



**Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption
funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am
Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen)**

Phase 2



Abschlussbericht Phase 2

Das Projekt wurde unter dem Az: 18364/01+02
von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert

Bearbeiter: Dipl.-Biol. Maria Schmalz
Bewilligungsempfänger: Hans-Ullrich Graf
Kooperationspartner: Hydrolabor Schleusingen, IWSÖ GmbH
Projektleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Kranawetterer (Bauhaus-Universität Weimar)
Dr.-Ing. Konrad Thürmer (IWSÖ GmbH)

Schleusingen, Dezember 2010

Sie können diese Publikation beziehen bei:

IWSÖ GmbH
Hydrolabor Schleusingen
Themarer Str. 16 c
98553 Schleusingen

Tel: 036841-530910

Fax: 036841-530914

Projektkennblatt

der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



| | | | | | |
|----|-----------------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| Az | 18364/02 | Referat | 24/0 | Fördersumme | 66.000 € |
|----|-----------------|---------|-------------|-------------|-----------------|

Antragstitel Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen) – Phase 2

Stichworte Energie, Wasser, regenerativ, Fischaufstieg, Fischabstieg, Fischwanderhilfe, Fischpass, Fischschäden, Restwassermenge

| | | | |
|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Laufzeit | Projektbeginn | Projektende | Projektphase(n) |
| 23 Monate | 1.11.2008 | 30.9.2010 | 2 (2. Phase) |

Zwischenberichte

| | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|---|--------------|
| Bewilligungsempfänger | Ingenieurbüro Graf Zengerstraße 36 | Tel | 09434/2879 |
| | 92439 Altenschwand | Fax | 09434/901304 |
| | | Projektleitung Hans Ulrich Graf | |
| | | Bearbeiter Dipl.-Biol. Maria Schmalz | |

Kooperationspartner Bauhaus-Universität Weimar, Institut für Wasserwesen, Hydrolabor Schleusingen
98553 Schleusingen

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

In Camburg/Döbritschen an der Saale (Thüringen) erfolgten bereits umfassende Untersuchungen hinsichtlich der Restwassermenge und dem Orientierungsverhalten von Fischen im Bereich der Wasserkraftanlage. Diese schlossen Fischauf- und -abstieg und turbinenbedingte Fischschäden einer Kleinwasserkraftanlage ein (vgl. Bericht zur ersten Phase, DBU-Projekt Az: 18364/01). Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, dass der Bau einer zweiten Fischaufstiegsanlage (FAA) am Turbinenkanal für die Gewährleistung der Durchgängigkeit des Standortes zwingend notwendig ist. Im Rahmen der hier dokumentierten 2. Projektphase wurde die FAA errichtet und auf ihre Funktionsfähigkeit hinsichtlich Fischauf- und -abstieg überprüft.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Im Frühjahr und Sommer 2009 erfolgte der Bau der FAA durch den Bewilligungsempfänger. Die FAA wurde in Form eines Schlitzpasses errichtet, dessen Auslauf im Kraftwerkskanal unterhalb der Turbine liegt und dessen Einlauf dem Rechen benachbart ist. Diese, derzeit noch nicht häufig angewendete Kombination wird besonders für den Fischabstieg neue Erkenntnisse erbringen. Alle neuen Erkenntnisse zur Einordnung, zur Beckengestaltung und zur Leitströmung wurden beachtet. Eine spezielle Leiströmungseinrichtung wurde installiert, um die Auffindbarkeit im Unterwasser zu verbessern.

Nach Errichtung der FAA begannen die Kontrollen im Herbst 2009 durch den Kooperationspartner. Dies umfasst folgende Vorgehensweise: Hydraulisches Aufmaß; Exposition von Makrozoobenthos-besiedlungskästen (8 Wochen); parallele Reusenkontrollen in **beiden** FAA (Fischauf- und -abstieg) über 8 Wochen während der Hauptwanderzeiten im Herbst 2009 und über 12 Wochen während der Hauptwanderzeiten im Frühjahr 2010. Parallel erfolgten während der Reusenkontrollzeiten Hamenfänge unterhalb der Turbine und Abstiegskontrollen am Wehr in den Neumondwochen, um die Nutzung der FAA für den Abstieg quantifizieren zu können. Je einmal während der jeweiligen Reusenkontrollzeiten erfolgen Elektrobefischungen im Unterwasser des Turbinenkanals und des Mutterbettes. Der methodische Teil wurde im Juni 2010 abgeschlossen

Ergebnisse und Diskussion

Der neu errichtete Schlitzpass wurde nach Fertigstellung einem baulich-hydraulischen Aufmaß unterzogen, welches nur geringe Abweichungen von den Vorgaben aufzeigte. Während der Reusenkontrollen im Herbst 2009 und im Frühjahr 2010 wurden insgesamt 679 Fische aus 9 Arten erfasst. Ca. 80 % dieser Tiere sind als strömungsliebend zu bezeichnen. Die Funktionsfähigkeit der Leitströmungsverstärkung konnte nicht bestätigt werden. Dennoch waren unterhalb der Turbine keine „verirrten“ Fische festgestellt worden. Der Einstieg wurde also auch mit geringerer Fließgeschwindigkeit aufgefunden. Der Schlitzpass wurde auch durch bodenlebende Fischarten gut angenommen. Während der zeitgleichen Kontrolle des 2005 errichteten Borstenfischpasses wurden 2233 Fische aus 16 Arten erfasst, von denen nur 43,7 % dem rheophilen Artenspektrum zugerechnet werden können. Es wurde deutlich, dass beide FAA an ihrem jeweiligen Standort einem bestimmten Teil des in Döbritschen auftretenden Fischartenspektrums den Aufstieg gewährleisten. Während im Borstenfischpass insgesamt deutlich mehr Fische aufstiegen, konnten im Schlitzpass vermehrt Arten wie Barbe und Bachforelle erfasst werden, die den Weg in das strömungsberuhigte Mutterbett nicht finden konnten. Arten wie die eher schwimmschwache Elritze wurde demgegenüber fast ausschließlich beim Aufstieg im Borstenfischpass beobachtet. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass der Schlitzpass in Zeiten geringeren Durchflusses, wenn das Wehr nicht überströmt wird, als Aufstiegsfad bevorzugt wird.

Die Kontrolldaten wurden der Bewertung nach dem 2006 erschienenen BWK-Methodenstandard für die Kontrolle von FAA unterzogen. Dabei stellte sich heraus, dass beide FAA-Standorte getrennt betrachtet nur eine mäßige Funktionsfähigkeit für den Fischaufstieg aufwiesen. Erst die Gesamtbetrachtung beider Standorte zusammen ergab eine gute Passierbarkeit des Standortes. Diese Ergebnisse belegen die Notwendigkeit, insbesondere bei WKA mit Wasserausleitung alle möglichen Wanderungsrichtungen mit Aufstiegshilfen auszustatten. Dies wird umso wichtiger je artenreicher und vielfältiger hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche die jeweilige Fischfauna ist.

Der Schlitzpass konnte aufgrund seiner rechenahen Lage auch eine Funktion als Fischabstieg erfüllen. Er wies die gleiche Wirksamkeit wie der bodennah beginnende Fischabstiegsbypass auf. An diesen beiden Standorten konnten je 4 % der absteigenden Fische registriert werden. 66 % der Fische wählten den Weg durch die Turbinen, 24 % stiegen über das Wehr ab und nur 2 % im Borstenfischpass. Im Schlitzpass und im Abstiegsbypass wurden sowohl größere Tiere, die aufgrund ihrer Körpermaße den Rechen nicht passieren konnten, als auch kleinere Exemplare erfasst. Es ist demnach von einer aktiven Wahl der Abstiegsmöglichkeit auszugehen. Das Wehr wurde überwiegend von sehr kleinen Jungfischen genutzt. Im Vergleich zu den 2005 an gleicher Stelle durchgeführten Abstiegsuntersuchungen konnte durch die Installation des Schlitzpasses und durch eine geänderten Öffnungsmodus eine deutliche Verbesserung des gefahrlosen Fischabstieges in Döbritschen erreicht werden. (2005 folgten 86 % der Fische dem Weg durch die Turbine.)

Die erfolgreiche Besiedlung des Schlitzpasses durch Makrozoobenthosorganismen wurde nachgewiesen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Durch mehrere Vorträge auf Fachtagungen und einen Beitrag im Fernsehsender mdr wurde die Präsentation des Projektes gewährleistet. In den Schlitzpass wurde eine Sichtscheibe integriert, die von den Besuchern des Rastplatzes an der WKA sehr gut angenommen wird. An dieser Stelle informiert auch ein Plakat über Ziele und Hintergründe der Untersuchungen.

Fazit

Die These der Notwendigkeit einer zweiten FAA an diesem Standort konnte in vollem Umfang bestätigt werden. Nur so war der Aufstieg für alle anstehenden Fischarten gewährleistet. Für den Fischabstieg spielt die FAA ebenfalls eine Rolle, auch wenn sich die anfängliche Erwartung einer höheren Ableitrate nicht erfüllt hat. Derzeit wird an der WKA ein weiteres DBU-gefördertes Forschungsprojekt (DBU-AZ: 26632) zur Verbesserung der Wirkung des Abstiegsbypasses durchgeführt. Dabei wird auch der Schlitzpass nochmals in die Untersuchungen einbezogen.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-------------|
| Verzeichnis von Abbildungen, Tabellen und Fotos | III |
| Tabellenverzeichnis..... | III |
| Abbildungsverzeichnis..... | III |
| Fotoverzeichnis | IV |
| Verzeichnis von Begriffen und Definitionen | VI |
| Zusammenfassung | VIII |
| 1 Einleitung..... | 1 |
| 2 Untersuchungsgebiet..... | 6 |
| 2.1 Die Saale | 6 |
| 2.2 Der Standort Döbritschen..... | 6 |
| 2.2.1 Allgemeine Angaben | 6 |
| 2.2.2 Borstenfischpass am Wehr..... | 8 |
| 2.2.3 Fischabstiegsbypass | 8 |
| 2.2.4 Schlitzpass am Krafthaus..... | 9 |
| 3 Material und Methoden | 11 |
| 3.1 Untersuchung des Fischaufstieges | 11 |
| 3.2 Elektrobefischungen | 12 |
| 3.3 Bewertung des Fischaufstieges mit BWK-Methodenstandard..... | 12 |
| 3.4 Untersuchung des Fischabstieges..... | 13 |
| 3.5 Untersuchungen zur Makrozoobenthosbesiedlung des neuerrichteten Schlitzpasses..... | 15 |
| 4 Ergebnisse und Diskussion | 16 |
| 4.1 Kontrolle des Fischaufstieges | 16 |
| 4.1.1 Kontrolle der baulichen-hydraulischen Parameter des Schlitzpasses..... | 16 |
| 4.1.2 Kontrolle der biologischen Parameter | 18 |
| 4.1.2.1 Elektrobefischungen..... | 18 |
| 4.1.2.2 Fischaufstieg im neu errichteten Schlitzpass..... | 19 |
| 4.1.2.3 Fischaufstieg im Borstenfischpass | 23 |
| 4.1.2.4 Vergleich der beiden möglichen Wanderwege | 29 |
| 4.1.2.5 Besiedlung des Schlitzpasses mit Makrozoobenthos | 34 |
| 4.1.3 Zusammenfassung..... | 37 |
| 4.2 Kontrolle des Fischabstieges | 39 |
| 4.2.1 Fischabstieg in den beiden Fischaufstiegsanlagen | 39 |
| 4.2.2 Fischabstieg am gesamten Standort | 41 |
| 4.3 Öffentlichkeitsarbeit..... | 49 |
| 5 Fazit | 50 |
| 6 Literatur..... | 52 |
| 7 Danksagung | 54 |
| Anhang 1: Schlitzpass..... | A1 |
| Anhang 2: Bewertungsgrundlagen nach BWK-Methodenstandard..... | A7 |
| Anhang 3: Liste der Taxa der während der Besiedlungsexperimente erfassten Makrozoobenthosorg. | A11 |
| Anhang 4: Verzeichnis der gefangenen Fischarten | A15 |
| Anhang 5: Fotodokumentation | A17 |
| Anhang 6: Informationsplakat an der Wasserkraftanlage Döbritschen | A51 |

Verzeichnis von Abbildungen, Tabellen und Fotos

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tab. 1: Anforderungen und Lösungen beim Bau der zweiten FAA am Turbinenkanal der WKA Döbritschen..... | 9 |
| Tab. 2: baulich-hydraulische Parameter des neu errichteten Schlitzpasses, gemessen am 21.4.10..... | 16 |
| Tab. 3: Messungen an der Austrittsstelle der Leitströmung aus dem Vorbecken..... | 17 |
| Tab. 4: Fischartenzusammensetzung der Elektrobefischungen im Unterwasser der WKA Döbritschen..... | 19 |
| Tab. 5: Bewertung des Fischaufstieges im Schlitzpass nach BWK-Standardmethode..... | 22 |
| Tab. 6: Vergleich wichtiger hydraulischer Parameter beim Aufmaß des Borstenfischpasses am 21.6.06 und am 25.5.11 | 24 |
| Tab. 7: Bewertung des Fischaufstieges im Borstenfischpass nach BWK-Standardmethode | 27 |
| Tab. 8: Vergleich der bisher durchgeführten Funktionskontrollen des Borstenfischpasses..... | 27 |
| Tab. 9: Vergleich der Fischaufstiegskontrollen in Borstenfischpass und Schlitzpass 2009/2010 | 29 |
| Tab. 10: Bewertung des Fischaufstieges beider FAA nach BWK-Standardmethode | 33 |
| Tab. 11: Zusammenfassung der Parameter für den Fischabstieg durch die Fischpässe am Standort Döbritschen | 39 |
| Tab. 12: Artenzusammensetzung bei der Abwanderung im Bereich der WKA Döbritschen, Angaben in [%]..... | 46 |
| Tab. 13: Ausprägung der Qualitätsmerkmale und –klassen nach [BWK06] | 10 |
| Tab. 14: Einordnung in eine Qualitätsklasse nach Berechnung des Funktionsindex..... | 10 |
| Tab. 15: Lateinische Artnamen der gefangenen Fischarten und Vorkommen | 16 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abb. 1: Wasserkraftanlage Döbritschen (Foto: mit freundlicher Genehmigung Falk Fleischer) | 7 |
| Abb. 2: Detaildarstellung des Rundbeckens sowie des Messquerschnittes. Messung in vertikalen Schritten von 10 cm | 17 |
| Abb. 3: Bei der Elektrobefischung im Unterwasser gefangene Fische, a) Anzahl pro Untersuchungsstrecke und Befischungsdatum, b) Anteil der Strömungspräferenz pro Untersuchungsstrecke | 18 |
| Abb. 4: Verteilung der Körperlängen bei den Elektrobefischungen im Unterwasser..... | 19 |
| Abb. 5: im Schlitzpass im Herbst 2010 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung | 20 |
| Abb. 6: Dynamik des Fischaufstieges im Schlitzpass im Herbst 2009..... | 20 |
| Abb. 7: im Schlitzpass im Frühjahr 2010 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung | 21 |
| Abb. 8: Dynamik des Fischaufstieges im Schlitzpass im Frühjahr 2010..... | 21 |
| Abb. 9: im Borstenfischpass im Herbst 2009 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung..... | 24 |
| Abb. 10: Dynamik des Fischaufstieges im Borstenfischpass im Herbst 2009 | 25 |
| Abb. 11: im Borstenfischpass im Frühjahr 2010 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung..... | 26 |
| Abb. 12: Dynamik des Fischaufstieges im Borstenfischpass im Frühjahr 2010 | 26 |
| Abb. 13: Vergleich der Befischungsergebnisse im Unterwasser der WKA Döbritschen mit der fischfaunistischen Referenz.. | 28 |
| Abb. 14: Zusammensetzung der Fischfauna hinsichtlich der Strömungspräferenz unterhalb und in den Fischpässen | 30 |
| Abb. 15: Dynamik des Fischaufstieges in beiden Fischpässen im Frühjahr 2010 | 31 |
| Abb. 16: Strömungssimulation mit Hydro2d bei Restwasserabgabe von 10,9 m ³ /s über das Wehr, aus [SS07] | 31 |
| Abb. 17: Tagesaufstiegszahlen rheophiler Fische im Vergleich zum Gesamtabfluss des Gewässers | 32 |
| Abb. 18 a und b: Taxazahl in den selektiven Richtungsfallen in Becken 1 und 11 des Schlitzpasses..... | 34 |
| Abb. 19 a und b: Besiedlungsdichte in den selektiven Richtungsfallen in Becken 1 und 11 des Schlitzpasses | 35 |
| Abb. 20: Zusammensetzung der Besiedlung des Schlitzpasses hinsichtlich Strömungspräferenz (n=5160), Angaben in % | 35 |
| Abb. 21: Entwicklung der Besiedlungsdichte der Taxa Simulium spec (a), Chironomidae (b), Baetidae (c), und Hydropsyche spec. (d) im Schlitzpass..... | 36 |
| Abb. 22: in den Fischpässen im Herbst 2009 abgestiegene Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung | 39 |
| Abb. 23: in den Fischpässen im Frühjahr 2010 abgestiegene Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung | 40 |
| Abb. 24: Dynamik des Fischabstieges in beiden Fischpässen im Frühjahr 2010..... | 41 |
| Abb. 25: Aufsummierter Anteil der Fischabwanderung über die verschiedenen Abstiegsrichtungen am Standort WKA Döbritschen..... | 42 |
| Abb. 26: monatliche Verteilung der Abwanderrichtungen sowie Wassertemperatur- und Durchflussmittelwerte pro 60 h - Untersuchungsintervall 2009/2010..... | 42 |
| Abb. 27: Verteilung der Abwanderrichtungen sowie Wassertemperatur- und Durchflussmittelwerte pro 12 h - Untersuchungsintervall 2005 (Abb. verändert nach [SS07]) | 43 |
| Abb. 28: Median der Körperlänge aller abgewanderten Fische getrennt nach Abstiegsrichtung..... | 44 |
| Abb. 29: Größenverteilung aller erfassten Fische getrennt nach Abwanderrichtung | 45 |
| Abb. 30: Abwanderrichtung aller erfassten Aale und Bachforellen | 47 |
| Abb. 31 Einordnung der neuerbauten Fischaufstiegsanlage..... | 3 |
| Abb. 32: Grundriss des Schlitzpasses mit Vorbecken | 4 |
| Abb. 33: Längsschnitt des Schlitzpasses mit Darstellung der Zuleitung der Leitströmungsverstärkung und der Wasserspiegellagen bei verschiedenen Unterwasserständen | 5 |
| Abb. 34: Längsschnitt und Querschnitt des Schlitzpasses (überhöht)..... | 6 |

Fotoverzeichnis

| | |
|--|----|
| Foto 1: Gebäude der Wasserkraftanlage Döbritschen vom Oberwasser aus gesehen..... | 19 |
| Foto 2: Rechenanlage der WKA Döbritschen | 19 |
| Foto 3: Rechen mit Rechenreiniger..... | 20 |
| Foto 4: Wehr der WKA Döbritschen, am rechtsseitigen Ufer befindet sich der Borstenfischpass | 20 |
| Foto 5: Betonwehr mit Bretteraufsatz, Blick Richtung Wasserkraftanlage | 21 |
| Foto 6: geöffnetes Nadelwehr | 21 |
| Foto 7: Blick auf das Wehr und den oberen Teil des Mutterbettes | 22 |
| Foto 8: Blick auf das Mutterbett nach flussab | 22 |
| Foto 9: Turbinenkanal, Turbulenzzone unterhalb des Wasseraustritts | 23 |
| Foto 10: Vereinigte Saale, Blick nach flussab | 23 |
| Foto 11: geöffnetes Wehrfeld für die Restwasserabgabe | 24 |
| Foto 12: Verstärkung der Leitströmung des Borstenfischpasses(rechts) durch die Restwasserabgabe | 24 |
| Foto 13: Borstenfischpass vor der ersten Bespannung..... | 25 |
| Foto 14: Borstenfischpass in Betrieb | 26 |
| Foto 15: Doppelreuse im Einstieg des Borstenfischpasses | 27 |
| Foto 16: Öffnung der Wehrfelder zur Restwasserabgabe 2005: nur das obere Brett wurde entfernt | 27 |
| Foto 17: Einbau des bodennahen Bypassrohres in das Schütz des Leerschusses 2005..... | 28 |
| Foto 18: Bypassrohr im Leerschusskanal | 28 |
| Foto 19: Bypass in Betrieb..... | 29 |
| Foto 20: Bau des Vorbeckens für den Schlitzpass | 29 |
| Foto 21: Rohbau des Schlitzpasses mit Öffnung für Sichtscheibe | 30 |
| Foto 22: Fangedamm unterhalb der Turbinen..... | 30 |
| Foto 23: Lockstromdüsen im Rundbecken..... | 31 |
| Foto 24: Anbindung des Schlitzpasses unterhalb der Turbinen (hier mit aufgespanntem Hamen) | 31 |
| Foto 25: Schlitzpass kurz vor der Fertigstellung..... | 32 |
| Foto 26: Eingang des Schlitzpasskanals in das Betriebsgebäude | 32 |
| Foto 27: Gitterroste im Betriebsgebäude zur Abschwächung der Verdunkelungswirkung..... | 33 |
| Foto 28: Schlitzpass in Betrieb | 33 |
| Foto 29: Schlitzpass mit Vorbecken. | 34 |
| Foto 30: Vorbecken mit Leitströmungsverstärkung in Betrieb | 34 |
| Foto 31: Rohrsystem für die Leitströmungsverstärkung (Entnahme aus dem Kanal) | 35 |
| Foto 32: rechennaher Einlauf des Schlitzpasses | 35 |
| Foto 33: Sichtscheibe im ersten Becken des Schlitzpasses (Beobachtungsraum im Bau) | 36 |
| Foto 34: Sichtscheibe fertiggestellt, mit Fisch (Döbel) und interessierten Besuchern | 36 |
| Foto 35: Setzen der Reusen im Schlitzpass | 37 |
| Foto 36: Doppelreuse..... | 37 |
| Foto 37: mit Mörtelimer und Reißverschluss ausgerüstete Abstiegsreuse | 38 |
| Foto 38: Elektrobefischung im Turbinenkanal | 38 |
| Foto 39: Elektrobefischung in der vereinigten Saale | 39 |
| Foto 40: in der vereinigten Saale gefangene Barbe | 39 |
| Foto 41: Hamen vor Einbau | 40 |
| Foto 42: Hamen am linken Ufer | 40 |
| Foto 43: Hamen unterhalb der Turbine aufgespannt. Die gelbe Boje markiert das Ende des Hamens | 41 |
| Foto 44: aufgespannter Hamen unterhalb der Turbine, Blick nach flussab..... | 41 |
| Foto 45: Steertreuse mit Mörtelimer..... | 42 |
| Foto 46: Einholen der Steertreuse | 42 |
| Foto 47: Leerung der Steertreuse | 43 |
| Foto 48: Aussortieren des Hamenfanges | 43 |
| Foto 49: Reuse unterhalb des Abstiegsbypasses (unter dem Brett, Ende mit Seil gespannt) | 44 |
| Foto 50: Reuse am geöffneten Wehrfeld, Mörtelkübel in der Strömung..... | 44 |
| Foto 51: aufgestellter Mörtelkübel zur Verhinderung der fangbedingten Mortalität | 45 |
| Foto 52: bei einem Abfluss von 25 m ³ /s in der Mitte geöffnetes Wehrfeld, keine quantitativen Fänge am Wehr möglich..... | 45 |
| Foto 53: richtungsselektive Besiedlungskiste | 46 |
| Foto 54: Besiedlungskisten in das Sohlsubstrat eingebaut..... | 46 |
| Foto 55: Messung der Fließgeschwindigkeit im Auslaufbereich des Vorbeckens..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Foto 56: verbogene Borsten im Borstenfischpass | 47 |
| Foto 57: mit Geschwemmsel versetzte Borsten, die dicht von Makrozoobenthosorganismen besiedelt sind. Direkt an den Borsten sitzen Kokons von Simuliiden..... | 48 |
| Foto 58: Bei abgelassenem Stauraum wird der Übergang von der Sohle des Oberwassers zum Wehr sichtbar. Absteigende Fische können nahezu sohlgleich abwandern (bei bis unten geöffnetem Bretteraufsatz)..... | 48 |
| Foto 59: zur genaueren Untersuchung des Abstieges durch Bypässe wurde in das Leerschussschütz auch eine Öffnung in mittleren Wasserschichten integriert. | 49 |
| Foto 60: Filmaufnahmen des mdr-Fernsehens | 49 |

Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

Abiotische Faktoren: chemische und physikalische Faktoren, die auf die Organismen einwirken

Abundanz: Anzahl der Individuen pro Fläche

Adult: erwachsen bzw. geschlechtsreif

Anadrom: Fischarten, die zur Eiablage aus dem Meer in Fließgewässer ziehen

Ausleitungskraftwerk: Kraftwerk, welches über einen Mühlgraben Wasser zur Energieerzeugung ausleitet

Ausleitungsstrecke: auch Mutterbett; ehemaliges Gewässerbett, dem Wasser über einen Mühlgraben entzogen wird

Epipotamal: Barbenregion

Eurytop: unspezifisches Verhalten gegenüber Strömung oder Habitaten

FAA: Fischaufstiegsanlage

FKP: Fisch-Kanu-Pass

Freischuss bzw. Freischusskanal: Kanal im unmittelbaren Bereich vor der WKA, über welchen der Stauraum mittels Öffnen des Schützes abgelassen werden kann – wird auch im Hochwasserfall zur zusätzlichen Entlastung geöffnet.

Habitat: Lebensraum einer Art bzw. eines Organismus

Hamen: Fischfangeinrichtung, welche durch strömendes Wasser offen (fängig) gehalten wird

Invertebraten: wirbellose Organismen

Juvenil: nicht geschlechtsreif

Kehle: Netztrichter in einer Reuse, der das Entweichen der gefangenen Fische verhindert. In Reusen sind oft mehrere Kehlen hintereinander angeordnet, so dass sich mehrere Kammern ergeben.

Laichhabitat: Lebensraum, der zur Eiablage aufgesucht wird

Leistungsdichte: Überführung der potentiellen und kinetischen Energie des Wassers in Wärme, als Maß der Turbulenzverhältnisse in Becken von Fischwanderhilfen Einheit: W/m^3

Makrozoobenthos: mit bloßem Auge erkennbare wirbellose Organismen, die den Gewässerboden besiedeln

Migration: mehr oder weniger gerichtete Wanderung

MHQ: mittlerer Hochwasserabfluss; mittlerer oberer Grenzwert der Abflüsse, arithmetisches Mittel der oberen Grenzwerte mehrerer gleichartiger Zeitabschnitte

MNQ: mittlerer Niedrigwasserabfluss; mittlerer unterer Grenzwert der Abflüsse, arithmetisches Mittel der unteren Grenzwerte in mehreren gleichartigen Zeitabschnitten

MQ: mittlerer Abfluss, arithmetisches Mittel der Abflüsse im betrachteten Zeitraum

Mühlgraben: über den Mühlgraben wird Wasser zur WKA zur Energiegewinnung ausgeleitet

Mutterbett: siehe Ausleitungsstrecke

Oberwasser: Teil des Gewässers, der sich oberhalb eines Querbauwerkes (z. B. Wehr) befindet

Ponton: (frz. »Brückenboot«), schwimmende Arbeitsplattform

Prädation: Räuberdruck

Restwassermenge: auch Mindestwassermenge; Wassermenge, die über das Wehr abgegeben wird und nicht zur Energieerzeugung genutzt werden kann

Reuse: Netzschlauch mit eingebauten Kehlen zum Fang von Fischen

Rheophil: strömungsliebend, bevorzugt schnell strömende Bereiche

Rheotaktisch: sich gegen die Strömung orientierend

Reproduktion: Vermehrung

Schütz: Konstruktionselement zum Absperrn und Aufstauen von Wasser in Wehranlagen, Talsperren und Wasserkraftanlagen, bestehend aus Stautafeln, die in seitlichen Führungsnuten gelagert sind

Schwalgreuse: Reuse mit durch Vorbau (Schwalg) erweitertem Reuseneingang

Stagnophil: ruhigwasserliebend

Steert: der Reusensteert ist die letzte Fangkammer in einer Reuse

Steertreuse: am Ende des Hamens angebrachte Reuse

Taxa: (Einzahl Taxon) Gruppe von Organismen, die als formale Einheit auf irgendeiner Stufe der hierarchischen Klassifikation gewertet wird (z. B. ist die Ordnung der Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*) ebenso ein Taxon wie die Familie der Zuckmücken (*Chironomidae*))

Triebwerkskanal: siehe Mühlgraben

Turbinenkanal: Kanal, der das Wasser von den Turbinen kommend flussabwärts abführt

Unterwasser: Teil des Gewässers, der sich unterhalb eines Querbauwerkes (z. B. Wehr) befindet

WKA: Wasserkraftanlage

Zusammenfassung

Für das hier vorgestellte Projekt wurde das Ausleitungskraftwerk Döbritschen an der Saale seit 2003 ausführlichen ökologischen Untersuchungen unterzogen. Ziel war die Erfassung möglichst vieler ökosystemarer Parameter, die die Verteilung und Bewegungsaktivität von Fischen und Makrozoobenthosorganismen im Umfeld einer Wasserkraftanlage beeinflussen. In der ersten Projektphase (2003 bis 2006) erfolgte die Untersuchung der Restwasserproblematik, der durch die Francisturbinen verursachten Fischschäden und die Errichtung und Kontrolle einer Fischaufstiegsanlage in Form eines Fisch-Kanu-Passes bzw. Borstenfischpasses. Zudem wurde ein rechennaher Abstiegsbypass errichtet und kontrolliert.

Es konnte festgestellt werden, dass die behördlich festgesetzte Mindestwassermenge an diesem Standort keine ökologisch positiven Auswirkungen auf die Biozönose des Mutterbettes hatte, deshalb konnte eine niedrigere Menge angesetzt werden, die Klein- und Jungfischhabitats im Mutterbett fördert.

Die letalen Fischschäden an der Anlage sind als relativ gering einzuschätzen. 79 % der Fische überlebten die Turbinenpassage völlig unverletzt. Der bodennah beginnende, rechennahe Abstiegsbypass wurde noch nicht optimal von abwandernden Fischen angenommen.

Der am Wehr errichtete Borstenfischpass zeigte eine sehr gute Funktionsfähigkeit für den Fischaufstieg. Bei den über mehrere Monate durchgeführten Kontrollen stiegen mehrere Tausend Fische auf. Es stellte sich jedoch heraus, dass in den Turbinenkanal eingewanderte, meist rheophile Fische kein Umorientierungsverhalten zeigten und den am Wehr befindlichen Aufstieg nicht fanden. Die Errichtung einer zweiten Fischaufstiegshilfe am Krafthaus war notwendig, um dem gesamten Fischartenspektrum im Umfeld der WKA den Aufstieg zu ermöglichen. Die hierfür durchgeführten Arbeiten und Untersuchungen waren Bestandteil der Phase 2 (2008 bis 2010)

2009 wurde ein Schlitzpass errichtet, der den Turbinenkanal mit dem Oberwasser verbindet. Er endet rechennah und kann daher ebenfalls für den Fischabstieg genutzt werden. Die Kontrolle erfolgte 2009 und 2010 zeitgleich mit nochmaligen Kontrollen des Borstenfischpasses.

Der Schlitzpass wurde, wie erwartet, von rheophilen Fischarten deutlich bevorzugt. Zwar stiegen weniger Fische als im Borstenfischpass auf, aber dafür häufig solche Arten, die den Einstieg in das Mutterbett kaum oder gar nicht gefunden hatten (z. B. Barbe, Bachforelle). Demgegenüber fanden sich im Borstenfischpass verstärkt Arten ein, die aufgrund ihrer indifferenten Strömungspräferenz oder ihrer Schwimmfähigkeit nicht in den stark strömenden Turbinenkanal einwanderten (z. B. Elritze).

Der Schlitzpass konnte einen Teil der absteigenden Fische vor dem Rechen ableiten. Neben größeren Exemplaren, die den Rechen nicht passieren konnten, entschieden sich auch Jungfische und Kleinfische für diesen gefahrlosen Abstieg. Auch über das Wehr, an dem über ein komplett geöffnetes Wehrfeld das Restwasser abgegeben wurde, konnte ein Teil der Fische absteigen. Obwohl immer noch durchschnittlich 66 % der Fische über die Turbinen absteigen, konnte eine Verbesserung der Fischabstiegssituation im Vergleich zu den Untersuchungen des ersten Projektteiles erzielt werden. Damals waren 86 % der Fische durch die Turbine abgewandert.

Die Ergebnisse belegen eindrücklich die Notwendigkeit von zwei Fischaufstiegshilfen an Ausleitungskraftwerken. Zudem wird die prinzipielle Eignung von rechennah mündenden Fischpässen für den Fischabstieg deutlich.

