

# Fischfreundliches Kaskaden-Wehr

## Verbundprojekt 4 – Wachstumskeim Flussstrom Plus



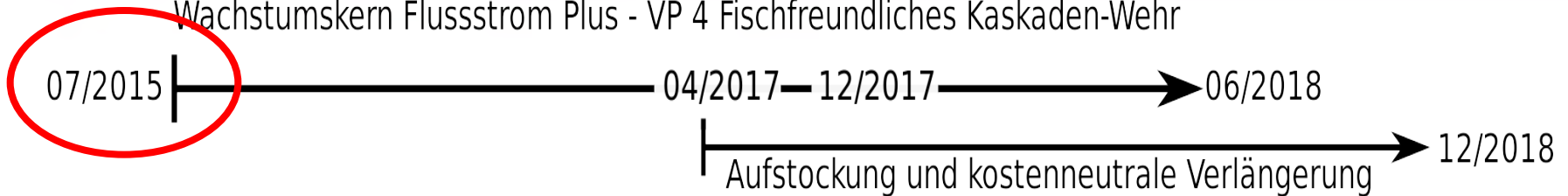
## Wachstums-kern Flussstrom Plus - VP 4 Fischfreundliches Kaskaden-Wehr



Projektstart 2015 mit 4 Partnern:

- Käßpler&Pausch GmbH 
- OvGU - Institut für Strömungsmechanik und Thermodynamik 
- engelke engineering art gmbh 
- Textilforschungsinstitut Thüringen Vogtland e.V. 

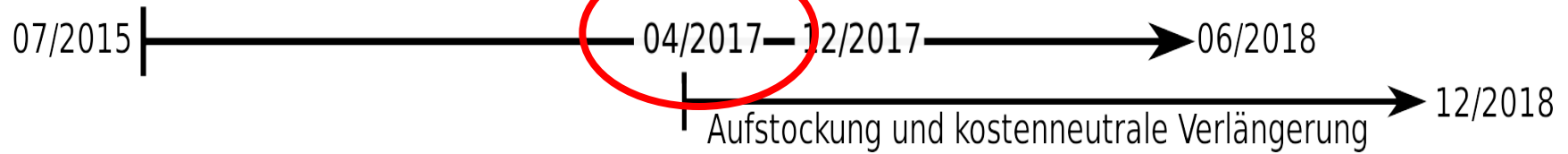
## Wachstums-kern Flussstrom Plus - VP 4 Fischfreundliches Kaskaden-Wehr



Projektstart 2015 mit 4 Partnern:

- Numerische Untersuchungen (CFD und FEM)
- Experimente an einem Kaskaden-Prototypen zum Ende des Projektes
- Textilien zur Verbesserung der Strömung

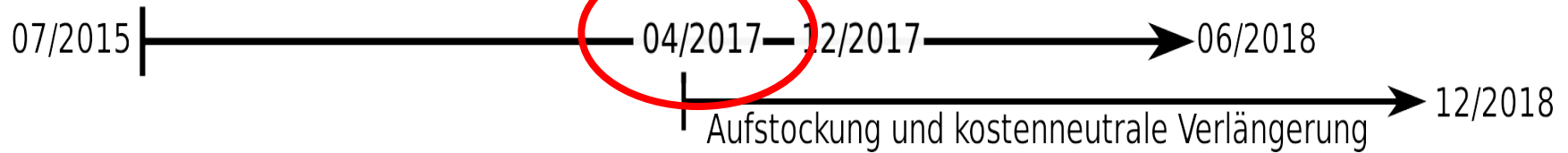
## Wachstums-kern Flussstrom Plus - VP 4 Fischfreundliches Kaskaden-Wehr



**KÄPPLER  
PAUSCHALE**



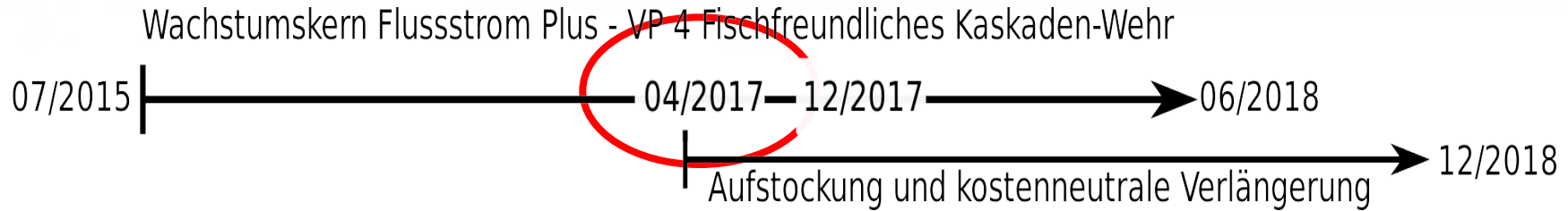
## Wachstums-kern Flussstrom Plus - VP 4 Fischfreundliches Kaskaden-Wehr



### → Aufstockung und Neuorientierung:

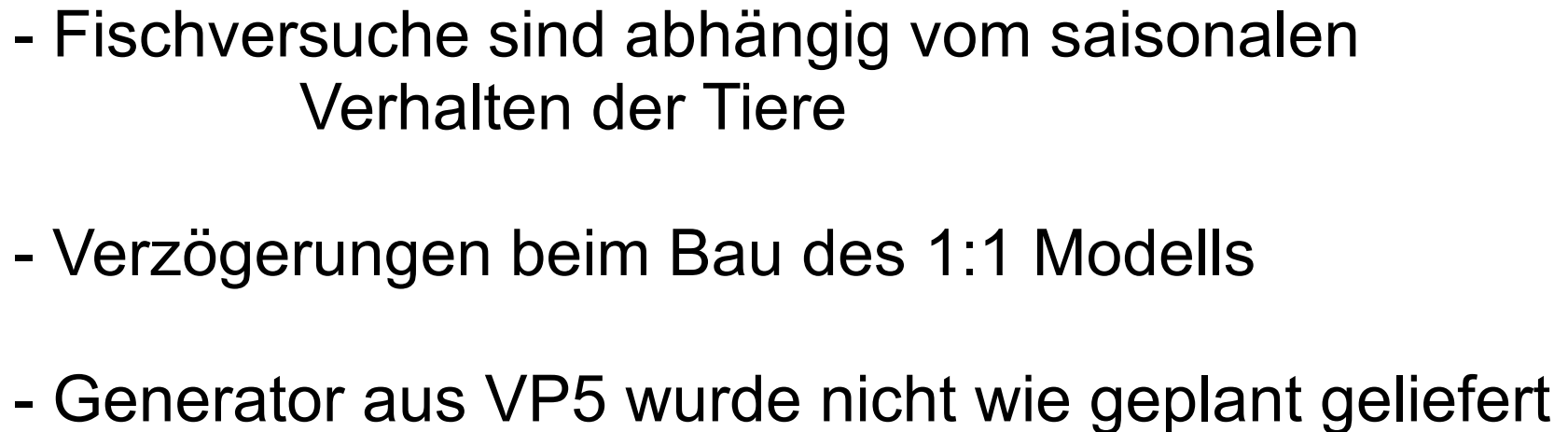
- Wechsel des Koordinators
- Aufnahme neuer Partner (und Kompetenzen):
  - HydroPower4U
- Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik





## → Aufstockung und Neuorientierung:

- Bau eines 1:1 Modells in Dresden
- Untersuchungen des FFW mit Fischen zu Schädigung und Durchgängigkeit (Falko Wagner, IGF Jena )
- Untersuchung weiterer Möglichkeiten zur Kontrolle des Wirbels



 OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

# Fischfreundliches Kaskaden-Wehr

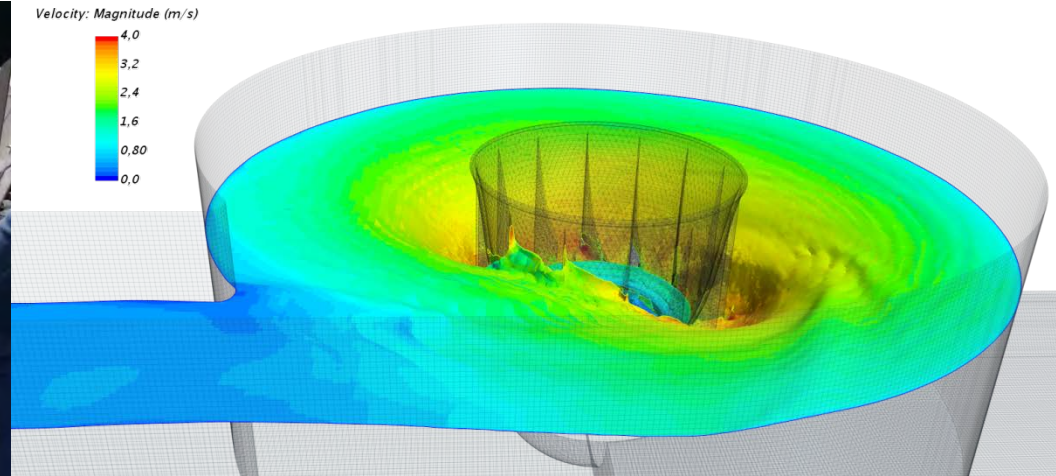
## Verbundprojekt 4 – Wachstumskern Flusstrom Plus

Prof. Dr.–Ing. Dominique Thévenin

Stefan Hoerner, M. Sc  
Olivier Cleynen, M. Eng  
Emeel Kerikous, M. Sc

Dennis Powalla, B. Sc  
Stephanie Müller, M. Sc

## 2015-2017: Simulationen des FFW Prototypen in Bühlau



# Analyse der Fischfreundlichkeit und Leistung mittels CFD

Journal of Ecohydraulics (2018)

## Numerical analysis of the compromise between power output and fish-friendliness in a vortex power plant

Stephanie Müller, Olivier Cleynen, Stefan Hoerner, Nils Lichtenberg and Dominique Thévenin

Lab. of Fluid Dynamics & Technical Flows (LSS),  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg/ISUT,  
Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, Germany

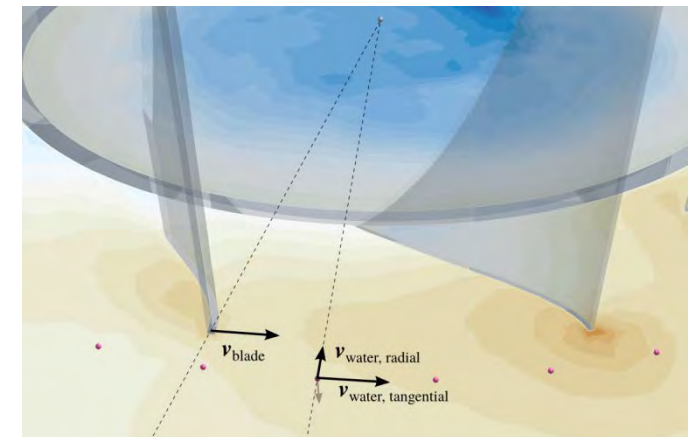
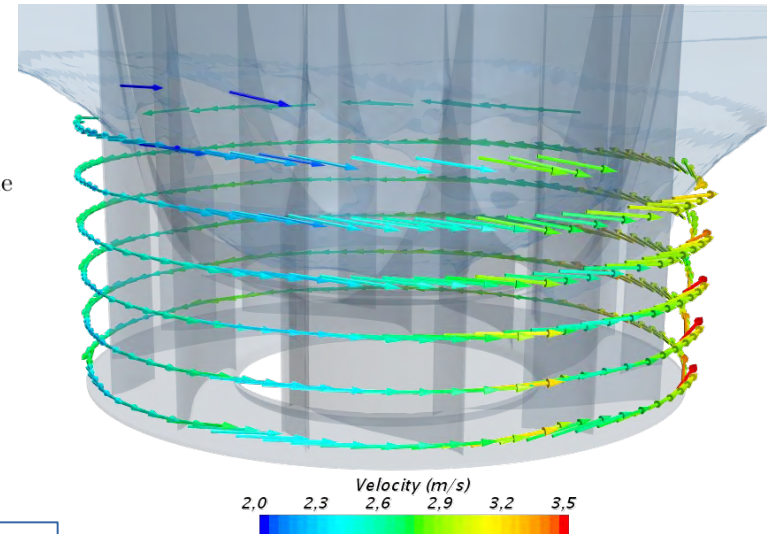
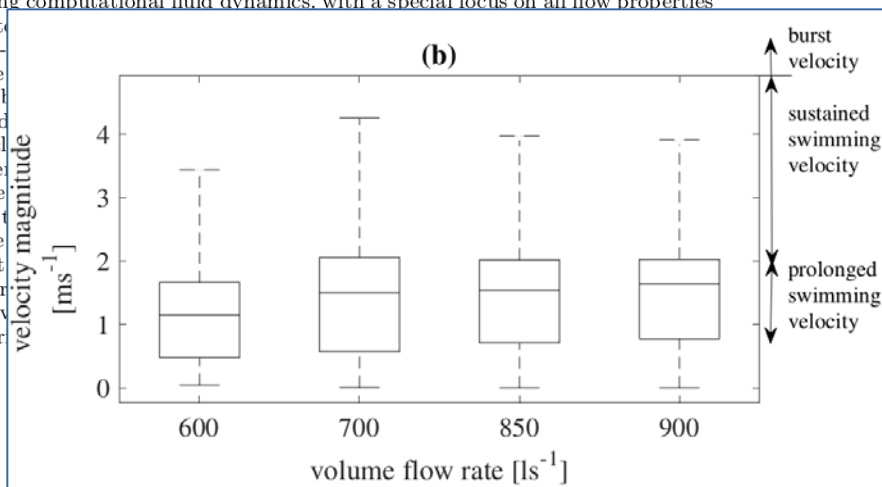
### ARTICLE HISTORY

Compiled July 3, 2018

### ABSTRACT

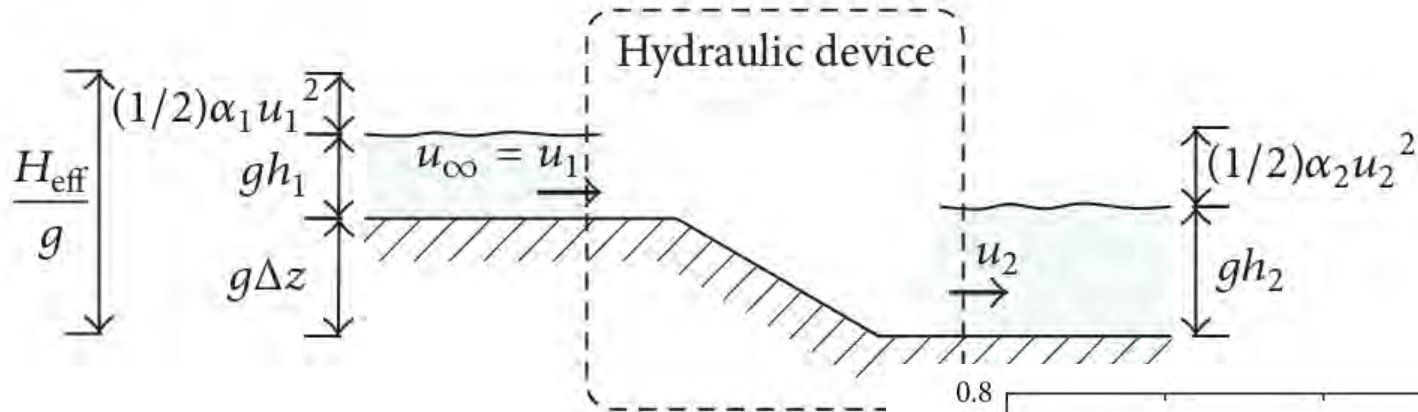
The characteristics of a vortex power plant integrated in a weir have been investigated using computational fluid dynamics, with a special focus on all flow properties relevant to fish swimming.

Reynolds-  
scribe the  
the distri  
between d  
turbine cl  
The syste  
assess the  
crease of  
attractive  
Finally, it  
can be gr  
Those dev  
the fish-fr

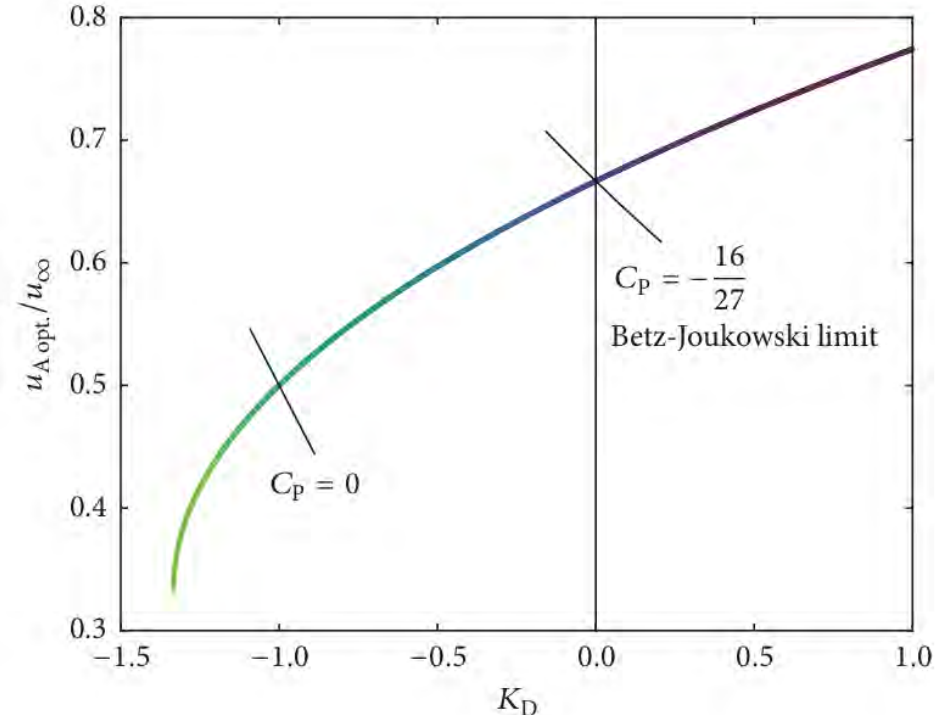


# Analyse des Leistungspotentials hydraulischer Anlagen

Int. J. of Rotating Machinery (2017)



Berechnung der optimalen Strömungsgeschwindigkeit in der Anlage, abhängig vom verfügbaren Pegelhöhenunterschied

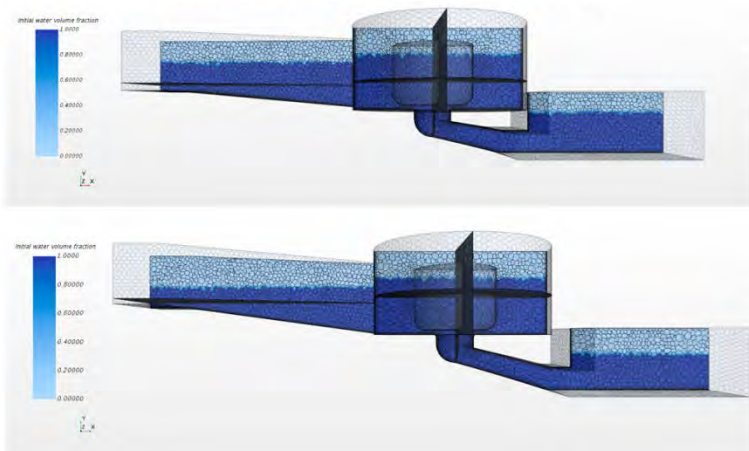


## 2017-2018: Simulationen des 1-1 Modells in Dresden

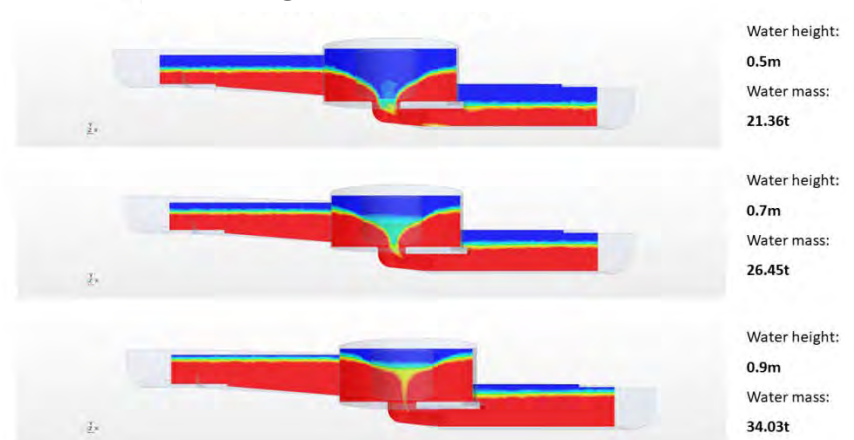
Optimierung der Kaskade-FFW: Änderung des Pegelstands,  
Bodenhöhe, Volumstrom...

Ziel: Optimierung der Anlage mit Betrachtung der  
Fischdurchgängigkeit und Validierung mittels  
Experimenteller Daten

Change in ground height drop



Change in water level

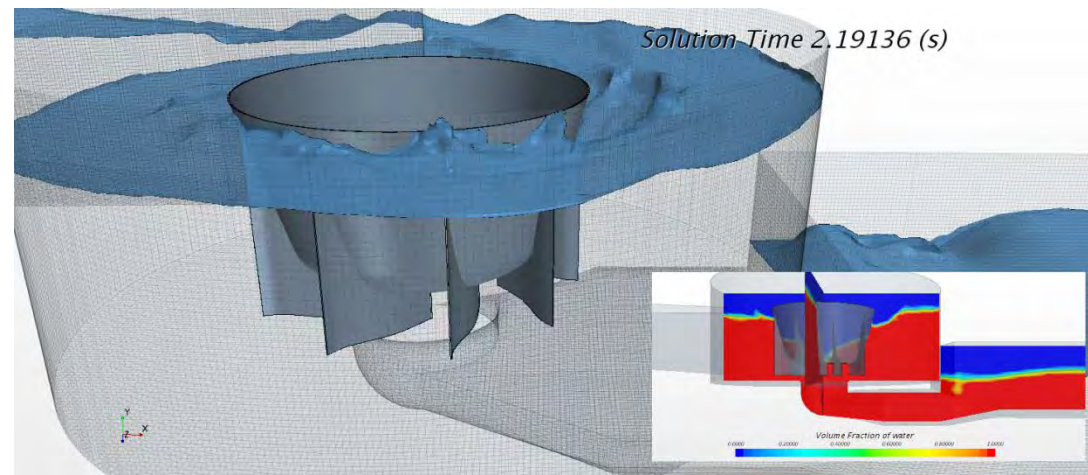
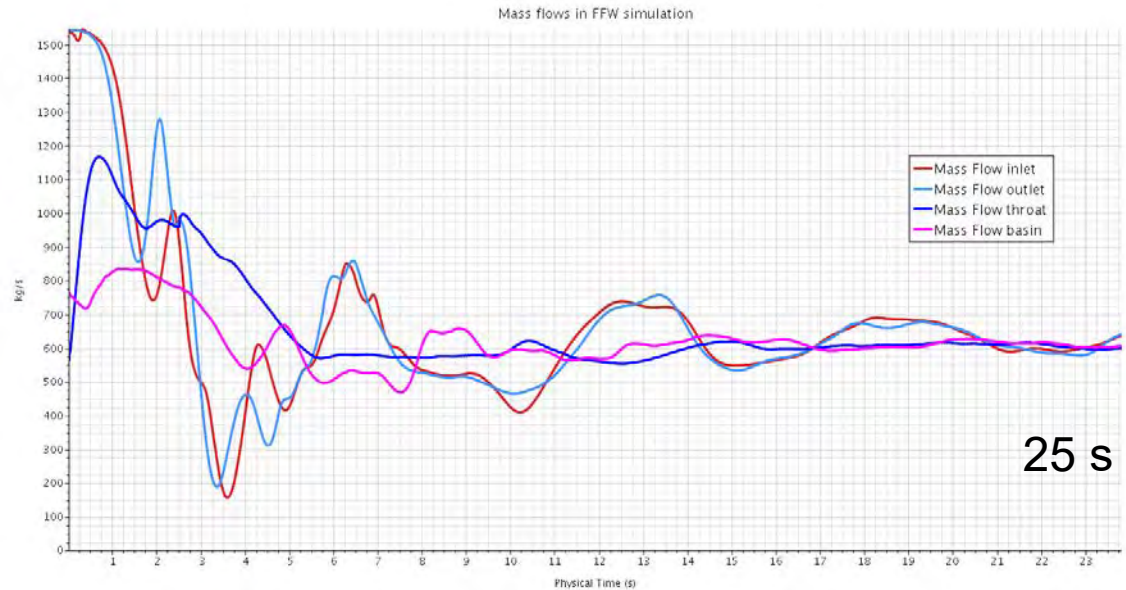


Volume-of-Fluid Methode,  
3D, Instationär

RANS  $k-\omega$  SST Turbulenz-  
modellierung,  $y^+ \approx 30$

4.6 Mio Zellen  
(Trimmed+Prism) mit  
*overset* Interface

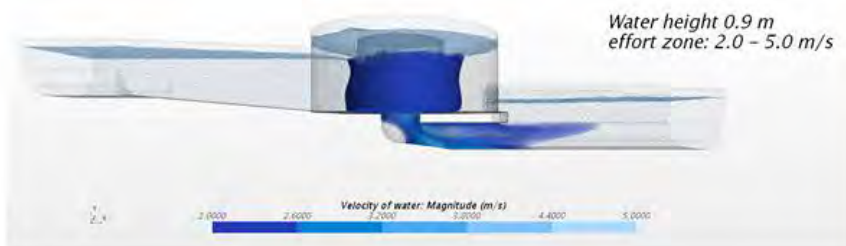
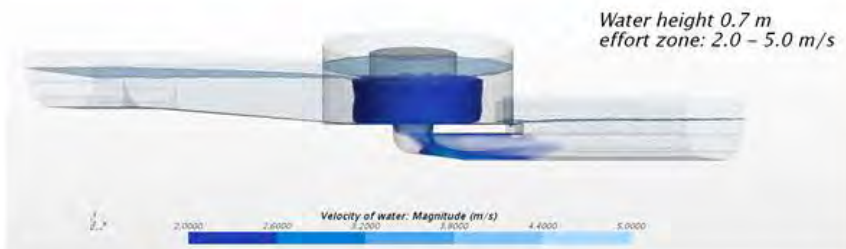
50s Simulationszeit: 56 h  
(160 CPUs)



# Beispiel: Beobachtung der kritischen Geschwindigkeiten für den Fischabstieg

## „Fischfreundlichkeit“ – Geschwindigkeitsverteilungen

View: side

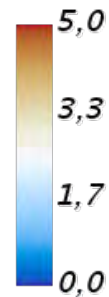


View: top

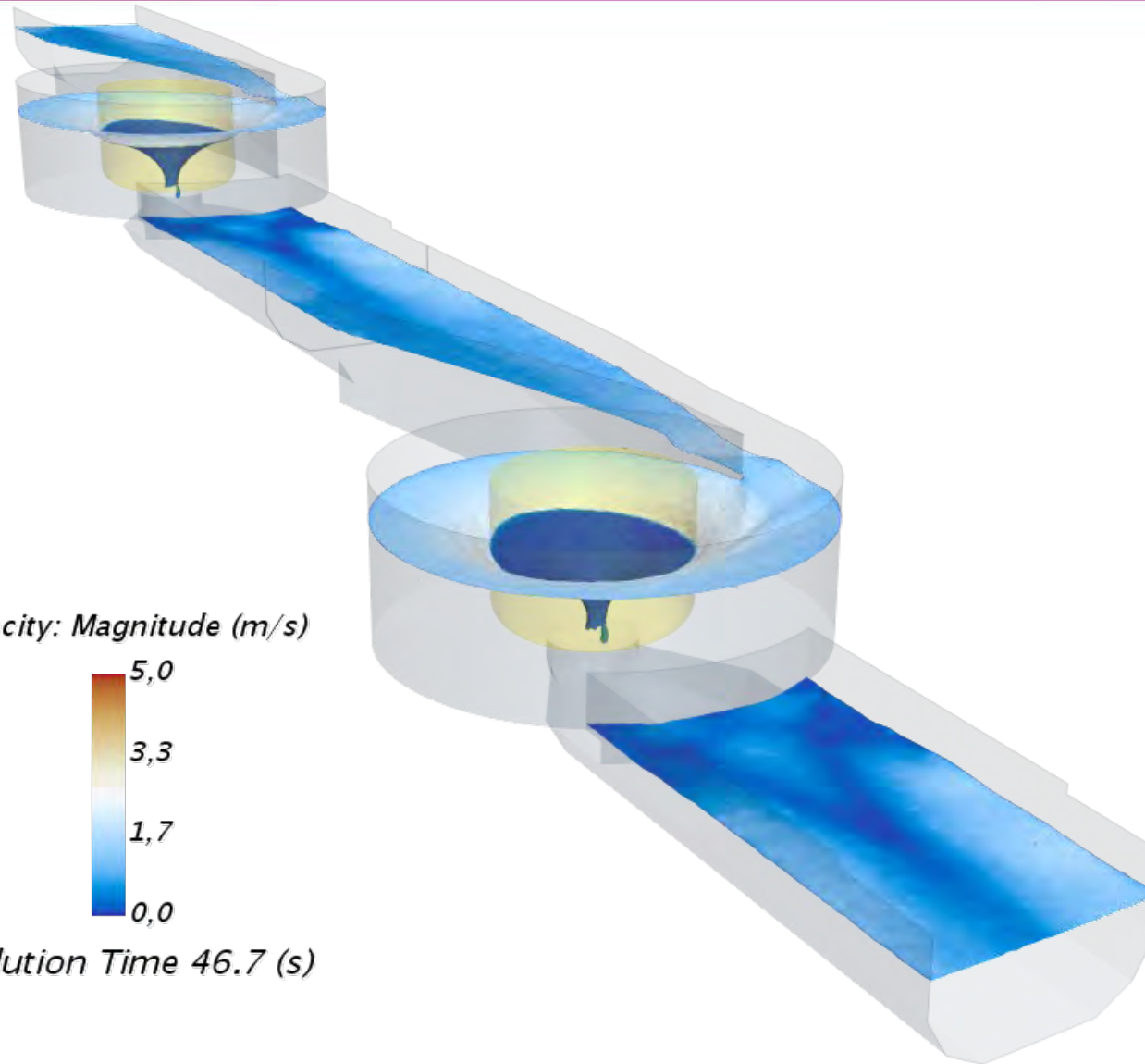


## Berechnung des Strömungsfelds in einer Kaskade

Velocity: Magnitude (m/s)

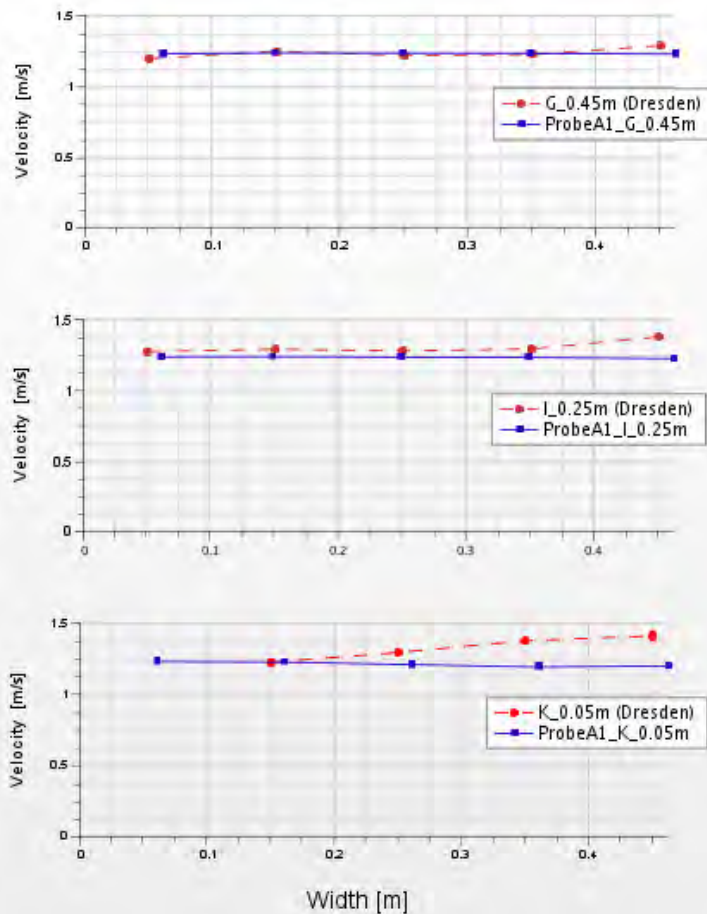


Solution Time 46.7 (s)

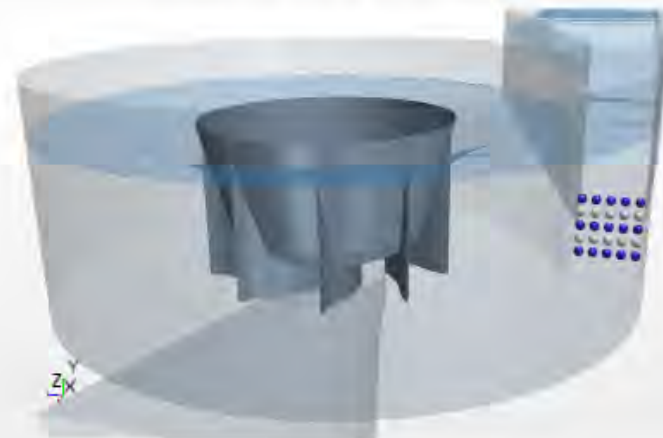


# Validierung der Simulation

Experiment: Messungen der TU Dresden Team mittels Vectrino, Sommer 2018 (C. Schmidt, N. Müller). Vergleich mit CFD:

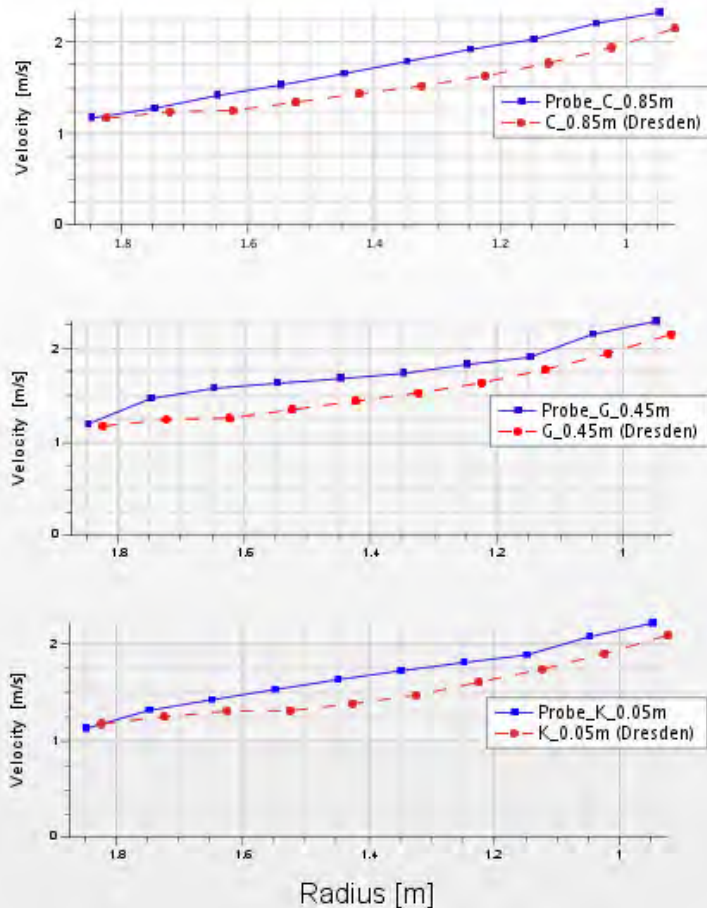


## Velocity Comparison A1

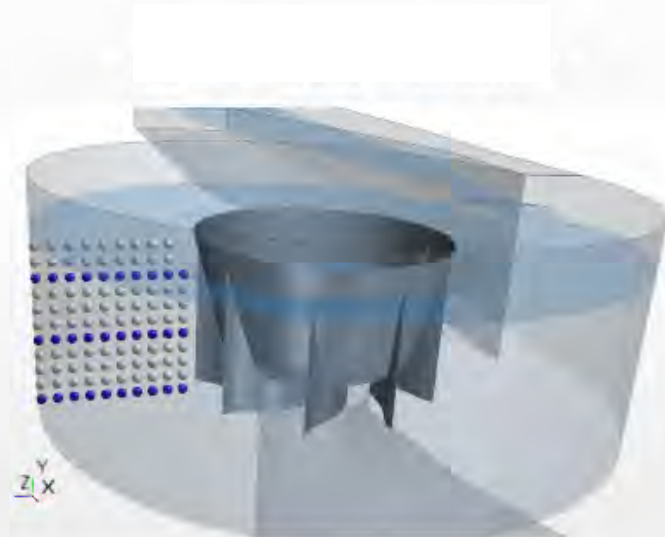


# Validierung der Simulation

Experiment: Messungen der TU Dresden mittels Vectrino, Sommer 2018 (C. Schmidt, N. Müller). Vergleich mit CFD:

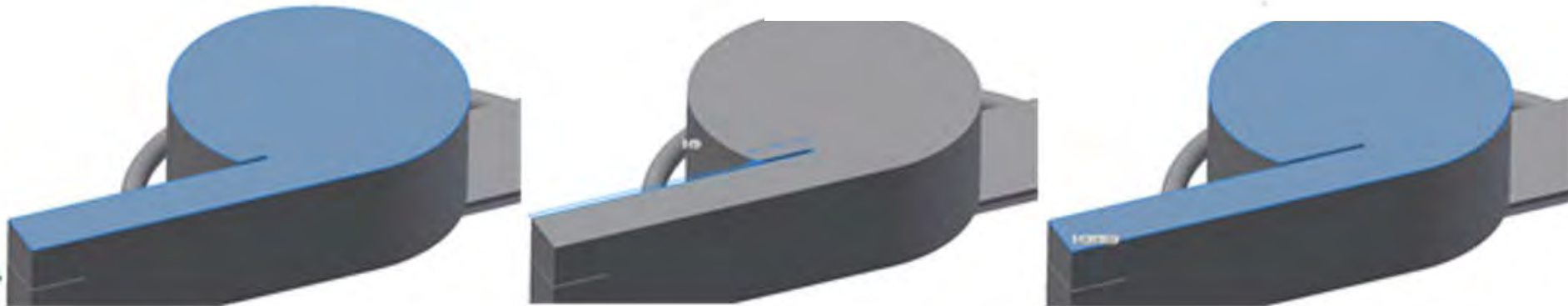
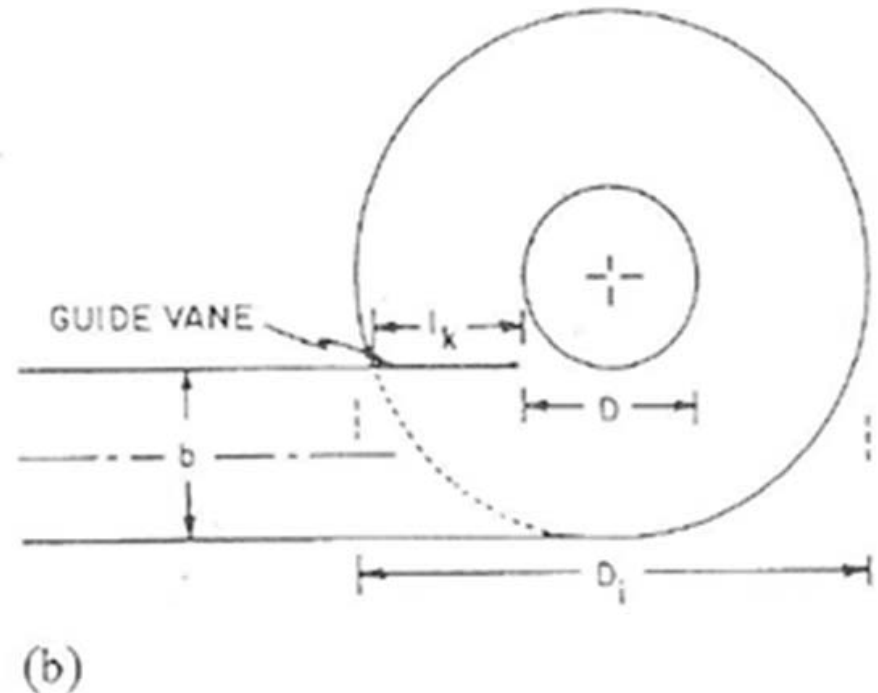


## Velocity Comparison A2



## “Schieberplatte” im FFW

- 1987 Konzept von J. Knauss (TU München) zur Regelung von Wirbeln in kreisförmigen Anlagen.
- Wurde erfolgreich für den Bühlau Prototypen dimensioniert & simuliert
- 2017: für das 1:1 FFW Modell in Dresden adaptiert

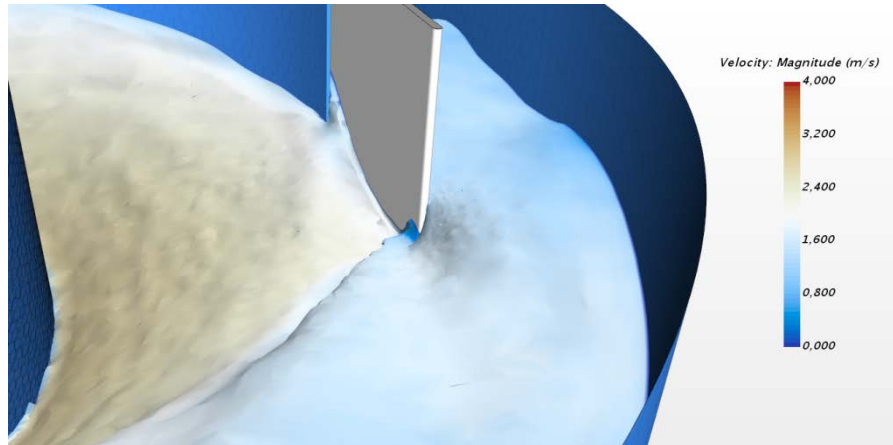


"Schieberplatte" am 1:1 FFW Labormodell in der  
TU Dresden

Lagebasierte elektronische Regelung



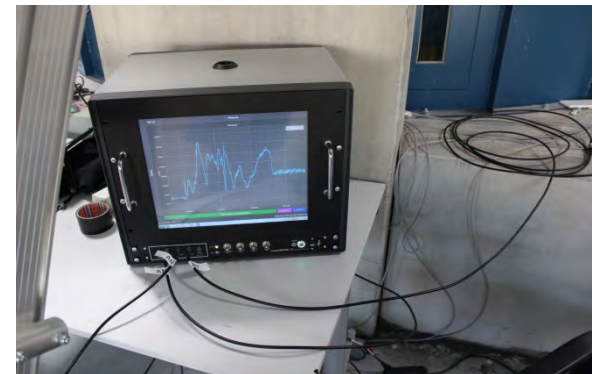
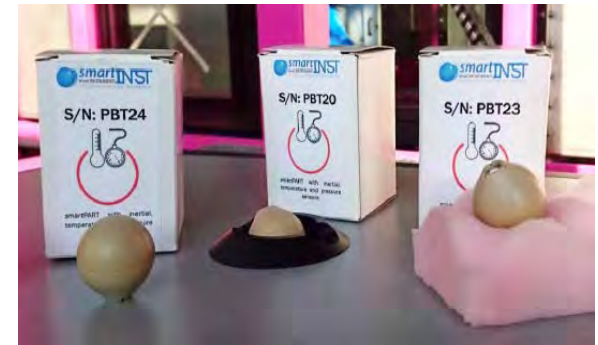
## Vergleich Simulation-Experiment, Schieberplatte im 1:1 Modell der TU Dresden



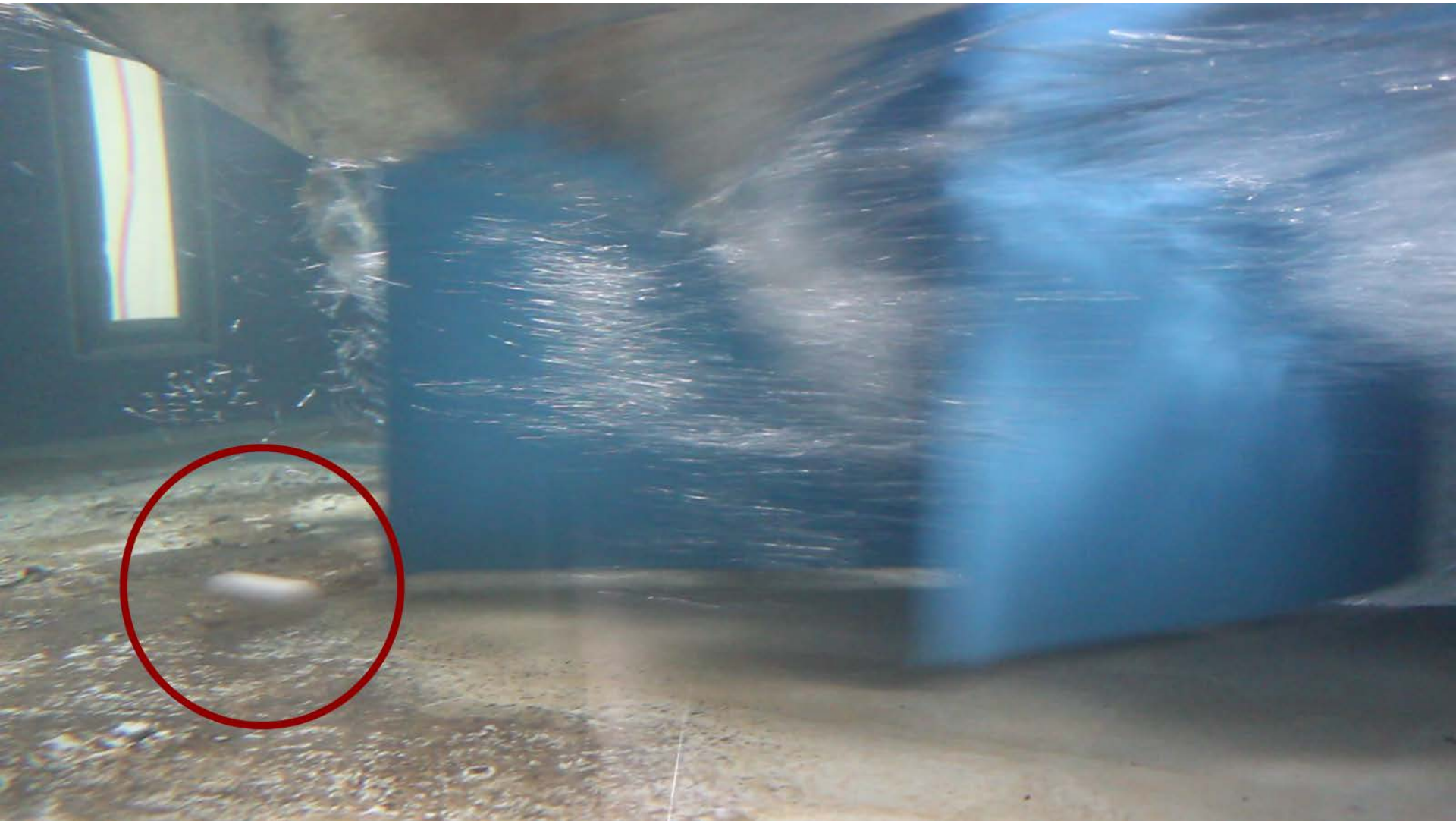
## Autonome Sonden:

Kugelförmige Proben ( $\varnothing$  2 cm), Auftriebsneutral; echtzeit Messung von Beschleunigung, Temperatur, Druck (10Hz)

- Quantifizierung physikalischer Parameter während des Abstiegs
- Ein erster Schritt in Richtung der Emulation von Fischversuchen
- Daten der Messkampagne (August 2018) müssen noch ausgewertet werden

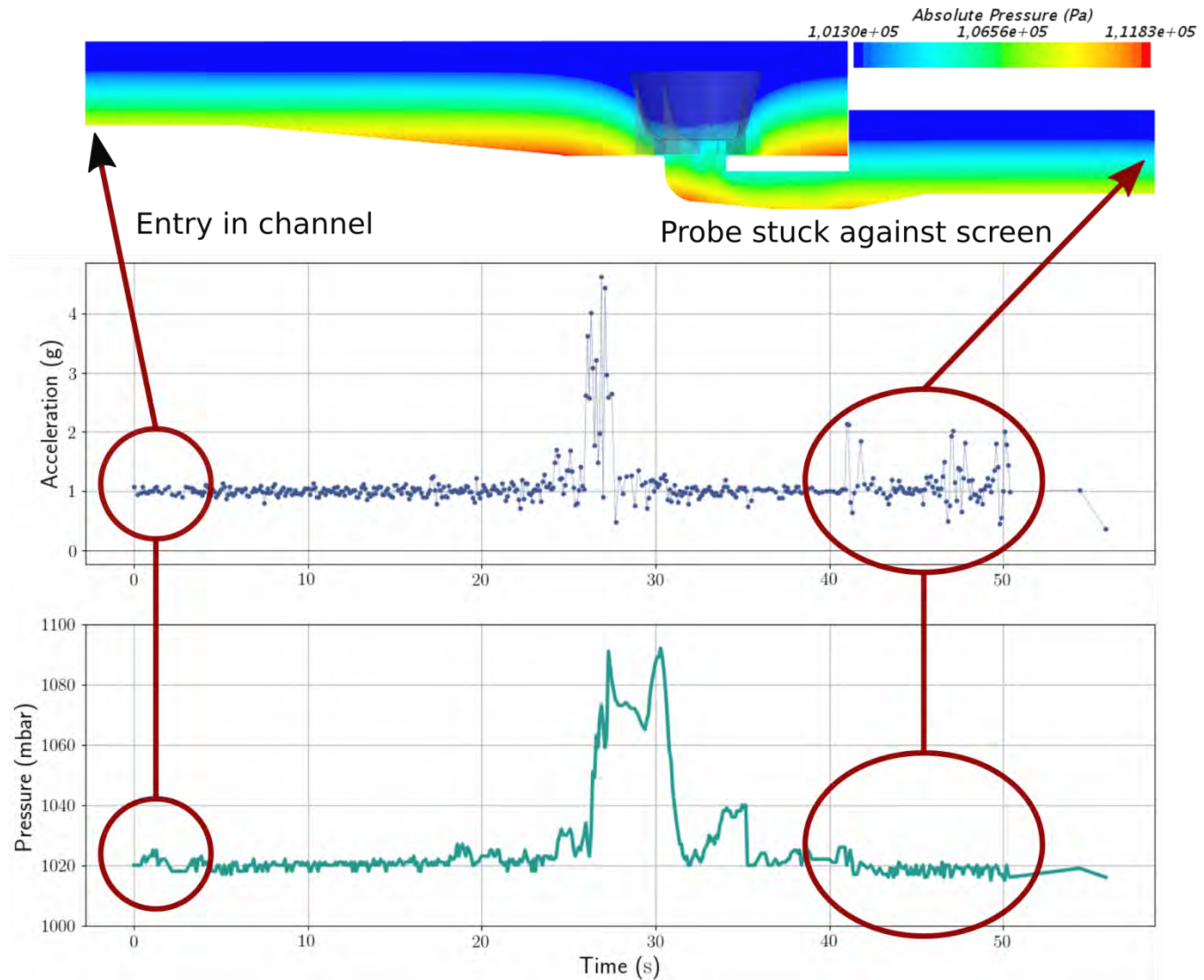


## Video: Autonome Sonden in der FFW Anlage Dresden



## Beispiel einer Abstiegsmessung

Beginn und Ende  
sind gut zu  
erkennen – die  
Daten für den  
Turbinen-  
durchgang  
müssen noch  
ausgewertet  
werden



Rückblick: Herausforderungen, die für erfolgreiche CFD-Simulationen des FFW gemeistert werden mussten

- Effizienzsteigerung der Simulation  
(3 Wochen → 1 Tag Berechnungszeit)
- Genaue Modellierung der rotierenden Turbine
- Simulation der kompletten Kaskade
- Realer Abstand zwischen Turbine und Boden  
(5 cm → 2 cm → 1 cm)
- Initialisierungseffekte berücksichtigen  
(Dauer der Simulation > 25 s)
- Validierung der numerischen Vorhersage mit experimentellen Daten

# Zwischenstand

- Kombination aus numerischer Simulation (CFD), 1:1-Labormodellmessungen und Fischversuchen führen zu detaillierten Erkenntnissen im FFW
- Stromproduktion zusammen mit Fischdurchgängigkeit zumindest teilweise nachgewiesen
- Mögliche Änderungen der Anlage und Optimierungspotential können auf dieser Basis abgeleitet werden

# Thank you for your attention!



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

WACHSTUMSKERNE  
UNTERNEHMEN  
Die BMBF-Innovationsinitiative  
Neue Länder REGION 