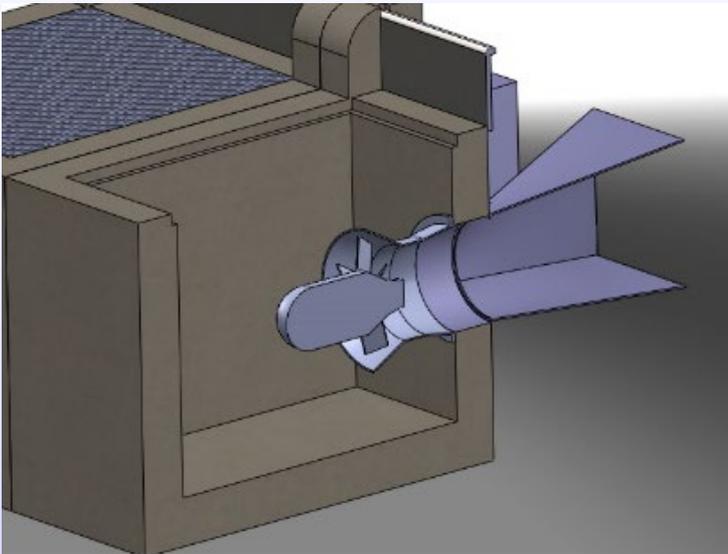


Das Schachtkraftwerk – eine innovative Idee wird Realität



Albert Sepp, HYDROSHAFT GmbH

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 überzeugende

Fischschutz- und Fischabstiegstechnik (WHG)

- ökologisches Verschlechterungsverbot nach EU-Wasserrahmenrichtlinie



Referenz	ökologischer Zustand		Abweichung	
		sehr gut	gut	(nahezu)keine
	mäßig	unbefriedigend	schlecht	mäßige
				starke
				erhebliche

Fischverhalten „vertikale Rechenebene“

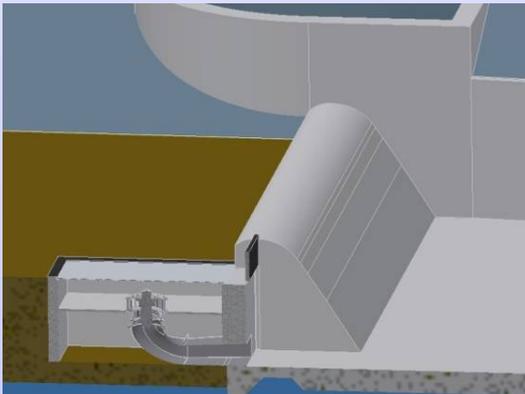
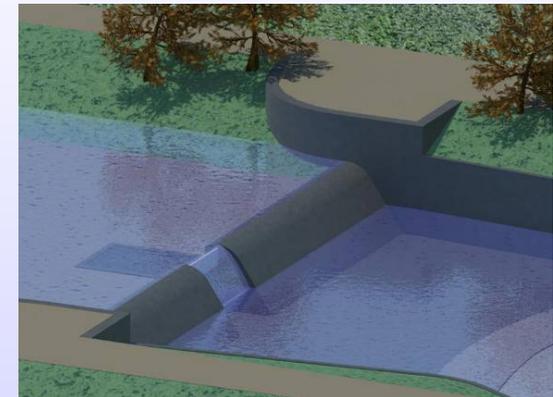
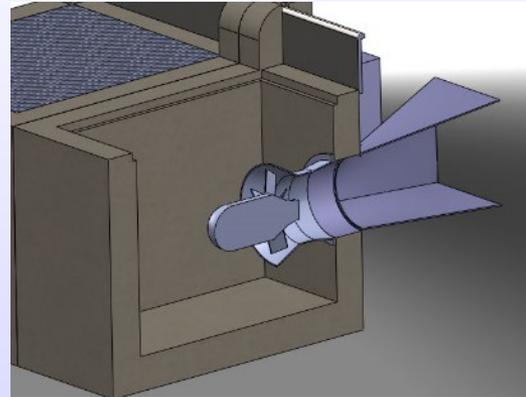