1 Einleitung

Es herrscht weitgehend Konsens über die Notwendigkeit der Erzeugung regenerativer Energie zur Deckung des Energiebedarfs der Zukunft. Die Wasserkraft ist eine der Energieerzeugungsarten, die auf eine jahrhundertealte Tradition zurückblickt und auch in heutiger Zeit eine wichtige Rolle spielt. In Deutschland gibt es derzeit ca. 7700 Wasserkraftanlagen, davon sind ca. 7300 mit einer installierten Leistung unter 1 MW als Klein- und Kleinstwasserkraftanlagen zu bezeichnen [BMU09]. Letztgenannte befinden sich überwiegend an kleinen und mittleren Gewässern. Die Auswirkungen der Nutzung der Wasserkraft auf das Ökosystem sind bereits seit langem bekannt und rufen häufig Konflikte hervor. Die Beeinträchtigungen erstrecken sich vor allem auf strukturelle und funktionelle ökosystemare Ebenen.

Hauptsächlich handelt es sich um vier Teilaspekte:

- den Aufstau des Fließgewässers und die daraus resultierende strukturelle, chemische und faunistische und floristische Beeinflussung des Oberwassers,
- die Verhinderung der aufwärtsgerichteten Wanderung von Organismen durch das Querbauwerk (besonders kritisch für weit wandernde Fischarten),
- die Beeinträchtigung der abwärtsgerichteten Wanderung durch Fallhöhen und/oder Turbinen von Wasserkraftanlagen mit der Gefahr der Schädigung von Fischen und
- der erhebliche Entzug von Wasser aus dem ursprünglichen Flussbett für die Wasserkraftnutzung (bei Ausleitungskraftwerken).

Diese Themenkomplexe zeigen je nach Ausprägung des Querbauwerkes und der Wasserkraftanlage unterschiedlich starke Auswirkungen. So ist beispielweise bei einem Ausleitungsstandort nicht nur die Zerschneidungswirkung durch das Wehr von Bedeutung, sondern ebenso die Aufspaltung des Flusses in zwei oder mehrere Arme, die zu Sackgasseneffekten führen sowie die Ausleitung von Wasser und die damit einhergehende hydraulische, strukturelle und chemische Veränderung des Flussbettes.

Versuche, die beschriebenen Auswirkungen abzuschwächen, gibt es bereits seit vielen Jahrzehnten. Bis vor ca. 20 Jahren lag der Fokus in Mitteleuropa stark auf der Wiederherstellung des Fischaufstieges [DVW96]. Heute wird zunehmend Augenmerk auch auf die weiteren genannten Aspekte gelegt, da man erkannte, dass für eine wirklich „ökologische“ Nutzung der Wasserkraft alle oder so viele ökologische Funktionen des Fließgewässers wie möglich gewährleistet sein müssen. Obwohl die EG-Wasserrahmenrichtlinie nicht explizit auf detaillierte Probleme der Wasserkraftnutzung eingeht, ist offensichtlich, dass für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes in Zukunft deutlich weiterreichende Maßnahmen an derartigen Anlagen umgesetzt werden müssen. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist in dieser Hinsicht bereits ein positiver

Ansatz, obwohl die praktische Umsetzung und die Zertifizierung der umgesetzten Maßnahmen noch nicht einheitlich angewendet werden.

Es gibt bisher kaum praktikable Möglichkeiten, die negativen Auswirkungen des Stauraumes auf das Fließgewässer abzuschwächen. Je nach Ausdehnung des gestauten Bereiches sind die Beeinträchtigungen unterschiedlich stark. Während kleinere Stauräume relativ begrenzt eine negative Wirkung entfalten, können große Talsperren das betroffene Gewässerökosystem auf Hunderten Kilometern flussauf und flussab beeinflussen. In neuerer Zeit versucht man, wenn die Legung oder Absenkung eines Staus nicht möglich ist, begleitende „Ersatzhabitate“ zu schaffen, indem Umgehungsgerinne mit Fließgewässercharakter geschaffen werden. Bisher wurde dies aber nur in wenigen Pilotprojekten an großen Staustufen wie bspw. an der Donau am so genannten Gießgang Greifenstein verwirklicht. Eine weitere Möglichkeit besteht in der strukturellen Aufwertung des Stauraumes.

Das Problem des verhinderten Fischaufstieges wurde bereits recht schnell nach Errichtung größerer Querbauwerke durch den starken Rückgang der Populationen weit wandernder (vor allem anadromer) Fischarten sichtbar. Dementsprechend sind die Bemühungen, diesen Vorgängen entgegenzuwirken schon recht alt. So sind in Nordamerika bereits vor über hundert Jahren die ersten Schlitzpässe erbaut worden, um Lachsen den Aufstieg an Dämmen zu ermöglichen. Allerdings hat sich erst in den letzten Jahrzehnten die Erkenntnis durchgesetzt, dass nicht nur an besonderen Standorten oder für ausgewählte Zielfischarten die aufwärts gerichtete Durchgängigkeit wiederhergestellt werden muss, sondern an allen anthropogenen Querbauwerken und für alle Fischarten. Für den Fischaufstieg gibt es mittlerweile eine ganze Reihe an Konstruktionshinweisen, die praxiserprobt und biologisch fundiert sind [DVW96] [Flo05] [DWA10]. Allerdings ist die Umsetzung in der Praxis mit verschiedenen Problemen behaftet.

Für den Schutz absteigender Fische vor dem Einschwimmen in die Turbinen von Wasserkraftanlagen existieren ebenfalls viele verschiedene Vorschläge. Allerdings wurde das Phänomen der Abwanderung vor allem seit dem Aussterben vieler Langdistanzwanderfische in Deutschland weitgehend ignoriert. Erst in jüngster Zeit und verstärkt mit der Wiederansiedlung oder der Rückkehr von anadromen Fischarten werden vermehrt Anstrengungen zum Schutz von Fischen unternommen. Viele der angewendeten Techniken stammen aus Nordamerika, wo seit vielen Jahrzehnten zu dieser Thematik geforscht wurde [UB06]. Diese Erfahrungen können jedoch aufgrund anderer Fischarten und anderer Gewässercharakteristika nicht in jedem Fall auf Mitteleuropa übertragen werden. Zwar werden in Deutschland seit längerem vielerorts Regelungen zum Stababstand bei Fischschutzrechen getroffen, diese bieten jedoch oft nur adulten Fischen Schutz. Anlagen, die abwandernden Fischen einen gefahrlosen Abstieg ermöglichen, werden erst seit wenigen Jahren in Deutschland angewendet [ATV04]. Über die Wirksamkeit der bisher verwirklichten Techniken herrscht oft noch Unklarheit, da

es methodisch sehr anspruchsvoll ist, Untersuchungen zur Effizienz derartiger Anlagen durchzuführen. Zudem gibt es, bis auf wenige Fischarten, nur sehr lückenhafte Erkenntnisse über das Verhalten und die zeitliche Dynamik der Fischabwanderung, insbesondere bei potamodromen Fischarten [Hol99] [Sch02] [LR06] [SS07].

Die Problematik des verminderten Durchflusses im Gewässerbett bei Ausleitung eines Teils des Wassers wurde ebenfalls lange Zeit nicht in ausreichendem Maße beachtet. Alte Wasserrechte berechtigten oft sogar zur Nutzung des gesamten abfließenden Wassers. Trockengefallene oder stark abflussverminderte Gewässerstrecken bedeuten jedoch Habitatverlust und Durchgängigkeitsprobleme. Es gibt mehrere Ansätze, die jeweils in einem Gewässer benötigte Restwassermenge zu ermitteln [LAW01] [DVW99]. Meist werden Zielfischarten festgelegt, für die bestimmte Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten mindestens eingehalten werden müssen. An derartigen Standorten existieren zwei oder mehr Gewässerarme, die von aufwärts wandernden Fischen alternativ aufgesucht werden können und die bei fehlender Aufstiegshilfe als Sackgasse fungieren. Daher sollten an allen möglichen Aufstiegspfaden Fischaufstiegsanlagen errichtet werden.

Die Auswirkungen und Möglichkeiten der ökologischen Verbesserungen an einem Wasserkraftstandort wurden seit 2003 in dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt „Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der WKA Camburg/Döbritschen (Thüringen)“ Az 18364 01+02 untersucht.

Ausgangspunkt des Projektes waren Unstimmigkeiten zwischen dem Betreiber der Wasserkraftanlage Döbritschen und der Wasserbehörde des Landes Thüringen. Durch eine Veränderung im Wasserrecht der Anlage war die Forderung nach der ökologischen Durchgängigkeit (die zu diesem Zeitpunkt noch nicht gegeben war) aufgestellt worden. Die Behörde forderte eine Fischaufstiegsanlage am Krafthaus, während der Betreiber eine Anlage am Wehr errichten wollte. Es gab kaum Forschungsarbeiten, die sich mit der Wahl der Fische zwischen zwei potenziellen Wandermöglichkeiten und dem Umorientierungsverhalten beschäftigten. Daher wurde ein Antrag an die DBU gestellt, diesen Aspekt und weitere ökologische Parameter, die durch Wasserkraftanlagen beeinflusst werden, durch ein umfangreiches Forschungsprojekt zu untersuchen. Es wurde entschieden, im Rahmen der Projektphase 1 zuerst eine Fischwanderhilfe am Wehr zu errichten. Sollte sich herausstellen, dass diese nicht für die Gewährleistung der optimalen Durchgängigkeit ausreicht, sollte mit Projektphase 2 der Bau einer zweiten Fischaufstiegsanlage am Krafthaus folgen. In beiden Projektphasen wurden zudem weitere Parameter einer detaillierten Untersuchung unterzogen.

Der vorliegende Bericht beschreibt ausführlich die Projektphase 2. Für die 2003 bis 2006 durchgeführte Projektphase 1 ist ebenfalls ein ausführlicher Bericht erschienen [SS07], dessen Ergebnisse im Folgenden kurz dargestellt werden.

In der ersten Projektphase wurden vor allem die Aspekte

- Fischabstieg im Bereich der Wasserkraftanlage und Fischschäden durch die Turbinen,
- Ökologisch begründete Mindestwasseranforderungen sowie
- Fischaufstieg unter Beachtung der Fähigkeit zur Umorientierung sowie Notwendigkeit von ein oder zwei Fischaufstiegsanlagen untersucht.

Über einen Untersuchungszeitraum von einem Jahr (2003 bis 2004) wurden die Fischschäden quantifiziert. Hierfür wurde jeden Monat eine viertägige Untersuchungseinheit durchgeführt, bei der mittels Hamenfängen hinter der Turbine alle absteigenden Fische erfasst wurden. Die Tiere wurden auf Verletzungen untersucht und ein bis drei weitere Tage gehältert, um Spätfolgen zu untersuchen. Es stellte sich heraus, dass die langsam drehenden Francisturbinen der Wasserkraftanlage Döbritschen eine relativ geringe letale Schädigungsrate von 8,7 % hervorriefen. 79 % der Fische absolvierten die Turbinenpassage unverletzt. In diese Untersuchungen wurden mehr als 9.000 Fische, die Hälfte des Gesamtfanges der durch die Turbinen während 36 Untersuchungs Nächten abgestiegenen Fische, einbezogen.

Um abwandernden Fischen eine alternative Abstiegsmöglichkeit anzubieten, wurde 2005 ein bodennahes Bypasssystem installiert, dessen Wirksamkeit jedoch nicht für die Ableitung eines Großteils der Fische ausreichte. In den 2005 und 2006 hierfür durchgeführten Untersuchungen nutzten durchschnittlich 10 % der insgesamt abgestiegenen Fische den Bypass.

Die Auswirkungen unterschiedlicher Mindestwassermengen auf Fisch- und Makrozoobenthoslebensräume wurden mit Hilfe zwei verschiedener Methoden (LAWA-Arbeitshilfe und CASIMIR-Programm) untersucht bzw. simuliert. Hierfür wurde eine Geländeaufnahme des Mutterbettes durchgeführt, Strömungsgeschwindigkeiten gemessen sowie die Fisch- und Makrozoobenthosbesiedlung zu verschiedenen Zeitpunkten erfasst. Es stellte sich heraus, dass die rheophilen Leitarten der Region (vor allem Barbe) erst mit einer Mindestwassermenge von ca. 10 m³/s (1/3 MQ) adäquate Habitatverhältnisse im Mutterbett vorfinden würden. Die Abgabe dieser Wassermenge ist jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich. Behördlicherseits war eine Restwassermenge von 3,1 m³/s festgesetzt worden. Diese Menge war jedoch ökologisch wirkungslos, weil sie weder den rheophilen Leitarten noch den vorkommenden stagnophilen Kleinfischarten bzw. Jungfischen verbesserte Habitateigenschaften bot. Letztendlich wurde der Behörde die Abgabe einer Restwassermenge von 1,8 m³/s vorgeschlagen, da hiermit eine Förderung von Klein- und Jungfischen ermöglicht wurde. Die Behörde folgte diesem Vorschlag. Ein sommerliches zu starkes Erwärmen des

Wassers im Mutterbett konnte nicht festgestellt werden, da das Wasservolumen aufgrund großer Wassertiefen sehr groß ist und zudem Quelleinspeisungen im Uferbereich auftreten.

Während der Projektlaufzeit wurde am Wehr eine Fischaufstiegsanlage (Fisch-Kanu-Pass oder Borstenfischpass) errichtet, die 2005 und 2006 hinsichtlich ihrer Funktion für den Fischaufstieg untersucht wurde. Gleichzeitig wurden in Richtung der Turbinen eingeschwommene Fische mit Elektrobefischungen gefangen und markiert. So sollte überprüft werden, ob sich die vor der Turbine anstehenden Fische umorientieren können und den Weg durch die Mindestwasserstrecke Richtung Fischaufstiegsanlage am Wehr finden. Der Fischaufstieg war für alle im Mutterbett lebenden oder hier einschwimmenden Fische gut passierbar. Es wurden über 5 Monate hinweg mehr als 5600 aufsteigende Fische aus 14 Arten registriert. Es konnte keine Arten- und Größenselektivität festgestellt werden. Die in den Turbinenkanal eingeschwommenen und dort markierten Fische zeigten kein Umorientierungsverhalten. Von diesen Tieren wurde nur ein einziges später in der Reuse des Fisch-Kanupasses gefangen. Dem Großteil der „falsch“ eingeschwommenen Fische war es also nicht gelungen, den Weg in das Mutterbett und die dort installierte Aufstiegsmöglichkeit zu finden. Es handelte sich dabei überwiegend um rheophile Fischarten, die der stärkeren Strömung gefolgt waren und denen dann keine Möglichkeit zum Aufstieg zur Verfügung stand.

Der FKP wurde zudem auf seine Eignung für Makrozoobenthosorganismen untersucht. Die Besiedlung erfolgte sehr schnell und mit einem der Umgebung entsprechenden Artenspektrum.

Im Ergebnis der Untersuchungen zum Fischaufstieg stellte sich die Errichtung einer zweiten Fischaufstiegsanlage als zwingend heraus, um allen aufstiegswilligen Fischen die Passage zu ermöglichen. Die Ergebnisse der Errichtung dieser Fischaufstiegshilfe, ihre Wirksamkeit für den Fischaufstieg und den Fischabstieg sowie die Veränderungen im Vergleich zu den Untersuchungen des ersten Projektteils werden im vorliegenden Abschlussbericht vorgestellt.

Der Arbeitsplan sah hierfür die Kontrolle des Fischaufstieges durch mehrmonatige Reusenkontrollen im Frühjahr und Herbst an beiden Fischaufstiegsanlagen vergleichend vor. Die Besiedlung des neuerrichteten Passes durch Makrozoobenthosorganismen wurde mittels selektiver Richtungsfallen erfasst, die in Anlehnung an [Els01] entwickelt und bereits 2005 im Borstenfischpass eingesetzt wurden. Für die Untersuchung der Fischabwanderung wurden alle möglichen Abstiegsrichtungen stichprobenartig einmal monatlich während der Reusenkontrollzeit erfasst. Auch diese Methodik war der in Projektphase 1 benutzten gleich.

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Die Saale

Die untersuchte Wasserkraftanlage befindet sich an der Saale ca. 8 km südlich der Landesgrenze Thüringen - Sachsen Anhalt.

Die Saale durchfließt Thüringen von Süden kommend in Richtung Norden. Der Fluss entspringt im Fichtelgebirge in Zell. In Sachsen-Anhalt mündet die Saale nach 430 km Fließstrecke bei Barby in die Elbe. Die sogenannte Saalekaskade, eine Reihe aus Talsperren (Bleiloch, Burgkhammer, Walsburg, Hohenwarte, Eichicht) wurde Anfang des letzten Jahrhunderts im Oberlauf der Saale aus Gründen des Hochwasserschutzes errichtet. Diese großen Stauhaltungen wirken in der Saale stark abflussregulierend und beeinflussen auch das Temperaturregime auf größeren Fließstrecken [Wag09]. Unterhalb der Talsperren zeigt die Gewässerdynamik keine natürliche Ausprägung mehr.

Unterhalb der Saalekaskade wird die Saale durch eine Reihe von Querbauwerken zerschnitten. Bis zur Landesgrenze zwischen Thüringen und Sachsen-Anhalt sind es 18 Wehre, an 11 Standorten erfolgt aktuell die Wasserkraftnutzung, darunter auch am Wehr Döbritschen. In Sachsen-Anhalt folgen weitere 21 Querbauwerke.

2.2 Der Standort Döbritschen

2.2.1 Allgemeine Angaben

Beim Wasserkraftanlagenstandort Döbritschen am Fluss-km 194,9 handelt es sich um ein Ausleitungskraftwerk (Abb. 1). Der nahe Döbritschen gelegene Pegel Camburg weist folgende hydrologischen Eckdaten auf: MNQ = 10,9 m³/s, MQ = 31,4 m³/s, MHQ = 138 m³/s. Die Wasserkraftanlage Döbritschen besitzt zwei Francisturbinen mit einem maximalen Schluckvermögen von 20 m³/s. Die behördlich festgelegte Mindestwassermenge in Höhe von 1,75 m³/s sowie über das Schluckvermögen hinausgehende Abflüsse werden über das Wehr abgegeben. Das Turbinenhaus mit vorgeschaltetem Feinrechen schließt sich an das Wehr an, es gibt nur einen sehr kurzen, überbauten Oberwassergraben (Foto 1). Der Turbinenkanal ist unterhalb des Kraftwerkes bis zur Vereinigung mit dem Flussbett der Saale (Mutterbett) 140 m lang (Foto 9). Das Mutterbett, dem das Wasser entzogen wird, ist ca. 170 m lang (Foto 8, Foto 7). Die Insel zwischen den beiden Gewässerarmen wird als Rastplatz für Rad- und Kanuwanderer genutzt. Das Streichwehr, ein von Hand betriebenes Nadelwehr mit Holzaufbauten auf einem Betonkörper, hat eine Länge von 115 m (Foto 4, Foto 5, Foto 6). Der Stauraum des Wehres ist ca. 3,8-4 km lang. Die Entfernung bis zu den nächsten Querbauwerken beträgt flussab ca. 2,8 km (Wehr Camburg) und flussauf 5,8 km (Wehr Dorndorf).

Die beiden Francisturbinen erzeugen maximal 300 kW Energie bei einer konstanten Drehzahl von 33 Umdrehungen/min. Die Nutzfallhöhe beträgt 2,5 m.

Vor den Turbinen ist ein vertikaler Feinrechen mit 25 mm Stababstand und einer Anströmgeschwindigkeit von ca. 0,5 m/s vorgeschaltet (Foto 2, Foto 3). Das Rechengut wird über einen konventionellen Rechenreiniger dem Gewässer entnommen und nach Aussortieren von Müll dem Gewässer unterhalb der Turbinen wieder zugeführt.

Das Mutterbett weist im unteren Bereich eine relativ große Wassertiefe und eine sehr langsame Strömung auf. Am Standort befinden sich drei Einrichtungen zur Gewährleistung des Fischwechsels, die nachstehend näher beschrieben werden.

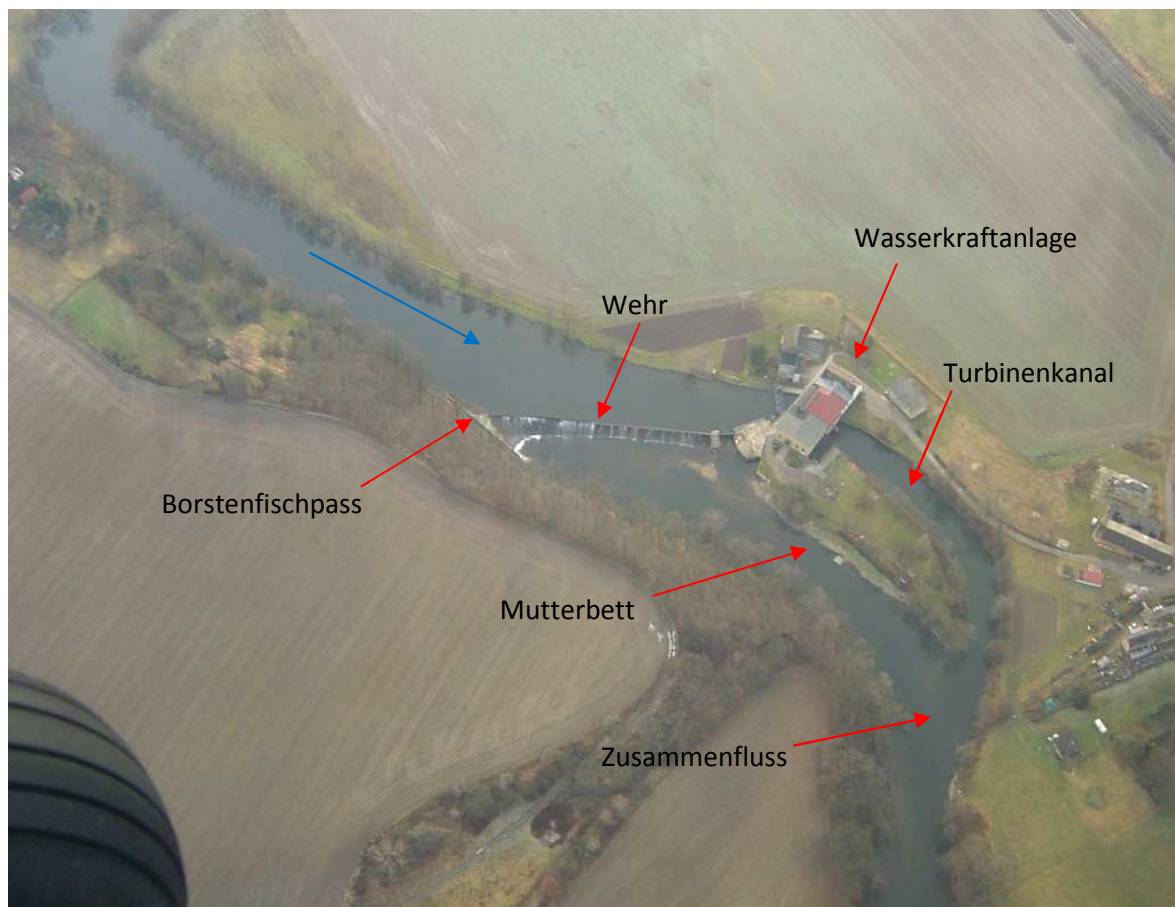


Abb. 1: Wasserkraftanlage Döbritschen (Foto: mit freundlicher Genehmigung Falk Fleischer)

2.2.2 Borstenfischpass am Wehr

2005 wurde am spitzen Winkel des Wehres am rechten Ufer die erste Fischaufstiegsanlage in Form eines Borstenfischpasses errichtet (Foto 13, Foto 14). Die genaue Bauweise ist in [SS07] beschrieben. Die Anlage wurde nach dem Bau einem Aufmaß unterzogen und weist folgende bauliche und hydraulische Parameter auf:

- Länge: 51,3 m
- Breite: 1,20 m
- Gefälle: 1:18
- Wassertiefe in den Beckenstrukturen: 0,31-0,44 m
- Abfluss: 0,16 m³/s
- Fließgeschwindigkeit: 0,9-1,0 m/s
- Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken: 0,05-0,10 m

An dem der Anlage am nächsten gelegenen Wehrfeld wird Restwasser in Höhe von ca. 1 m³/s abgegeben, um die Leitströmung zu verstärken (Foto 11, Foto 12). Die Anlage wurde 2005 und 2006 einer Funktionskontrolle unterzogen, welche die gute Eignung bestätigte. Die Aufstiegsanlage wurde von allen im Mutterbett vorkommenden Fischarten und -größen angenommen. Dabei wurde 2005 3 m³/s und 2006 kein Restwasser abgegeben, um die Auffindbarkeit des Aufstiegsweges über das Mutterbett zu überprüfen. Bei den Untersuchungen mit Abgabe des Restwassers wurden mehr Fische gefangen, als ohne, jedoch waren die rheophilen Fische weiterhin unterrepräsentiert. Die Restwasserabgabe verbessert demnach die kleinräumige, lokale Auffindbarkeit der FAA, nicht jedoch die großräumige Orientierung, da die Strömungswirkung des Mindestwassers nicht bis zum Zusammenfluss des Mutterbettes mit dem Turbinenkanal reicht. Die Errichtung einer zweiten Fischaufstiegsanlage wurde als zwingend angesehen, da rheophile Fische den Weg ins Mutterbett nur in sehr eingeschränktem Maße und nur bei erhöhtem Durchfluss finden.

2.2.3 Fischabstiegsbypass

2005 wurde ein Fischabstiegsbypass im Schütz des Leerschusses neben dem Rechen integriert. Es handelt sich dabei um ein Rohrsystem, welches bodennah in einer Wassertiefe von ca. 3 m mit einer Öffnung (Durchmesser 300 mm) beginnt (Foto 17). Das Rohrsystem wird durch das Schütz hindurch und dann nach aufwärts geführt, um die Wasserspiegeldifferenz und damit die Fließgeschwindigkeit am Rohrbeginn zu verringern (Foto 18). Das Rohrsystem endet oberhalb des Wasserspiegels im Leerschusskanal. Der Abfluss über den Bypass beträgt je nach Oberwasserstand zwischen 100 und 200 l/s mit einer Strömungsgeschwindigkeit von ca. 1,5 bis 2,9 m/s.

Für experimentelle Untersuchungen ist es möglich, das Rohr schrittweise zu verkürzen, so dass auch höhere Fließgeschwindigkeiten eingestellt werden können.

2.2.4 Schlitzpass am Krafthaus

Um auch den in den Kraftwerkskanal einschwimmenden rheophilen Fischen den Aufstieg zu ermöglichen, wurde im Rahmen des Projektes und mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt im Frühjahr 2009 ein Schlitzpass am Krafthaus errichtet, der den Unterwasserkanal mit dem Oberwasser verbindet. Der Bau einer zweiten Fischaufstiegsanlage war als Ergebnis der ersten Projektphase und mit dem Nachweis, dass eine Umorientierung nicht stattfindet, notwendig geworden. Der Bau und die Kontrolle des Passes stellen somit die eigentliche 2. Projektphase dar.

Der Schlitzpass ist eine seit vielen Jahrzehnten erprobte Variante, die bei richtiger Dimensionierung und regelmäßiger Wartung gute Funktionseigenschaften aufweist. Im Vorfeld mussten technisch anspruchsvolle Lösungen zur Gewährleistung der vollen Funktionsfähigkeit und zur Umsetzung in einem beengten Raum gefunden werden (Tab. 1). Die Konzeption wurde durch Mitarbeiter des Hydrolabor Schleusingen erstellt. Planung und Bauausführung übernahm die vom Kraftwerksbetreiber beauftragte Baufirma.

Tab. 1: Anforderungen und Lösungen beim Bau der zweiten FAA am Turbinenkanal der WKA Döbritschen

| | |
|---|---|
| Im Kraftwerksumfeld herrschen beengte Platzverhältnisse. | Es wird eine technische Lösung (Schlitzpass) mit gewendelter Linienführung bevorzugt (Foto 28). |
| Das Umfeld der WKA wird durch einen Rastplatz touristisch genutzt. Die FAA sollte möglichst wenig zugänglich sein, um Gefährdungen der Besucher zu vermeiden. | Ein Teil der FAA wird durch das WKA-Betriebsgebäude geführt (Foto 26). Für eine anschauliche Information der Besucher wird in das oberste Becken eine Sichtscheibe integriert (Foto 33). |
| Im Betriebsgebäude wird die FAA verdunkelt. Ob und wie dieser Aspekt den Fischaufstieg beeinflusst, ist noch weitgehend ungeklärt. | Die Anlage wird im Gebäude mit Gitterrosten abgedeckt und ist somit nicht komplett verdunkelt (Foto 27). Es ist geplant, die Passierbarkeit dieses Abschnittes genauer zu untersuchen. |
| Das Unterwasser ist unterhalb des Turbinenauslaufes sehr tief (bis zu 2,40 m). Die Sohl- und Substratanbindung muss für die Passage durch bodenorientierte Fische und Makrozoobenthos hergestellt werden. | Es wird ein tiefes „Vorbecken“ errichtet, welches die Sohlbindung herstellt (Foto 20, Foto 29). Der Übergang zum untersten Becken des Schlitzpasses wird mittels Anrampung hergestellt. |
| Der unterwasserseitige Einstieg der FAA soll möglichst nah am Hindernis platziert werden | Das Vorbecken wurde so nah wie möglich an die Turbulenzzone unterhalb der Turbinen platziert. |
| Die Leitströmung sollte möglichst parallel zur Flussströmung den Pass verlassen. | Das Vorbecken wird als Rundbecken ausgeführt, um eine möglichst parallele Strömunglenkung zu erreichen (Foto 29). |
| Durch die große Schlitzbreite des Vorbeckens kann keine konzentrierte Leitströmung erzeugt werden | Es wird ein Leitströmungsbypass nach dem Düsenprinzip (ohne zusätzlichen Wasserbedarf) integriert, der die Strömungsgeschwindigkeit im Rundbecken und somit an der Austrittsstelle erhöht (Foto 31). |
| Der Ausstieg des Schlitzpasses wird nahe dem Rechen platziert. | Bei einer derartigen Anordnung muss sichergestellt sein, dass aufgestiegene Fische nicht durch den Rechen gefährdet sind. Am Standort ist die Rechenanströmung mit 0,5 m/s ausreichend gering, so dass keine Gefährdung besteht. Es ist zusätzlich möglich, dass der Schlitzpass für den Abstieg oberflächennah abwandernder Fische geeignet ist (Foto 32). |

Die großräumige Anordnung der Anlage ist aus Abb. ersichtlich. Die Konstruktionszeichnungen für die Anlage finden sich im Anhang 1 (Abb. 31 bis Abb. 34). Die Arbeiten waren technisch sehr anspruchsvoll, da die Überwindung des Höhenunterschiedes bereits vor der Unterquerung des Gebäudes abgeschlossen sein sollte. Daher war das Ausheben einer tiefen Baugrube und im weiteren Verlauf auch das Schütten eines Fangedammes unterhalb der Turbinen notwendig (Foto 22: Fangedamm unterhalb der Turbinen), um die notwendigen Sohlschlussarbeiten im Unterwasser durchführen zu können. Der Kanal innerhalb des Gebäudes bis zum Oberwasser weist nur noch ein sehr geringes Gefälle auf. Für die hydraulische Dimensionierung der Anlage wurde das Handbuch Querbauwerke [Flo05] herangezogen, allerdings wurden die Länge der Becken und der Durchfluss nach Absprache reduziert. Der Pass wurde auf einen Abfluss von 350 l/s ausgelegt. Die eigentlich erforderliche Dotierung von 500 l/s wird durch die Integration eines Leitströmungssystems erreicht. Es handelt sich dabei um ein System mit 2 Röhren, die oberhalb des eigentlichen Passes eine Wassermenge von 50 l/s entnehmen und im Vorbecken durch eine Düsenöffnung wieder abgeben (Foto 23). Durch die Düsenwirkung erfolgt eine Beschleunigung der Strömung so, dass sie rechnerisch einem Gesamtabfluss des Passes von 500 l/s entspricht. Im Vorfeld wurde die Dimensionierung hydraulisch berechnet. Die Anbindung der Fischaufstiegsanlage im Unterwasser wurde so nah wie möglich an der Turbulenzzone des Turbinenauslaufes gewählt, um die Auffindbarkeit bestmöglich zu gewährleisten (Foto 24).

Die Anbindung im Oberwasser erfolgt sehr nah am Rechen. Durch die geringe Anströmung des Rechens ist eine Gefährdung aufgestiegener Fische ausgeschlossen. Die rechennahe Lage soll eine Eignung auch für absteigende Fische gewährleisten.

Der Pass wurde mit einer 20 bis 30 cm dicken Sedimentschicht ausgestattet (Foto 25). Hierfür wurde beim Bau angefallenes, autochthones Material verwendet. In den Schlitzen wurden größere Steine verkeilt, um ein Freischwemmen zu verhindern.

In das oberste Becken des Schlitzpasses wurde eine Sichtscheibe integriert, die über einen Besuchsstand erreichbar ist. Hier können aufsteigende Fische „live“ erlebt werden (Foto 33, Foto 34). Der Schlitzpass wurde mit einem Geländer abgesichert. Die Reinigung der Schlitze, des Leitströmungssystems und der Sichtscheibe erfolgt wöchentlich. Eine Kontrolle des Substrates in den Schlitzen wird ein- bis zweimal jährlich durchgeführt.

