



Experimentelle Untersuchungen zur
Schädlichkeit einer
Kleinwasserkraftanlage
mit Kaplan turbine und geringer Fallhöhe
für Jungfische und Neunaugen

Fischerei in NRW
17. Mai 2011

Markus Kühlmann

Fische führen in Fließgewässern longitudinale Wanderungen durch

Dabei werden die Wanderungen aus

1. Laichwanderung
2. Nahrungswanderung
3. Kompensationswanderung
4. Wanderung zu den Winterruheplätzen
5. Wechsel zwischen Teillebensräumen

Bisher Untersuchungen überwiegend an WKA > 1 MW
Aktuell Untersuchungsbedarf auch an WKA < 1 MW



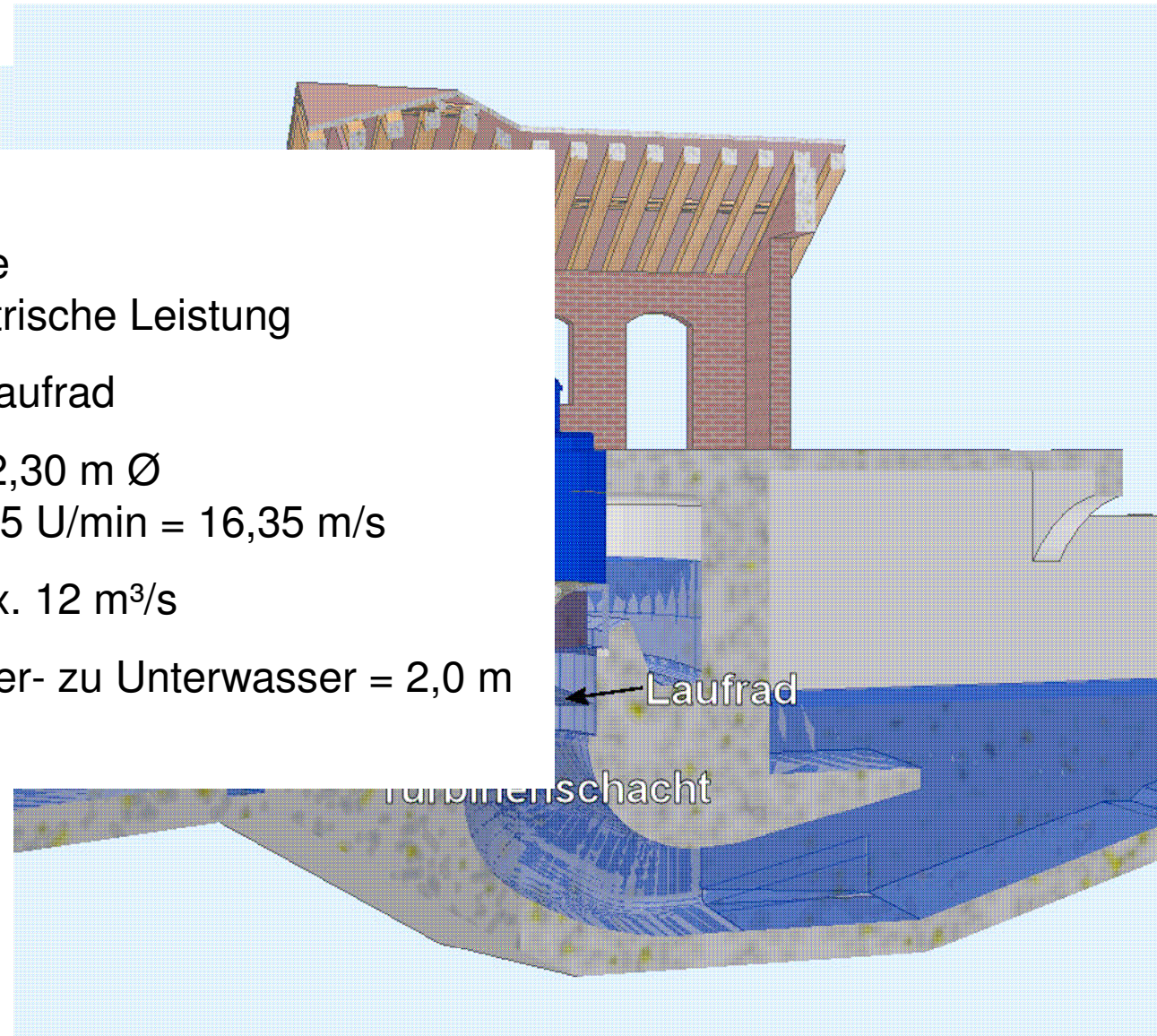
In diesem Zusammenhang bestand das Ziel der Untersuchung darin, die Auswirkungen auf Fische zu untersuchen, welche die Kaplanturbine einer Kleinwasserkraftanlage mit geringer Fallhöhe passieren.



