

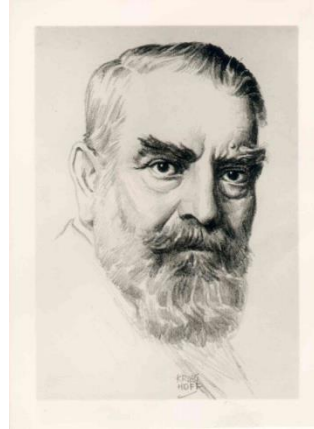
„Ökologisches Wasserkraftkonzept“ Schachtkraftwerk - Funktion und Forschungsergebnisse



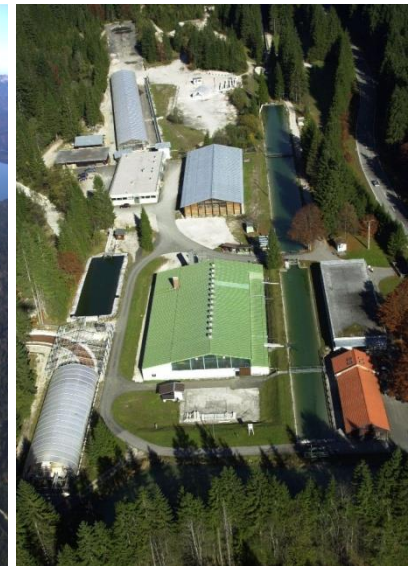
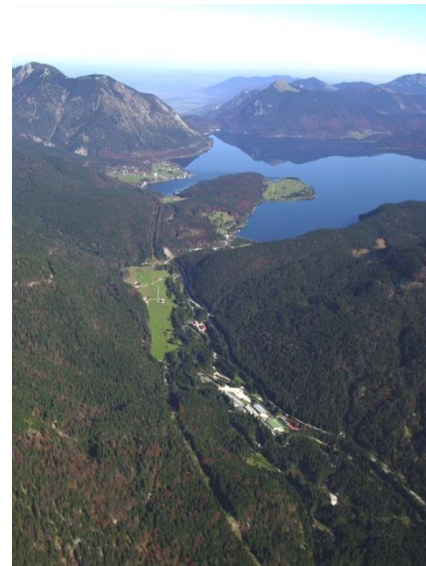
Albert Sepp, VA Obernach/ TU München

Versuchsanstalt Oberrach, Oskar von Miller-Institut

1924: Inbetriebnahme
Walchenseekraftwerk, Gründer
von Oskar von Miller
 $P = 124 \text{ MW}$
 $w/a = 300 \text{ GWh}$



1926: Gründung als
Forschungsinstitut
für Wasserbau und
Wasserkraft e.V. auf Initiative
von Oskar von Miller
Kernaufgabe:
Physikalische Modellversuche



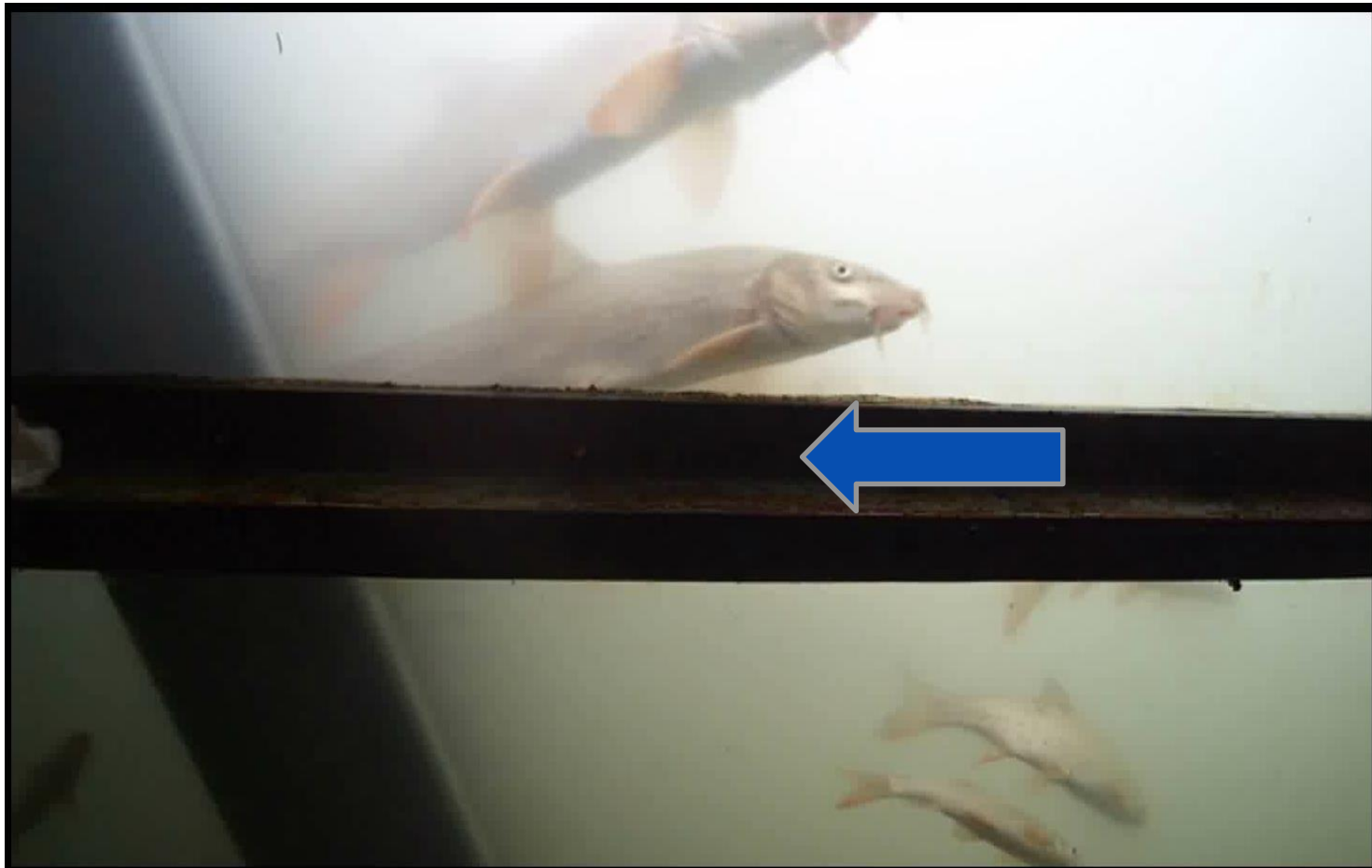
Gründe für neue Wasserkraftkonzepte:

