



Falko Wagner, Peter Warth



Ethohydraulische Untersuchungen zur Passierbarkeit eines Wasserwirbelkraftwerks – „Fischfreundliches Wehr“

FachForum Fluss-Strom Plus - 27. September 2018 in Magdeburg



Evaluierung Fischfreundliches Wehr

1. Fischaufstieg:

Ist das Triebwerk für alle relevanten Arten stromaufwärts passierbar?

2. Fischabstieg:

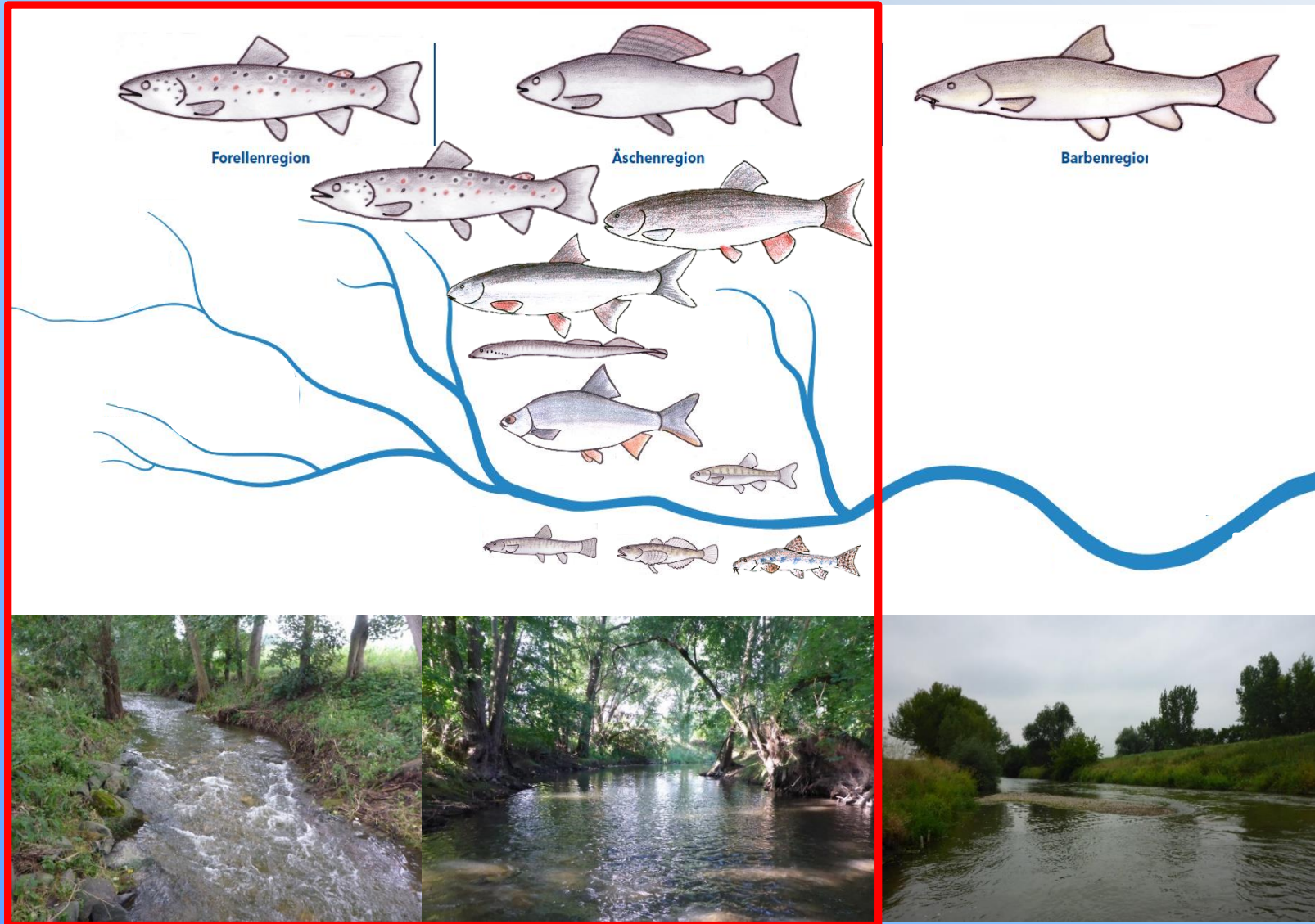
Stellt das Triebwerk ein Hindernis für die stromabwärts gerichtete Wanderung dar?