Im Oberwasser und oberhalb des ersten Beckens wurden U-Profile eingearbeitet, die eine problemlose Installation von Fangeinrichtungen für Kontrollzwecke ermöglichen. Der Pass ist durch Bretter im Ober- und Unterwasser absperrbar.

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchung des Fischaufstieges

Um die Funktionsfähigkeit des neuerrichteten Schlitzpasses zu überprüfen, wurden eine Erfassung der baulich-hydraulischen Parameter und die Kontrolle des Fischauf- und Fischabstieges vorgenommen.

Direkt nach der Fertigstellung der Anlage im August 2009 erfolgte die erste Aufnahme der baulich-hydraulischen Parameter am 5.8.2009, noch ohne Betrieb der Leitströmungsanlage. Es stellte sich heraus, dass die Anlage überbeaufschlagt war. Mittels einer Einlaufbegrenzung wurde eine Korrektur vorgenommen und die Anlage ein zweites Mal am 21.4.10 aufgemessen. Für die Aufnahme wurden Bandmaß und Zollstock, ein Kompensator Nivellier (Ni 007, Carl-Zeiss Jena, DDR) und ein induktives Strömungsmessgerät (Flo Mate 2000, Marsh-McBirney, USA) verwendet.

Für die Kontrolle des Fischaufstieges wurden im Herbst 2009 und im Frühjahr 2010 mehrwöchige Reusenkontrollen vorgenommen. Sie wurden in Zusammenarbeit mit dem ansässigen Fischereiverein durchgeführt. Die Kontrollen erfolgten vom 17.11.2009 bis 19.11.2009 und vom 19.4.2010 bis zum 6.7.2010. Lediglich an einzelnen Tagen konnten aufgrund zu hoher Abflüsse oder zu starken Laubfalls keine Fänge erfolgen. Um Aussagen über die von den Fischen gewählten Wanderrouten treffen zu können, wurde zeitgleich der neu errichtete Schlitzpass am Krafthaus und der Borstenfischpass am Wehr einer Kontrolle unterzogen. Zum Einsatz kamen doppelkehlige Netzreusen (Renate Heberle Netzfabrik, Deutschland) aus knotenlosem Material mit einer Maschenweite von 8 mm im vorderen Teil und von 6 mm im Fangteil. Die Reusen wurden im Einlaufbereich der Anlage mittels eines in U-Profile eingeschobenen Metallrahmens gesetzt. Um die Funktion auch hinsichtlich des Fischabstieges überprüfen zu können, wurden Doppelreusen in den Rahmen eingenäht (Foto 15, Foto 35, Foto 36), die die Erfassung sowohl der auf- als auch der absteigenden Fische ermöglichten. Die Abstiegsreuse war am Ende des Fangteiles mit einem handelsüblichen Mörtelkübel ausgestattet, um den Fischen einen strömungsberuhigten Bereich zu bieten. Die Entnahme erfolgte durch einen Reißverschluss (Foto 37).

Die Leerung der Reusen erfolgte mindestens einmal täglich. Die erfassten Fische wurden bestimmt, gemessen, auf Krankheiten und Verletzungen untersucht und anschließend wieder zurückgesetzt. Zeitgleich erfolgte die Erfassung der Parameter Wassertemperatur, Lufttemperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Luftdruck. Die Wassertemperatur wurde permanent stündlich mit Dataloggern (Tinytalk, Gemini Dataloggers, Deutschland) aufgezeichnet. pH-Wert und Leitfähigkeit wurden mit einfachen Taschenmessgeräten (Hanna, Deutschland) gemessen. Im Frühjahr erfolgte über einen Monat hinweg die Erfassung der Sichttiefe mit einer Secchischeibe.

3.2 Elektrobefischungen

Zur Einschätzung der im Unterwasser vorhandenen Fischfauna wurden einmal während jeder Reusenkontrollperiode Elektrobefischungen im Unterwasser durchgeführt (Foto 38, Foto 39). Sie erfolgten am 24.9.2009 und am 4.5.2010.

Dabei wurden drei Strecken unterschieden und getrennt bewertet:

- Vereinigte Saale: ca. 250 m lange Strecke unterhalb des Zusammenflusses von Turbinenkanal und Mutterbett
- Turbinenkanal: ca. 140 m
- Mutterbett: ca. 170 m

Die Elektrobefischungen wurden mit Boot und einem stationären, batteriebetriebenen Elektrofischereigerät durchgeführt (EFGI 4000, Bretschneider Spezialelektronik, Deutschland). Es wurde mit Gleichstrom befischt. Die gefangenen Fische wurden gehältert, bestimmt, gemessen und danach zurückgesetzt.

Bei den Befischungen insbesondere des Mutterbettes und des Turbinenkanals wurde auf mögliche Akkumulationen von wanderwilligen Fischen unterhalb des eigentlichen Wanderhindernisses geachtet, die auf Probleme beim Auffinden der Anlagen hindeuten könnten.

Für die Einordnung der Fischarten bezüglich ihrer Strömungspräferenz wurde die Einteilung nach Schiemer & Waidbacher (in [JHS03]) herangezogen.

3.3 Bewertung des Fischaufstieges mit BWK-Methodenstandard

Der Fischaufstieg wurde mit Hilfe des BWK-Methodenstandards [BWK06] bewertet. An dieser Stelle soll nur kurz auf diese Bewertungsmethode eingegangen. Für eine ausführlichere Beschäftigung mit der Thematik wird auf die entsprechende Veröffentlichung verwiesen.

Die Methodik beruht weitgehend auf einem Vergleich der bei den Elektrobefischungen im Unterwasser und der bei den Reusenkontrollen gefangenen Fischarten- und anzahlen. Allerdings werden nicht alle erfassten Arten und Größenklassen für die Standardbewertung herangezogen. So genannte bewertungsrelevante Arten bzw. Fische weisen folgende Merkmale auf:

- Der Anteil der Art am Gesamtfang der Elektrobefischung im Unterwasser erreicht > 1 %.
- In der Reuse gefangene Arten fließen nur in die Bewertung ein, wenn sie auch im Unterwasser vorkamen (ausschließlich in der Reuse gefangene Arten sind nicht bewertungsrelevant!).
- Die Art wurde innerhalb ihres typischen Laichmigrationszeitraumes erfasst.
- Nur adulte Tiere (eingegrenzt anhand der typischen Körperlänge bei Erreichen der Laichreife) werden bewertet.

Durch diese Einschränkungen soll sichergestellt werden, dass die im Unterwasser erfassten Arten auch aufstiegswillig sind. Dies ist in erster Linie bei adulten Tieren während der Migrationsphase der Fall.

Die bewertungsrelevanten Arten im Unterwasser und in der Reuse werden nach folgenden Qualitätsmerkmalen eingeschätzt (siehe auch Anhang 2):

Artenselektivität: Kennzeichnet den Anteil der Arten, die nur im Unterwasser, nicht aber in der Reuse gefangen wurden.

Größenselektivität gegenüber kleinen Individuen: Differenz zwischen dem Mittelwert der Länge der 10 kleinsten im Unterwasser bzw. der Reuse gefangenen Tiere.

Größenselektivität gegenüber großen Individuen: Differenz zwischen dem Mittelwert der Länge der 10 größten im Unterwasser bzw. der Reuse gefangenen Tiere.

Normierte Aufstiegszahl: beschreibt die in der Kontrollreuse insgesamt gefangenen Tiere im Verhältnis zur Kontrolldauer und dem Mittelwasserabfluss des betreffenden Standortes. Hierbei wird ein Vergleich auch zwischen Gewässern unterschiedlicher Größe ermöglicht.

Akkumulation im Unterwasser: Bewertung möglicher Sackgasseneffekte.

Diese Einzelparameter werden einer von 5 möglichen Qualitätsklassen zugeordnet. Jede Qualitätsklasse wird einem Zahlenwert zugeordnet. Der Mittelwert dieser Werte wird als Funktionsindex bezeichnet und diesem wird wiederum eine Gesamt-Qualitätsklasse zugeordnet. „Sehr gut“ (A) entspricht einem Fließgewässer ohne Querbauwerk, also mit völlig ungehinderter Wandermöglichkeit und „schlecht“ (E) einem nahezu undurchgängigen Bauwerk. Die Gesamtbewertung darf aber maximal eine Klasse besser sein, als die Qualitätsklasse des am schlechtesten bewerteten Einzel-Qualitätsmerkmals. Da sich Spezialfälle ergeben können, ist auch eine Individualbewertung möglich, die aufgrund Expertenwissens evtl. zu anderen Einschätzungen kommt. Dies muss nachvollziehbar begründet werden. Im Anhang sind die Bewertungskriterien tabellarisch aufgeführt.

3.4 Untersuchung des Fischabstieges

Um die Effizienz der neu errichteten Fischaufstiegsanlage für den Fischabstieg zu ermitteln, wurden zusätzlich zu den täglichen Reusenkontrollen an den FAA fünf ausführliche Untersuchungsperioden durchgeführt. Dabei wurden mittels Netzfangtechnik alle möglichen Abwanderrichtungen beprobt: Turbine, Schlitzpass, Bypassrohrsystem, Wehr und Borstenfischpass. Analog den Untersuchungen 2003 bis 2005 [SS07] erfolgten die Kontrollen einmal im Monat je 4 Tage und 3 Nächte von Montag 19:00 Uhr bis Donnerstag 7:00 Uhr (Fangperiode 60 h). Als Kontrollzeiten wurden möglichst Tage

während der Neumondphase ausgewählt, da Fische für den Abstieg dunkle Nächte bevorzugen [Sch02]. Die Fangtechnik bestand aus den im Folgenden beschriebenen Komponenten.

Unterhalb der Turbinen wurde die gleiche Technik wie in den vorangegangenen Untersuchungen angewendet. Eine genaue Beschreibung ist in [SS07] zu finden. Ein 25 m langer Hamen (Engel Netze, Deutschland), mit abschnittsweise verringerter Maschenweite von 56 mm bis 12 mm wurde mittels einer Stahlkonstruktion und Seilzugsystem unterhalb der Turbinen aufgespannt (Foto 41, Foto 42, Foto 43, Foto 44). Dabei wurde der gesamte Querschnitt des Unterwasserkanals erfasst. Der maximale Durchsatz durch den Hamen betrug entsprechend des Turbinenschluckvermögens $20 \text{ m}^3/\text{s}$. An den Hamen wurde eine Steertreuse mit 8 mm Maschenweite angebracht. Sie war mit einem Mörtelkübel ausgerüstet, der einen strömungsberuhigten Bereich für die gefangenen Fische bot (Foto 45). Mittels eines eingearbeiteten Reißverschlusses konnte die Steertreuse geleert werden. Das Heben und Leeren der Steertreuse erfolgte mit Hilfe eines Pontons (Foto 46, Foto 47). Laub und Fische wurden mit einer Kiste an Land gebracht und dort aussortiert (Foto 48). Zu Wartungszwecken oder wenn keine Hamenfänge stattfanden, wurde der Hamen an die Wand des Turbinenkanals gezogen und dort befestigt.

Der Schlitzpass und der Borstenfischpass wurden auch während der detaillierten Untersuchungen mit der in Kap. 3.1 beschriebenen Methodik beprobt.

Die durch die Bypasseinrichtung abwandernden Fische wurden mittels einer in den Freischusskanal eingebrachten einkehligen Reuse mit 6 mm Maschenweite und einem eingearbeiteten Mörtelkübel gefangen (Foto 49).

Die Restwasserabgabe am Wehr erfolgte über das am weitesten rechts gelegene, komplett bis zur Betonoberkante geöffnete Wehrfeld von ca. 2 m Breite. In dieses Wehrfeld wurde eine Reuse (ohne Kehle) integriert (Foto 50). Da das Wasserpolster auf dem Beton des Wehrkörpers nur wenige cm betrug, waren die Reuse und die in ihr gefangenen Fische anfangs sehr hohen Strömungsbelastungen ausgesetzt. Dies führte zum Tod einiger Fische. Daher wurde der am Reusenende angebrachte Eimer aufrecht gestellt und die Fische „rutschten“ über das Reusengewebe in den Kübel hinein, der mit Wasser gefüllt, der Strömung aber nicht mehr direkt ausgesetzt war (Foto 51). Eine quantitative Fängigkeit am Wehr wurde nur bei Abflüssen der Saale unterhalb ca. $22 \text{ m}^3/\text{s}$ erreicht. Bei höheren Abflüssen mussten sukzessive weitere Wehrfelder geöffnet werden, die nicht beprobt werden konnten (Foto 52).

Bis auf den Hamen wurden alle Fangeinrichtungen aller 12 Stunden geleert (Leerungszeiten 7:00 Uhr und 19:00 Uhr). Der Hamen wurde nachts zwischen 19:00 Uhr und 7:00 Uhr alle 3 Stunden und tagsüber alle 6 Stunden beprobt.

Die gefangenen Fische wurden bestimmt, auf Zentimeter genau vermessen (beim Hamenfang auch die Breite auf Millimeter genau), auf Krankheiten, Verletzungen oder sonstige Beeinträchtigungen untersucht und wieder zurückgesetzt.

Zeitgleich zu den Leerungszeiten wurden folgende abiotische Faktoren erfasst: Wasser- und Lufttemperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und -sättigung, Luftdruck, Sichttiefe sowie mehrere Zusatzangaben (Wolkenbedeckung, Intensität des Laubfalles, Auslastung der Turbinen, Wasserstände etc.). Über das Internetangebot der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (<http://www2.tlug-jena.de/hnz/index.php>) können die aktuellen Wasserstände und Durchflüsse für verschiedene Thüringer Pegel angesehen und heruntergeladen werden. Diese Werte des ca. 6 km unterhalb gelegenen Pegels Camburg-Stöben wurden in die Auswertung integriert.

3.5 Untersuchungen zur Makrozoobenthosbesiedlung des neuerrichteten Schlitzpasses

Für die Erfassung der Makrozoobenthosbesiedlung im Schlitzpass kamen selektive Richtungsfallen zum Einsatz. Diese Einrichtungen konnten durch im Sediment wandernde Organismen besiedelt werden. Hierfür wurden kleine Kisten mit Edeltstahlgewebe (Maschenweite 50 µm) ausgekleidet und mit organismenfreiem Sediment befüllt (Foto 53). Nur eine Seite der Kisten blieb frei, hier konnten Organismen einwandern. Je 8 Kisten wurden in einer Edeltstahlkiste platziert, dabei wurden die Öffnungen so angeordnet, dass die Einwanderung nur von flussauf oder von flussab möglich war. Im Verlaufe der Expositionszeit von 8 Wochen wurde jede Woche ein Kistenpaar entnommen und das darin enthaltene Sediment mit den Organismen fixiert. Insgesamt konnte so die Besiedlungsdynamik über einen Zeitraum von 8 Wochen verfolgt werden. Eine derartige Versuchsanordnung wurde im 1. Becken und eine weitere im 11. Becken des Schlitzpasses (von oben) eingebracht (Foto 54). Das Einbringen erfolgte vor der ersten Inbetriebnahme des Passes am 5.8.09.

Das entnommene Sediment wurde mit den darin enthaltenen Organismen in 70 %igem Ethanol fixiert. Das Auslesen und Bestimmen der Tiere erfolgte unter dem Binokular (Olympus SZ 40, Deutschland). Die Bestimmung wurde mit folgender Literatur durchgeführt: [Bay88] [EHM88] [Str94] [WG97]. Die erfassten Taxa wurden hinsichtlich ihrer ökologischen Präferenzen eingeordnet. Es wurde die Typisierung nach [Bay96] verwendet.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Kontrolle des Fischaufstieges

4.1.1 Kontrolle der baulichen-hydraulischen Parameter des Schlitzpasses

Die baulich-hydraulischen Parameter des Schlitzpasses wurden nach Einstellung des Zuflusses und mit Betrieb der Leitströmungseinrichtung am 21.4.10 aufgenommen. Die Messungen erbrachten folgende Ergebnisse (Tab. 2).

Tab. 2: baulich-hydraulische Parameter des neu errichteten Schlitzpasses, gemessen am 21.4.10

| | Messwerte | Konzeptionelle Vorgaben |
|---|--|-------------------------|
| Eigenschaften des Zulaufkanals | | |
| Länge des Kanals/Gefälle des Kanals [m] | 34,4 / 1:34 | 36 / k. A. |
| Breite des Kanals [m] | 0,77-1,05 | 1,0 |
| Wassertiefe im Kanal [m] | Ca. 0,7 | 0,7 |
| Fließgeschwindigkeiten im Kanal [m/s] | 0,11-0,63 | Ca. 0,5 |
| Eigenschaften des Schlitzpasses | | |
| Länge des Schlitzpasses/Gefälle des Schlitzpasses [m] | 48,1 / 1:21 | 48 / 1:19 |
| Länge/Breite der Becken [m] | 2,41 / 1,78 | 2,40 / 1,80 |
| Anzahl der Becken | 19 (18 + 1 Vorbecken) | 19 (18 + 1 Vorbecken) |
| Mittlere Wassertiefe in den Becken [m] | 0,74-1,03 | 0,63 |
| Schlitzbreiten [m] | 0,29-0,34 | 0,30 |
| Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken [m] | Maximal 0,20, durchschnittlich 0,11 | 0,13 |
| Maximale Fließgeschwindigkeit in den Schlitzten (berechnet) [m/s] | 0,83-1,96 | 1,61 |
| Abfluss in der Anlage (berechnet über Teilflächennachweis im Einlauf) [m ³ /s] | 0,31 | 0,25 |
| Leistungsdichte in den Becken [W/m ³] | 16,1 (Umkehrbecken)-165 | 117 |

Die baulichen Dimensionen wurden eingehalten. Es waren geringfügige Abweichungen von den hydraulischen Planvorgaben festzustellen. An 4 der 19 Trennwände waren die Wasserspiegeldifferenzen und damit die maximalen Fließgeschwindigkeiten deutlich höher als die geplanten 13 cm (Trennwände 1, 2, 8, 9). Allerdings sind derartige Abweichungen in geringem Umfang tolerierbar. In die Anlage flossen auch nach Einbringen einer Einlaufbegrenzung ca. 50 l/s mehr als geplant ein. Der Schlitzpass ist daher leicht überbeaufschlagt. Daraus ergeben sich erhöhte Leistungsdichten in den Becken, die jedoch noch im Toleranzbereich liegen.

Im Ergebnis der hydraulischen Bemessung wurde abgeschätzt, dass der Schlitzpass für den Fischaufstieg geeignet ist. Die beobachteten Abweichungen von den Vorgaben werden nach heutigem Wissensstand auch von schwimmschwächeren Arten toleriert, wenn sie nur punktuell und nicht im gesamten Aufstieg auftreten. Eine genaue Beurteilung ermöglichte die biologische Funktionskontrolle.

Die Leitströmungsverstärkung wurde durch zwei Rohre realisiert, die aus dem Kanal oberhalb der Becken des Schlitzpasses insgesamt eine Wassermenge von 50 l/s entnehmen und mittels Düsen auf zwei verschiedenen Wasserhöhen in das Vorbecken entlang der gerundeten Beckenwand einspeisen. Durch die Düsenwirkung ergibt sich eine Beschleunigung des vorbeiströmenden Wassers. Diese setzt sich an der Wand des Vorbeckens fort und soll eine Verstärkung der aus dem Vorbecken austretenden Strömung analog eines Durchflusses von gesamt 500 l/s bewirken. Bei Messungen konnte dieser Effekt jedoch nur eingeschränkt beobachtet werden (Foto 55, Abb. 2).

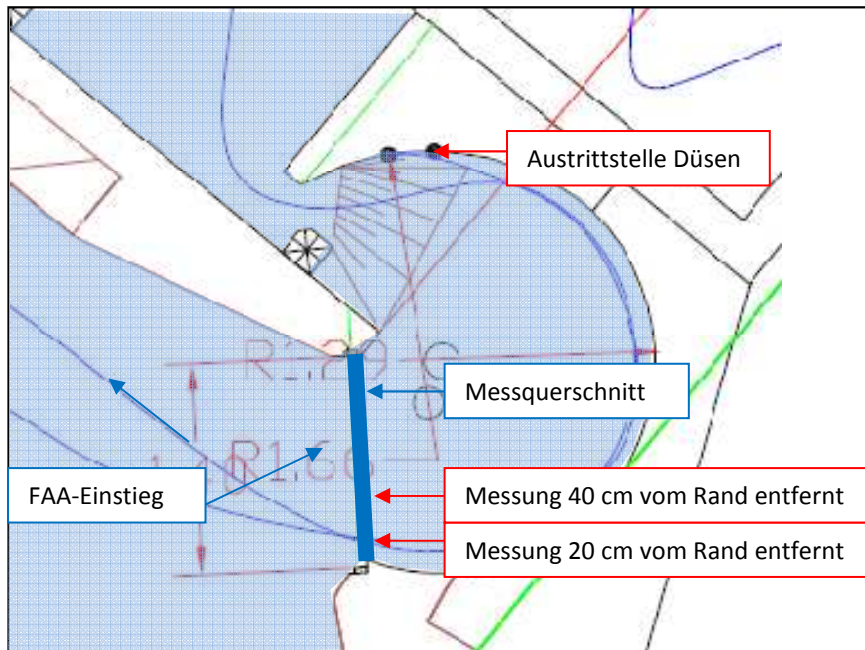


Abb. 2: Detaildarstellung des Rundbeckens sowie des Messquerschnittes. Messung in vertikalen Schritten von 10 cm

In Tab. 3 sind die mit und ohne Leitströmungsverstärkung ermittelten Werte aufgeführt.

Tab. 3: Messungen an der Austrittsstelle der Leitströmung aus dem Vorbecken

| Messwert an der Austrittsstelle des Vorbeckens | Ohne Verstärkung | Mit Verstärkung |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|
| Messung 20 cm vom Beckenrand entfernt | | |
| Mittelwert | 0,40 m/s | 0,44 m/s |
| Maximalwert | 0,47 m/s (Wassertiefe 1,40 m) | 0,55 m/s (Wassertiefe 0,4 m) |
| Minimalwert | 0,25 m/s (Wassertiefe 1,80 m) | 0,32 m/s (Wassertiefe 1,2 m) |
| Messung 40 cm vom Beckenrand entfernt | | |
| Mittelwert | 0,23 m/s | 0,20 m/s |
| Maximalwert | 0,34 m/s (Wassertiefen 0,4 und 0,8 m) | 0,43 m/s (Wassertiefe 0,8 m) |
| Minimalwert | 0,06 (Wassertiefe 1,4 m) | -0,04 m/s (Wassertiefe 1,4 m) |

Es erscheint fraglich, ob die gemessene geringe Verstärkung der Strömung eine Auswirkung auf die Auffindbarkeit der Anlage hat. Selbst mit Verstärkung der Leitströmung ist die Fließgeschwindigkeit

geringer als in den Vorgaben gefordert. Auch hier ist die biologische Kontrolle für die Beurteilung essentiell.

4.1.2 Kontrolle der biologischen Parameter

4.1.2.1 Elektrofischungen

Bei den Elektrofischungen im Herbst 2009 und Frühjahr 2010 wurden insgesamt 1480 Fische aus 12 Arten erfasst. Im Frühjahr wurden deutlich weniger Fische, vor allem in Turbinenkanal und Mutterbett erfasst (Abb. 3a). Am dichtesten besiedelt war zu beiden Zeitpunkten das Mutterbett. Hier wurde vor allem der gut strukturierte, rechte Uferbereich durch Fische genutzt. In der vereinigten Saale herrschte eine relativ geringe Fischdichte vor. Die strukturellen Bedingungen in diesem Befischungsabschnitt sind überwiegend schlecht. Lediglich unter Totholz im rechten Uferbereich und in den Schnellenstrukturen unterhalb des Zuflusses des Turbinenkanals mit ausgedehnten Laichkrautbeständen ist eine höhere Fischdichte anzutreffen. Der Turbinenkanal ist aufgrund der ebenfalls schlechten strukturellen Voraussetzungen (Mauern, Steinschüttungen, Foto) ebenfalls nur sehr dünn besiedelt. Vermutlich nutzen ihn nur wenige Fische als ständigen Aufenthaltsort. Im Frühjahr waren im Kanal nur 10 Fische erfasst worden. Es wird vermutet, dass dies bereits eine Auswirkung der neu errichteten Fischaufstiegsanlage war, die von aufsteigenden Fischen offenbar gut aufgefunden werden konnte. Sowohl im Herbst als auch im Frühjahr konnten keine Akkumulationen von Fischen im linken Kanalbereich oder vor den Turbinen gefunden werden.

Wie Abb. 3b zeigt, wandern in den Turbinenkanal überwiegend rheophile Fische ein, die auch in der vereinigten Saale vorkommen. Dies entspricht den Ergebnissen der 2005 und 2006 durchgeführten Untersuchungen. Das gering durchströmte Mutterbett wird von vielen euryöken Arten als Lebensraum und Laichhabitat genutzt.

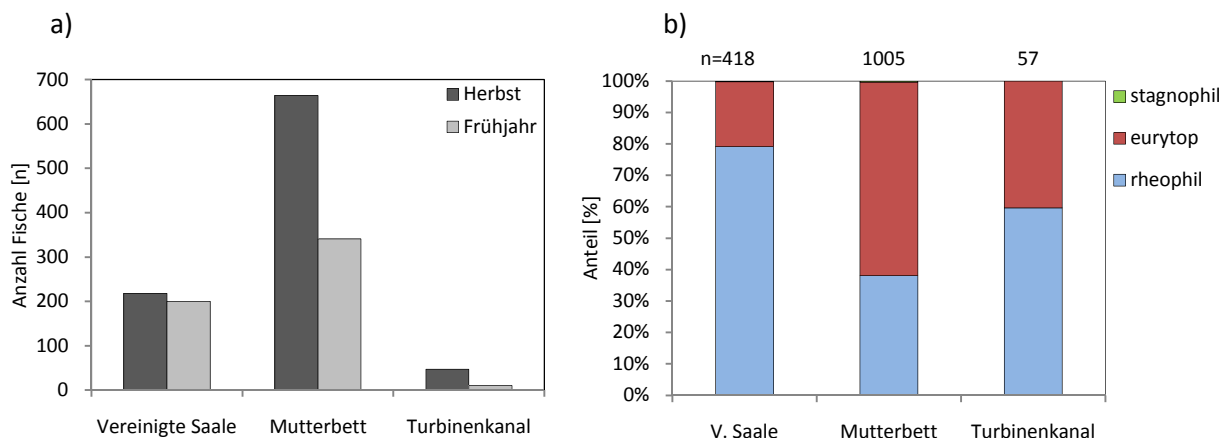


Abb. 3: Bei der Elektrofischung im Unterwasser gefangene Fische, a) Anzahl pro Untersuchungsstrecke und Befischungsdatum, b) Anteil der Strömungspräferenz pro Untersuchungsstrecke

Es dominierten bei beiden Befischungszeitpunkten Fische mit einer Körperlänge zwischen ca. 6 und 10 cm (Abb. 4). Dies ist durch den hohen Anteil an Kleinfischarten begründet. Fische über 30 cm Körperlänge sind sehr selten. Die Größenverteilung ähnelte sich bei beiden Befischungen.

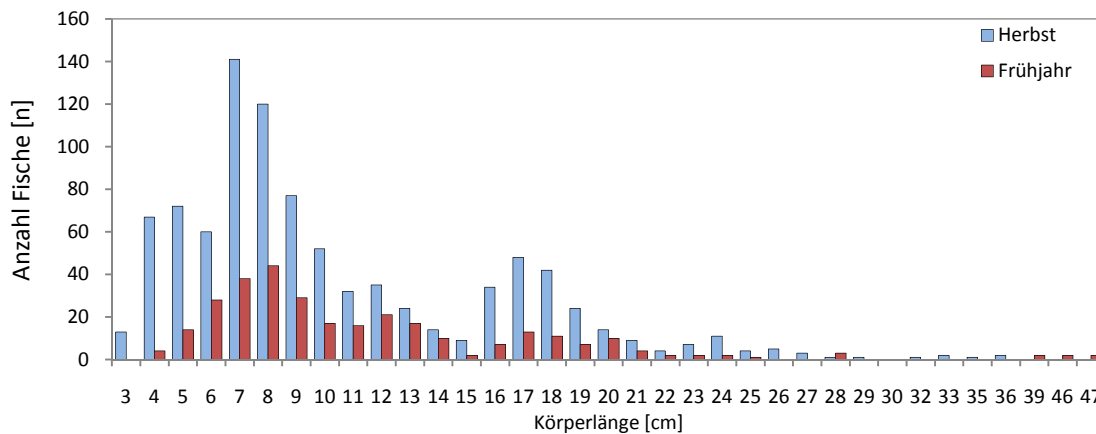


Abb. 4: Verteilung der Körperlängen bei den Elektrobefischungen im Unterwasser

Die Fischartenzusammensetzung des gesamten Befischungsbereiches wurde von eher anspruchslosen und toleranten Arten wie Gründling (34 %), Döbel (29 %) und Schmerle (11 %) dominiert (Tab. 4). Im Mutterbett konnten auch Elritzen und Plötzen erfasst werden. Der Rückgang der Fischzahlen im Frühjahr kann auf Faktoren wie den vorangegangenen harten Winter, Kormoranpräädation oder bereits begonnenen Fischeaufstieg zurückgeführt werden.

Tab. 4: Fischartenzusammensetzung der Elektrobefischungen im Unterwasser der WKA Döbritschen

| Art | Herbst | Frühjahr | Summe | Anteil [%] |
|------------------|--------|----------|-------|------------|
| Bachforelle | 4 | 4 | 8 | 0,5 |
| Barbe | 8 | 8 | 16 | 1,1 |
| Döbel | 312 | 115 | 427 | 28,9 |
| Gründling | 240 | 262 | 502 | 33,9 |
| Hasel | 49 | 12 | 61 | 4,1 |
| Karpfen | 1 | | 1 | 0,1 |
| Plötze | 65 | 54 | 119 | 8,0 |
| Schleie | 4 | | 4 | 0,3 |
| Schmerle | 99 | 62 | 161 | 10,9 |
| Elritze | 45 | 30 | 75 | 5,1 |
| Blaubandbärbling | 1 | | 1 | 0,1 |
| Stichling | 101 | 4 | 105 | 7,1 |
| Summe | 929 | 551 | 1480 | 100,0 |

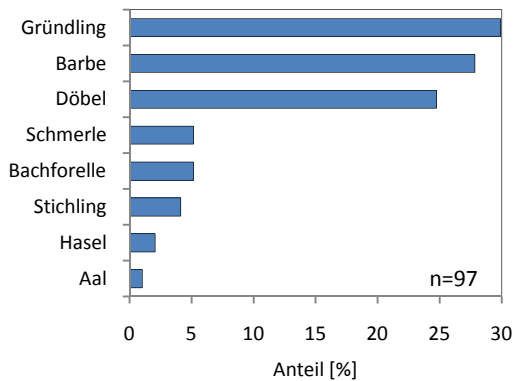
4.1.2.2 Fischeaufstieg im neu errichteten Schlitzpass

Herbst 2009

Während der Reusenkontrollen im Herbst wurden im Schlitzpass an insgesamt 55 Fangtagen 97 Fische aus 8 Arten erfasst. Pro Tag waren durchschnittlich 1,8 Fische aufgestiegen. Die Artenzusammensetzung wurde vom Gründling (30 %) dominiert, gefolgt von Barbe (28 %) und Döbel (25 %) (Abb. 5a). In geringeren Anzahlen waren Bachforelle und Schmerle (je 5 %) sowie Aal, Hasel

und Stichling aufgestiegen. Die Größenklassenzusammensetzung ist aus Abb. 5b ersichtlich. Gründlinge waren als adulte Tiere zwischen 7 und 15 cm Körperlänge vertreten. Barbe und Bachforelle kamen mit Exemplaren überwiegend zwischen 17 und 30 cm Körpergröße vor. Bei den aufgestiegenen Döbeln handelte es sich ausschließlich um Jungtiere mit maximal 9 cm Körperlänge.

a)



b)

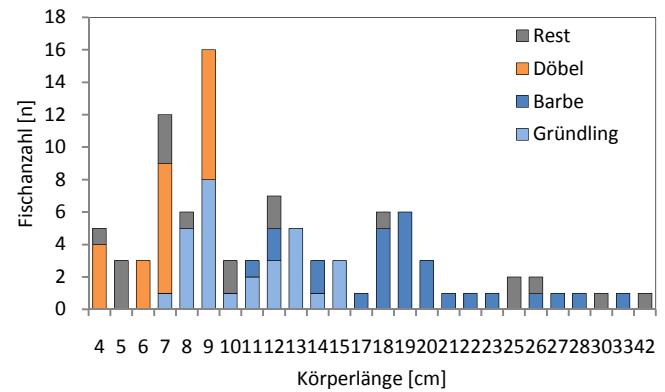


Abb. 5: im Schlitzpass im Herbst 2010 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung

Der Hauptaufstieg fand zu Beginn des Kontrollzeitraumes bei Wassertemperaturen über 13°C statt (Abb. 6). Mitte Oktober war ein starkes Absinken der Temperatur verbunden mit einem Anstieg des Durchflusses zu verzeichnen, die Fischwanderung kam in der Folge nahezu zum Erliegen. Es wurde kein konzentrierter, individuenreicher Salmonidenaufstieg während der Herbstkontrollen festgestellt, da die Bachforelle als einzige vorkommende Art dieser winterlaichenden Familie im Umfeld der WKA insgesamt eher selten ist. Der Aufstieg der Karpfenartigen ist mit dem Aufsuchen von Winterquartieren in Verbindung zu bringen.