Die WKA Möhnebogen (Bj. 2002) befindet sich ca. 8 km unterhalb der Möhnetalsperre am Möhnefluss.

- Walzenwehr
- Fischaufstieg (Rauhgerinne – Beckenpass) 250 l/s
- Eigentümer ist die Möhnebogen GmbH (Stadtwerke Arnsberg und Aggerkette GmbH / Dr. Walters)

- 20 mm Schutzrechen
- Kaplan-Schachtturbine
170 kW installierte elektrische Leistung
- regelbares Leit- und Laufrad
- vierflügliges Laufrad, 2,30 m Ø
Drehzahl bei Vollast 125 U/min = 16,35 m/s
- Schluckvermögen max. 12 m³/s
- Höhenunterschied Ober- zu Unterwasser = 2,0 m



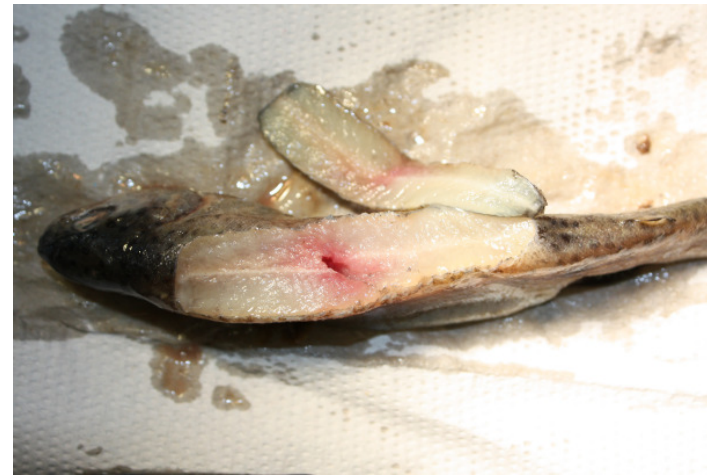
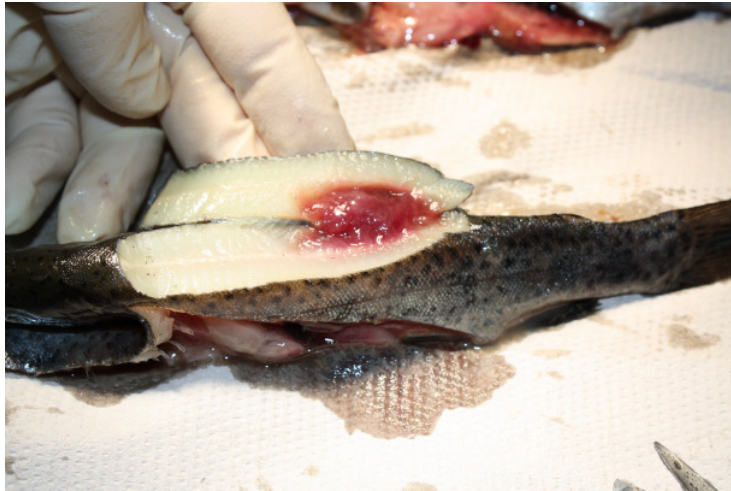
Verletzungsarten