3. Mortalität und Schädigung:

Werden die Fische bei stromaufwärts bzw. stromabwärts gerichteter Passage geschädigt?

► Artenspektrum

Äschenregion – Anzahl Fischarten: 17



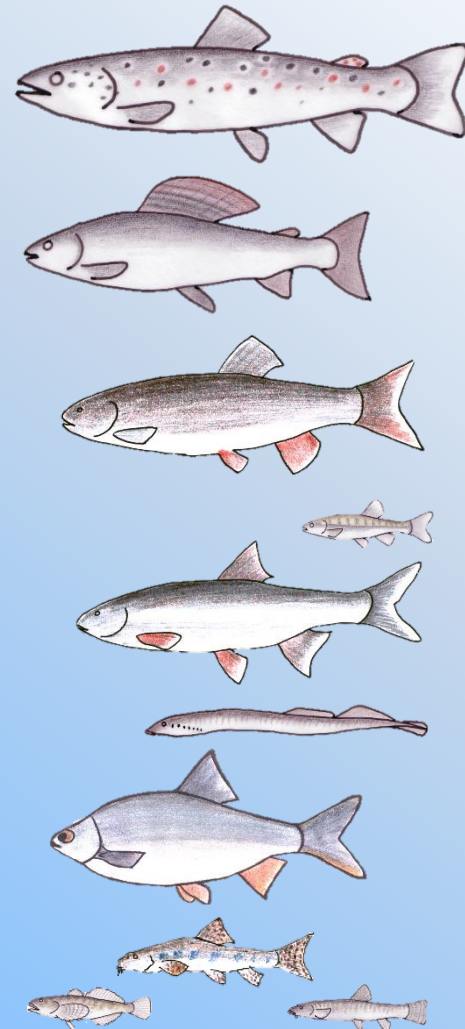
► Artenspektrum

Auswahl repräsentativer Zielarten - Äschenregion

Art	Schwimmhizont	Schwimmleistung	Körpergröße	Kategorie	Empfindlichkeit
Aal	sohlorientiert	schwach	groß	1	sensitiv
Äsche	Freiwasser	stark	groß	2	sensitiv
Bachforelle	Freiwasser	stark	groß	2	robust
Bachneunauge	sohlorientiert	schwach	klein	6	robust
Döbel	Freiwasser	stark	groß	2	robust
Dreistachliger Stichling	sohlorientiert	schwach	klein	6	robust
Elritze	Freiwasser	stark	klein	3	sensitiv
Flussneunauge	sohlorientiert	stark	groß	4	nicht relevant
Groppe	sohlorientiert	schwach	klein	6	robust
Gründling	sohlorientiert	stark	klein	4	sensitiv
Hasel	Freiwasser	stark	groß	2	sensitiv
Huchen	Freiwasser	stark	groß	2	robust
Lachs	Freiwasser	stark	groß	2	robust
Meerforelle	Freiwasser	stark	groß	2	robust
Plötze	Freiwasser	schwach	groß	5	sensitiv
Quappe	sohlorientiert	schwach	groß	1	robust
Schmerle	sohlorientiert	schwach	klein	6	robust
Schneider	Freiwasser	stark	klein	3	sensitiv

aufstiegsrelevant

abstiegsrelevant



- 6 Arten repräsentieren alle relevanten ökologischen Gilden

► Versuchsbedingungen



1. Nutzung der natürlichen Wandermotivation während Laichwanderung

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Oktober	November	Dezember
Aal											Abstieg	Abstieg
Bachforelle			Abstieg	Abstieg						Aufstieg	Aufstieg	
Elritze				Aufstieg	Aufstieg	Aufstieg						
Gründling					Aufstieg	Auf-/Abstieg	Abstieg					
Rotauge				Aufstieg	Auf-/Abstieg	Abstieg	Abstieg					
Schmerle			Aufstieg	Aufstieg	Aufstieg							

► Versuchsbedingungen

1. Nutzung der natürlichen Wandermotivation während Migrationsphasen
2. Kurze Hälterungszeiten und schonender Umgang



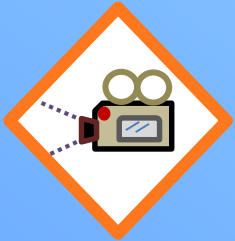
3. Einhaltung der natürlichen Temperaturbedingungen → keine starke Erwärmung während der Versuche
4. Minimum an Störungen (Geräusche, Erschütterung, Licht, Schattenwurf...)