Ziel im Niederdruckbereich:

Entwicklung eines Wasserkraftkonzeptes mit „ökologischer Verträglichkeit“ und Genehmigungsfähigkeit

Herausforderung: Überzeugende Fischschutz- und Fischabstiegsstechnik

Ergebnis der Neuentwicklung: KW mit vollständiger Durchgängigkeit



Wasserkraftkonzept mit Tauchturbinen in Unterwasseranordnung

Konstruktive Lösung:
Horizontale Einlaufebene mit Schachtbauwerk und Verschlussebene



Physikalischer Modellversuch Schachtkraftwerk

ZIM - gefördertes Forschungsvorhaben:

TUM/ Fella/ Schodo

Dive-Turbine

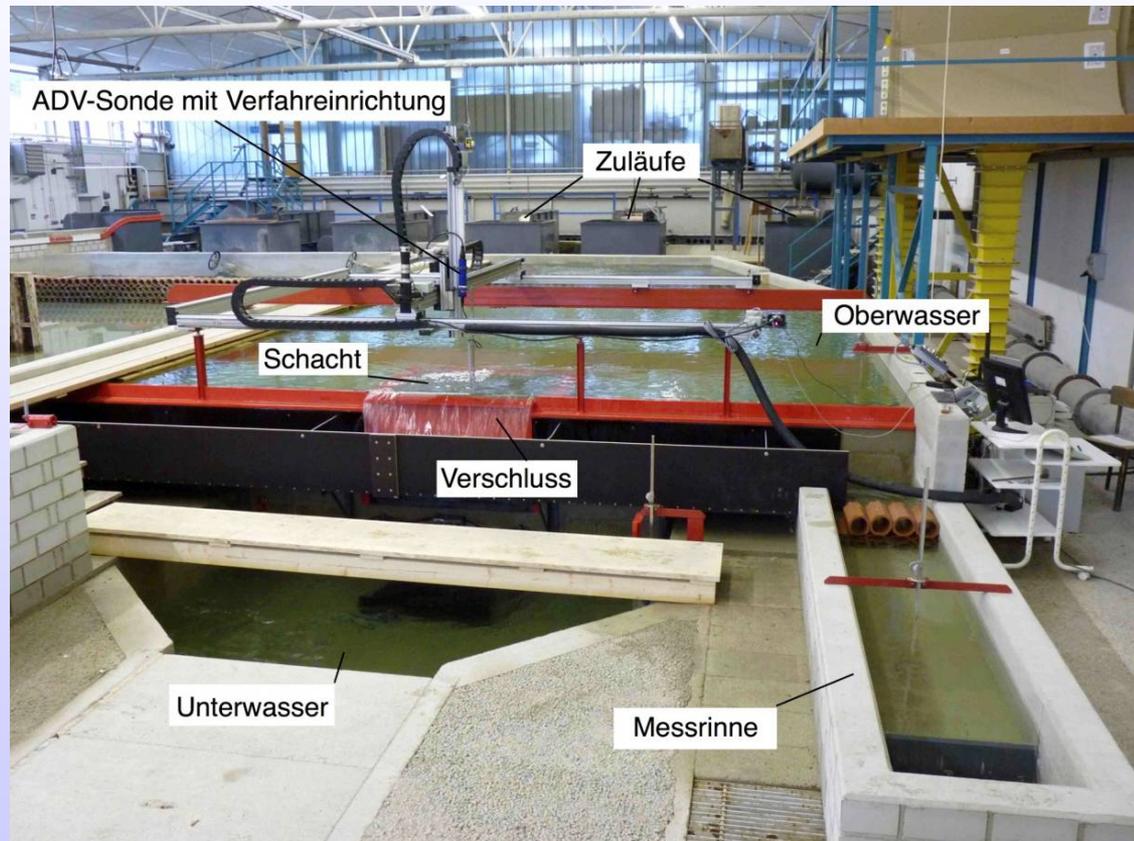
$Q_T = 200 \text{ l/s}$;