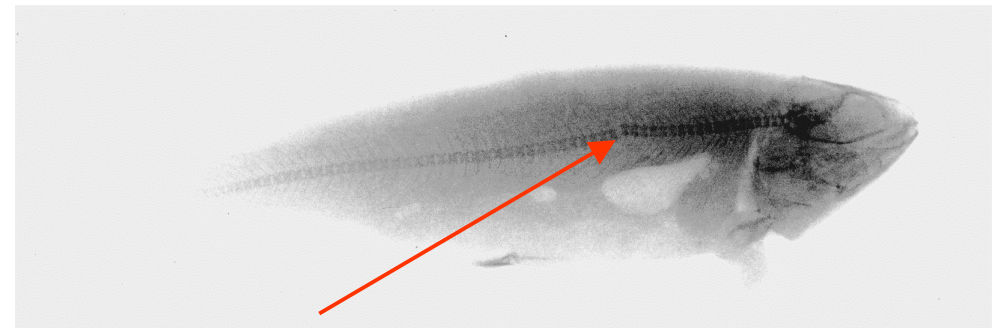
Durchtrennungen, Quetschungen,
Schuppenverletzungen



Verletzungsarten



Hämatome, Wirbelbrüche und
Wirbilverformungen



Häufige letale Verletzungsarten der Forellen

- Teil – und Volldurchtrennung
- Schlagverletzungen
- Schädigung der Wirbelsäule
- Quetschungen
- Schädigung von Niere und Milz (Blutungen)

Häufige nicht letale Verletzungsarten der Forellen

- flächige Schuppenverluste > 10 % Körperoberfläche
(< 10 % wurde nicht bewertet) verursachten Infekte verzögerte Mortalität
- Hämatome in der Rückenmuskulatur verursachen u. a. Nekrosen v. Mortalität
- Infektion verletzter Hautstellen verzögerte Mortalität

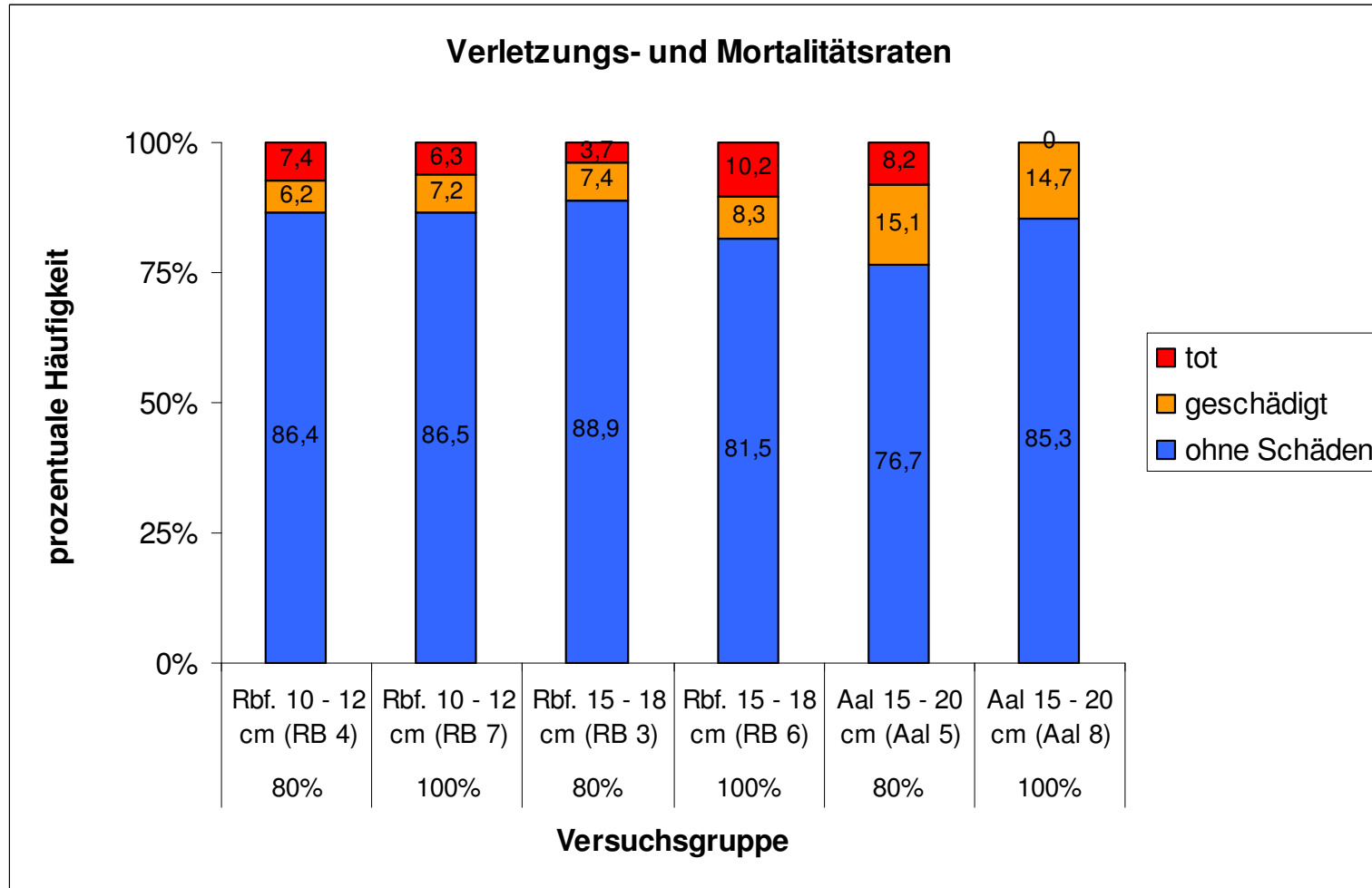
Häufige letale Verletzungsarten der Aale