TIERVERSUCH!

→ Detaillierte Vorplanung, Antragstellung, Begutachtung und Kontrolle der Versuche



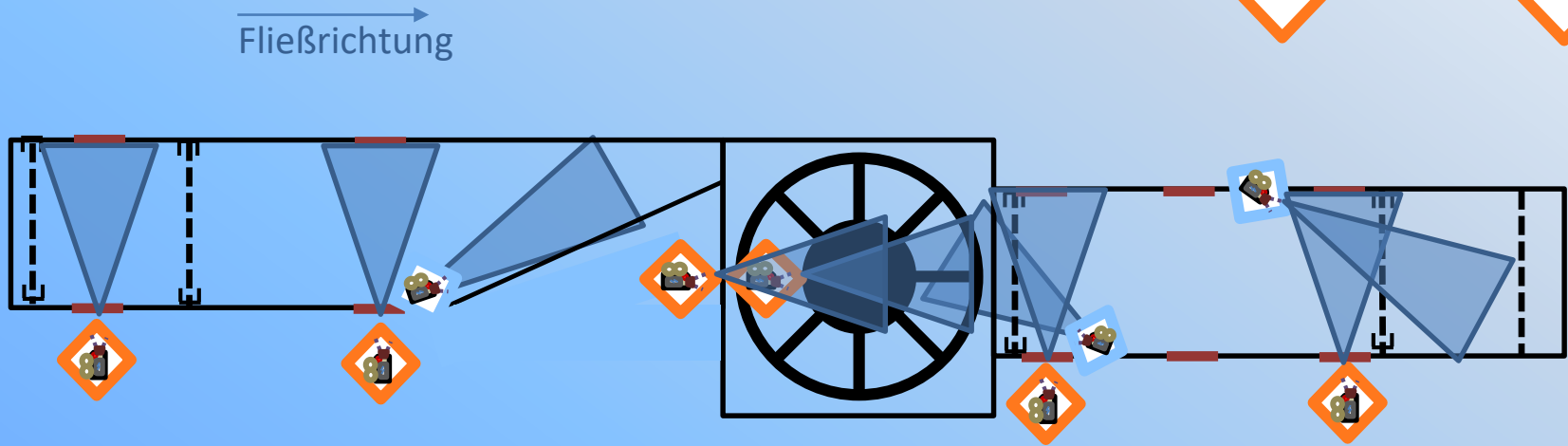
Direkte Verhaltensbeobachtung (Protokollierung)