Konventionelle Systeme erfüllen nur noch bedingt die gesetzlichen Anforderungen an Wasserkraftnutzungen → Geringe Genehmigungsperspektive:

- Bauliche Ufereingriffe
- Ausleitung „in der Ausleitung“, Totwasserzonen im Wehrbereich
- Lärmemissionen
- Sichtbares KW-Gebäude ist städtebaulich unerwünscht
- Keine überzeugender Fischschutz- und Fischabstiegstechnik, ökologisches Verschlechterungsverbot nach EU-Wasserrahmenrichtlinie



Fischverhalten „vertikale Rechenebene“



Gründe für neue Wasserkraftkonzepte:

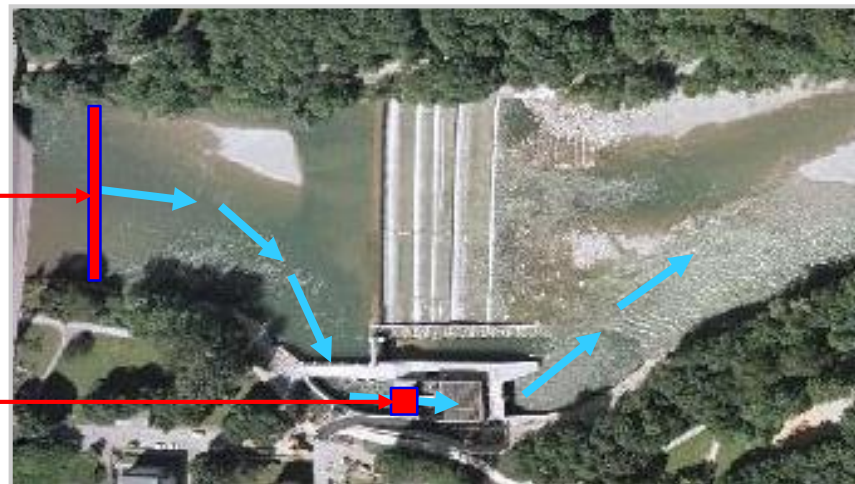
Bei konventioneller Buchtenlösung hoher baulicher Aufwand insbesondere bei festen Wehranlagen mit Verlandung –



Verlandung bis zur Wehrkrone

breiter Querschnitt
mit geringer Tiefe

kompakter Querschnitt
Einlaufschutz Geschiebe

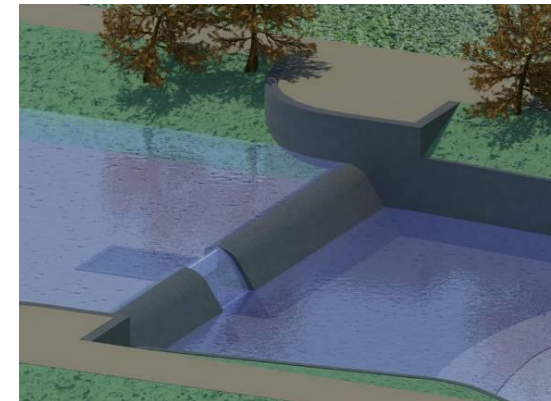
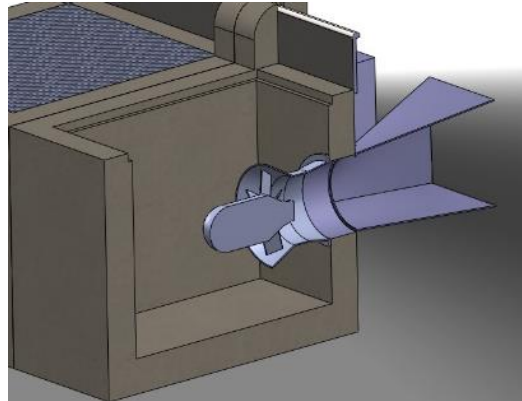