- Teil – und Volldurchtrennung
- Schädigung der Wirbelsäule
- Quetschungen

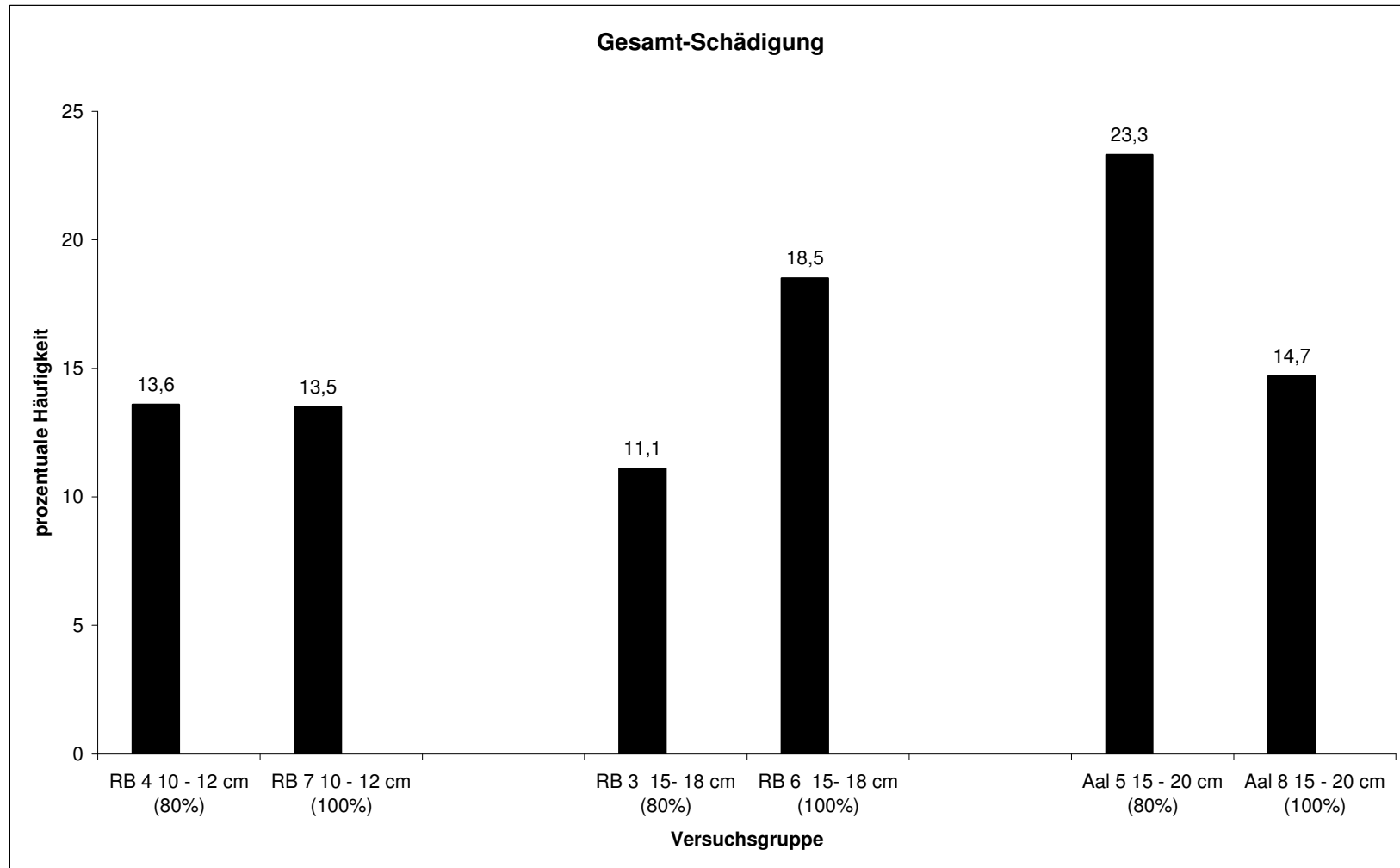
Häufige nicht letale Verletzungsarten der Aale