Videodaufzeichnung

► Versuchsaufbau und Technik

Übersicht Versuchsrinne mit Position der Videokameras

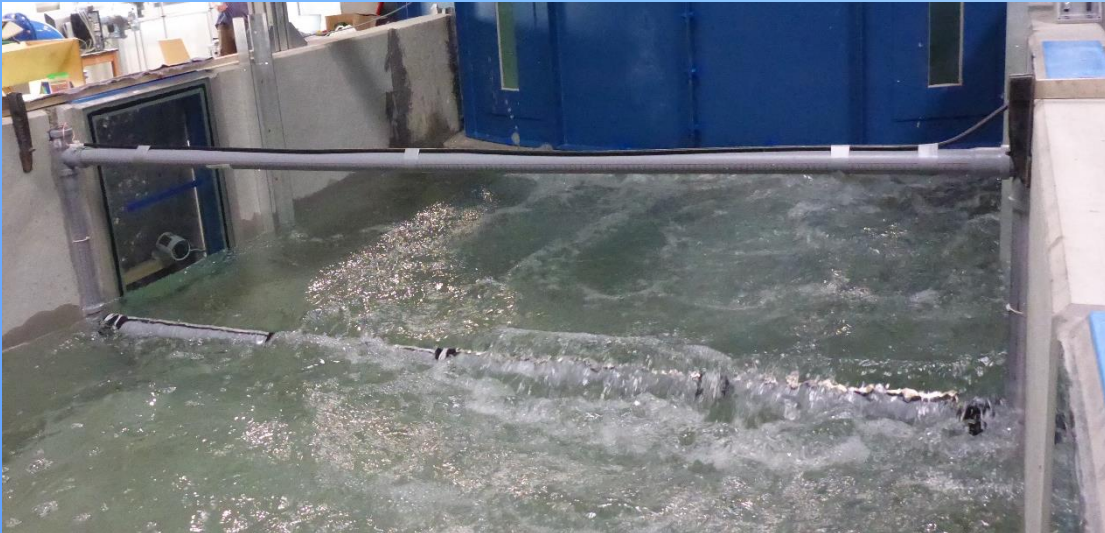
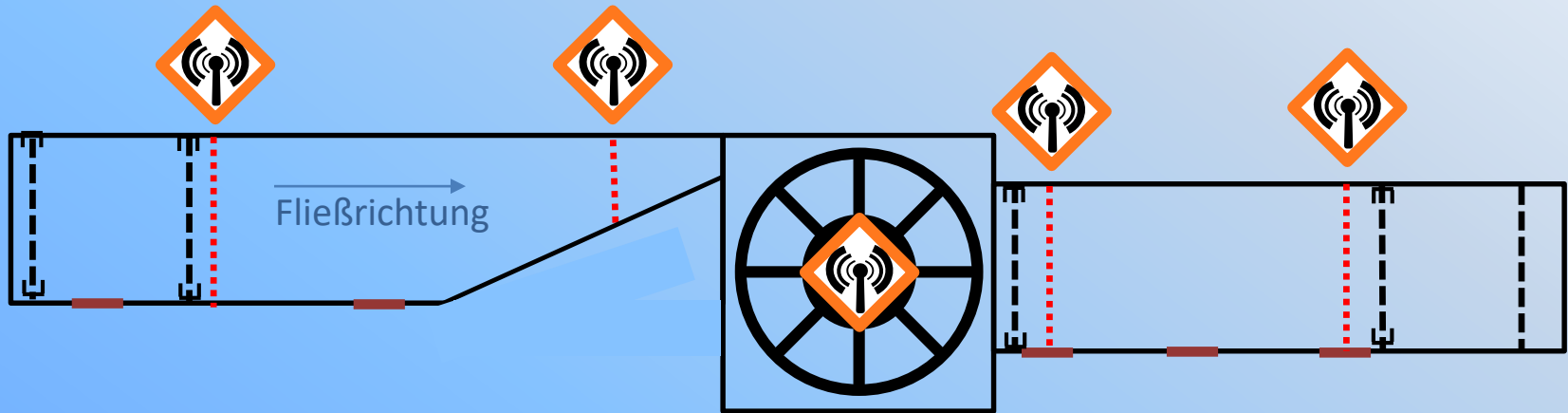




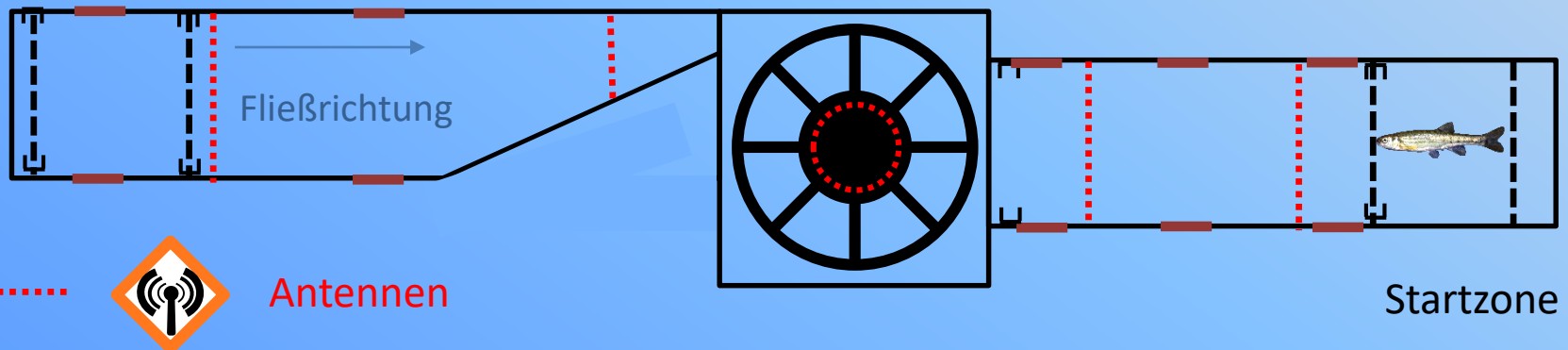
RFID-Telemetrie (Radio-Frequency-Identification)

