

Bleibt die Wasserkraft im Spannungsfeld von Klimawandel, Stromliberalisierung und Gewässerschutz zukunftsfähig?

Peter Rutschmann
Technische Universität München

Dieser Vortrag enthält Resultate aus dem Fithydro Projekt. Die entsprechenden Partner/Autoren sind vermerkt und deren Beitrag hiermit verdankt.



The FITHydro project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 727830

Pictures: © VAW, ETHZ; © Olav König; © Pôle Ecohydraulique de l'AFB, © TUT

INHALTE UND SCHWERPUNKTE

- Vieles, was ich zeige, sind **Resultate und Folgerungen** aus dem FIThydro Projekt. Deshalb fokussiere ich im Vortrag stark auf **Niederdruck-Laufwasserkraft**. Dieser Bereich ist verstärkt unter Druck von NGOs.
- Ich konzentriere mich vorwiegend auf die **Technik** und nicht so sehr auf Klimawandel und Stromliberalisierung.
- Energetisch gesehen ist die Wasserkraft sicher im Bereich **Netzstabilisierung und Energiespeicherung** unangefochten und wird dies auch noch eine Weile bleiben.
- **Umwelt und Ökologie** sind **prioritäre Anliegen** unserer Gesellschaft. Wir müssen den Willen zu entsprechenden Verbesserungen haben, um die **Akzeptanz** der Wasserkraft nicht zu verlieren.



© Bruno Petroni,
Matten, Schweiz

FITHYDRO FAKTEN

26 PARTNER: 13 Forschung, 13 Industrie aus 10 EU Ländern

PROJEKT ZIEL:

- Entwicklung kosteneffizienter, ökologischer Lösungen für eine nachhaltige und fischfreundliche Wasserkraft durch die Untersuchung von Verbesserungsmaßnahmen und –strategien
- Entwicklung von Entscheidungshilfen für Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen durch den Einsatz bestehender und innovativer Technologien

BUDGET: 7.2 Mio. €

DAUER: November 2016 – April 2021



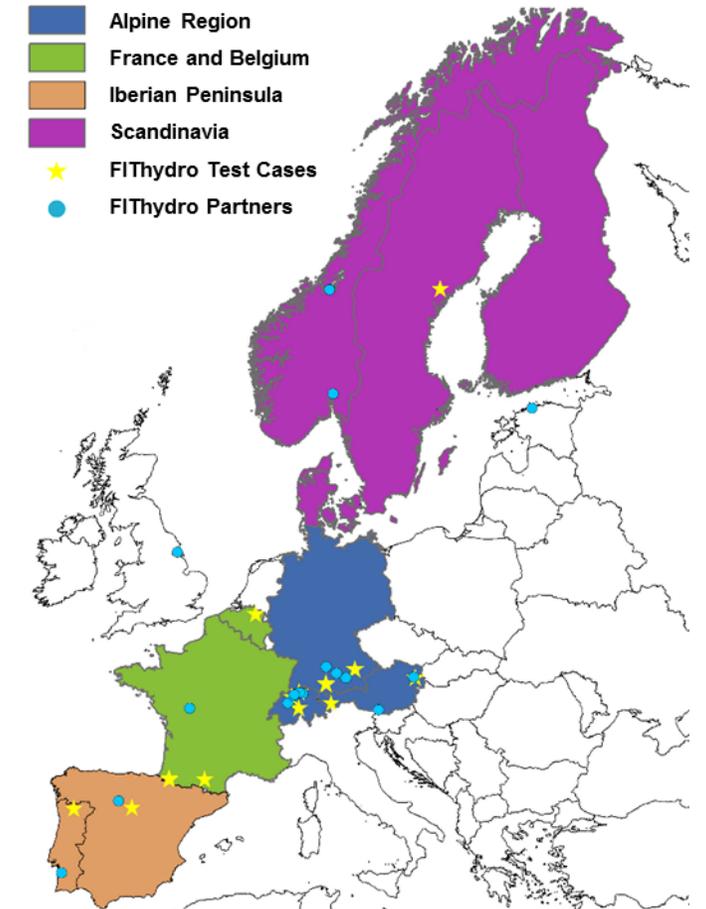
FITHYDRO FAKTEN

TEST CASES:

Technologies, methods, tools and devices are evaluated, enhanced and applied at 17 test sites in 4 European regions

CHALLENGES INVESTIGATED:

-  Upstream migration
-  Downstream migration
-  Flow and Habitat
-  Sediments



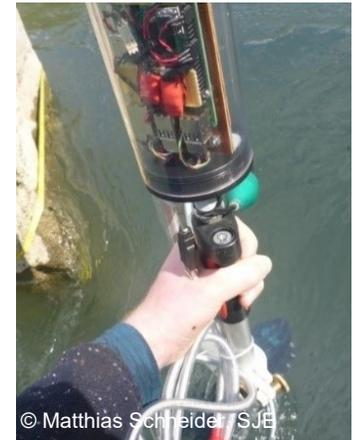
© Matthias Schneider, sje

FISCHAUFSTIEG



UNTERSUCHUNG VON:

- Schwimmwege von Fischen und Lockströmung bei Fischaufstiegsanlagen
- Einstieg in den Fischaufstieg
- Bevorzugte Aufstiegsvariante
- Funktionalität des Fischaufstiegs



© Matthias Schneider, sje

FISCHABSTIEG



UNTERSUCHUNG VON:

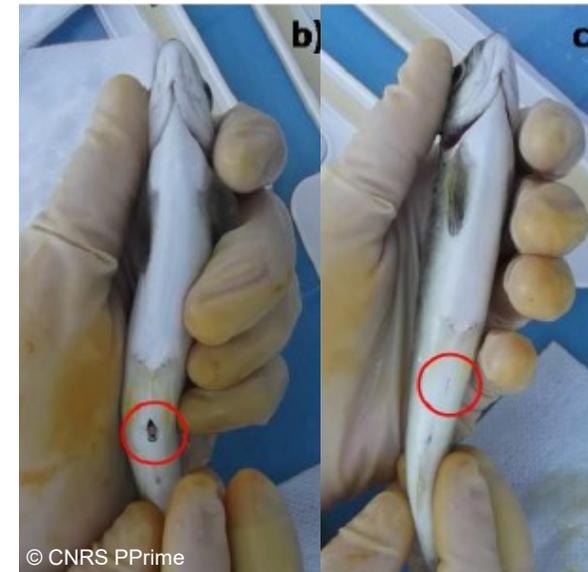
- Fisch Schwimmwegen
- Effizienz des Fischabstiegs
 - Mit engen Stababständen
 - Mit groben Fischleitstrukturen
- Attraktivität des Bypass
- Turbinenpassage



© Francisco Javier Sanz Ronda, Itagra.ct



© Pôle Ecohydraulique de l'AFB



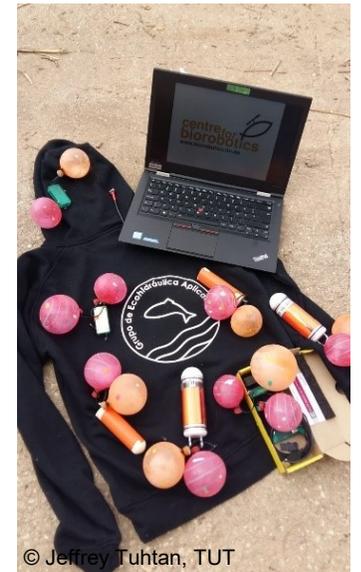
© CNRS PPrime



© CNRS PPrime



© CNRS PPrime



© Jeffrey Tuhtan, TUT



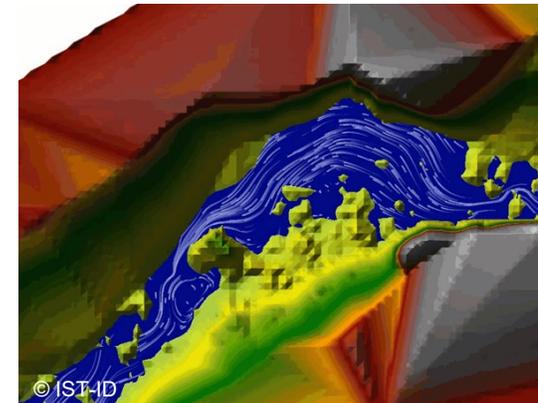
© Jeffrey Tuhtan, TUT

FISCHHABITATE



UNTERSUCHUNG VON:

- Habitatverteilung und Habitatverfügbarkeit
- Restwasser
- Hydropeaking



SEDIMENTE



UNTERSUCHUNG VON:

- Geschiebedurchgängigkeit und Geschiebemanagement mit einem "Vortex tube"
- Einfluss von Geschiebeverfügbarkeit und Geschiebetransport auf Habitate



TEST CASE SCHIFFMÜHLE, SCHWEIZ

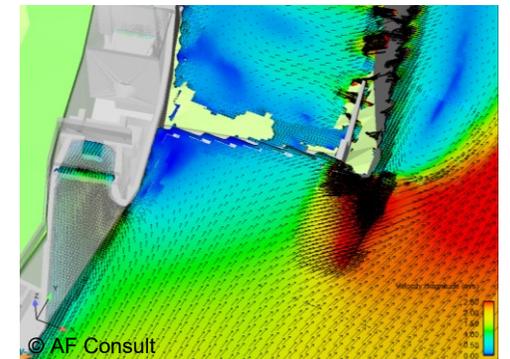


HERAUSFORDERUNGEN:

-  Fischabstieg
-  Fischaufstieg
-  Lockströmung, Habitate unterstrom
-  Geschiebemanagement

RESULTATE:

- Naturnaher Aufstieg und Schlitzpass, funktionieren gut und mit hoher Effizienz
- Die Lockströmung für den Fischabstiegs-Bypass ist schlecht
- Der Fischabstieg muss optimiert werden
- Das Vortex Tube funktioniert gut für Geschiebeweiterleitung bei Hochwasser



TEST CASE BANNWIL, SCHWEIZ



HERAUSFORDERUNGEN:

- 🐟 Fischabstieg
- 🐟 Fischabstieg durch die Turbine
- 🐟 Kombination verschiedener Möglichkeiten des Abstiegs (betriebliche Änderungen und Neubau)

RESULTATE:

- Keine Fischschädigung für Fischabstieg bei Hochwasser über das Wehr
- Wegen Sauerstoffübersättigung im Tosbecken erhöhtes Risiko durch Räuber
- Tosbecken braucht für den Fischabstieg Anpassungen
- Ungünstige Strömungsbedingungen für eine mögliche Führung der Fische zu einem Abstiegsbypass
- Die Überlebenswahrscheinlichkeit in den Turbinen liegt aufgrund von Monitoringresultaten zwischen rund 70% und 85%



TEST CASE ALTHEIM, DEUTSCHLAND



HERAUSFORDERUNGEN:

-  Habitatverfügbarkeit und -nutzung in der Fischtreppe
-  Wartungsaufwand und -kosten

RESULTATE:

- Die installierten Habitatstrukturen bieten einen erheblichen ökologischen Nutzen, da sie spezifische Lebensräume für verschiedene Arten bieten
- Die hohe Fließgeschwindigkeit und die kühle Wassertemperatur im Fischpass ermöglichen eine nachhaltige Äschenpopulation (bedrohte Art) sowie einen geeigneten Lebensraum für bodenorientierte Fischarten
- Der Unterhaltungsaufwand steigt hauptsächlich mit der Länge des Fischpasses und nicht mit der Umsetzung der Habitatstrukturen



TEST CASE ALTUSRIED, DEUTSCHLAND



HERAUSFORDERUNGEN:

-  Einstieg in den Fischaufstieg
-  Lockströmung zum Fischaufstieg

RESULTATE:

- Hohe Anzahl von Fischarten und Populationsgrößen deuten auf eine gute Nutzung der naturnahen Fischaufstiegsanlage hin (ehemals schlechter Zustand der Fischgemeinschaft)
- Besonders Barbe, Donaulachs, Äsche, Jung- und Bachforelle wurden gefunden
- Das CASiMiR-Migrationsmodell zeigt eine geringe/abnehmende Attraktivität für Fische mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten. Da die Fische die Fischaufstiegsanlage trotzdem nutzen, müssen zusätzliche Parameter zu Größe und Richtung der Strömung ebenfalls maßgebend sein.



TEST CASE GÜNZ, DEUTSCHLAND



HERAUSFORDERUNGEN:

- ⦿ Keine Lösung für den Fischabstieg
- ⦿ Leichhabitats und Habitats für Jungfische

RESULTATE:

- Bau von Habitatstrukturen für Laich und Jungfische in einer naturnahen Fischtreppe: Erfolgreiches Ablachen auf frischem Kies (auf 50% der gefundenen Laichplätze)
- Hohe Anzahl von Zielfischarten, die in und durch die Fischaufstiegsanlage wandern
- Die Nase bevorzugte neuen, sauberen Kies, was dazu führte, dass die neuen Laichplätze etwa zwei Jahre lang sehr gut funktionierten.



TEST CASE FREUDENAU, ÖSTERREICH



HERAUSFORDERUNGEN:

- 🐟 Einstieg zum naturnahen Aufstieg
- 🐟 Potentielle Effekte der Auffindbarkeit neben der Lockströmung

RESULTATE:

- Fischtrackingdaten aus der 2D-Telemetriestudie mit 35 Nasen wurden mit dem Flow3D-Modell verglichen, das hydro-thermo-chemisch-mechanische Prozesse berücksichtigte
- Es gibt zwar einen leichten Temperaturunterschied zwischen der Donau und dem Fischpass ($\pm 0,6^{\circ}\text{C}$), aber der Vergleich mit den Fischtreppen zeigt keine eindeutige Korrelation.



TEST CASE GKI, ÖSTERREICH



HERAUSFORDERUNGEN:

- 🌊 Auswirkungen des gegenwärtigen Hydropeaking
- 🌊 Abminderung des Einflusses von Hydropeaking
- 🌊 Abflussänderungen bei unterschiedlichen Habitaten
- 🌊 Habitate für die Reproduktion und Jungbrut

RESULTATE:

- Charakterisierung der wichtigsten hydromorphologischen Komponenten für die Schwall/Sunk-Minderung
- Verbessertes Monitoring für Auswirkungen von Schwall und Sunk und Bewertung von Abhilfemaßnahmen
- Betriebliche Maßnahmen bei Schwallbetrieb für den Zeitraum des Laichens der Äsche
- Verbesserung der Laichhabitate und der Lebensraumeignung der Larvenstadien



ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

NTNU
Norwegian University of
Science and Technology



**PETER
FISHCONSULTING**

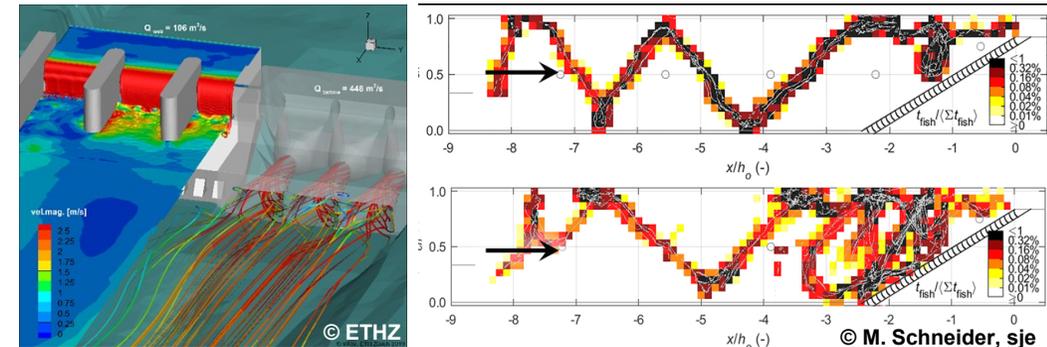


AFRY
AR. OVER.



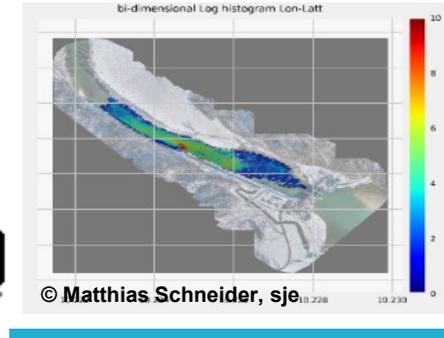
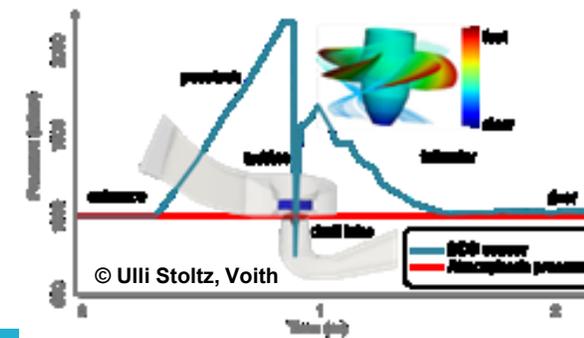
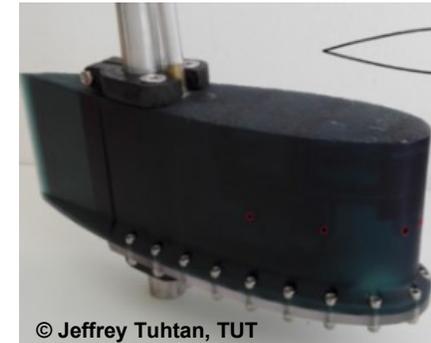
DIE WICHTIGSTEN SMTDS VON FITHYDRO

- FIThydro DSS (UHULL)
- FIThydro Wiki (SINTEF)
- Fish Population Hazard Index - FPH (IGB)
- Cumulative Impact Assessment Tool - CIA (UHULL/IGB)
- Curved-Bar Rack – CBR (ETHZ)
- Induced Drift Application – IDA (TUM)
- Modelling fish mortality with BioPA (Voith)
- 3D sensorless optical/ultrasound fish tracking (ETHZ/TUM)
- Agent based fish motion in CASIMIR (sje)
- The artificial lateral line probe - LLP (TUT)
- The barotrauma detection system – BDS (TUT)



ERGEBNISSE VON FITHYDRO

- In FITHydro untersuchten, benutzten und entwickelten wir **wertvolle und hilfreiche SMTDs** (solutions, methods, tools and devices)
- Wir kennen nach FITHydro die **Auswirkungen der Wasserkraft** auf Fische und Ökologie besser, und wissen wie diese **gemindert werden können**. Und wir wissen, welche Maßnahmen mehr oder weniger **vielversprechend beziehungsweise kosteneffizient** sind.
- Wir können der Fachwelt eine Auswahl an nützlichen **Methoden, Werkzeugen und Instrumenten** für zukünftige Aufgaben bereitstellen.
- Wir wissen, dass es noch **Wissenslücken** gibt, die weiter untersucht werden müssen.
- Und ich sehe, dass viele Optionen derzeit nicht untersucht oder angewandt werden, weil die **Bereitschaft zu Veränderungen** fehlt oder rein **wirtschaftlichen Gründe** dagegen sprechen.



