Wehrschütz soll **in diesem Fall** gefördert und attraktiver gemacht werden. Bestenfalls soll eine Abstiegsrinne von der Oberkante bis ins Unterwasser eingebaut werden (Mindestabfluss > 100 l/s, Mindestwassertiefe 30 cm). Hierzu eignen sich zwei ineinander liegende Trapezprofile mit unterschiedlichen Breiten für unterschiedliche Abflüsse (z.B. 40 cm breit und 30 cm tief, darüber 100 cm breit und 30 cm tief). Bei mittleren und höheren Abflüssen, bei denen eine Abwärtswanderung erwartet werden kann, ergibt sich daraus mittig eine Wassertiefe von 60 cm, die auch für große Seeforellen-Laichfische ausreichend ist (Abb. 6.2.1)(DÖNNI et. al 2016). Alternativ könnte unterhalb des bestehenden Absturzes (vgl. Abb. 5.3.4) ein Tosbecken von ca. 4 m Länge und mindestens **1,2 m** Tiefe ausgehoben werden. Darunter muss ein „weicher“ Übergang zur bestehenden Rampe eingebaut werden. Diese ist entsprechend zu sanieren und mit einer abgesenkten Mittelrinne zu versehen. Auch in diesem Fall müsste an der Wehroberkante eine ausreichend tiefe Einkerbung ausgespart werden.

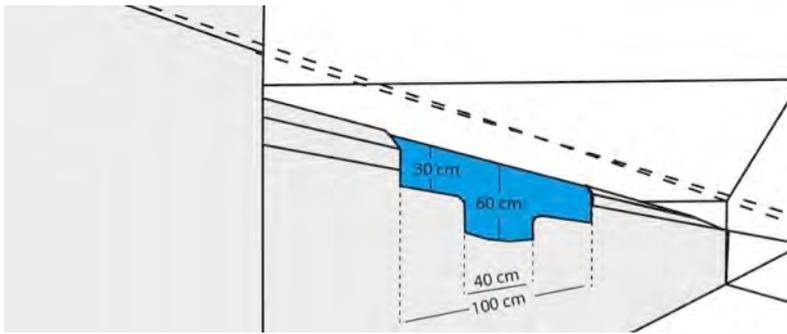


Abb. 6.2.1: Fischgängige Rinne mit zwei Abflussprofilen in der Rampe am Wehrschütz Rundelwehr.

Wie in Kap. 6.1. ausgeführt, könnte bereits der Einstieg zum Kanal durch einen Feinrechen abgesperrt werden. Damit könnte u.U. auch auf einen Bypass verzichtet werden. Alternativ dazu können Feinrechen und Bypass am bisherigen Standort des alten Schutzrechens installiert werden. Prinzipiell ist dabei ein Horizontalrechen (15 mm) einem Vertikalrechen (10 – 15 mm) vorzuziehen. Der Bypass beginnt am diagonal gestellten Feinrechen und kann dem Verlauf des derzeitigen Entlastungswegs ins Unterwasser folgen. Die Dimensionierung und Dotierung des Bypasses folgt den Anforderungen aus Tab. 4.1. In beiden Fällen müsste einen Schutzrechen/Vorrechen oder eine Tauchwand installiert werden.

Durch geeignete Lenkungsmaßnahmen soll die Hauptströmung und mit ihr die abstiegswilligen Fische auf die linke Seite zum Wehrschütz gelenkt werden. Solche Lenkungsmaßnahmen können sein:

- eine leichte Erhöhung der Wehroberkante auf der rechten Wehrseite, damit bei geringeren Abflüssen ein Großteil des Wassers über den Wehrschütz abfließt;
- und/oder der Einbau von Lenkbuhnen auf der rechten Rotachseite oberhalb des Wehrs;

Anmerkung: Bei Hochwasserereignissen wird wegen Hochwassergefahr öfters das Wehrschütz gezogen. Dabei fällt der Fischaufstieg (Beckenpass) trocken und ist zu diesen Zeiten nicht passierbar. Hierbei können dabei Fische und Kleinlebewesen stranden und verenden. Hier ist parallel zu den vorgeschlagenen Maßnahmen umgehend eine Lösung zu finden, die dieses Defizit beseitigt.

Varianten 2 und 3: Variante bei Einstellung des Kraftwerkbetriebs

Falls der Kraftwerkbetrieb an der Rundelmühle endgültig eingestellt wird, sollten zunächst prioritäre Fischschutzmaßnahmen ergriffen werden (Beseitigung der Gefahren beim Fischabstieg über das Wehr). Danach ergeben sich zwei weitere Varianten zur Verbesserung der Durchgängigkeit:

V2 (Abb. 6.2.2): Die gesamten Wehrbauten werden beseitigt und durch eine raue Rampe mit Gefälle bis zu 1:25 ersetzt. Hierzu wird eine entsprechende Absenkung der Oberwassersohle nötig und damit auch eine Anpassung im Ausstiegsbereich des heutigen Fischpasses (Beckenpass). Auf technische Fischschutzmaßnahmen, aber auch auf Bauwerke zur Fischdurchgängigkeit könnte dann verzichtet werden.

V3 (ohne Abb.): (Renaturierungsvariante): Ergänzend oder alternativ zum Einbau einer rauen Rampe wäre die Möglichkeit zu eruieren, den gesamten Verlauf der Rotach im Bereich der Wehranlage in Richtung B 31 zu verschieben. Die Laufverlängerung hätte ein geringfügige Gefällereduktion zur Folge, ein eher lückiger Blockteppich könnte das Objekt bereits stabil halten. Durch Ausbildung von Prallhangstrukturen würde die Strömung in eine Rinne gelenkt werden der dem Auf- und den Abstieg entspricht. Der Allmannsweilerbach müsste oberwasser in den Umbau integriert und dafür entsprechend verkürzt werden. Die Maßnahme könnte naturnah im Sinne einer Renaturierung/Revitalisierung mit Habitatflächenaufwertung ausgeführt

werden (evtl. relevant wg. Ökopunkten). Auch hier könnte auf weitere Fischschutzmaßnahmen und Bauwerke zur Fischdurchgängigkeit gänzlich verzichten zu können.