► Versuchsaufbau und Technik

Übersicht Versuchsrinne mit Position der RFID-Antennen



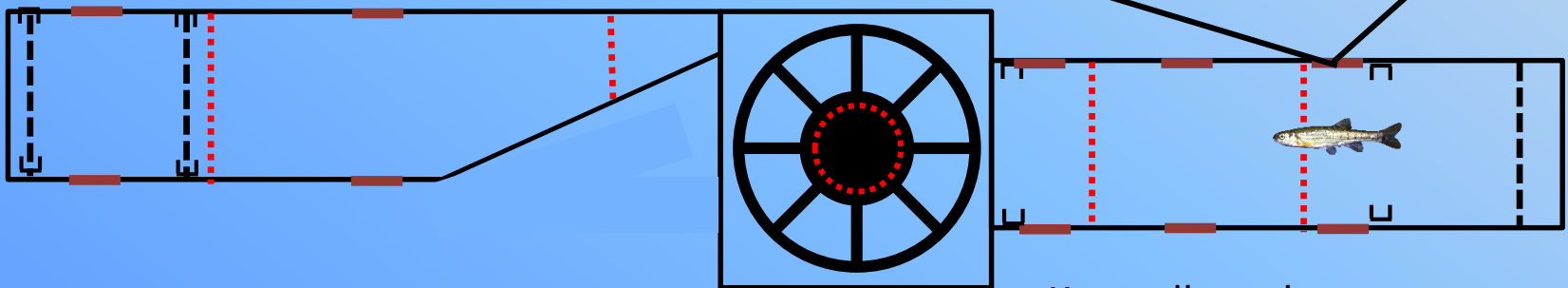
► Versuchsdurchführung



► Versuchsdurchführung



Aktiver
Fisch

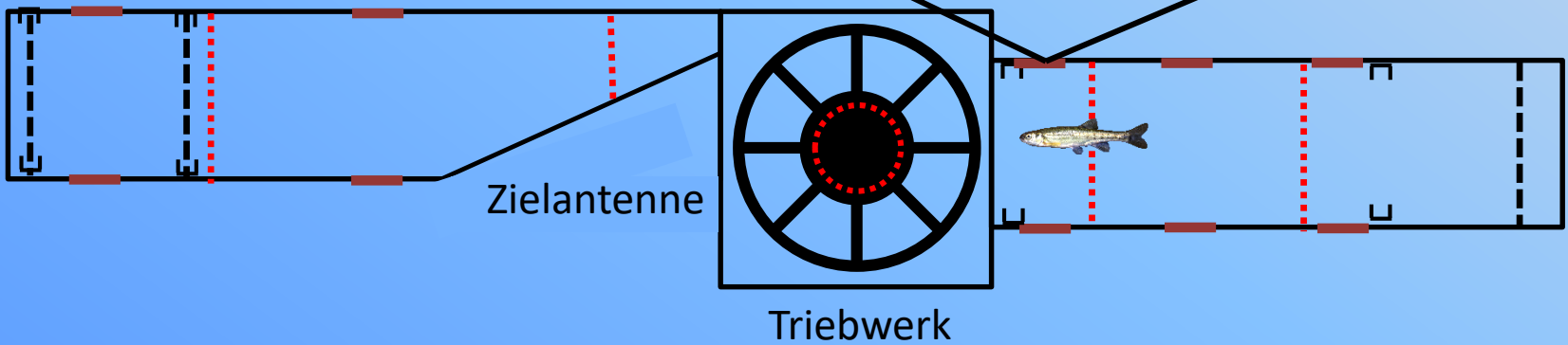


Kontrollstrecke

► Versuchsdurchführung



Auf-
steiger



► Versuchsdurchführung



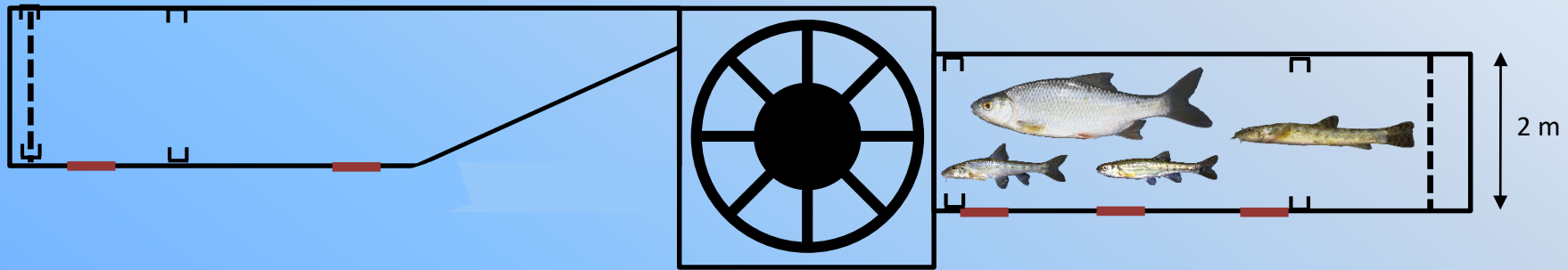
2018-04-13 10:02:13



IPC

► Ergebnisse

Aufstiegsexperimente ($Q = 700 \text{ l/s}$, Drehzahl = 28 U/min – Achtung: relativ hohe Turbulenzen im Unterwasser vor durchflussabhängiger Drehzahloptimierung, Zustand wurde inzwischen verbessert!)