ZUKÜNFTIGE WEGE HIN ZU FISCHFREUNDLICHERER WASSERKRAFT

Persönlich sehe ich einen Trend zu:

☛ Mehr Flexibilität und Dynamik

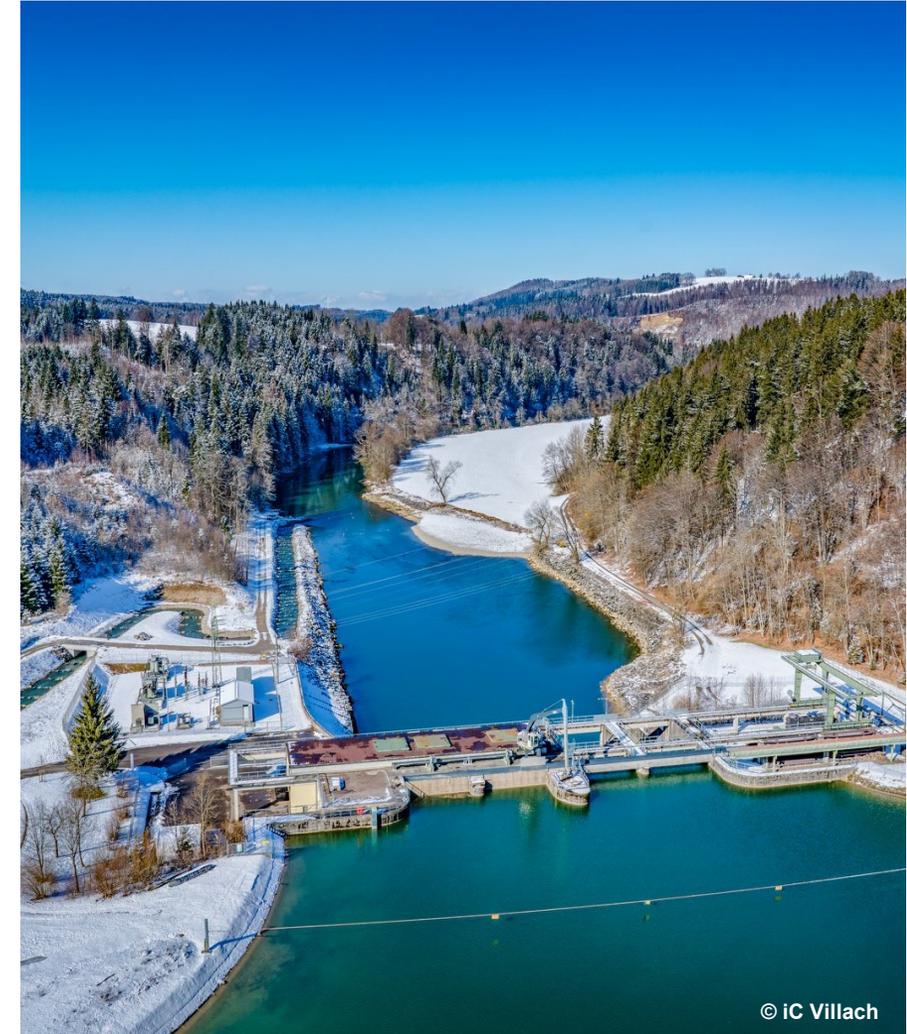
- ☛ **Flexiblere Vorschriften der Behörden** die es erlauben, den Geschiebetrieb zu aktivieren, Deckschichten aufzubrechen, Auengebiete zu fluten etc.
- ☛ **Die Natur ist dynamisch** deshalb sollten wir Abflüsse dynamisieren und weg kommen von konstanten Restwasserabflüssen oder Fischpassdotierungen. Wir sollten auch versuchen, morphologische Veränderungen gezielt zu aktivieren.

☛ Besseres Verständnis des Fischverhaltens

- ☛ Fische sind durch **evolutionäre Entwicklungen hochgradig optimiert** für das Überleben in Flüssen. Wenn wir ihre evolutionäre Anpassung verstehen würden, so könnten wir eine fischfreundlichere Wasserkraft planen und bauen.

☛ Mehr Öko- und Umweltmanagement sowie Anpassung des Kraftwerksdesigns

- ☛ Wir müssen nicht die gesamte Technik ersetzen, sondern es kann genügen, die Wasserkraft **bedürfnisgerecht zu betreiben** und das **Design entsprechend anzupassen**.



MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

Betriebliche Flexibilität und Vermeidung starrer Vorschriften:

- Wehre sollten adaptive gesteuert werden, um:
 - Geschiebetransport ins Unterwasser zu unterstützen.
 - Aalen und anderen Fischarten die Wanderung nach unterstrom zu ermöglichen.
 - Um Deckschichten und kolmatierte Sohlen aufzubrechen.
- Die Dotation sollte sich den unterschiedlichen Fischen anpassen:
 - Kleine Fische benötigen andere Anreize und kommen nur mit geringeren Geschwindigkeiten als große Spezien klar.
- Wasserkraft ist gegenwärtig ausschließlich wirtschaftlich optimiert:
 - Sie könnten auch für das Überleben von Fischindividuen oder Fischpopulationen optimiert werden.
 - Fische könnten z.B. durch Turbulenzen der Turbinenabströmung geleitet werden, wenn geringe Energieverluste in Kauf genommen würden.

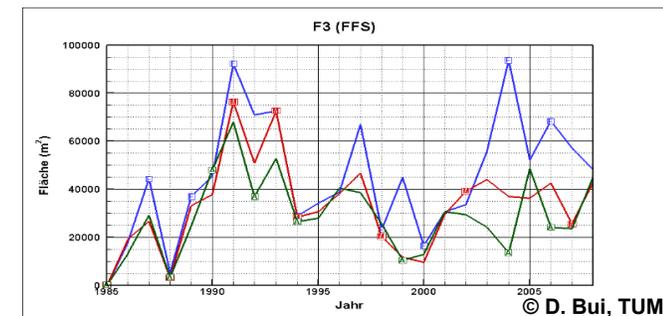
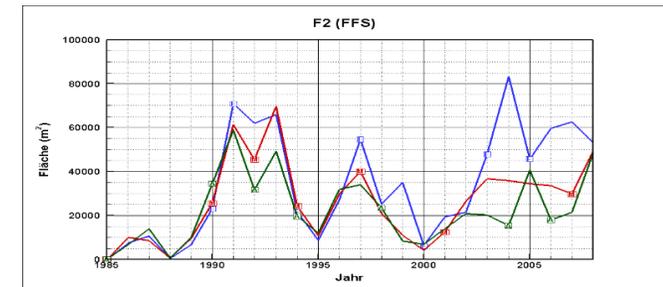
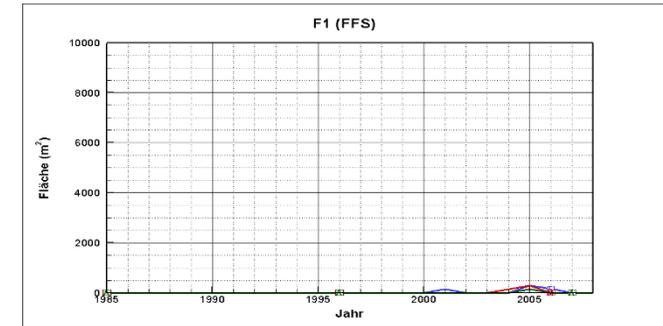
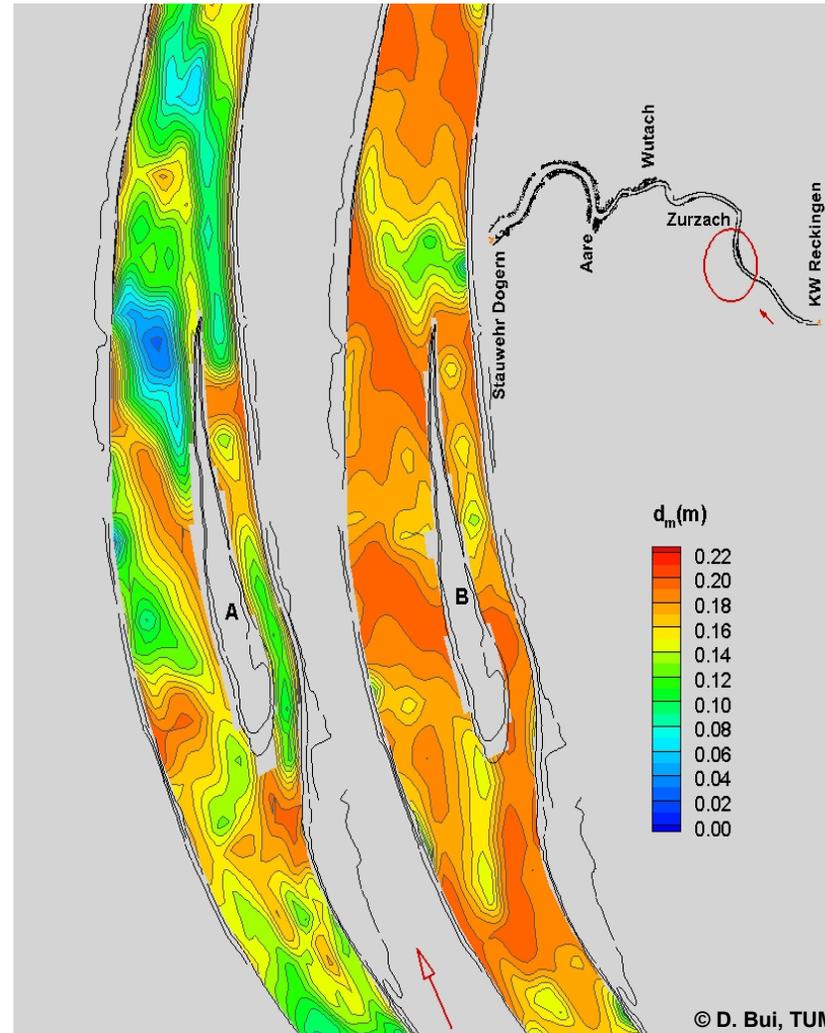


