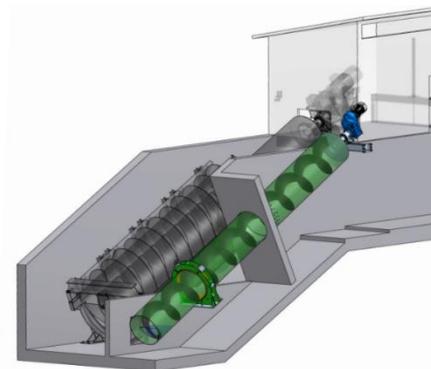
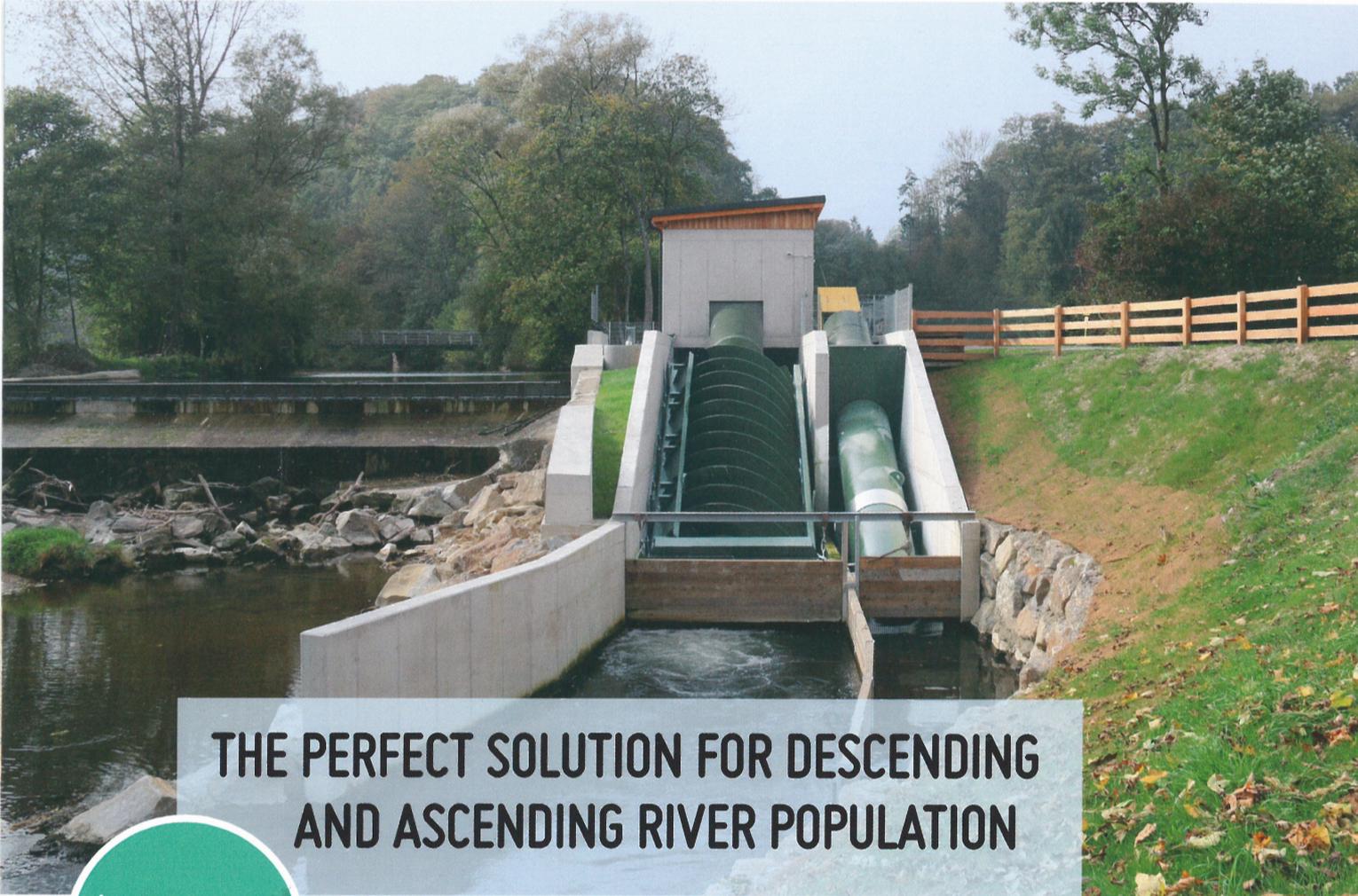


# SISUKORD



<b>1</b>	<b>Kruvikalapääsude infomaterjalid</b> Rehart GmbH
<b>2</b>	<b>Kruvikalapääsude koolituspäeva kokkuvõte (05.09.2019, Eesti Maaülikool)</b> Eesti Veeinseneride Liit
<b>3</b>	<b>Protsessiinsener ja tellija lähteülesanne</b> E. Prommik, Skeem OÜ
<b>4</b>	<b>Rehart screw solutions for Fish migration</b> T. Fuchs, Rehart GmbH
<b>5</b>	<b>Experiences with the screw elevator system Rehart/Strasser in Austrian rivers</b> C. Mitterlehner, IBGF Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei
<b>6</b>	<b>Kruviturbiinidest ja kruvitõstukitest Eesti ihtüoloogi pilgu läbi</b> R. Järvekülg, Eesti Maaülikool
<b>7</b>	<b>Auszüge des Endberichtes „Monitoring Fischaufstiegsschnecke Url, KW Pilsing“ (Saksa keeles) + Kalapääsude rajamine Austrias, tehnoloogilised lahendused ja uuenduslikud kruvikalapääsud (Eesti keeles)</b> C. Mitterlehner, IBGF Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei
<b>8</b>	<b>Austria keskkonnaameti toimivuskinnitus Pilsingu kruvikalapääsu kohta</b> AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG Gruppe Wasser, Abteilung Wasserwirtschaft, Dr. Andrea Schwaller
<b>9</b>	<b>Kunda põhjajäätumise kokkuvõte</b> Philipp Theuring, Ergi Prommik, Heiko Källo, Marko Jäetma
<b>10</b>	<b>Narva old riverbed revitalization and eel migration project</b> Matti Gerspacher, Malte Hoffmann FICHTNER Water and Transportation GmbH

# FAS FISH MIGRATION SCREW



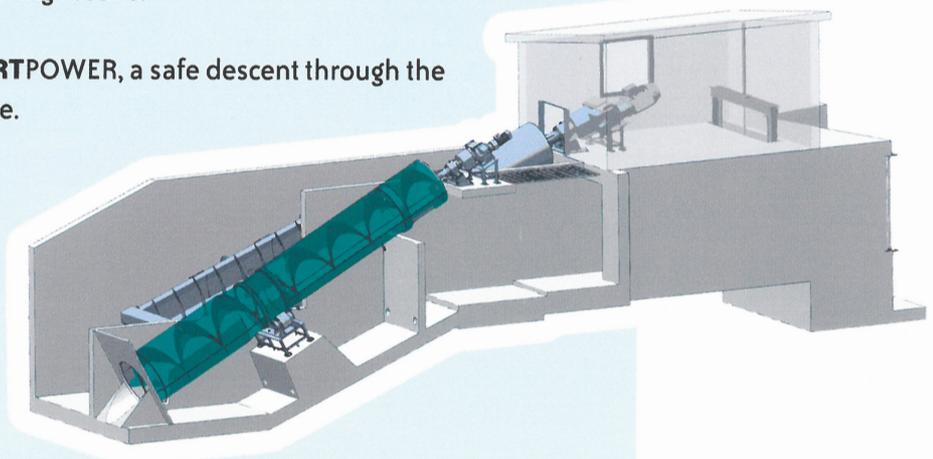
## THE PERFECT SOLUTION FOR DESCENDING AND ASCENDING RIVER POPULATION



THE FAS (fish migration screw system Rehart/Strasser) is the space-saving and cost-effective alternative to a traditional fish ladder.

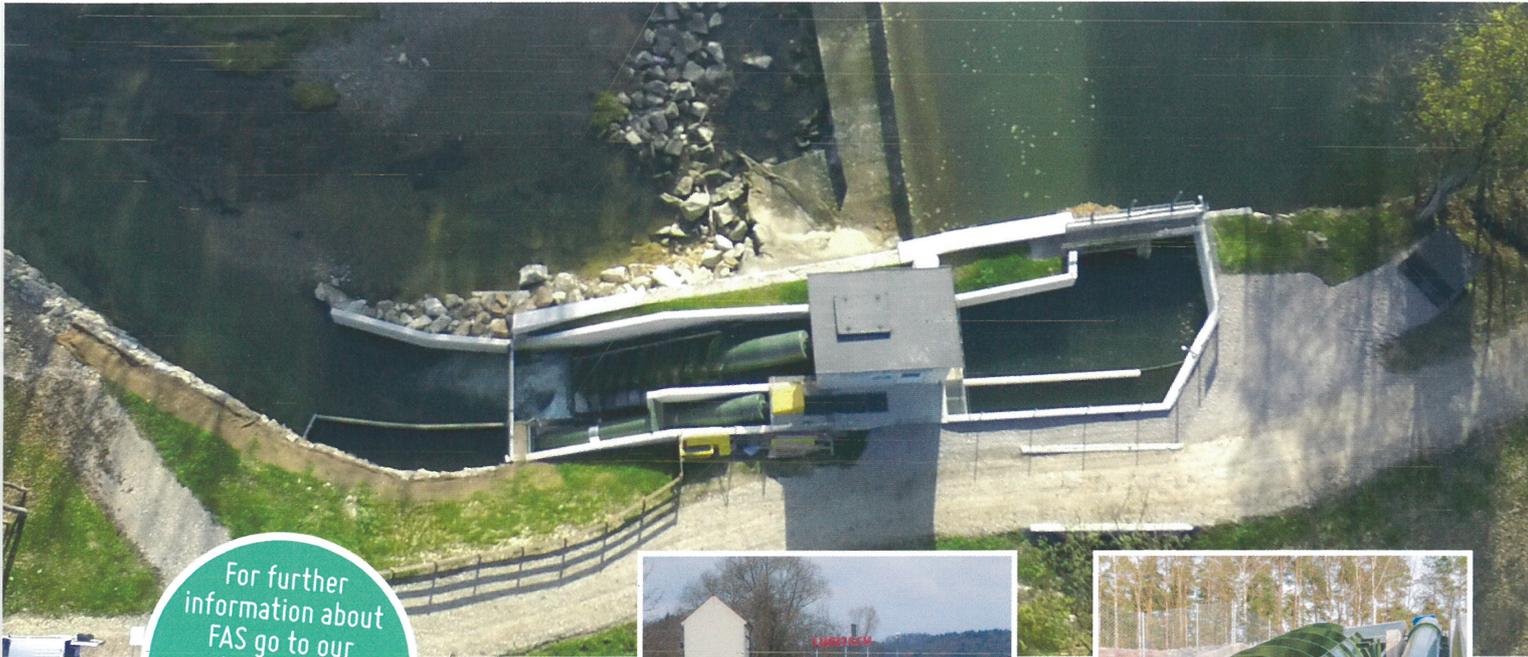
Due to the attraction flow the slowly rotating FAS can safely be found by fish and other bottom-oriented aquatic species. The size of the tube and screw are designed individually to the existing fish species. Even weak swimmers and other river species like crabs or insect larvae can ascend easily. This is proven by excellent monitoring results.

As with all systems by **REHARTPOWER**, a safe descent through the hydropower screw is possible.



# GET IN. ASCEND. SWIM.

Hydropower plant with fish migration screw system Rehart/Strasser at Url, Lower Austria



For further  
information about  
FAS go to our  
homepage:  
[www.rehart-power.de/FAS](http://www.rehart-power.de/FAS)



FAS next to a turbine unit



FAS next to a hydropower screw

## FACTS

-  FAS increases profitability of your hydropower system.
-  FAS is almost maintenance-free, even with floods.
-  Full operability of FAS has been officially confirmed by excellent monitoring results.
-  FAS is optimally adjusted to the predominant fish. Largest fish to ascend so far: a 78 cm-long huchen. The gapless design ensures migration without injuries.
-  FAS can be added to any kind of dam structures and alongside all kinds of hydropower systems and thus provides for ecological passability required by any regulatory authority.



Hydropower screw with fish migration screw at Heckerwehr



# **REHART HYDROPOWER SCREWS**

## **NATURAL POWER AT YOUR SIDE**



# SUSTAINABILITY



## SUSTAINABLE

Nothing is destroyed. Cannot be exhausted.  
The environment is not destroyed. All parts have been designed for a long lifecycle and can be 100 % recycled.



### Hydropower project team

**Christian Habermann**  
Dipl.-Ing. (FH),  
Area Manager Hydropower

**Thomas Fuchs**  
Dipl.-Ing.

## THIS ENERGY IS SAFE AND CLEAN

All over the world affordable electricity is provided by the small hydropower via the Archimedean screw. As early as 200 B.C. this screw was used for irrigation purposes, and today the principle has been reversed: driven by water from low heads projectable, baseload electricity is generated via a screw. Renewable, local and at short distances.

## CARBON-NEUTRAL

Power generated by hydropower is carbon-neutral. Every kWh generated reduces the CO<sub>2</sub> emission by 1 kg.

## FISH-FRIENDLY

The Archimedean screw is a pressureless system that has nothing in common with traditional turbines. This way the screw and fish harmonize really well. The fish can swim downstream passing the screw. They return to spawn via a lateral fish pass or a fish migration screw.



**90 %**  
SCREW  
EFFICIENCY



Powerhouse of a large plant

### 1. PROFITABLE INVESTMENT

The simple, robust technology and the low construction costs provide for a short project term. Combined with favorable planning and project costs, a positive operating profit can be achieved.

### 2. EFFICIENT EVEN WITH VARYING HEIGHT OF WATER

The hydropower screw is able to cope with varying water levels and low heads and at the same time is reliable in providing electricity.

Even in partial load up to 10 % of the dimensioned water volume, electricity is still generated. It is operated year-round and has no problems with frost.

### 3. SIMPLE ASSEMBLY

Whether it is a compact, semi-compact system or steel trough for casting, every system is delivered pre-assembled. Depending on the type, civil engineering works are required only to a minor extent.

### 4. RELIABLE

Made in Germany – all parts are manufactured reliably and with a high quality standard, for reliable power generation. For decades Rehart has been manufacturing screws for maximum loads.

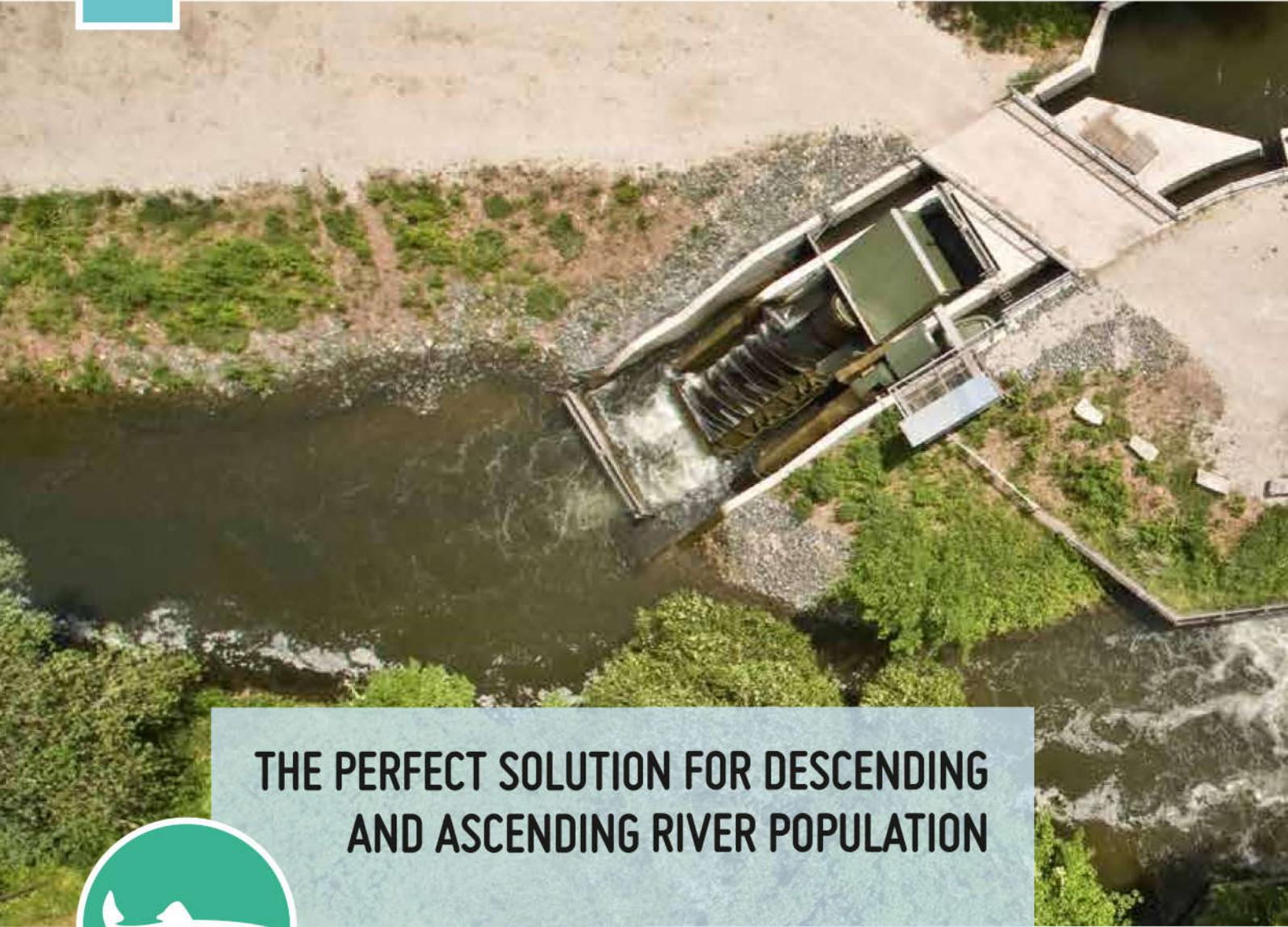
### 5. LITTLE MAINTENANCE EFFORT

The well-thought out construction mostly gets by without maintenance staff. It is operated and monitored via computer, tablet or smartphone. Remote servicing and remote control assure the operation.





GET IN. ASCEND. SWIM.



## THE PERFECT SOLUTION FOR DESCENDING AND ASCENDING RIVER POPULATION

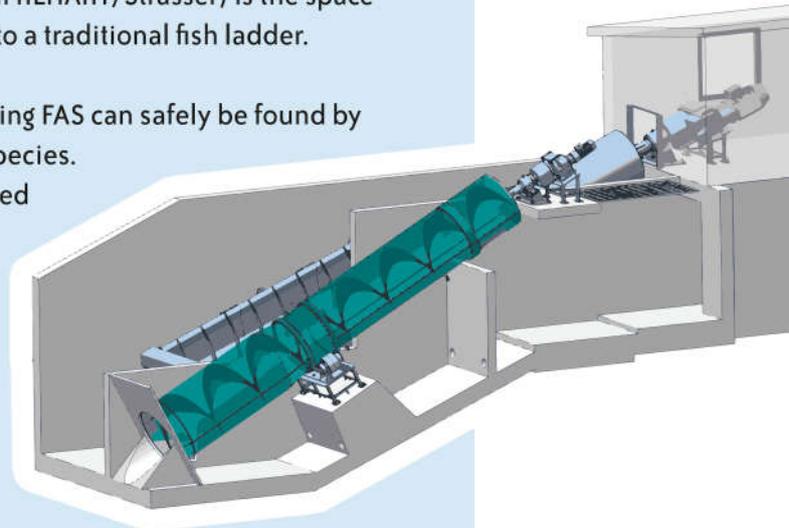


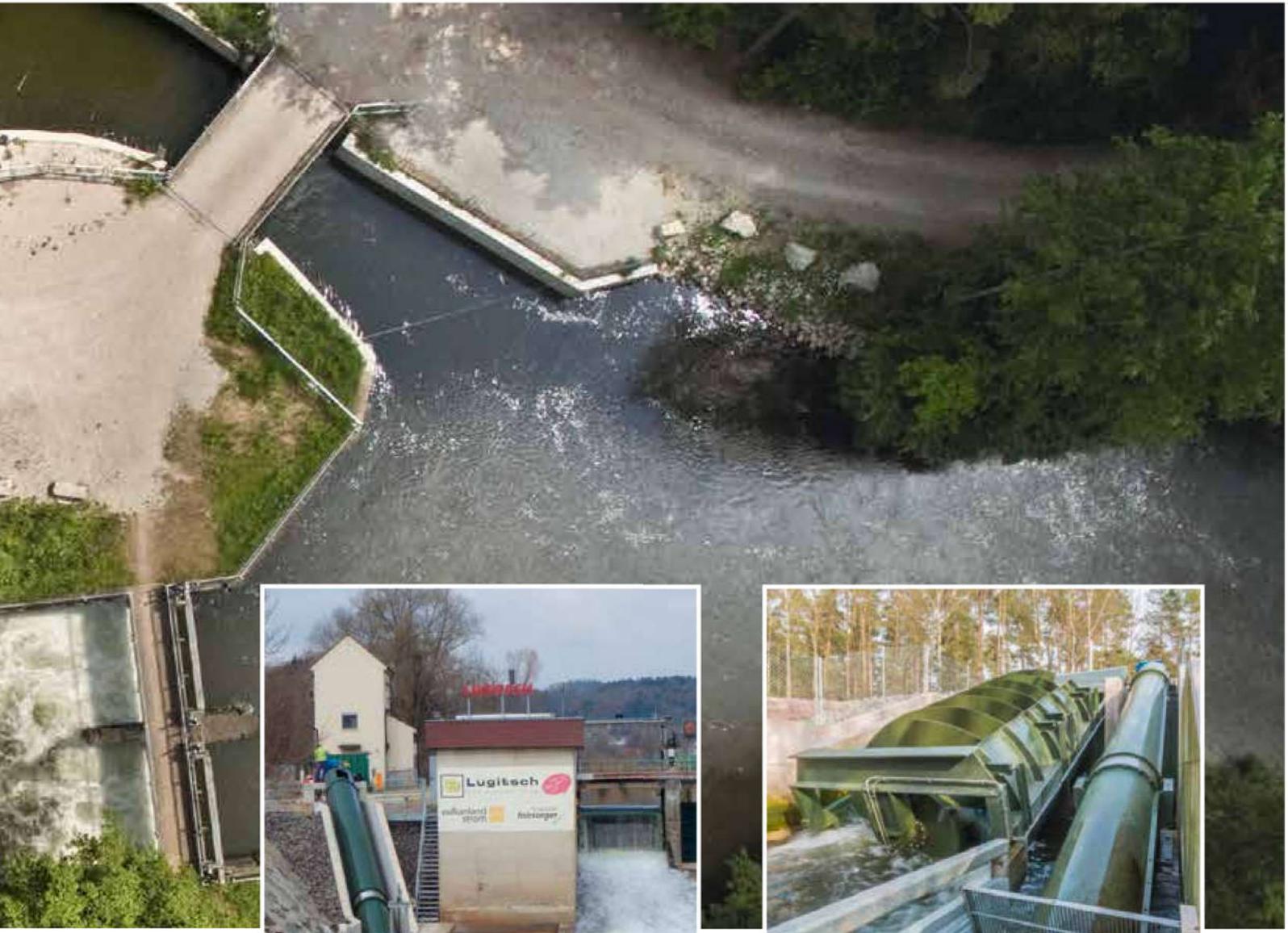
The FAS (fish migration screw system REHART/Strasser) is the space-saving and cost-effective alternative to a traditional fish ladder.