Experiment	Probanden	Aufsteiger
Gründling	56	0
Plötze	60	0
Schmerle	47	0
Elritze	31	0
Gesamtergebnis	194	0

- Keiner Versuchsfisch passierte das „Fischfreundliche Wehr“

► Geometrische Grenzwerte

DWA-M 509

Äschenregion Art	Geometrische Grenzwerte	
	Breite	Höhe
Aal	-	-
Äsche	0,15	0,19
Bachforelle	0,15	0,19
Döbel	0,3	0,3
Dreistachliger Stichling	-	-
Elritze	-	-
Groppe	-	-
Gründling	-	-
Hasel	-	-
Huchen	0,36	0,32
Lachs	0,3	0,34
Meerforelle	0,27	0,33
Plötze	0,18	0,25
Quappe	0,32	0,22
Schmerle	-	-
Schneider	-	-



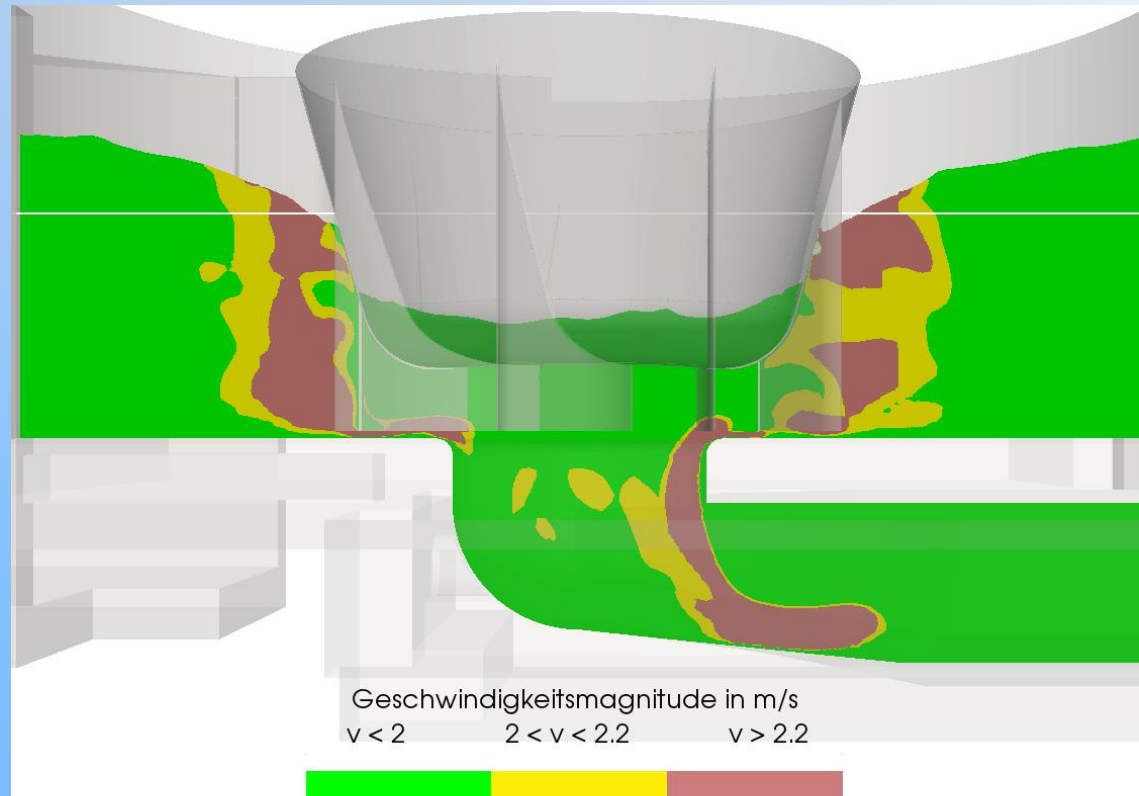
Foto: ISUT (Cleynen)