- Kratzer auf der Haut Folgen ?
- Schädigung der Wirbelsäule verzögerte Mortalität
- Quetschungen verzögerte Mortalität

Schädigungsraten in Abhängigkeit zur Turbinenleistung



Gesamtschädigung in Abhängigkeit zur Turbinenleistung



- Fischattrappen (tote Objekte) sind geeignet, bestimmte Verletzungsarten und Schadensraten zu ermitteln.



- Die Bewegungsleistung von Fischen beim Durchschwimmen der Turbine ist gering. Fische können auf Grund der hohen Fließgeschwindigkeiten ($> 2 \text{ m/s}$) keine optimale Schwimmposition einhalten um Hindernissen aktiv zu entgehen.



- Die Körperform und Elastizität der Fische hat Einfluss auf die Schädigung.



- Die Steigerung der Laufradleistung erhöht nicht generell das Verletzungsrisiko von Fischen. Durch die Veränderung des Auslastungsgrades der Turbine (Turbineneinstellung) werden fischschädliche Parameter sowohl positiv wie auch negativ beeinflusst:

positiv: größere Spaltmaße im Verhältnis zur Fischlänge, mehr Durchfluss

negativ: größere Wahrscheinlichkeit mit dem Laufrad zu kollidieren, höhere Aufprallgeschwindigkeit des Fischkörpers

- An dieser WKA keine Schädigung der Fische durch Scherkräfte (= Verformung / Teil – und Volldurchtrennungen) und Druckunterschiede / Kavitation (= Schädigung der Schwimmblase).

- Verletzungen entstanden durch Kontakt mit starren und / oder beweglichen Bauteilen der Turbine (mechanische Schäden).

- Die Höhe der Nenn-Leistung einer WKA sagt nichts über die mögliche Schadensraten aus. Ausschlaggebend sind vielmehr Fallhöhe, Beaufschlagung, Spaltmaße, Umdrehungsgeschwindigkeit des Laufrades und die Fischlängen.

- Auch ein beweglicher Leitschaufelapparat verursacht Verletzungen (Quetschungen mit Hämatombildung).

- Viele Schäden / Verletzungen wurden erst während der Hälterphase sichtbar. Bei der Schadensbewertung ist daher eine Hälterung notwendig!


- Auch äußerlich völlig unversehrte Fische hatten teilweise „versteckte“ Verletzungen (Hämatome).

- Verzögerte Mortalität war generell gering (0,3 % Forelle / 1,5 % Aal) und setzt bei den Forellen (bis zum 5. Tag) früher ein als bei Aalen (bis zum 14. Tag).