© W. Reckendorfer, VERBUND

MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

Angepasste Wehrsteuerung:

- Die Habitatbedingungen für Fischpopulationen ändern sich im Laufe des Jahres genau so, wie die Wasserführung und die Morphodynamik

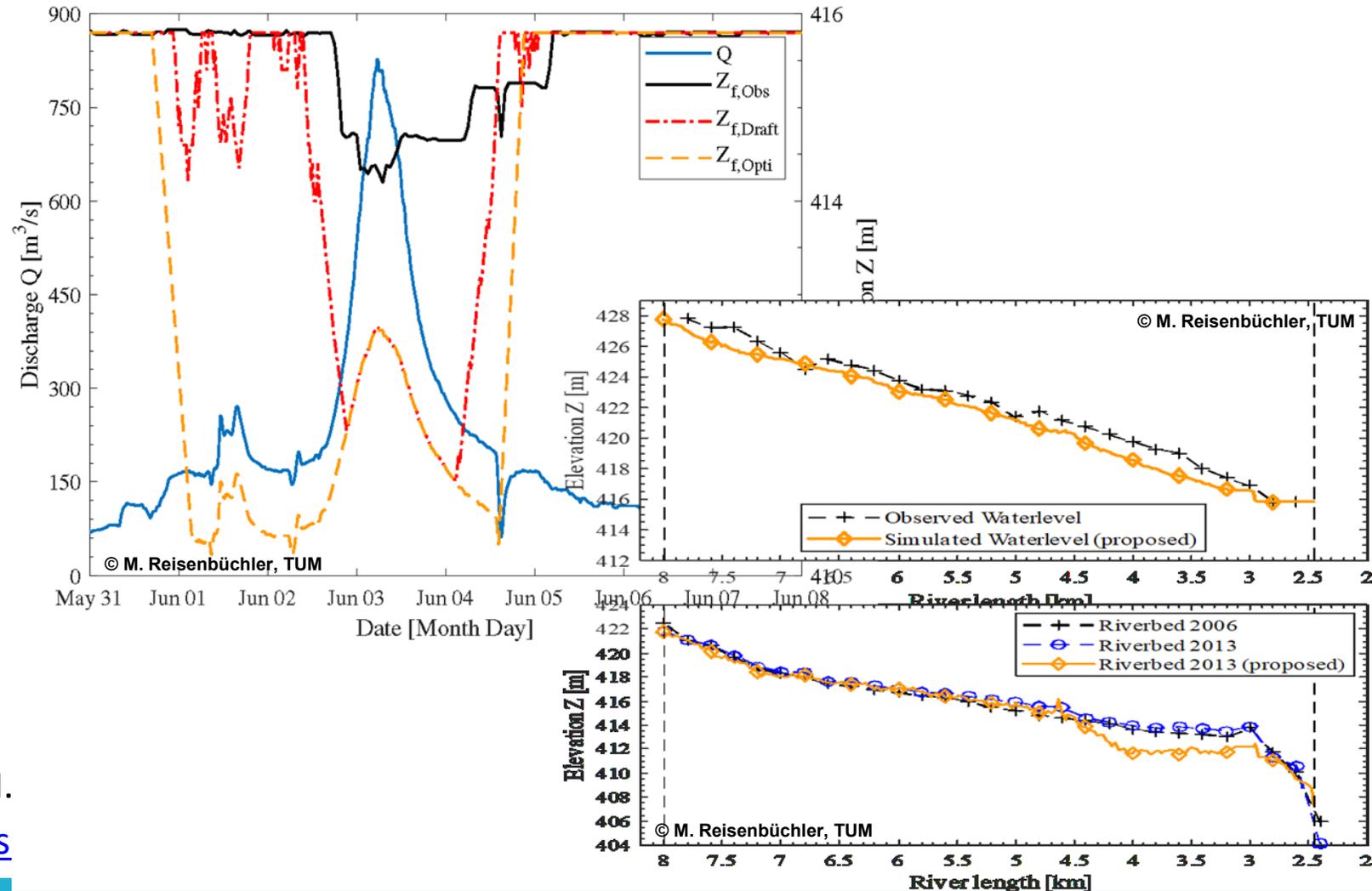


MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

Angepasste Wehrsteuerung:

- Habitatbedingungen für Fischpopulationen ändern sich im Laufe des Jahres, wie auch Wasserführung und Morphodynamik
- Geschiebemanagement in Stauhaltungen kann bei Hochwasser und abgesenktem Wasserspiegel Sohlage und Granulometrie beeinflussen
- Durch angepassten Wehrbetrieb kann auch Hochwasserschutz, Geschiebedurchgängigkeit und stromabwärts Wanderung von Fischen (Aale) positive beeinflusst werden

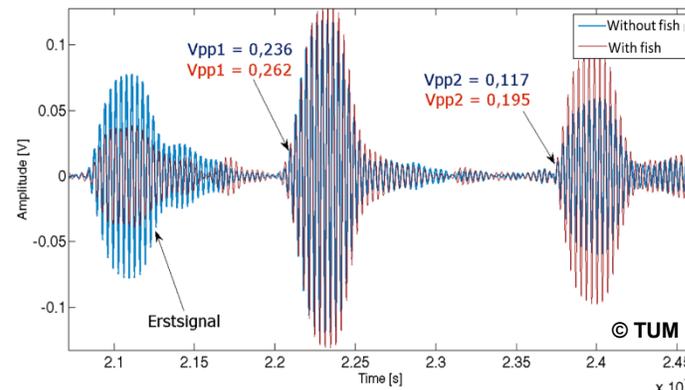
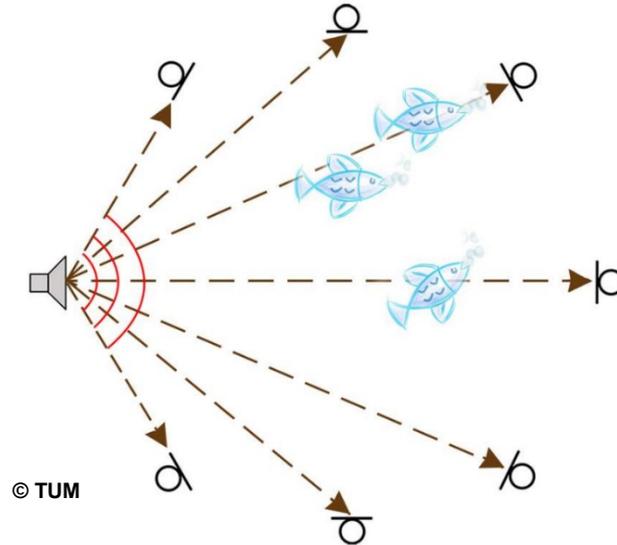
© M.
<https://www.reisenbuechler.de/>