- Einschränkungen für 6 Arten der Äschenregion aufgrund Dimensionierung

► Hydraulische Grenzwerte - Fließgeschwindigkeiten

Geschwindigkeitsverteilung bei optimierter Drehzahl

Äschenregion Art	Sprintgeschw. [m/s]	
	max. DWA	Ebel (2016)
Aal	0,8*/1,7xTL	-
Äsche	3	2,3
Bachforelle	2,5	1,9
Döbel	2,4	1,9
Dreistachliger Stichling	0,7	0,4
Elritze	1	0,5
Groppe	1,6	0,8
Gründling	1,4	0,7
Hasel	1,5	1,3
Huchen	7	4,4
Lachs	7,3	4,6
Meerforelle	3,5	2,5
Plötze	1,4	1,1
Quappe	3	2,3
Schmerle	1,4	0,7
Schneider	2,2	1,0



©IWD, TU Dresden

- Hohe Fließgeschwindigkeiten - Einschränkungen für Äschenregion betrifft: 9 Arten (DWA 2014), 11 Arten (EBEL 2016)
- Kein natürliches Sohlsubstrat vor und in Anlage, Wechsel Schwimmhorizont nötig

► Angepasstes Experimental Design



Aufstiegsexperimente

Anpassung des Durchflusses auf Basis der Sprintgeschwindigkeit* (EBEL 2016) der Zielarten

Fischart	Gilde	Totallänge [m]	Wassertemperatur [°C]	Schwimmdauer [s]	Schwimmgeschw. [m/s]
Elritze	rheophil	0,08	16	20	0,79
Gründling	rheophil	0,09	17	20	0,88
Plötze	indifferent	0,12	16	20	0,93
Schmerle	rheophil	0,09	17	20	0,88

Fischart	Durchflussquerschnitt [m ²]	Durchfluss [m ³ /s]	Reduktionsbeiwert [%]	Durchfluss [m ³ /s]
Elritze	0,50	0,40	10	0,36
Gründling	0,50	0,44	10	0,40
Plötze	0,50	0,47	10	0,42
Schmerle	0,50	0,44	10	0,40

* Rheophil

$\lg(u) = 0,546043 + 0,793724 \cdot \lg(\text{Totallänge}) - 0,09022 \cdot \lg(\text{Schwimmdauer}) + 0,281258 \cdot \lg(\text{Temperatur})$

Indifferent

$\lg(u) = (0,367435 + 0,769186 \cdot \lg(\text{Totallänge}) - 0,098163 \cdot \lg(\text{Schwimmdauer}) + 0,364865 \cdot \lg(\text{Temperatur}))$

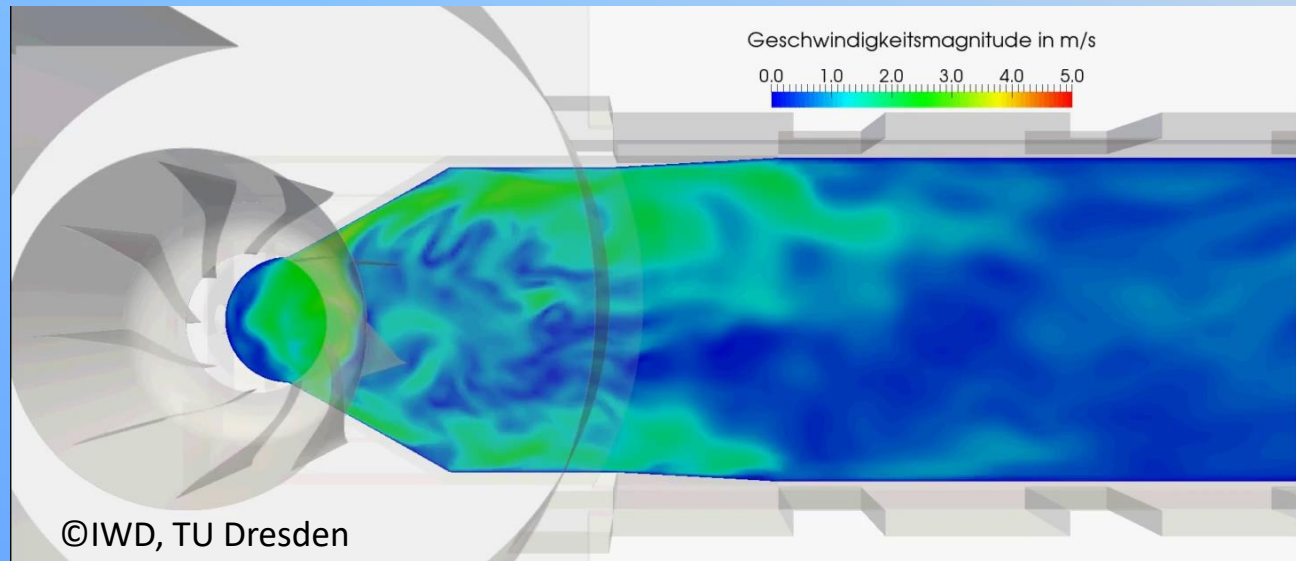
► Ergebnisse - Angepasstes Experimental Design