$h = 1,2 \text{ m}$

$P \text{ ca. } 2 \text{ kW}$

Aufgaben:

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



Hydraulische Effekte einer horizontalen Einlaufebene

Strömungsumlenkung → Wirbelbildung

Lösung:

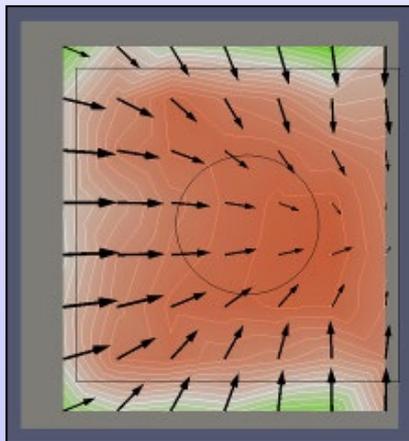
- Rechen mit geringem Stababstand und Sonderprofil
- Geringe Fließgeschwindigkeit in der Einlaufebene
- Überfallströmung in der oberen Fließlamelle (energetisch nicht nutzbar)

Zusatzforderung:

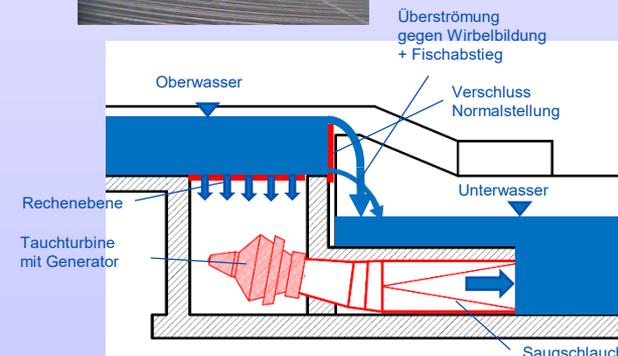
- Homogene Geschwindigkeitsverteilung
- Abstiegsfenster in der Verschlussstafel
- Wasserpolster im Unterwasser
- Triebwasser- und Hochwasserweg = Geschiebeweg

WHG § 35 Wasserkraftnutzung:

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



Horizontaler Einlauf



Funktionen “Schachtkraftwerk”



Prototypanlage VAO

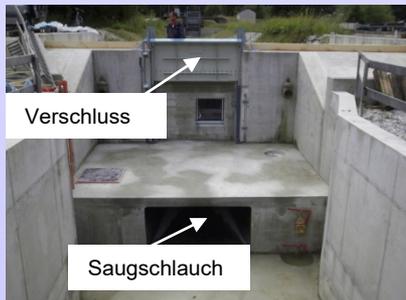
Inbetriebnahme im August 2013

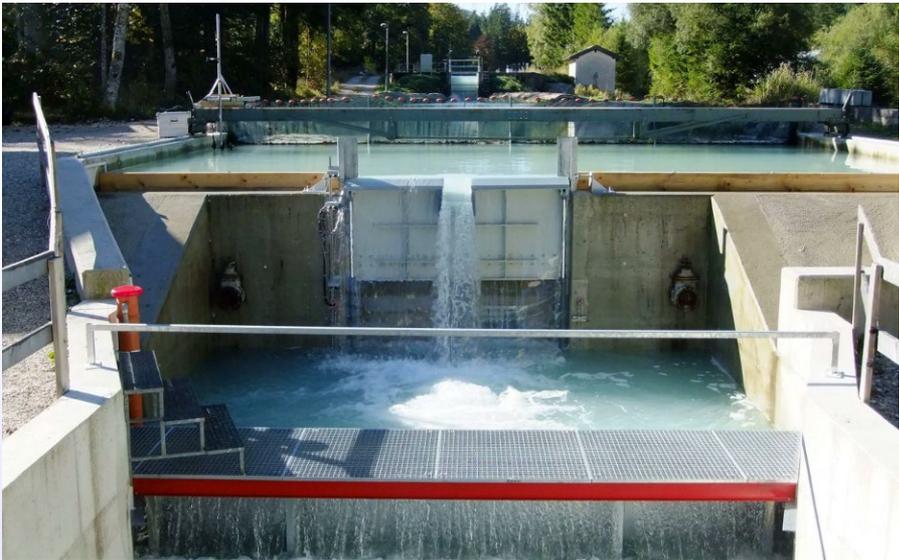
$Q_T =$	1,50 m ³ /s
$h =$	2,5 m
$P =$	33 kW
Laufraddurchmesser	750 mm
Drehzahl	333 U/min