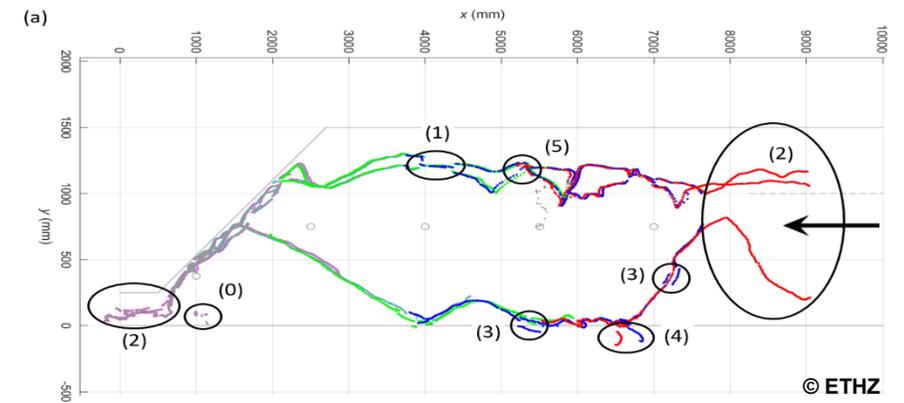
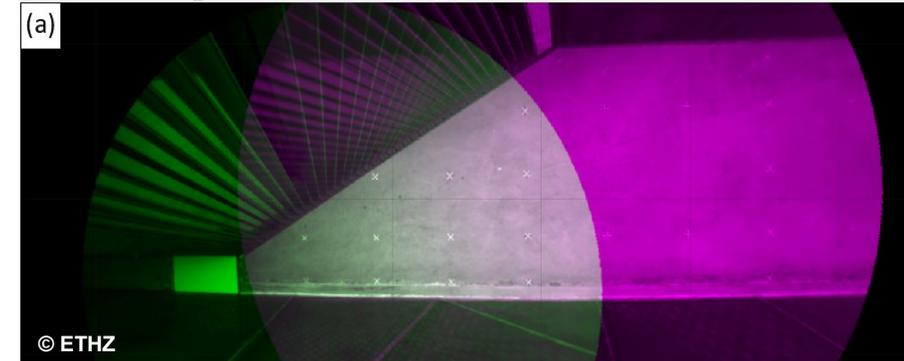
MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

Unterstützende Sensorik-Technologien:

- Das sensorlose 3D Fischtracking mit Ultraschall (TUM) bzw. mittels Optik (ETHZ) erlaubt zu “sehen”, was im Fluss geschieht und darauf zu reagieren :
 - Verschlüsse können für die stromabwärts gerichtete Fischwanderung geöffnet werden.
 - Der Abfluss im Fischpass kann erhöht werden, um Fischschwärme anzulocken.
 - Vielleicht gibt es irgendwann Fischroboter, die Fische erkennen und sie zum Fischeaufstieg und Abstiegs-Bypass geleiten.



FIThydro D3.3. Rutschmann et al.



FIThydro D3.2. Albayrak et al.

MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

Wasserkraftwerke sollten dynamischer betrieben werden, da die Natur dynamisch ist:

- Restwasser und Stauraumabflüsse können und sollten zeitlich variieren, um
 - belastbare Lebensräume für eine Vielzahl verschiedener Arten zu schaffen.
 - Verbesserung der Lebensraumbedingungen für Fische und die Beseitigung von Kolmation zu erreichen.
- Die Flussmorphologie kann und sollte sich im Laufe der Zeit verändern, um
 - eine optimale Granulometrie des Flussbettes als Lebensraum für verschiedene Arten zu erreichen
 - die Artenvielfalt durch unterschiedliche Strömungs- und Morphologiemuster zu unterstützen

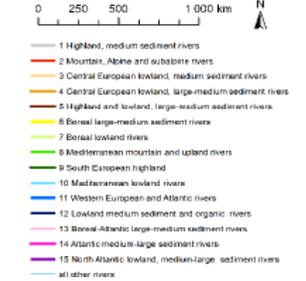


MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

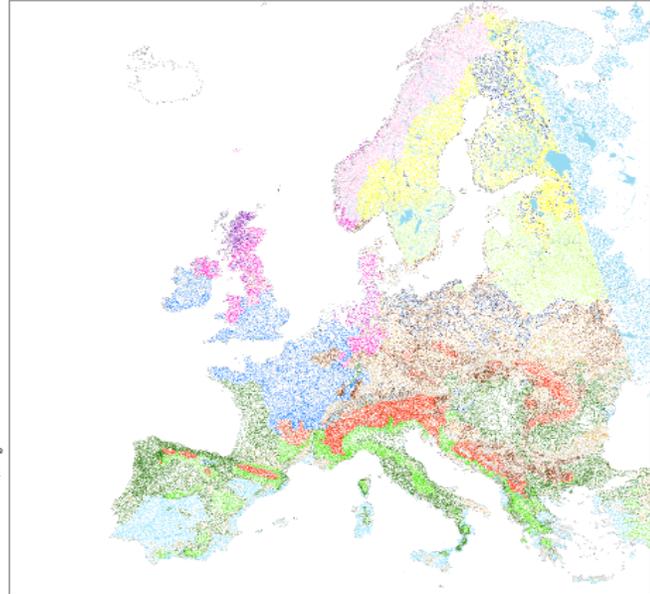
Veralgemeinerte E-flows im Raum aber Dynamik in der Zeit:

- **Kategorisierung** von Fischgemeinschaften in Makrohabitattypen (FCMaCHT, AMBER D2.1) über ganz Europa.
- Berücksichtigung natürlicher hydrologischer Bedingungen. **einschließlich extremer Ereignisse.**
- Berücksichtigung der **evolutionären Entwicklung einheimischer Arten.**
- Extremereignisse treten auch unter natürlichen Bedingungen auf, und die einheimische Fauna ist angepasst und kann extremen Ereignissen widerstehen. Deshalb:
 - Analyse der Habitatverfügbarkeit unter natürlichen Bedingungen
 - Identifizierung von Häufigkeit, Ausmaß und Dauer von Extremereignissen unter natürlichen Bedingungen.
 - Entwicklung von EFlow-Kriterien, die eine Zunahme der Häufigkeit, des Ausmaßes oder der Dauer von Extremereignissen vermeiden.

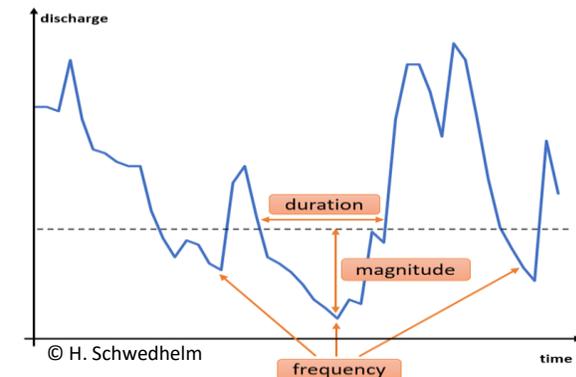
European rivers classification into macrohabitat classes (FCMaCHT)



Catchment Characterisation and Modelling River and Catchment Database, version 2.1 (CCM2) (Vogt, J. V. et al., 2007) is used to derive information on catchment size, slope and altitude of a river segment and Strahler stream order. European Soil Database v2.0 (ESDAC; Panagos, 2012) used to derive geological class of organic substrate. International Hydrogeological Map of Europe 1:1,500,000 (HME1500) used to derive geology class alluvial and calcareous. Environmental Zones of Europe are derived from the Environmental Stratification of Europe version 8 (Metzger, Marc J. 2018). Political borders from Water Information System for European Water Framework Directive (WISE-WFD) database (IEA, 2017).



European rivers classified into 15 Macrohabitat types (FCMaCHT)(AMBER D2.1)



© H. Schwedhelm

AMBER "D2.1 Classification map of running waters considering fish community structure and barrier impacts", 2018, Authors: Parasiewicz et al.

MEHR FLEXIBILITÄT UND DYNAMIK

E-Flows und E-Sedimente führen zu E-Habitaten::

- E-Flows sollen aquatische Populationen erhalten. Ihre Lebensräume sind jedoch auch stark vom hyporheischen Interstitial abhängig.
 - Geeignete morphologische Bedingungen
 - Regelmäßige Mobilisierungen des Flussbettes sind erforderlich
- Ähnliche Ansätze wie für die Hydrologie sind möglich für
 - Identifizierung von Häufigkeit, Ausmaß und Dauer extremer hydrologischer Ereignisse und deren Auswirkungen auf die Gerinnemorphologie
 - Einbindung der identifizierten Ereignisse in die E-Flows Schemen
 - Berücksichtigung der natürlichen Jahreszeit für solche Ereignisse
 - Berücksichtigung der Sedimentkontinuität im Einzugsgebiet



BESSERES VERSTÄNDNIS DES FISCHVERHALTENS

Durch die Evolution sind Fische optimal an die Strömungen in einer natürlichen Umgebung angepasst:

- Wenn wir verstehen würden, wie die Fische auf Reize aus ihrer Umgebung reagieren, könnten wir:
 - Bessere Fischpässe und Fischaufstiegshilfen bauen
 - Effizientere Umgehungsmöglichkeiten flussabwärts schaffen
 - Fischpässe so anlegen und gestalten, dass sie von wandernden Arten leicht gefunden werden können
 - Verhindern, dass Fische in die Turbine gelangen usw.
- **Wasserkraftanlagen würden als natürliche Hindernisse angesehen, mit denen die Fische zurechtkommen!!**

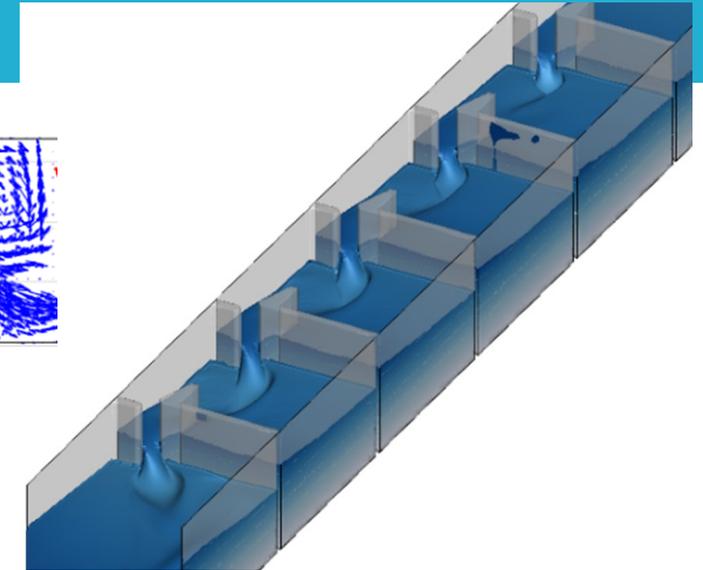
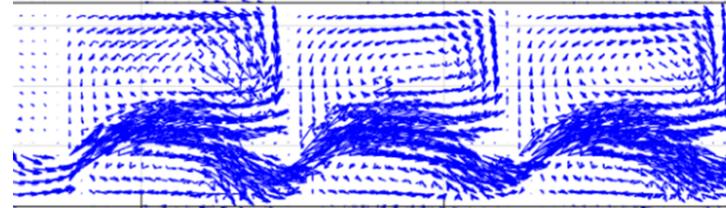


© GEA-Ecohidráulica

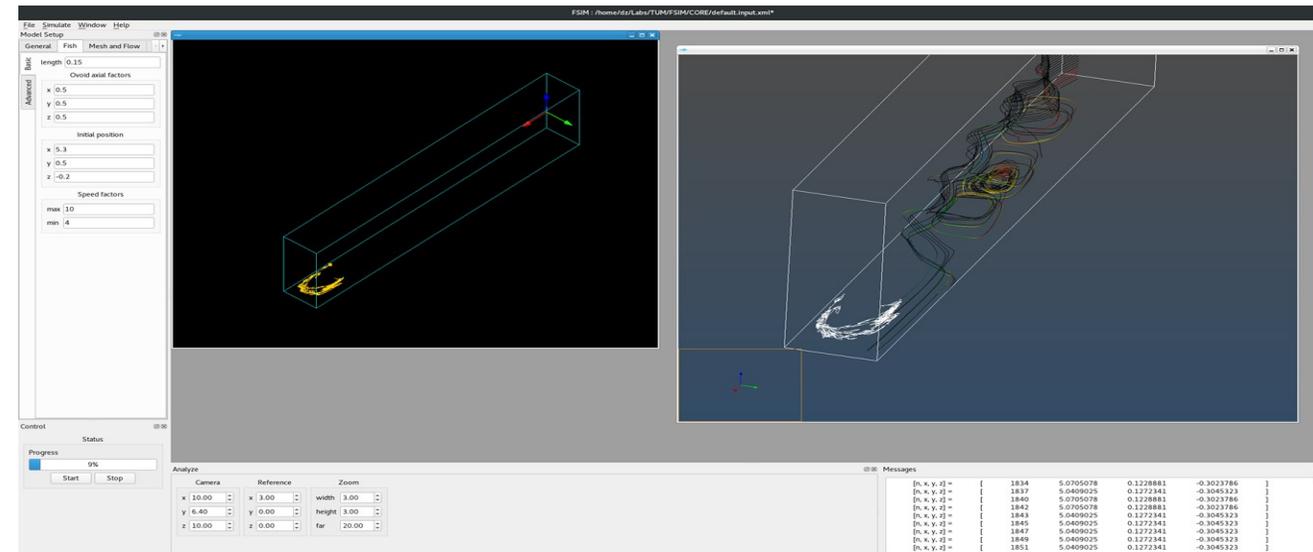
BESSERES VERSTÄNDNIS DES FISCHVERHALTENS

Numerischer Ansatz:

- Einsatz von CFD zur Lösung komplexer hydraulischer Muster (Geschwindigkeiten, Tiefen, Drücke und Turbulenzen) der Strömung auf feinen räumlichen und zeitlichen Skalen.
- Die Bewegung wird durch die Reaktionen der Fische auf die umgebende Strömung und die Herausforderungen in dieser Umgebung bestimmt. Sie stützen sich dabei auf Erfahrungen aus der Vergangenheit in Kombination mit instinktivem Verhalten.



Computations, Dzung
Nguyen, PhD TUM

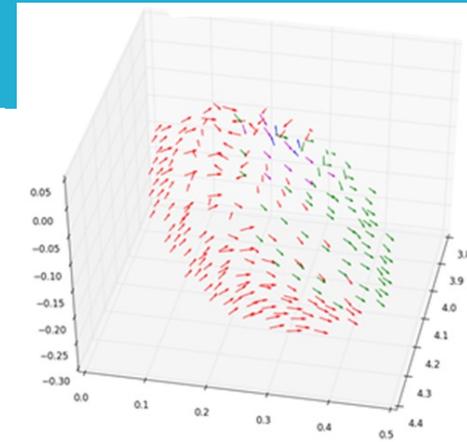
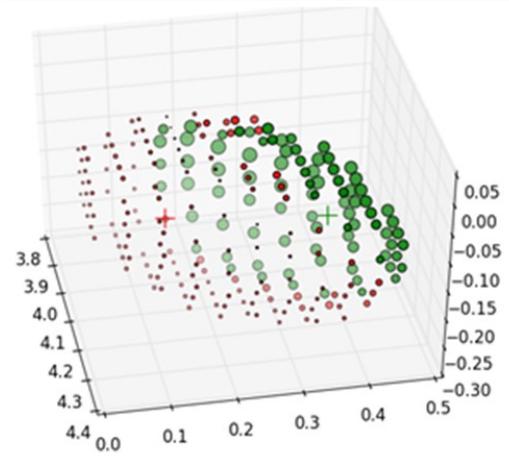


FSIM-software, Dzung
Nguyen, PhD TUM

BESSERES VERSTÄNDNIS DES FISCHVERHALTENS

Numerischer Ansatz:

- Sensorisches Volumen (SV): Das Volumen, in dem der Fisch empfindet, kann als symmetrisches oder verzerrtes Eiförmchen modelliert werden. Seine Größe hängt vom lateralen System oder einfach von der Länge des Fisches ab.
- Die Strömung im SV wird entsprechend der Ähnlichkeit der Strömungseigenschaften gruppiert und mit den gewählten Schwimmwegen der Fische verglichen.
- Erklärung und Modellierung der Aktionen der Fische anhand der berechneten Strömungsmerkmale in der unmittelbaren Umgebung



SV graphics and fish tracks, Nguyen Dzung, PhD, TUM

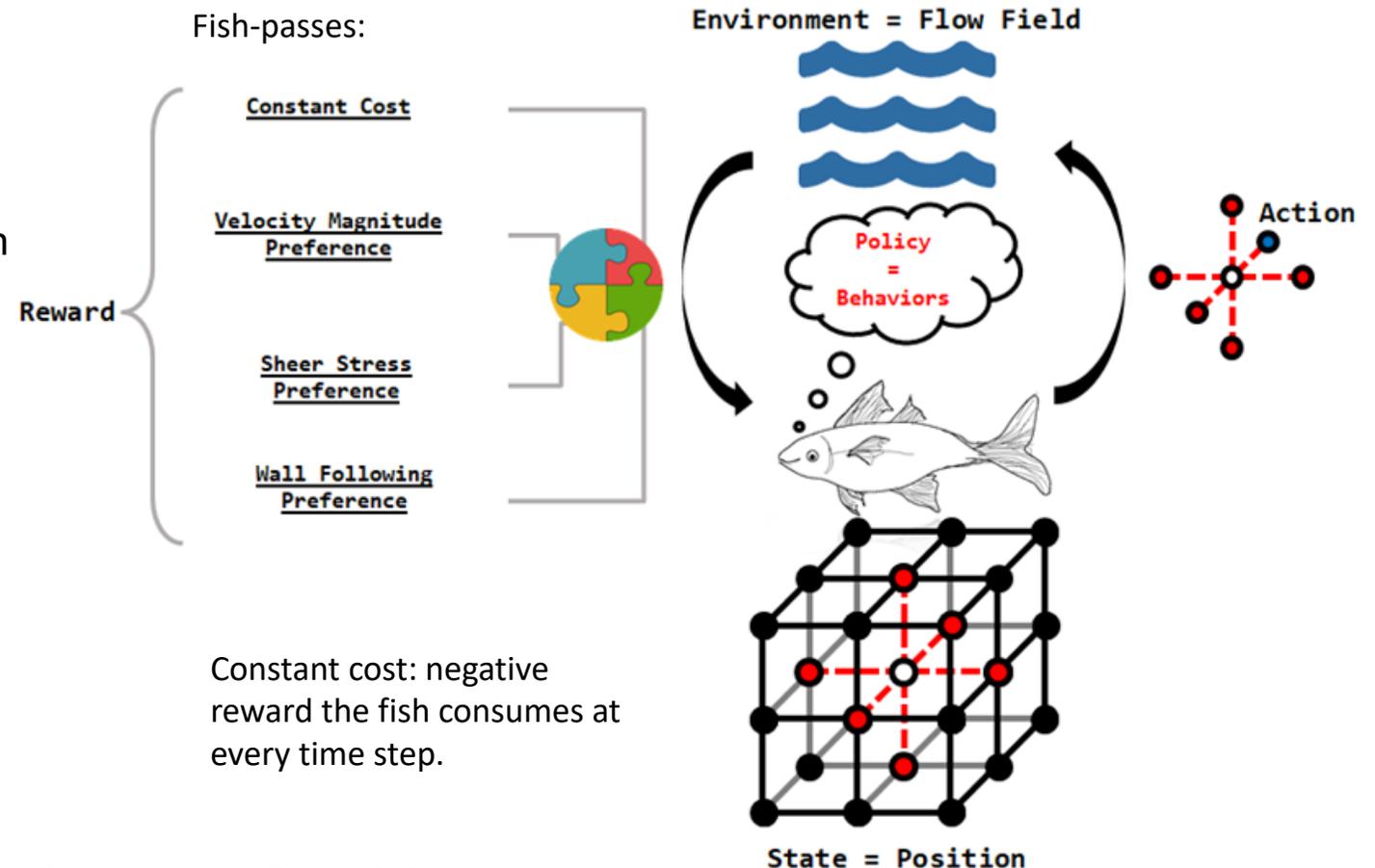


Original video by Pprime (Prof. L. David), Poitier, France

BESSERES VERSTÄNDNIS DES FISCHVERHALTENS

Kopplung von Hydrodynamik und Reinforcement Learning:

- Reinforcement Learning (RL) ist ein Bereich des maschinellen Lernens, der sich damit beschäftigt, wie intelligente Agenten Aktionen in einer Umgebung durchführen sollten, um die erhaltene Belohnung zu maximieren.
- Der typische Rahmen eines RL-Szenarios: Ein Agent führt Aktionen in einer Umgebung aus, die zu einer positiven oder negativen Belohnung führen.
- Der Agent verbessert und optimiert seine Reaktionen.

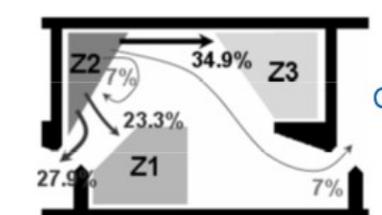
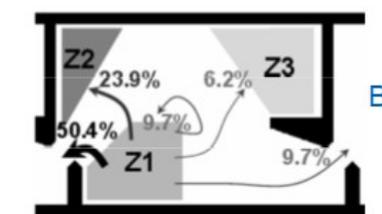
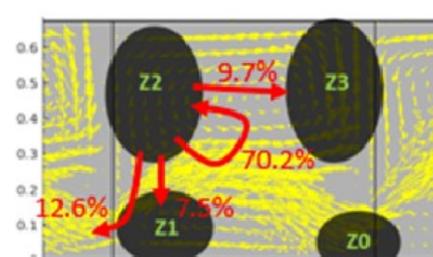
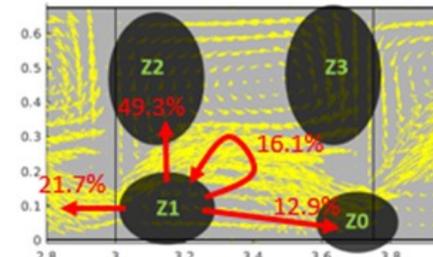
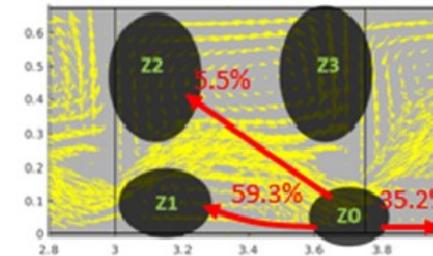


Graphics: Nguyen Dzung, PhD, TUM

BESSERES VERSTÄNDNIS DES FISCHVERHALTENS

Simulation von Fischbewegungen mit FSIM:

- DAMIEN CALLUAUD et al. (2014) untersuchten das Schwimmverhalten von Döbeln der kleinen Größenklassen ($9,7 \text{ cm} \leq TL < 15,6 \text{ cm}$)
- Die Bewegung der Fische wurde in drei verschiedenen Beckenbereichen beobachtet: Z1, Z2 und Z3
- 99 % der Fische schwammen nach dem Eintauchen in den Pool zu Z1, und von dort aus verließen 50 % den Pool in Richtung stromaufwärts
- Innerhalb des Beckens bewegten sich 24 % zunächst nach Z2 und 28 % von dort stromaufwärts.
- 21 % der Fische in Z3 verließen das Becken in Richtung stromabwärts
- Z1 und Z2 waren bevorzugte Zonen für die stromaufwärts gerichtete Wanderung.
- FSIM mit RL reproduziert das Muster qualitativ.



Original work by DAMIEN CALLUAUD et al. (2014). Evaluation of videos and computations with FSIM by Dzung Nguyen, PhD, TUM.

MEHR MANAGEMENT, ANPASSUNG UND FISCHKONFORMES DESIGN

Wenn wir die Bedürfnisse, Reaktionen auf die Umwelt, das Sensorium und das Verhalten der Fische besser verstehen würden, könnten wir:

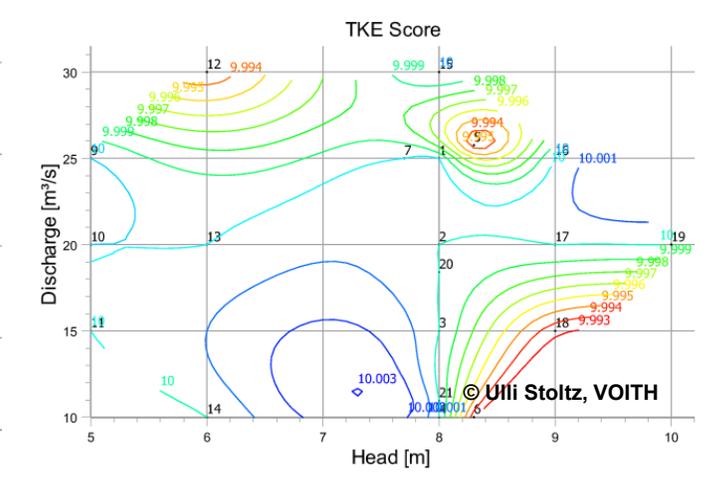
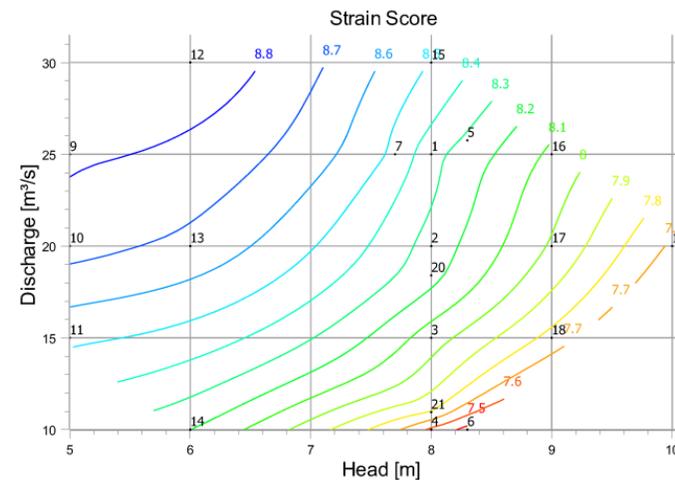
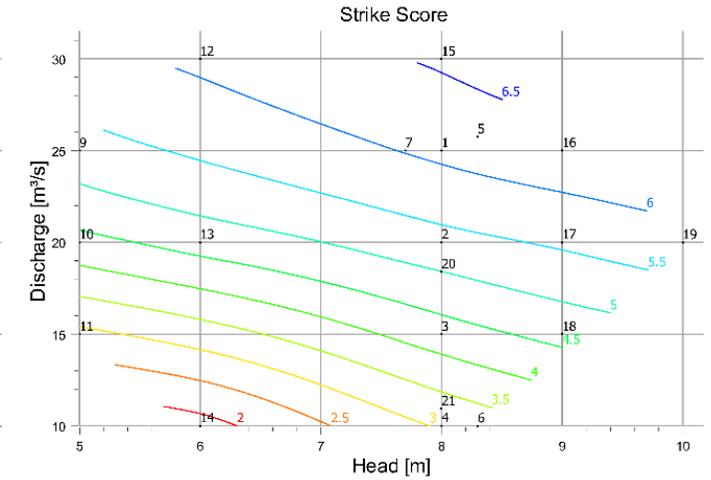
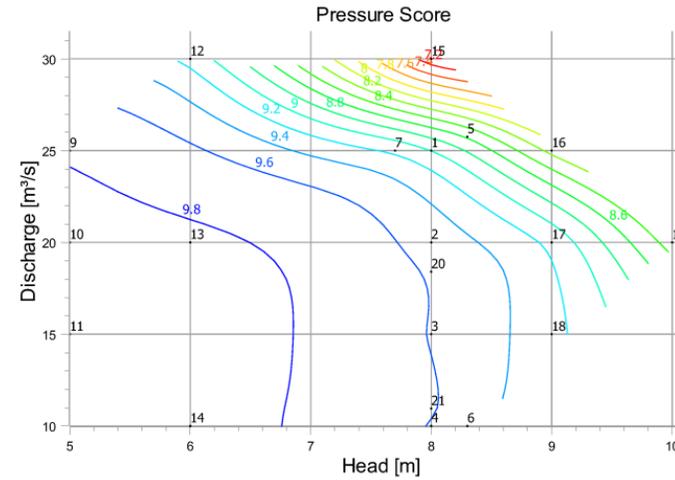
- Wasserkraft auf fischfreundlichere Weise betreiben
- Die Umwelt so bewirtschaften, dass sie den Bedürfnissen der Fische gerecht wird und die Populationen nachhaltig erhalten bleiben
- Bestehende HPPs könnten wir dann den Bedürfnissen und dem natürlichen Verhalten der Fische anpassen
- Eine neue Generation von Wasserkraftanlagen entwickeln



MEHR MANAGEMENT, ANPASSUNG UND FISCHKONFORMES DESIGN

Die Wasserkraft ist auf Wirtschaftlichkeit optimiert. Andere Optimierungen wären möglich:

- Turbinen könnten optimiert werden, um:
 - das Risiko von Fischschäden zu minimieren

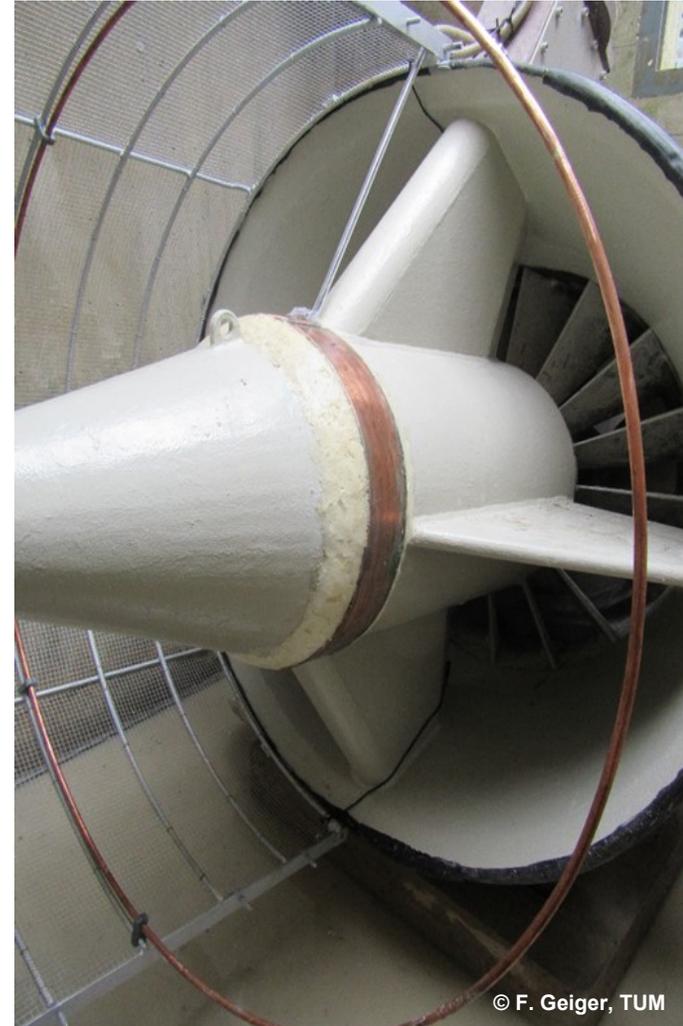


FIThydro D3.3 U. Stoltz et al.

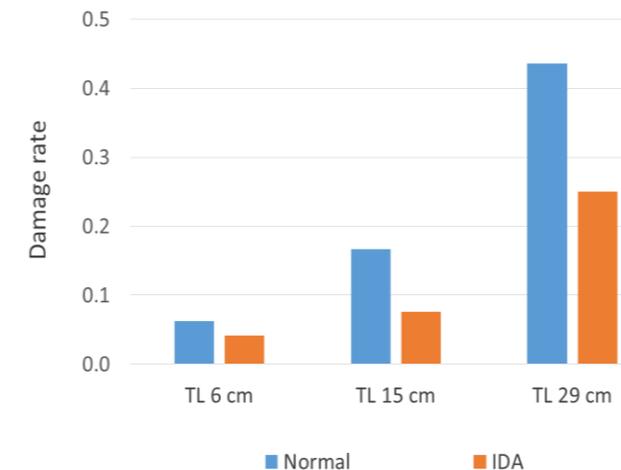
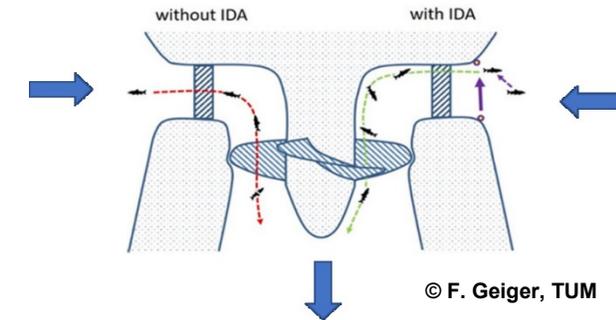
MEHR MANAGEMENT, ANPASSUNG UND FISCHKONFORMES DESIGN

Die Wasserkraft ist auf Wirtschaftlichkeit optimiert. Andere Optimierungen wären möglich:

- Turbinen könnten optimiert werden, um:
 - das Risiko von Fischschäden zu minimieren
 - Um Fische zur Turbinennabe zu leiten, wo die Überlebensraten höher sind. (IDA erfunden von F. Geiger, Patent TUM)



FIThydro D3.4 F. Geiger et al.

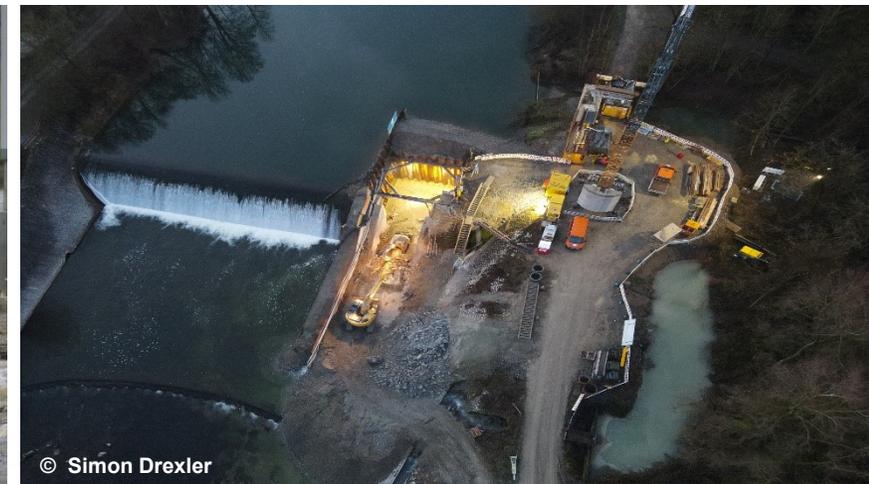


© F. Geiger, TUM

MEHR MANAGEMENT, ANPASSUNG UND FISCHKONFORMES DESIGN

Die Wasserkraft ist auf Wirtschaftlichkeit optimiert. Andere Optimierungen wären möglich:

- Turbinen könnten optimiert werden, um:
 - das Risiko von Fischschäden zu minimieren.
 - Um Fische zur Turbinennabe zu leiten, wo die Überlebensraten höher sind. (IDA erfunden von F. Geiger, Patent TUM)
 - Wasserkraftwerke könnten so betrieben werden, dass sie die Bewegung der Fische im Unterlauf positiv beeinflussen.
 - Dass sie als Verhaltensbarrieren für Fische wirken.



MEHR MANAGEMENT, ANPASSUNG UND FISCHKONFORMES DESIGN



AUSBLICK: HYDRO4U PROJEKT

EU-H2020 PROJEKT HYDRO4U

HYDRO4U



PARTNER: 13 Partner aus Wissenschaft, Industrie und Consulting (EU +CA)

PROJEKT ZIELE:

- Industrie, Politik und Wissenschaft aus CA und EU für visionäre europäische Kleinwasserkraft (SHP) im **WFEC nexus** Kontext zusammenbringen
- System zur Ermittlung ungenutzter SHP-Potenziale in CA entwickeln
- Entwicklung eines Verrechnungssystems zum nachhaltigen Management von Wasserressourcen
- Unterstützung der Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltigen Markteinführung von europäischen SHP-Technologien in CA und weltweit



BUDGET: ca. 11.5 Mio. € (EU Contribution ca. 9.9 Mio. €)

GEPLANTE DAUER: June 2021 – May 2026

ANGEWENDETE TECHNOLOGIEN:

Planung und Bau eines 550 kW Schachtkraftwerks

Planung und Bau eines 1 MW Francis Container Kraftwerks in Uzbekistan

Thank you!

This presentation contains several results and contributions of FIThydro partners.
These are highly acknowledged by the presenter.



The FIThydro and HYDRO4U projects have received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727830 and grant agreement No. 101022905