Aufstiegsexperimente bei verringertem Durchfluss und ca. 24 U/min



Art	Durchfluss	Probanden	Aktive	Turbinenauslass	Aufsteiger
Elritze	360	40	40	11	0
Gründling	400	49	39	12	0
Plötze	420	60	57	18	2
Schmerle	400	36	26	11	0
Gesamtergebnis		185	162	52	2

		% Aktive
Gründling	400	79,6
	700	69,6
Plötze	420	95,0
	700	61,7
Schmerle	400	72,2
	700	57,4
Elritze	360	100,0
	700	100,0





2 Erfolgreiche Aufsteiger (Plötzen)

Tag-ID: 00412093063

Totallänge: 24,5 cm

Masse: 155 g



Fischart	Gilde	Totallänge [m]	Wassertemperatur [°C]	Schwimmdauer [s]	Schwimmgeschw. [m/s]
Plötze	indifferent	0,245	17	5	1,90
Plötze	indifferent	0,245	17	3	1,99
Plötze	indifferent	0,245	17	1	2,22

Tag-ID: 00412093089

Totallänge: 28,7 cm

Masse: 270 g



Fischart	Gilde	Totallänge [m]	Wassertemperatur [°C]	Schwimmdauer [s]	Schwimmgeschw. [m/s]
Plötze	indifferent	0,287	17	5	2,14
Plötze	indifferent	0,287	17	3	2,25
Plötze	indifferent	0,287	17	1	2,51

Fazit:

Fisch können über das Fischfreundliche Wehr aufsteigen - ABER es ist in der getesteten Konfiguration nicht als Fischaufstiegsanlage funktionsfähig.

Ausblick:

→ Aufstieg

1. Bachforelle im Oktober



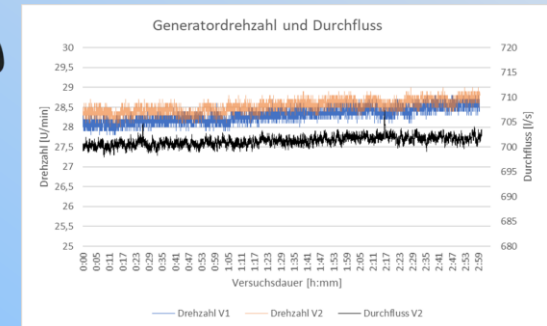
2. Wiederholung der Evaluation mit durchflussoptimierter* Drehzahl

*Drall des Wassers und Turbulenzen im Unterwasser werden reduziert, es besteht die Möglichkeit, dass die Passierbarkeit der Anlage für Fische dadurch verbessert wird

→ Abstieg

1. Zwischenergebnis: Fische stiegen ab, keine sichtbaren gravierenden Schädigungen

2. Aal Ende Oktober





Vielen Dank für die Unterstützung und gute Zusammenarbeit!!!

Uni Magdeburg (Auftraggeber)

Prof. Dr.-Ing. Thévenin, Stefan Hörner

TU Dresden Professur für Wasserbau

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Stamm, Nadine Müller

Mit Mitarbeiter der Wasserbauhalle

Dr.-Ing. Ulf Helbig, Matthias Ehrig, Thomas Gräfe, Tom Heinrich, Oliver Just

Ecoligent

Klaus Petrasch

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Jean Signer

...