Aufgaben:

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

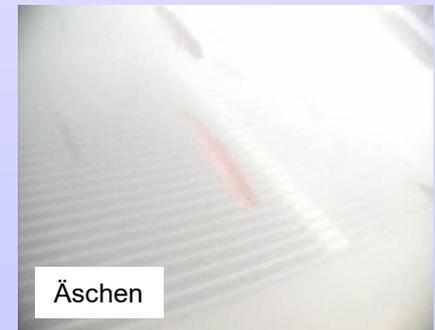
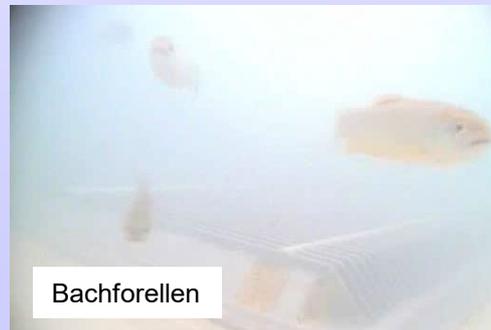
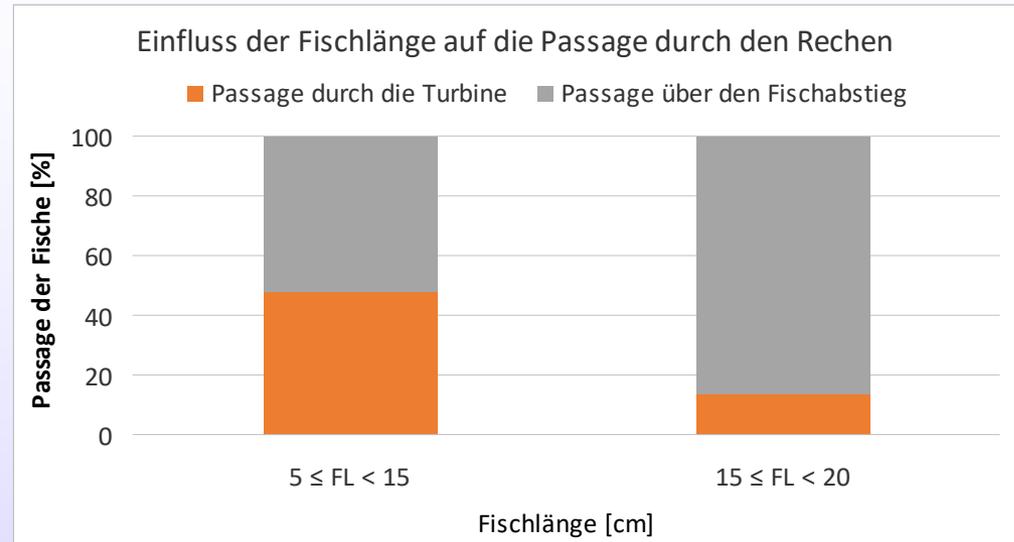