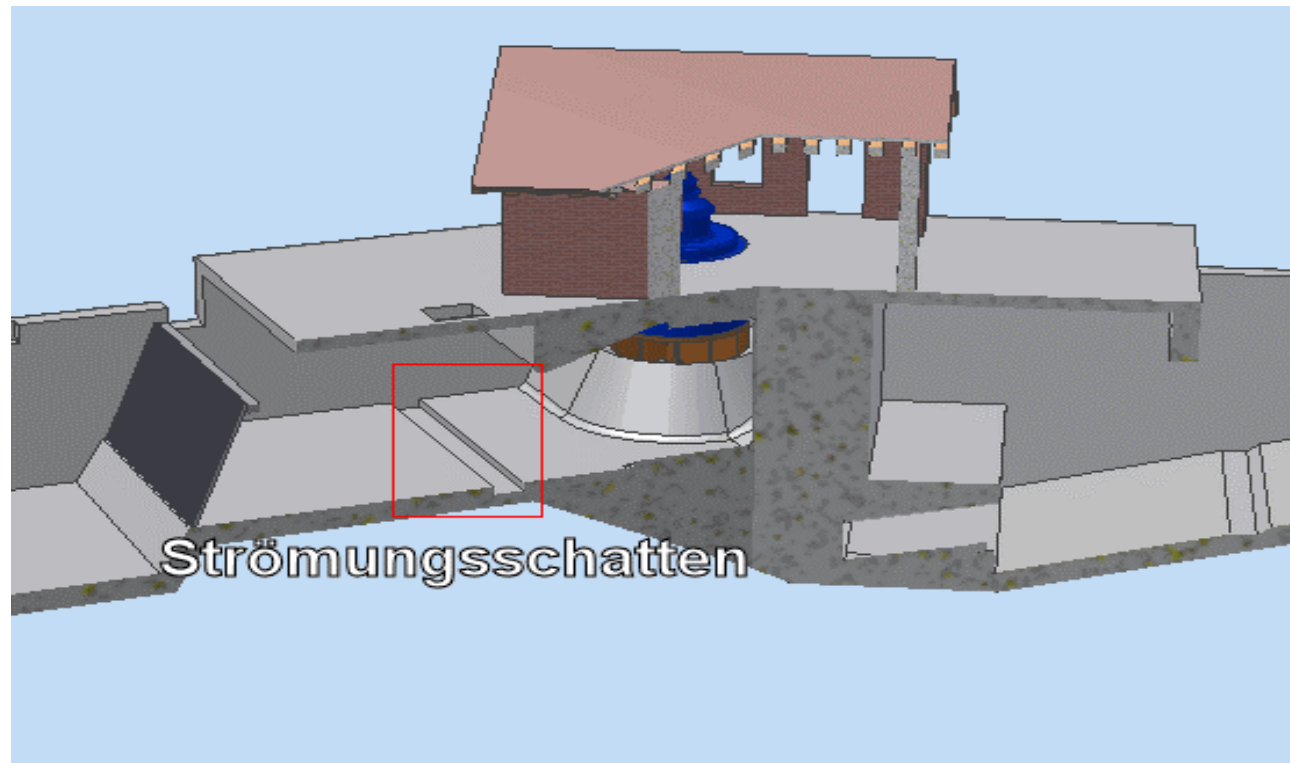
- Prädation durch Raubfische und fischfressende Vögel im Unterwasser der WKA kann Fischmortalität deutlich erhöhen.

Fazit

- die Ergebnisse gelten für die WKA Möhnebogen sowie Kleinwasserkraftanlagen mit vergleichbarer Bau- und Betriebsart. Sie können ebenfalls auf Francisturbinen mit vergleichbaren Parametern übertragen werden.
- die Untersuchungsergebnisse mit den genannten Arten können auf andere Salmoniden sowie auf Neunaugen übertragen werden.