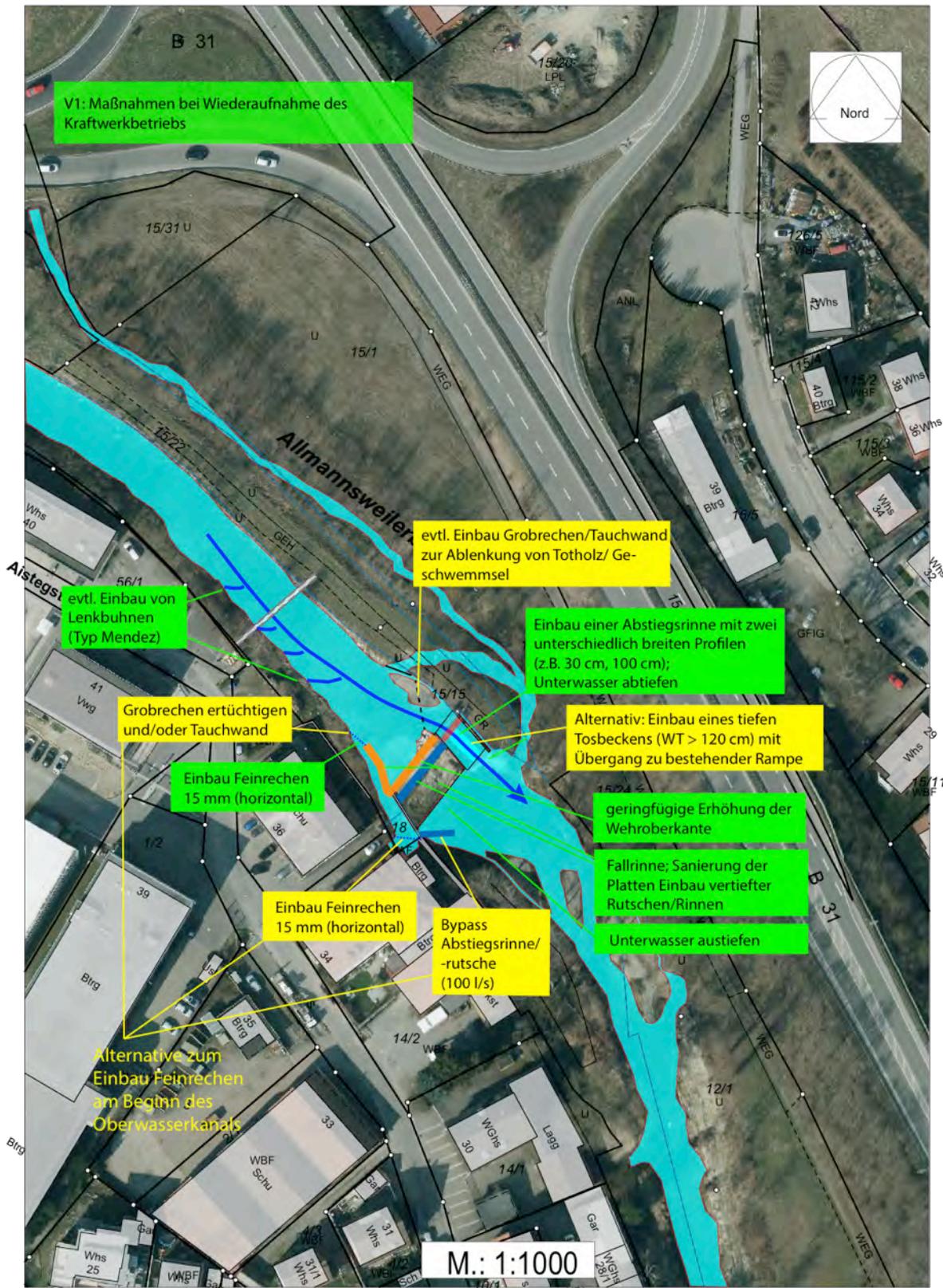


Abb. 6.2.2: Rundelwehr, Zusammenstellung und Lokalisierung der Sanierungsvorschläge zur Fischdurchgängigkeit. Variante 1: Wiederaufnahme des Kraftwerkbetriebs.

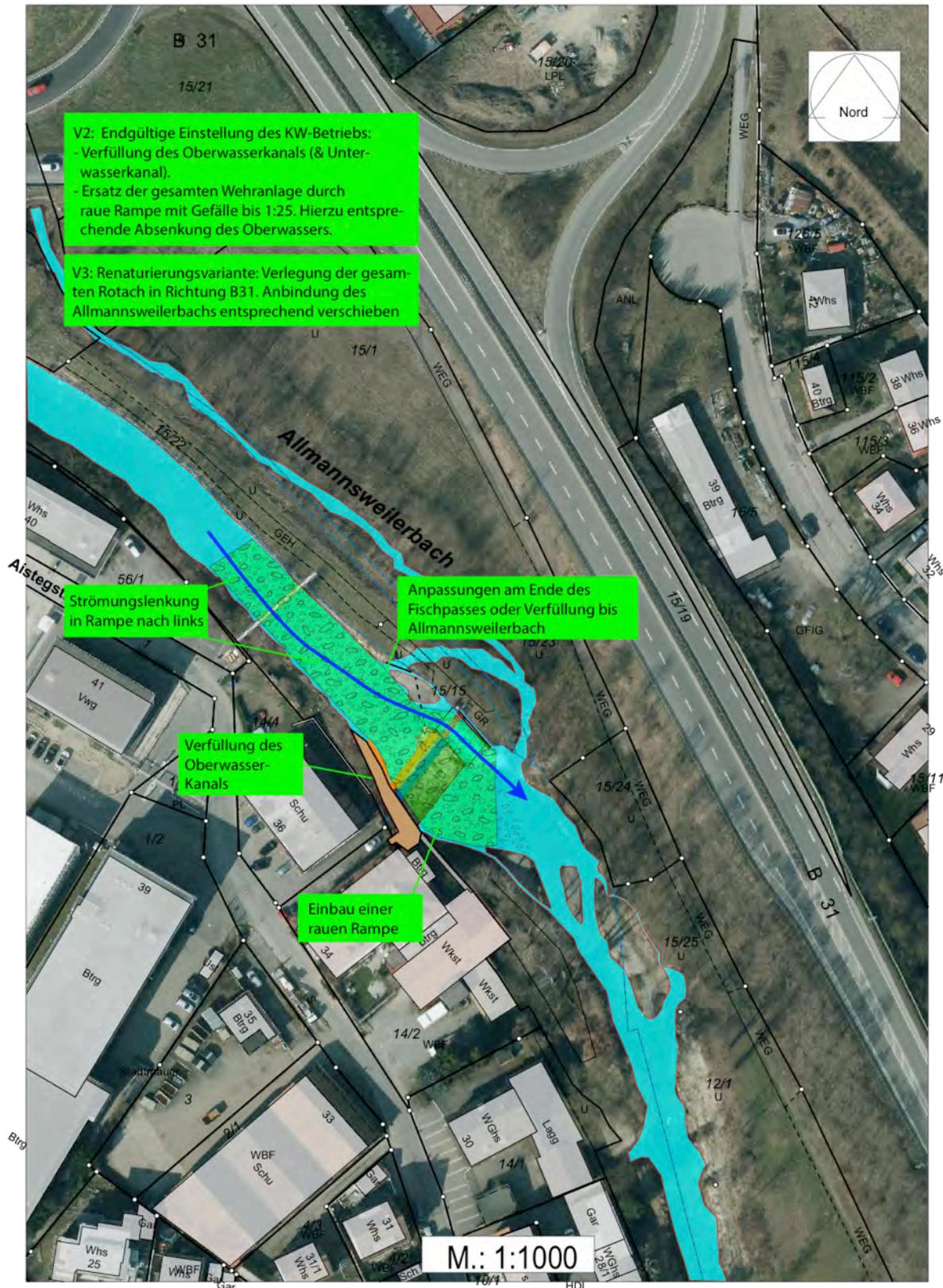


Abb. 6.2.3: Rundelwehr, Zusammenstellung und Lokalisierung der Sanierungsvorschläge zur Fischdurchgängigkeit. Varianten 2 und 3 (ohne Abb.): Einstellung des Kraftwerkbetriebs.

6.3 Zellerwehr (Meisterhofer Mühle)

Auch am Zellerwehr sind zunächst alle Fischschutzmaßnahmen zu ergreifen, die Verletzungen bei der Abwärtswanderung vermeiden helfen. Man muss davon ausgehen, dass die Schieberkonstruktion am oberen Eingang zum Oberwasserkanal die großen Seeforellen-Laichfische nicht am Einschwimmen hindert. Bei höheren Wasserständen werden aller Wahrscheinlichkeit nach die meisten Fische allerdings über die Wehrkante absteigen/-stürzen, da der eingetauchte Schieber eine gewisse Ablenkung in diese Richtung erzeugt. Um einen Aufschlag auf die z.T. scharfkantigen Betonreste unterhalb des Wehrs zu verhindern, muss das Unterwasser entsprechend abgetieft werden (mindestens 90 cm tief auf ca. 3 m Breite).

Eine leichte Anhebung der Wehrkante – evtl. unterstützt durch eine Tauchwand – auf der rechten Seite würde die Hauptströmung (Hauptabfluss) nach links (zur Innenkurve) lenken, wo sie im Unterwasser auf die Lockströmung für den Einstieg zum Beckenpass trifft und diese verstärkt. Eine Rutsche/Rinne würde den Abstiegsweg für alle Fische deutlich verbessern, zumal hier nur eine geringe Wehrhöhe vorliegt und der Einbau mit relativ geringem Aufwand erfolgen könnte. Am Ende der Rutsche ist wieder eine geringfügige Abtiefung des Unterwassers erforderlich und freizuhalten. Die Ablenkung der Strömung kann durch Lenkbuhnen (Typ Mendez) unterstützt werden. Außerdem werden durch sie zusätzliche Fischstandorte geschaffen).

Wie bei anderen Wehranlagen sollte diskutiert werden, den Abstiegsweg bereits am Beginn des Oberwasserkanals durch einen Feinrechen abzusperrern. Ob davor noch ein Grobrechen oder eine Tauchwand nötig wäre, muss in der eigentlichen Planung noch diskutiert werden. Der Bypass könnte dann auf kurzem Wege direkt ins Unterwasser führen. Da nicht auszuschließen ist, dass dennoch Brut in den Oberwasserkanal einschwimmt und sich dort zu subadulte oder adulte Fischen entwickelt, muss für diese Tiere eine zusätzliche gefahrlose Abstiegsmöglichkeit über den Triebwasserweg geschaffen werden. Hierfür wären dann allerdings eingeschränkte Anforderungen hinsichtlich der Wasserführung in Bypässen zu diskutieren. Welche Konsequenzen diese Überlegung hat, kann im Rahmen dieser Expertise nicht abschließend geklärt werden.

Ein Abstieg über den Triebwasserkanal wäre auf Basis der bisherigen Kraftwerksbauten umsetzbar und daher evtl. kostengünstiger als die o.g. Alternative. Der Feinrechen im Kraftwerkhaus müsste durch einen Rechen mit maximal 15 mm Stababstand (horizontal) ersetzt werden. Zudem ist dieser Rechen in Richtung der Entlastungsrinne um $\leq 30^\circ$ zu kippen. Die Rinne selbst müsste auf > 100 l/s Minimalabfluss ausgelegt werden, da hier auch sehr große Fische zu erwarten sind (s.o.). Der jetzt noch in der Rinne befindliche Absturz (Stufe) ist auszugleichen, um das hier bestehende Verletzungsrisiko zu beseitigen. In der Rinne und im Unterwasserkanal muss darauf geachtet werden dass eine Mindestwassertiefe von > 30 cm gegeben ist. Derzeit ist die Sohle im Bereich hinter der Turbine komplett betoniert, die Wassertiefen betragen bei Normalwasserstand nicht mehr als ca. 20 cm. Der vorgestellte Abstiegsweg hätte somit auch größere Baumaßnahmen im Unterwasserkanal zur Folge. Diese könnten aber zur Entwicklung einer zusätzlichen naturnahen Fließstrecke beitragen (z.B. durch Abflussstörung, Gerinneeinengung etc.).

Weitere Empfehlungen:

Prinzipiell sollte die Anbindung der Rotachzuflüsse – wo immer möglich – gefördert werden, um den Individuenaustausch von Fischen und Kleinlebewesen im System zu verbessern, neue Reproduktionsräume zu eröffnen und wertvolle biologische Trittsteine zu fördern. Unterhalb des Zeller Wehrs bietet sich in diesem Zusammenhang die Optimierung der Anbindung des Rohrbachs an die Rotach an.

(Anm. Th. Stauderer: Der Rohrbach wurde bereits revitalisiert, an der Anbindung aber noch nicht optimiert. im Herbst 2107 soll noch eine kleine Rampe eingebaut und damit der Anschluss umgesetzt werden.)

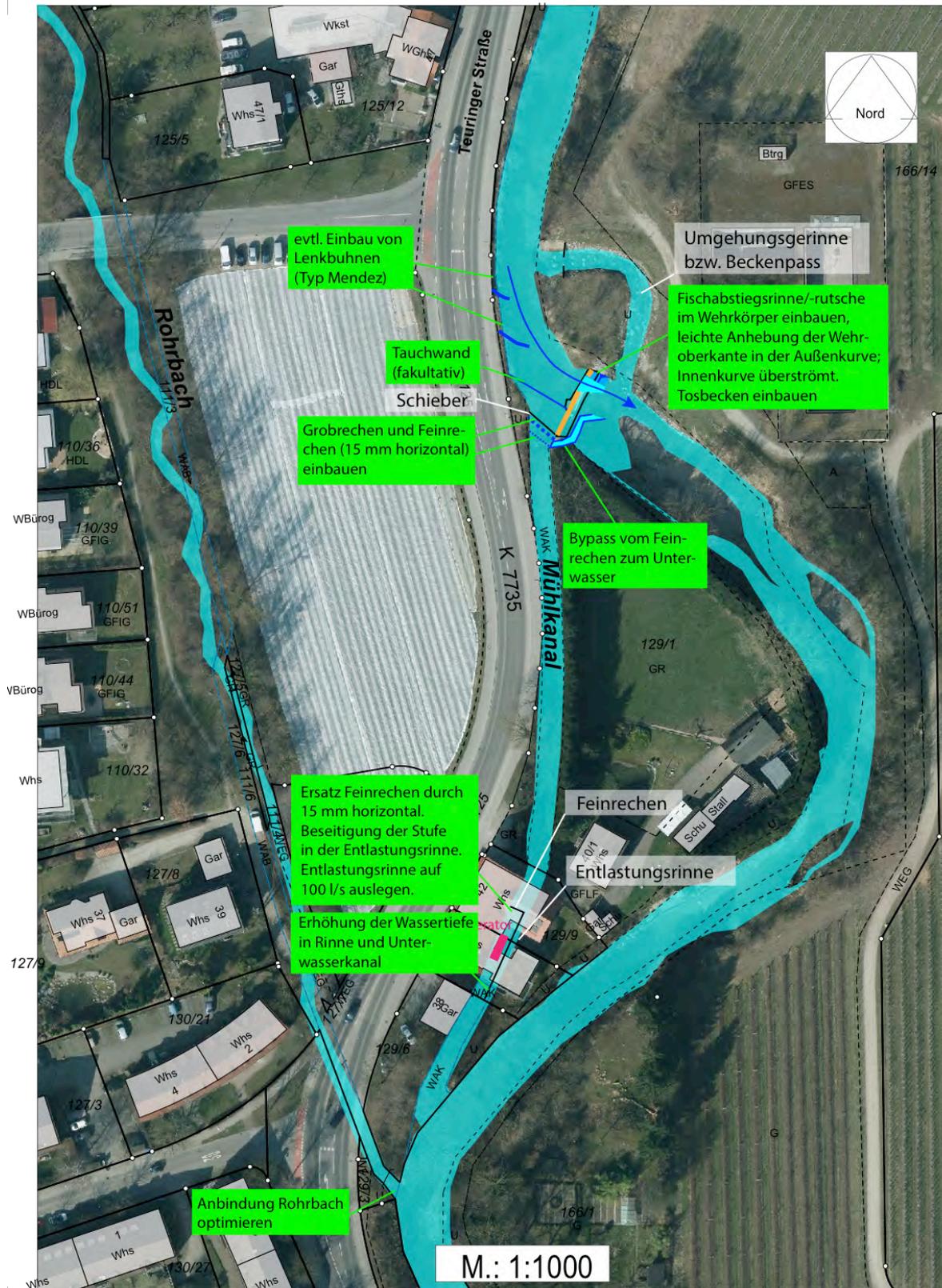


Abb. 6.3.1: Zellerwehr, Zusammenstellung und Lokalisierung der Sanierungsvorschläge zur Fischdurchgängigkeit.

6.4 Wehr Hammerstatt der Mühle Ittenhausen, Betonwerk

Die am Wehr Hammerstatt existierenden Abstiegs- und Fischschutzdefizite sind verhältnismäßig geringer als an den anderen Anlagen. Dennoch besteht Handlungsbedarf hinsichtlich bestimmter Optimierungen. Da im Rahmen der bisherigen Ortstermine noch nicht abgeklärt werden konnten, mit welcher Schutzrichtung der Zugang zum (verlandeten) Triebwasserkanal (Mühlenbach) abgesperrt ist, muss hier evtl. eine weitergehende Abklärung erfolgen. Jedenfalls ist es zwingend, sowohl das Einschwimmen der großen Seeforellen-Laichfische als auch aller anderen Fische in die Sackgasse des ehemaligen – jetzt verlandeten - Triebwasserwegs zu verhindern und absteigende Fische über die Wehrpassage zu leiten.

Falls die Anlage endgültig außer Betrieb gestellt werden, sollte der Triebwasserweg und der Unterwasserkanal verfüllt werden. Andernfalls könnte das Gewässer als Mühlenbach gänzlich geöffnet und der Turbineneingang mit einer Tafel verschlossen werden. Funktionell könnte auf diese Weise eine Altarm entstehen (ähnlich auch im Unterwasserkanal).

Der diffuse Abflussverlauf zwischen den Blöcken des Wehrs sollte durch einen eindeutig ausgeprägten und von den Fischen gut auffindbaren Abstiegsweg ersetzt/ergänzt werden. Dabei wird - wie auch am Rundelwehr und am Reinachwehr – der Einbau einer stärker durchflossenen, tieferen Rinne auf der Kurveninnenseite der Rampe empfohlen, womit sich auch die Lockströmung vor dem Einstieg des Beckenpasses noch einmal verstärken lässt. Die Rinne muss wieder so dimensioniert sein (vgl. Rundelwehr), dass sie jederzeit (bei jedem Abfluss) sowohl von großen Seeforellen-Laichfischen als auch von kleinen Fischen gefahrlos passiert werden kann.

Um das Wasser auch bei niedrigen Abflüssen auf die linke Bachseite zu lenken, bieten sich wieder zwei Maßnahmen an:

- die Erhöhung der Wehroberkante (bis auf den Ausschnitt für die Abstiegsrinne);
- der Einbau von Lenkbuhnen in der Außenkurve oberhalb der Rampe. Hier müsste allerdings der Gefahr entgegengewirkt werden, dass damit mehr Sand und Geschwemmsel in den Aufstieg geschwemmt werden.

Auf diese Weise lässt sich wahrscheinlich auch die Strömung im Oberwasserstau etwas dynamisieren, so dass die Fische den Abstieg unabhängig von hohen Abflüssen in der Rotach besser finden.

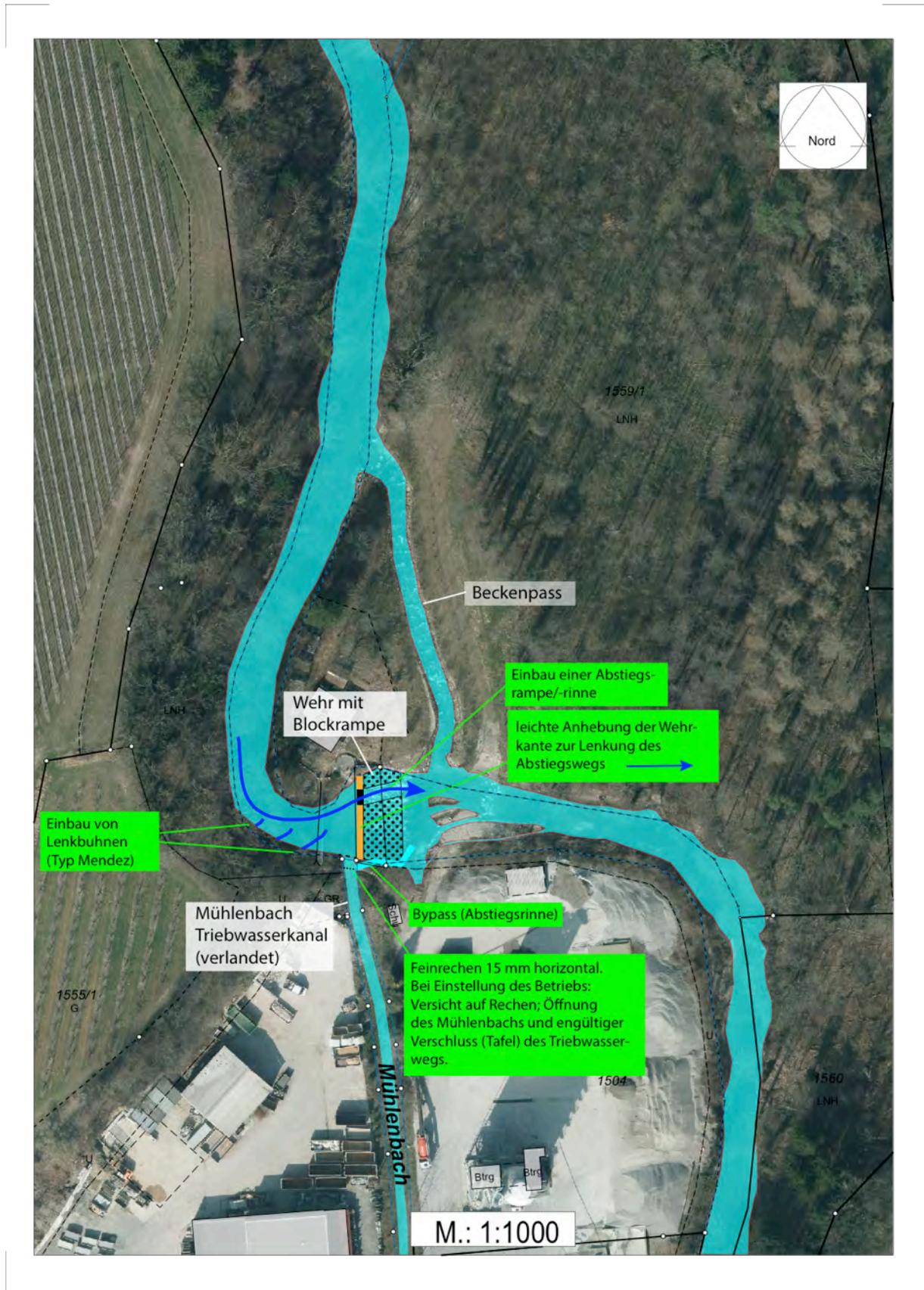


Abb. 6.4.1: Wehr Hammerstatt, Betonwerk, Zusammenstellung und Lokalisierung der Sanierungsvorschläge zur Fischdurchgängigkeit.

6.5 Wehr Reinachmühle

Die unterschiedlichen Sanierungsvorschläge für die Kraftwerksbauten der Reinachmühle müssen alternativ betrachtet werden. Die von uns bevorzugte Variante ist es, alle abstiegswilligen Fische der Rotach bereits am Einschwimmen in den Oberwasserkanal zu hindern, um deren Abstiegsweg zu verkürzen und damit den Energieverbrauch und mögliche Gefahren zu verringern. Da aber besonders an dieser Anlage nicht auszuschließen wäre, dass Brut in den doch sehr langen Oberwasserkanal einschwimmt oder Fische bei Hochwasser über den Rechengespült werden, müssten im Oberwassersystem die Anforderungen für einen gefahrlosen Abstieg ins Unterwasser zusätzlich gewährleistet werden.

Maßnahmen am Wehr (Abb. 6.5.1):

Leider hat die Erweiterung der Wehrbauten durch eine davor geschüttete Blockrampe die Verhältnisse für einen gefahrlosen Fischabstieg verschlechtert. Ein erster Schritt zur Sanierung des Wehrs wäre eine Beseitigung dieser Blöcke und eine deutliche Austiefung des Unterwassers. Sodann sollte versucht werden, die Hauptströmung und damit den Abstiegsweg wieder auf die Kurveninnenseite zu verlegen, um auch die Lockströmung am Einstieg des Beckenpasses noch einmal zu verbessern. Hierzu sind Lenkungsmaßnahmen im Ober- und im Unterwasser nötig. Im Oberwasser sollte durch eine relative Anhebung der Wehrkante (falls nicht noch die alte Einkerbung vorhanden ist) eine Abflusskonzentration auf einen zentralen oder zwei marginale Wege (Hauptweg links, rechts nur wegen Bypass vom Feinrechen) erzeugen. Diese Strömunglenkung könnte auch noch einmal durch Lenkbuhnen verstärkt werden. Im Unterwasser muss verhindert werden, dass sich der Wehrüberlauf diffus über die gesamte Breite der Rotach verteilt. Daher wird eine Aufschüttung des Gelände-/Flussraumniveaus auf der linken Seite empfohlen.

Der Fischabstieg über die Wehrkante sollte bestenfalls durch eine Rampe mit geeigneter Abstiegsrinne unterstützt werden. Auf diese Weise kann auch der Abfluss besser in Richtung Beckenpass-Einstieg gelenkt werden.

Maßnahmen an den Kraftwerkstufen (alternativ) (Abb. 6.5.2):

Wie oben angesprochen, müssen auch dann, wenn der Oberwasserkanal durch einen Feinrechen abgesperrt wird, noch einmal an beiden folgenden Kraftwerkstufen geeignete Fischschutzeinrichtungen eingebaut werden. Der Feinrechen an der ersten Stufe müsste durch einen neuen Horizontalrechen mit 15 mm Stababstand ersetzt werden. Die Entlastungsrinne wäre so umzugestalten, dass ein verletzungsfreier Fischabstieg für alle Fischgrößen möglich wird.

An der zweiten Stufe müssen die Fische noch einmal durch einem Feinrechen am Einschwimmen in den Turbinenweg gehindert werden. Vor diesem Rechen muss der Bypass eingebaut werden, das direkt in die Rotach zurückführt. Wegen der großen zu überwindenden Höhe darf dieser Abstiegsweg nicht zu steil und daher lang sein und muss in einem tieferen Becken enden (siehe Anforderungen in Abb. 4.1.1).

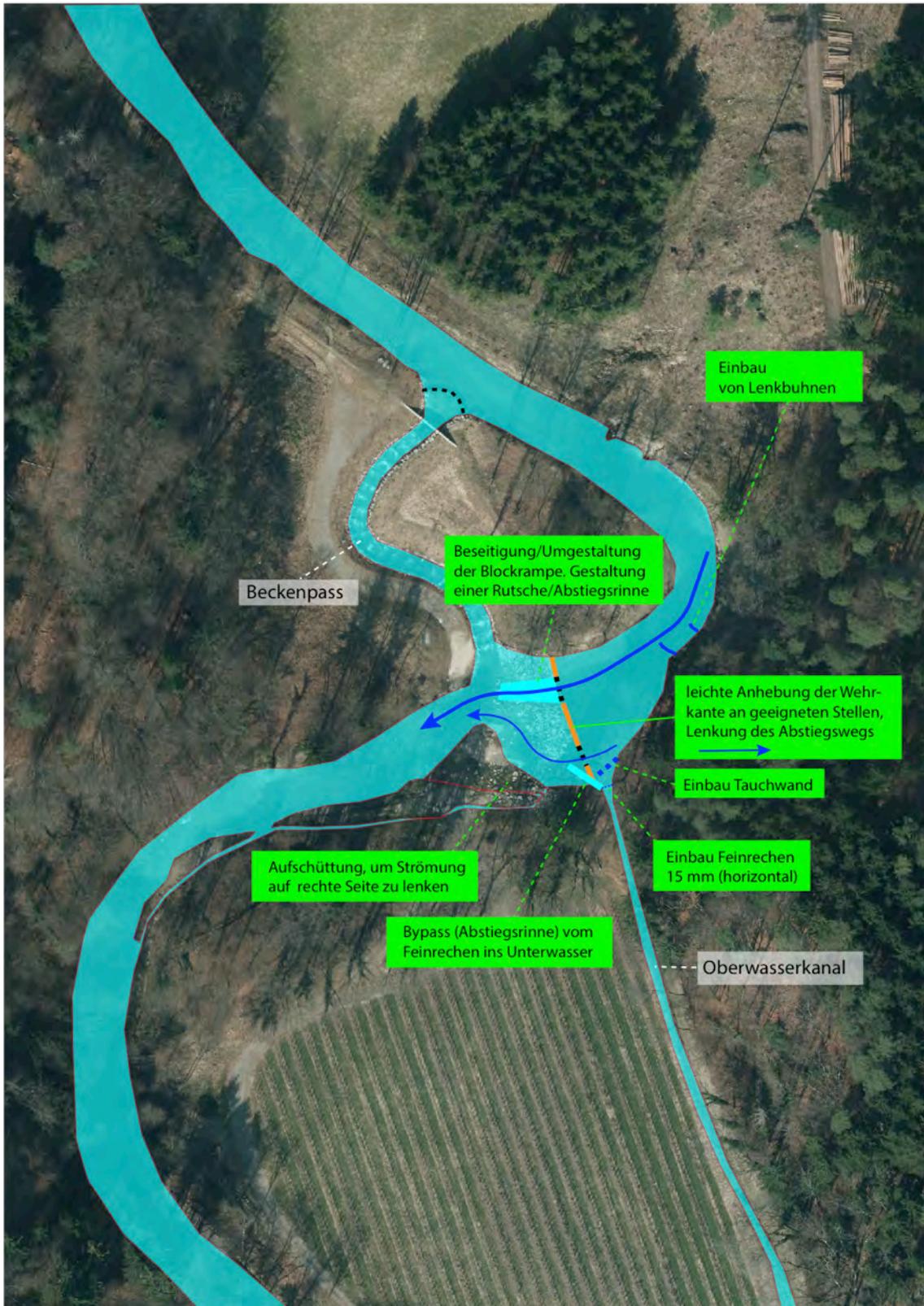


Abb. 6.5.1: Reinachwehr, Zusammenstellung und Lokalisierung der Sanierungsvorschläge zur Fischdurchgängigkeit. Teil 1: obere Anlagenteile.

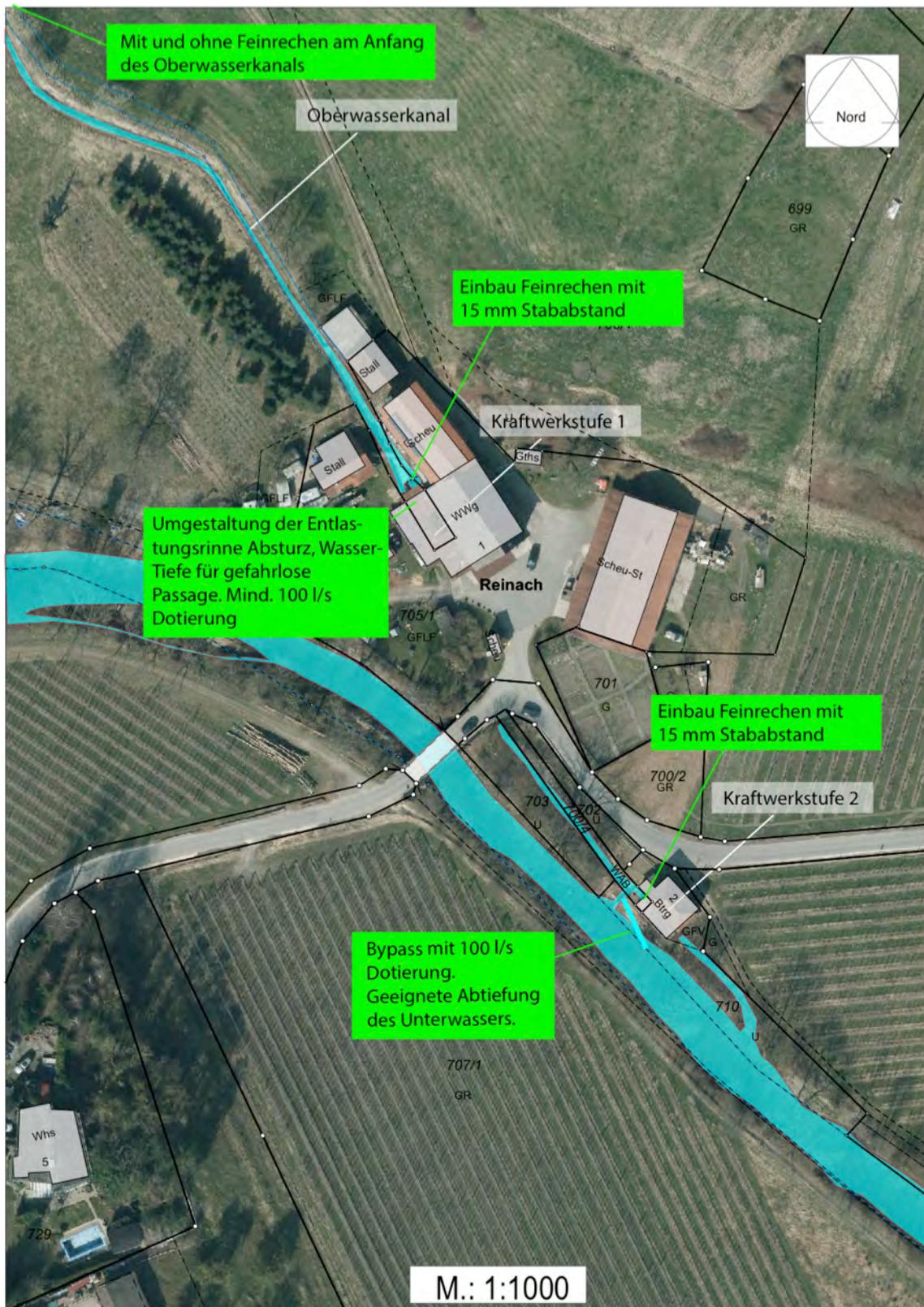


Abb. 6.5.2: Reinachwehr, Zusammenstellung und Lokalisierung der Sanierungsvorschläge zur Fischdurchgängigkeit. Teil 2: untere Anlagenteile.

Literatur

- AG-FAH 2011: Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 87 S.
- BAER, J. et al. 2014: Die Rote Liste für Baden-Württembergs Fische, Neunaugen und Flusskrebse – Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart, 64 S.
- BERG, R. & K. BLASEL 2004: Fische, Gewässerschutz und Wasserkraft. Vortrag am NaturEnergie Symposium 2003 am 23.10.2003 in Rheinfelden. In: Wasserkraft/Gewässerschutz, Bulletin SEV/VSE 2/04, S. 21-25.
- BWK 2006: Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., BWK-Fachinformation 1/2006, 115 S.
- DEHUS, P. 2005: Anforderungsprofile von Indikator-Fischarten. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg. In: Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken. LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LFU) 2005: Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 97, Anhang 3. Karlsruhe 2005.
- DÖNNI, W., BOLLER, L, ZAUGG, C. 2016: Mindestwassertiefen für See- und Bachforellen – Biologische Grundlagen und Empfehlungen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Schweiz, 42.s..
- DUßLING, U. & R. BERG 2001: Fische in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Stuttgart; 176 S.
- DUßLING, U., BERG, R., KLINGER, H. & C. WOLTER 2004: Assessing the ecological status of river systems using fish assemblages. Handbuch Angewandte Limnologie – 20. Erg. Lfg. 12/04.
- DUßLING, U. 2005: Erarbeitung und Pflege von GIS-Grundlagen für fischfaunistisch relevante Fließgewässer in Baden-Württemberg – Erstellung digitaler Fließgewässerkarten „Migrationsbedarf der Fischfauna“ und „fischzönotische Grundaprägungen“. Gutachten im Auftrag der LfU Baden-Württemberg, Abschlussbericht.
- DUßLING, U. 2006: FischRef BW – die fischfaunistische Referenz-Datenbank für Baden-Württemberg. Excel®-basierte Software-Anwendung.
- DWA 2005: Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), DWA-Themen, 256 S.
- DWA 2014: Merkblatt DWA-M 509. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), DWA-Regelwerk, 334 S.
- EBEL, G. 2013: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbioologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 4, 2. Auflage, 483 S., Halle (Saale).
- EUROPÄISCHE UNION 2000: Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im

- Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 327, S. 1-72.
- FFH- (FLORA-FAUNA-HABITATE-) RICHTLINIE 1992: Richtlinie 92/43 EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 206, 7-49.
- FFH- (FLORA-FAUNA-HABITATE-) RICHTLINIE 1997: Richtlinie 97/62 EG des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 27. Oktober 1997 zur Anpassung der Richtlinie 92/43 EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 305, 42-59.
- HABERBOSCH, R. 2016: Funktionskontrolle an der Fischaufstiegsanlage Rotach - Reinachmühle. Auftraggeber: Stadt Friedrichshafen, 37 S. + Anhang.
- HIRT, A., MAISACK, C. & J. MORITZ 2015: TierSchG Tierschutzgesetz. Kommentar. Verlag Franz Vahlen, 3.Auflage, ISBN 978-3-8006-3799-7.
- HOFFMANN, R., BERG, R., BLANK, S., DEHUS, P., GRIMM, R. & R. RÖSCH 1995: Fische in Baden-Württemberg – Gefährdung und Schutz. – Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Bad.-Württ., Stuttgart, 92 S.
- INTERNATIONALE BEVOLLMÄCHTIGTENKONFERENZ FÜR DIE BODENSEEFISCHEREI (IBKF) (2017): Bewirtschaftungskonzept der IBKF für die Bodensee-Seeforelle. Arbeitsgruppe Wanderfische. Vaduz, 22 S.
- LFU (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG) 2005: Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern, Leitfaden Teil 1-Grundlagen. Reihe Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 95. Karlsruhe 2005.
- LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG) 2016: Handreichung Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Fachliche Grundlagen. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe, 30 S.
- MANN, R.H.K. 1996: Environmental requirements of European non-salmonid-fish in rivers. Hydrobiologia 323, S. 223-235.
- ORTLEPP, J., BECKER, A., HARTMANN, F. & G. BARTL 2016: Konzeption und Umsetzung von Maßnahmen zur Modernisierung bestehender Kleinwasserkraftanlagen unter fischökologischen Gesichtspunkten. Fischereifachliche Handreichung. Regierungspräsidium Karlsruhe, download: <https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/Landwirtschaft/Seiten/Fischerei.aspx>
- POTTGIESSER, T., KAIL, J., SEUTER, S. & M. HALLE 2004: Biozönotische Fließgewässer-Typenkarte BRD (Stand: Dez. 2003). Abschließende Arbeiten zur Fließgewässer-Typisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL, Teil II, Endbericht. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA); verfügbar auf der Internetseite www.wasserblick.net/servlet/is/Entry.18727.Display/
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER 2008: Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen; verfügbar auf der Internetseite www.wasserblick.net/servlet/is/Entry.18727.Display/

- REY, P., BECKER, A. & J. ORTLEPP 2009: Lebensraum für die Bodensee-Seeforelle - Grundlagenbericht für nationale Maßnahmenprogramme, IBKF, 113 S.
- REY, P., WERNER, S. & J. HESSELSCHWERDT 2014: Seeforelle – Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen – Kurzbericht, IBKF, 23 S.
- REY, P., (IBKF, Hrsg.) 2017: Bewirtschaftungskonzept für die Bodensee-Seeforelle. Arbeitsgruppe Wanderfische, 23 S.
- RULÉ, CH., ACKERMANN, G., BERG, R., KINDLE, T., KISTLER, R., KLEIN, M., KONRAD, M., LÖFFLER, H., MICHEL, M., & B. WAGNER 2005: Die Seeforelle im Bodensee und seinen Zuflüssen: Biologie und Management. Österreichs Fischerei, 58/2005, S. 230-262.
- WERNER, S., REY, P., HESSELSCHWERDT, J., BECKER, A., ORTLEPP, J., DÖNNI, W., & M. CAMENZIND 2014: Seeforelle – Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen. Interreg IV-Projektbericht im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF), AG Wanderfische, 204 S.
- WIESNER, C., JUNGWIRTH, M., SCHMUTZ, S., UNFER, G. & A. ZITEK 2006: Bedeutung der Durchgängigkeit auf Einzugsgebietsebene. In: DWA-Themen: Durchgängigkeit von Gewässern für die aquatische Fauna, Internationales DWA-Symposium zur Wasserwirtschaft vom 3.-7. April 2006, S. 142-150.
- WOCHER, H. 1999: Untersuchungen zum Wanderverhalten und zur Biologie des Strömers (*Leuciscus souffia agassizi* Val. 1844). Diplomarbeit, Universität Konstanz, 85 S. + Anhang.