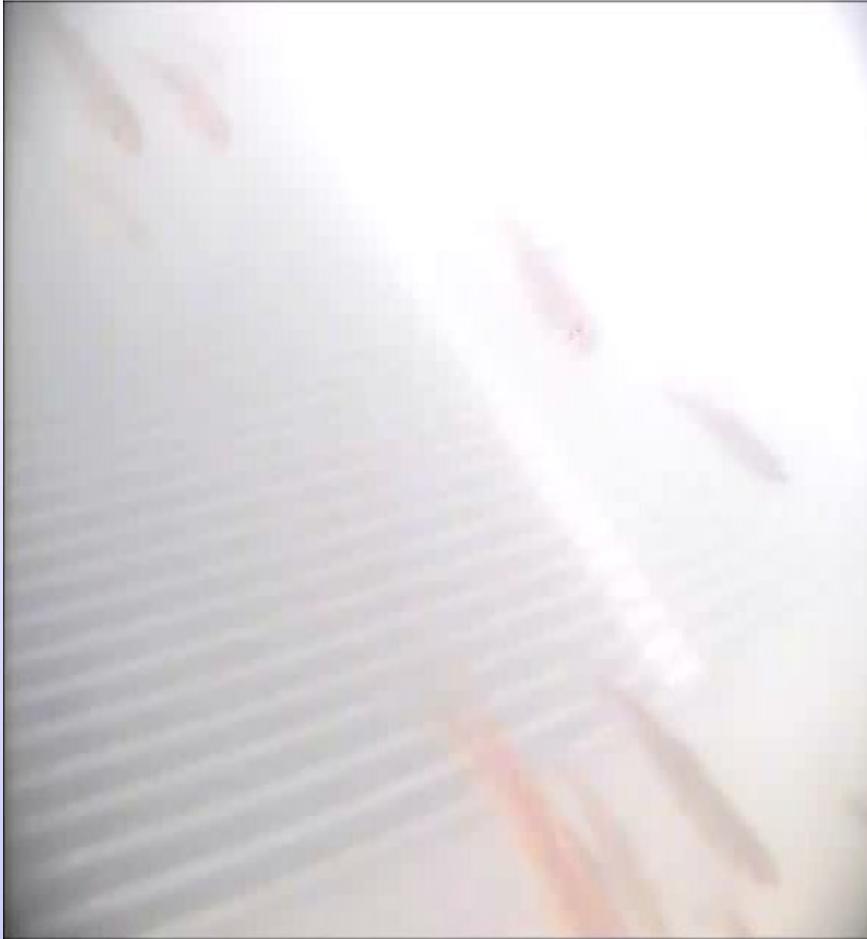
Prototypanlage VAO



Fischversuche in der Prototypanlage



Fischschutz- und Fischabstieg



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 Anbindung des Abwanderungskorridors ins Unterwasser steht eine Lösung ohne den Einsatz von komplizierten und anfälligen Hilfstechniken zur Verfügung.

Vollastbetrieb mit $QT = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$



Schwimmkörper und Geschwemmseltransport



Geschiebespülung Schacht

Versuchsablauf:

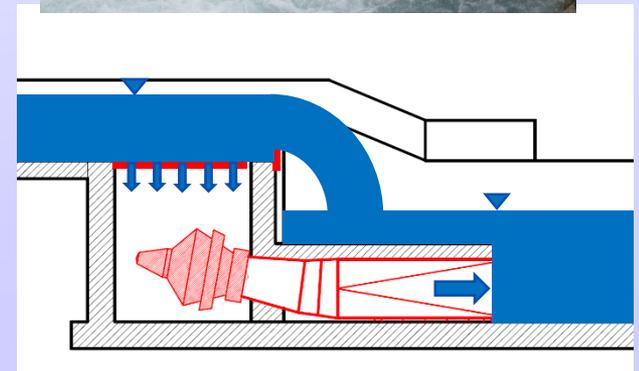
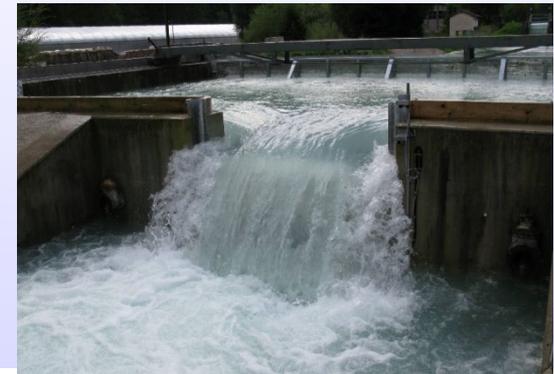
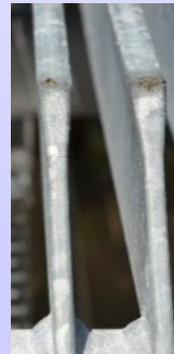
- Komplettverfüllung des Schachtes mit Feinkies (vorteilhaft geringer Stababstand)
- Befüllung mit Wasser und Inbetriebnahme des Kraftwerkes

Ergebnis:

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



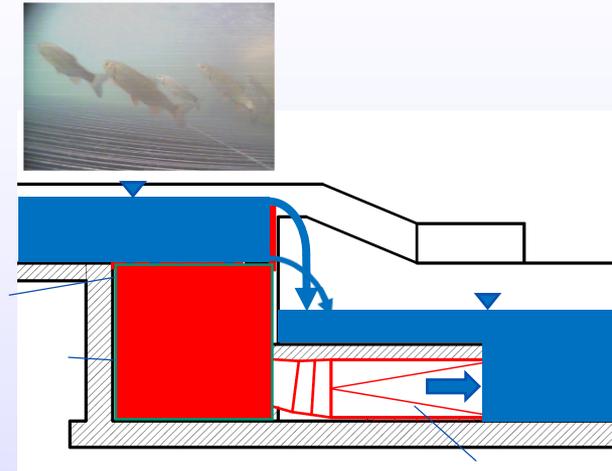
Stabprofil



Vergleich: Konventionelles KW-System - Schachtkraftwerk

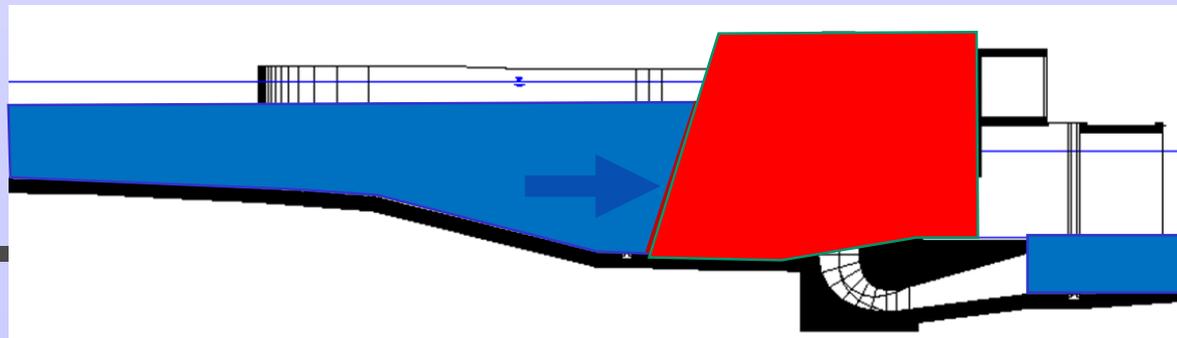
Schachtkraftwerk

Horizontale Rechenebene + Verschluss:
Ökologische Durchgängigkeit von OW nach UW und bei HW direkter und leistungsfähiger Wasserweg für Geschiebe, Treibholz



Konventionelles KW-System

Vertikale Rechenebene:
Unzureichende ökologische Durchgängigkeit, Kraftwerk trennt OW vom UW, für Geschiebe und Treibholz Sonderbauwerke erforderlich



Schachtkraftwerk Loisach Großweil

Standortbedingungen:

- Steiles Rampenbauwerk aus den 70er Jahren
- Fallhöhe bei MQ ca. 2 m
- Starke Geschiebe- und Treibholzführung
- Durchgängigkeit eingeschränkt
- **Besondere Herausforderung: FFH-Gebiet, hoher Schutzstatus Koppe**



Schachtkraftwerk Loisach Großweil

Kraftwerksdaten:

Doppelschacht mit Ausbauabfluss $2 * 11 \text{ m}^3/\text{s}$

Fallhöhe 2,5 m

Ausbauleistung : 420 kW

W ca. 2,4 GWh/a

Planungsvarianten:

- Wegen Untergrundgegebenheiten Verlegung des Kraftwerks auf die linke Seite
- Folgerung: u.a. sichtbares Funktionsgebäude im Fluss, modifizierter Stahlwasserbau



Eingabeplanung



Bauausführung

Schachtkraftwerk Loisach Großweil

Probleme beim Einbau der maschinentechnischen Ausstattung (gefluteter Zustand) mit der Folge von größeren Zeitverzögerungen

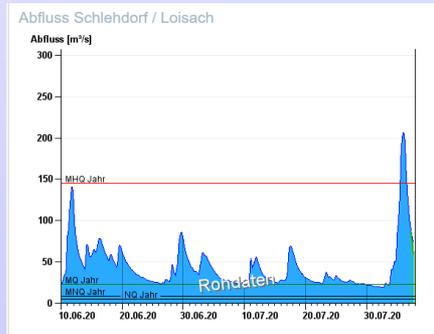


Turbineneinbau 02. Juni 2019





**Inbetriebnahme:
20.02.2020**





**Ideale
Überströmung**



**Unzureichende
Überströmung**



Schachtkraftwerk im Volllastbetrieb, August 2020



Einlaufhydraulik horizontale Rechenebene

Strömungsumlenkung → Wirbelbildung



Modell
QT = 200 l/s



Prototyp
QT = 1.500 l/s





SKW VA Obernach



SKW Großweil/ Loisach





**HW-
Abflüsse
und
Geschiebe-
transport**



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)

Schachtkraftwerk Loisach Großweil: Zeitabläufe



2010
Basismodell



Dez. 2012
Abgabe Wasserrechtsantrag



2012
Prototyp-
anlage



Dez. 2014
Genehmigung

2015 – März 2016
Klage und Gerichtsentscheid
2016 /2017
Bauwerkspl./ Ausschr./ Verg.



2012-2015
Untersuch-
ungen
Fisch +
Betriebstechnik

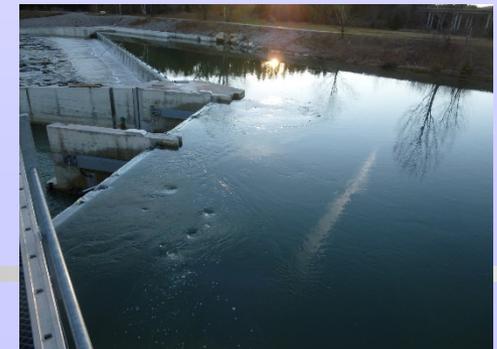


Nov. 2017
Spatenstich

Feb. 2020
Inbetriebnahme



März. 2018
Baubeginn

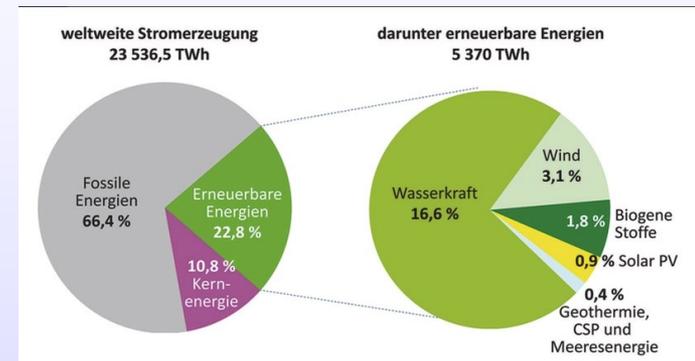




Plattform EE BW

Standort: Raue Rampe Großweil/ Loisach:

- Durchgängigkeit nur bedingt vorhanden
- Unterhaltsverpflichtung durch den Staat, insbesondere Entfernung der Treibholablagerungen



Quelle:  09/2015

Pilotanlage SKW Loisach/Großweil:

- CO₂- und schadstofffreie Stromversorgung für alle Haushalte der Gemeinde Großweil mit ca. 1500 E für 100 Jahre?
- Verbesserter HW-Schutz
- Erzeugung: ca 2,4 GWh/a, angegebene Gesamtkosten: ca. 5,5 Mio €
- **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung?**