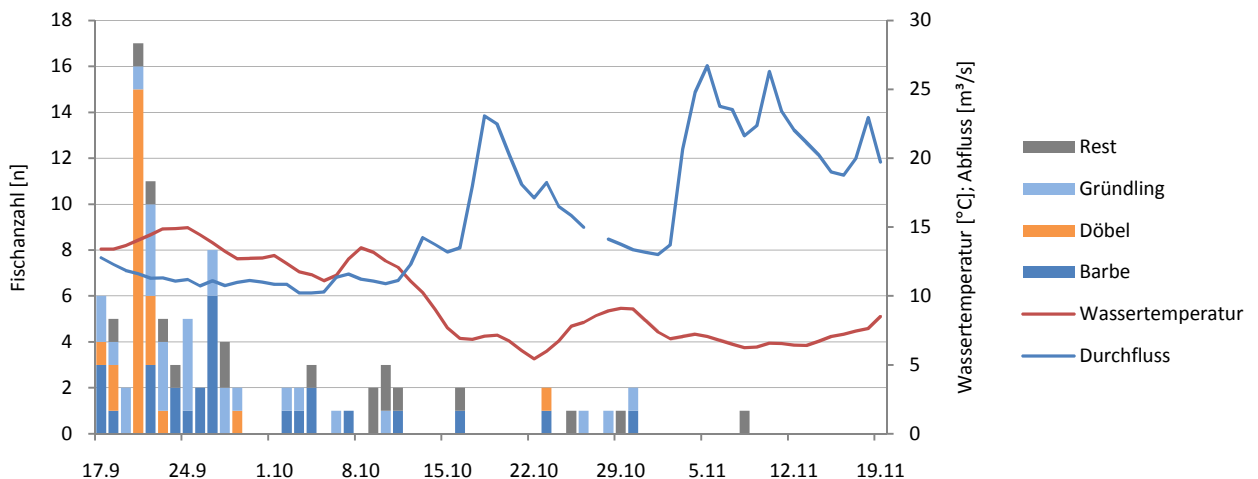


Abb. 6: Dynamik des Fischaufstieges im Schlitzpass im Herbst 2009

Frühjahr 2010

Im Frühjahr waren im Schlitzpass an insgesamt 76 Fangtagen 582 Fische aus 9 Arten erfasst worden. Dies bedeutet einen durchschnittlichen Fischaufstieg von 7,6 Fischen pro Tag. Es dominierten die

Arten Gründling (76 %), Schmerle (10 %) und Döbel (9 %) (Abb. 7a). Alle weiteren Arten waren nur in wenigen Exemplaren aufgestiegen. Entsprechend der Dominanz des Gründlings waren überwiegend kleinere Größenklassen in der Reuse gefangen worden (Abb. 7b). Lediglich vom Döbel waren einige größere Exemplare aufgestiegen. Bemerkenswert ist der Aufstieg von 60 Schmerlen. Diese bodenorientierte Art konnte offenbar erfolgreich durch das an die Sohle des Turbinenkanals angeschlossene Vorbecken mit der Anrampung zum Schlitzpass aufsteigen. Die Wirksamkeit der Anlage für bodenlebende Arten wurde somit bestätigt.

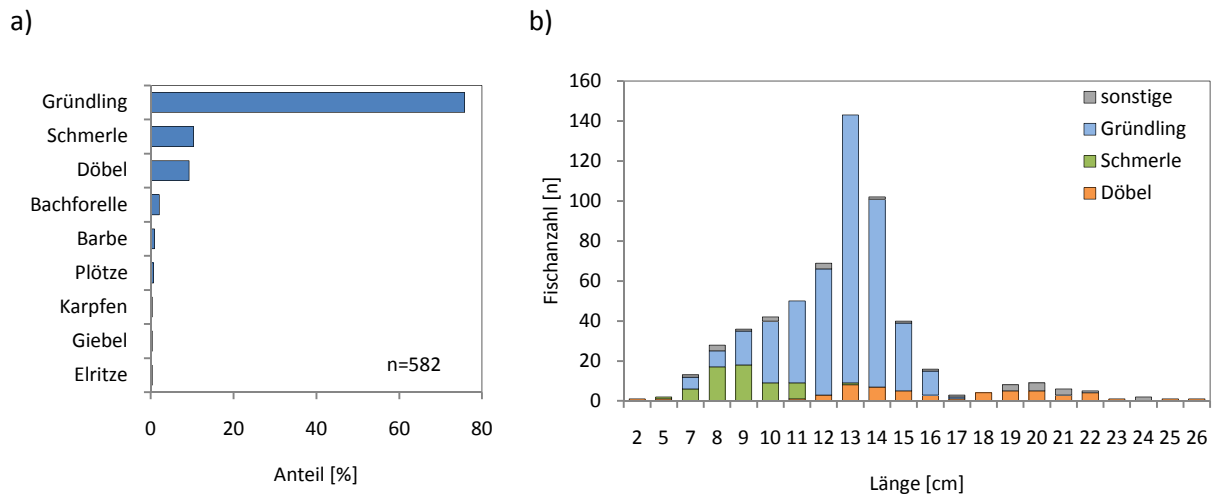


Abb. 7: im Schlitzpass im Frühjahr 2010 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung

Die Dynamik des Fischeaufstieges war durch den Aufstieg des Gründlings zu Beginn der Kontrollen, verbunden mit einer ersten Temperaturerhöhung geprägt (Abb. 8). Die danach folgenden Temperaturmaxima riefen nur noch geringe Steigerungen des Aufstiegs geschehens hervor. Diese Abnahme der Aufstiegsaktivität im Schlitzpass steht im Zusammenhang mit der Erhöhung des Abflusses. Es wurde zunehmend Wasser über das Wehr abgegeben, so dass sich die Wanderungsrichtungen der Fische verlagerten. Lediglich Schmerlen nutzten auch weiterhin regelmäßig den Schlitzpass.

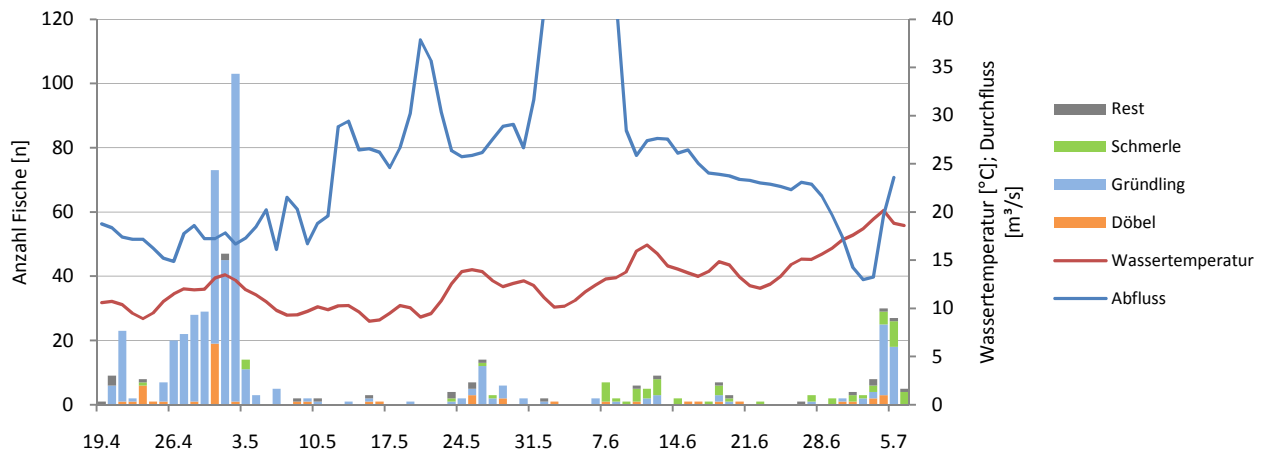


Abb. 8: Dynamik des Fischeaufstieges im Schlitzpass im Frühjahr 2010

Bewertung der Funktionsfähigkeit nach BWK-Standardmethode

Die Funktionsfähigkeit der Anlage wurde nach dem BWK-Methodenstandard [BWK06] bewertet (Tab.5). Hierfür wurden die Herbst- und Frühjahrsdaten der Unterwasser-Elektrofischungen und der Reusenkontrollen aufsummiert. Als Grundlage für die Beurteilung der im Unterwasser anstehenden Fische wurden die Daten des Turbinenkanals und der vereinigten Saale ausgewählt. 47,6 % der Fische des Unterwassers aus 7 Arten waren aufgrund ihres stetigen Vorkommens und ihrer Größe bewertungsrelevant. In der Reuse konnten 81 % der Fische aus 6 Arten in die Bewertung einbezogen werden. Die Standardbewertung ergab eine mäßige Artenselektivität, da die im Unterwasser vorkommende Hasel nicht im Schlitzpass aufgestiegen war. Es gab keine Größenselektivität gegenüber kleinen Individuen, jedoch eine mäßige Größenselektivität gegenüber großen Individuen. Sackgasseneffekte kamen nicht vor, allerdings konnte die normierte Aufstiegszahl nur mit einem unbefriedigenden Funktionswert bewertet werden. Die Zahl der aufgestiegenen Fische war insgesamt zu gering. Die Gesamtbewertung ergab eine mäßige Funktionsfähigkeit des Standortes. Die Ursachen hierfür sind überwiegend im selektiven Einwanderverhalten in den Turbinenkanal zu werten. Der Schlitzpass erfüllt für den Standort nur eine Teilfunktion, so dass nicht die vollen Aufstiegszahlen zu erwarten sind. Die scheinbare Größenselektivität gegenüber großen Individuen ist real nicht vorhanden, da die wenigen großen, im Unterwasser erfassten Barben keine Einwandertendenz in den Turbinenkanal zeigten. Sie bevorzugten als Einstand tiefe durchströmte Stellen unterhalb des Zusammenflusses von Turbinenkanal und Mutterbett. In der Anlage wurden zudem größere Fische (z. B. ein Hecht von ca. 70 cm Länge) beobachtet, die jedoch nach Standardmethode nicht bewertungsrelevant waren. Werden die angesprochenen Parameter im Rahmen einer Expertenwertung hochgestuft, ergibt sich ein etwas höherer Funktionsindex, der jedoch ebenfalls einer „mäßigen“ Funktionsfähigkeit entspricht.

Tab. 5: Bewertung des Fischaufstieges im Schlitzpass nach BWK-Standardmethode

| Parameter | Wert | Qualitätsklasse | Funktionswert |
|--|-------|------------------|----------------------|
| Artenselektivität S [%] | 14,3 | Mäßig C | 3 |
| Größenselektivität gegenüber kleinen Ind. G_{min} [cm] | -0,1 | Gut B | 4 |
| Größenselektivität gegenüber großen Ind. G_{max} [cm] | -10,1 | mäßig C | 3 |
| normierte Aufstiegszahl N | 0,16 | unbefriedigend D | 2 |
| Sackgasseneffekte | Keine | Gut B | 4 |
| Funktionsindex (Mittelwert) | | | 3,2 mäßig |

Funktionsfähigkeit der Leitströmungsverstärkung

Um die Funktion der Leitströmungseinrichtung zu überprüfen, wurde der Schlitzpass während der Reusenkontrollzeit im Frühjahr im Wechsel mit geöffnetem oder geschlossenem System betrieben. An 37 Fangtagen war die Einrichtung in Betrieb, an 22 Fangtagen war sie geschlossen. Es konnten keinerlei statistische Unterschiede zwischen dem Betrieb mit und ohne Leitströmungsverstärkung

festgestellt werden. Bei geöffnetem System stiegen durchschnittlich 8,5 Fische/Tag auf und bei geschlossenem System 7,6 Fische/Tag.

Die Gründe für die augenscheinliche Unwirksamkeit sind evtl. in der frühen Zerschlagung der Leitströmung durch den Abfluss aus den Turbinen zu finden. Wie die Messungen der Fließgeschwindigkeit im Auslauf des Vorbeckens zeigten (Kap. 4.1.1), ergab sich nur eine geringfügige Erhöhung der Strömungswirkung. Offenbar war der Einstieg dennoch vom Großteil der aufstiegswilligen Fische gefunden worden, da bei den Elektrobefischungen fast keine „verirrten“ Tiere erfasst werden konnten. Vermutlich sind strukturelle Voraussetzungen wie die Sohlanbindung und die Lage des Einstieges in der Nähe des Hindernisses in diesem Fall für die Auffindbarkeit ausreichend.

Ob die verdunkelte Strecke durch das Turbinengebäude eine abschreckende Wirkung auf aufsteigende Fische hat, konnte noch nicht durch systematische Versuche ermittelt werden. Es existiert lediglich eine nicht abgesicherte Beobachtung zweier ca. 15-20 cm langer Döbel durch die Sichtscheibe. Einen bzw. zwei Tage später wurden Döbel der gleichen Körperlänge in der Reuse erfasst. Es kann mit einiger Sicherheit davon ausgegangen werden, dass es sich um die beobachteten Tiere handelt. Es wird deshalb vermutet, dass sich Fische auch mehrere Tage im Kanal aufhalten können. Eine Untersuchung des Aufstieges durch den Kanal soll evtl. zu einem späteren Zeitpunkt durch den Einsatz von Unterwasser-Kameratechnik durchgeführt werden.

4.1.2.3 Fischeaufstieg im Borstenfischpass

Der Borstenfischpass wurde bereits nach dem Bau 2005 einer Kontrolle der baulich-hydraulischen Parameter unterzogen. Diese Kontrolle ergab nach Nachbesserungen keine Abweichung von den Vorgaben.

Nach 5 Betriebsjahren haben sich Veränderungen an den Borstenbüscheln eingestellt. Durch die ständige Belastung der Borsten haben sich einige verbogen und ragen zum Teil in die Zwischenräume hinein (Foto 56). Des weiteren erfolgte eine Verformung der Büschel nach stromab. Ein hydraulisches Aufmaß am 25.5.2011 erbrachte, dass sich die Parameter Wassertiefe in der Anlage und Wasserspiegeldifferenzen zwischen den Borstenreihen im Vergleich zum Aufmaß 2006 (siehe Kap.2.2.2) nicht wesentlich geändert haben (Tab. 6). Allerdings war der Durchfluss etwas höher, was eine Folge des geringeren Widerstandes der verformten Borstenbüschel ist. Daraus resultiert eine rechnerische Erhöhung der Leistungsdichte in den Beckenstrukturen. Da dieser Parameter jedoch im Borstenfischpass nicht komplett rechnerisch erfasst werden kann und die Energie des Wassers auch durch die Vibration der Borstenabgebaut wird, ist keine verschlechterte Funktionsfähigkeit aus diesem Parameter ablesbar. Die Verformung der Borstenbüschel hat demnach einen geringen, aber nicht entscheidenden Einfluss auf die hydraulischen Parameter.

Tab. 6: Vergleich wichtiger hydraulischer Parameter beim Aufmaß des Borstenfischpasses am 21.6.06 und am 25.5.11

| Parameter | 21.6.2006 | | | 25.5.2011 | | |
|---|-----------|------|------|-----------|------|------|
| | MW | Min | Max | MW | Min | Max |
| Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken [m] | 0,06 | 0,02 | 0,10 | 0,06 | 0,01 | 0,10 |
| Minimale Wassertiefe in den Becken [m] | 0,39 | 0,3 | 0,44 | 0,41 | 0,35 | 0,58 |
| Leistungsdichte in den Becken [W/m ³] | 238 | 141 | 380 | 284 | 184 | 500 |
| Abfluss der Anlage [l/s] | 160 | | | 210 | | |

Die Borstenbüschel sind häufig mit Laub und Geschwemmsel versetzt, in dem sich sehr viele Makrozoobenthosorganismen aufhalten (Foto 57). Wie sich bei einem Ablassen des Borstenfischpasses herausstellte, wird die Anlage von vielen Schmerlen, vermutlich auch von Bachforellen als Lebensraum genutzt.

Herbst 2009

Im Borstenfischpass wurden im Herbst 2009 an 55 Fangtagen (zeitgleich zu den Kontrollen des Schlitzpasses) 397 Fische aus 10 Arten erfasst. In den Fängen dominierte der Döbel mit 54 % Anteil, gefolgt von Schmerle (17 %) und Gründling (15 %) (Abb. 9a). Die rheophilen Arten Hasel und Barbe waren mit 5 % bzw. 1,7 % vertreten, Bachforellen als winterlaichende Art fehlten komplett.

Wie auch im Schlitzpass war die Größenverteilung von Kleinfischarten mit Längen zwischen 6 und 13 cm geprägt (Abb. 9b). Interessant war auch hier der Aufstieg von Döbel-Jungtieren. Vermutlich ist diese Art, ebenso wie die Barbe, von der ebenfalls Exemplare zwischen 6 und 13 cm gefangen wurden, auf dem Weg in Winterquartiere, die im Stauraum lokalisiert sind. Bei größeren Tieren zwischen 18 und 26 cm handelte es sich um Döbel. Das größte gefangene Exemplar war ein Hecht von 37 cm Länge.

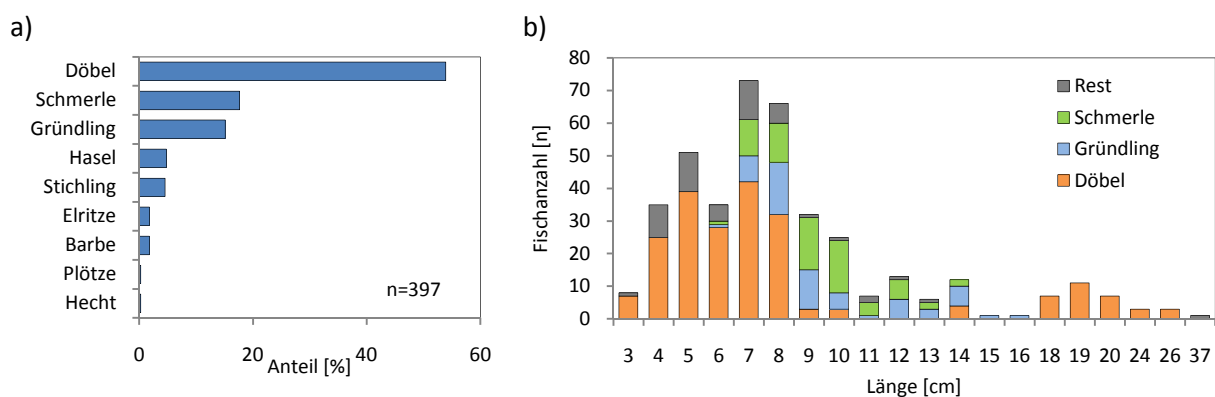


Abb. 9: im Borstenfischpass im Herbst 2009 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung

Der Abfluss des Gewässers wurde den Großteil der Untersuchungszeit bis auf die Mindestwassermenge durch die Turbinen geleitet, so dass die Orientierung der rheophilen Arten eher in Richtung Turbinenkanal erfolgte (siehe Kap. 4.1.2.2). Zu Beginn der Kontrollperiode war ein konzentrierter Aufstieg überwiegend von Döbeln zu verzeichnen (Abb. 10). Mit Absinken der Wassertemperatur unter 10 °C wanderte diese Fischart kaum noch. Der Aufstieg wurde dann

überwiegend durch Schmerlen dominiert. Exemplare dieser Art leben zum Teil direkt im Borstenfischpass, vermutlich sind die registrierten Herbstfänge hier nicht Anzeichen eines zielgerichteten Aufstiegs, sondern einer normalen Ortswechselaktivität.

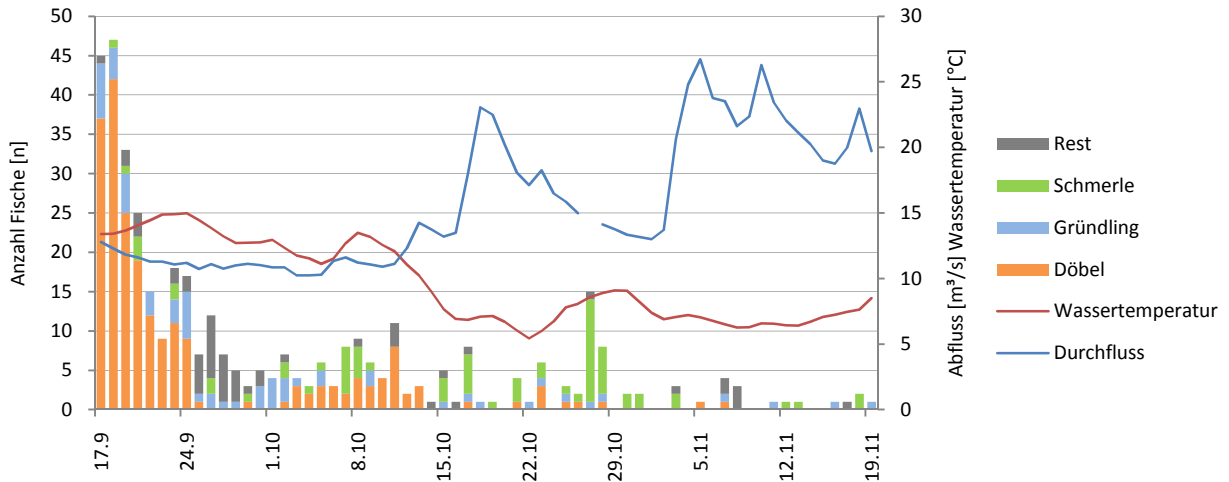


Abb. 10: Dynamik des Fischeufstieges im Borstenfischpass im Herbst 2009

Frühjahr 2010

Während der 76 Fangtage im Frühjahr wurden 1836 Fische aus 16 Arten erfasst. Es dominierten Gründlinge mit 40 % Anteil am Gesamtaufstieg. Häufig stiegen zudem Elritzen (29 %), Döbel (21 %) und Schmerlen (7 %) auf (Abb. 11a). Entsprechend der Fischartenzusammensetzung mit starker Dominanz von Kleinfischen wird die Größenzusammensetzung von Tieren zwischen 5 und 14 cm Körperlänge geprägt (Abb. 11b). Nur die meisten der aufgestiegenen Döbel hatten eine Körperlänge von 14 bis 24 cm aufzuweisen. Der größte Fisch war ein Döbel mit 31 cm Länge.

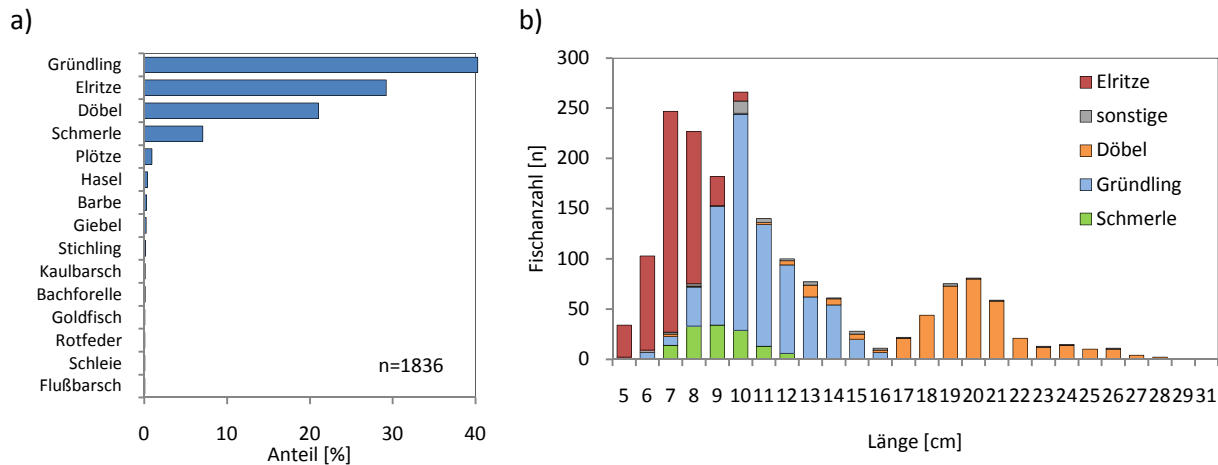


Abb. 11: im Borstenfischpass im Frühjahr 2010 erfasste Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung

Der Frühlingsaufstieg begann bei Wassertemperaturen über 10 °C mit der Wanderung von Elritzen, Gründlingen und Döbeln (Abb. 12). Während eines Temperaturabfalls verbunden mit einem Abflussanstieg im Mai stiegen deutlich weniger Fische auf. Der Aufstieg von Schmerlen in dieser Phase und somit bei höheren Durchflüssen konnte in der Vergangenheit auch bei Fischaufstiegskontrollen an anderen Anlagen beobachtet werden [Sch08]. Zu einem starken Anstieg der Wanderungsaktivität kam es während eines Temperaturanstiegs auf 15°C und später noch einmal bei einem Temperaturanstieg auf 20°C. In allen Phasen erhöhten Aufstieges wanderten überwiegend Döbel, Gründlinge und Elritzen.

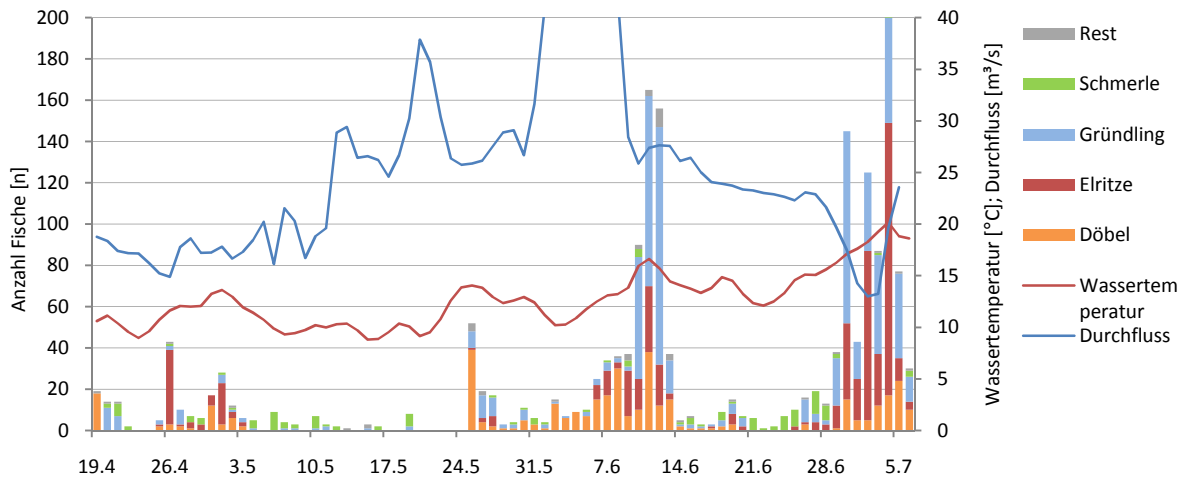


Abb. 12: Dynamik des Fischaufstieges im Borstenfischpass im Frühjahr 2010

BWK Bewertung

Analog der Bewertung des Schlitzpasses wurde für den Borstenfischpass eine Bewertung nach BWK-Methodenstandard vorgenommen (Tab. 7). Für die Einschätzung des Aufsteigerpotenzials im Unterwasser wurden die Befischungsergebnisse der vereinigten Saale und des Mutterbettes addiert. Als bewertungsrelevant im Unterwasser wurden 65 % der Fische aus 7 Arten eingestuft. Von den im

Borstenfischpass registrierten Fischen waren 88,4 % und 7 Arten bewertungsrelevant. Es konnte keine Selektivität des Borstenfischpasses nach Arten oder Größenklassen festgestellt werden. Akkumulationseffekte traten ebenfalls nicht auf. Die Absolutzahlen des Aufstieges ausgedrückt durch die normierte Aufstiegszahl bleiben jedoch mit einer unbefriedigenden Qualitätsklasse hinter den Vorgaben zurück. Da die Gesamtbewertung nur eine Stufe besser sein darf, als die schlechteste Teilbewertung, konstatiert die Standardbewertung eine mäßige Funktion der Anlage. Es wurde keine Expertenbewertung vorgenommen. Es ist auch hier zu beachten, dass es sich bei den erfassten Fischzahlen nur um einen Teilaufstieg handelt.

Tab. 7: Bewertung des Fischaufstieges im Borstenfischpass nach BWK-Standardmethode

| Parameter | Wert | Qualitätsklasse | Funktionswert |
|--|--------|-----------------|----------------------------|
| Artenselektivität S [%] | 0 | Gut B | 4 |
| Größenselektivität gegenüber kleinen Ind. G_{min} [cm] | 0 | Gut B | 4 |
| Größenselektivität gegenüber großen Ind. G_{max} [cm] | -2,275 | Gut B | 4 |
| normierte Aufstiegszahl N | 0,53 | Unbefriedigend | 2 |
| Sackgasseneffekte | keine | Gut B | 4 |
| Funktionsindex | | | 3,6 mäßig |

Vergleich des Aufstieges im Borstenfischpass mit Daten aus den Untersuchungen 2005/2006

Bei den Fischaufstiegskontrollen in den Jahren 2005 und 2006 wurde die gleiche Methodik angewendet, so dass die Ergebnisse mit denen der aktuellen Studie verglichen werden können.

Tab. 8 zeigt eine Zusammenfassung relevanter Parameter.

Tab. 8: Vergleich der bisher durchgeführten Funktionskontrollen des Borstenfischpasses

| Parameter | Kontrolle 2005 | Kontrolle 2006 | Kontrolle 2009/2010 |
|-----------------------------|--|---|--|
| Fangtage | 125 | 72 | 131 |
| Fischzahl gesamt | 5659 | 655 | 2189 |
| Durchschnittlich Fische/Tag | 45,3 | 9,1 | 16,7 |
| Maximalaufstieg/Tag | 970 | 149 | 201 |
| Dominante Fischarten | Gründling 89 % Döbel 7 % Plötze 2,4 % Schleie 1 % | Gründling 78 % Döbel 14,7 % Stichling 1,5 % Schleie/Schmerle 1,4 % | Gründling 36,5 % Döbel 25,4 % Elritze 24,8 % Schmerle 9 % |
| Größte aufgestiegene Fische | Döbel 43 cm Hecht 60 cm Aal 100 cm | Aal 75 cm Döbel 38 cm Karpfen 34 cm | Döbel 26 cm bis 31 cm |

Die Aufstiegszahlen der einzelnen Jahre unterscheiden sich stark. Während 2005 durchschnittlich 45 Fische pro Tag den Aufstieg nutzten, waren es 2006 mit nur 9,1 Exemplaren/Tag und auch 2009/2010 mit 16,7 Tieren/Tag deutlich weniger. Die hierfür verantwortlichen Faktoren sind nicht genau bekannt. Mit großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich um natürliche jährliche Schwankungen des Aufsteigerpotenzials und um Witterungseinflüsse. Die geringen Aufstiegszahlen 2006 könnten auch mit der in dieser Kontrollperiode experimentell fehlenden Restwasserabgabe erklärt werden. Eine

kleinräumige Orientierung war so in geringerem Maß möglich. Demgegenüber war das Mutterbett 2010 häufig mit erhöhter Wassermenge beaufschlagt, so dass der Faktor Restwassermenge und fehlende Leitströmung während der aktuellen Untersuchungen geringere Relevanz besaß. Die Artenzusammensetzung der aufgestiegenen Fische wurde immer von Gründling und Döbel dominiert. Diese beiden Arten waren zu allen Untersuchungszeitpunkten am häufigsten im Mutterbett anzutreffen.

Obwohl dem Borstenfischpass 2009/2010 nach BWK-Standardmethode keine Größenselektivität bescheinigt wurde, waren 2005 und 2006 größere Fische als in den aktuellen Untersuchungen aufgestiegen. Ein Zusammenhang mit den nach 5 Betriebsjahren in die Wanderkorridore hineinragenden Borsten kann nicht ausgeschlossen werden. Das Aufsteigerpotenzial im Unterwasser war 2009/2010 allerdings bis auf 3 größere Barben durch kleinere Fische geprägt, so dass sich durch das Fehlen großer Exemplare bereits im Unterwasser keine echte Größenselektivität ableiten lässt. Die entsprechenden Borstenbüschel sollten dennoch ausgetauscht werden. Kleinfischarten und Jungfische konnten in allen Untersuchungsjahren erfolgreich und in großen Anzahlen aufsteigen. Das bei Elektrobefischungen insgesamt erfasste Fischartenspektrum des Standortes zeigt eine leichte Erholung der Bestände von einzelnen Arten des Leitbildes. An diesem Standort wären theoretisch die Arten der fischfaunistischen Referenz vom Typ 9.2 Epipotamal (Saale) anzutreffen [Wag08]. Im Vergleich zu 2005 wurden deutlich mehr Elritzen, Hasel und Plötzen erfasst (Abb. 13). Die Dominanz von Gründling und Döbel war nicht mehr so stark ausgeprägt. Dennoch ist der Standort als weiterhin stark vom Leitbild abweichend zu bezeichnen.

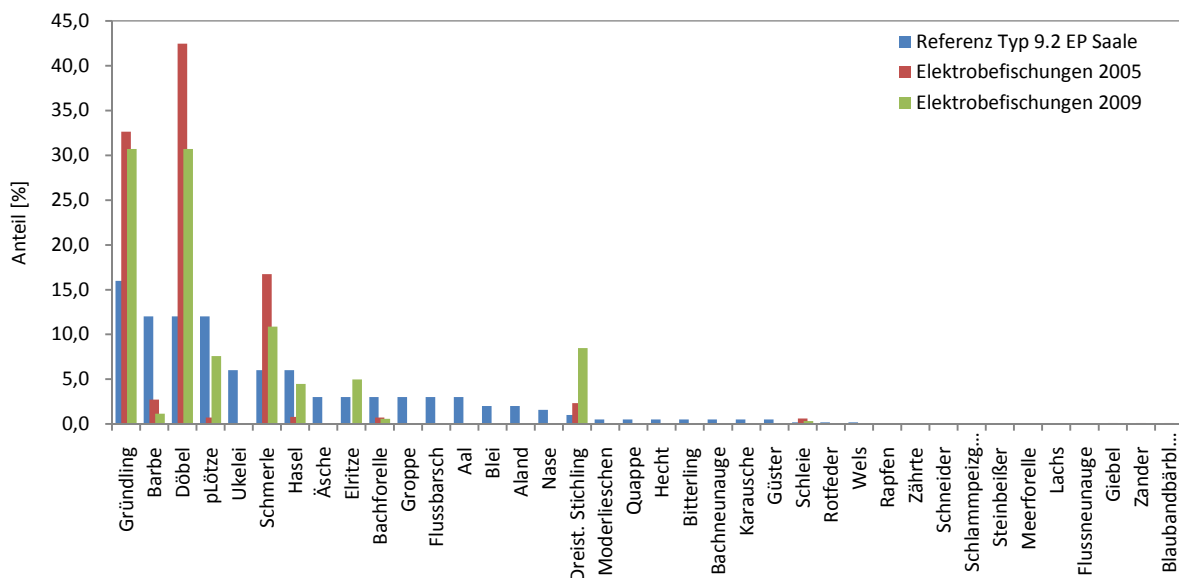


Abb. 13: Vergleich der Befischungsergebnisse im Unterwasser der WKA Döbritschen mit der fischfaunistischen Referenz

4.1.2.4 Vergleich der beiden möglichen Wanderwege

Der Vergleich des 2009/2010 zeitgleich ermittelten Fischaufstieges in beiden Fischpässen zeigt größere Unterschiede zwischen den beiden Anlagen. Die wichtigsten Parameter sind in Tab. 9 zusammengefasst.

Tab. 9: Vergleich der Fischaufstiegskontrollen in Borstenfischpass und Schlitzpass 2009/2010

| Parameter | Borstenfischpass | | Schlitzpass | |
|-----------------------------------|--|--|--|---|
| | Herbst 2009 | Frühjahr 2010 | Herbst 2009 | Frühjahr 2010 |
| Zahl gesamt aufgestiegener Fische | 397 | 1836 | 97 | 582 |
| Durchschn. Fische/Tag | 7,2 | 24,2 | 1,7 | 7,6 |
| Maximale Zahl Fische/Tag | 47 | 201 | 17 | 103 |
| Dominante Arten [%] | Döbel 53,9 Schmerle 17,6 Gründling 15,1 Hasel 4,7 | Gründling 40,2 Elritze 29,2 Döbel 21,0 Schmerle 7,1 | Gründling 29,9 Barbe 27,8 Döbel 24,7 Bachforelle/Schmerle 5,2 | Gründling 75,8 Schmerle 10,3 Döbel 9,3 Bachforelle 2,1 |
| Anzahl Arten | 9 | 16 | 8 | 9 |
| Anteil rheophile Fische [%] | 39,3 | 48,1 | 70,1 | 89,0 |
| Anteil am Gesamtaufstieg | 80,4 | 75,9 | 19,6 | 24,1 |

Während rheophile Fischarten überwiegend über den Schlitzpass aufwanderten, nutzte die überwiegende Mehrheit der im Umfeld vorkommenden Fische den Borstenfischpass. Nur im Zusammenspiel beider Pässe wird die vollständige flussauf gerichtete Durchgängigkeit des Standortes gewährleistet. Eine Anlage nur an **einer** Stelle würde nur **einem Teil** des Artenspektrums den Aufstieg gewährleisten. Dabei ist es unerheblich, an welchem der Gewässerarme eine FAA fehlen würde. Bei einer FAA nur im Mutterbett wäre den rheophilen Fischen der Aufstieg verwehrt. Bei Vorhandensein einer FAA nur am Turbinenkanal könnte der Großteil der aufstiegswilligen Fische (bis zu 80 %) nicht passieren.

Abb. 14 zeigt die Fischartenzusammensetzung hinsichtlich der Strömungspräferenz und des Vorkommens unterhalb und in den beiden Fischpässen.

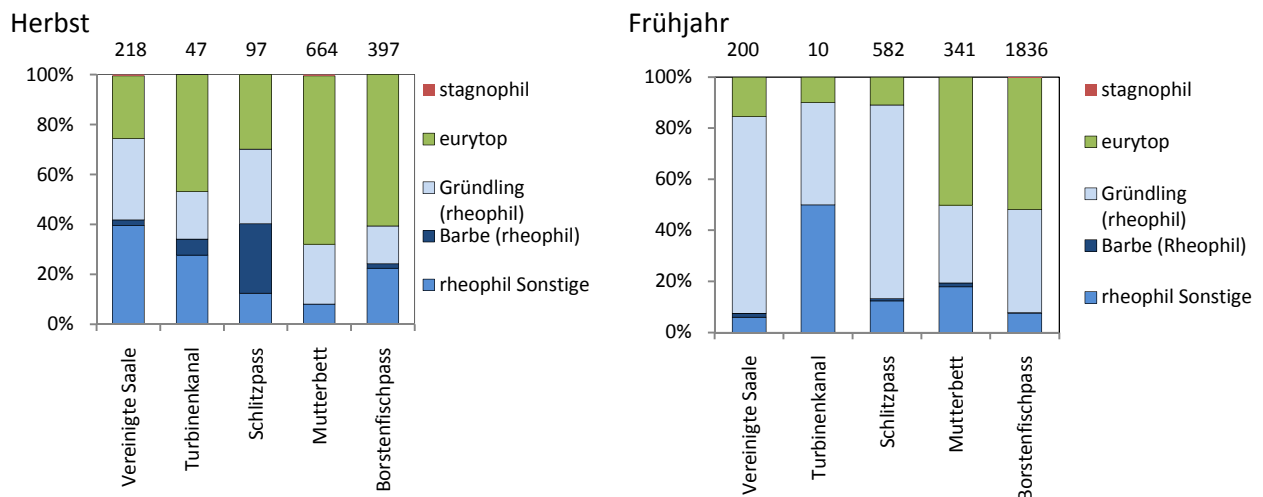


Abb. 14: Zusammensetzung der Fischfauna hinsichtlich der Strömungspräferenz unterhalb und in den Fischpässen

Es wird deutlich, dass die Nutzung der FAA in hohem Maß vom unterhalb anstehenden Artenspektrum bestimmt wird. Der Schlitzpass wird überwiegend von rheophilen Fischen genutzt, die in der vereinigten Saale leben (Foto 40) und die von der Strömung geleitet in den Turbinenkanal einwandern. Eurytope und schwimmschwache Fische können diesen Weg nicht oder nur in geringerem Umfang nutzen. Der Turbinenkanal wird vorrangig als Wanderweg und nicht als Lebensraum genutzt. Im Herbst waren am Aufstieg über den schnellströmenden Ast neben dem Gründling vor allem Barbe, Bachforelle, Schmerle und der eurytope, aber schwimmstarke Döbel beteiligt. Über das Mutterbett, das einer Anzahl Arten auch als ständiger Aufenthaltsort und Fortpflanzungshabitat dient, konnte ein großer Teil eurytoper, eher schwimmschwacher Fische aufsteigen (z. B. Elritzen). Stark rheophil orientierte Arten wie Barbe und Bachforelle waren nur im Einzelfall in das Mutterbett eingewandert, da hier keine geeigneten Habitate für diese Arten vorhanden sind. Zudem fehlt die Orientierungsmöglichkeit an der Strömung. Lediglich im direkten Einflussbereich des Borstenfischpasses hatten einige Bachforellen einen Unterstand bezogen.

Der Schlitzpass wurde von einem geringeren Teil der Fische genutzt. Begründet wird dies mit der strukturarmen Ausprägung des Turbinenkanals. Das Mutterbett weist demgegenüber eine relativ hohe Besiedlungsdichte auf. Die dort lebenden Fische nutzen den Borstenfischpass nicht nur für die gerichteten Migrationen, sondern auch für weniger gerichtete Ortsveränderungen, z. B. zur Nahrungssuche. Interessanterweise wanderten einige rheophile Cyprinidenarten (z. B. Barbe, Hasel) verstärkt im Herbst aufwärts, offenbar auf der Suche nach Winterquartieren, während sie im Frühjahr nicht mehr in höheren Stückzahlen den Aufstieg durchführten. Demgegenüber wurde die Bachforelle, deren Laichaufstieg eigentlich im Herbst stattfindet, im Frühjahr in höheren Anzahlen im Schlitzpass gefunden.

Exemplarisch ist in Abb. 15 die Dynamik des Aufstieges im Frühjahr dargestellt. Nur im zeitigen Frühjahr waren mehr Fische über den Schlitzpass aufgestiegen. Die Wanderungsaktivität in Abhängigkeit von der Wassertemperatur ist in beiden FAA ähnlich.

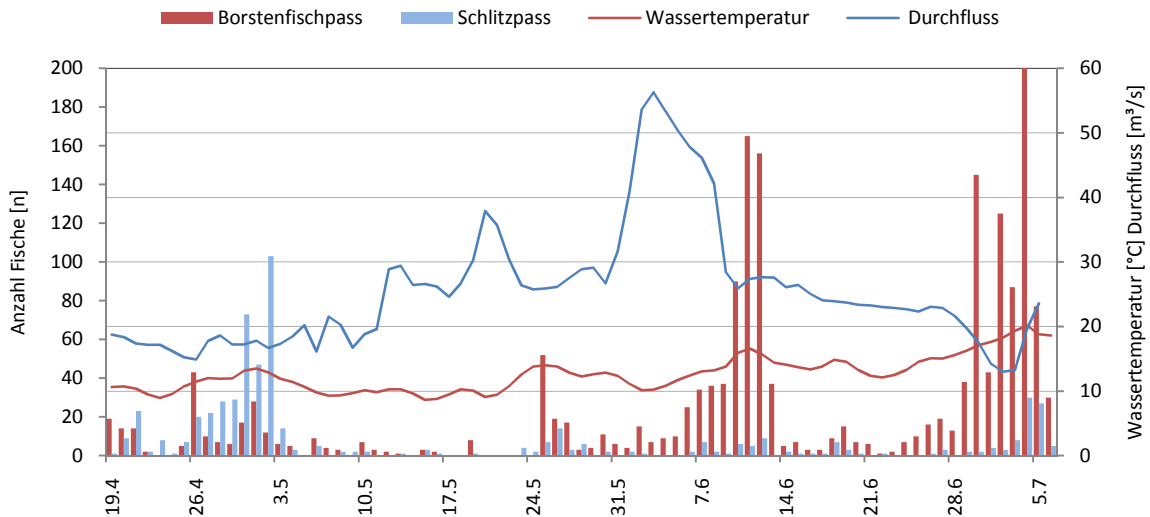


Abb. 15: Dynamik des Fischaufstieges in beiden Fischpässen im Frühjahr 2010

Im Frühjahr war über einen längeren Zeitraum ein erhöhter Abfluss in der Saale gegeben. Dies bedeutete zeitweise eine stärkere Durchströmung des Mutterbettes, bis hin zu einem Wechsel der Durchflussverhältnisse ab einem Abfluss von ca. $40 \text{ m}^3/\text{s}$ (höherer Abfluss im Mutterbett als im Turbinenkanal). Der Schlitzpass wies nur bei Abflüssen unter $20 \text{ m}^3/\text{s}$ erhöhte Aufstiegszahlen auf. Prinzipiell ließ bei sehr hohem Abfluss die Wanderungsaktivität nach. Die höchsten Tagesaufstiegszahlen waren bei Gesamtabflüssen zwischen 20 und $30 \text{ m}^3/\text{s}$ zu verzeichnen gewesen. Betrachtet man den Aufstieg der rheophilen Arten (überwiegend Gründling) im Verhältnis zum Abfluss, zeigt sich, dass die meisten dieser Fische bei Abflüssen um ca. $30 \text{ m}^3/\text{s}$ über das Mutterbett und den Borstenfischpass aufstiegen (Abb. 17). Unter diesen Bedingungen wird das Wehr mit ca. $10 \text{ m}^3/\text{s}$ überströmt und es ist bereits eine Strömungsfahne aus dem Mutterbett am Zusammenfluss ausgeprägt, allerdings noch nicht dominant. Dies konnte in den 2004 durchgeführten Strömungsuntersuchungen visualisiert werden [SS07] (Abb. 16).

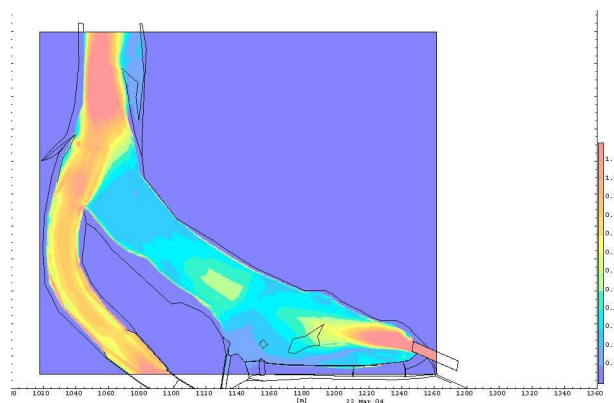


Abb. 16: Strömungssimulation mit Hydro2d bei Restwasserabgabe von $10,9 \text{ m}^3/\text{s}$ über das Wehr, aus [SS07]

Im Schlitzpass stiegen demgegenüber die höchsten Anzahlen rheophiler Fische bei Abflüssen unter $20 \text{ m}^3/\text{s}$ auf, wenn das Wehr nur gering überströmt wird.

Neuere Vorgaben fordern die Passierbarkeit von Anlagen bis zu einem Abfluss von Q_{300d} -[DWA10]. Dieser beträgt am Pegel Camburg $44,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Auch bei diesem Abfluss fand ein, wenn auch abgeschwächter, Aufstieg in beide Richtungen statt. Offenbar verhinderte die Strömung der bei erhöhtem Abfluss geöffneten Wehrfelder den Einstieg in diese Anlage nicht. Für größere Abflüsse ist die Datenlage zu gering, um Aussagen treffen zu können, es konnten jedoch auch bei maximal auftretendem Abfluss von ca. $60 \text{ m}^3/\text{s}$ aufsteigende Fische registriert werden. Prinzipiell werden die Effekte des Durchflusses auch durch die zum jeweiligen Abfluss herrschende Wassertemperatur beeinflusst. Weiterhin wanderten einige der erfassten Arten in Schwärmen (z. B. Elritze und Gründling), so dass bei Passage eines Schwarmes die Aufstiegszahlen beeinflusst werden.

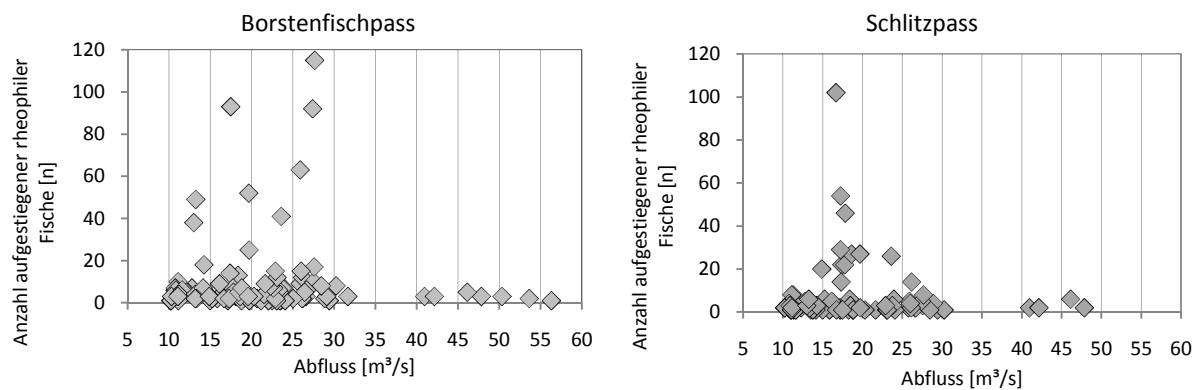


Abb. 17: Tagesaufstiegszahlen rheophiler Fische im Vergleich zum Gesamtabfluss des Gewässers

BWK-Bewertung des Gesamtstandortes

Für die Gesamtbetrachtung des Standortes Döbritschen mit beiden Fischaufstiegsanlagen nach BWK-Bewertung wurden alle Fangdaten aufsummiert. Die Standard-Bewertung ergab insgesamt eine gute Funktion für den Fischaufstieg (Tab. 10). Es sind lediglich leichte Einschränkungen in der Größenselektivität gegenüber großen Individuen sowie bei der normierten Aufstiegszahl gegeben. Die Größenselektivität ist ein statistisches Phänomen, da durchaus auch große Exemplare im Aufstieg erfasst wurden, welche aber gegebenenfalls nicht bewertungsrelevanten Arten angehören. Die etwas zu geringen Aufstiegszahlen können abhängig vom aktuellen Fischbestand sein oder auch von den abiotischen Parametern beeinflusst sein. So herrschte während der Frühjahrskontrollen eine Zeitlang sehr hoher Abfluss, der die Fischwanderung offenbar einschränkte. Aufgrund der Ergebnisse der Elektrofischungen sind die zu geringen Aufstiegszahlen nicht auf eine erschwerte Auffindbarkeit zurückzuführen, da keine Akkumulationen „verirrter“ Fische festgestellt werden konnten. Das Ergebnis der BWK-Bewertung unterstreicht auch in diesem Aspekt die Notwendigkeit beider Fischpässe. Die getrennte Bewertung der Anlagen zeigte nur eine mäßige Funktion der Einzelanlagen.

Erst die Gewährleistung des Fischaufstieges in **beiden Armen** bedeutet eine gute Durchgängigkeit des Standortes.

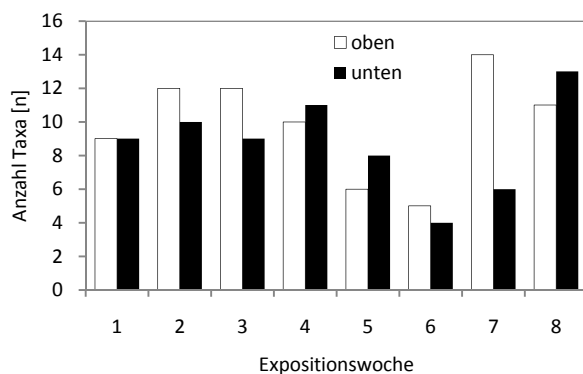
Tab. 10: Bewertung des Fischaufstieges beider FAA nach BWK-Standardmethode

| Parameter | Wert | Qualitätsklasse | Funktionswert |
|---|-------|-----------------|--------------------------|
| Artenselektivität S [%] | 0 | Gut B | 4 |
| Größenselektivität gegenüber kleinen Ind. G_{\min} [cm] | 0 | Gut B | 4 |
| Größenselektivität gegenüber großen Ind. G_{\max} [cm] | -8,1 | Mäßig C | 3 |
| normierte Aufstiegszahl N | 0,69 | Mäßig C | 3 |
| Sackgasseneffekte | keine | Gut B | 4 |
| Funktionsindex | | | 3,6 gut |

4.1.2.5 Besiedlung des Schlitzpasses mit Makrozoobenthos

Die Erfassung des in den Schlitzpass eingewanderten Makrozoobenthos mit Hilfe der Besiedlungskisten ergab eine Gesamtzahl von 31 Taxa. Die Taxaliste befindet sich im Anhang 3. Maximal wurden 14 Taxa in einer Einzelprobe erfasst. Im Durchschnitt waren 10 Taxa von oben in den Pass eingewandert, nur geringfügig weniger waren von unten in die Besiedlungskörbe gelangt. Die zeitliche Besiedlungsdynamik zeigt, dass sich die meisten Taxa bereits in der ersten Woche im Pass einfanden (Abb. 19 a und b). Während sich in der 2. Expositionswoche eine leichte Steigerung der Taxazahlen ergab, war im weiteren Verlauf besonders zwischen der 4. und 6. Expositionswoche wieder eine Abnahme der Taxazahlen zu verzeichnen. Erst gegen Ende der Exposition wurden die höchsten Taxazahlen erreicht. Es sind nur geringfügige Unterschiede zwischen dem Becken 1 und dem Becken 11 des Schlitzpasses zu erkennen. Die zeitliche Dynamik ist in beiden Becken sehr ähnlich, in Becken 11 waren etwas weniger Taxa registriert worden.

a) Becken 1



b) Becken 11

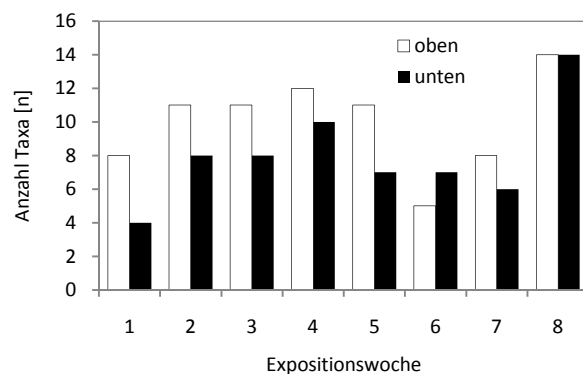
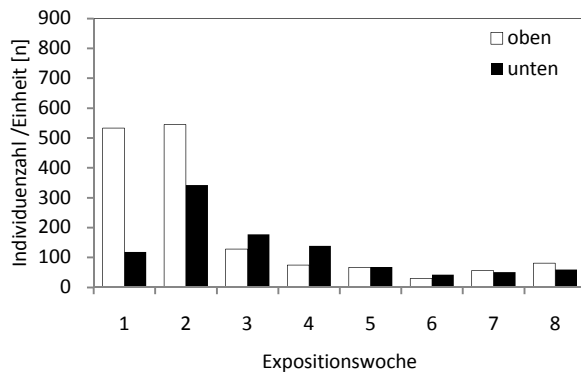


Abb. 18 a und b: Taxazahl in den selektiven Richtungsfallen in Becken 1 und 11 des Schlitzpasses

Die Individuenzahlen pro Probe (= 1 Besiedlungskorb) schwankten sehr stark. Zu Beginn der Untersuchungen wurden im Becken 1 bereits in den ersten beiden Wochen die höchsten Besiedlungszahlen mit ca. 550 Individuen pro Besiedlungseinheit erfasst (Abb. 19 a und b). Diese waren überwiegend von oben eingewandert. Im Becken 11 war die höchste Dichte in der 2. Woche mit ca. 850 Individuen pro Besiedlungseinheit erreicht worden. In den Folgewochen war eine starke Abnahme der Besiedlungsdichte zu erkennen, die sich in beiden beprobten Becken zeigte. Zeitweise waren mehr Organismen von unten die Einheiten eingewandert, als von oben, dies stellte jedoch nicht die Regel dar. Die beiden beprobten Becken des Schlitzpasses unterschieden sich kaum hinsichtlich der Besiedlungsdichte.

a) Becken 1



b) Becken 11

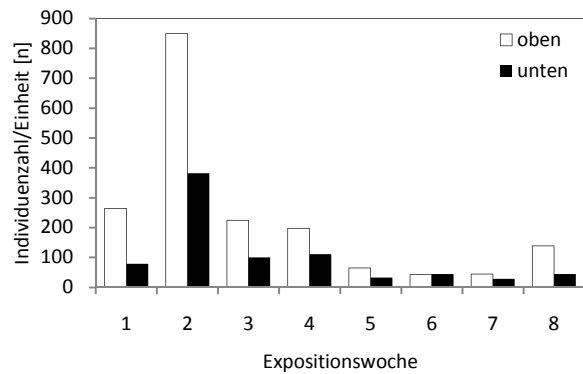


Abb. 19 a und b: Besiedlungsdichte in den selektiven Richtungsfallen in Becken 1 und 11 des Schlitzpasses

Die Besiedlungsdichten in den Einheiten sind mit denen der methodisch gleichen Expositionsexperimente 2005 im Borstenfischpass vergleichbar. Die Dynamik war 2005 ebenfalls durch einen ungleichmäßigen und schwankenden Anstieg der Besiedlungsdichte gekennzeichnet. Die Taxazahl war mit 41 insgesamt erfassten Taxa deutlich höher. Dies ist mit der höheren Habitatdichte bzw. dem vielfältigeren Habitatangebot im Borstenfischpass zu erklären. Während im Schlitzpass steinigtes Bodensubstrat und höhere Fließgeschwindigkeiten vorherrschen, können im langsamer strömenden Wasser des Borstenfischpasses abwechslungsreichere Habitats gefunden werden. Auch die Borsten selbst dienen als Lebensraum.

Im Schlitzpass konnten 63 % der Individuen dem rheophilen Spektrum (rheo-limnophil, rheophil, rheobiont) zugeordnet werden (Abb. 20). Auch die Mehrzahl der erfassten Taxa gehörte diesem Präferenzspektrum an. Ein Teil der Taxa sowie der Individuen ist hinsichtlich der Strömungspräferenz indifferent oder konnte nicht eindeutig zugeordnet werden.

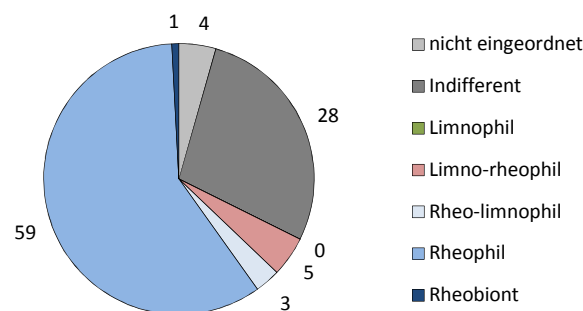
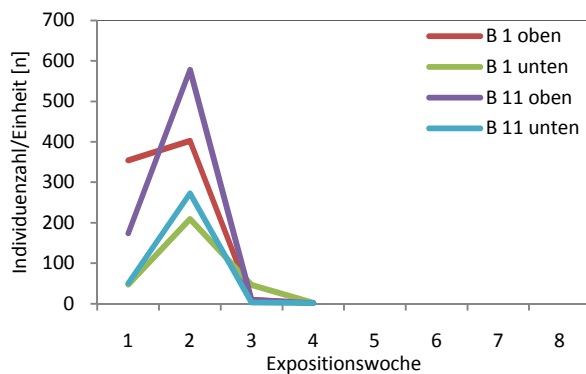


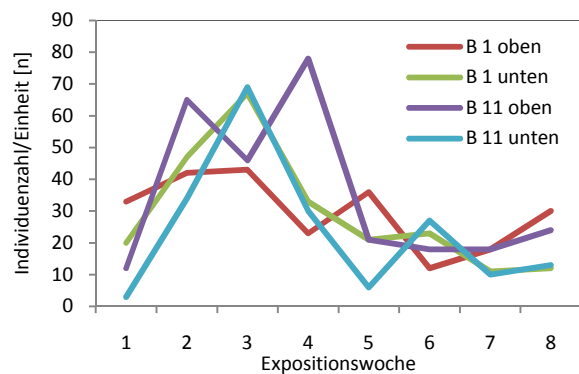
Abb. 20: Zusammensetzung der Besiedlung des Schlitzpasses hinsichtlich Strömungspräferenz (n=5160), Angaben in %

Die Artenzusammensetzung wurde deutlich durch die Diptera (Zweiflügler) dominiert (60,3 %). Überwiegend handelte es sich dabei um die Kriebelmücke *Simulium spec.*, die einen Anteil von 41,9 % der Gesamtindividuen stellte. Diese Art war vor allem für die hohen Individuenzahlen zu Beginn

der Exposition verantwortlich. Simuliiden bevorzugen starke Strömung und können sich sehr schnell an neuen Hartsubstraten ansiedeln. Nach der Emergenz dieser Gruppe in der zweiten bis dritten Expositionswoche waren kaum noch Simuliidenlarven vorzufinden und die Individuenzahlen nahmen stark ab (Abb. 21a). Auch Chironomiden (Zuckmücken) waren zu Beginn der Exposition häufig vertreten (18,3 % der Gesamtindividuenzahl), nahmen jedoch ebenso wie die Simuliidae im Verlauf der Besiedlung wieder ab (Abb. 21b). Ebenfalls häufig vertreten waren Köcherfliegen der Gattung *Hydropsyche* (9,7 %) sowie die allochthone Schneckenart *Potamopyrgus antipodarum* (8,6 %). Auch die Besiedlung mit Trichopteren (Köcherfliegen) war nach einigen Wochen rückläufig (Abb. 21d). Eintagsfliegen aus der Familie der Baetidae (6,5 %), die Köcherfliege *Cheumatopsyche lepida* (5,8 %) sowie Larven der Käferfamilie Gyrinidea (4,7 %) ergänzten das Spektrum der stetig vorkommenden Taxa.

a) *Simulium spec.*

b) Chironomidae



c) Baetidae

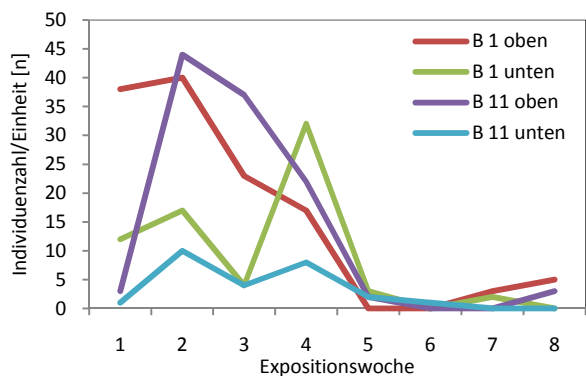
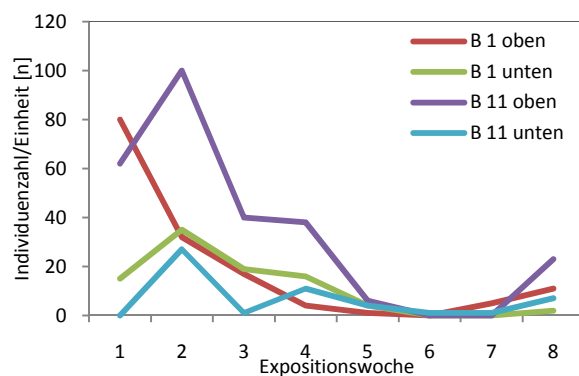
d) *Hydropsyche spec.*

Abb. 21: Entwicklung der Besiedlungsdichte der Taxa *Simulium spec.* (a), *Chironomidae* (b), *Baetidae* (c), und *Hydropsyche spec.* (d) im Schlitzpass

Aufgrund der Tiefe und der nicht gegebenen Zugänglichkeit der Sohle des Ober- und Unterwassers wurde auf Probenahmen verzichtet, so dass keine Aussagen über das Artenspektrum der Umgebung gemacht werden können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Schlitzpass überwiegend Lebensraum für strömungsliebende Taxa bietet und von diesen in ausreichender Anzahl besiedelt werden kann. Für die nachgewiesenen Arten wird die Durchgängigkeit angenommen.

4.1.3 Zusammenfassung

Durch den Bau des Schlitzpasses, der den Turbinenkanal mit dem Oberwasser verbindet, konnte am Standort Döbritschen die flussauf gerichtete Durchgängigkeit des Standortes weitgehend wiederhergestellt werden. Beide Fischaufstiegsanlagen tragen dazu einen wichtigen Teil bei. Beim direkten Vergleich der Anlagen stellte sich heraus, dass keine der beiden Anlagen allein den Aufstieg der kompletten, aktuell vorkommenden Fischfauna gewährleisten konnte. Während am Schlitzpass bevorzugt rheophile Fische aufstiegen, war durch den Borstenfischpass der Großteil der Fische, überwiegend mit indifferenten Strömungsansprüchen aufgestiegen. Einige Arten wie Bachforelle und Barbe bevorzugten deutlich den Schlitzpass, während die Elritze fast ausschließlich durch den Borstenfischpass aufgestiegen war. Diese Verteilung kann nicht mit einer Artenselektivität der Anlagen gegenüber diesen Arten begründet werden, da Einzelexemplare der genannten Arten auch in der jeweils anderen Anlage aufgewandert waren.

Beide Anlagen sind für die Makrozoobenthosfauna durchgängig.

Die Ergebnisse unterstreichen deutlich die Forderung nach 2 Anlagen an Ausleitungsstandorten. Durch die seit 2005 andauernden Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass Fische kaum eine großräumige Umorientierung durchführen, wenn sie an einem Ast einer Aufspaltung nicht erfolgreich aufsteigen können. Selbst wenn Einzelexemplaren eine Umorientierung gelingt, ist der Zeit- und Energieverlust für das einzelne Individuum sehr hoch. Insbesondere vor dem Hintergrund der kumulativen Wirkung von mehreren Querbauwerken hintereinander und der möglichen Ansiedlung von anadromen Arten ist eine möglichst zeit- und energiesparende Passage eines Standortes von sehr großer Bedeutung.

Der oftmals vorgetragenen Forderung einer FAA bevorzugt am Krafthaus muss widersprochen werden. Hier kann meist nur der Aufstieg rheophiler Fische gewährleistet werden. Schwimmschwächere Arten und solche, die starke Strömungen meiden, werden vom Aufstieg ausgeschlossen. Dies gilt vor allem für Gewässer in und unterhalb der Äschenregion, da mit zunehmender Artenzahl auch die ökologischen Ansprüche der Fischfauna differenzierter sind.

Eine kleinräumige Orientierung aufstiegswilliger Fische unterhalb des Querbauwerkes, die durch die richtige Platzierung der Anlagen verbessert wird, ist am Standort Döbritschen gegeben. Eine Akkumulation aufstiegswilliger Fische wurde in Döbritschen zu keinem Zeitpunkt und an keinem Ort festgestellt.

In der Praxis ist der Bau zweier oder mehrerer Anlagen bisher die Ausnahme. Es fehlen behördliche Instrumente, um dieser Forderung Nachdruck zu verleihen. Häufig sind es Forschungsprojekte oder Fördermaßnahmen, die den Bau mehrerer FAA erlauben. In Gesetzeswerken wie der EU-Wasserrahmenrichtlinie, dem Wasserhaushaltsgesetz oder dem Erneuerbare-Energien-Gesetz fehlen konkrete Vorgaben für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit, obwohl sie in allen Texten eine wichtige Forderung ist. Im behördlichen Vollzug wird meist nur der Bau einer FAA gefordert. An welcher Stelle diese dann errichtet wird, ist häufig auch von finanziellen, geografischen oder Eigentumsverhältnissen bestimmt. Es besteht sicher Diskussionsbedarf, ob bspw. an Kleinstwasserkraftanlagen in der Forellenregion der Bau mehrerer FAA gefordert werden muss. Prinzipiell müssen natürlich immer der Einzelstandort und die hydraulischen und strukturellen Gegebenheiten der jeweiligen Aufstiegspfade beachtet werden. Allgemein gilt jedoch, dass es mit steigender Gewässergröße und steigendem Einzugsgebiet immer wichtiger wird, die Durchgängigkeit so weitreichend wie möglich und an **allen** Wanderkorridoren herzustellen. An den Bundeswasserstraßen ist das Vorhandensein von mehreren FAA aufgrund der Größe der Gewässer selbst dann essentiell, wenn es keine Ausleitung gibt.

4.2 Kontrolle des Fischabstieges

4.2.1 Fischabstieg in den beiden Fischaufstiegsanlagen

Zeitgleich zur Kontrolle des Fischaufstieges wurde durch Nutzung von Doppelreusen auch der Fischabstieg durch den Borstenfischpass und den Schlitzpass untersucht. Die weiteren möglichen Abwanderrichtungen wurden stichprobenartig einmal im Monat untersucht (siehe Kap. 4.2.2).

In Tab. 11 sind die Ergebnisse für den Fischabstieg über die beiden Pässe zusammengefasst.

Tab. 11: Zusammenfassung der Parameter für den Fischabstieg durch die Fischpässe am Standort Döbritschen

| Parameter | Borstenfischpass | | Schlitzpass | |
|-----------------------------|---|---|--|---|
| | Herbst 2009 | Frühjahr 2010 | Herbst 2009 | Frühjahr 2010 |
| Anzahl Fische gesamt [n] | 46 | 94 | 36 | 265 |
| Maximale Anzahl pro Tag [n] | 8 | 12 | 4 | 15 |
| Anzahl Arten [n] | 6 | 11 | 9 | 12 |
| Dominante Arten [%] | Döbel 39,1 Gründling 34,8 Stichling 15,2 Barbe/Hasel 4,3 | Döbel 24,5 Gründling 23,4 Plötze 17,0 Elritze 12,8 | Stichling 41,7 Döbel 22,2 Barbe/Rotfeder 8,3 Gründling/Plötze 5,6 | Döbel 44,5 Plötze 16,6 Barbe 9,4 Elritze 6,0 |

Im Herbst 2009 stiegen durch beide Pässe relativ wenige Individuen ab. Der Borstenfischpass wurde etwas häufiger genutzt als der Schlitzpass. Im letztgenannten war eine höhere Artenanzahl festzustellen, darunter in Einzelexemplaren Bachneunauge und Wels. Der maximale Abstieg pro Tag war mit 8 Tieren im Borstenfischpass zu verzeichnen. Während im Schlitzpass der Dreistachelige Stichling dominierte, waren die meisten abwandernden Fische im Borstenfischpass Döbel (Abb. 22a). Insbesondere im Borstenfischpass ist der Abstieg im Herbst eher Ausdruck kleinräumiger Bewegungen im Lebensraum der Tiere als der einer gerichteten Migration. Die Größenverteilung im Herbst ist aus Abb. 22b ersichtlich. Es konnten keine Unterschiede zwischen Borstenfischpass und Schlitzpass in der Größenverteilung festgestellt werden. Die meisten Fische waren junge Döbel und Gründlinge.

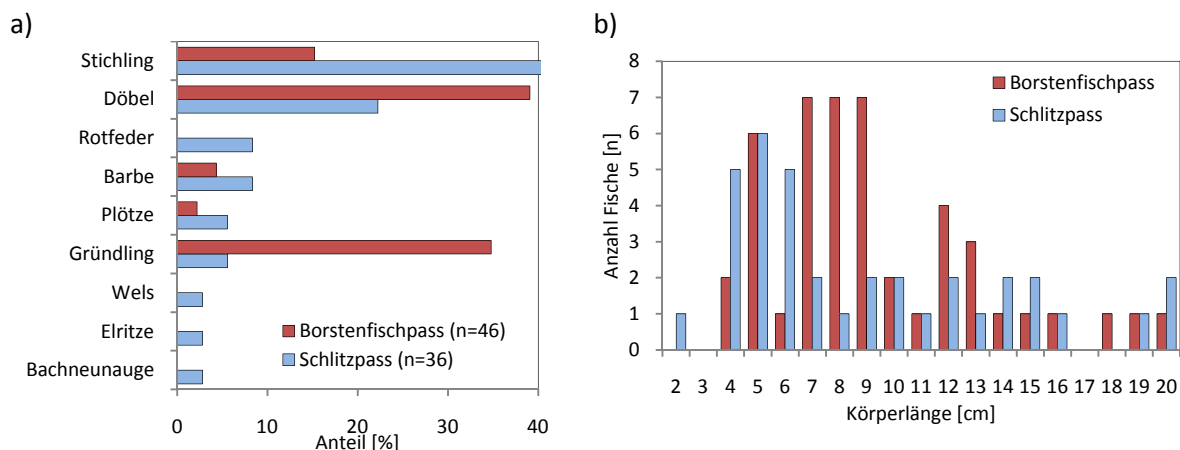


Abb. 22: in den Fischpässen im Herbst 2009 abgestiegene Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung

Im Frühjahr waren mehr Fische in den Fischpässen abgestiegen, wobei der Schlitzpass deutlich bevorzugt wurde. In beiden Anlagen waren am häufigsten Jungfische des Döbels zu finden (Abb. 23a). Im Borstenfischpass wanderten zudem häufiger Gründlinge ab. Bemerkenswert war der Abstieg junger Barben im Schlitzpass. Deutlich zeigte sich beim Schlitzpass die Ausweichfunktion vor dem Rechen. Hier fanden mehrere Fische, die den Rechen aufgrund ihrer Körpergröße nicht passieren konnten, den Weg flussab (Abb. 23b). Allerdings waren im Schlitzpass auch viele Jungfische, die den Rechen hätten passieren können, abgestiegen. Durch die sehr rechennahe Lage des Schlitzpasses ist diese Funktion für den Abstieg gegeben.

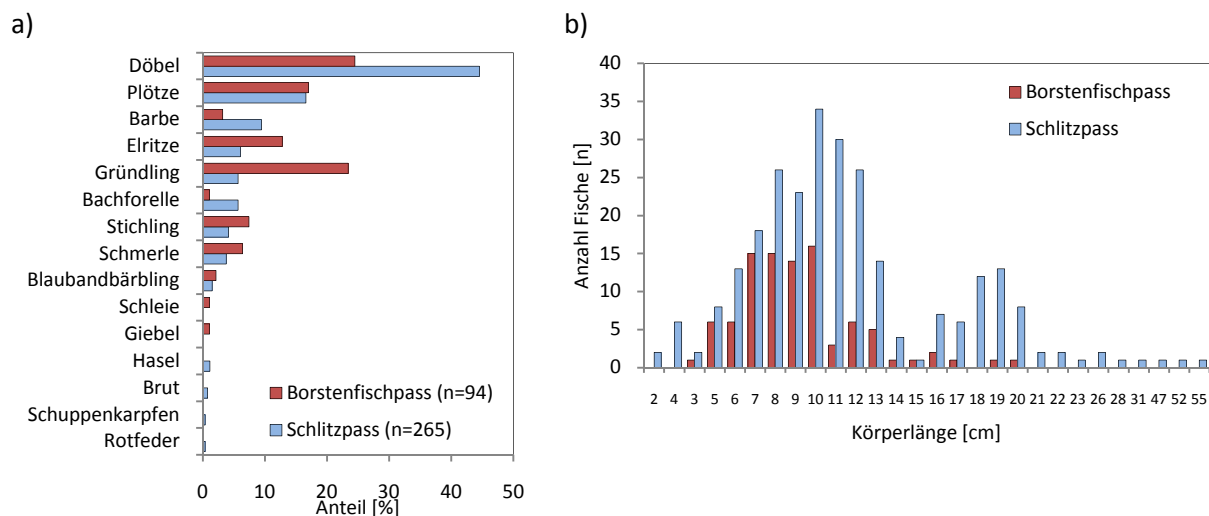


Abb. 23: in den Fischpässen im Frühjahr 2010 abgestiegene Fische: a) Artenverteilung, b) Größenverteilung

Die Dynamik des Abstieges im Herbst lässt geringe Abhängigkeiten von der Wassertemperatur erkennen. Bei Temperaturen unter 10 °C war kaum noch ein Fischabstieg über die FAA zu verzeichnen, auch nicht bei gesteigertem Abfluss. Im Frühjahr konnte besonders zu Beginn der Untersuchungen im April eine gesteigerte Abstiegstätigkeit in den Anlagen festgestellt werden, die analog dem Fischeaufstieg offenbar durch Temperaturanstieg ausgelöst wurde (Abb. 24). Ab einem Durchfluss von 25 m³/s schien die Abstiegstätigkeit stark abzunehmen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit fand jedoch unter diesen Bedingungen ein großer Teil des Abstiegs über die nunmehr vermehrt geöffneten Wehrfelder statt. Dies belegt auch die kurzzeitige Steigerung der Fänge in den FAA bei einem kurzen Absinken des Abflusses Ende Juni.

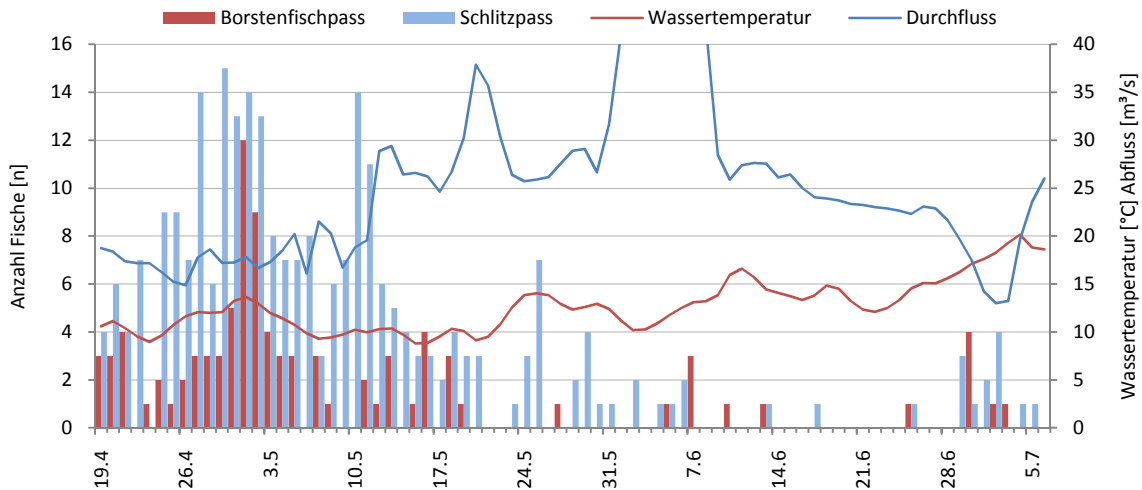


Abb. 24: Dynamik des Fischabstieges in beiden Fischpässen im Frühjahr 2010

4.2.2 Fischabstieg am gesamten Standort

Während der Reusenkontrollzeiten im Herbst und im Frühjahr wurden monatlich viertägige stichprobenartige Untersuchungen des Fischabstieges im gesamten WKA-Bereich durchgeführt. Es war immer eine insgesamt 60-stündige Fangperiode gegeben. Die dabei gefangenen Fischzahlen wurden getrennt nach Abwanderrichtung aufsummiert und monatsweise ausgewertet. Nicht berücksichtigt wurden kranke (z. B. verpilzte) Exemplare, die vor allem im Frühjahr häufig auftraten. Bei diesen Tieren muss davon ausgegangen werden, dass sie aufgrund ihres Gesundheitszustandes nicht mehr in der Lage waren, die Richtung des Abstieges zu wählen. Für die monatliche Auswertung wurden aus den Werten der Wassertemperatur und des Abflusses Mittelwerte gebildet. Die Fangzahlen in den einzelnen Monaten schwankten zum Teil sehr stark. So waren im Oktober 2009 insgesamt nur 36 (gesunde) Fische erfasst worden. Die maximale Fischzahl wurde im April 2010 mit 354 Tieren erreicht. Diese Zahlen entsprechen in der Größenordnung ungefähr denen, die in den entsprechenden Monaten während der Abstiegsuntersuchungen 2003/2004 erfasst wurden [SS07]. Allerdings waren die Fangzahlen im Juni 2004 deutlich höher (995 Tiere).

Für die Einschätzung der Wanderungsrichtung wurden die Daten aller Monate aufsummiert. Dabei zeigte sich, dass nach wie vor die meisten Fische den Weg durch die Turbinen wählten (66 %) (Abb. 25). Ein relativ hoher Anteil der Fische wanderte jedoch auch über das Wehr ab (24 %). Je 4 % der absteigenden Fische wählten den Weg durch den Schlitzpass bzw. den bodennahen Abstiegsbypass. 2 % der absteigenden Fische waren im Borstenfischpass gefangen worden.

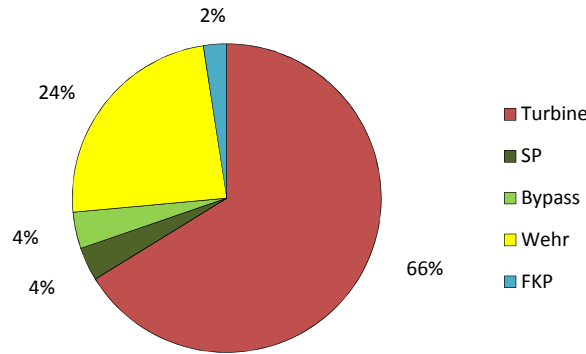


Abb. 25: Aufsummierter Anteil der Fischabwanderung über die verschiedenen Abstiegsrichtungen am Standort WKA Döbritschen

Die prozentuale Verteilung auf die Abwanderrichtungen pro Monat zeigt Abb. 26. Es wird deutlich, dass die Schwankungsbreite bei der anteiligen Wanderung durch die Turbinen oder über das Wehr nicht sehr groß ist. Der Anteil der Turbinenabwanderung schwankte zwischen 47 % (Oktober 09) und 68 % (April 10). Der Schlitzpass erreichte statistisch seine höchste Wirksamkeit im Oktober 09 (5,7 %), allerdings waren zu diesem Zeitpunkt insgesamt sehr wenige Fische gefangen worden, so dass dieses Ergebnis mit Unsicherheiten behaftet ist. Der bodennahe Abstiegsbypass schwankte in seiner Wirksamkeit zwischen 2,5 % (April 10) und 11,1 % (Okt. 09). Diese Ergebnisse sind auch Ausdruck der unterschiedlichen Fangmengen pro Monat. Die Größenordnung der Fischableitung durch den Bypass entspricht ungefähr den Ergebnissen der Versuche 2005, dargestellt in Abb. 27. Hier waren Effizienzen von 3,2 % bis 50 % festgestellt worden. Allgemein kann festgestellt werden, dass bei erhöhtem Fischauftreten der Anteil der durch den Bypass abwandernden Fische zurückgeht.

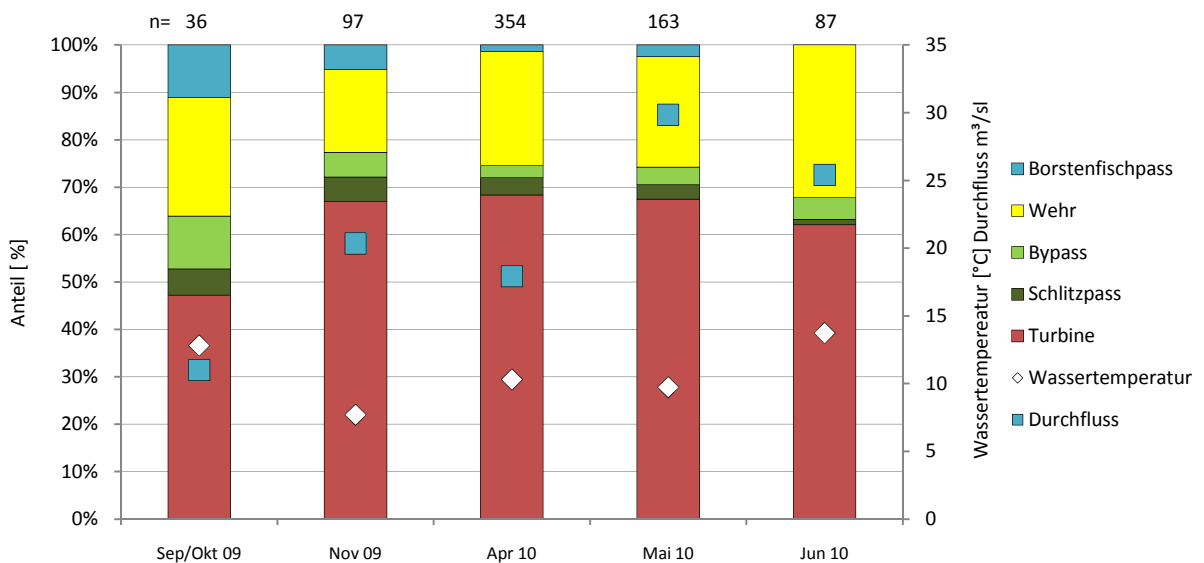


Abb. 26: monatliche Verteilung der Abwanderrichtungen sowie Wassertemperatur- und Durchflussmittelwerte pro 60 h - Untersuchungsintervall 2009/2010

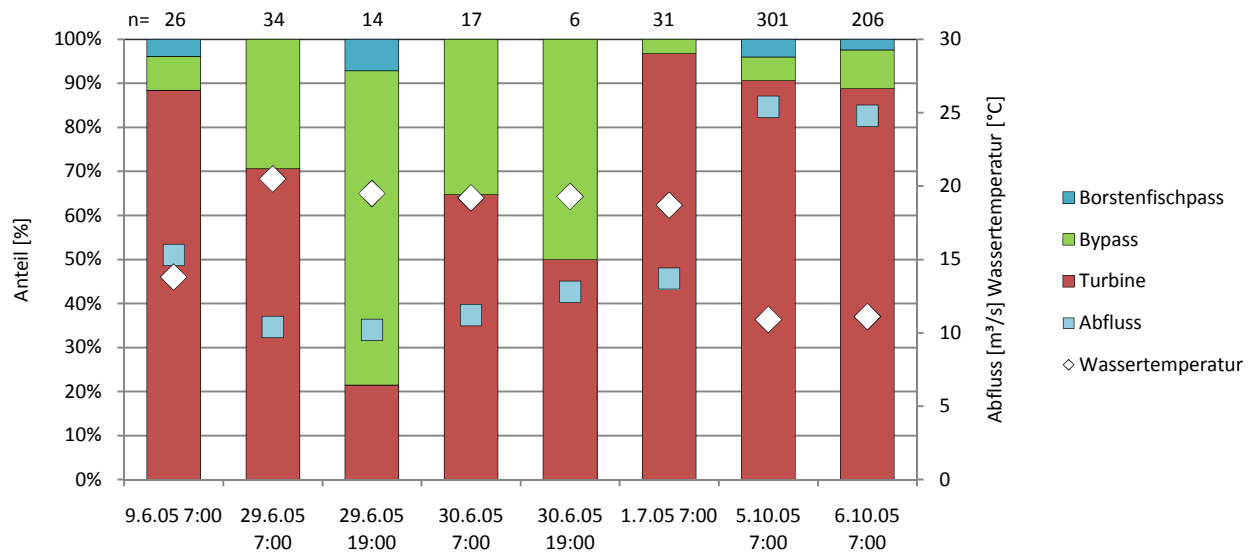


Abb. 27: Verteilung der Abwanderrichtungen sowie Wassertemperatur- und Durchflussmittelwerte pro 12 h - Untersuchungsintervall 2005 (Abb. verändert nach [SS07])

Sehr interessant waren die Ergebnisse des Fischabstieges über das Wehr. 2005 wurde das rechte geöffnete Wehrfeld ebenfalls beprobt, jedoch konnte hier kein einziger absteigender Fisch erfasst werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit war dies auf den „Öffnungsmodus“ zurückzuführen. Vom aus mehreren Brettern bestehenden Aufsatz war nur das oberste Brett auf einer Breite von 2 Wehrfeldern entfernt worden, so dass sich ein Überfall über die unteren Bretter ergab (Foto 16). Dieser wurde offenbar von den Fischen gemieden, evtl. auch aufgrund der Geräusentwicklung (Rüter mdl.). 2009/2010 wurden auf der Breite nur eines Wehrfeldes alle Bretter bis zur Betonoberkante entfernt (Foto 11). Die so erreichte sohlengleiche Anordnung des Abwanderweges (Foto 58) wurde von absteigenden Fischen deutlich besser angenommen. Die einfache und kostenneutrale Veränderung der Betriebsweise erbrachte demnach einen großen Effekt für den Fischabstieg. Ab einem Durchfluss von ca. 22 m³/s werden weitere Wehrfelder geöffnet (Foto 52). Diese Wasserströme können methodisch aufgrund der erhöhten Wassermenge und des steinigen Unterwasserbereiches nicht beprobt werden. Es ist jedoch sehr naheliegend, dass mit steigender Öffnungsbreite des Wehres der Anteil hier absteigender Fische stark zunimmt. In den Monaten November, Mai und Juni waren während der Kontrollen zusätzliche Wehrfelder geöffnet. Es ist davon auszugehen, dass der mit der Reuse erfasste Anteil des Abstieges nur einen Bruchteil der tatsächlich über das Wehr abwandernden Fische ausmachte. Diesen Schluss ließen bereits die Ergebnisse der täglichen Kontrollen der Fischpässe vermuten.

Die über die einzelnen Abstiegsrichtungen abwandernden Fische unterschieden sich deutlich in ihrer Größenzusammensetzung. Abb. 28 zeigt den Median der Größenverteilung aufsummiert aus allen über die jeweilige Richtung abgestiegenen Fische. Die genaue Größenverteilung pro

Abwanderrichtung ist in Abb. 29 dargestellt. Die kleinsten absteigenden Fische waren beim Weg über das Wehr erfasst worden (Median 5 cm), während über den Bypass die größten Fische abwanderten (Median 14 cm). Hier und auch im Schlitzpass konnten Exemplare gefangen werden, die aufgrund ihrer Größe den Rechen nicht passieren konnten und durch die Anordnung der Pässe eine Abstiegsmöglichkeit bekamen. Dies wurde auch bei den täglichen Reusenkontrollen in den Fischpässen deutlich. Die beiden rechennahen Abstiegswege werden aber auch von Tieren genutzt, denen eine Passage durch den Rechen möglich wäre, ein aktives Aufsuchen der Abwanderwege auch durch kleine Fische ist demnach sehr wahrscheinlich. Im Schlitzpass fanden sich bei Betrachtung nur der stichprobenartigen Kontrollen Fische, die etwas kleiner waren, als die durch den Rechen abgewanderten (Schlitzpass Median 7,5 cm; Turbine Median 9 cm). Allerdings ist die Datenmenge der stichprobenartigen Kontrollen im Schlitzpass sehr gering. Bei Einbeziehung der durch die tägliche Kontrolle gewonnenen Daten liegt der Median der Größenverteilung der durch den Schlitzpass abgewanderten Fische deutlich höher bei 11 cm. Dies bestätigt die Wirksamkeit der Ableitung auch größerer Fische.

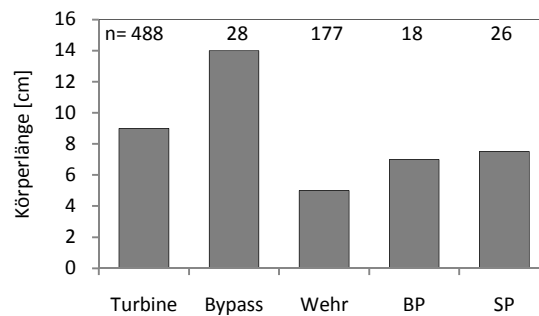
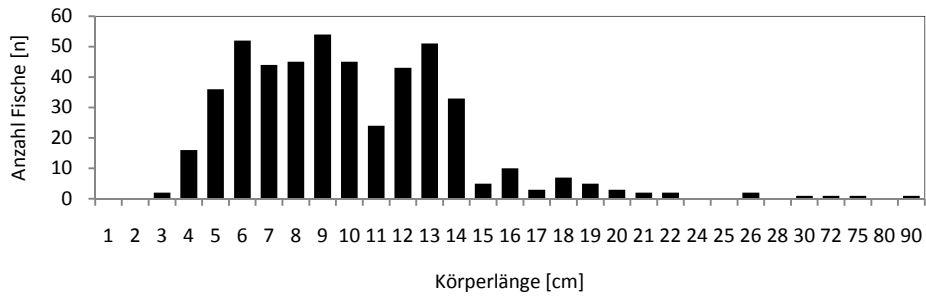
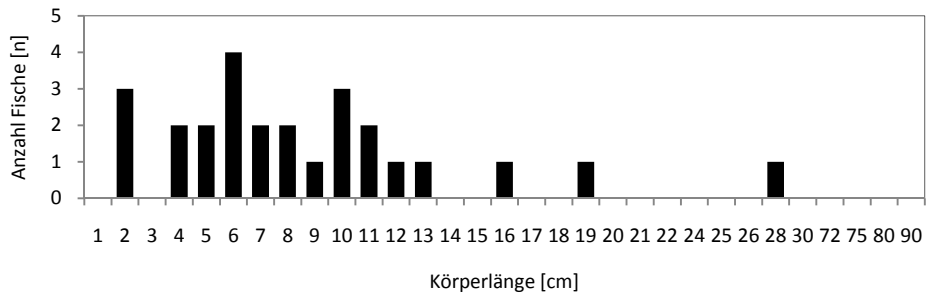


Abb. 28: Median der Körperlänge aller abgewanderten Fische getrennt nach Abstiegsrichtung

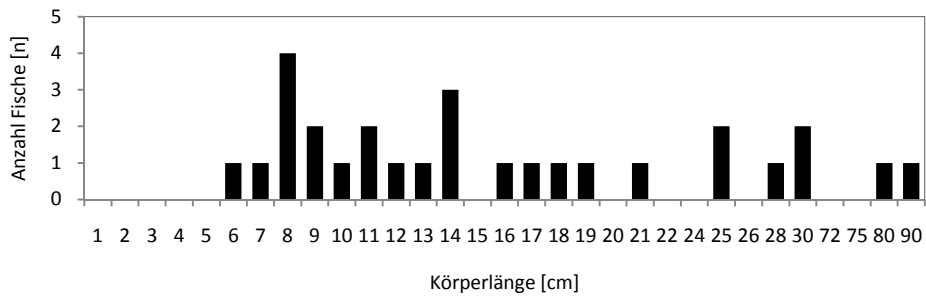
a) Turbine (n=488)



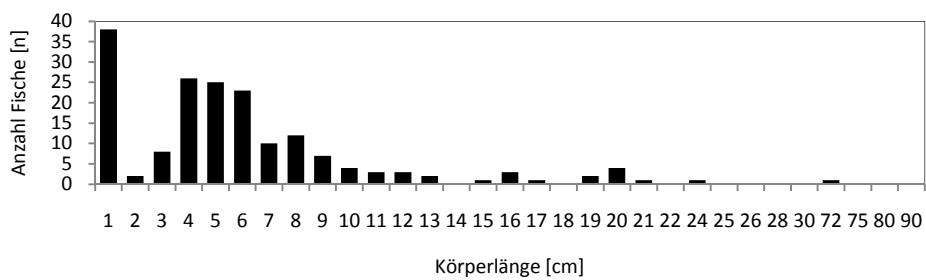
b) Schlitzpass (n=26)



c) Bypass (n=28)



d) Wehr (n=177)



e) Borstenfischpass (n=18)

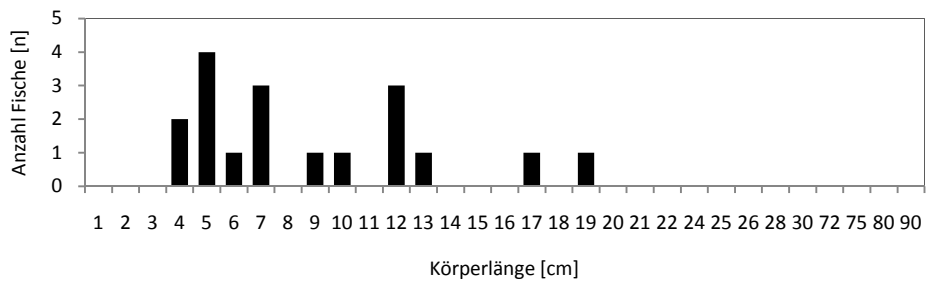


Abb. 29: Größenverteilung aller erfassten Fische getrennt nach Abwanderrichtung

Der Schlitzpass konnte die durchschnittliche Ableitwirkung des rechennahen Abstieges auf ca. 8 % steigern. Diese Werte sind jedoch nicht als abschließend zu betrachten, da während der Untersuchungsperioden oft ungünstige Untersuchungsbedingungen herrschten (geringe Abstiegsaktivität, hoher Abfluss). Die Wirksamkeit von Bypass und Schlitzpass wird in weiterführenden Untersuchungen einer genaueren Analyse unterzogen (siehe unten).

Die Artenverteilung innerhalb der verschiedenen Abstiegsmöglichkeiten stellt sich als sehr unterschiedlich dar. Die höchste Artenzahl wurde mit 23 Arten beim Abstieg durch die Turbinen erfasst. Über das Wehr konnten 13 Fischarten erfolgreich absteigen, die geringste Artenzahl fand sich im Borstenfischpass. Die jeweils dominanten Arten sind in Tab. 12 zusammengestellt.

Tab. 12: Artenzusammensetzung bei der Abwanderung im Bereich der WKA Döbritschen, Angaben in [%]

| Turbine | Wehr | Bypass | Schlitzpass | Borstenfischpass |
|--|--|--|--|---|
| N=488 | N=177 | N=28 | N=26 | N=18 |
| 23 Arten | 13 Arten | 8 Arten | 10 Arten | 6 Arten |
| Gründling 41,8 Stichling 14,8 Barbe 7,8 Blaubandbärbling 6,6 Döbel 6,6 | Brut (indet.) 21,5 Schmerle 12,4 Gründling 11,3 Blaubandbärbling 9,6 Stichling 9,6 Döbel 6,8 Elritze 6,8 | Bachforelle 32,1 Gründling 21,4 Barbe 17,9 Aal 10,7 | Stichling 26,9 Plötze 19,2 Blaubandbärbling 15,4 | Stichling 44,4 Gründling 27,8 Blaubandbärbling 11,1 |

Im Abstieg über die Turbinen dominierten Gründling und Stichling. Beim Abstieg über das Wehr konnte ein Teil der Fische aufgrund ihrer geringen Körpergröße nicht identifiziert werden, meist handelte es sich um Cypriniden. Bemerkenswert war hier der gehäufte Fang von Schmerlen, die überwiegend über das Wehr abstiegen. Dies entspricht den 2001 beobachteten Verhältnissen am Wehr Jägersdorf, wo ebenfalls der Großteil der abwandernden Schmerlen den Weg über das Schlauchwehr wählte [Sch02].

Im bodennahen Bypass dominierte überraschenderweise die Bachforelle, obwohl Salmoniden die oberflächennahe Abwanderung bevorzugen sollen [ATV04]. Die Ergebnisse des Schlitzpasses und des Borstenfischpasses ähneln sich. Überall war der allochthone Blaubandbärbling im Abstieg gefunden worden. Von dieser Art wurden bereits im zeitigen Frühjahr sehr junge Tiere gefunden.

Häufig werden bei Abstiegsuntersuchungen der Aal und Salmoniden als Zielarten betrachtet. Beide kamen in Döbritschen im Abstieg nur in geringer Zahl vor, dennoch soll an dieser Stelle etwas näher auf diese Arten eingegangen werden (Abb. 30).

Insgesamt wurden 7 Aale im Abstieg erfasst. Vier dieser Tiere waren absteigende Blankaale mit einer Größe über 70 cm. Zwei Blankaale wählten den Weg durch den Bypass und je einer über die Turbine und das Wehr. Alle Tiere, auch die durch die Turbinen abgewanderten, waren unverletzt. Obwohl der bodennahe Bypass einen Sog von ca. 3 m/s aufweist, stiegen die Tiere hier ab. Nach Angaben

mehrerer Autoren meiden Aale starken Sog [Göh04] [HH09], offenbar gibt es jedoch Bedingungen, unter denen auch höhere Fließgeschwindigkeiten angenommen werden. Bei höheren Durchflüssen, bei denen das Wehr zunehmend geöffnet wird, steigt vermutlich der Hauptteil der Aale über diesen Weg ab.

Die absteigenden Bachforellen wählten überwiegend den Weg über den Bypass, obwohl die Öffnung bodennah angeordnet ist. 9 Tiere wurden hier erfasst, von denen das längste 28 cm maß. 2 größere Tiere stiegen im Untersuchungszeitraum (Stichproben) über den Schlitzpass ab. Im gesamten Reusenkontrollzeitraum waren es hier 15 Tiere mit einer durchschnittlichen Länge von 19,5 cm. Durch die Turbine stiegen 5 Tiere mit einer durchschnittlichen Länge von 15,6 cm ab. Es ist zu beachten, dass Bachforellen bis zu einer Länge von ca. 22 cm durch den Rechen hätten gelangen können. Hier ist von einer aktiven Wahl der Abstiegsrichtung auszugehen.

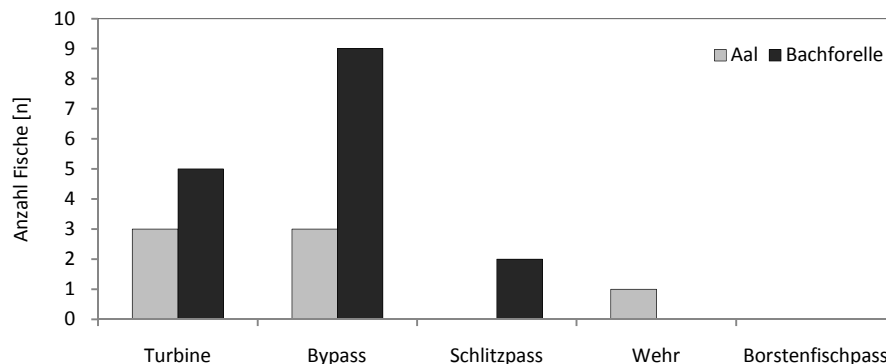


Abb. 30: Abwanderrichtung aller erfassten Aale und Bachforellen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass durch das Anbieten einer weiteren Abstiegsmöglichkeit durch den Schlitzpass und die geänderte Betriebsweise bei Abgabe des Restwassers über das Wehr eine deutliche Verbesserung des gefahrlosen Fischabstieges am Standort erreicht werden konnte. Die Erwartungen, dass der Schlitzpass in Zusammenhang mit dem Bypass größere Mengen an Fischen ableitet, hatten sich allerdings nicht im erwarteten Umfang erfüllt. Allerdings wanderten im Untersuchungszeitraum durchschnittlich nur noch ca. 66 % der Tiere durch den Rechen und somit durch die Turbine. Bei den Untersuchungen 2005 waren bei vergleichbarem Fischaufkommen und Durchfluss mit Betrieb des Bypasses durchschnittlich 86 % der Tiere durch die Turbine abgestiegen.

Insbesondere der Bypass erfüllt noch nicht die an ihn gestellten Erwartungen. Daher werden aktuell durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt weiterführende Untersuchungen am Bypass durchgeführt (Az. 26632-24/0). Zum bodennahen Abstiegsloch kommt eine Öffnung in mittlerer Wassertiefe hinzu. Durch eine Veränderung der Rohrlänge kann die Fließgeschwindigkeit variiert

werden. Die Wahl der Wasserschichten und die damit verbundene Effizienz des Abstieges wird über einen Zeitraum von insgesamt 12 Monaten mit Hilfe der stichprobenartigen Kontrollen analysiert. Es soll zudem versucht werden, das Verhalten von Fischen vor dem Rechen und vor der Bypassöffnung unter Naturbedingungen zu filmen. Ziel des weiterführenden Projektes ist die Untersuchung der Wirksamkeit von Bypässen in unterschiedlichen Wassertiefen. Die hier gewählte Anordnung wäre auch an anderen Anlagen nachrüstbar und könnte somit gut übertragbar sein.

4.3 Öffentlichkeitsarbeit

Zwischenergebnisse des Projektes wurden bisher auf 3 Tagungen vorgestellt. Eine Zusammenfassung des ersten Projektteiles wurde auf der OTTI-Tagung „11. Internationales Anwenderforum Kleinwasserkraft“ am 25./26.9.2009 in Luzern vorgestellt. Die Ergebnisse der Herbstkontrollen konnten auf der Tagung „Fischartenschutz & Gewässerökologie“ am 19./20.3.2010 in Jena präsentiert werden. Wiederum beim „13. Internationales Anwenderforum Kleinwasserkraft“ des OTTI-Vereins am 23./24.9.2010 in Kempten wurden die Gesamtergebnisse des Projektes erläutert. Das Interesse für die Untersuchungen war sehr groß. Es ist geplant, die Ergebnisse in einer Fachzeitschrift zu veröffentlichen (z. B. Wasserwirtschaft).

Am 23.4.2010 erfolgte die Ausstrahlung einer Sendung des mdr Thüringen-Journals, die sich mit den ökologischen und touristischen Aspekten des Wasserkraftanlagenstandortes beschäftigt (Foto 60).

Auch aufgrund der in den Schlitzpass eingebauten Sichtscheibe ist das Interesse der Bevölkerung am Schlitzpass in Döbritschen sehr groß. Durch die touristische Nutzung als Wasser- und Radwanderrastplatz ergibt sich eine hohe Außenwirkung. Während der Untersuchungsperioden waren sehr oft Kindergruppen am Rastplatz, denen die ökologischen Zusammenhänge und die Ziele der Untersuchungen sehr anschaulich näher gebracht werden konnten. In den Beobachtungsräumen der Sichtscheibe wurden zudem durch das Ingenieurbüro IPU Erfurt erstellte Informationsplakate integriert (Anhang 6).

5 Fazit

Der Bau des neuen Schlitzpasses am Turbinenkanal der Wasserkraftanlage Döbritschen war durch vorhergehende Untersuchungen, die belegten, dass nur ein Teil der Fische den am Wehr befindlichen Borstenfischpass passieren konnte, notwendig geworden. Die Kontrolle der Funktion des Schlitzpasses erfolgte zeitgleich mit dem 2005 errichteten Borstenfischpass am Wehr. Es konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Fischaufstieg: Der Schlitzpass wurde überwiegend von strömungsliebenden Fischarten wie Barbe, Gründling und Bachforelle genutzt. Dies entsprach den Erwartungen. Der am Wehr gelegene Borstenfischpass wurde demgegenüber von schwimmschwächeren und eurytopen Arten für den Aufstieg genutzt. Insgesamt stiegen ca. 25 % der Fische über den Turbinenkanal auf, darunter Arten, die sonst kaum oder gar nicht ins Mutterbett einschwimmen. Demgegenüber wird der Borstenfischpass von Arten genutzt, die selten in den Turbinenkanal einschwimmen (z. B. Elritzen). Eine Veränderung des Durchflussverhältnisses zugunsten des Mutterbettes zeigte, dass ab einem Abfluss von 10 m³/s über das Wehr das Mutterbett häufiger auch durch rheophile Fische aufgesucht wird. Die Leitströmungsverstärkung am Schlitzpass zeigte nicht die erwartete Wirkung. Auf den Fischaufstieg konnte kein Effekt festgestellt werden. Untersuchungen zur Durchwanderbarkeit des verdunkelten Abschnittes des Schlitzpasses stehen noch aus.
- Die Bewertung beider FAA-Standorte nach BWK-Standardmethode zeigt für beide Standorte getrennt eine mäßige Funktion. Bei Betrachtung des Gesamtstandortes wird aber eine gute Funktion für den Aufstieg erreicht. Die Untersuchungen belegen eindeutig die Notwendigkeit von zwei FAA an Ausleitungskraftwerken, auch bei kurzen Blindsträngen. Die oft geäußerte Meinung, eine FAA nur am Krafthaus sei für den Fischaufstieg eines Ausleitungsstandortes ausreichend, da sich alle Fische an der Strömung orientierten, kann durch die Ergebnisse nicht unterstützt werden. Turbinenkanäle sind oft strukturarm und schnell strömend, so dass bei Vorhandensein einer FAA nur an diesem Strang vielen schwimmschwächeren Fischen der Aufstieg verwehrt wird.
- Fischabstieg: Der neu errichtete Schlitzpass wird aufgrund seiner rechennahen Lage in stärkerem Maße als der Borstenfischpass für den Fischabstieg benutzt. Seine Effektivität ist der des bodennahen Bypassrohres vergleichbar. Durch eine veränderte Restwasserabgabe über das Wehr und den Bau des Schlitzpasses konnte der Anteil der Fische, die durch die Turbinen absteigen, von 86 % auf 66 % gesenkt werden. Der Schlitzpass wird dabei sowohl von Fischen genutzt, die aufgrund ihrer Größe den Rechen nicht passieren können, als auch von Tieren, denen die Körpergröße eine Passage erlauben würde. Dies belegt das aktive Aufsuchen alternativer Abwanderwege auch durch Klein- und Jungfische. Eine wichtige Rolle

für den Fischabstieg hat das Wehr, obwohl die jeweiligen Anteile aus methodischen Gründen nicht immer quantifiziert werden konnten. Es stellte sich heraus, dass ab einem Abfluss von ca. 25 m³/s (bei deutlicher Überströmung des Wehres) die Fänge in beiden FAA deutlich nachließen, was auf die verstärkte Abwanderung über das Wehr hindeutet. Die Ableitungsergebnisse des Bypasssystems waren denen der Untersuchungen 2005 vergleichbar und stellen noch nicht das Optimum dar. Von absteigenden Bachforellen wurde der Bypass bevorzugt gewählt. Derzeit laufen Untersuchungen, die eine optimierte Funktion des Bypasses anstreben (Foto 59).

- Die Ergebnisse insbesondere des Fischaufstieges und seiner Aufteilung auf zwei unterschiedliche Wanderwege sind auf andere Standorte übertragbar, da sie nicht durch örtliche Besonderheiten, sondern überwiegend durch generelle Verhaltensweisen der Fische hervorgerufen wurden. Auch die Wirksamkeit einer rechennahen Fischaufstiegsanlage lässt sich auf Standorte mit ähnlicher Rechen- und Fischpass-Anordnung übertragen.

6 Literatur

- [ATV04] ATV-DVWK (2004): *Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle*.
- [Bay88] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg.] (1988): *Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen)*; - Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 2/88, München
- [Bay96] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg.] (1996): *Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna*; - Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 4. München
- [BKW06] BWK (2006): *Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen*. - BWK-Fachinformation 1/2006
- [BMU09] Kurzüberblick zur Wasserkraftnutzung in Deutschland, 2 S., www.erneuerbare-energien.de
- [DVW96] DVWK (1996): *Merkblätter 232. Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle*. Bonn
- [DVW99] DVWK (1999): *Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugel-Methode und Habitat-Prognose-Modell. Schriftenreihe des Deutschen Verbands für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK), Heft 123*.
- [DWA10] DWA (2010): *Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke: Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, Merkblatt DWA-M 509 **Gelbdruck***
- [EHM88] ELLIOT, M; HUMPECH, U. H.; MACAN, T. T. (1988): *Larvae of the British Ephemeroptera: A key with Ecological Notes*. - Freshwater biological association scientific publication No. 49
- [Els01] ELSER, P. (2001): *Untersuchungen zur Besiedlungsdynamik benthischer Evertebraten in einem Fließgewässer unter dem Einfluss experimenteller Störungen*. - Dissertation an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
- [Flo05] Ingenieurbüro Floecksmühle (2005): *Handbuch Querbauwerke*
- [Göh04] GÖHL, C (2004): *Bypasseinrichtung zum Abstieg von Aalen an Wasserkraftanlagen*. – Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 98.
- [HH09] HASSINGER, R.; HÜBNER, D. (2009): *Entwicklung eines neuartigen Aal-Abstiegssystems mithilfe von Laborversuchen*. - Korresp. Wasserwirtsch. Jg. 2, Nr. 5 (DWA)
- [Hol99] HOLZNER, M. (1999): *Untersuchung zur Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich, dargestellt am Kraftwerk Dettelbach a. Main / Unterfranken*. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern e. V. München, Heft 1.
- [JHM03] JUNGWIRTH, M.; HAIDVOGL, O.; MOOG, O.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. (2003): *Angewandte Fischökologie an Fließgewässern*, - Facultas-Verlag 547 S.

- [LAW01] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) [HRSG.] (2001): *Empfehlung zur Ermittlung von Mindestwasserabflüssen in Ausleitungstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug*. Schwerin.
- [LR06] LECOUR, C; RATHKE, P.-C. (2006): *Abwanderung von Fischen im Bereich von Wasserkraftanlagen*. - Binnenfischerei in Niedersachsen Heft 8
- [Sch02] SCHMALZ, W. (2002): *Untersuchung der Möglichkeiten der Anwendung und Effektivität verschiedener akustischer Scheueinrichtungen zum Schutz der Fischfauna vor Turbinenschäden*. – Abschlussbericht zum DBU-geförderten Projekt, Az: 15864.
- [SCH08] SCHMALZ, M. (2008): *Modellprojekt „Lebendige Sprotte“, Erfolgskontrolle Fischaufstiegsanlagen*. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der Stadt Schmölln
- [SS07] SCHMALZ, W.; SCHMALZ, M. (2007): *Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen)*. - Abschlussbericht des DBU geförderten Projektes Az. 18364/01
- [Str94] STRESEMANN, E. (1994): *Exkursionsfauna von Deutschland Bd. 2/1 Wirbellose: Insekten 1. Teil*. – Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 8. Auflage
- [Wag08] WAGNER, F. (2008): *Erarbeitung von fischfaunistischen Referenzen für alle Thüringer Fließgewässer 2008*. Dokumentation und Katalog
- [Wag09] WAGNER, F. (2009): *Temperaturregime der Saale unterhalb der Talsperren in Thüringen – Konsequenzen für die Fischfauna? – Artenschutzreport, Heft 24/2009*. S. 12 – 17
- [WG97] WARINGER, J; GRAF, W. (1997): *Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven*. - Facultas Universitätsverlag Wien.
- [UB06] U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR; BUREAU OF RECLAMATION (2006): *Fish Protection at Water Diversions, A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities; Water Resources technical publication, 480 S.*

7 Danksagung

Ich möchte mich bei folgenden Personen bedanken:

- Bei Herrn Hans-Ullrich Graf, dem Betreiber der Wasserkraftanlage, für seine Bereitschaft, die aufwändigen Untersuchungen durchführen zu lassen.
- Bei Herrn Achim Lobenstein, der die WKA betreut und rund um die Uhr bei Problemen zur Verfügung stand.
- Beim Team des Hydrolabor Schleusingen, Herrn Jens Sauerwein, Herrn Christian Kohout und Herrn Wolfgang Härtel, die sich um die technischen Probleme kümmerten und mich tatkräftig bei den Abstiegskontrollen unterstützten, auch bei Zeltübernachtung, 5 °C und strömendem Regen.
- Bei Herrn Norman Schleitzer für seinen unglaublichen Sachverstand für die Fischereitechnik und seine besonnene Art bei allen anderen Problemen und Problemchen.
- Bei den Praktikanten und Diplomanden Hannah Schäfer, Claudia Hauthal, Andre Stockmann, Michael Schmelzer und Florian Knauer für die Hilfe bei den Abstiegsuntersuchungen, bei der Dateneingabe und –auswertung sowie dem Auslesen des Makrozoobenthos.
- Bei den Angelfreunden des Vereins Camburger Angelfreunde e. V. für die Durchführung der täglichen Reusenkontrollen und ihre Unterstützung der Elektrobefischungen.
- Bei den Betreibern des Rastplatzes Fam. Rothe für die Übernachtungsmöglichkeiten und die Nutzung der sanitären Anlagen.
- Bei meinem Mann für fachliche Diskussionen über Fische auch noch spät abends, seine Hinweise für die Details der Untersuchungen und sein Mut-Machen; und bei meiner ganzen Familie für ihre Unterstützung und ihr Verständnis.

Anhang 1: Schlitzpass

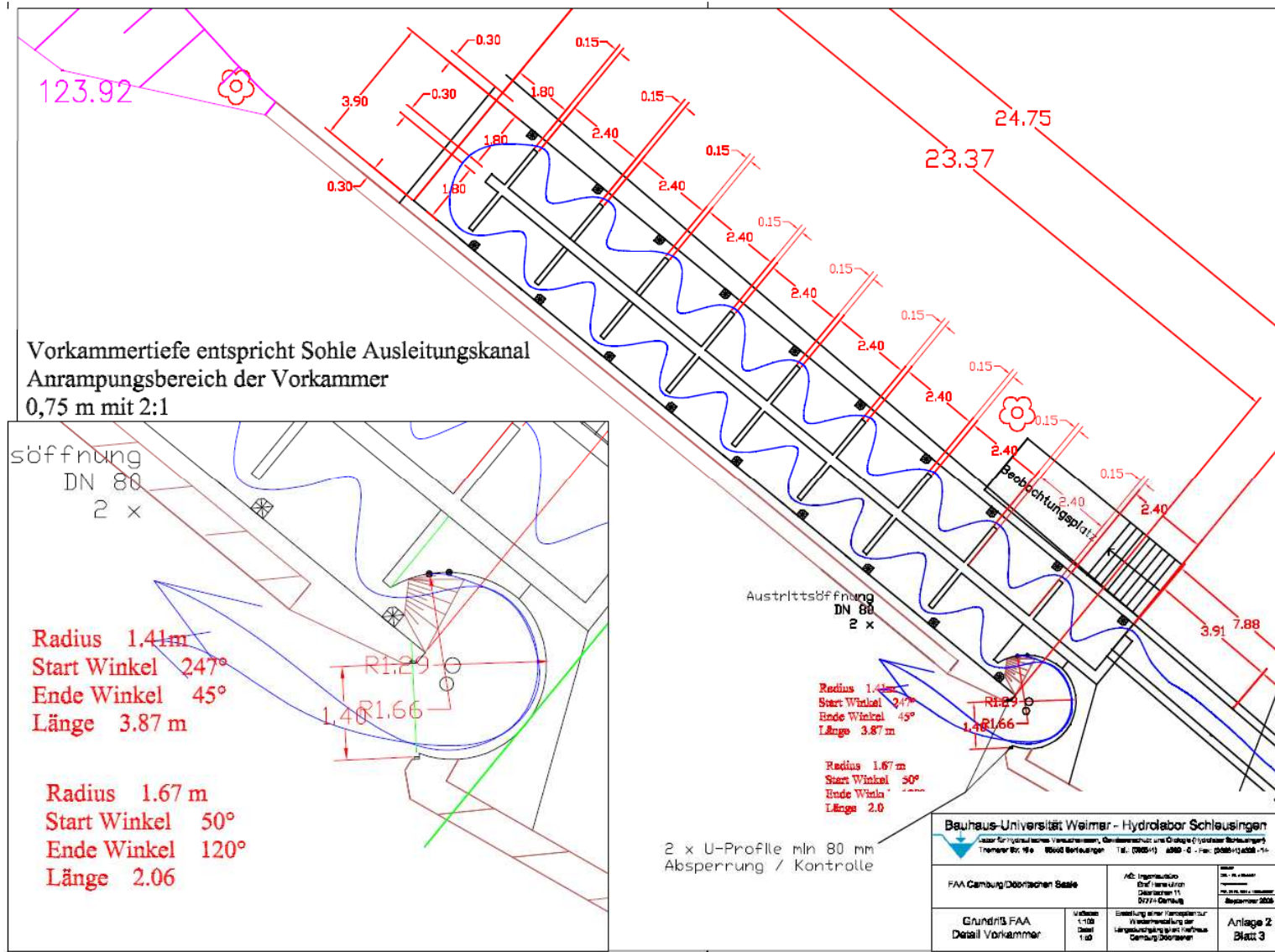


Abb. 32: Grundriss des Schlitzpasses mit Vorbecken

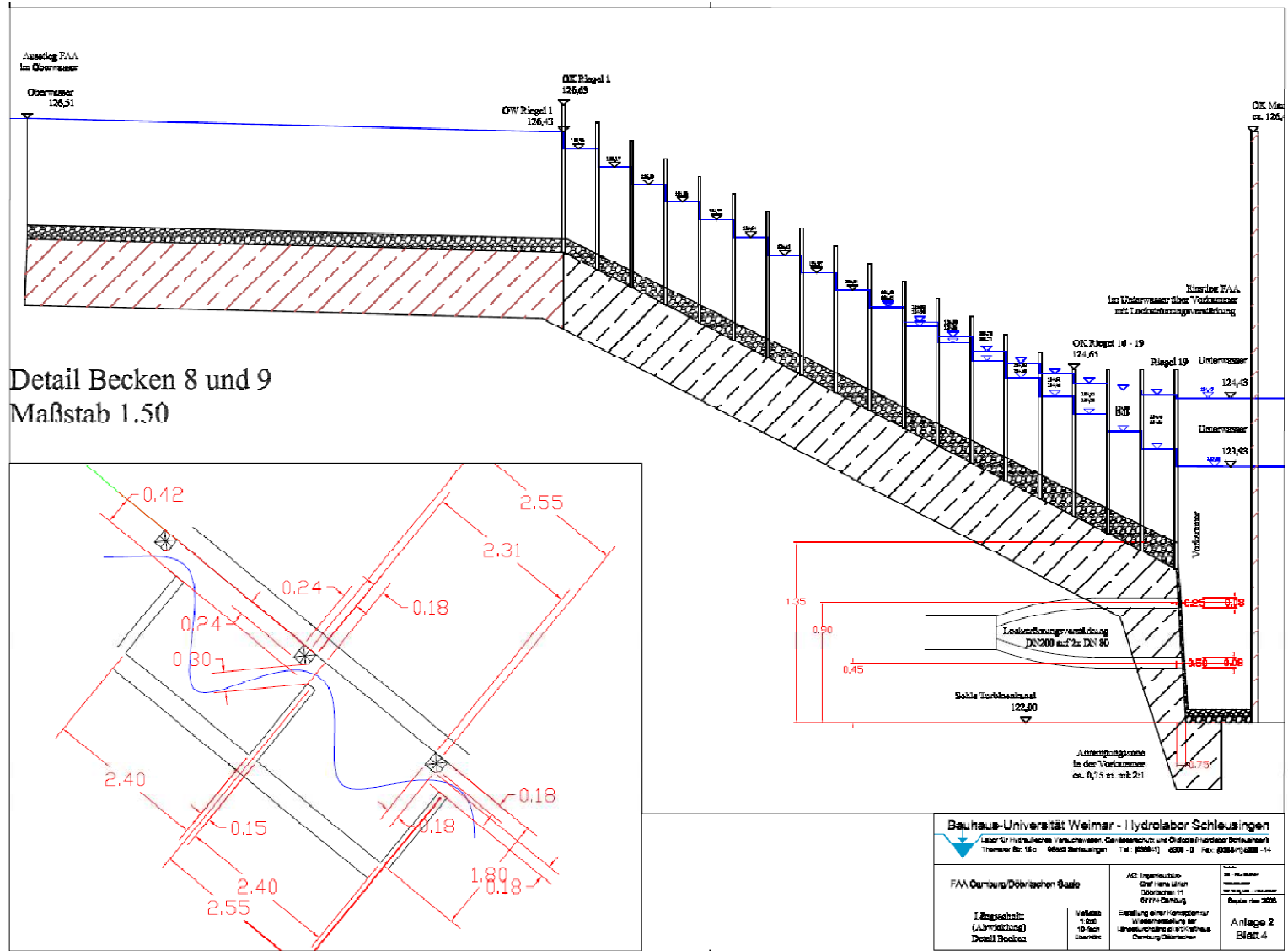


Abb. 33: Längsschnitt des Schlitzpasses mit Darstellung der Zuleitung der Leitströmungsverstärkung und der Wasserspiegellagen bei verschiedenen Unterwasserständen

Anhang 2: Bewertungsgrundlagen nach BWK-Methodenstandard

Die bewertungsrelevanten Arten werden nach folgenden Qualitätsmerkmalen eingeschätzt:

Artenselektivität: Kennzeichnet den Anteil der Arten, die nur im Unterwasser, nicht aber in der Reuse gefangen wurden.

Größenselektivität gegenüber kleinen Individuen: Differenz zwischen dem Mittelwert der Länge der 10 kleinsten im Unterwasser bzw. der Reuse gefangenen Tiere

Größenselektivität gegenüber großen Individuen: Differenz zwischen dem Mittelwert der Länge der 10 größten im Unterwasser bzw. der Reuse gefangenen Tiere

Normierte Aufstiegszahl: beschreibt die in der Kontrollreuse insgesamt gefangenen Tiere im Verhältnis zur Kontrolldauer und dem Mittelwasserabfluss des betreffenden Standortes. Hierbei wird ein Vergleich auch zwischen Gewässern unterschiedlicher Größe ermöglicht.

Akkumulation im Unterwasser: Hier werden mögliche Sackgasseneffekte durch die Elektrofischung erfasst.

Die 5 Qualitätsmerkmale werden wie folgt berechnet:

Artenselektivität

$$S = \left(1 - \frac{z_{uw/ow}}{z_{uw}}\right) * 100$$

S = Artenselektivität

$Z_{uw/ow}$ = Anzahl der bewertungsrelevanten Arten mit Nachweis sowohl bei Unterwasser-Befischung als auch bei der Reusenkontrolle

Z_{uw} = Anzahl der bewertungsrelevanten Arten mit Nachweis im Unterwasser

Größenselektivität gegenüber kleinen Individuen:

$$G_{min} = TL_{min, OW} - TL_{min, UW}$$

$TL_{min, OW}$ = mittlere Totallänge der 10 kleinsten bei der Reusenkontrolle nachgewiesenen bewertungsrelevanten Individuen

$TL_{min, UW}$ = mittlere Totallänge der 10 kleinsten bei der Unterwasserbefischung nachgewiesenen bewertungsrelevanten Individuen

Größenselektivität gegenüber großen Individuen:

$$G_{max} = TL_{max, OW} - TL_{max, UW}$$

$TL_{max, OW}$ = mittlere Totallänge der 10 größten bei der Reusenkontrolle nachgewiesenen bewertungsrelevanten Individuen

$TL_{max, UW}$ = mittlere Totallänge der 10 größten bei der Unterwasserbefischung nachgewiesenen bewertungsrelevanten Individuen

Normierte Aufstiegszahl

$$N = \frac{n}{d * MQ}$$

N = Normierte Aufstiegszahl

n = In der Kontrollreue nachgewiesene Individuen

D = Dauer der Kontrollphase (Tage)

MQ = Mittelwasserabfluss am Bezugspegel oder Standort

Diese Einzelparameter werden getrennt einer von 5 möglichen Qualitätsklassen zugeordnet (Tab. 13), wobei „sehr gut“ (A) einem Fließgewässer ohne Querbauwerk, also mit völlig ungehinderter Wandermöglichkeit und „schlecht“ (E) einem nahezu undurchgängigen Bauwerk entspricht. Jede Qualitätsklasse wird einem Zahlenwert zugeordnet. Der Mittelwert dieses Qualitätswertes wird als Funktionsindex bezeichnet und diesem wird wiederum eine Gesamt-Qualitätsklasse zugeordnet (Tab. 14). Die Gesamtbewertung darf aber maximal eine Klasse besser sein, als die Qualitätsklasse des am schlechtesten bewerteten Einzel-Qualitätsmerkmals. Da sich Spezialfälle ergeben können, ist auch eine Individualbewertung möglich, die aufgrund Expertenwissens evtl. zu anderen Einschätzungen kommt. Dies muss nachvollziehbar begründet werden.

Tab. 13: Ausprägung der Qualitätsmerkmale und –klassen nach [BWK06]

| Qualitätsmerkmal | Sehr gut A | Gut B | Mäßig C | unbefriedigend D | schlecht E |
|-----------------------------------|------------------|---|--|---|---|
| Artenselektivität | Kein Querbauwerk | < 10 | 10-20 | 20-13 | ≥ 30 |
| Größenselektivität kleine Ind. | | < 2,5 | 2,5-5 | 5,0-7,5 | ≥ 7,5 |
| Größenselektivität große Ind. | | > -5 | -5 - -10 | -10 - -15 | ≤ -15 |
| Normierte Aufstiegszahl | | > 2,5 | 2,5 – 0,6 | 0,6 – 0,1 | ≤ 0,1 |
| Akkumulation im Unterwasser | | Keine Akkumulation: aufgrund Beprobungs- methodik auszuschließen | Keine Akkumulationen: aufgrund Methodik nicht sicher aus- zuschließen | Akkumulationen im Unterwasser des Querbauwerkes <u>mit</u> FAA | Akkumulationen im Unterwasser des Querbauwerkes <u>ohne</u> FAA |
| Funktionswerte | | 4 | 3 | 2 | 1 |

Tab. 14: Einordnung in eine Qualitätsklasse nach Berechnung des Funktionsindex

| Qualitätsklasse | Funktionsindex |
|-----------------|------------------|
| Sehr gut | Kein Querbauwerk |
| Gut | 3,50 < F ≤ 4,00 |
| Mäßig | 2,50 < F ≤ 3,50 |
| Unbefriedigend | 1,50 < F ≤ 2,50 |
| Schlecht | 1,00 < F ≤ 1,50 |

**Anhang 3: Liste der Taxa der während der Besiedlungsexperimente erfassten
Makrozoobenthosorganismen**

| Taxon | 1. Wo | 2. Wo | 3. Wo | 4. Wo | 5. Wo | 6. Wo | 7. Wo | 8. Wo | Summe | Anteil | Strömungspräferenz |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| Nematoda | | | 1 | 1 | | | 2 | | | 0,1 | |
| Oligochaeta | | 1 | | | | | 11 | 2 | 14 | 0,3 | |
| Gastropoda | | | | | | | | | | | |
| <i>Potamopyrgus antipodarum</i> | 54 | 21 | 50 | 81 | 80 | 48 | 58 | 54 | 446 | 8,6 | in |
| Crustacea | | | | | | | | | | | |
| <i>Gammarus</i> Spec. | | 3 | 1 | 1 | | | 1 | | 6 | 0,1 | rp |
| Heteroptera | | | | | | 1 | 1 | 2 | 4 | 0,1 | |
| Ephemeroptera | | | | | | | | | | | |
| Baetidae | 42 | 43 | 44 | 50 | | 1 | 5 | 6 | 191 | 3,7 | |
| Baetis spec | 12 | 68 | 24 | 29 | 7 | | | 2 | 142 | 2,8 | rl |
| Heptageniidae | 2 | 9 | 9 | 8 | 1 | 1 | 5 | 29 | 64 | 1,2 | rp |
| Leptophlebiidae | | | | | 2 | 12 | | 22 | 36 | 0,7 | in |
| Caenidae | | | | | | | | 6 | 6 | 0,1 | in |
| Plecoptera | | 6 | | | | | | | 6 | 0,1 | |
| Leuctridae | 2 | | | | | | | | 2 | | |
| Coleoptera | | | | | | | | | | | |
| Gyrinidae | 21 | 52 | 42 | 55 | 20 | 10 | 16 | 29 | 245 | 4,7 | lr |
| <i>Limnius volckmari</i> (ad.) | | 1 | | | | | | | 1 | | rp |
| <i>Elmis</i> spec. | | | | | | | | 1 | 1 | | rp |
| Trichoptera | | | | | | | | | | | |
| <i>Hydropsyche</i> spec. | 157 | 192 | 68 | 43 | 2 | | 2 | 13 | 477 | 9,2 | rp |
| <i>Hydropsyche gutatta</i> | | 2 | 8 | 17 | 2 | | | 9 | 38 | 0,7 | rb |
| <i>Hydropsyche bulbifera</i> | | | | 9 | 11 | 1 | 1 | 14 | 36 | 0,7 | rp |
| <i>Hydropsyche instabilis</i> | | | 1 | | | | 2 | 3 | 6 | 0,1 | rb |
| <i>Hydropsyche incognita</i> | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 0,1 | |
| <i>Hydropsyche Pellucida</i> | | | | | | | 0 | 2 | 2 | | rp |
| <i>Cheumatopsyche lepida</i> | 11 | 70 | 89 | 60 | 13 | 4 | 10 | 40 | 297 | 5,8 | rp |
| Rhyacophilidae | | | | | | | 3 | | 3 | 0,1 | |
| Psychomyiidae | | | | | 8 | 1 | 1 | 4 | 14 | 0,3 | rl |
| Limnephilidae | | | | | | | 1 | 1 | 2 | | in |
| Diptera | | | | | | | | | | | |
| Chironomidae | 68 | 188 | 225 | 164 | 84 | 80 | 57 | 79 | 945 | 18,3 | in |
| <i>Simulium</i> spec. | 625 | 1462 | 68 | 5 | | | | | 2160 | 41,9 | rp |
| Bezzia spec. | | | | | 1 | | | 1 | 2 | | lr |
| Empididae | | | | | 1 | | | 2 | 3 | 0,1 | in |
| Athericidae | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| Tipulidae | | | | | 1 | | | | 1 | | lp |
| Limoniidae | | | | | | | 2 | | 2 | | in |

Anhang 4: Verzeichnis der gefangenen Fischarten

Tab. 15: Lateinische Artnamen der gefangenen Fischarten und Vorkommen

| Deutscher Name | Lateinischer Name | Strömungspräferenz Nach Schiemer & Waidbacher | Elektrobefischung | Fischaufstieg | Fischabstieg |
|--------------------------|------------------------------------|---|-------------------|---------------|--------------|
| Neunaugen | <i>Petromyzontidae</i> | | | | |
| Bachneunauge | <i>Lampetra planeri</i> | <i>Rheophil A</i> | | | X |
| Flusssaale | <i>Anguillidae</i> | | | | |
| Aal | <i>Anguilla anguilla</i> | <i>Eurytop</i> | | X | X |
| Lachsfische | <i>Salmonidae</i> | | | | |
| Bachforelle | <i>Salmo trutta</i> | <i>Rheophil A</i> | X | X | X |
| Regenbogenforelle | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | | | | X |
| Karpfenfische | <i>Cyprinidae</i> | | | | |
| Barbe | <i>Barbus barbus</i> | <i>Rheophil A</i> | X | X | X |
| Blaubandbärbling | <i>Pseudorasbora parva</i> | <i>eurytop</i> | X | | X |
| Döbel, Aitel | <i>Leuciscus cephalus</i> | <i>Eurytop</i> | X | X | X |
| Elritze | <i>Phoxinus phoxinus</i> | <i>Eurytop</i> | X | X | X |
| Giebel | <i>Carassius gibelio</i> | <i>Eurytop</i> | | X | X |
| Gründling | <i>Gobio gobio</i> | <i>Rheophil A</i> | X | X | X |
| Hasel | <i>Leuciscus leuciscus</i> | <i>Rheophil A</i> | X | X | X |
| Karpfen | <i>Cyprinus carpio</i> | <i>eurytop</i> | X | X | x |
| Plötze, Rotaugen | <i>Rutilus rutilus</i> | <i>Eurytop</i> | X | X | X |
| Rotfeder | <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | <i>stagnophil</i> | | X | X |
| Ukelei | <i>Alburnus alburnus</i> | <i>Eurytop</i> | | | x |
| Schleie | <i>Tinca tinca</i> | <i>stagnophil</i> | X | X | X |
| Goldfisch | <i>Carassius gibelio</i> | <i>eurytop</i> | | x | X |
| Plattschmerlen | <i>Balitoridae</i> | | | | |
| Schmerle | <i>Noemacheilus barbatula</i> | <i>Rheophil A</i> | X | X | X |
| Stichlinge | <i>Gasterosteidae</i> | | | | |
| Dreistachliger Stichling | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | <i>eurytop</i> | X | X | X |
| Hechte | <i>Esocidae</i> | | | | |
| Hecht | <i>Esox lucius</i> | <i>Eurytop</i> | | X | X |
| Echte Barsche | <i>Percidae</i> | | | | |
| Flussbarsch | <i>Perca fluviatilis</i> | <i>Eurytop</i> | | X | x |
| Kaulbarsch | <i>Gymnocephalus cernuus</i> | <i>Eurytop</i> | | X | |
| Zander | <i>Stizostedion lucioperca</i> | <i>Eurytop</i> | | | X |
| Welse | <i>Siluridae</i> | | | | |
| Wels | <i>Silurus glanis</i> | <i>Eurytop</i> | | | X |
| Anzahl Arten | | | 12 | 17 | 23 |

Anhang 5: Fotodokumentation



Foto 1: Gebäude der Wasserkraftanlage Döbritschen vom Oberwasser aus gesehen



Foto 2: Rechenanlage der WKA Döbritschen

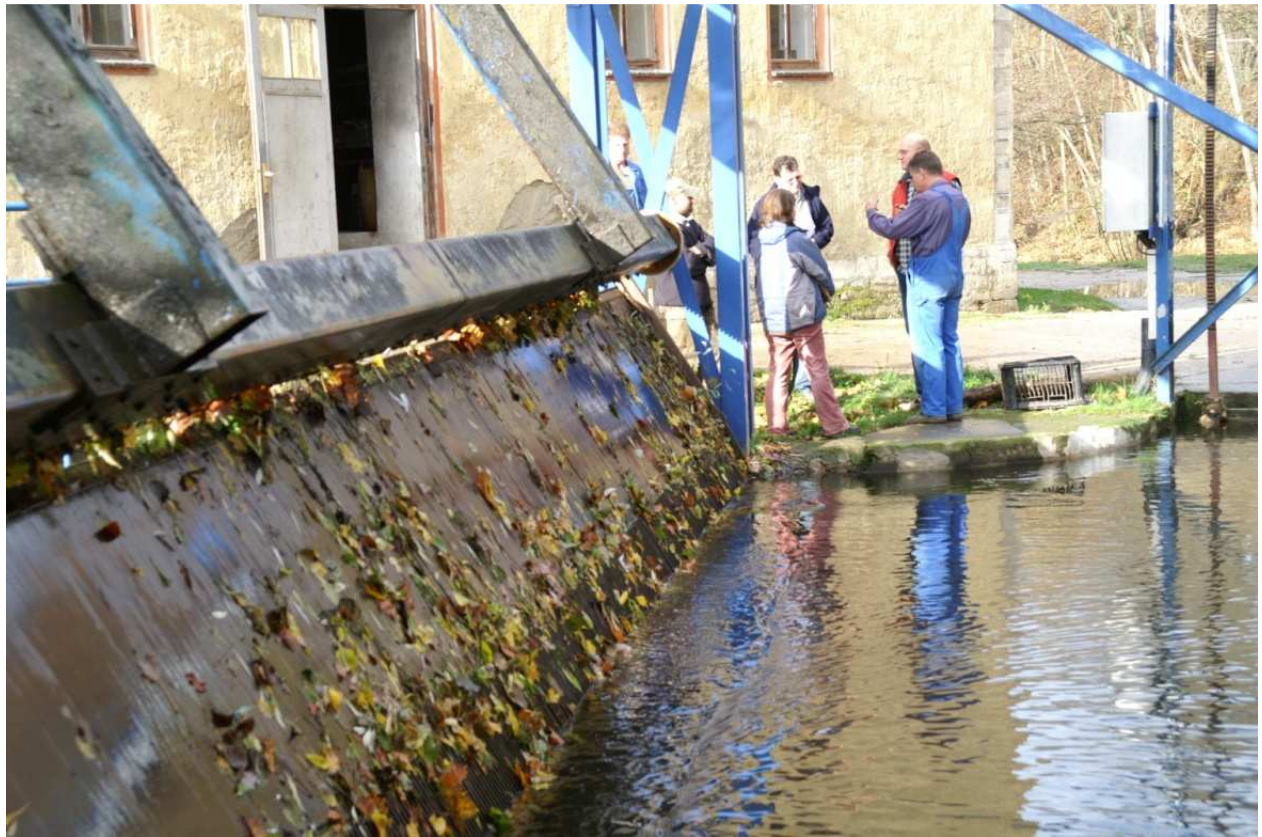


Foto 3: Rechen mit Rechenreiniger



Foto 4: Wehr der WKA Döbritschen, am rechtsseitigen Ufer befindet sich der Borstenfischpass



Foto 5: Betonwehr mit Bretteraufsatz, Blick Richtung Wasserkraftanlage



Foto 6: geöffnetes Nadelwehr



Foto 7: Blick auf das Wehr und den oberen Teil des Mutterbettes

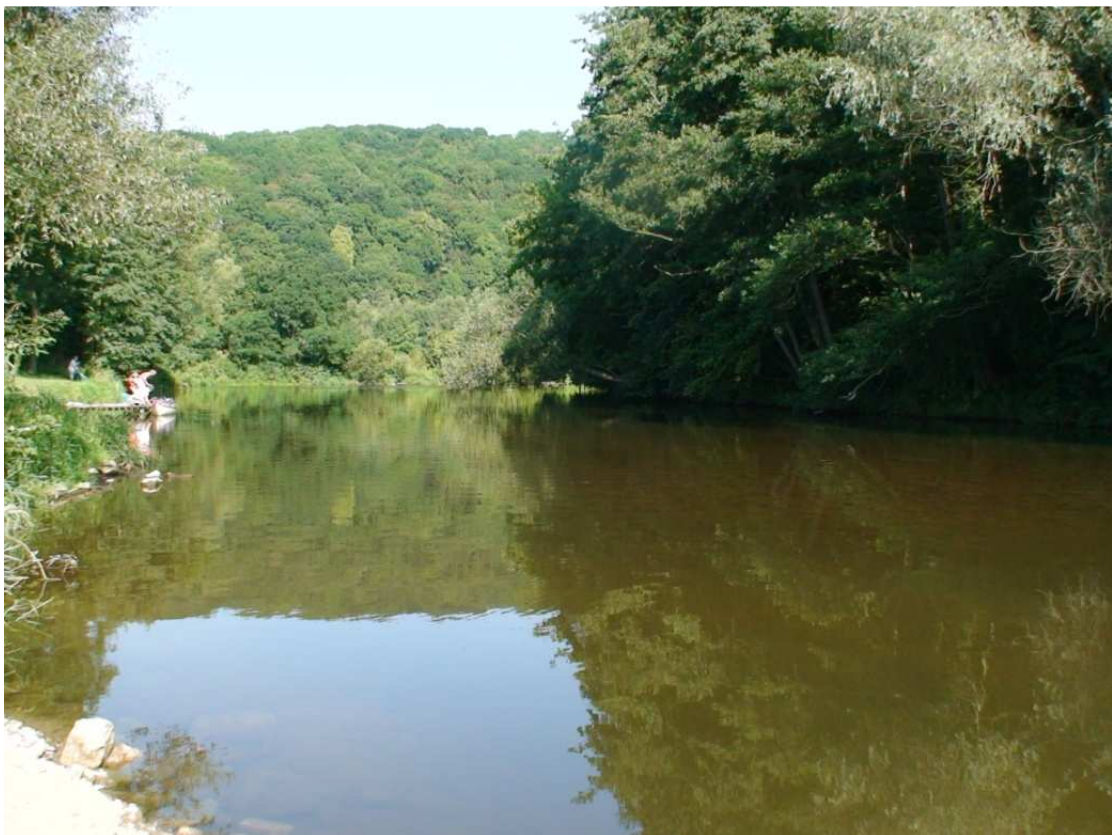


Foto 8: Blick auf das Mutterbett nach flussab



Foto 9: Turbinenkanal, Turbulenzzone unterhalb des Wasseraustritts

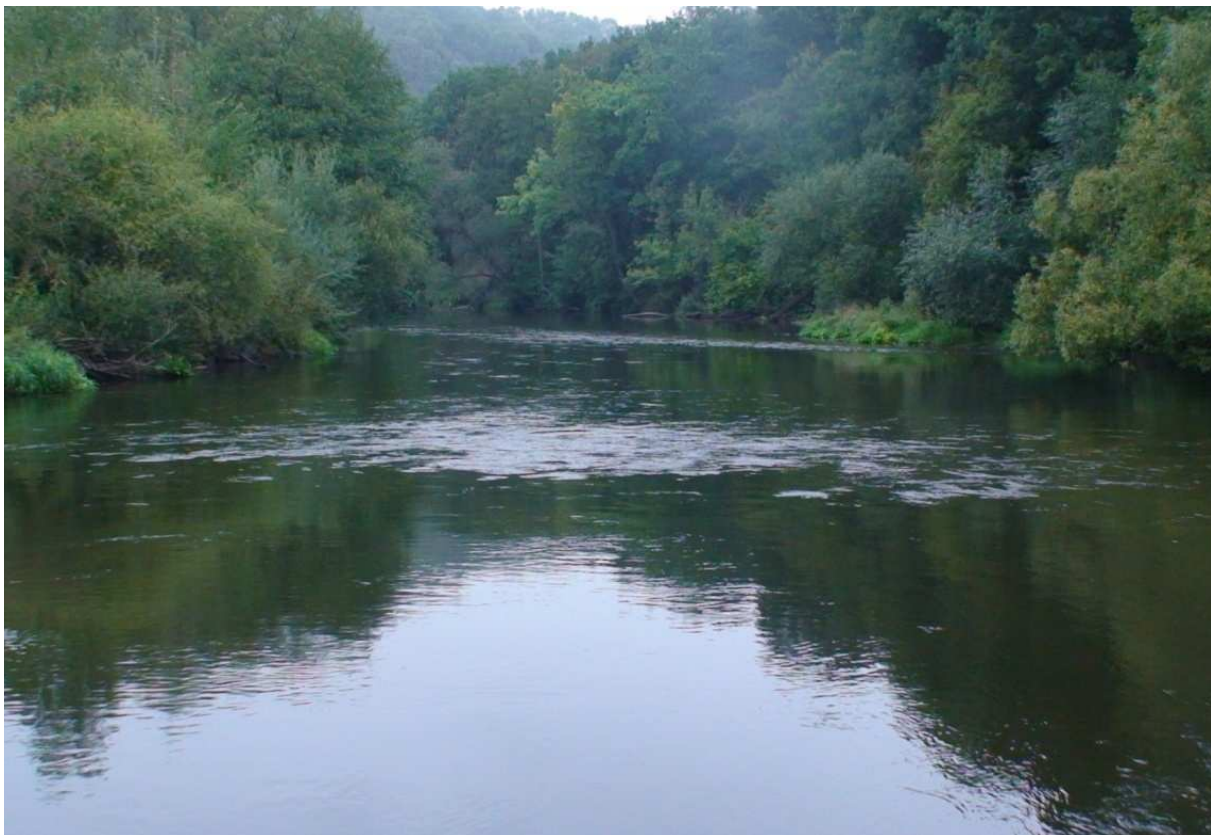


Foto 10: Vereinigte Saale, Blick nach flussab



Foto 11: geöffnetes Wehrfeld für die Restwasserabgabe



Foto 12: Verstärkung der Leitströmung des Borstenfischpasses(rechts) durch die Restwasserabgabe



Foto 13: Borstenfischpass vor der ersten Bespannung



Foto 14: Borstenfischpass in Betrieb



Foto 15: Doppelreuse im Einstieg des Borstenfischpasses



Foto 16: Öffnung der Wehrfelder zur Restwasserabgabe 2005: nur das obere Brett wurde entfernt



Foto 17: Einbau des bodennahen Bypassrohres in das Schütz des Leerschusses 2005



Foto 18: Bypassrohr im Leerschusskanal



Foto 19: Bypass in Betrieb



Foto 20: Bau des Vorbeckens für den Schlitzpass



Foto 21: Rohbau des Schlitzpasses mit Öffnung für Sichtscheibe



Foto 22: Fangedamm unterhalb der Turbinen



Foto 23: Lockstromdüsen im Rundbecken



Foto 24: Anbindung des Schlitzpasses unterhalb der Turbinen (hier mit aufgespanntem Hamen)

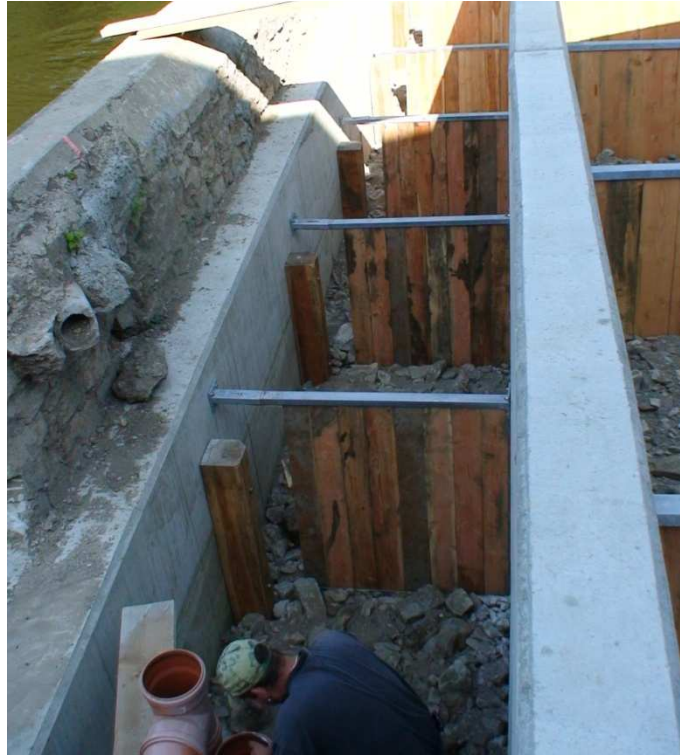


Foto 25: Schlitzpass kurz vor der Fertigstellung



Foto 26: Eingang des Schlitzpasskanals in das Betriebsgebäude



Foto 27: Gitterroste im Betriebsgebäude zur Abschwächung der Verdunkelungswirkung



Foto 28: Schlitzpass in Betrieb



Foto 29: Schlitzpass mit Vorbecken.



Foto 30: Vorbecken mit Leitströmungsverstärkung in Betrieb



Foto 31: Rohrsystem für die Leitströmungsverstärkung (Entnahme aus dem Kanal)

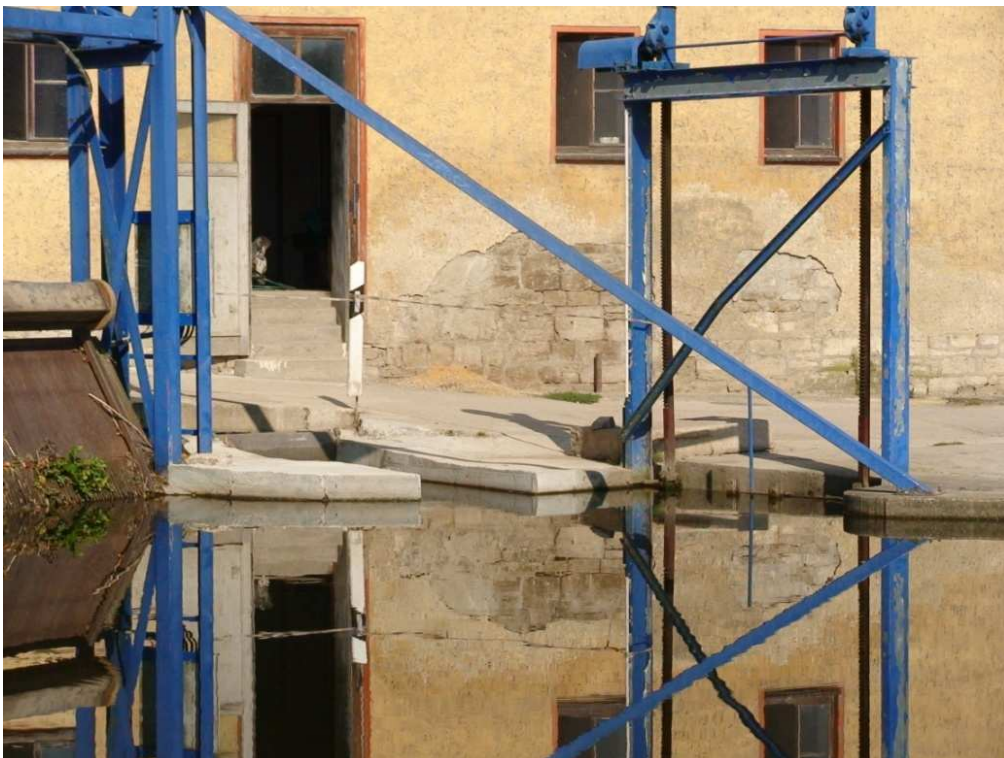


Foto 32: rechennaher Einlauf des Schlitzpasses



Foto 33: Sichtscheibe im ersten Becken des Schlitzpasses (Beobachtungsraum im Bau)

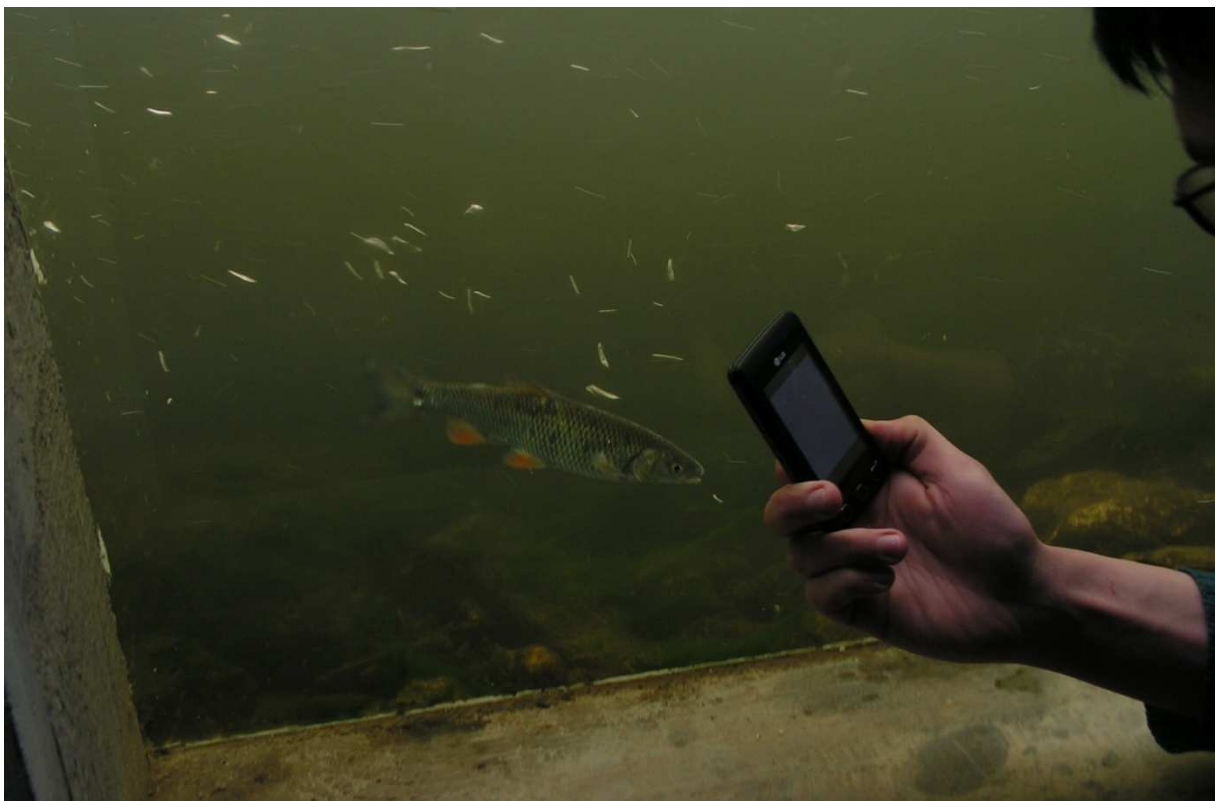


Foto 34: Sichtscheibe fertiggestellt, mit Fisch (Döbel) und interessierten Besuchern



Foto 35: Setzen der Reusen im Schlitzpass



Foto 36: Doppelreuse



Foto 37: mit Mörtelimer und Reißverschluss ausgerüstete Abstiegsreuse



Foto 38: Elektrofischung im Turbinenkanal



Foto 39: Elektrofischung in der vereinigten Saale



Foto 40: in der vereinigten Saale gefangene Barbe



Foto 41: Hamen vor Einbau



Foto 42: Hamen am linken Ufer



Foto 43: Hamen unterhalb der Turbine aufgespannt. Die gelbe Boje markiert das Ende des Hamens



Foto 44: aufgespannter Hamen unterhalb der Turbine, Blick nach flussab



Foto 45: Steertreuse mit Mörteleimer



Foto 46: Einholen der Steertreuse



Foto 47: Leerung der Steertreuse



Foto 48: Aussortieren des Hamenfanges



Foto 49: Reuse unterhalb des Abstiegsbypasses (unter dem Brett, Ende mit Seil gespannt)



Foto 50: Reuse am geöffneten Wehrfeld, Mörtelkübel in der Strömung



Foto 51: aufgestellter Mörtelkübel zur Verhinderung der fangbedingten Mortalität



Foto 52: bei einem Abfluss von $25 \text{ m}^3/\text{s}$ in der Mitte geöffnetes Wehrfeld, keine quantitativen Fänge am Wehr möglich



Foto 53: richtungsselektive Besiedlungskiste



Foto 54: Besiedlungskisten in das Sohlsubstrat eingebaut



Foto 55: Messung der Fließgeschwindigkeit im Auslaufbereich des Vorbeckens



Foto 56: verbogene Borsten im Borstenfischpass



Foto 57: mit Geschwemmsel versetzte Borsten, die dicht von Makrozoobenthosorganismen besiedelt sind. Direkt an den Borsten sitzen Kokons von Simuliiden.



Foto 58: Bei abgelassenem Stauraum wird der Übergang von der Sohle des Oberwassers zum Wehr sichtbar. Absteigende Fische können nahezu sohlgleich abwandern (bei bis unten geöffnetem Bretteraufsatz)



Foto 59: zur genaueren Untersuchung des Abstieges durch Bypässe wurde in das Leerschusschütz auch eine Öffnung in mittleren Wasserschichten integriert.



Foto 60: Filmaufnahmen des mdr-Fernsehens

Anhang 6: Informationsplakat an der Wasserkraftanlage Döbritschen



Fischaufstiegs- und Fischabstiegshilfen am Wasserkraftwerk Döbritschen

Fischarten in der Saale

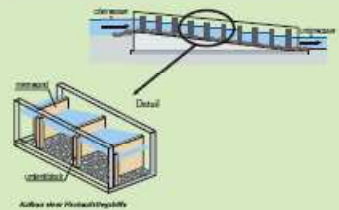
Die Saale gehört unterhalb der großen Saaleletsperren zur **Berbenregion** (Epipotamal der großen Flüsse des Mittelgebirges (Fließgewässertyp 9.2). Die häufigsten Fischarten in der Saale bei Döbritschen sind **Gründling, Plötze, Döbel** und **Dreistacheliger Stöckling**. Weiterhin kommen Schmerle und Hasel vor. Strömungsliebende Fischarten bzw. Fischarten, die grobmaterialreiches Substrat benötigen, wie Bachforelle, Äsche, Barbe, Elritze und Groppe fehlen weitgehend aufgrund der unnatürlichen Strömungsverhältnisse im Rückstaubereich der Saale-Wehre.

Wanderungen

Einige Fischarten wie **Lachs, Meerforelle, Flussschnegelschnecke und Aal** unternehmen während ihrer Lebensphasen lange Wanderungen. Diese Arten, außer dem Aal, laichen in den Oberläufen der Flüsse und wandern als Jungtiere ins Meer, wo sie die größte Zeit ihres Lebens bis zur erneuten Einblage verbringen. Der Aal vermehrt sich im Meer und lebt anschließend die meiste Zeit im Süßwasser der Flüsse. Wegen der zahlreichen nicht für Fische überwindbaren Querbauwerke leben diese Fische nicht mehr in der Saale.

- Auch alle anderen **heimischen Fischarten** der Bäche und Flüsse unternehmen mehr oder weniger weite Wanderungen aus folgenden Gründen:
- Wechsel zwischen Teilhabensräumen, wie unterschiedlichen Nahrungs- und Ruhehabitaten
 - Laichwanderungen
 - Überwinterungswanderung
 - Drift (z. B. bei Hochwasser) und entgegengesetzte Aufwanderung
 - Wiederbesiedlung nach Schädigungen (z. B. durch Unfälle oder Kormorane)

Wiedervernetzung



Zur dauerhaften Erhaltung der Arten ist eine Wiedervernetzung der Flüsse und Bäche erforderlich.

Zur Wiedervernetzung an Wasserkraftanlagen eignet sich die Anlage von Fischaufstiegsanlagen – vorwiegend als Fischtreppen bezeichnet. Dabei müssen **Fischaufstiegsanlagen** möglichst ganzjährig und bei sehr verschiedenen Abflussmengen funktionieren. Fische müssen die Anlage mit Rücksicht auf Fließgeschwindigkeiten und Turbulenzverhältnisse sowohl aufsteigen als auch überwinden können. Gelegentlich sind zusätzlich **Fischschuttschleusen** (z. B. dichte Rechen, Scheuchanlagen) und **Abstiegshilfen** (z. B. Bypass) für die abwärts gerichtete Wanderung erforderlich.



Fischaufstiegshilfe am Wehr

Fischaufstiegshilfen ermöglichen den Fischen eine Überwindung größerer **Höhenunterschiede** an Wehren und ähnlichen Bauwerken. Hierzu wird ein großer Absturz auf viele kleine 0,10 bis 0,20 m große Höhenunterschiede **aufgeteilt**. Dies erreicht man durch eine Abfolge von Wasserbecken mit dazwischen liegenden Trennwänden mit Schlitzen als Durchflussöffnungen. Fische gelangen in einer Art **„Sperrt“** durch die Schlitze schwimmend – und in der Regel nicht springend – von Becken zu Becken.



In Döbritschen wurde im Herbst 2004 am Wehr ein **Kemo-Fisch-Pass** als neuartiger Borsten-Fischpass errichtet, der sowohl für Fische als auch für Wasserwanderer passierbar ist. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2007 zeigte, dass der Fischaufstieg aus dem Mutterbett zum Oberwasser damit uneingeschränkt funktioniert.

Fischabstiegshilfe



Im Frühjahr 2005 wurde zusätzlich ein **Bypass** nahe der Rechenanlage installiert, um auch den Fischabstieg zu unterstützen.

Zweite Fischaufstiegshilfe



Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt förderte Untersuchungen des Hydrolabors Schleusingen zur **Funktionsfähigkeit** des Borstenfischpasses und der Abstiegshilfen. Es stellte sich heraus, dass die Anlagen sehr gut funktionieren. Strömungsliebende Arten erreichten aber häufig gar nicht die Aufstiegshilfe am Wehr, sondern schwammen aufgrund der starken Strömung im Triebwasserkanal von unten in diese Sackgasse. Deshalb wurde im Sommer 2009 am Turbinenkanal eine zweite Fischaufstiegshilfe in Form eines **Schlitzzpasses** errichtet. Damit ist an beiden Wasserarmen die aufwärts gerichtete Wanderung von Fischen möglich.

Hier investieren Europa und der Freistaat Thüringen in die ländlichen Gebiete.



Diese Fische leben in der Saale bei Döbritschen:



Gründling - Grundflüßler, leben in kleinen Schwärmen im Sommer in der Nähe kalter Kolke, so daß sie sich bei Gefahr zurückziehen können.



Döbel - Der Döbel ist ein weiß-silberfarbener Schwarmfisch des Fließwasserbereichs, der sich von kleinen Mühlbänken ernährt.



Plötze - Der große Strahler des Plötze, lebt in der Jugend gewöhnlich in Schwärmen und wird mit zunehmendem Alter zum Einzelgänger.



Dreistacheliger Stöckling - Borsten lassen gewöhnlich ein sandiges bis kiesiges Gewässergrund und halten sich sehr gern in kalten Kolken auf.



Bachforelle - Die Bachforelle ist ein fließwasserliebender, Schwarmfisch, der Naturgewässern bevorzugt, die Zuflüssen und anderen Wildflüssen im Freiwasser.



Äsche - Die Äsche ist ein fließwasserliebender Schwarmfisch, der gerne in Schwärmen und auch in Reben, die von Mühlbänken nahe fließt.



Barbe - Die Barben sind fließwasserliebende Fische, die bevorzugt in Schwärmen und nicht nur in kalten Kolken, sondern auch in warmen Gewässern leben.



Elritze - Elritzen sind fließwasserliebende Fische, die in kalten Kolken und in kleinen Gewässern leben, die einen kiesigen bis sandigen Gewässergrund haben.