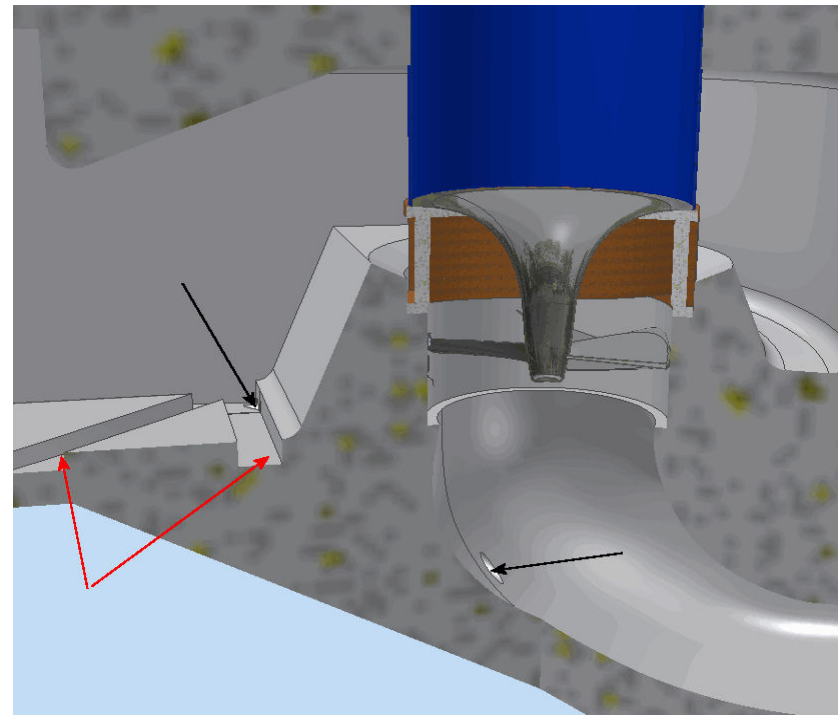
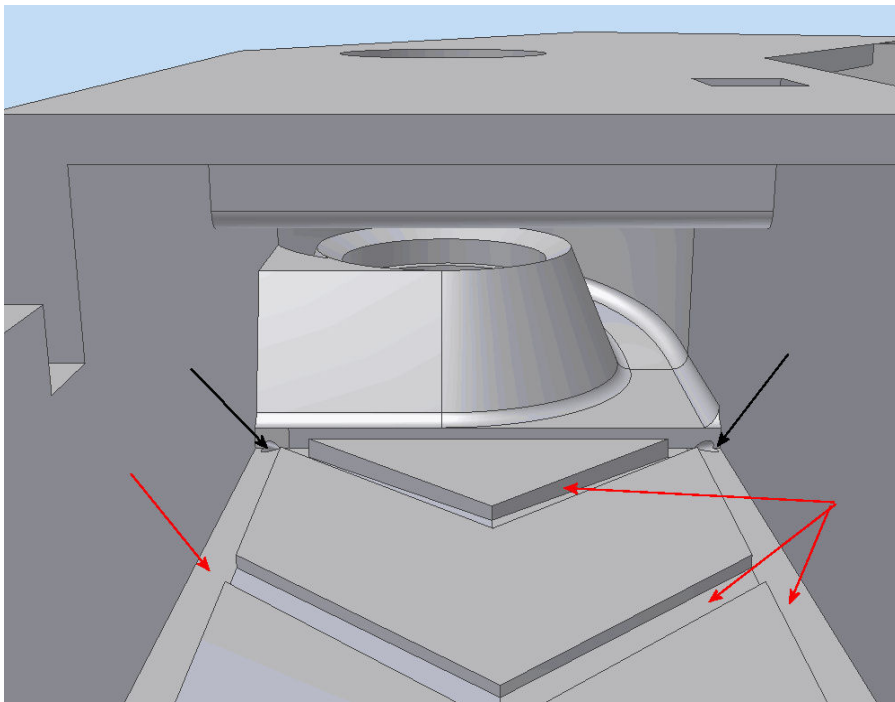
- 
- **Die Untersuchung bestätigt, dass durch die Turbineneinstellung Einfluss auf die Schadensraten abwandernder Fisch genommen werden kann.**
 - **Beispielsweise würde die zeitlich begrenzte Verringerung der Turbinenleistung (80 % statt 100 %) die Schädigung abwandernder Smolts deutlich reduzieren.**
 - **Sollen hingegen gezielt abwandernde Aale und Neunaugen geschützt werden, empfiehlt sich das Betreiben der Anlage unter Vollast.**

Die Untersuchungen lieferten auch Hinweise auf Möglichkeiten zum Fischschutz innerhalb der Anlagengeometrie !



Fische, die den Schutzrechen durchschwimmen, passieren nicht sofort die Turbine sondern suchen Strömungsschatten auf.

Idee eines Ableitsystems innerhalb des Turbinenkanals





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit