

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Heinzelmann, Christoph; Weichert, Roman

Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103550>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Heinzelmann, Christoph; Weichert, Roman (2012): Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Staubauwerke - Planen, Bauen, Betreiben. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 47. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 205-216.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an Bundeswasserstraßen

Christoph Heinzelmann
Roman Weichert

Die Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an staugeregelten Fließgewässern zählt zu den wichtigsten Umweltzielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Seit 1. März 2010 obliegt diese Aufgabe dem Bund an den von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) errichteten und betriebenen Stauanlagen. Eine erste Bestandsaufnahme hat gezeigt, dass die Mehrzahl der WSV-Staustufen nicht über ausreichend funktionsfähige Anlagen verfügen. Somit wird an vielen Staustufen der Bau von Fischauf- und Fischabstiegsanlagen bzw. deren Ertüchtigung erforderlich. In ihrer Funktion als technisch-wissenschaftlicher Dienstleister für die WSV berät und unterstützt die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) die WSV-Dienststellen seit kurzem auch in Fragen der Fischdurchgängigkeit. Dabei konzentrieren sich die Untersuchungen der BAW auf die hydraulischen und wasserbaulichen Aspekte. Im vorliegenden Beitrag wird über die derzeit laufenden Untersuchungen zum Bau einer Pilot-Fischaufstiegsanlage an der Neckarstaustufe Lauffen berichtet. Zum Einsatz kommen dabei Naturuntersuchungen sowie physikalische und numerische Modellsimulationen.

1 Einleitung

Die Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit an staugeregelten Fließgewässern zählt zu den wichtigsten Umweltzielen der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Hierbei spielt die Fischdurchgängigkeit, also der Fischaufstieg und Fischabstieg, an den Stauanlagen eine wesentliche Rolle.

Seit Inkrafttreten des novellierten Wasserhaushaltsgesetzes am 1. März 2010 obliegt dem Bund diese Aufgabe an den von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) errichteten und betriebenen Stauanlagen. Eine erste Analyse (*BfG, 2010*) hat gezeigt, dass die überwiegende Zahl der WSV-Staustufen über keine ausreichend funktionsfähigen Anlagen verfügen. Somit wird an vielen Staustufen der Bau von Fischauf- und Fischabstiegsanlagen bzw. deren Ertüch-

tigung erforderlich. Dabei sind für Fischauf- und -abstieg in der Regel unterschiedliche Anlagen zu realisieren, da sich nach dem derzeitigen Kenntnisstand das Fischverhalten im Auf- und im Abstiegsfall voneinander unterscheidet. Gegenwärtig liegt der Fokus der WSV auf den Fragen des Fischaufstiegs. Defizite beim Fischaufstieg existieren aktuell an ca. 250 Staustufen, die gemäß den Fristen der EU-Wasserrahmenrichtlinie spätestens bis zum Jahr 2027 zu beseitigen sind. Entweder fehlen die Anlagen gänzlich oder sie funktionieren nicht zufriedenstellend. Allein für den Neubau und die Ertüchtigung von Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen belaufen sich die Baukosten auf ca. 700 Mio. €.

In ihrer Funktion als fachwissenschaftliche Dienstleister für die WSV beraten und unterstützen die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) die WSV-Dienststellen auch in Fragen der ökologischen Durchgängigkeit. Dabei konzentrieren sich die Untersuchungen der BAW auf die hydraulischen und wasserbaulichen Aspekte, während die BfG die biologischen Aspekte untersucht. Eigenes Fachwissen, Fachliteratur und die Unterstützung durch externe Fachbüros und Forschungseinrichtungen dienen dabei als wichtige Grundlagen. Zur Weiterentwicklung des Stands von Wissenschaft und Technik über Fischaufstiegsanlagen werden zudem vertiefte Projektuntersuchungen sowie eigene Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchgeführt. Ziel ist es, neben der Entwicklung von Ausführungsvorschlägen für konkrete Baumaßnahmen auch grundsätzliche Empfehlungen für Anordnung, Ausrichtung, Dimensionierung, Dotierung, Betriebsweise und Überprüfung von Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen zu erarbeiten.

Die nachfolgenden Ausführungen befassen sich mit den laufenden Untersuchungen der BAW zum Bau einer neuen Fischaufstiegsanlage an der Neckarstaustufe Lauffen. Im Mittelpunkt stehen dabei die hydraulischen Untersuchungen im Unterwasser der Staustufe, die mit Hilfe von Naturmessungen sowie physikalischen und numerischen Modellsimulationen durchgeführt werden.

2 Stand von Wissenschaft und Technik

Einige Regelwerke zum Bau von Fischaufstiegsanlagen existieren bereits: z. B. der Gelbdruck des DWA-Merkblatts 509 (DWA, 2010) oder das Handbuch Querbauwerke des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV, 2005). Allerdings beziehen sich diese Regelwerke eher auf kleine und mittlere Fließgewässer und nicht auf große Fließgewässer, wie sie typisch für Bundeswasserstraßen sind,

sodass insbesondere noch Wissensdefizite für Fischaufstiegsanlagen an Bundeswasserstraßen bestehen.

Die Funktionsfähigkeit einer Fischaufstiegsanlage hängt maßgeblich von zwei Faktoren ab: der Auffindbarkeit der Anlage im Unterwasser einer Staustufe und der Passierbarkeit der Anlage. Die Wissensdefizite bezüglich der Auffindbarkeit umfassen z. B. die Gestaltung des Einstiegs oder die Frage, wie der Turbulenzgrad das Fischverhalten beeinflusst. Die Fragen, wie die Fische auf konkurrierende Strömungen reagieren, wie die Auffindbarkeit bei komplexen Anlagen zu realisieren ist, wie wechselnde Wasserstände sich auswirken oder welchen Beitrag Schleusen leisten können, zeigen die typischen Besonderheiten, die bezüglich der Auffindbarkeit an Bundeswasserstraßen zu beachten sind. Die Wissensdefizite bezüglich der Passierbarkeit umfassen vor allem Aspekte der geometrischen und hydraulischen Dimensionierung der Anlage.

Die Erkenntnisse, die an bestehenden Fischaufstiegsanlagen gewonnen wurden, sowie theoretische Überlegungen zeigen, dass bei den Fischen, die regelmäßig über eine oder mehrere Staustufen wandern müssen, eine Bestandserhaltung und -entwicklung im Regelfall nur gelingt, wenn ein sehr großer Anteil der Fische die Aufstiegsanlagen ohne Zeitverzögerung finden und überwinden kann. Folglich genügt es nicht, wenn Fischaufstiegsanlagen grundsätzlich für die betreffenden Fischarten passierbar sind. Sie müssen ebenso zügig überwunden werden können, um ökologisch wirksam zu sein. Gefordert wird, dass die Funktionsfähigkeit der Anlage an 300 Tagen im Jahr gewährleistet ist, um dem jahreszeitlich unterschiedlichen Wanderungsverhalten der Fische gerecht zu werden.

3 Pilotprojekt am Neckar: Fischaufstiegsanlage Lauffen

Trotz der zuvor skizzierten Wissenslücken sollen in möglichst kurzer Zeit viele funktionsfähige Fischaufstiegsanlagen gebaut werden. Die Strategie der WSV sieht deshalb vor, dass zunächst Pilotanlagen geplant und gebaut werden, mit deren Hilfe die Wirksamkeit der Anlagen überprüft werden kann. Diese Überprüfung muss neben der rein technischen Funktionskontrolle vor allem auch eine biologische Qualitätssicherung enthalten.

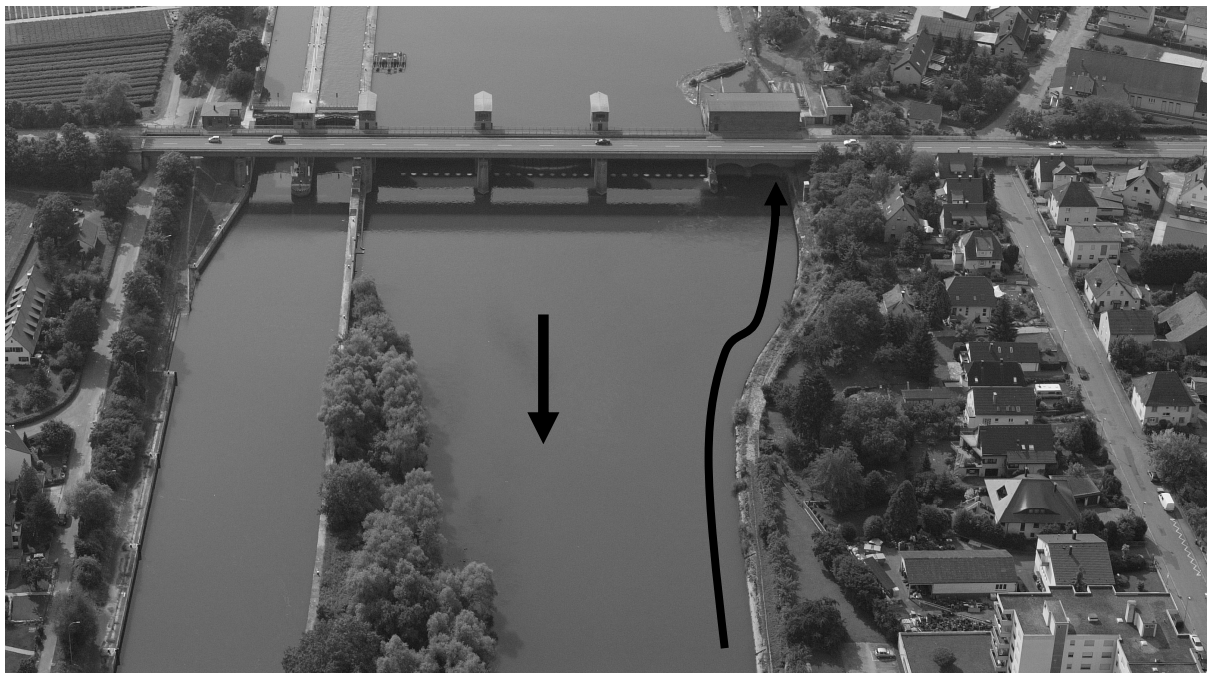


Abbildung 1: Neckarstaustufe Lauffen, Blick vom Unterwasser (Quelle: Amt für Neckar-
ausbau Heidelberg)

Eine der Pilotanlagen soll an der Neckarstaustufe Lauffen errichtet werden. Die Staustufe umfasst eine Doppelschleusenanlage, eine dreifeldrige Wehranlage sowie ein Wasserkraftwerk. Die Fallhöhe beträgt 8,17 m. Eine Fischaufstiegsanlage existiert derzeit nicht und soll am in Blickrichtung rechten Ufer als Schlitzpass gebaut werden (Abb. 1). Die Randbedingungen für den Bau zeichnen sich durch eine dichte Uferbebauung aus. Darüber hinaus steht die Stauanlage unter Denkmalschutz und die Straßenbrücke soll erneuert werden. Das Kraftwerk ist mit zwei Kaplan-Turbinen (Laufraddurchmesser: 2,78 m) mit einer Ausbauleistung von insgesamt 80 m³/s ausgerüstet. Kennzeichnend für die hydraulischen Verhältnisse unterhalb des Kraftwerks sind besonders starke Turbulenzerscheinungen.

Die Dimensionierung einer Fischaufstiegsanlage richtet sich vorwiegend nach der potenziell natürlichen Fischfauna des Flusssystem, d. h. nach den Fischarten, die im Flusssystem heimisch sind oder die wieder angesiedelt werden sollen. Für den Standort Lauffen sind die empfohlenen Indikatorfischarten: Barbe, Nase, Ukelei, Aal, Brachse, Rotaugen, Gründling, Groppe und Meerforelle (BfG, 2011). Eine Sonderrolle nimmt der Maifisch ein, da bei ihm auch während des Passierens einer Fischaufstiegsanlage von einem ausgeprägten Schwarmverhalten auszugehen ist. Dies hat zur Folge, dass die entsprechenden Dimensionen der Fischaufstiegsanlage großzügig gewählt werden müssen.

Die in Abb. 2 dargestellte Fischaufstiegsanlage wurde im Auftrag des Amtes für Neckar Ausbau Heidelberg von einem Ingenieurbüro geplant. Die Planung sieht eine Beckenlänge von 4,05 m und eine Beckenbreite von 3,20 m vor. Die Schlitzbreite zwischen zwei Becken soll 0,50 m, die Beckentiefe ca. 1,00 m betragen. Wesentlich für die Passierbarkeit des Schlitzpasses sind die Fließgeschwindigkeiten im Bereich der Schlitz zwischen zwei benachbarten Becken. Die maximal zulässige Fließgeschwindigkeit ist abhängig von der Leistungsfähigkeit der Fische, die die Anlage passieren sollen. Die Fließgeschwindigkeit im Schlitz hängt vom Höhenunterschied zwischen den Becken ab, der im Fall von Lauffen 0,12 m nicht überschreiten darf. Hieraus ergeben sich 67 Becken mit einer Gesamtlänge der Fischaufstiegsanlage von mehr als 270 m. Der erforderliche Durchfluss im Schlitzpass beträgt 660 l/s.

Die Aufgabe von BAW und BfG besteht nun darin, die Planung des Ingenieurbüros unter hydraulischen und biologischen Aspekten zu überprüfen und zu optimieren.

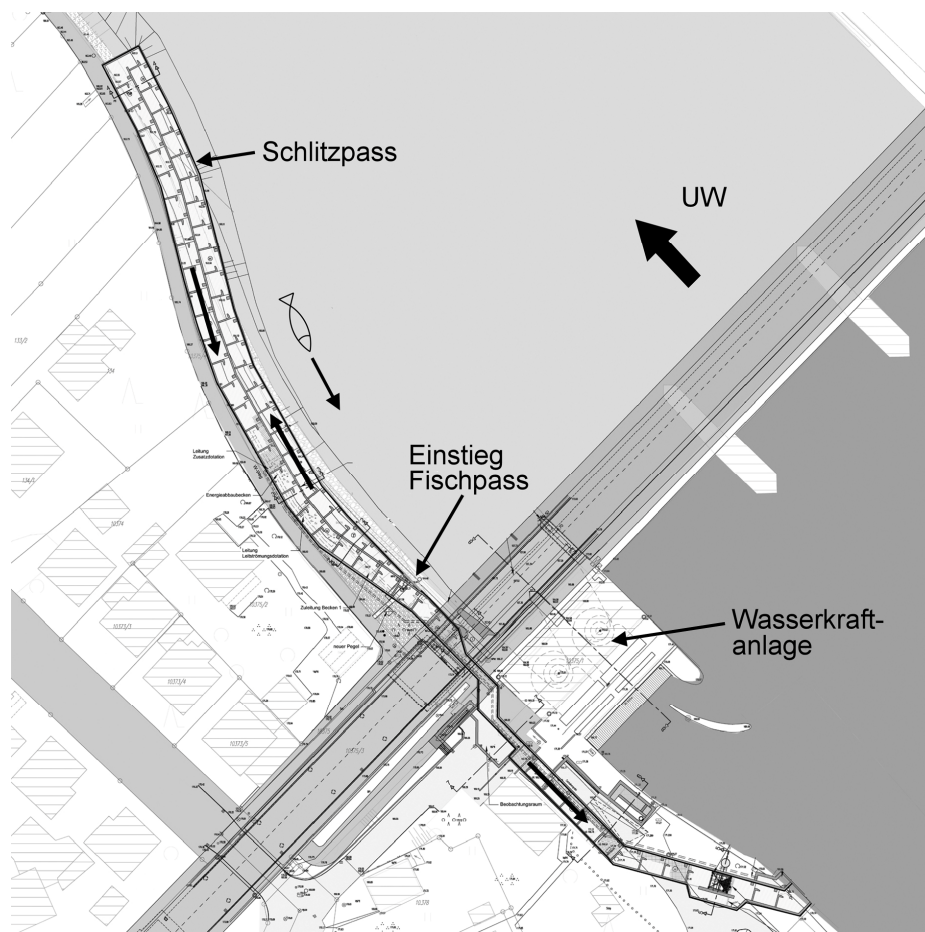


Abbildung 2: Planungsentwurf für den Schlitzpass Lauffen (Quelle: Ingenieurbüro Floecksmühle, modifiziert)

4 Hydraulische Untersuchungen der BAW

4.1 Untersuchungskonzept

Der Aspekt der Auffindbarkeit einer Fischaufstiegsanlage beinhaltet im Wesentlichen die Fragestellung, ob wanderwillige Fische, die direkt bis in das Unterwasser einer Staustufe gelangen, in der Lage sind, den Einstieg in die Fischaufstiegsanlage ohne größere Zeitverzögerung zu finden. Hierzu sind vor allem Kenntnisse über das artspezifische Wanderverhalten von Fischen erforderlich. Auch wenn diesbezüglich derzeit noch Wissenslücken existieren, kann den Strömungsverhältnissen im Unterwasser einer Staustufe eine zentrale Bedeutung für die Orientierung der Fische zugeschrieben werden. Nur wenn es gelingt, dem Fisch eine für ihn wahrnehmbare Leitströmung aus der Fischaufstiegsanlage zur Verfügung zu stellen, ist die Voraussetzung gegeben, dass die Mehrzahl der wanderwilligen Fische den Einstieg in die Fischaufstiegsanlage findet. Die besondere Herausforderung an Bundeswasserstraßen besteht darin, dass die Strömung im Auslaufbereich des Kraftwerks (Hauptströmung) so dominant ist, dass eine für den Fisch wahrnehmbare Leitströmung aus der Fischaufstiegsanlage nur schwer zu realisieren ist.

Um diese Frage für den Standort Lauffen beantworten zu können, werden derzeit in der BAW hydraulische Untersuchungen auf Basis von Naturmessungen sowie numerischen und physikalischen Modellversuchen durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden hierfür die Strömungsverhältnisse im Unterwasser der Stauanlage vermessen und der Ist-Zustand in den Modellen abgebildet. Ziel der Modelluntersuchungen ist es, die Strömungssituation so zu beeinflussen, dass ein durchgehender und der Leistungsfähigkeit der Fische angepasster Wanderkorridor geschaffen wird. Dieses Ziel soll erreicht werden, indem die bauliche Gestaltung des Einstiegsbereichs der Fischaufstiegsanlage sowie das Abflussverhältnis zwischen Fischpass und Kraftwerk optimiert und mit den betrieblichen Randbedingungen der Wasserkraftanlage abgestimmt werden. Nachfolgend werden die einzelnen Untersuchungen näher vorgestellt.

4.2 Naturuntersuchungen

Die Strömungsmessungen im Unterwasser des Kraftwerks wurden als Punktmessungen mit einem ADCP-Messgerät (Acoustic Doppler Current Profiler) von einem Miniatur-Messboot aus durchgeführt. Insgesamt wurden sechs Querprofile mit jeweils fünf Messlotrechten aufgenommen und ausgewertet. Bei der ersten Messkampagne betrug der Abfluss $45 \text{ m}^3/\text{s}$; weitere Messungen sind bei

80 m³/s vorgesehen, was der Ausbauleistung des Kraftwerks entspricht. Nähere Angaben zur Durchführung und Auswertung der ADCP-Messungen sind in (Sokoray-Varga *et al.*, 2010) zu finden.

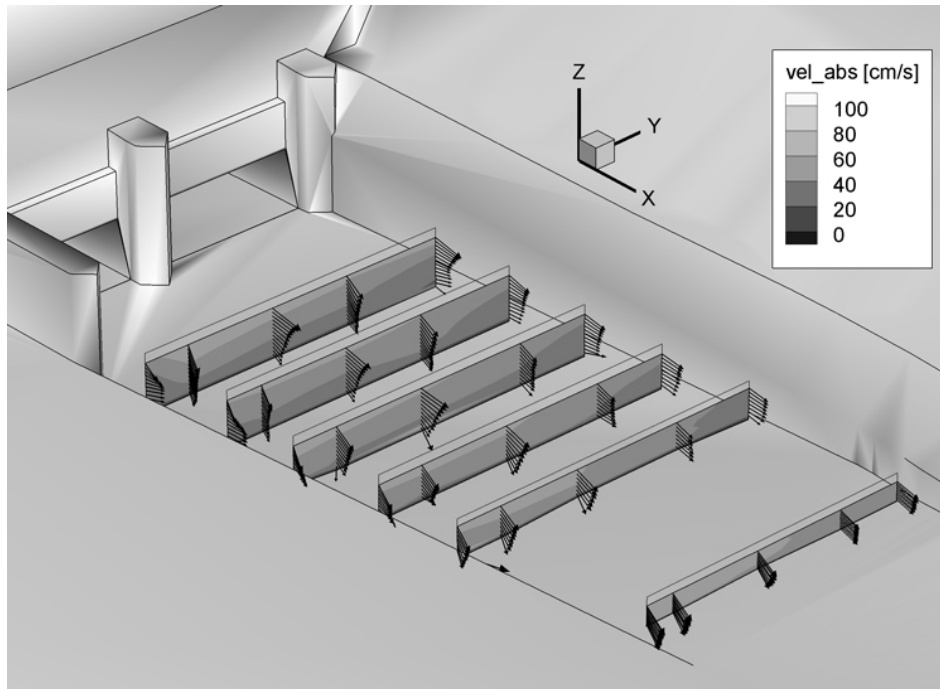


Abbildung 3: Ergebnisse der ADCP-Messungen für einen Abfluss von $Q = 45 \text{ m}^3/\text{s}$

Abb. 3 zeigt die Ergebnisse der ADCP-Messungen bei einem Abfluss von $Q = 45 \text{ m}^3/\text{s}$. Dargestellt sind die zeitlich gemittelten Fließgeschwindigkeiten. Es ist zu erkennen, dass die Geschwindigkeiten im Uferbereich geringer sind als in Richtung Flussmitte, was neben dem Wandinfluss des Ufers darauf zurückzuführen ist, dass sich die Strömung in Richtung des Wehrabflussbereiches ausbreitet und es dort zu Abflusskonzentrationen kommt. Die Fließgeschwindigkeiten liegen insbesondere im Uferbereich mit Werten kleiner als 1 m/s in einer Größenordnung, die suggeriert, dass dort günstige Bedingungen für wanderwillige Fische vorliegen. Eine nähere Betrachtung der Messungen sowie der Augenschein vor Ort zeigen jedoch, dass das Strömungsbild mit der Darstellung zeitlich gemittelter Geschwindigkeiten nur unzureichend beschrieben ist. Insbesondere der durch die Turbinen erzeugte Drall am Austrittsquerschnitt des Saugrohrs erzeugt ein hochturbulentes Strömungsfeld, das die Wahrnehmung der Leitströmung aus der geplanten Fischaufstiegsanlage stark beeinträchtigt.

4.3 Physikalische und numerische Modelluntersuchungen

Für die Modelluntersuchungen zur Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage wurde in der BAW ein physikalisches Modell im Maßstab 1 : 10 aufgebaut und mit

Hilfe der Naturmessungen kalibriert (Abb. 4). Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die korrekte Wiedergabe der Strömungssituation im Einstiegsbereich der geplanten Fischaufstiegsanlage gelegt. Hier spielt vor allem die aus den Saugrohren des Kraftwerks austretende, drallbehaftete Strömung eine wichtige Rolle, die im physikalischen Modell durch die Anordnung eines verstellbaren Propellerrades in den Wasserzuleitungen des Modells erreicht wurde.

Nachdem die Kalibrierungsphase bereits abgeschlossen ist, wird derzeit der Entwurf des Planungsbüros überprüft und optimiert. Wesentliches Element des Entwurfs ist die Verlängerung des Saugrohrs des Kraftwerks (Abb. 4 und 5). Diese Maßnahme vermindert einerseits die Turbulenz der aus dem Saugrohr austretenden Strömung und verbessert damit die Leitströmung aus der Fischaufstiegsanlage. Andererseits kann mit der Verlängerung des Saugrohrs der Einstieg in den Fischpass in Schwimmrichtung der Fische angeordnet werden, was die Auffindbarkeit deutlich erleichtert.



Abbildung 4: Physikalisches Modell des Unterwassers Lauffen: Blick von unterstrom auf den Kraftwerksauslass, rechts der Einstieg in die Fischaufstiegsanlage

Neben der Analyse der hydraulischen Wirkung der Saugrohrverlängerung sollen durch die Modelluntersuchungen weitere bauliche Komponenten optimiert werden, wie beispielsweise die Ausgestaltung eines Schlitzes am unteren Ende der Fischaufstiegsanlage (Abb. 5), die Untersuchung konstruktiver Möglichkeiten

zur Minderung der Turbulenz hinter dem Saugrohr sowie die Gestaltung des Übergangs zwischen Gewässersohle und Fischpasseinstieg. Zusätzlich steht der für die Ausbildung einer Leitströmung erforderliche Abfluss im Fokus der Untersuchungen. Dieser Abfluss setzt sich zusammen aus dem Abfluss im Fischpass und der Zusatzdotierung, die im unteren Bereich des Fischpasses hinzugegeben wird. Ziel ist es, unter baulich optimierten Randbedingungen den für den Betrieb der Aufstiegsanlage minimal erforderlichen Abfluss zu bestimmen.

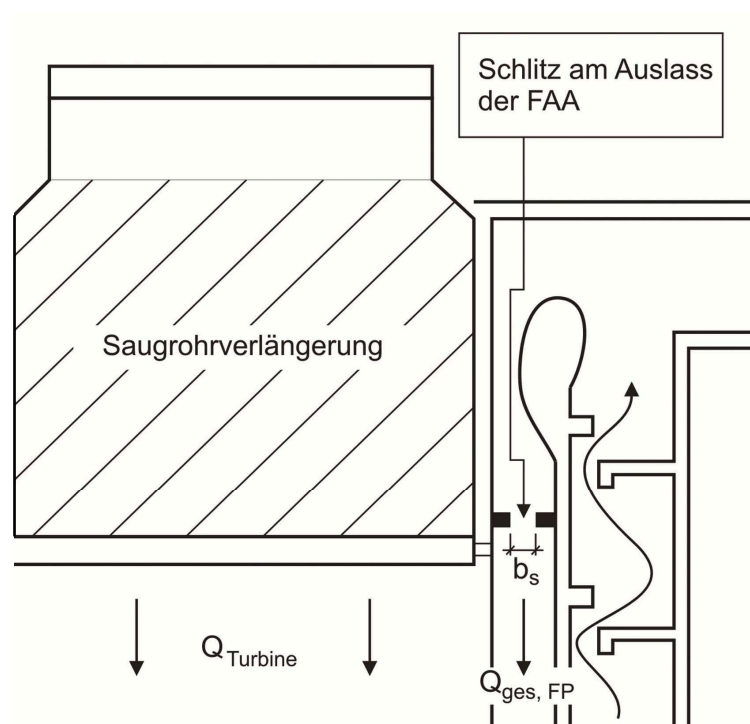


Abbildung 5: Ausgestaltung des Einstiegs in die Fischeinstiegsanlage

Die Strömungsgeschwindigkeiten werden zeitlich und räumlich hoch aufgelöst mit einer ADV-Sonde (Acoustic Doppler Velocimeter) gemessen, wobei die Messungen sich insbesondere auf die Zone konzentrieren, in der die Kraftwerksströmung und die Strömung aus dem Fischpass zusammentreffen. Abb. 6 zeigt die Ergebnisse für den Einstiegsbereich des Fischpasses für vier verschiedene Varianten. Die zugehörigen Randbedingungen sind Tab. 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Randbedingungen für die Variantenuntersuchungen

	Q_{Turb} [m ³ /s]	$Q_{\text{ges,FP}}$ [m ³ /s]	b_s [m]	v_s [m/s]	Lage des Schlitzes	UW-Stand [m+NN]
V 0	80	1,0	1,4	0,36	kein Schlitz	161,85
V 1	80	1,0	0,5	1,0	links	161,85
V 2	80	1,5	0,5	1,5	mittig	161,85
V 3	80	2,1	0,7	1,5	mittig	161,85

Q_{Turb} bezeichnet den durch das Kraftwerk abgeführten Abfluss. $Q_{\text{ges,FP}}$ setzt sich zusammen aus dem Abfluss im Fischpass und der Zusatzdotations, d. h. es ist der Abfluss, der am unteren Ende der Fischaufstiegsanlage austritt. Mit b_s wird die Breite des Schlitzes am unteren Ende des Fischpasses bezeichnet, v_s ist die im Bereich des Schlitzes gemittelte Fließgeschwindigkeit. Die Lage des Schlitzes ist in Fließrichtung angegeben. Der Unterwasserstand ist für alle Varianten identisch. Sämtliche Größen in Tab. 1 sind im Naturmaßstab angegeben.

Mit Angaben aus der einschlägigen Literatur über die Schwimffähigkeit von Fischen können Geschwindigkeitsbereiche definiert werden, in denen die Verhältnisse günstig oder ungünstig für die Fischwanderung sind. Die Leistungsfähigkeit der Fische ist dabei abhängig von der Fischart und vom Entwicklungsstadium der Fische. Hervorzuheben ist, dass nicht nur zu große Geschwindigkeiten im Wanderkorridor der Fische die Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage beeinträchtigen, sondern dass vor allem ein fehlender Strömungsimpuls zur Desorientierung der Fische führt. Die optimalen Strömungsgeschwindigkeiten für die am Neckar empfohlenen Indikatorfischarten betragen 0,3 m/s bis 1,6 m/s (*DWA, 2010*). Ziel der Modellversuche ist es also, Strömungsbedingungen in einem längs des Ufers durchgehenden Wanderkorridor zu schaffen, die die Auffindbarkeit des Einstiegs in die Fischaufstiegsanlage bestmöglich unterstützen.

In Abb. 6 sind die zeitlichen Mittelwerte der gemessenen Fließgeschwindigkeiten für unterschiedliche Varianten dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass sich die Strömungsfelder im Einstiegsbereich in Abhängigkeit der geometrischen Ausgestaltung des Schlitzes und des Abflusses am unteren Ende des Fischpasses signifikant unterscheiden. Für den ursprünglichen Planungsentwurf des Ingenieurbüros (V 0) ergibt sich, dass die Geschwindigkeiten im Nahbereich der Fischaufstiegsanlage zu klein sind. Eine Verengung des Austrittsquerschnitts, d. h. die Anordnung einer weiteren Trennwand mit Schlitz (V 1) führt zwar zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten im Schlitz, jedoch hat dessen Anordnung auf der in Fließrichtung linken Seite zur Folge, dass ein größerer Korridor mit zu geringen Fließgeschwindigkeiten zwischen Kraftwerksauslass und Fischpasseinstieg entsteht. V 2 verdeutlicht, dass mit einer Anpassung der Lage des Schlitzes sowie einer Erhöhung des Gesamtabflusses die Situation spürbar verbessert werden kann. Eine weitere Erhöhung des Abflusses aus dem Fischpass (V 3) bewirkt, dass die Zonen mit zu geringen Fließgeschwindigkeiten noch weiter zurückgehen.

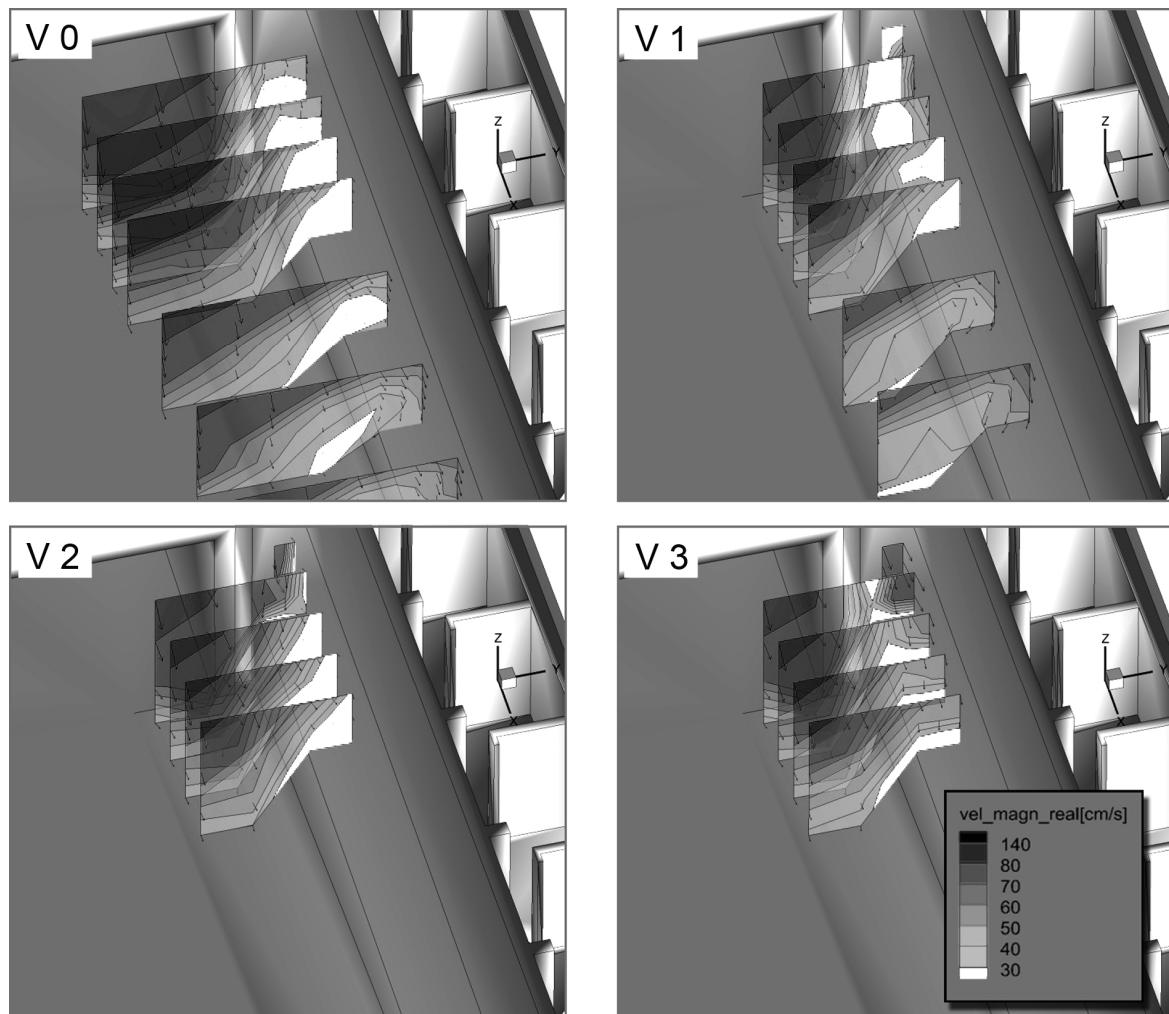


Abbildung 6: Fließgeschwindigkeiten im physikalischen Modell, Blick von unterstrom auf den Einstiegsbereich der Fischaufstiegsanlage

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anordnung eines Schlitzes am unteren Ende der Fischaufstiegsanlage zwingend erforderlich ist. Des Weiteren zeigen die Untersuchungen, dass die Lage der Einschnürung sowie der Gesamtabfluss aus dem Fischpass (Abfluss im Schlitzpass plus Zusatzdotation) wesentlich für die Ausbildung einer adäquaten Leitströmung sind. Derzeit sind die Variantenuntersuchungen noch nicht abgeschlossen.

Zusätzlich zu den physikalischen Modelluntersuchungen finden numerische Simulationen für das Unterwasser der Staustufe Lauffen statt. Diese werden mit einem dreidimensionalen Navier-Stokes-Löser durchgeführt, der die freie Wasseroberfläche berechnet und auf Basis von Hexaedergittern arbeitet. Diese Simulationen sind wünschenswert, da mittels der physikalischen Modellversuche zwar die hydraulische Optimierung der baulichen Komponenten erreicht werden kann, die Vermessung des Strömungsfelds im Unterwasser jedoch nur punktuell

und mit einem relativ hohen Aufwand möglich ist. Dies hat zur Folge, dass sich die Strömungsparameter aus den Messungen des physikalischen Modells nur statistisch beschreiben lassen.

Mit den numerischen Modellierungen ist man dagegen in der Lage, einen Schritt weiterzugehen: Liegt eine auf Basis der physikalischen Modelluntersuchungen baulich optimierte Variante vor, so bietet die numerische Simulation die Möglichkeit, für einen gegebenen Zeitpunkt ein räumlich hoch aufgelöstes Bild der Strömungsvektoren und Geschwindigkeiten zu erhalten. Mit dieser Information lässt sich in einem nachfolgenden Schritt bewerten, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt und für die gegebenen Randbedingungen (z. B. Abflussmengenaufteilung zwischen Fischaufstiegsanlage und Kraftwerk oder Turbinenmanagement) ein durchgehender Wanderkorridor für die Fische zur Verfügung steht. Diese Untersuchungen stehen derzeit noch aus.

5 Literatur

- BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2010): Herstellung der Durchgängigkeit an Staustufen von Bundeswasserstraßen – Fischökologische Einstufung der Dringlichkeit von Maßnahmen für den Fischaufstieg. BfG-Bericht 1697
- BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2011): Standardisierung der faunistischen und strömungstechnischen Anforderungen an Fischaufstiege am Neckar. Abschlussbericht der Projektgruppe, BfG-Bericht 1699
- DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2010): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. DWA-M 509 – Entwurf
- MUNLV – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (2005): Handbuch Querbauwerke
- Sokoray-Varga, B; Weichert, R.; Lehmann, B. (2011): Flow investigations for fish pass Lauffen/Neckar in field and laboratory. 34. Dresdner Wasserbaukolloquium 2011, Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen Heft 45

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Christoph Heinzelmann

Dr. sc. techn. Roman Weichert

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstr. 17
76187 Karlsruhe

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstr. 17
76187 Karlsruhe

Tel.: +49 721 9726-3000

Tel.: +49 721 9726-2660

Fax: +49 721 9726-5230

Fax: +49 721 9726-4540

E-Mail: christoph.heinzelmann@baw.de

E-Mail: roman.weichert@baw.de