Ziel im Niederdruckbereich:

Entwicklung eines Wasserkraftkonzeptes mit „ökologischer Verträglichkeit“

Herausforderung: Überzeugender Fischschutz- und Fischabstiegstechnik

Ergebnis der Neuentwicklung:



Wasserkraftkonzept mit Tauchturbinen in vollständiger Unterwasseranordnung

Konstruktive Lösung:
Horizontale Einlaufebene mit
Schachtbauwerk und Verschlussebene



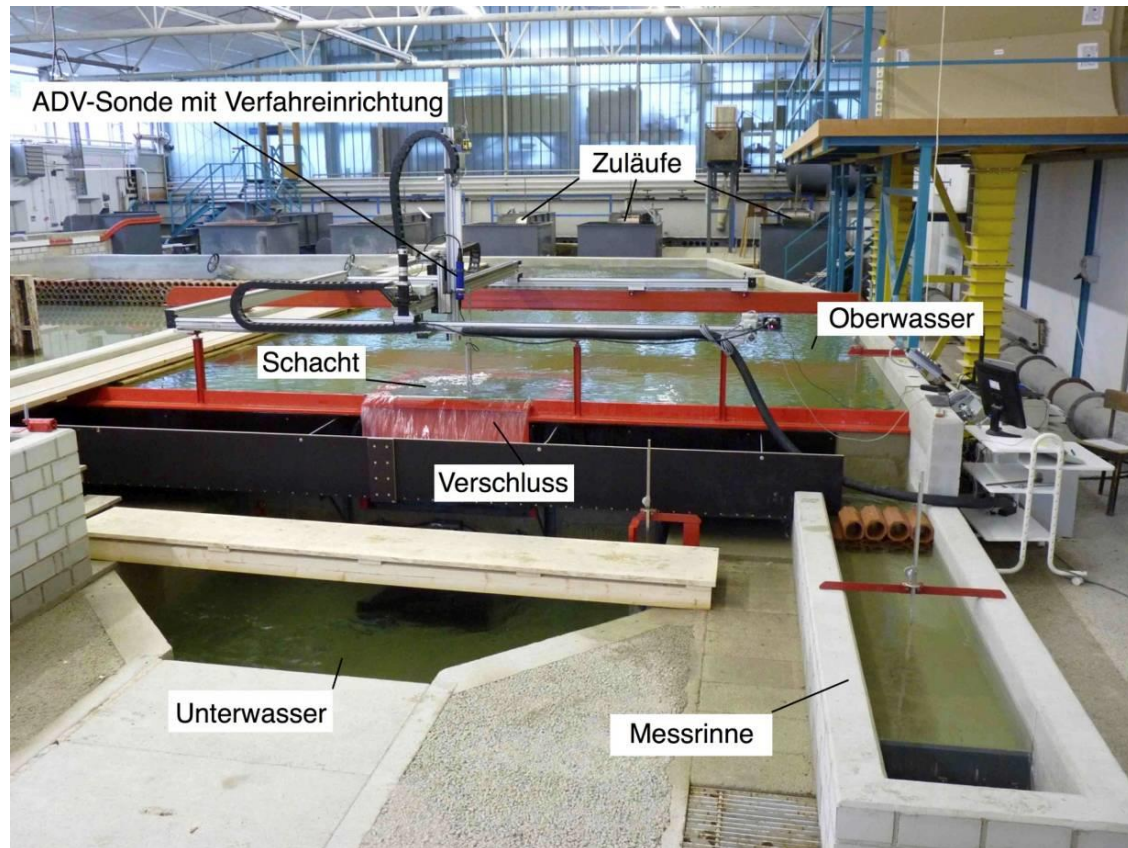
Versuchsstand Schachtkraftwerk

ZIM - gefördertes Forschungsvorhaben:
TUM/ Fella/ Schodo
Dive-Turbine

$Q_T = 200 \text{ l/s};$
 $h = 1,2 \text{ m}$
 $P \text{ ca. } 2 \text{ kW}$

Aufgaben:

- Funktions- und Strömungsuntersuchungen
- Einlaufdimensionierung
- Rechenreinigungstechnik
- Geschiebeuntersuchungen
- Demonstrationsanlage



Hydraulische Effekte einer horizontalen Einlaufebene

Strömungsumlenkung → Wirbelbildung

Lösung:

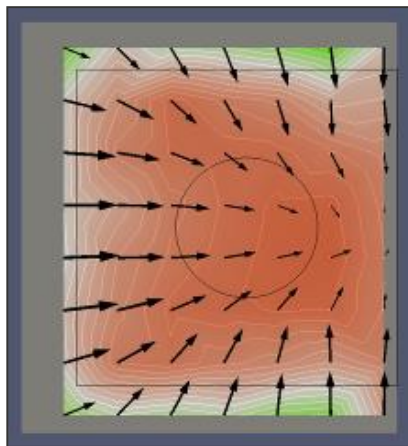
- Rechen mit geringem Stababstand und Sonderprofil
- Geringe Fließgeschwindigkeit in der Einlaufebene
- Überfallströmung in der oberen Fließlamelle (energetisch nicht nutzbar)

Zusatzforderung:

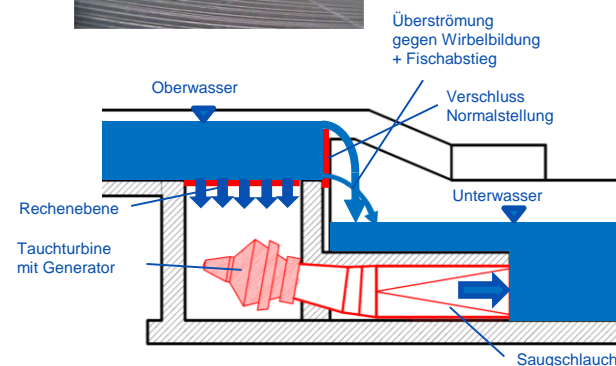
- Homogene Geschwindigkeitsverteilung
- Abstiegsfenster in der Verschlussstafel
- Wasserpolster im Unterwasser
- Triebwasser- und Hochwasserweg = Geschiebeweg

WHG § 35 Wasserkraftnutzung:

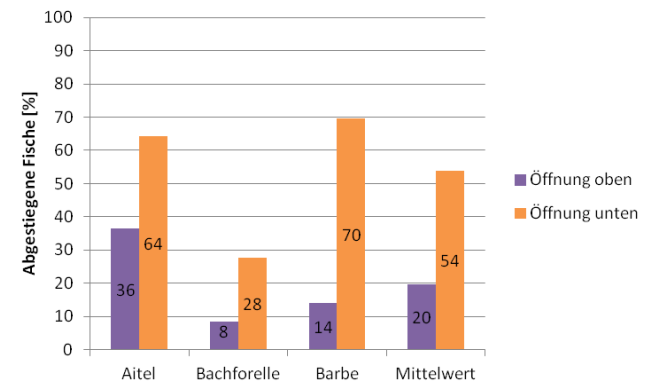
(1) Die Nutzung der Wasserkraft darf nur zugelassen werden, wenn auch geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden.



Horizontaler Einlauf



Fischversuche 2011 in der Prototypanlage als Grundablass



- Es wurden keine Fische am Rechen beobachtet, die sich nicht mehr frei bewegen konnten
- Die Fische orientieren sich an der effektiven Strömungsrichtung (geneigte Schwimmlage)
- Die Fische können in jede Richtung schwimmen und den Einlaufbereich verlassen

Funktionen “Schachtkraftwerk”



Prototypanlage

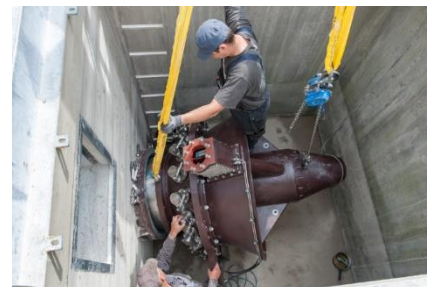
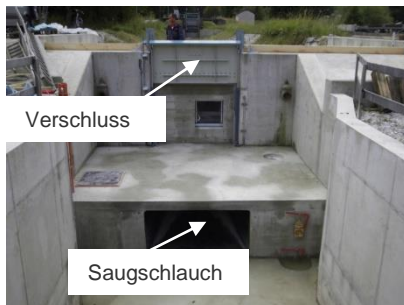
Inbetriebnahme im August 2013

| | |
|--------------------|------------------------|
| $Q_T =$ | 1,50 m ³ /s |
| $h =$ | 2,5 m |
| $P =$ | 33 kW |
| Laufreddurchmesser | 750 mm |
| Drehzahl | 333 U/min |



Aufgaben:

- Verhaltensuntersuchung Fischschutz und -abstieg mit Kleinfischen (Auftraggeber Bay. Umweltministerium)
- Geschwindigkeitsmessungen in der Rechenebene
- Wirkungsgradmessungen
- Rechenreinigungstechnik
- Geschiebeuntersuchungen
- Demonstrationsanlage

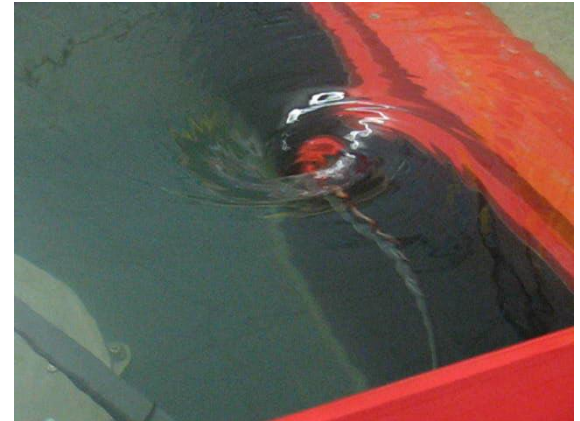


Einlaufhydraulik horizontale Rechenebene

Strömungsumlenkung → Wirbelbildung



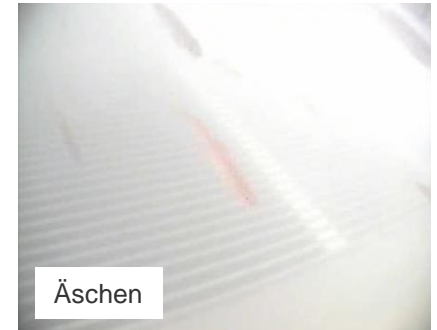
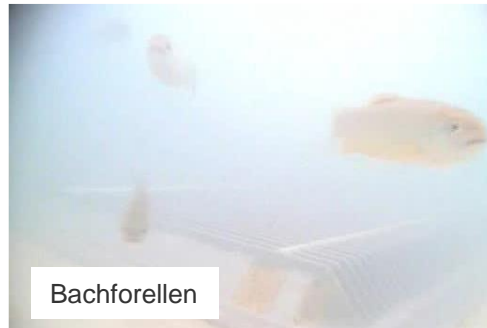
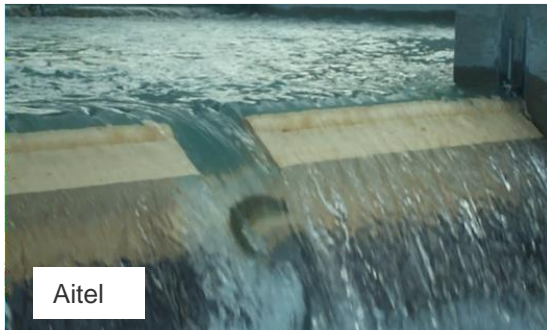
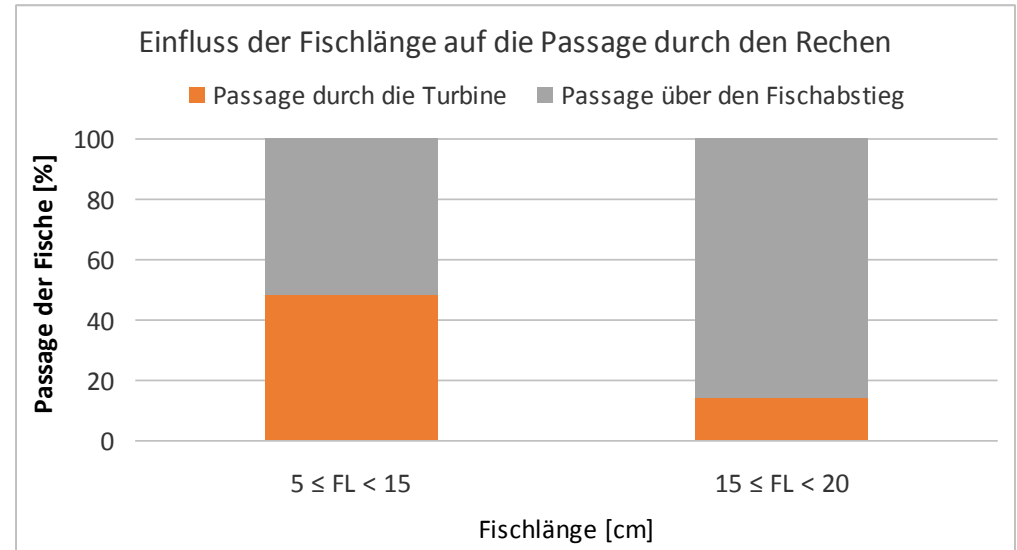
Modell
QT = 200 l/s



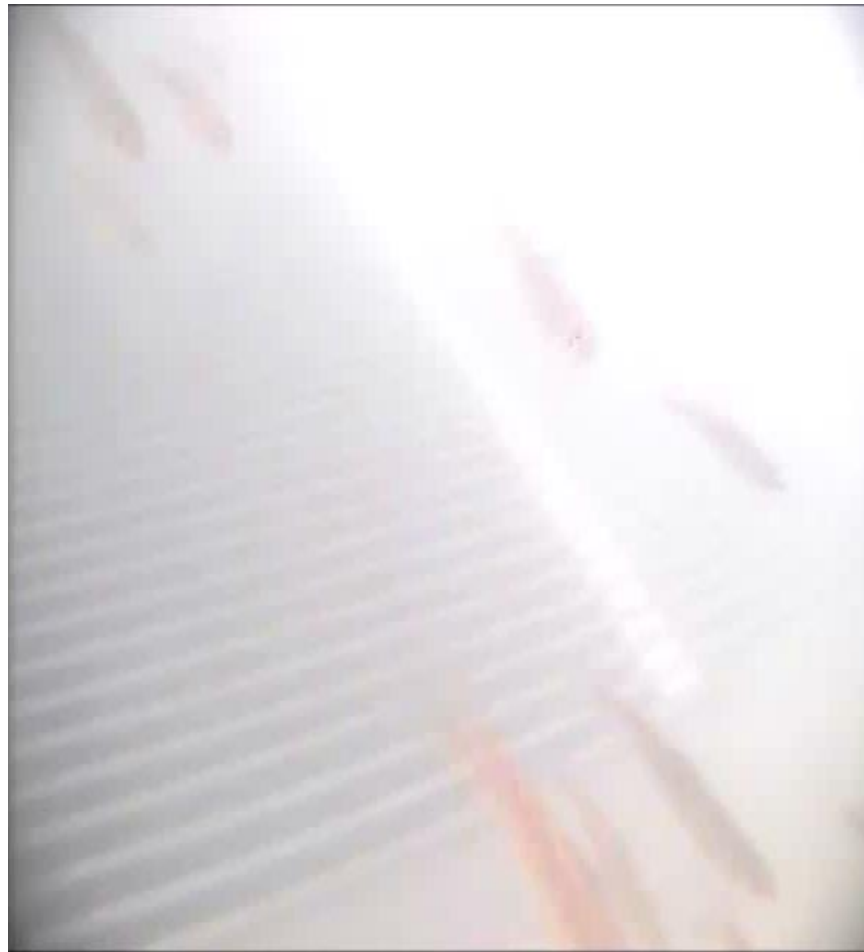
Prototyp
QT = 1.500 l/s



Fischversuche in der Prototypanlage



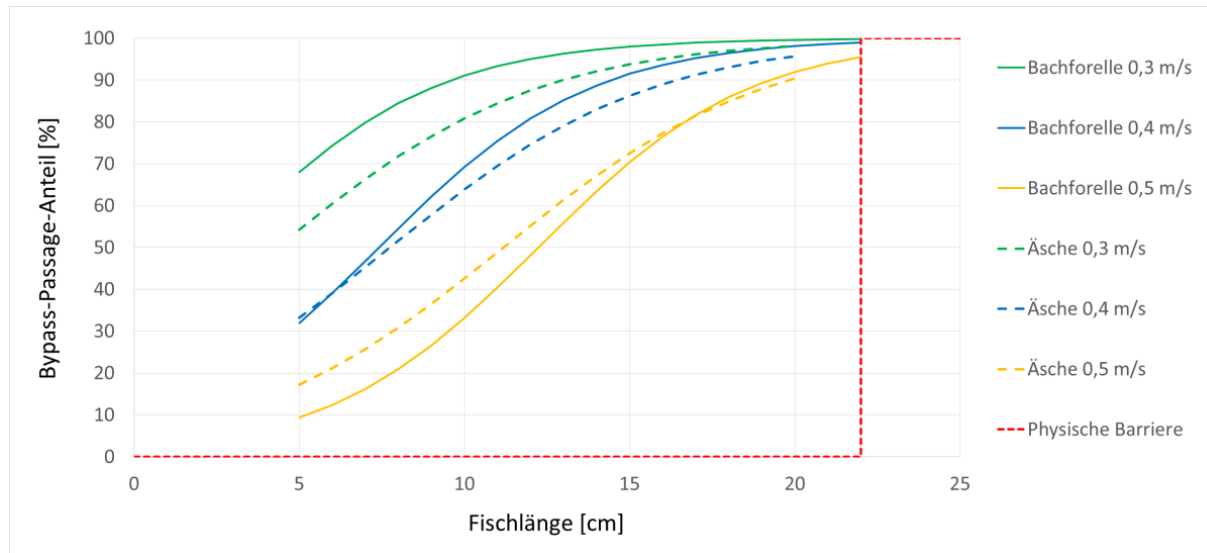
Fischschutz- und Fischabstieg



Fischschutz- und Fischabstieg



Fischversuche in der Prototypanlage



Als Gesamtergebnis kann festgehalten werden, dass mit einem horizontalen Einlaufsystem und der damit verbundenen Strömungsumlenkung nach unten eine wirksame Selektierung zwischen Triebwasserweg und Fischwanderweg erzeugt wird. Mit einer direkten Positionierung im KW-Einlauf und direktem Wasserweg ins Unterwasser erfolgt ein wirkungsvoller Fischabstieg ohne komplizierte und anfällige Hilfstechniken.

Anlagenwirkungsgrad: $\eta \approx 0,86_{VL}$

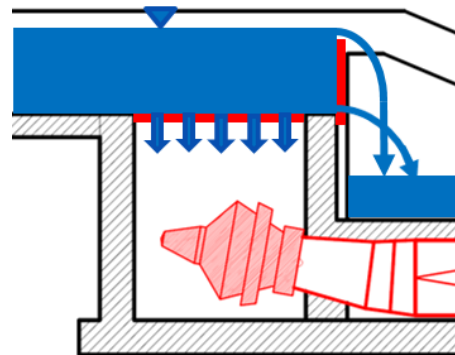


Abflussbestimmung:

Rehbock- Messrinne
Messbereich bis 2,0 m³/s



Zuströmung Rechen/ Turbine ?



Volllastbetrieb



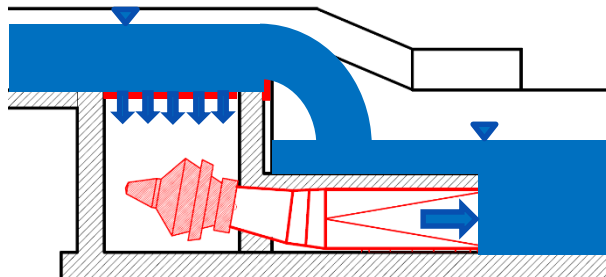
Schwimmkörper und Geschwemmsel



Geschiebe- und Geschwemmseltransport



Stabprofil





Geschiebespülung Schacht

Versuchsablauf:

- Komplettverfüllung des Schachtes mit Feinkies (vorteilhaft geringer Stababstand)
- Befüllung mit Wasser und Inbetriebnahme des Kraftwerkes

Ergebnis:

- Nach wenigen Minuten war der Schacht geschiebefrei, normale Turbinenleistung
- Mit Durchgangsdrehzahl wurden die Ablagerungen am Saugschlauche weiter transportiert



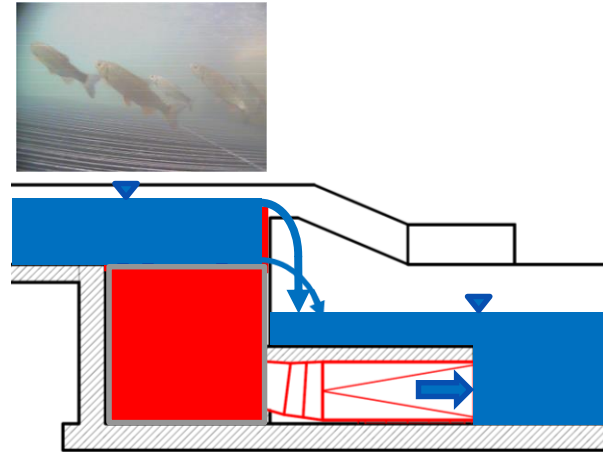
Schachtkraftwerk - Rechenreinigung



Vergleich: Buchtenkraftwerk - Schachtkraftwerk

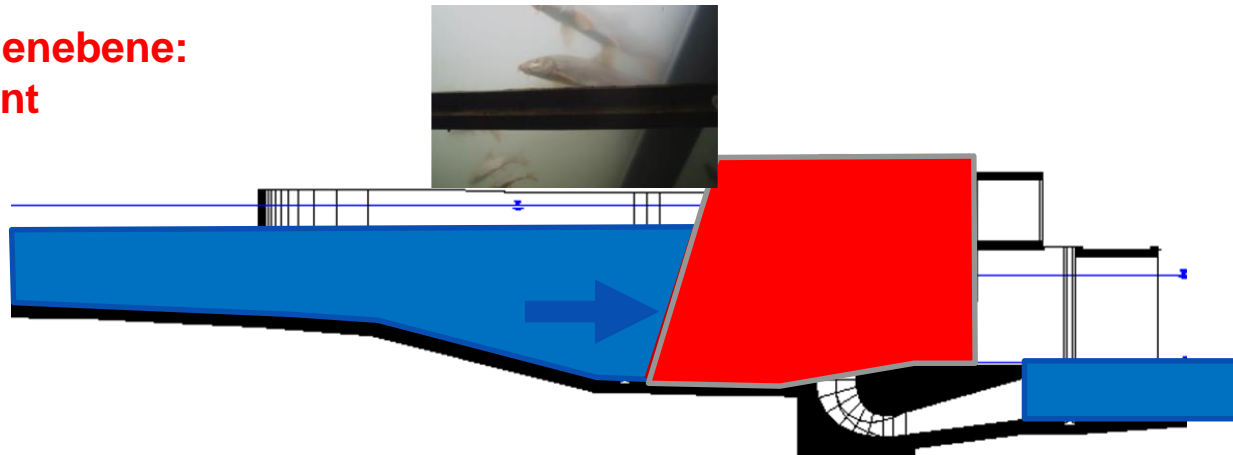
Schachtkraftwerk

Horizontale Rechenebene:
Direkter Wasserweg von
OW nach UW



Buchtenkraftwerk

Vertikale Rechenebene:
Kraftwerk trennt
OW vom UW



Vergleich: Buchtenkraftwerk - Schachtkraftwerk

Buchtenkraftwerk

Abfluss wird aus dem Flussbett in eine Bucht ausgeleitet



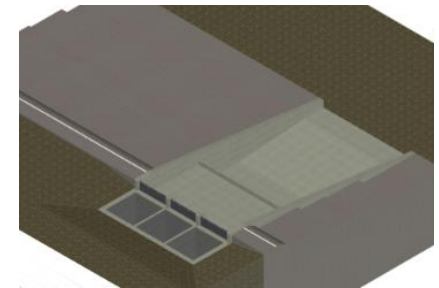
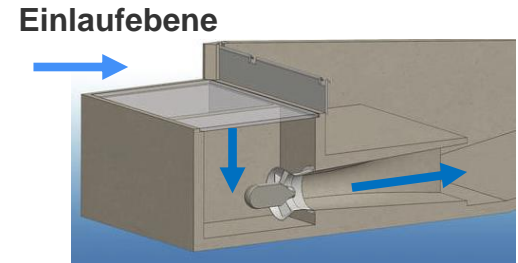
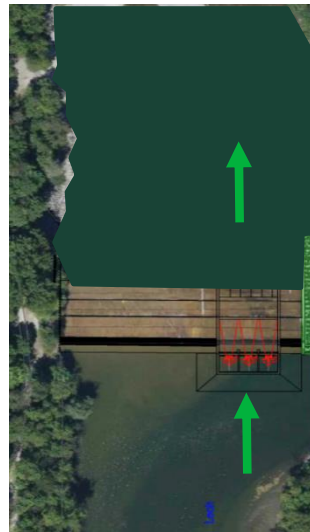
Charakteristika

- Bauliche Ufereingriffe mit aufwendigem Geschiebepbauwerk
- **Kein Fischschutz- und Fischabstiegstechnik**
- Ausleitung mit Totwasserzonen im Wehrbereich
- Lärmemissionen
- ökologisches Verschlechterungsverbot nach EU-Wasserrahmenrichtlinie

Vs.

Schachtkraftwerk

Kraftwerk mit Tauchturbinen wird im Flussbett vollständig unter Wasser angeordnet, horizontale Einlaufebene



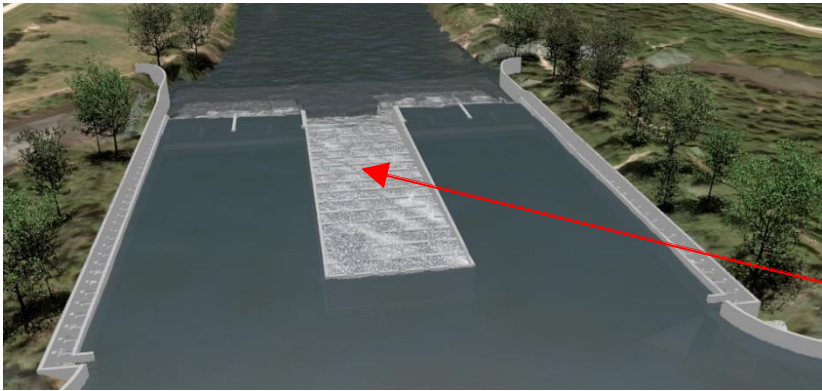
Charakteristika

- kein Eingriff in den Uferbereich
- **Funktionsfähiger Fischabstieg**
- **Geschiebetauglichkeit**
- Verbesserung der Abflussleistung
- keine Störung des Landschaftsbilds
- Kosteneffizient (geringes Bauvolumen, kein Kraftwerksgebäude)
- Zugang erfordert Einsatz mobiler Dammtafeln (mobiler HW-Schutz)

Konstruktion „Mehrschachtanlage“:

Staubauwerk = Schachtkörper = bewegliches Wehr = **Kraftwerk**

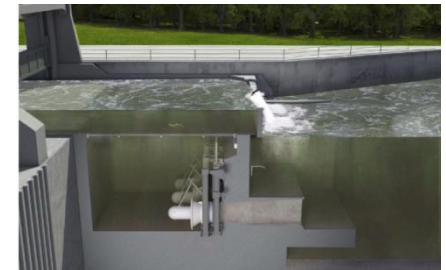
Durchgängigkeit: „Fluss im Fluss“



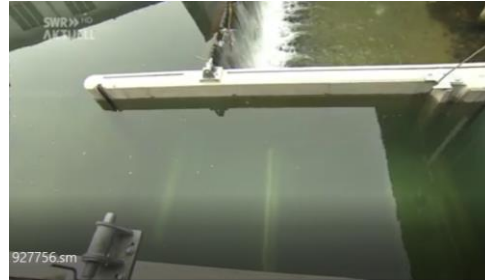
Ökologisches Verbindungsgerinne
z. B. Sohlgleite = integriertes
Ökogerinne im Staubereich



8 unger. Turbinen:
z. B. StreamDiver



Genehmigungsverfahren und Realisierungen



**SKW Voith/
Heidenheim**
Inbetr. März 2017

Quelle SWR/ Voith



SKW Iller/ Dietenheim

„.....Die Beschwerden wurden zuerst im Verwaltungsgericht in Sigmaringen und kürzlich in zweiter Instanz im Verwaltungsgerichtshof in Mannheim zurückgewiesen.....“

Quelle: Augsburgs Allgemeine,
09.10.2017



Spatenstich 10.Nov. 2017

Loisachkraftwerk Großweil:

Herausforderung:
FFH-Gebiet,
Hoher Schutzstatus Koppe

Doppelschacht:
Ausbauabfluss $2 \cdot 11 \text{ m}^3/\text{s}$
Fallhöhe 2,5 m
Ausbauleistung : 420 kW
W ca. 2,5 GWh/a