Due to the attraction flow the slowly rotating FAS can safely be found by fish and other bottom-oriented aquatic species.

The size of the tube and screw are designed individually to the existing fish species. Even weak swimmers and other river species like crabs or insect larvae can ascend easily. This is proven by excellent monitoring results.

As with all systems by **REHARTPOWER**, a safe descent through the hydropower screw is possible.

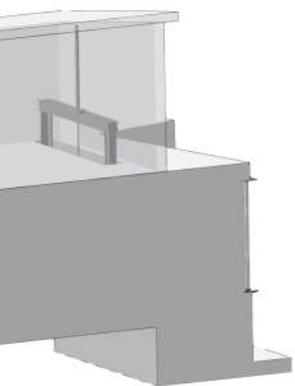




FAS next to a turbine unit



FAS next to a hydropower screw



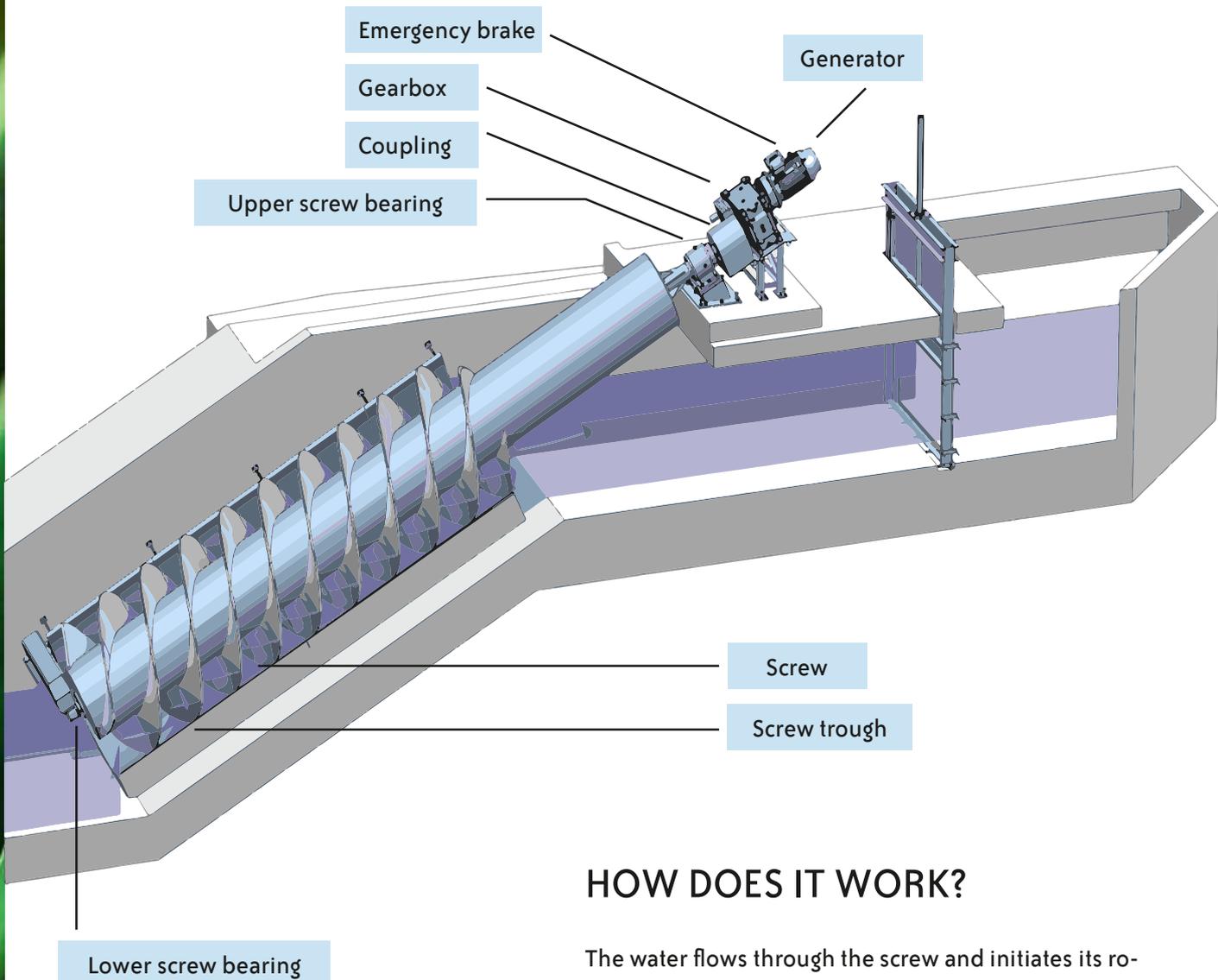
For further information about FAS go to our homepage:  
[www.rehart-power.de/FAS](http://www.rehart-power.de/FAS)

## FACTS

-  FAS increases profitability of your hydropower system.
-  FAS is almost maintenance-free, even with floods.
-  Full operability of FAS has been officially confirmed by excellent monitoring results.
-  FAS is optimally adjusted to the predominant fish, up to a fish length of 110cm. The gapless design ensures migration without injuries.
-  FAS can be added to any kind of dam structures and alongside all kinds of hydropower systems and thus provides for ecological passability required by any regulatory authority.



# OPERATION



## HOW DOES IT WORK?

The water flows through the screw and initiates its rotation. The rotation is transmitted by the gearbox and forwarded to the generator where it is then converted into electrical power.

The system's inlet is equipped with a coarse screen. Thus larger foreign bodies (flotsam) are kept away from the plant. Smaller sediments can pass the screen and screw so that the natural sediment structure is kept.

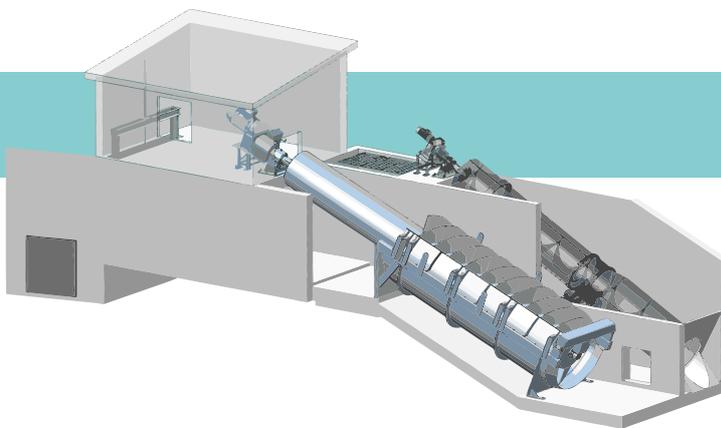
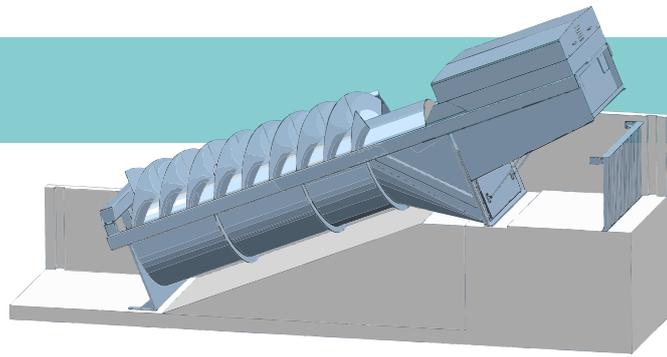
**Application per hydropower screw**  
(several possible in parallel):

**Water volume:** 0,3 m<sup>3</sup>/s to 10 m<sup>3</sup>/s  
**Head:** 1 m to 10 m  
**Power:** 3 kW to 500 kW



## CS Compact system

System pre-assembled in the factory. All components are integrated. Only a strip foundation at the outlet and a channel for inlet is required on site.

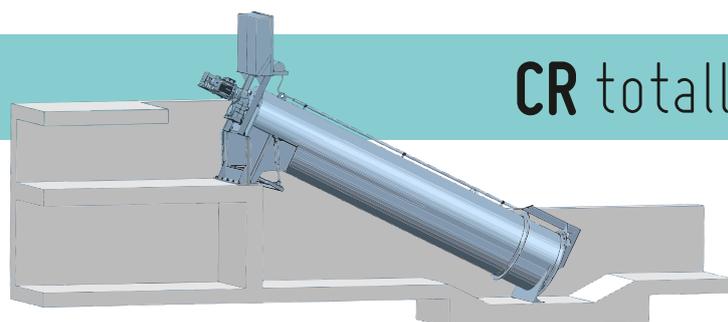
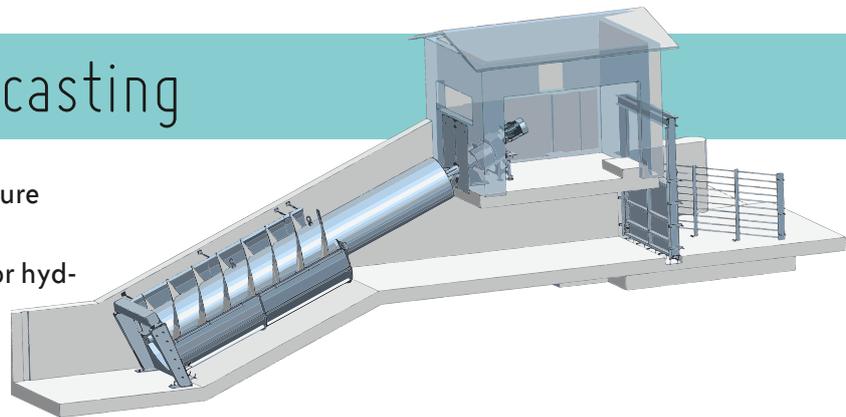


## BS Hybrid system

The trough is self-supporting and need not to be cast. The drive unit is located on a foundation in a building.

## SH Steel trough for casting

The trough is fastened in the precast structure and then cast with concrete. Favorable engineering, high expenditure for hydraulic engineering.



## CR totally enclosed compact unit

System pre-assembled in the plant. All components are integrated. The trough takes the form of a tube. Drive train can be covered with weather protection hood.



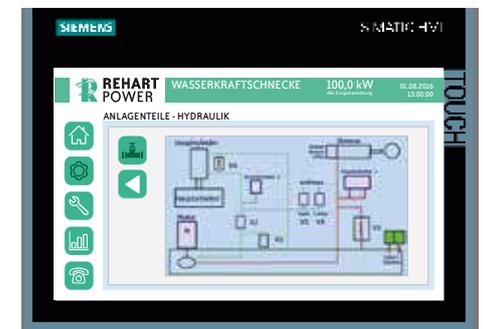
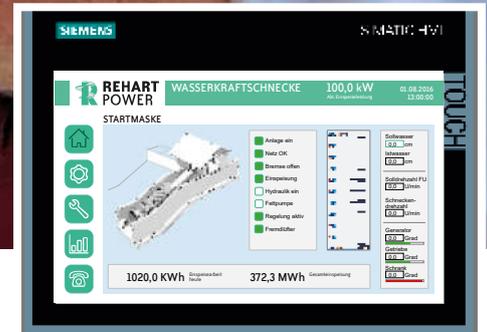
# OPERATING CONCEPT



The control of **REHARTPOWER** hydropower systems has been exclusively developed in cooperation with a partner. It complies with all requirements of an advanced operating concept, including remote servicing and remote control with mobile device.

The clearly arranged user interface ensures that the user can find his way around quickly. He gets an overview of important data and only a few clicks are required to access all control functions of the system.

Safe operation is ensured by a sophisticated monitoring and fault management. You will be informed on the touch panel and on request directly via e-mail or text message about the condition of the system and maintenance work based on the upcoming intervals set.



When it comes to control cabinet construction **REHARTPOWER** relies on high-quality components by well-known internationally available manufacturers and an experienced partner. Moreover all our systems comply with all requirements of CE conformity.

# EXAMPLES



500 kW system, steel trough for casting (type SH), Hausen im Wiesental

Single, in series, next to buildings or alone at the edge of the forest: one solution for many requirements. The equipment is also flexible. From the compact type to complex system solutions that can also control entire weir systems. The patented height adjustment (0 to 28 degrees) can be used to even out varying water levels. With reference systems, a rise in profits of 18 % compared to the inflexible version can be proven. Low-maintenance operation is ensured by best components. Gearboxes, couplings and generators are made by German manufacturers and comply with highest German industry standards.



Totally enclosed compact unit (type CR), Bischofsmais, Germany



Compact system (type CS), Lohr am Main, Germany



Hybrid system (type BS), Baiersdorf, Germany



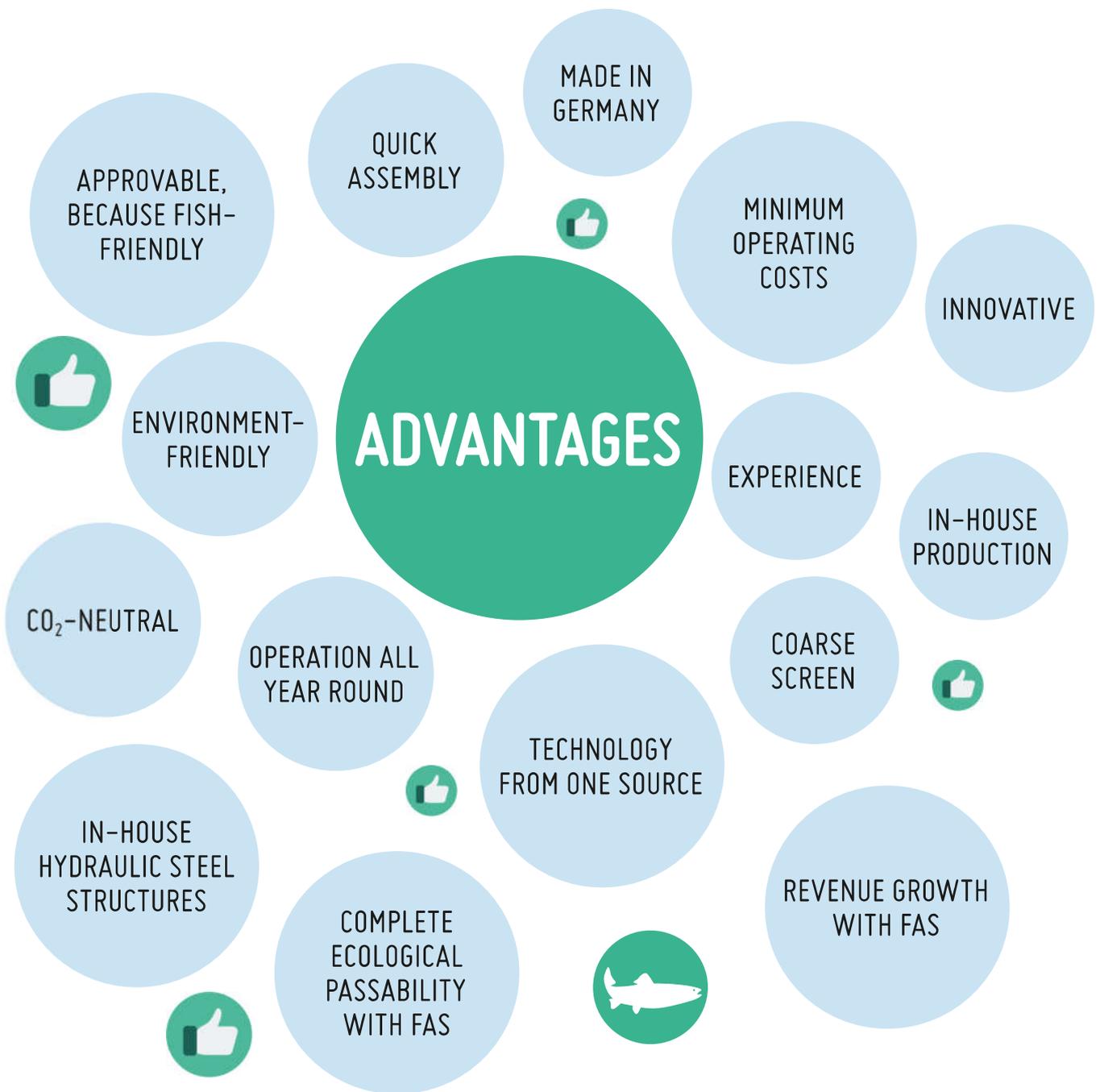
# CONSULTING

Our consulting service determines the feasibility and profitability of your project.

We check the land and waters on the basis of facts and data measured and calculate payoff time, yields and the necessary investment. With these documents you know the conditions under which your investment will be successful.



**Christian Habermann**, Dipl.-Ing. (FH)  
General Manager and Area Manager  
Hydrower at **REHARTPOWER**





## Our systems are currently in operation in:

Austria, Belgium, France, Germany, Great Britain, India, Ireland, Italy, Japan, Luxembourg, Slovenia, Switzerland, Turkey, USA

A hydropower screw by **REHARTPOWER** can generate energy around the clock and in all countries of the world. Even at rivers and streams with low heads the systems can generate power reliably and efficiently. Whether on the plain or high up in the mountains. Not only for the industrialized world is this technology suitable, even developing nations and emerging markets can profit from this decentralized, low-maintenance generation of 100 % green electricity.

Right from the start of the project **REHARTPOWER** offers its experience gained in the worldwide construction of systems. The consulting package includes the economically most viable solution with facts for the approval procedures to the entire project planning. The high degree of pre-assembly and manageable building work ensures quick construction and commissioning by an experienced team after the authorization has been granted. Software-supported maintenance service supports you in the day-to-day operation. Reliable, rapid and worldwide.



Compact system (type CS), Yvoir, Belgium



Totally enclosed compact unit (type CR), Haddo, Scotland



Hybrid system (type BS), Ottensheim, Austria



WELL INTEGRATED SYSTEM



COARSE SCREEN AND VALVE IN INLET



HEIGHT-ADJUSTABLE SYSTEM FROM ABOVE



VIEW INTO THE CONTROL CABINET



TOTALLY ENCLOSED COMPACT SYSTEM



TURBINE BUILDING



HYDROPOWER SCREW AND WEIR GATES



HYDRAULIC VALVE



CONTROL VIA TOUCHSCREEN



SYSTEM WITH FISH MIGRATION SCREW FAS



INLET SCREEN



COMPLETELY ENCLOSED SYSTEM



OPTIMALLY INTEGRATED INTO WEIR SYSTEM



ALL-IN-ONE WITH COVER GRILLE



SYSTEM AT THE OUTLET OF A WATER TREATMENT PLANT



INSTALLATION OF A SYSTEM IN THE DOLOMITES



# HYDRAULIC STEEL STRUCTURES



Installation of the guiding frame of a retention gate



Sluice boards with wooden paneling



Shut-off valve in front of a hydropower screw



Hydraulic valve

With hydraulic steel structures by **REHARTPOWER** you are provided with solutions optimally adapted to your requirements.

We manufacture in all steel types and stainless steel in accordance with the hydraulic steel structure standard DIN 19704 1-3. The drive is either mechanic, electric or hydraulic – according to customer requirements.

If requested, we will provide correct electrical wiring and program the system control.

## Equipment for flood protection

- Control valves
- Spatial coarse and fine screens
- Retention gates

## Equipment for weir and hydropower plants

- Inlet valve
- Shut-off valves
- Flushing gates, flushing valves
- Sluice valves with or without retention gate
- All kinds of retention gates
- Gate cleaning systems, telescope and excavator type
- Cross screen cleaning systems
- Gate with coarse and fine screen separation – horizontal and vertical type

# ARCHIMEDEAN SCREW PUMPS



Archimedean screw pump for flood protection in Oberndorf, Austria



## FLOOD PROTECTION

As result of climate change the amount of floods increase. Screw pumps play an important role in modern flood protection concepts. By using the high capacity of Archimedean screw pumps, inhabited areas can be protected from being flooded. And thus help to prevent follow-up costs.

Performance data of the system shown above:

Diameter: 2.60 m

Bladed length: 18.90 m

Flow: 2.20 m<sup>3</sup>/s

Head: 8.00 m

## REHARTGROUP

Klaus Schüle in laid the foundation stone of today's **REHARTGROUP** when he founded **REHART** GmbH in 1983. The name **REHART** is derived from regeneration and hard plating („Hartplattieren“ in German). In the beginning, the company concentrated on high-quality wear protection of machines and spare parts to considerably prolong their service lives and provide a stable operation as far as possible.

Times are changing, but quality remains. In the meantime several companies with diverse focuses belong to the group. **REHARTPOWER** solely

deals with hydropower screws and Archimedean screw pumps and benefits from decade-long experience in the construction of screws and wear protection.

### WHY CHOOSE THE REHARTGROUP?

Sound, owner-managed group of companies

Network of successful companies

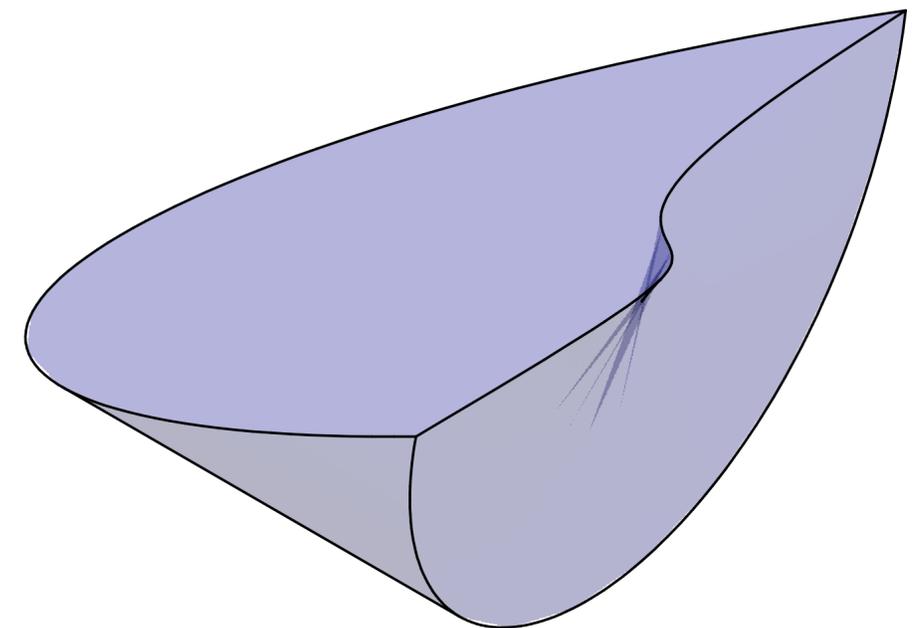
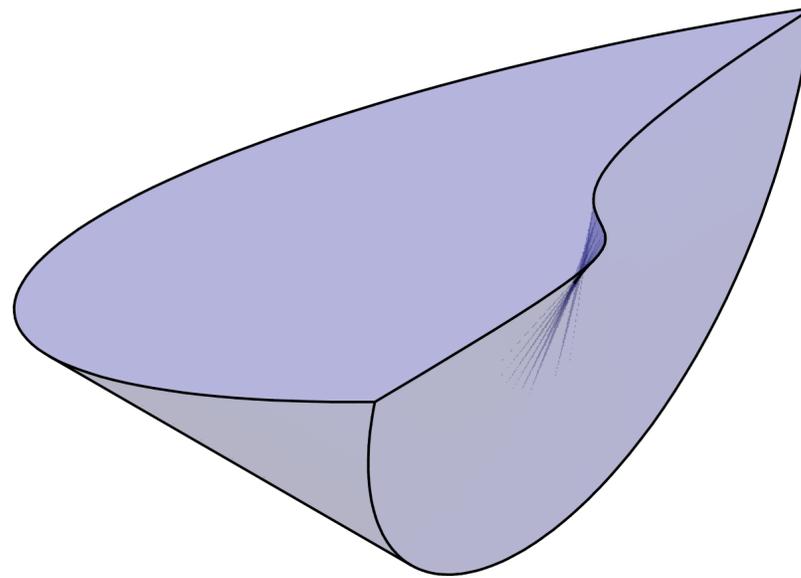
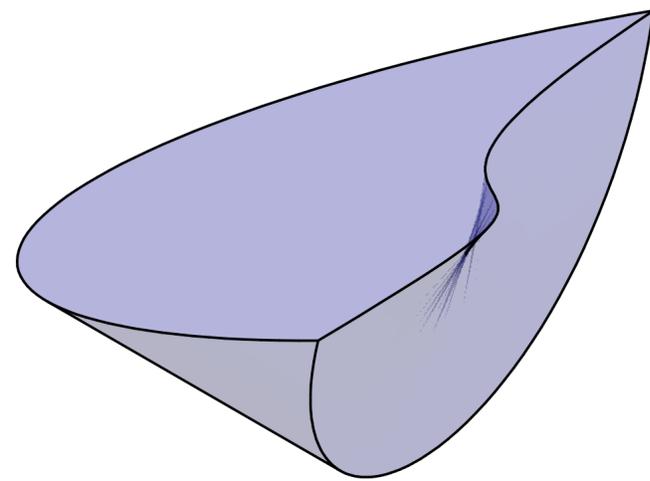
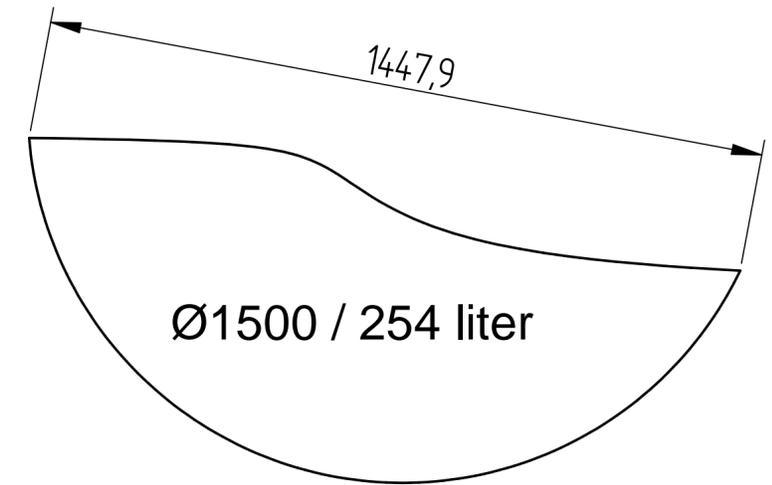
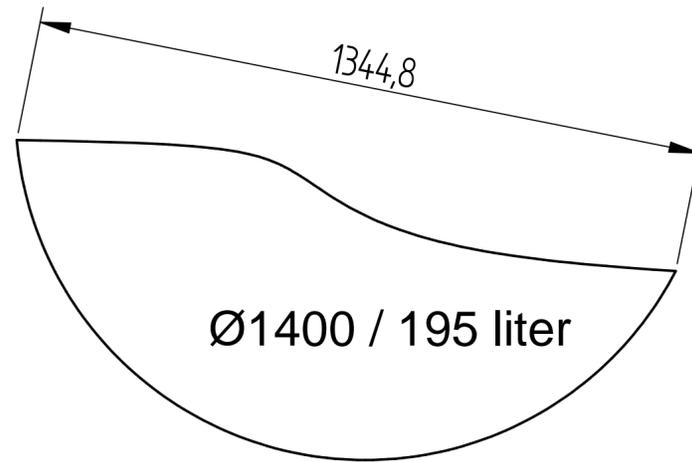
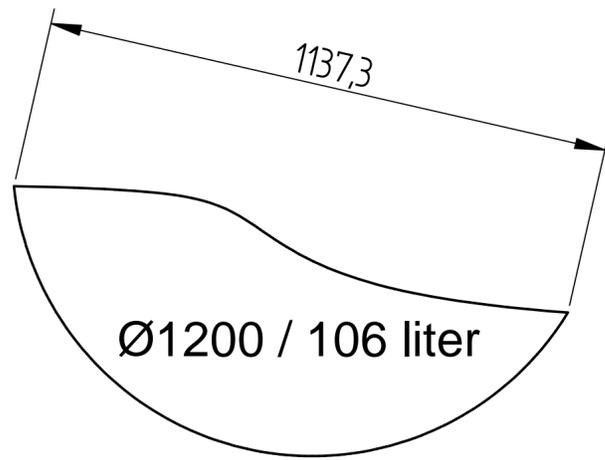
Professional staff

Teams experienced in restructuring and assembly

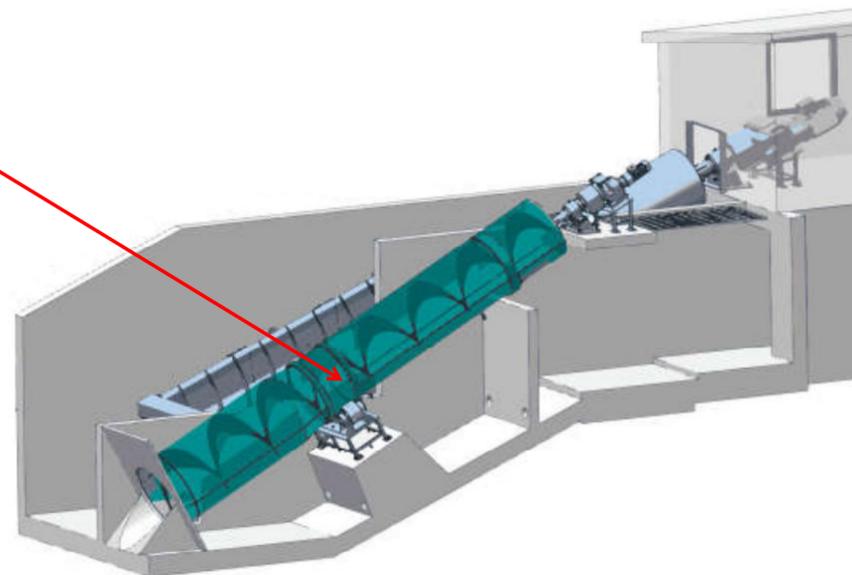
Certification according to **DIN EN ISO 9001:2015**

Certified specialist welding company **DIN EN 1090-1/-2**

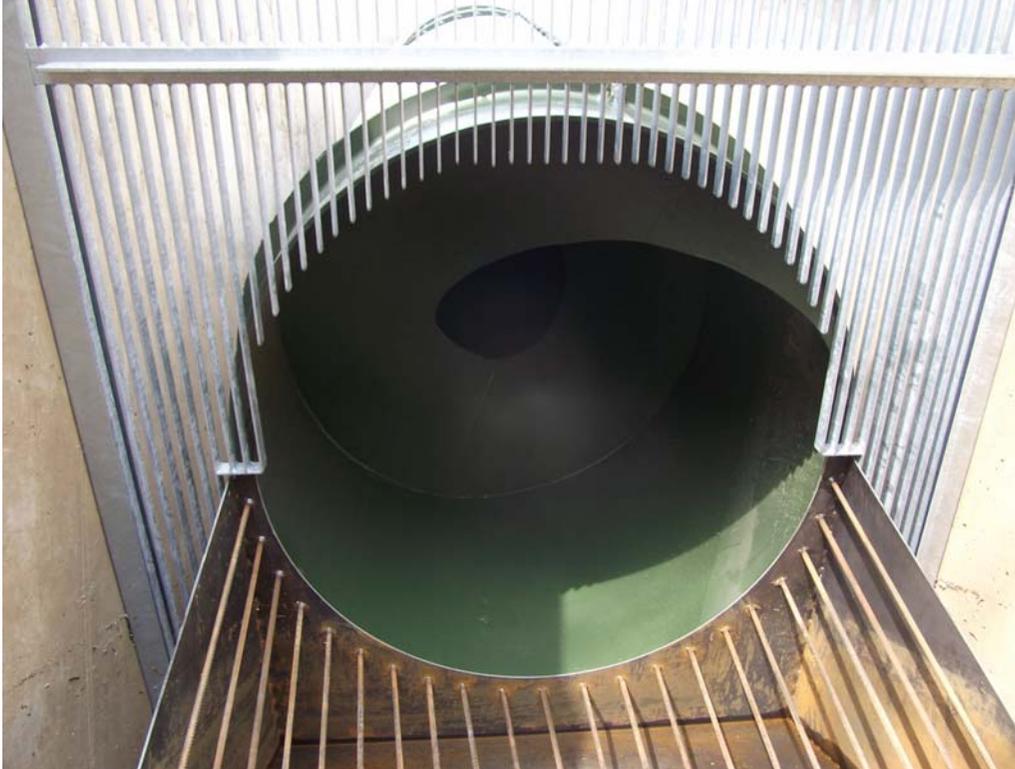




Kui palju on ruumi  
jõeelustikule tõusukruvi  
kambris (labade vahel)?



Diese Zeichnung ist geistiges Eigentum der Fa. Rehart GmbH und dadurch Urheberrechtlich geschützt. Wir behalten uns alle Rechte vor.			Projektion	Allgemeintoleranzen DIN 7168-m
				Werkstückkanten nach DIN 6784
	NAME	Datum	Maßstab: 1:	Werkst.:Wasser
gezeichnet	kober	21.10.15		Gewicht: 106,443 kg
geändert: a	XXX	-		DIN
geändert: b				Volumenreduktion Ø1400 - Ø1200 FAS Lugitsch
geändert: c				Art.Nr.
			Z.Nr.: Volumen1200und1400.dft	
REHART GmbH Industriestrasse 1 91725 Echingen Tel.: 09835/ 974 1-0 Fax: 09835/ 524 E-Mail: info@rehart.de			M.typ:	Projekt: RH
			A2	Blatt 1 OF 1 Urspr.: R.Meier



## Reference list Hydropower screws



Country	State	Code word	Capacity Q in m³/s	Head H in mm	Electrical power P in kW	Diameter in mm	Bladed length in mm	Number of screws	Type of trough	Status	Year
Germany	Bavaria	Gugelmühle	2,00	1,70	26,00	2200	3065	1	CS	in operation	2003
Germany	Thuringia	Lichtenberg	2,00	2,05	30,00	2100	5440	1	CS	in operation	2007
Austria	Upper Austria	Lummerstorfer	2,00	2,60	38,52	2100	6690	1	BS	in operation	2008
Austria	Upper Austria	Stift Schlägl	2,80	1,90	43,00	2500	5000	1	BS	in operation	2008
Austria	Upper Austria	Ottensheim	2,60	1,60	31,00	2500	4200	1	BS	in operation	2008
Germany	Hessia	Dautphetal	2,50	2,55	45,80	2600	7570	1	SH	in operation	2008
Luxembourg	Luxembourg	Bauschelter Millen	1,40	1,20	12,20	1900	3160	1	CS	in operation	2008
Germany	Baden- Wuerttemberg	Sachsenflur	0,25	2,40	4,02	1000	6350	1	CS	in operation	2008
Germany	Bavaria	Baiersdorf´s Mill	4,50	1,50	50,00	3300	3890	1	BS	in operation	2009
Germany	Saxony	Pirna	0,40	2,60	10,33	1300	7270	1	CS	in operation	2009
Austria	Upper Austria	Eidenberg	2,00	2,60	38,20	2100	7210	1	CS	in operation	2009
UK	England	Mardson Manor	0,67	1,30	6,00	1400	3880	1	CS	in operation	2009
Germany	Saxony	Colditz	2,00	3,00	45,00	2200	8680	1	CS	in operation	2009
Germany	Bavaria	Lohr am Main	1,70	1,40	17,00	2000	4450	1	CS	in operation	2009
Germany	Bavaria	Schnaittach	0,75	1,35	6,50	1600	3140	1	CR	in operation	2009
Germany	Saxony	Obergruna	0,60	2,27	9,00	1300	6040	1	CR	in operation	2009
Germany	Bavaria	Füfällmühle	2,00	1,00	14,00	2300	3440	1	CS	in operation	2009

Country	State	Code word	Capacity Q in m³/s	Head H in mm	Electrical power P in kW	Diameter in mm	Bladed length in mm	Number of screws	Type of trough	Status	Year
Germany	Bavaria	Munich	1,00	4,00	47,50	2000	10510	1	SH	in operation	2009
UK	Northern Ireland	Omagh	6,00	2,70	128,00	3600	8160	1	CS	in operation	2010
UK	England	Dauntsey House	1,50	1,25	12,00	2000	3840	1	CS	in operation	2010
Germany	Lower Saxony	Hannoversch Münden	4,25	2,30	2 x 61,4	2800	6050	2	CS	in operation	2010
UK	England	Oxford	3,20	1,75	41,32	2500	5220	1	CS	in operation	2010
UK	England	Tutbury Mill	2,80	2,10	43,23	2500	6580	1	CS	in operation	2010
Germany	Baden- Wuerttemberg	Lenningen	0,96	2,50	21,05	1600	7510	1	CR	in operation	2010
Germany	North Rhine- Westphalia	Arnsberg	0,55	3,00	14,00	1400	7210	1	SH	in operation	2010
Germany	Baden- Wuerttemberg	Hausen	6,00	5,80	2 x 250	3400	15530	2	SH	in operation	2011
Germany	Baden- Wuerttemberg	Mosbach	2,00	3,00	48,43	2200	7800	1	CS	in operation	2010
Germany	Lower Saxony	Vierhöfen	1,20	1,00	7,95	1600	3120	1	CR	in operation	2010
Austria	Vorarlberg	Giessen	2,00	1,44	2 x 20	2000	4020	2	CS	in operation	2011
UK	Scotland	Haddo	5,00	0,60	20,00	1400	10470	1	CR	in operation	2010
Germany	North Rhine- Westphalia	Gescher	1,80	3,45	46,00	2000	9420	1	SH	in operation	2010
Germany	Baden- Wuerttemberg	Illerkirchberg	0,50	2,20	7,20	1300	5420	1	CS	in operation	2010
Germany	Baden- Wuerttemberg	Dörzbach	3,00	1,50	29,00	2700	4320	1	CS	in operation	2011
Germany	Bavaria	Kaiserhammer	2,50	2,60	40,00	2500	7450	1	SH	in operation	2010
Germany	Lower Saxony	Herrenhof	0,90	2,10	13,90	1600	5710	1	SH	in operation	2011
Germany	North Rhine- Westphalia	Fröndenberg	3,00	2,04	54,16	2800	5790	1	CS	in operation	2011
UK	Northern Ireland	Shane´s Castle	5,50	5,30	208,00	3400	12680	1	BS	in operation	2011

Country	State	Code word	Capacity Q in m³/s	Head H in mm	Electrical power P in kW	Diameter in mm	Bladed length in mm	Number of screws	Type of trough	Status	Year
Germany	Baden-Wuerttemberg	Bietigheim-Bissingen	2,40	2,07	36,71	2300	5520	1	CR	in operation	2011
Austria	Carinthia	St. Michael	1,20	3,20	26,59	1700	8670	1	CS	in operation	2011
Austria	Tirol	Mühlen	3,00	1,00	21,41	1500	8160	1	SH	in operation	2011
Belgien	Wallonia	Yvoir	2,00	1,80	26,00	2100	4920	1	CS	in operation	2011
UK	England	Newby Hall	6,25	2,05	99,82	3600	5630	1	BS	in operation	2011
UK	England	Mapledurham	8,00	1,73	99,00	3600	5270	1	CS	in operation	2011
UK	England	Flatford Mill	1,60	1,10	12,86	1900	3130	1	CS	in operation	2011
Japan		Gennkikun	0,99	1,05	7,30	1600	3,02	1	BS	in operation	2011
India		Indore	0,58	5,00	18,55	1400	10,23	1	BS	in operation	2012
India		Vadodara	0,98	5,00	32,42	1700	10,35	1	BS	in operation	2012
Germany	Bavaria	Stimpfach	2,30	2,55	44,00	2300	6,93	1	CS	in operation	2012
Germany	Saxony	Hetzdorf	1,24	2,59	21,50	1700	6,94	1	BS	in operation	2012
Germany	Bavaria	Berglern	1,40	3,57	28,49	1800	9,7	1	BS	in operation	2012
Germany	Baden Württemberg	Untermünkheim	2,50	1,80	31,00	2400	5	1	SH	in operation	2012
Germany	Hessia	Weilrod	6,50	2,40	104,00	3500	6,49	1	SH	in operation	2012
Germany	Bavaria	Bischofsmais	0,90	2,10	20,90	1600	7,43	1	CR	in operation	2012
Austria	Tirol	Wiener Neustadt	3,50	4,05	98,00	2800	9,76	1	BS	in operation	2012
Germany	North Rhine-Westphalia	Niedermühle	1,50	3,17	32,00	1900	8,25	1	CR	in operation	2012
Austria	Vienna	EBS Wien	7,10	1,75	91,00	3600	4,54	1	BS	in operation	2012
Germany	Baden Württemberg	Döttingen	9,00	1,46	2 x 46,00	3100	3,62	2	CS	in operation	2012

Country	State	Code word	Capacity Q in m³/s	Head H in mm	Electrical power P in kW	Diameter in mm	Bladed length in mm	Number of screws	Type of trough	Status	Year
Germany	Rhineland-Palatinate	Birresborner Mühle	3,40	1,50	34,00	2700	3,77	1	CS	in operation	2013
Germany	Bavaria	Erding	1,20	1,75	13,92	1800	4,52	1	CR	in operation	2013
Austria	Vorarlberg	Rankweil	1,20	1,11	8,30	1800	3,03	1	CS	in operation	2013
Germany	Bavaria	Winzer	4,80	2,28	68,00	3200	5,7	1	CS	in operation	2013
Germany	Baden Württemberg	Weil am Rhein	3,20	1,30	34,00	2600	3,7	1	CS	in operation	2013
Germany	Bavaria	Klafterding	1,10	2,40	18,20	1800	4,9	1	CS	in operation	2013
Germany	Baden Württemberg	Enslingen	5,90	1,62	59,00	3300	4,39	1	CS	in operation	2013
Germany	Bavaria	Augsburg	2,30	1,40	20,00	2200	2,7	1	CS	in operation	2013
Germany	Baden Württemberg	Bablmühle	1,70	1,30	15,00	2100	3,2	1	CS	in operation	2014
Austria	Austria	Bruckmühle	6,00	1,80	75,00	3500	4,46	1	BS	in operation	2014
UK	England	Bladon	0,70	3,00	14,00	1500	8,64	1	CR	in operation	2014
UK	England	Minster Lovell	1,50	1,00	10,00	2000	2,61	1	BS	in operation	2014
Austria	Lower Austria	Pilsing	3,20	3,60	80,00	2,9	8,06	1	BS	in operation	2014
Germany	Baden Württemberg	Deggingen	2,20	3,00	45,00	2300	7,4	1	BS	in operation	2014
Germany	Baden Württemberg	Blaubeuren	2,50	1,28	22,00	2400	3,1	1	CS	in operation	2014
Germany	Baden Württemberg	Roßwag	1,90	1,10	14,00	2100	2,71	1	CR	in operation	2015
Germany	Lower Saxony	Osterrode	0,68	2,30	10,00	1500	4,58	1	CR	in operation	2015
Germany	Baden Württemberg	Rottenburg	1,80	2,15	27,00	2200	5,18	1	CS	in operation	2014
Germany	Lower Saxony	Steinheim	3,30	2,56	59,00	2800	6,75	1	CS	in operation	2015
Austria	Carinthia	Wolfsberg	3,00	2,50	51,00	2700	6,78	1	SH	in operation	2015

Country	State	Code word	Capacity Q in m³/s	Head H in mm	Electrical power P in kW	Diameter in mm	Bladed length in mm	Number of screws	Type of trough	Status	Year
Italia	Veneto	Ponte Mas	5,60	4,05	156,00	3400	11,12	1	SH	in operation	2015
Germany	Bavaria	Heckerwehr	5,00	2,25	70,00	3200	5,4	1	CS	in operation	2015
Germany	Hessia	Bad Karlshafen	1,40	1,70	21,00	2200	4,55	1	CS	in operation	2015
Slovenia		Rakun	2,80	2,20	43,50	2500	5,44	1	CS	in operation	2016
Germany	Bavaria	Haimhausen	0,58	2,50	9,00	1400	5,82	1	CS	in operation	2016
Germany	Bavaria	Bachhaupt	0,25	2,27	3,50	1100	5,19	1	CR	in operation	2016
Germany	Saxony	Barthmühle	1,15	3,75	30,00	2000	8,71	1	SH	in operation	2016
Turkey	Black sea region	Amasya	7,50	1,93	2 x 97	3800	4,52	2	SH	in operation	2017
Germany	Saxony	Sachsenburg	1,50	3,15	35,00	2200	7,37	1	SH	in operation	2017
Germany	Bavaria	Riedlhütte	1,25	1,65	14,00	1900	4,43	1	SH	in operation	2017
Switzerland	Aargau	Lengnau	0,75	2,39	12,00	1600	6,33	1	CS	in operation	2016
France	Grand Est	Velaines	3,80	1,75	2 x 45	3000	4,73	2	SH	in operation	2017
Austria	Lower Austria	Tattendorf	1,50	4,15	41,00	2000	9,24	1	SH	in operation	2017
Germany	Bavaria	Roßkopf	1,50	1,73	18,00	2100	4,15	1	SH	in operation	2017
Germany	Rhineland-Palatinate	Zweibrücken	0,60	2,99	12,00	1600	6,29	1	CS	in operation	2017
UK	Scotland	Ashgrove Mill	1,95	3,50	46,00	2400	8,16	1	CS	in operation	2017
Italy	Venetien	Pozzetto	1,00	3,52	23,00	1800	8,35	1	SH	in operation	2017
Italy	Südtirol	Welsberg	2,00	2,80	39,00	2300	7,46	1	SH	in operation	2017
Austria	Lower Austria	KW Müller	1,40	2,60	26,00	1900	6,41	1	BS	in operation	2017
Germany	Lower Saxony	Allerkraftwerk	6,15	2,50	107,00	3600	6,08	1	CS	design stage	2017

Country	State	Code word	Capacity Q in m³/s	Head H in mm	Electrical power P in kW	Diameter in mm	Bladed length in mm	Number of screws	Type of trough	Status	Year
Germany	Bavaria	Ayerwehr	8,50	3,72	228,00	4050	9,23	1	SH	design stage	2017
Italy	Ascoli	Visso per Preci	1,30	3,25	29,50	2000	7,89	1	SH	in operation	2017
Italy		Agogna	2,50	2,70	49,00	2600	6,42	1	SH	in operation	2017
Austria	Lower Austria	Ramsbachwehr	3,00	5,00	103,00	2800	10,96	1	BS	in operation	2017
Italy	Verona	Lugo	3,30	4,85	115,00	3000	11,71	1	SH	in operation	2017
Austria	Oberösterreich	Polling	2,00	1,80	24,00	2200	4,24	1	SH	under construction	2018
Germany	Bayern	Zöpfel	2,50	1,68	28,80	2700	4,36	1	CS	in operation	2018
Austria	Salzburg	Bergheim	1,20	3,80	32,75	2000	8,35	1	BS	in operation	2017
Germany	Bayern	Schierling	1,55	2,40	25,00	2000	5,9	1	BS	under construction	2018

## Reference list Fish migration screw (system Rehart/Strasser)



#	Country	Region	Name	lifting capacity [l/s]	Height [m]	Diameter [mm]	Lenght [m]	Main fish	Year	With hydropower screw
1.	Austria	Lower Austria	Pilsing	10	3,60	1200	12,00	Danube salmon (90 cm)	2014	Yes
2.	Germany	Baveria	Heckerwehr	10	2,25	800	12,00	Barb (60 cm)	2015	Yes
3.	Austria	Styria	Lugitsch	10	5,00	1200	14,80	Pike (90 cm)	2016	No
4.	Austria	Styria	Kremsner	10	4,00	1200	12,00	Danube salmon (90 cm)	2016	No
5.	Austria	Lower Austria	Tattendorf	8	4,15	1000	13,00	Barb (60 cm)	2017	Yes
6.	Austria	Styria	Stubenbergsee	8	8,00	1000	19,40	Barb (60 cm)	2017	No
7.	Austria	Lower Austria	KW Müller	10	2,60	1200	9,50	Danube salmon (80 cm)	2017	Yes
8.	Austria	Upper Austria	Hörmühle	12	3,56	1400	12,60	Danube salmon (100 cm)	2017	No
9.	Austria	Upper Austria	Antiesenhofen	10	5,40	1200	14,00	Danube salmon (80 cm)	2017	No
10.	Austria	Lower Austria	Wieselburg	10	4,29	1200	12,4	Danube salmon (80 cm)	2017	No
11.	Austria	Lower Austria	Ramsbachwehr	10	5,2	1200	15	Danube salmon (90 cm)	2017	Yes
12.	Austria	Lower Austria	St. Veit	10	3,4	1200	10,8	Danube salmon (90 cm)	2018	No
13.	Austria	Salzburg	Bergheim	8	3,8	1000	11,01	Trout (60 cm)	2018	Yes
14.	Austria	Upper Austria	Vöcklabruck	10	6,3	1200	16,5	Sea trout (90 cm)	2019	No
15.	Germany	Baveria	Hinterstein	8	5,5	1000	15,1	Trout (60 cm)	2019	Yes

# KRUVIKALAPÄÄSUDE KOOLITUSPÄEVA KOKKUVÕTE

05.09.2019, Eesti Maaülikool, Tartu

Eesti Veeinseneride Liit korraldas kruvikalapääsude koolituspäeva, et saada selgust Austrias ja Saksamaal kasutusel oleva kruvikalapääsu tehnilise lahenduse ja selle võimaliku kasutuse kohta meie tingimustes. Nagu allolevatest ettekannetest selgub teevad Austrias ja Saksamaal osapooled omavahel võrdsetel alusel konstruktiivset koostööd, et jõuda üheskoos parima võimaliku lahenduseni.

## ETTEKANNETE LÜHIKOKKUVÕTTED:

### Protsessiinsener ja tellija lähteülesanne

E. Prommik, Skeem OÜ

*Läbi praktiliste näidete selgitati lihtsalt ja arusaadavalt protsessiinseneri olulisust ja vastutust tehnoloogiliste projektide elluviimisel. Eduka ja õnnestunud projekti eelduseks on protsessiinseneri koostatud konkreetne lähteülesanne ja toimivus-kriteeriumid, mis tagavad selguse projekteerijale-ehitajale, hankijale, tootjale ning käivitajale ja kasutajale. Lõpetuseks anti lühiülevaade Narva jõe rändetakistustest ja sellest, et keda peaks kaasama ja millest tuleks nimetatud projekti ettevalmistamist alustada.*

- Ettekande link: [EP - Protsessiinsener ja tellija lähteülesanne – 20190905.pdf](#)

### Rehart screw solutions for Fish migration

T. Fuchs, Rehart GmbH

*Ettevõtte Rehart GmbH loodi 1983. a eesmärgiga taaskasutada ja luua vastupidavamaid seadmeid. Vald-konnad kus tegutsetakse on seotud kruvidega (savi pumpamine tellisetööstustes, reoveetöötuse pumbad, tsemendi- ja paberitööstuse kruvid, üleujutus-alade kaitselahendused jne). Kruvikalapääsu kruvidega tegeletakse alates 2003. a, mil paigaldati esimene laskumise kruvi ning tõusukruvidega aastast 2014 (Austria, Pilsingu pilootprojekt). Lisaks eelnevale on Rehartis näiteks tugevdatud ka põhja läinud allveelaeva „Kursk“ pooleksaagimise keti hambad, et oleks võimalik merepõhjas olev vrakk lõigata kolmeks, üles tõsta ning ohutustada. Ettekandes anti ülevaade kruvide tehnoloogilisest parameetritest ja võimalikest tehnilistest lahendustest koos näidetega.*

- Ettekande link: [TF - Rehart screw solution for fish migration – 201900905.pdf](#)

### Experiences with the screw elevator system Rehart/Strasser in Austrian rivers

C. Mitterlehner, IBGF Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei

*Ülevaade Austria väljakutsetest ja tegevuskavast jõgede ökoloogise seisukorra parandamiseks ja kalade rändeteede avamiseks. Jões on jagatud kategooriatesse ning kalapääsude rajamiseks on välja antud riiklik juhend (BMLFUW 2012), mille järgmise väljaandesse lisatakse ka kruvikalapääsud. Tänapäevaks on Austrias 15 toimivat kruvikalapääsu ning kolm uut on ehitusjärgus. Igale projektile teostab sõltumatu ihtüoloog seireraporti, millele annab lõpliku heakskiidu kohalik keskkonnaamet. Esitluses on toodud seireandmed ja fotod, kus on näha millised liigid ja kui palju isendeid läbi kruvide on rännanud. 2019. a kevadel tuvastati seiresõlmes esmakordselt angerjad.*

- Ettekande link: [CM - Experiences with the screw elevator system Rehart-Strasser in Austrian rivers – 20190905.pdf](#)

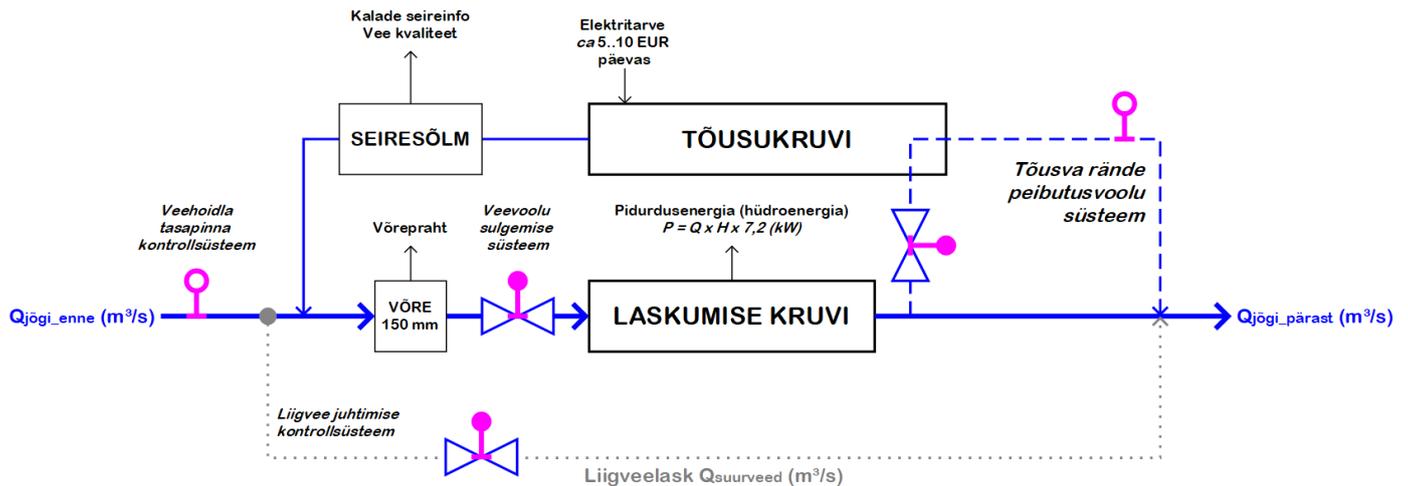
### Kruviturbiinidest ja kruvitõstukitest Eesti ihtüoloogi pilgu läbi

R. Järvekülg, Eesti Maaülikool

*Esitleti ülevaadet koos selgitustega Keskkonnaministeeriumi tellitud „Kruvikalapääsude eksperthinnangust“. Toodi välja küsimused, kõhklused, kitsaskohad ja lisaselgitusi vajavad punktid (terminoloogia puudulikkus, kohapealsed teaduslikud uuringute ja katsete puudumine jne). Lõpetuseks selgus, et kaladel on kindlasti parem rännata läbi Archimedese kruvi kui tavapärase Kaplan või Francis tüüpi turbiini.*

- Ettekande link: [Kruvikalapääsude efektiivsuse hindamine, R Järvekülg.pdf](#)

## KRUVIKALAPÄÄSU PROTSESSISKEEM KOOS LISASELGITUSTEGA:



## KRUVIKALAPÄÄS KOOSNEB:

- veehoidla tasapinna kontrollisüsteem
- võre
- veevoolu sulgemise süsteem
- laskumise kruvi
- tõusva rände peibutusvoolu süsteem
- tõusukruvi
- seiresõlm
- liigvee kontrollimise süsteem

## MÕISTED JA TERMINID:

- **Kruvikalapääs** on hüdrotehniline rajatis, mille eesmärk on tagada rändetõkke korral jõeelustiku ülesrände läbi tõusukruvi ja allarände läbi laskumise kruvi koos nende juurde kuuluvate süsteemidega.
- **Võre** on mehaaniline tõke vees, mille eesmärk on takistada suurtel võõristel (suuremad kui 150 mm) sattumine laskumise kruvisse (ohutus).
- **Veevoolu sulgemise süsteem** on tehniline lahendus (vari, vesivärv vms), millega on võimalik automaatselt sulgeda vee pealevool laskumise kruvile (ohutus).
- **Laskumise kruvi** on Arhimedese kruvi, mille paneb pöörlema alla voolav vesi. Kuna paisutuse korral on oluline hoida veehoidla tasapind stabiilne ( $\pm 2$  cm), siis on kruviga ühendatud mehaanilised komponendid koos generaatori, sagedusmuunduri ja juhtimissüsteemiga. Vastavalt veehoidla tasapinna anduri näidule reguleeritakse kruvi pöörlemiskiirust ( $\sim 20..30$  pööret minutis) läbi sagedusmuunduri. Kirjeldatud süsteem töötab kui automaatne regulaator,
  - mis tagab stabiilse veehoidla tasapinna (koos automaatse liigveelasu süsteemiga)
  - mis tagab selle, et hüdroõlm ei mõjutaks looduslikku vooluhulka jões ( $Q_{jõgi\_enne} = Q_{jõgi\_pärast}$ )
  - mis tagab selle, et allarändeks on tagatud pidev **laskuva rände peibutusvool** läbi veehoidla
  - tagab jõeelustiku ohutu allarände läbi laskuva kruvi
  - mille reguleerimisel tekkiva mehaanilise energia saab muundada hüdroenergiaks
- **Tõusva rände peibutusvool** on veevoolu iseloomustavad protsessiparameetrid, mille alusel reguleeritud voolus leiab jõeelustik rändete töusmiseks ja vähendab selle otsimiseks kuluvat aega.
- **Laskuva rände peibutusvool** on veevoolu iseloomustavad protsessiparameetrid, mille alusel reguleeritud voolus leiab jõeelustik rändete laskumiseks ja vähendab selle otsimiseks kuluvat aega.
- **Tõusva rände peibutusvoolu süsteem** on süsteem, millega tagatakse tõusukruvi ees ja tõusukruvi ees olevas peibutuskanalis voolukiirus ja iseloom, mis meelitab jõeelustiku tõusukruvi algusesse. Süsteemi kuuluvad instrumendid voolukiiruse ja voolu iseloomu mõõtmiseks. Nimetatud andurite näitude alusel juhitakse

mehaaniliselt komponenti, mis suunab laskuva kruvi järel oleva osa vett tõusukruvi alla ja tõusva rände peibutuskanalisse, et tagada nõutud tingimustele vastav peibutusvoolukiirus ja -iseloom.

- **Tõusukruvi** on pööratud Arhimedese kruvi, mille paneb pöörlema elektrimootor läbi reduktori. Tõusukruvi pöörleb kogu aeg 5-7 pööret minutis. Tõusukruvi labad on keevitatud tõusutoru sisse ja pöörlevad koos tõusutoruga.
- **Seiresõlm** on jõeelustiku ja vee kvaliteedi kontrollimise sõlm, kus saab läbi viia ülesrännanud kalade seiret ning juhtimissüsteemi ühendatud anduritega mõõta jõe veekvaliteedi olulisi parameetreid (hapnik, hāgusus, reostusindikaatorid, jt). Seireandmed on võimalik edastada riiklikku monitoorimise andmebaasi.
- **Liigvee kontrollimise süsteem** on automaatne regulaator (vedrupais, automaatne vari vms), mis tagab hüdrosõlme toimimise (veetasapind veehoidlas) ja ohutuse ka liigvete (tulvavete, suurvete) korral.

## KRUVIKALAPÄÄSU DIMENSIONEERIMISE ALUSED:

### Laskumise kruvi:

<b>Surve</b>	H = 1..10 m
<b>Vooluhulk</b>	Q = 0,25..10 m <sup>3</sup> /s
<b>Reguleerimisvahemik</b>	Q <sub>kruvi</sub> = 20%..100% <i>Näiteks 1 m<sup>3</sup>/s laskumise kruvi reguleerimisvahemik on 0,2 m<sup>3</sup>/s kuni 1,0 m<sup>3</sup>/s</i>
<b>Vooluhulk</b>	<p>Esimeses lähenduses valitakse jõe min hüdrograafi alusel selliselt, et <math>Q_{kruvi20\%} &lt; Q_{jõgi\_min}</math> ehk kruvi alumine reguleerimispunkt on alati väiksem kui jõe minimaalne vooluhulk. <i>Näiteks kui jõe absoluutne min 1,0 m<sup>3</sup>/s, siis tuleks valida kruvi alumine töövahemik väiksem kui 1,0 m<sup>3</sup>/s, sest tuleb täita tingimus (<math>Q_{jõgi\_enne} = Q_{jõgi\_pärast}</math>) kruvi reguleerimisvahemikus.</i></p> <p>Kruvi ülemise vooluhulga valimisel tuleb analüüsida jõe minimaalsete vooluhulkade hüdrograafi ja ületustõenäosuskõverat. Kui lähtuda ainult esimeses lähenduse andmetest, võiks sobida kruvi reguleerimisvahemikus 0,8...4,0 m<sup>3</sup>/s.</p> <p>Teisel lähenduses tuleks võrrelda <math>Q_{kruvi100\%}</math> ületustõenäosuskõveralt jõe keskmiste ja minimaalsete vooluhulkadega <math>Q_{jõgi30\%}</math> ja <math>Q_{jõgi50\%}</math> ning analüüsida päevade arvu, millal liigveelask ei tööta (st kogu jõevesi läheb alla läbi laskuva kruvi).</p> <p>Viimaks tuleks otsus teha kaasates kõiki osapooli ning ühistel aruteludel tuleb kokku leppida konkreetset protsessiparameetrid ja toimivuskriteeriumid. Praktikas on selgunud, et kruvide vooluhulk valitakse selline, et varuga oleks kaetud ületustõenäosuskõvera alumine ots.</p>
<b>Kasutegur</b>	70% kogu reguleerimisvahemikus ( $Q_{kruvi20\%}..Q_{kruvi100\%}$ )
<b>Võimsus</b>	Lihtsustatud võimsuse valem $P = Q \times H \times 7,2$ (kW)

### Tõusukruvi

<b>Surve</b>	H = 1..10 m
<b>Läbimõõt</b>	1000 mm (sisenemise ots 1200 mm) 1200 mm (sisenemise ots 1400 mm) 1400 mm (sisenemise ots 1600 mm)
<b>Kaldenurk</b>	26°..30°
<b>Pöörlemiskiirus</b>	5..7 pööret minutis
<b>Kambri maht</b>	50..150 liitrit
<b>Kambri pikkus</b>	Sõltuvalt üles rändava kala pikkusest
<b>Energiakulu</b>	Elektrikulu tõusukruvi käitamiseks 5..10 EUR/päevas (sõltuvalt läbimõõdust).

## FOTOD JA NÄITED TEHNOREISIDELT:



**Foto 1.** Kohalik kalaekspert Christian Mitterlehner (vasakul) ja Tehnoreis V reisiseltskond Urli jõe alamjooksu kruvikalapääsul. 2017. a augustis oli siin veel looduslähendane kalapääs, mis lammutati ja asendati kruvikalapääsuga, et ülesränne oleks tagatud ka kuni 90 cm Doonau taimenitele.



**Foto 2.** Pikkusega 66 cm *Barbus barbuis* Urli jõe alamjooksu kruvikalapääsul.



**Foto 3.** Seiresõlmes kalade liigi ja pikkuse määramine. Ööpäevaga ülestdusnud kalad püütakse seiresõlmes kinni ja tõstetakse kahvaga monitoorimise vanni, et viia läbi nõuetekohased dokumenteeritud seireprotseduurid.



**Foto 4.** Esiplaanil kohalik kalaekspert C. Mitterlehner (Viini ülikool, hariduselt bioloog) Urli jõe alamjooksu kruvikalapääsu seiresõlmes. Tagaplaanil Eesti kalateadlased seireandmeid üles kirjutamas. Monitoorimise tulemusena valmis raport, mis esitatakse kohalikkusse keskkonnaametisse, kes annab lõpliku hinnangu ja kinnitab lahenduse toimimist. Uuringuperioodil (134 päeva) tuvastati 21 liiki kalu, kokku läbis kruvikalapääsu 2235 isendit.



Foto 5. Ka kõige väiksemad saavad üles tõstetud ja seiresõlmes läbi vaadatud.



Foto 6. Mais 2019 märgati seiresõlmes esmakordselt angerjaid.

## NÄIDISPROJEKT ERI OSAPOOLTE KOOSTÖÖST:

Taaselustatud jõesängi projekt Amstettenist (Austria), kus leiti eri osapooli kaasates lahendus kuivaks jäänud vana jõesängi taaselustamiseks. Varem juhiti enamik vett hüdroelektrijaama ja looduslik jõesäng jäi kuivale (analoogne olukord Narvas). Projekti viis ellu kohalik kommunaalettevõtte STADTWERKE, kes täiendas hüdroosõlme automaatsete horisontaalvõredega, pilukalapääsu ning pideva veestamise lahendusega. Miks me Eestis ei võiks teha võrdsetel alustel koostööd, et jõuda parimate lahendusteni?

LIFE+ Project: Mostviertel-Wachau (2009-2014)  
 Budget: 8,831 MEUR  
 Project goal: old riverbed revitalization in Amstetten  
 WWW: <http://www.life-mostviertel-wachau.at/>



## TEHNOREIS III MEEDIAKAJASTUS (Amstetten Tips, 2017):

**Tips** Amstetten

Wirtschaft & Politik

ANZEIGEN / 40. WOCHEN 2017 | 12

VORBILD

# Fischaufstiegshilfen besichtigt

**AMSTETTEN.** Eine hochkarätige Delegation aus Estland besichtigt bereits zum zweiten Mal Fischaufstiegshilfen im Raum Amstetten. Man will vom neuesten Stand und realisierten Projekten lernen und diese auch in ihrer Heimat einsetzen.

Bereits zum zweiten Mal kam heuer eine Delegation aus Estland nach Amstetten zu Besuch, um realisierte Fischaufstiegshilfen zu besichtigen. Die Teilnehmer, unter anderem Vertreter vom Umweltministerium und der Universität der Lebenswissenschaften aus Estland, wollen von neuen in Österreich umgesetzten Anlagen lernen. Begleitet wurde die Exkursion vom Haager Fischökologen Christian Mitterlehner. Besonders interessiert waren die Teilnehmer am Pilotprojekt an



Christian Mitterlehner (l.) mit den Gästen aus Estland

Fotos: Mitterlehner

der Url in Amstetten. Dieses innovative System eines Fischaufstiegs, der unter anderem ohne Wasserverlust funktioniert und die Möglichkeit des Fischabstiegs über die Wasserkraftschnecke kombiniert, faszinierte die Teilnehmer. Dementsprechend wurden intensiv alle technischen Details mit dem Betreiber diskutiert. Um sich von der

Funktionsfähigkeit zu überzeugen, wurde während der Exkursion eine Reuse am Aufstieg der Fischaufstiegsschnecke platziert. Obwohl es mit Ende August nicht unbedingt die Hauptwanderzeit von Fischen war, konnte in dieser kurzen Zeit der Aufstieg von insgesamt 16 Fischen – darunter sechs Barben, Aitel, Gründling, Bitterling und

Schneider – dokumentiert werden. Abschließend wurde auch noch das EU Natur- und Umweltprojekt an der Ybbs im Stadtgebiet von Amstetten besichtigt, wo aufgrund des Niedrigwassers sogar eine Flussquerung möglich war. Die Vertreter Estlands zeigten sich begeistert. ■



Die Delegation aus Estland war begeistert.

# Teadlased suhtuvad uudsesse kalapääsu kahtlevalt



KASPAR KOORT  
kaspar.koort@postimees.ee

**E**esti vooluveekogudel on loendatud üle tuhande paisu, millest ligi 75 protsenti on kaladele ületamatud. Olukorda saab parandada kalapääsudega, mille rajamine on aga kallis ja tehniliselt keerukas. Pealegi pole sugugi kindel, kas kalad pääsu üldse omaks võtavad ehk kuidas pääs toimima hakkab.

Austria ja Saksamaa jõgedel on viimastel aastatel uude lahendusena arendatud kruvipääsude süsteemi, mis vajavad märksa vähem ruumi ja on ka odavamad kui traditsioonilised looduslähedased kärestikulised kalapääsud.

Eesti vesiinseneride liidu kutsel käisid eile Eesti maaülikoolis toimunud koolitusel teemat avamas austerlased Thomas Fuchs ja Christian Mitterlehner. Nende kinnitusel on kruvipääsud end igati õigustanud ning peaksid hästi sobima ka Eesti jõgedesse, kus kalade ränne on paisuga takistatud.

## Odavam lahendus

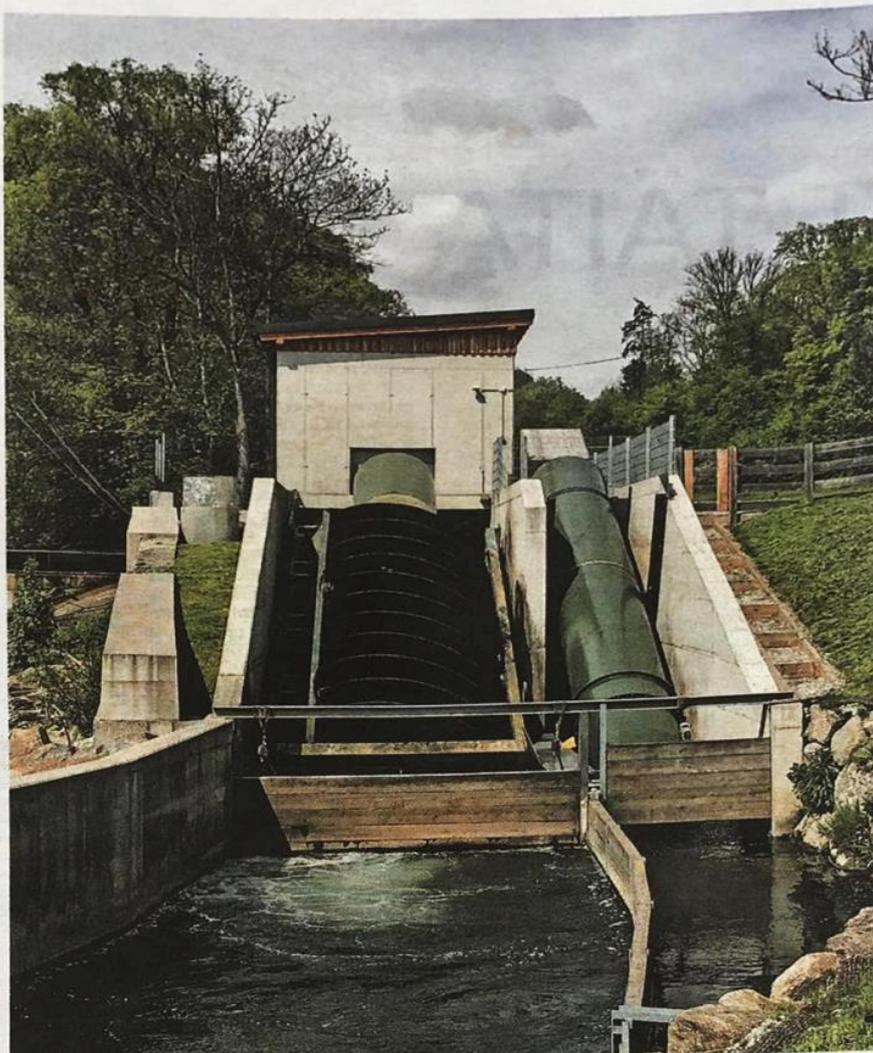
Kruvipääsude paigaldamisega tegeleva firma Rehart Poweri esindaja Thomas Fuchs selgitas seadlase tööpõhimõttest rääkides, et sisuliselt on see Archimedese kruvi põhimõtetel töötav generaator, mille üks osa on vooluvee toimel liikuv paisule ehitatud suur kruviturbiin ning teine osa n-ö tõstuk või lift, millega ülesvoolu suunduda soovivad uimelised üle paisu tõstetakse.

Kruvipääsu pikkus sõltub veekogu suurusest, kuid jääb sajast meetrist allapoole, samal ajal kui tehiskärestike rajamiseks on vaja mitmeid hektareid maad.

«Samuti vajab kärestik toimimiseks kindlat veehulka, kruvis säilib kalade läbirände võimalus ka väga madala veeseisu korral,» lisas Fuchs. Nende ettevõtte on Austriasse ja Saksamaale rajanud 15 kruvipääsu, kuid kokku on seal neid pääse rohkem, sest asjaga tegeleb ka teisi ettevõtteid.

Kalateadlase Christian Mitterlehneri kinnitusel on kalad kõik kruvipääsude omaks võtnud ning need toimivad ka selles plaanis edukalt, et kalad pääsevad neist läbi end viigastamata. Sõltuvalt suurusest maksab kruvipääsu rajamine 80 000 – 90 000 eurot ning see on austerlaste sõnul märksa odavam kui tehiskärestiku rajamine.

Maaülikooli limnoloogiakeskuse vanemspetsialist Rein Järvekülg on saanud kruvipääsudega Austrias tutvuda ja tema hinnangul pole need imeseadelised, mis paisutamist tekkivad kahjud hoo- bilt ümber pööravad. «Elektri- tootjad ja paisuomanikud on



Kruvikalapääs ühel Austri jõel. Vasakul suur kruviturbiin, paremal aga kalu turbiinist saadava jõuga üle paisu tõstev «lift», millega uimelised üle paisu tõstetakse.

ERGI PROMMIK

olnud küll väga evelil, et nüüd on leitud uus ja innovatiivne lahendus, kuid reaalsuses võib see tekitada uusi probleeme,» ütles ta.

Järvekülg rõhutas, et kuigi süsteemis kasutatav kruviturbiin on kaladele märksa ohutum kui Eesti hüdroelektrijaamades kasutusel olev Kaplani või Francise turbiin, kuhu sattuvatel kaladel on suur oht lihtsalt hakklihaks saada, ei tähenda see, nagu oleks lahendus nii hea, et võiks hakata jõgedele muretult uusi paise ehitama.

«See saaks olla lahendus, kuid sellisel juhul, kui leitakse, et olemasoleval paisutusel on elektri tootmine mõõdapääsmatult vajalik ja ruumi

tehiskärestikku rajada ei ole,» ütles ta.

Sama toonitas ka Eesti loodushoiu keskuse kalateadlane ja looduskaitsja Meelis Tambets: kruviturbiinidest ei tohi kujuneda Trooja hobused, mille varjus jõgedele uusi paise rajama hakatakse. «Kruviturbiinidega võiks asendada mõne olemasoleva kalu lõhkumise turbiini, kuid jõe seisukohalt on pais ikkagi pais, ükskõik mis turbiini kasutatakse,» ütles ta.

## Kas kruvipääs või mitte?

Tambets lisas, et Eesti jõgesid pole Austria omadega ka päris aus võrrelda, sest kui Eesti oludes on hüdroenergia roll marginaalne, siis Austrias on hüdroenergia mõeldud just energeetikaprobleemide lahendamiseks ning sealsed mägijõed on elektri tootmiseks märksa sobilikumad kui Eesti vooluveekogud.

Kui paise likvideerida pole võimalik, on nii Järvekülje kui ka Tambetsi hinnangul kala-

dele Eesti oludes kõige sobilikumad ikkagi looduslähedased kärestikulised kalapääsud. «Meie põhjaranniku jõgedele, kus toimub siirdekalade lühiajaline, kuid väga massiline ränne, ning kus rändel on ka väga suured lõhed või meriforellid, kruvipääsud kindlasti ei sobi,» lisas Järvekülg.

Eesti maaülikooli maaehituse ja veemajanduse õppetooli hoidja Toomas Tamm on insenerina arvamusel, et Eestis võiks vähemalt proovimise mõttes ühe kruvipääsu rajada, et näha, mis moodi see meie oludes võrreldes traditsioonilise kalapääsuga toimib.

«Tasuks katsetada ja vaadata, kuidas toimib ning selle põhjal otsustada, mitte lihtsalt öelda, et on üks ainuõige lahendus ja teisi ei tohi üldse proovida,» ütles Tamm. «See on üks tehniline lahendus ning Austria ja Saksamaa näitel see töötab. Muidugi ei peaks neid rajama igale poole, kuid teatud kohtades võib see osutada parimaks lahenduseks.»



Eesti jõgesid pole Austria omadega päris aus võrrelda, ütles Meelis Tambets.

# Protsessiinsener ja tellija lähteülesanne

Ergi Prommik, Skeem OÜ

PROTSESSIINSENER

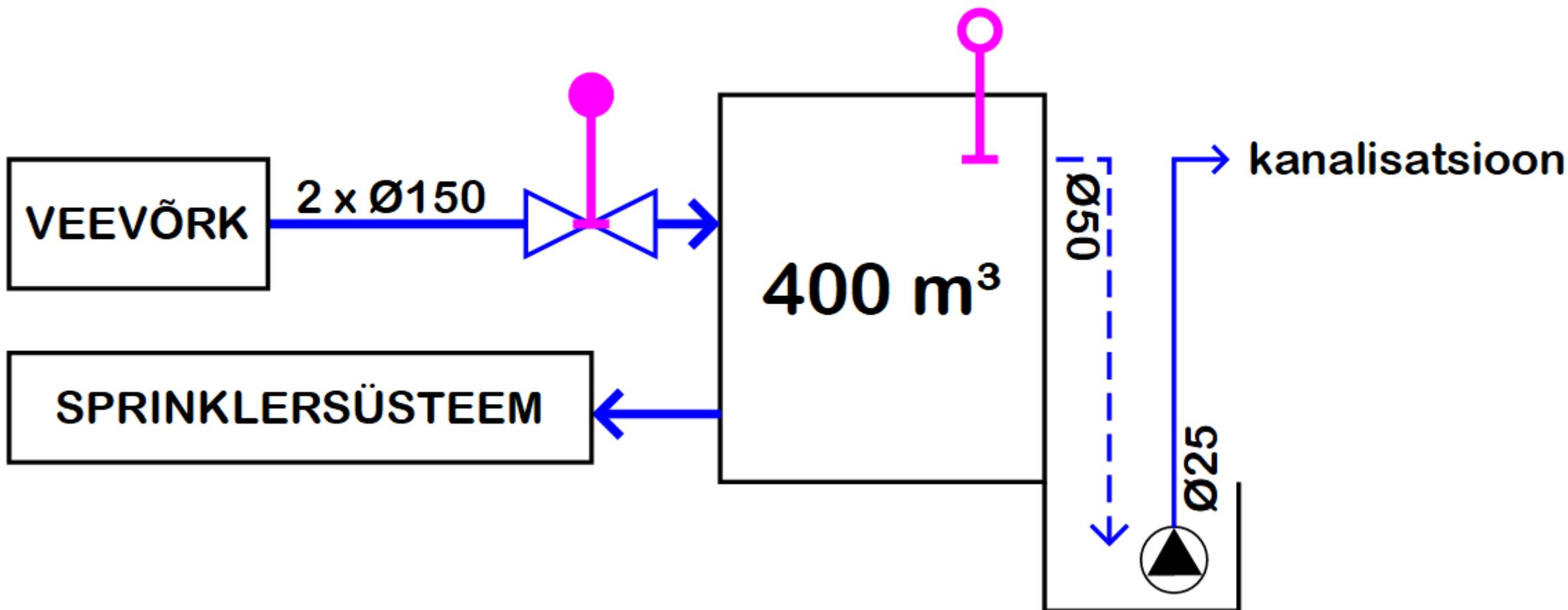


PROJEKT

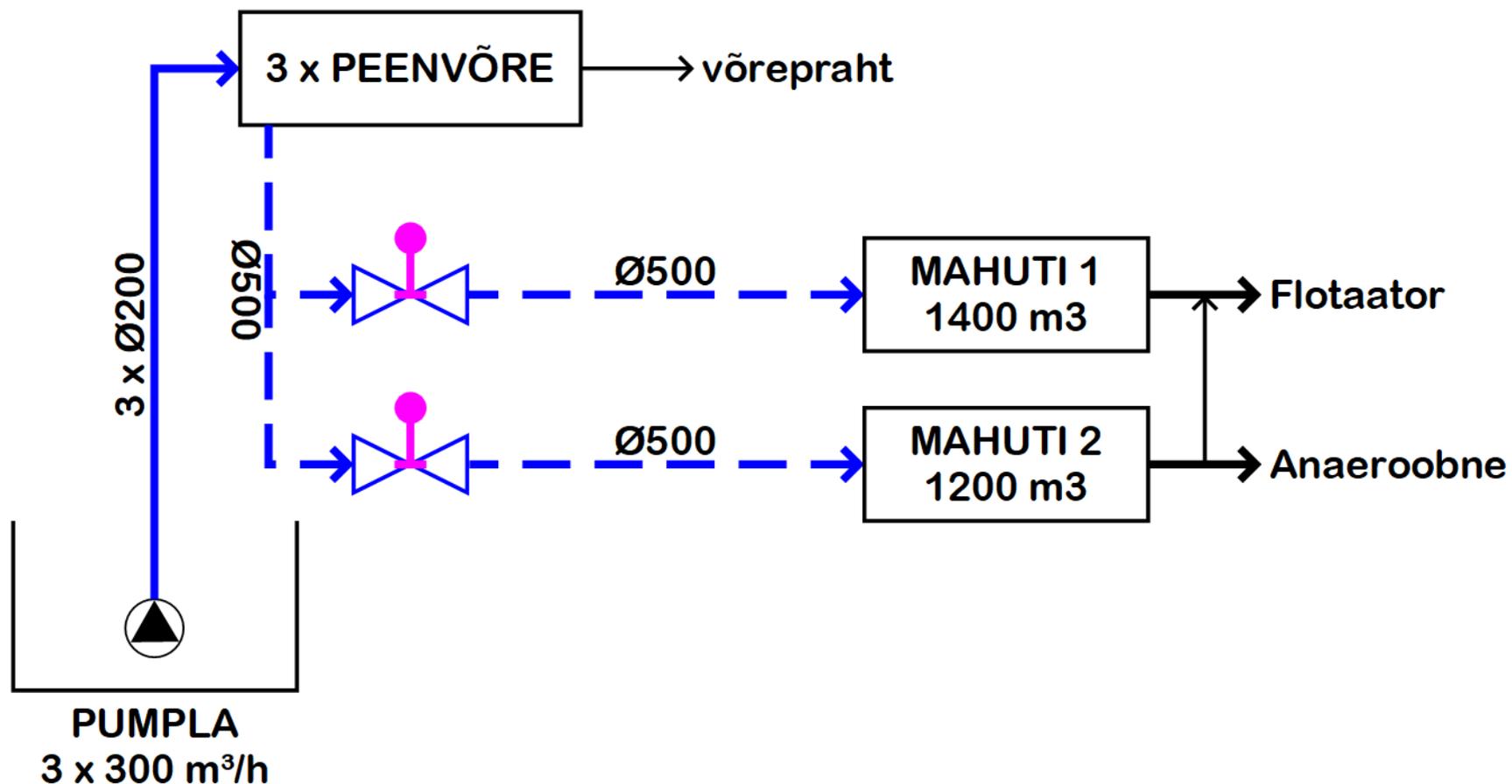
## KAVA:

- Praktilised näited
- Protsessiinseneri ülesanded
- Näidis lähteülesanne
- Kruvikalapääsu protsessiskeem
- Narva jõe lähteandmeid

# NÄIDE 1: tuletõrjevee reservuaar



# NÄIDE 2: liigne funktsionaalsus



# NÄIDE 3: väävelvesinik ( $H_2S$ )

## Väga ohtlik!

### ÕHUS/GAASIS:

- söefilter ( $H_2S < 300$  ppm)
- skrabber ( $H_2S > 300$  ppm)

### ANAEROOBSES KESKKONNAS:

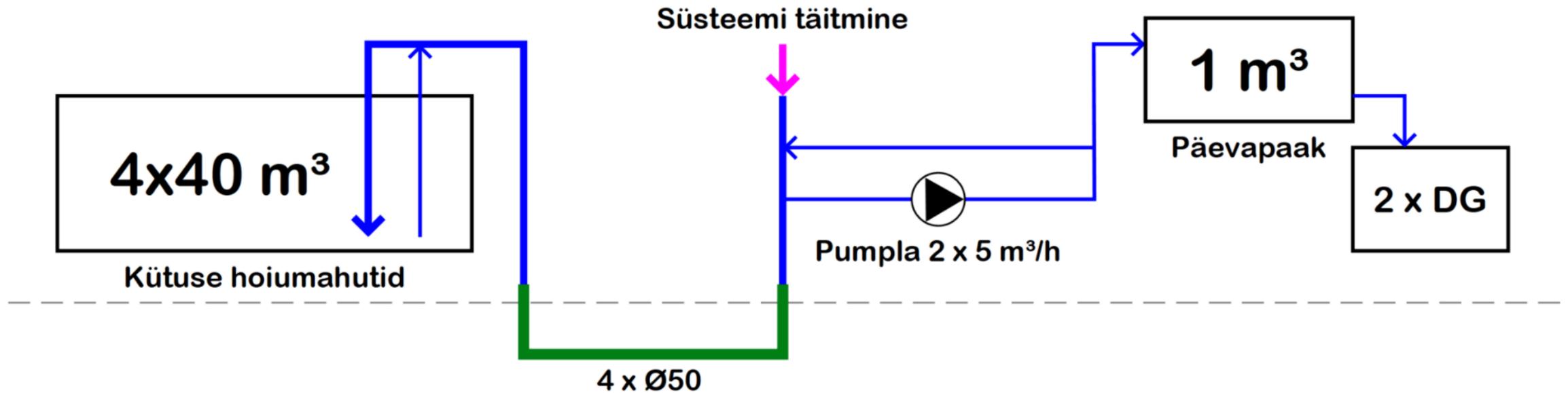
- plast (vastavalt °C)
- roostevaba 316L
- keemiliselt (HCl)

### AEROOBSES KESKKONNAS:

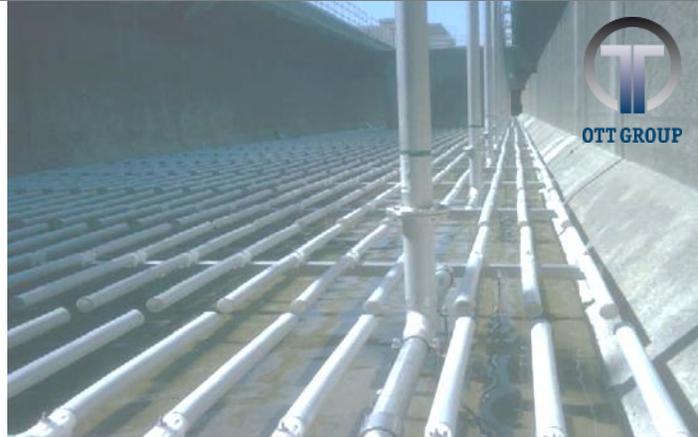
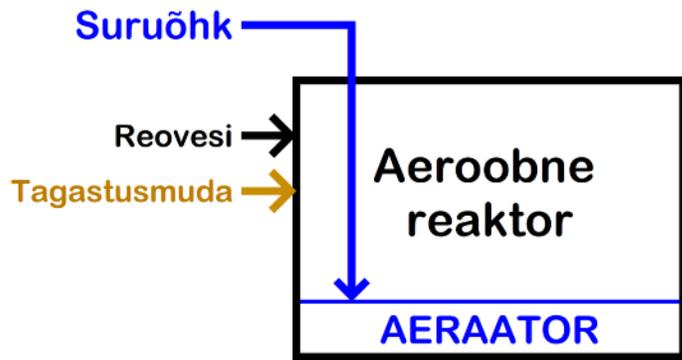
- plast (vastavalt °C)



# NÄIDE 4: pumba valiku lähteandmed



# NÄIDE 5: bioloogiline reoveepuhastus



Parameeter	Enne	PROTSESSIINSENER	Pärast
Protsessimaht (m <sup>3</sup> )	50 000		27 000
Mahuti sügavus (m)	6,5		13,5
Mulli tüüp	peenmull		keskmull
Suruõhu vajadus (Nm <sup>3</sup> /h)	50 000		15 000
Kompressorid	4 x 550 kW		3 x 250 kW
Elektrikulu tunnis	1,25 MWh		0,625 MWh

PROTSESSIGARANTII

Kas saavutati projekti eesmärk?  
Kas protsess toimib kõigil nõutud tingimustel?  
Kas jäädi eelarvesse?  
Kas projekt viidi ellu lubatud aja jooksul?  
Kas kasutuskulud vastavad eeldatule?



- Protsessiinsener saab aru planeeritavast protsessist ning oskab seda kõigile osapooltele arusaadavalt selgitada.
- Protsessiinsener koostab lähteülesande ja selgitab välja projekti edukuse olulised toimivuskriteeriumid.
- **Protsessiinsener vastutab koostatud lähteandmete eest!**

# Näidis lähteülesanne (jämevõre vahetus):

## Lähteülesande osad:

1. Eesmärk
2. Graafik
3. Vastutusmaatriks
4. Tehnilised tingimused
5. Maksetingimused ja garantiid
6. Protsessiskeem ja funktsionaalsuse kirjeldus



## Järgmised projekti etapid:

- Projekteerimine, ehitamine, hankimine
- Käivitus ja kasutusse võtmine
- Kas saavutati projekti eesmärk?

# Näidis lähteülesanne (jämevõre vahetus): enne



# Lähteülesanne (jämevõre vahetus):

## Vt eraldi fail näidis lähteülesanne:

- [Lähteülesanne \(jämevõre vahetus\) – 20190204.pdf](#)

SKEEM

### INITIAL TASK – coarse screen – 20190204

**GOAL:**  
The goal is to replace existing coarse screen during maintenance shut-down in June 2019:

- Mechanical Bar Screen, tag nr 66-941-0110

**SCHEDULE:**

• Inquiry	04.02.2019
• Site visits (optional)	05.-15.02.2019
• Quotation	18.02.2019 by 12.00
• Order	2019-02
• Civil requirements	2019-01
• Process engineering	2019-01
• Delivery	2019-05
• Installation	04.-06.06.2019
• Start-up and commissioning	07.06.2019
• Monitoring operating period	10.06.2019 – 10.09.2019 (3 months)
• Warranty period	10.06.2019 – 10.06.2024 (5 years)

**SCOPE:**

WORKS	CLIENT	SUPPLIER
Initial task and initial data	X	
Request for additional initial data		X
Engineering		X
Civil requirements		X
Process engineering/description for owner's scope works (C&A etc)		X
Manufacturing, FAT test		X
Transport to site		X
Unloading from the truck, storage before installation	X	
Installation and commissioning supervisor (3 days on site)		X
Civil works according to supplier requirements	X	
Installation works	X	
Commissioning and start-up (leading party is supplier)	X	X
Monitoring operating period three months:		
• EC uses the equipment, all topics reported to the Supplier	X	
• Supplier analyses the data and gives feedback		X

Page 1 of 4

SKEEM

**INITIAL DATA (TECHNICAL):**

A. Screen / mesh size = 8 mm, goal is to catch bigger particles to protect inlet pumps  
 B. Channel width = 0,8 m  
 C. Channel height = 4,5 m

- Channel bottom level +38,30
- Ground floor level +42,80

D. Free space above the ground floor = 3,0 m (+42,80...+45,80)  
 E. Container height = 1,1 m  
 F. Screening discharge height = 1,3 m (min requirement, it may be higher)  
 G. Screen max planar length = 2,5 m (max allowed, it may be shorter)

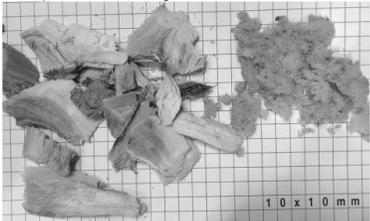
H. Hydraulic load:

	lpm	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	lps
MAX	10 000	600	0,167	166,7
AVERAGE	1 500	90	0,025	25,0
MIN	500	30	0,008	8,3

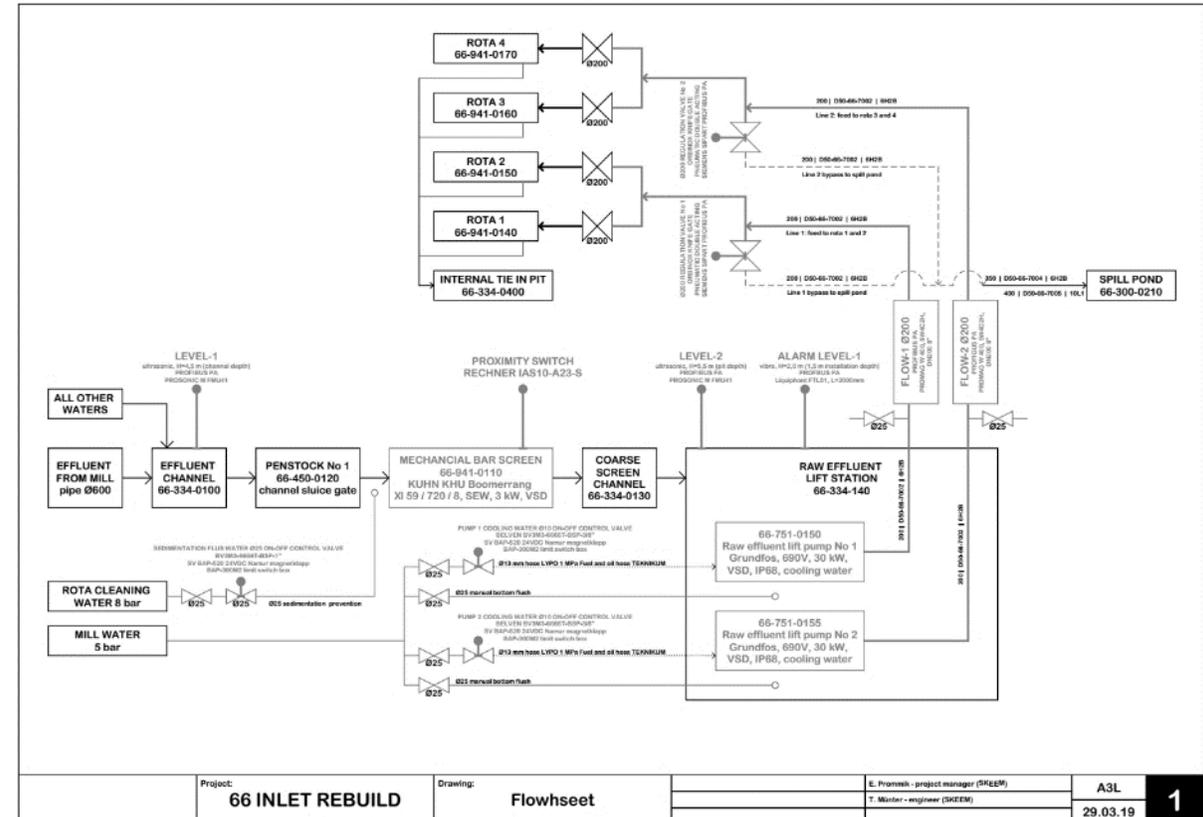
I. Water level before the screen could be 4,5 m if the screen is fully clogged (WL1).  
 J. Expected design water level (WL2) after the screen is 300 mm (inlet D600 pipe is half filled).  
 • The design level for submersible pumps (VSD control, max capacity 600 m<sup>3</sup>/h)  
 K. We do not want to take out smaller particles with coarse screen (no need to build mat on screen). For that reason, we have fine-screens stage after inlet pumps. The coarse screen should work 24/7 and remove particles that might be harmful to inlet submersible pumps.

L. Solids and Sludge load:

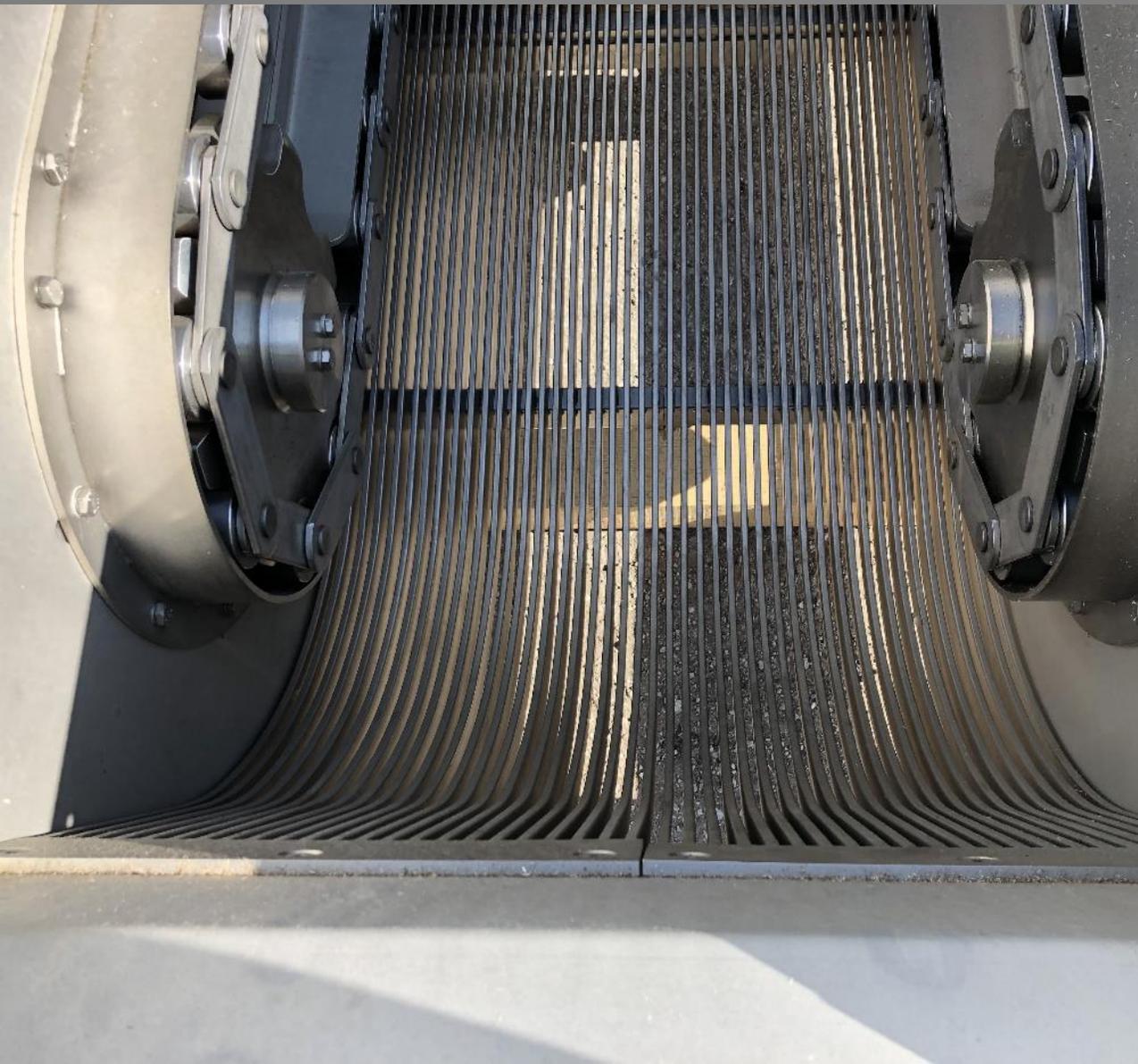
- dry solids: 5000 ppm, up to 35 T/d (wood chips, sawdust, wood fibers)
- the goal is to catch wood chips (size > 8 mm) to protect inlet pumps
- wood chips and sawdust from existing 8 mm coarse screen



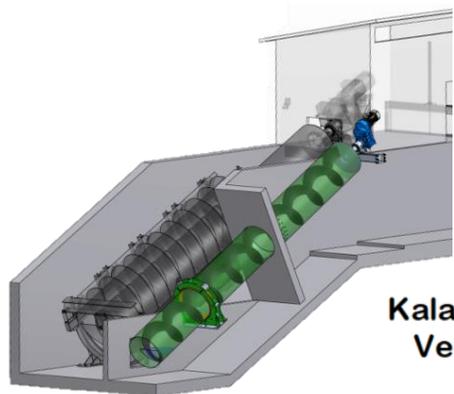
Page 2 of 4



# Lähteülesanne (jämevõre vahetus): pärast

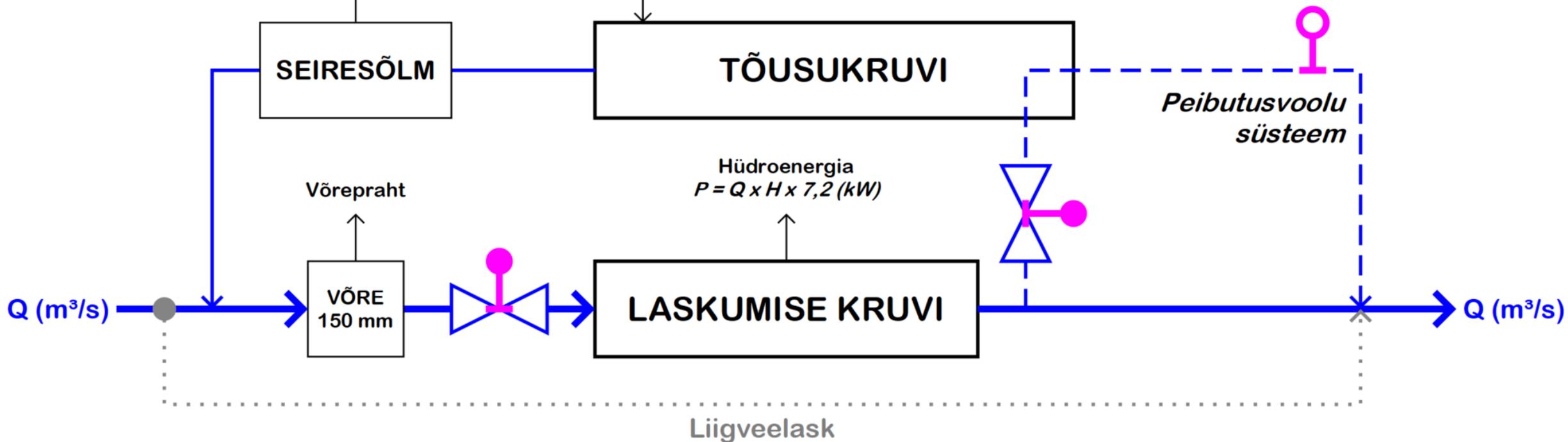


# Kruvikalapääsu protsessiskeem:

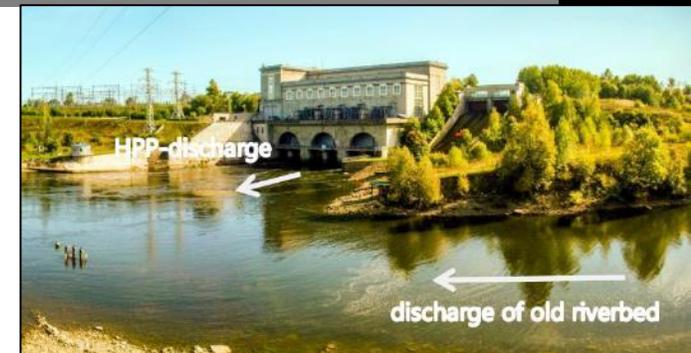
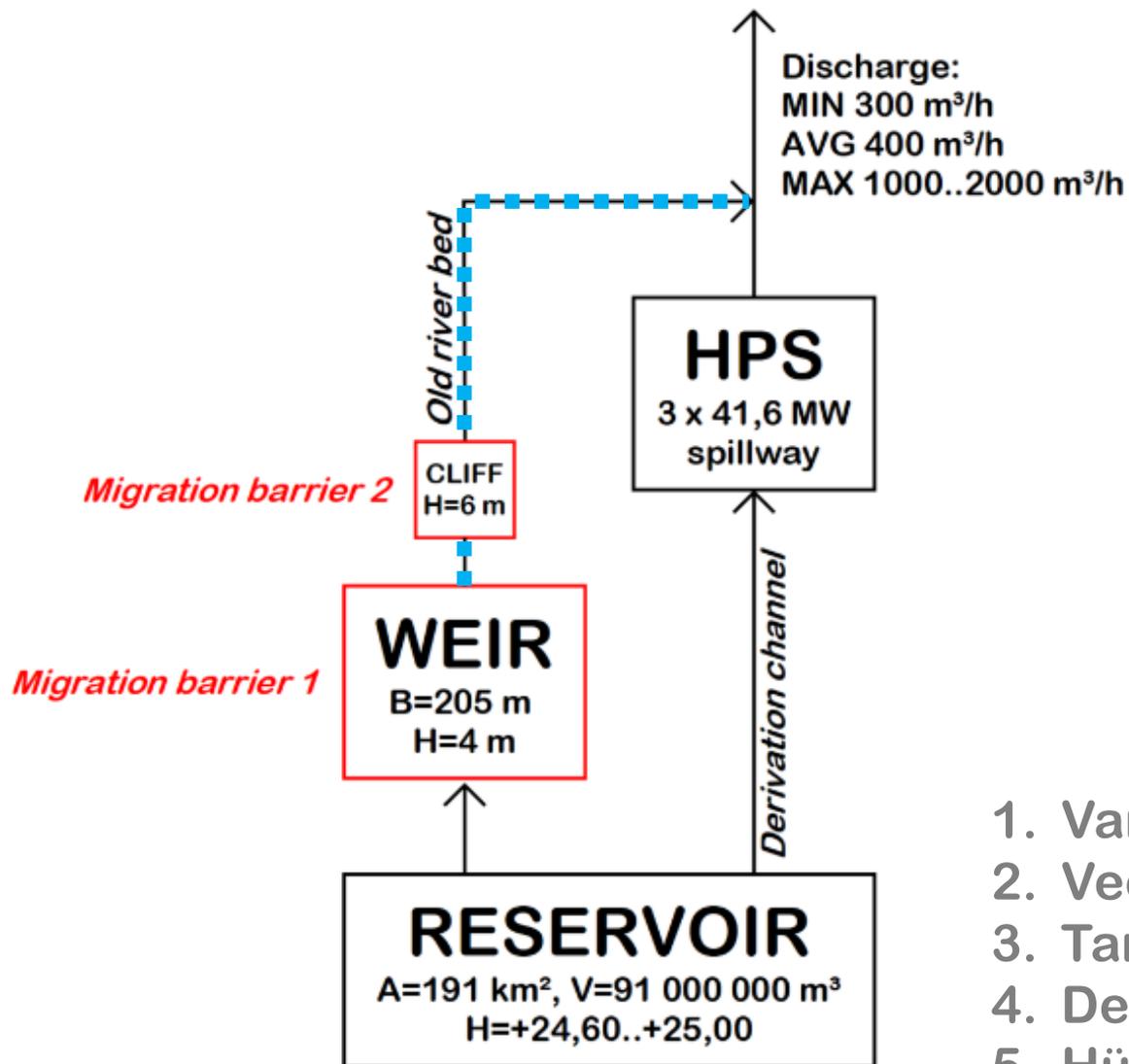


Kalade seireinfo  
Vee kvaliteet

Elektritarve  
ca 5..10 EUR  
päevas



# Narva projekti lähteandmed



1. Vana jõesäng (~1,8 km)
2. Veehoidla
3. Tamm ja varjad liigvete jaoks
4. Derivatsioonikanal
5. Hüdroelektrijaam 125 MW

# Narva projekt: Kust alustada?

## 2. Initial ideas for Narva project

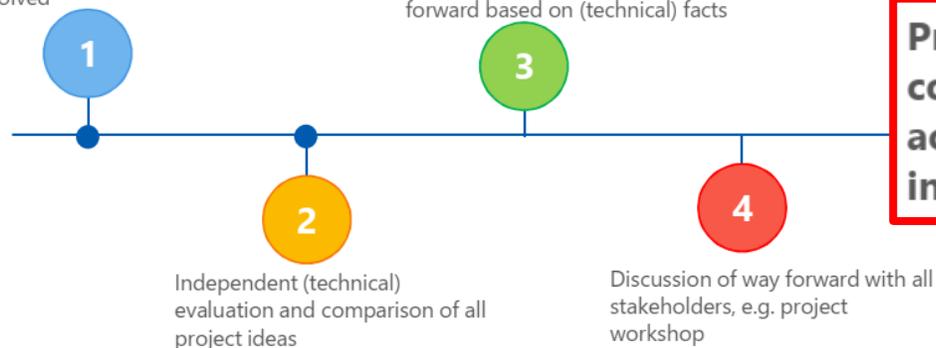
### 2.0 Technical initial task and parties conditions

#### Project management

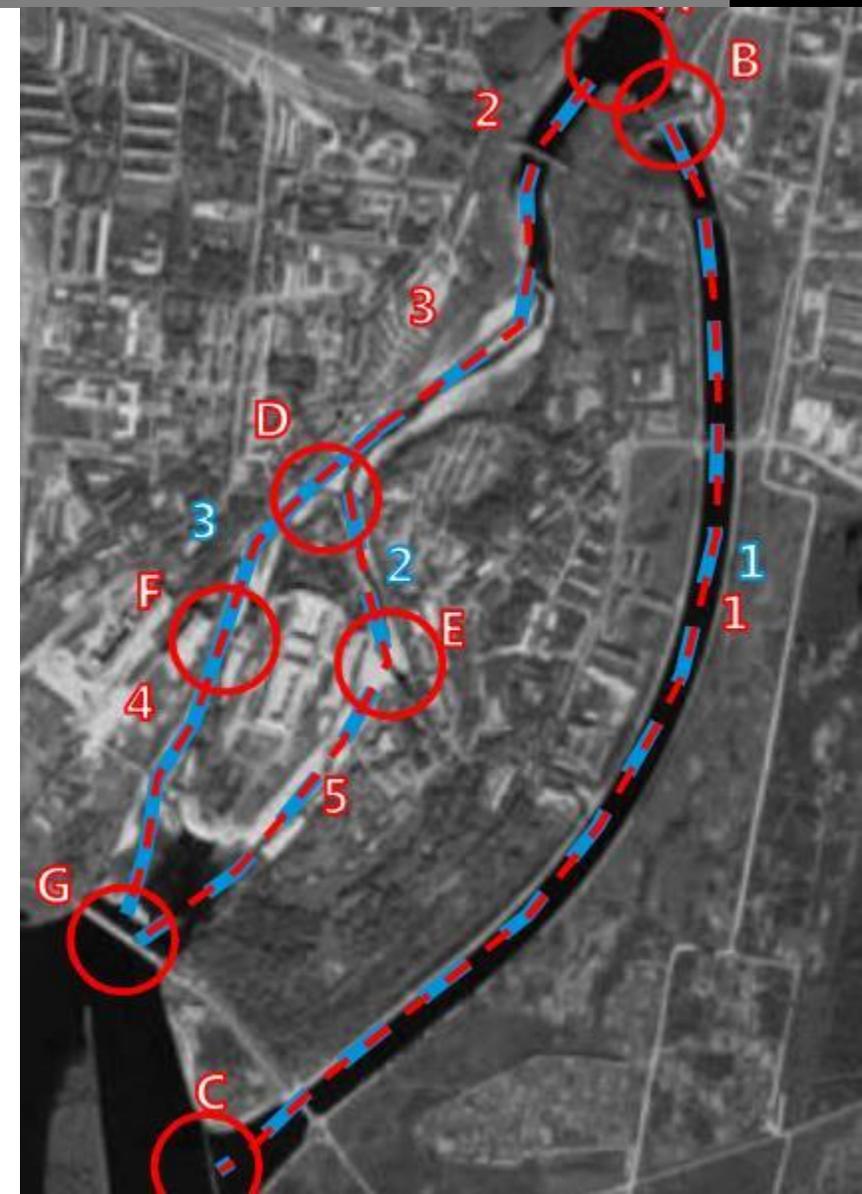
- Goal is to facilitate negotiations between Estonian and Russian parties involved in order to find a consensus on crucial project criteria, such as:
  - Flow available for ecological improvement (fish migration and habitate structures), depending on expected reduction hydropower potential
  - Surfaces (land plots) available for construction of fis migration facilities
  - Possible financing models for the envisaged project

Collection of requirements, ideas, and suggestions of all parties involved

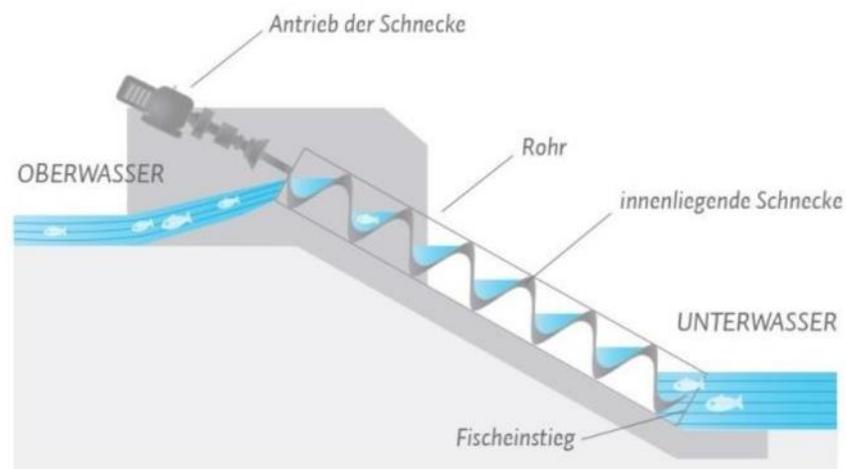
Proposal of possible compromises, and best way forward based on (technical) facts



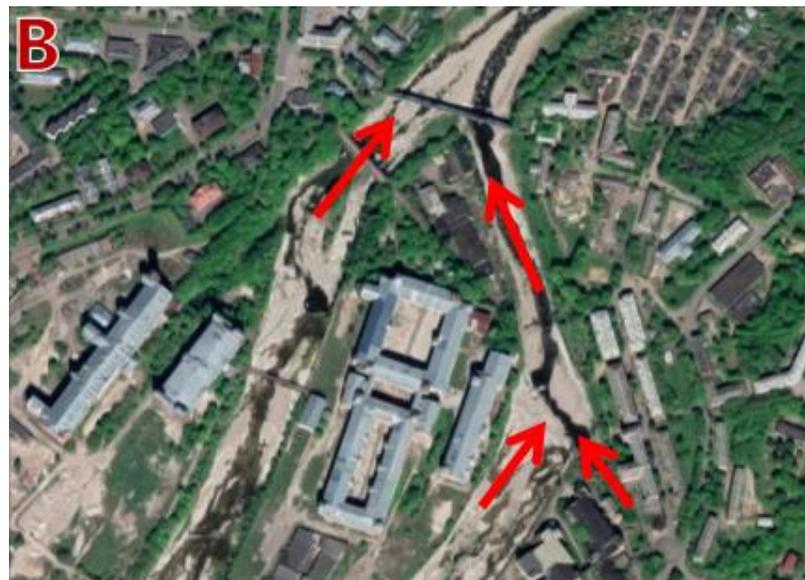
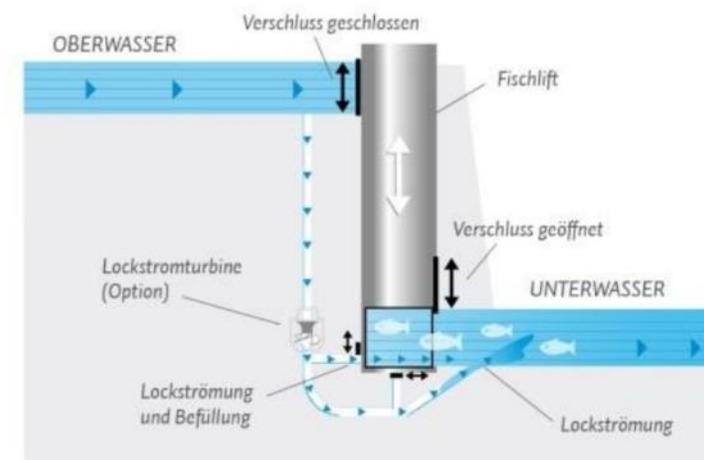
**Fichtner** will provide independent technical expertise and moderate talks, to support the decision-making process for all parties involved.



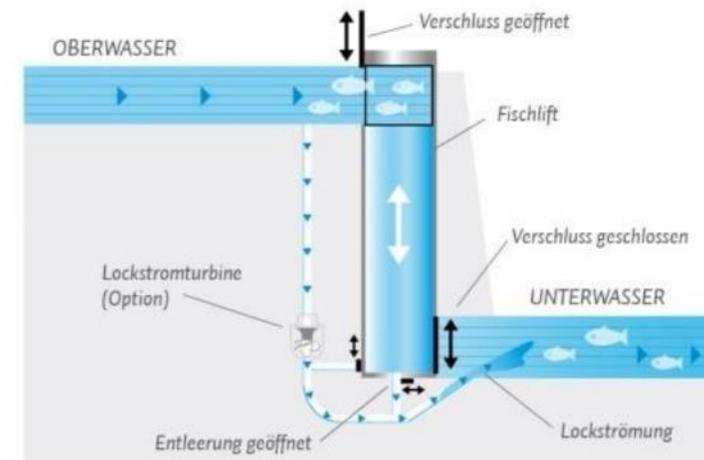
# Narva projekt: võimalikud lahendused



EINSCHWIMMPHASE



AUSSCHWIMMPHASE



- Protsessiinsener
- Tellija lähteülesanne
- Vastustundlik projekteerija ja ehitaja
- Asjatundlik kasutaja
- Edukas ja õnnestunud projekt

**Täna!**



# Eesti Veeinseneride Liidu koolitus

Rehart screw solution for fish migration

05.09.2019 - Tartu

*Thomas Fuchs*

*Rehart GmbH*

*[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)*



# Family-owned company group



# History

- REHART GmbH founded in 1983 in an old blacksmith's forge.
- The name REHART is derived from “Re-generieren” (regenerate) and “Hart-plattieren” (hard plating).
- Right from the start the company focused on wear protection.
- In the meantime the corporate Group has some 230 employees at seven locations.
- Globally active – and still at home in Franconia!



# REHART Ehingen

 **REHART**  
GMBH



**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)



 **PETERSEN  
SERVICE GMBH**



 **REHART  
GMBH**

 **SCHREIBER  
TECHNOLOGY**



 **PETERSEN  
SAMARA**



 **SCHNELLDORFER  
MASCHINENBAU**



**DURUS SRL  
ROMANIA**



 **REHART GMBH  
THÜRINGEN**

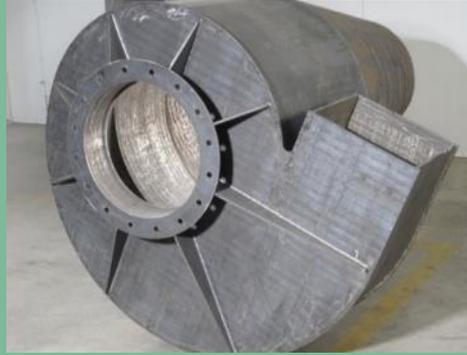
# Business Fields – each business needs screws

- **Heavy clay**  
clinker brick, tiles ...
- **Fine porcelain ceramics,**  
technical ceramics, electrical  
and structural ceramics
- **Cement industry**
- **Paper industry**
- **Environment/Recycling**
- **Sewage**
- **Compost works**
- **Biogas plants**
- **Agriculture**
- **Food industry**
- **Chemical industry**
- **Glass industry**
- **Plastics industry**
- **Power plants**
- **Hydropower**
- **Archimedean screw pumps**

# Refurbish and Hardface



# RVP – Rehart Wear Plates



# nanoseal – Ceramic Composites



**REHART**  
GMBH

Wear Protection

nanoseal

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

# Biogas/Compost Components



Separation auger

Biogas screw

Column filter

Biogas rotor

# REHART develops



# Sewage Plant Kempten



# Wastewater Technology Components

Tube diffusers

Bottom clearing blades

Scraper bridge with snow  
clearing unit

Rotary distributor



# Wastewater Technology Components

Tube type screw pumps

Compact tube screw  
pump SPR



# Archimedean Screw Pumps Oberndorf

 **REHART**  
GMBH

Flood Protection

 **REHART**  
POWER



**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

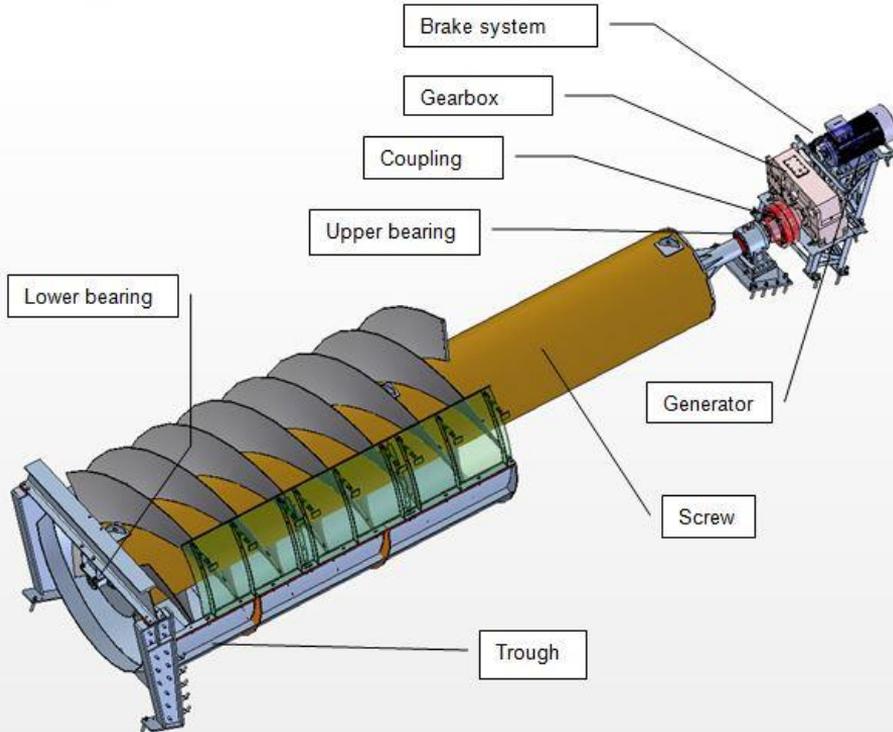
# Hydropower screws

- 🐟 Screws for water dotation or main pant
- 🐟 0,25 m<sup>3</sup>/s to 8 m<sup>3</sup>/s
- 🐟 head: 1 m to 8 m



# Hydropower screws

Basic design:



# Hydropower Systems



 **REHART**  
GMBH

hydropower

 **REHART**  
POWER

Steel trough for casting

Hybrid system

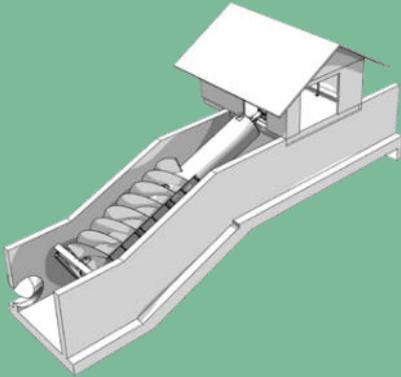
Height-adjustable  
compact system

Totally enclosed compact  
unit

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

# SH – steel trough for casting

- Trough as lightweight construction
- Needs to be cast with concrete
- Maschine costs low
- high expenditure with the building



# SH – steel trough for casting



# Installation



 **REHART**  
GMBH

SH

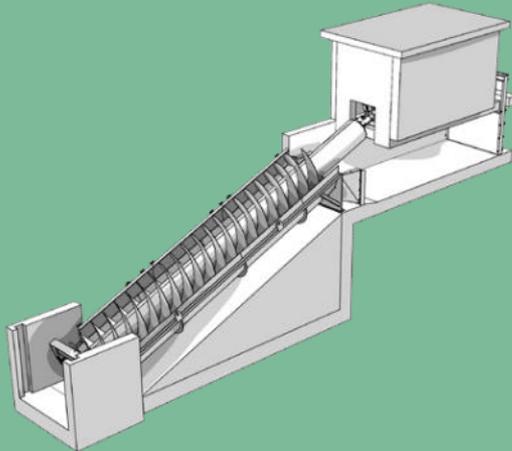
 **REHART**  
POWER

The trough and screw are fixed and cast back with concrete in sections.

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

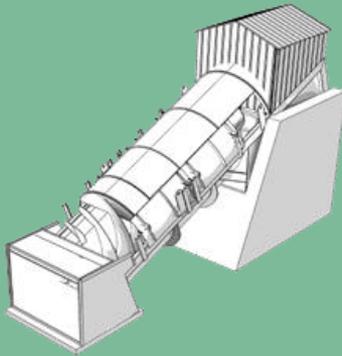
# BS – semi compact type

- Selfsupporting trough
- No casting necessary
- Floor for upper bearing



# CS – compact type

- Pre-assembled at the factory
- All components integrated
- Low construction costs
- Quick assembly

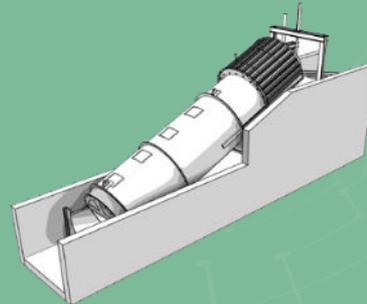


# CS – compact type



# CR – compact tube type

- For smaller application < 20kW
- compact
- Enclosed through



# Coupling

- ✈ flexible and shock-resistant
- ✈ between screw and gearbox
- ✈ As well as gearbox and generator



# Gearbox and generator



 **REHART**  
GMBH

hydropower

 **REHART**  
POWER

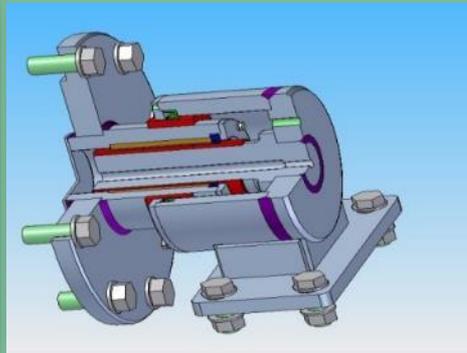
Gearboxes, couplings and generators conform to industry standards.

temperature monitoring

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

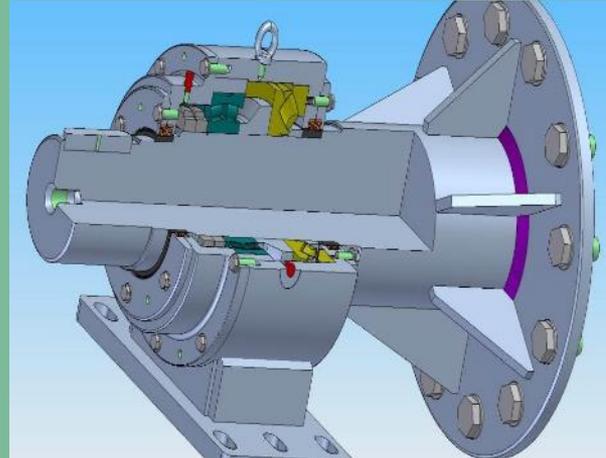
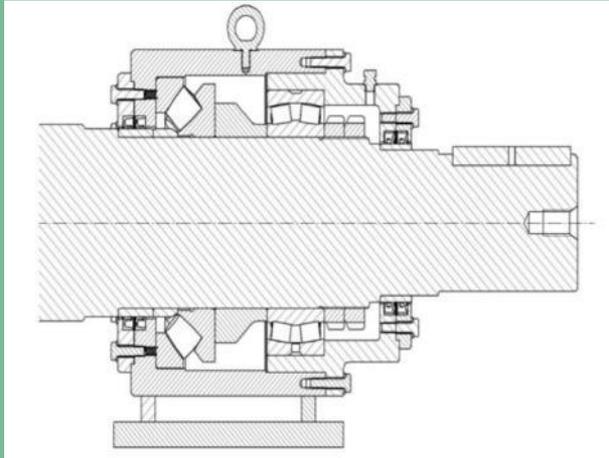
# Lower bearing

- double-chamber sleeve bearing
- Grease pump for lubrication
- Suspension on cross beam



# Upper bearing

- ✈ Axial and radial spherical roller bearings
- ✈ Lubrication via grease cartridge



# Emergency stop break

- Hydraulic or electric
- Spring actuated
- Stops screw even at full load



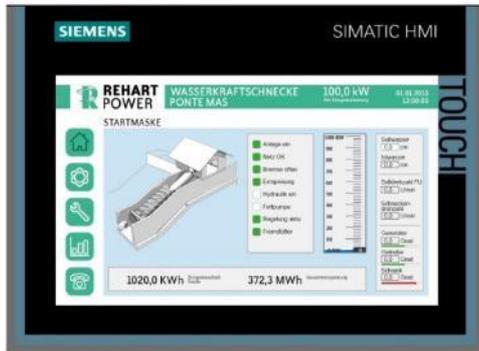
# hydraulic steel engineering

- 🐟 screen
- 🐟 Emergency stop sluice gate
- 🐟 flaps



# switchboard

- ✈ Control of all components
- ✈ modern operating concept
- ✈ Remote access and remote control possible



# Measures for a safe descent

-  Slow speed for gentle descent
-  Coarse screen for damage-free "entry"
-  Fish edge protection made of rubber
-  Low gap dimension
-  Raised traverse for barrier-free "leaving"

# Coarse screen



 **REHART**  
GMBH

hydropower

 **REHART**  
POWER

Bar spacings

120 mm – 150 mm

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

# Small gap



 **REHART**  
GMBH

hydropower

 **REHART**  
POWER

Depending on diameter

4 – 7 mm

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

# Fish edge protection



 **REHART**  
GMBH

hydropower

 **REHART**  
POWER

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

# Barrier-free exit from the screw

Free outflow area



# FAS – Fish Migration Screw



**REHART**  
GMBH

hydropower

**REHART**  
POWER

FAS next to WKS

FAS next to a turbine

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

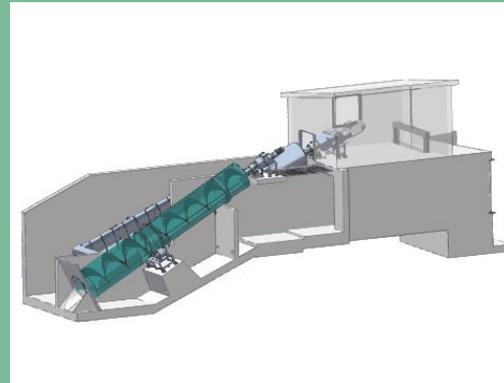
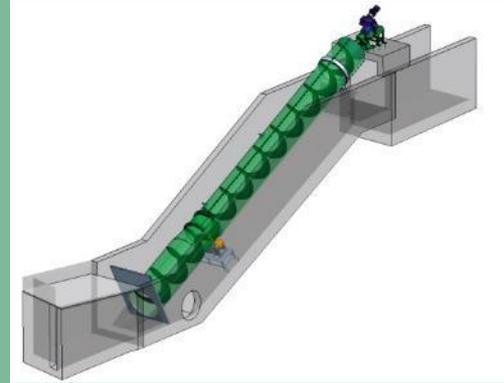
# Fish migration screw System Rehart/Strasser

- 🐟 Altitude difference:  
up to 8 m
- 🐟 For fishes up to 120 cm
- 🐟 Chamber size: 70 ... 150 L
- 🐟 low rotational speed:  
5-7 U/min
- 🐟 Flow rate: 8-15 L/s



# Construction / Function

- Closed tube
- Welded spiral inside (gapless)
- Bearing up: Axial and radial
- Bearing down: Roller bearing
- Paternoster for aquatic organisms



# swim-in area

- 🐟 Gapless design
- 🐟 Inner attractant current



# Ascent via the Fish Migration Screw Functionality / Requirements

-  Generation of a attraction current
-  Patented bottom connection
-  Injury-free ascent
-  individually adapted to the main fish

# Advantages of fish migration screws

-  No water consumption as with conventional fish ladders
-  Low power consumption
-  Low space requirement
-  Closed system
-  Low maintenance requirements

# Complete consistency

- 🐟 In combination
- 🐟 FAS for the ascent
- 🐟 Hydropower screw for the descent



# Fish ascent / fish descent with screws

- 🐟 Functionality confirmed by monitoring
- 🐟 Enormous savings potential with FAS



# Pilot PLANT Pilsing



 **REHART**  
GMBH

References

 **REHART**  
POWER

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)

# Authority claims, we comply with

- complete ecological consistency
- fish friendly design
- minor hydraulic infrastructure efforts
- Constant upper water level trough variable speed operation. And additionally good efficiency in partial load

# overview



## How it works

1  
HPS

2  
Entry FAS

3  
Entry water canal

# Details



1

Gate for waterflow

2

bottom connected entry

20/08/2014

# Monitoring result: Pilsing

Fischart		Anzahl	
		Herbst 2014	Frühjahr 2015
Aitel	Leuciscus cephalus	160	20
Äsche	Thymallus thymallus	1	
Bachforelle	Salmo trutta forma fario	11	10
Bachsaibling	Salvelinus fontinalis		1
Bachschmerle	Barbatula barbatula	3	29
Barbe	Barbus barbus	52	19
Bitterling	Rhodeus sericeus		1
Elritze	Phoxinus phoxinus	1	1
Flussbarsch	Perca fluviatilis	1	4
Gründling	Gobio gobio	24	77
Hasel	Leuciscus leuciscus	14	
Hecht	Esox lucius	2	
Koppe	Cottus gobio	2	51
Laube	Alburnus alburnus	4	
Nase	Chondrostoma nasus	5	
Regenbogenforelle	Oncorhynchus mykiss	4	16
Rotauge	Rutilus rutilus	2	2
Rotfeder	Scardinius erythrophthalmus		1
Schneider	Alburnus bipunctatus	94	250
<b>Gesamt</b>		<b>380</b>	<b>482</b>

# installation Dumbawehr

- 🐟 HPS:  $Q=1,5\text{m}^3/\text{s}$   
 $H=4,15\text{m}$
- 🐟 FAS:  $D= 1000/1200$   
 $BL= 12,5\text{m}$   
 $H=4,25\text{m}$
- 🐟 Main fish: Brown trout  
and headland



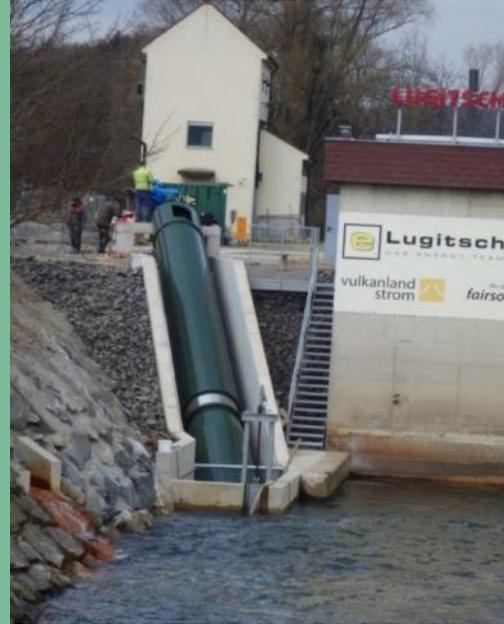


# Monitoring result: Dumbawehr

Fischart	Status	Anzahl (n)	%	Größenklasse (cm)
Aitel	350	162	17,80	4-28
Bachforelle	7	319	0,36	15-41
Bachsaibling	4	329	0,20	31
Bachschmerle	4	95	0,20	7-11
Barbe	80	235	4,07	5-46
Blaubandbärbling	143	56	7,27	7
Erlitze	5	147	0,25	8
Gründling	1	180	0,05	8-14
Koppe	8	91	0,41	9-10
Regenbogenforelle	649	99	33,01	23-40
Rotauge	98	144	4,98	30
Zander	17	79	0,86	20
<b>Gesamt</b>		<b>116</b>	<b>100,00</b>	<b>4-46</b>

# installation Lugitsch

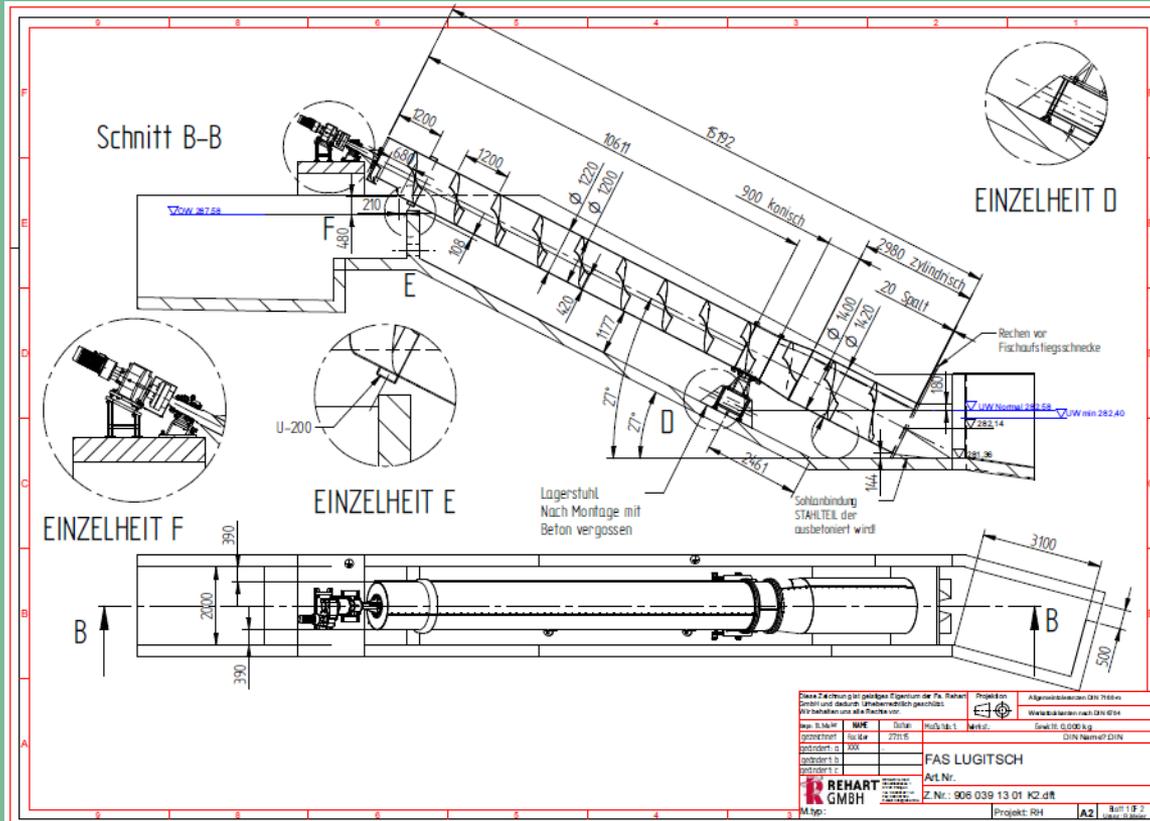
- 🐟 For fish ascent at hydropower turbine plants
- 🐟 Kaplan turbine with  $7\text{m}^3/\text{s}$
- 🐟 FAS:
  - D= 1200/1400
  - BL= 14,8m
  - H= 5,0m
- 🐟 Biggest fish: pike(90 cm)



# installation Lugitsch

references

overview



# Monitoring result: Lugitsch

Fischart	Fangzahl	mittlere Länge (mm)	%
Aitel	350	162	17,80
Bachforelle	7	319	0,36
Bachsaibling	4	329	0,20
Bachschmerle	4	95	0,20
Barbe	80	235	4,07
Blaubandbärbling	143	56	7,27
Brachse	5	147	0,25
Flussbarsch	1	180	0,05
Goldsteinbeißer	8	91	0,41
Gründling	649	99	33,01
Laube	98	144	4,98
Nase	17	79	0,86
Rotaugen	13	145	0,66
Rotfeder	191	112	9,72
Schleie	4	320	0,20
Schneider	392	92	19,94
<b>Gesamt</b>	<b>1966</b>		<b>100,00</b>

# installation Mantrachmühle

🐟 FAS: D= 1200/1400 BL= 12,4m H= 4,07m

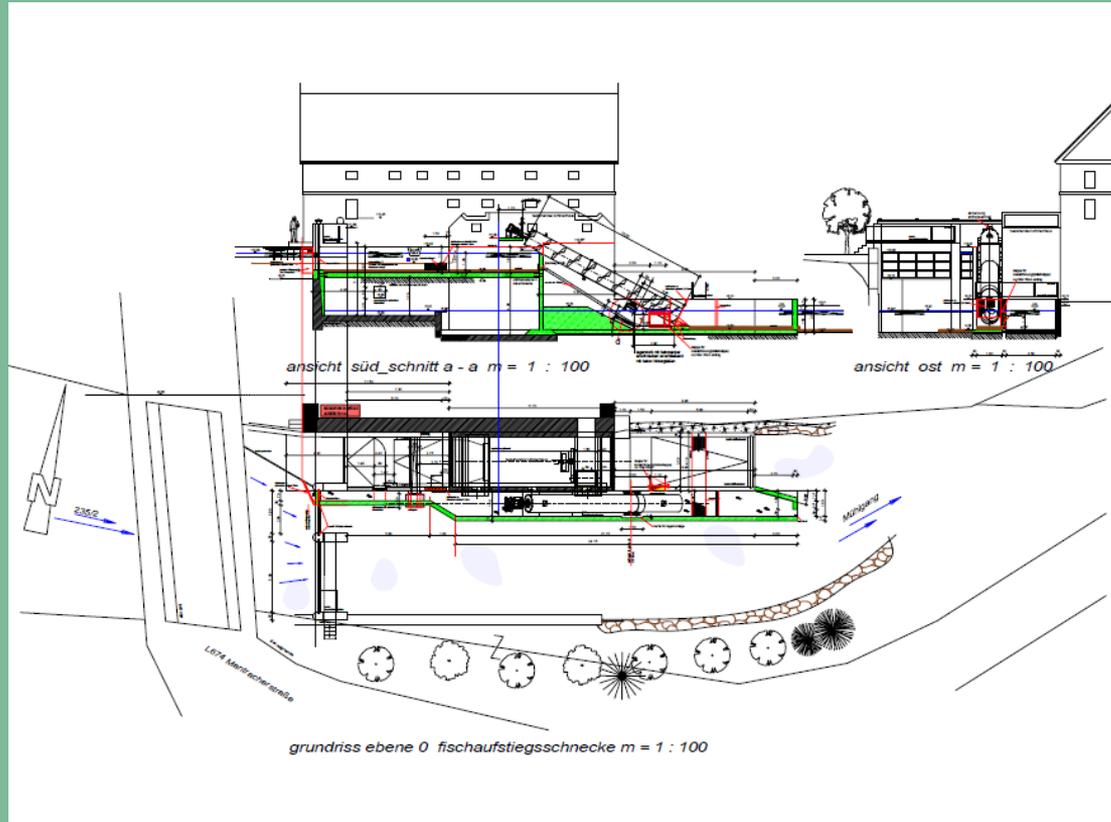
🐟 Biggest fish: Danube salmon



# installation Mantrachmühle

references

overview



# Monitoring result: Mantrachmühle

## references

Fischart	Ind. Herbst 2016	Ind. Frühjahr 2017	Individuenzahl Gesamt	Individuenzahl Gesamt (%)	L <sub>min</sub> (mm)	L <sub>med</sub> (mm)	L <sub>m</sub> (mm)
Aalrutte		1	1	0,03%	530	530	530
Aitel	6		6	0,1%	75	180	112
Äsche		1	1	0,03%	210	210	210
Bachforelle	3	60	63	1,86%	55	390	233
Bachsaibling		1	1	0,03%	300	300	300
Bachschmerle	1		1	0,03%	100	100	100
Barbe	61	2	63	1,86%	85	630	173
Blaubandbärbling	2		2	0,06%	70	90	80
Giebel		1	1	0,03%	260	260	260
Gründling	6	16	22	0,65%	60	150	100
Hasel		1	1	0,03%	40	40	40
Huchen		1	1	0,03%	230	230	230
Kaulbarsch		3	3	0,09%	80	130	112
Koppe	1		1	0,03%	110	110	110
Laube		1	1	0,03%	65	65	65
Nase		2	2	0,06%	340	370	355
Neunauge	1		1	0,03%	210	230	210
Regenbogenforelle	1	1	2	0,06%	110	110	170
Schleie		1	1	0,03%	105	105	105
Schneider	899	2261	3160	93,19%	60	145	92
Semling	1		1	0,03%	170	170	170
Sonnenbarsch		3	3	0,09%	85	120	105
Streber	1		1	0,03%	135	135	135
Weißflossengründling	44	9	53	1,56%	65	110	87
<b>Gesamt</b>	<b>1027</b>	<b>2365</b>	<b>1966</b>				

# Installation Bergheim

- 🐟 HPS:  $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $H = 3,7 \text{ m}$
- 🐟 FAS:  $D = 1000/1200$   
 $BL = 11,0 \text{ m}$   
 $H = 3,8 \text{ m}$
- 🐟 Main fish: Barbe (70 cm)
- 🐟 ascent numbers: 800 fish  
within 3 months





# Thank you for your attention!

Eesti Veeinseneride Liidu koolitus

05.09.2019

***Thomas Fuchs***

*Sales Hydropower, Rehart GmbH*

*Phone +49 (0) 9835 9711-36*

*Mobile +49 (0) 160 90193614*

*thomas.fuchs@rehart.de*

 **REHART  
GMBH**

**REHARTGROUP**  
[www.rehart-group.de](http://www.rehart-group.de)



mitterlehner

Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei

# Experiences with the screw elevator system Rehart/Strasser in Austrian rivers

**IBGF Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei**

**Mag. Christian Mitterlehner**

Allgemein beedeter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für  
Gewässerökologie, Fischerei und Fischereischäden

3350 Stadt Haag, Wiener Straße 19 - Tel. & Fax 07434/44584, Mobil 0043-660/70 160 72

E-Mail: [office@gewaesseroekologie.at](mailto:office@gewaesseroekologie.at) - Web: [www.gewaesseroekologie.at](http://www.gewaesseroekologie.at)





mitterlehner

Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei

**Mag. Christian Mitterlehner**

**IBGF, Technical office for aquatic and fish ecology**

Biologist

University Vienna

University of Natural Resources and Life Sciences Vienna

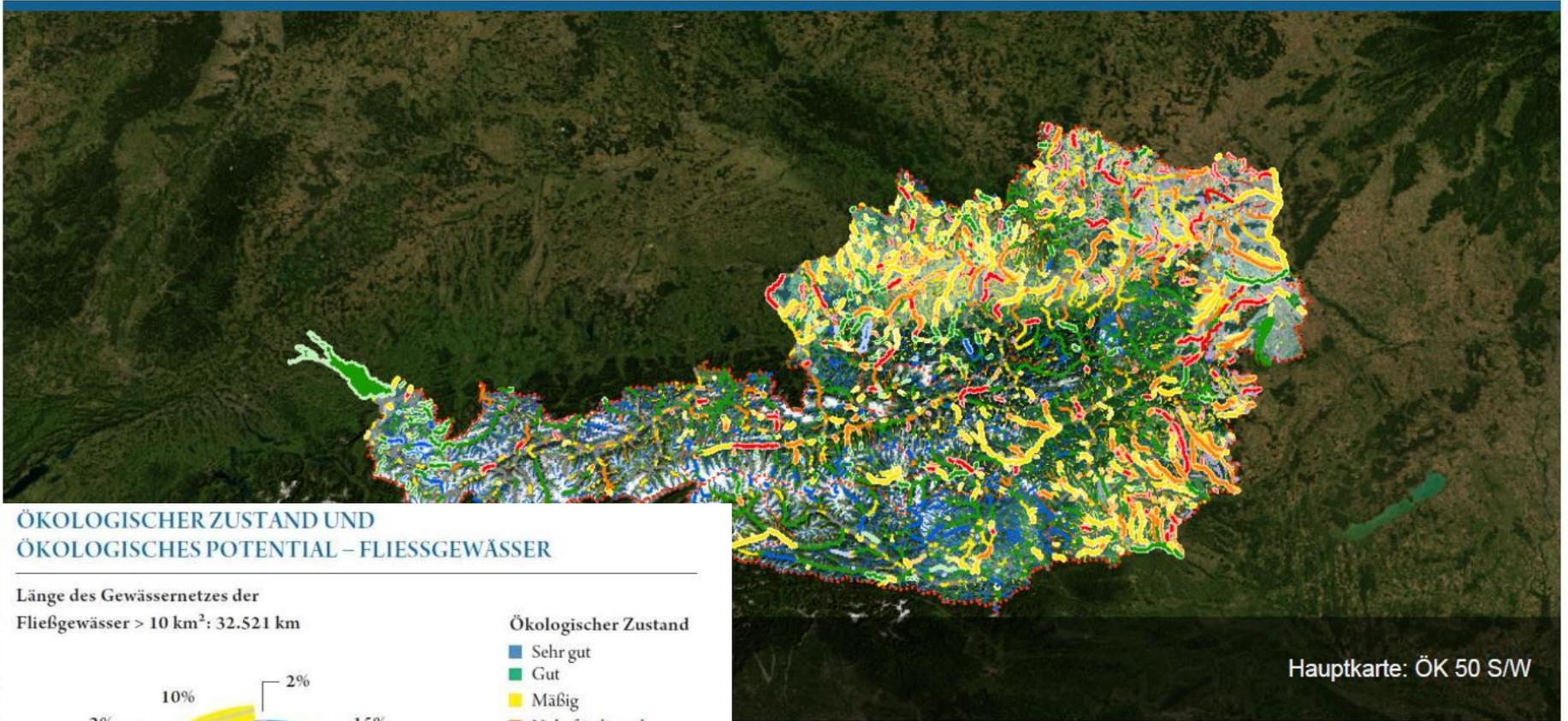
Court expert for aquatic and fish ecology, fish damage

Austria, 3350 Stadt Haag, Wiener Straße 19 Mobil 0043-660/70 160 72

E-Mail: [office@gewaesseroekologie.at](mailto:office@gewaesseroekologie.at) - Web: [www.gewaesseroekologie.at](http://www.gewaesseroekologie.at)

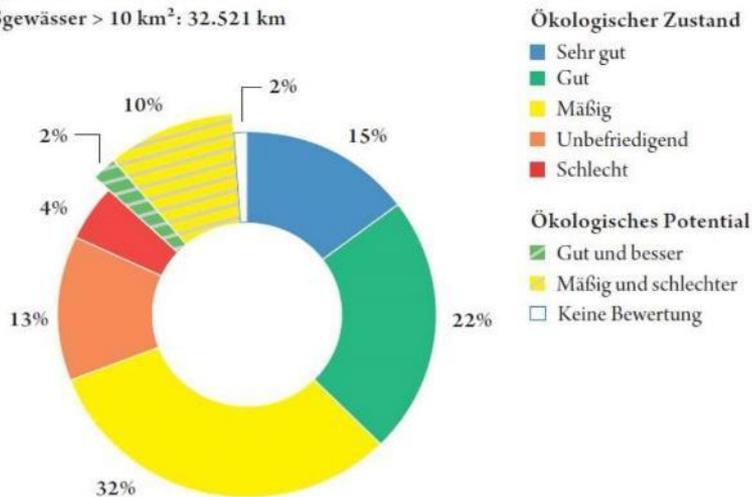
## Content

- Situation in Austria
- General functionality of the screw elevator system
- Locations in Austria
- Functionality
  - Entrance and passability
  - Quantitative u. qualitative migration of fish
- Experiences in Austria
- Advantages and open questions



## ÖKOLOGISCHER ZUSTAND UND ÖKOLOGISCHES POTENTIAL – FLIESSGEWÄSSER

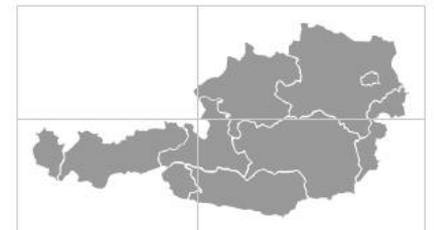
Länge des Gewässernetzes der  
Fließgewässer > 10 km<sup>2</sup>: 32.521 km



Hauptkarte: ÖK 50 S/W

**Koordinaten:**  
47.72345° N  
12.86590° E

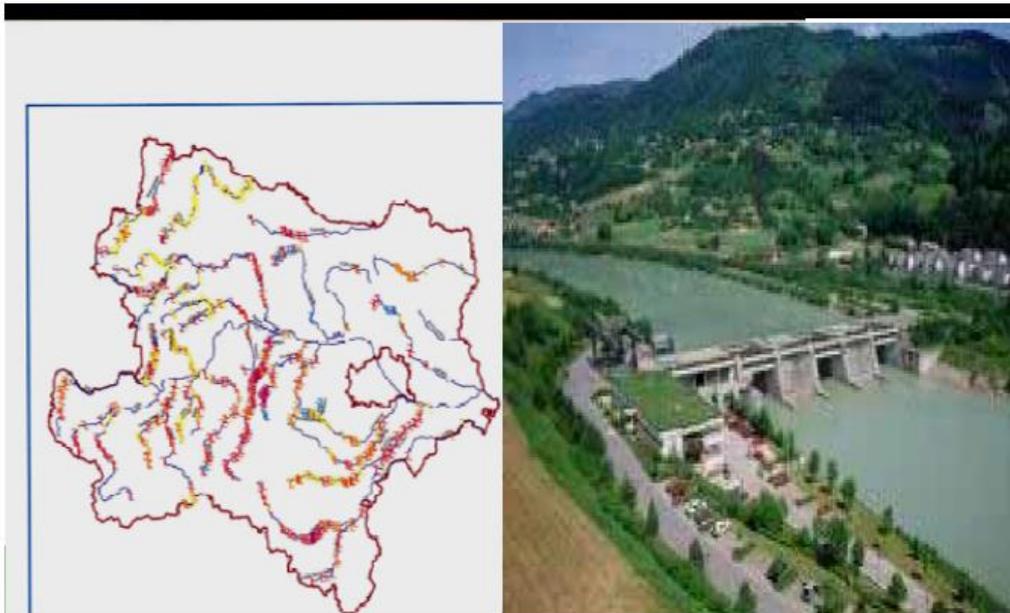
**Maßstab:**  
1 : 5.000.000



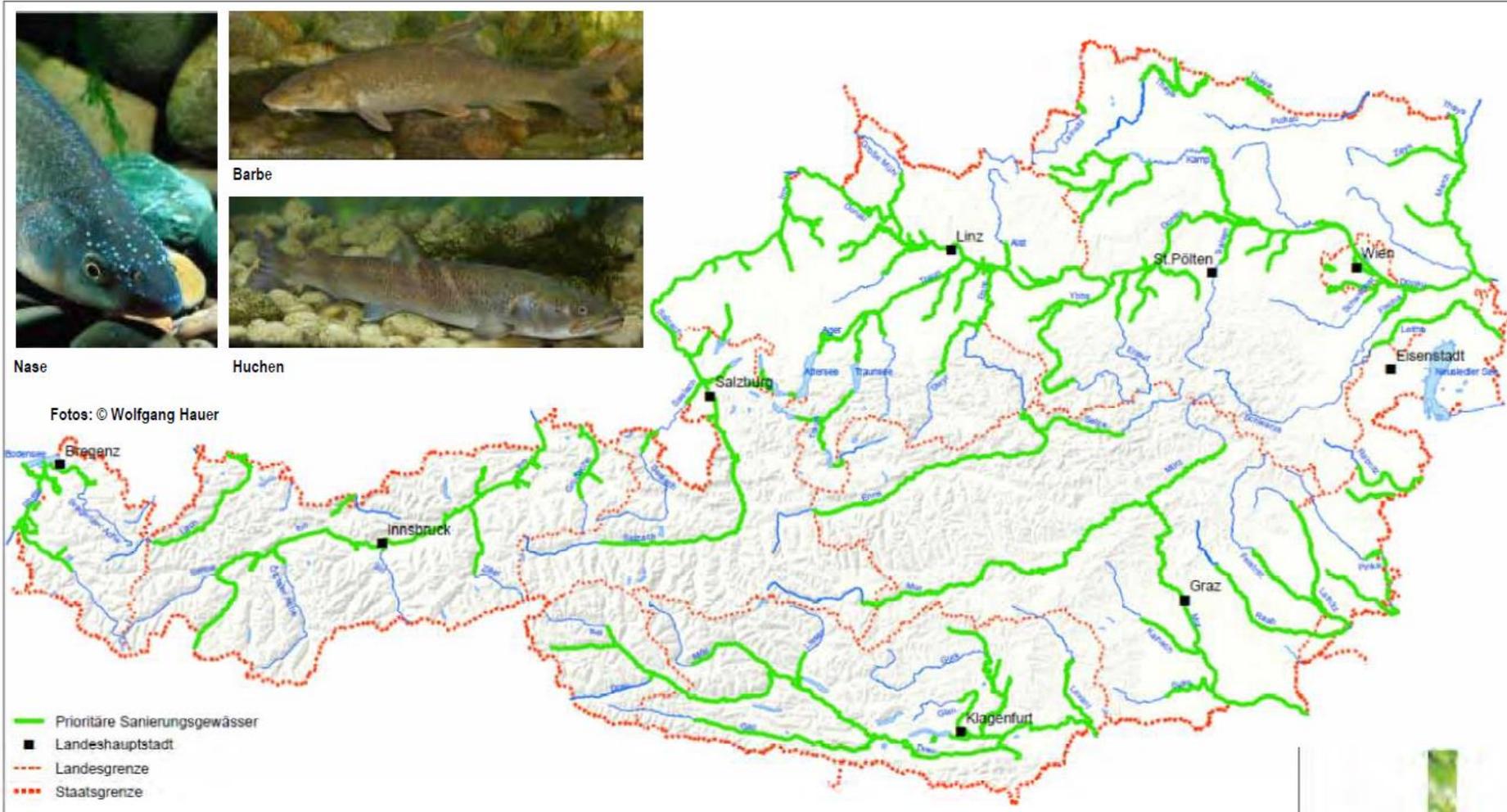
**Österr. Fließgewässernetz > 10 km<sup>2</sup>: 31.000 km  
ca. 28.000 Wanderhindernisse**

**NGP 2009 – Maßnahmenprogramm:**

- **Herstellung der Durchgängigkeit in prioritären Gewässern bis 2015**
- **Erstellung eines FAH-Leitfadens**



# Continuity restoration: Rivers of priority





fishermania@bmlfuw.at

## Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs)

### Entwurf

Wien, Oktober 2012



## BMLFUW (2012): Guide how to build fish migration systems

([https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan\\_gewaesser\\_ngp/massnahmenprogramme/leitfaden\\_fah.html](https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/massnahmenprogramme/leitfaden_fah.html))

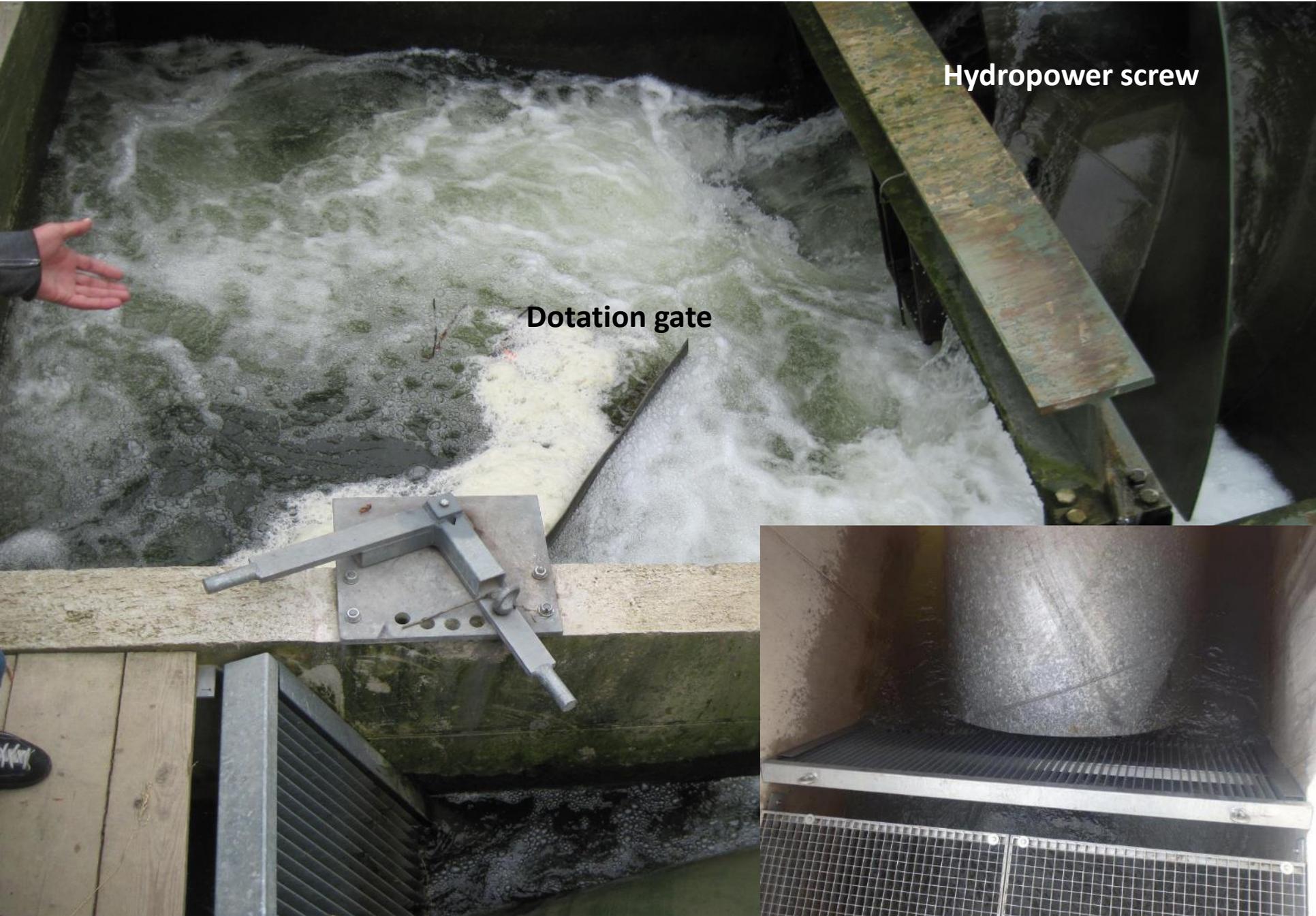
### State of the art (2012):

- Natural poolpass system
- Natural bypass system
- Vertical Slot Pass
- Resolved ramp

Pilot project Pilsing/ Url



06/10/2014



Hydropower screw

Dotation gate



# Dimensions

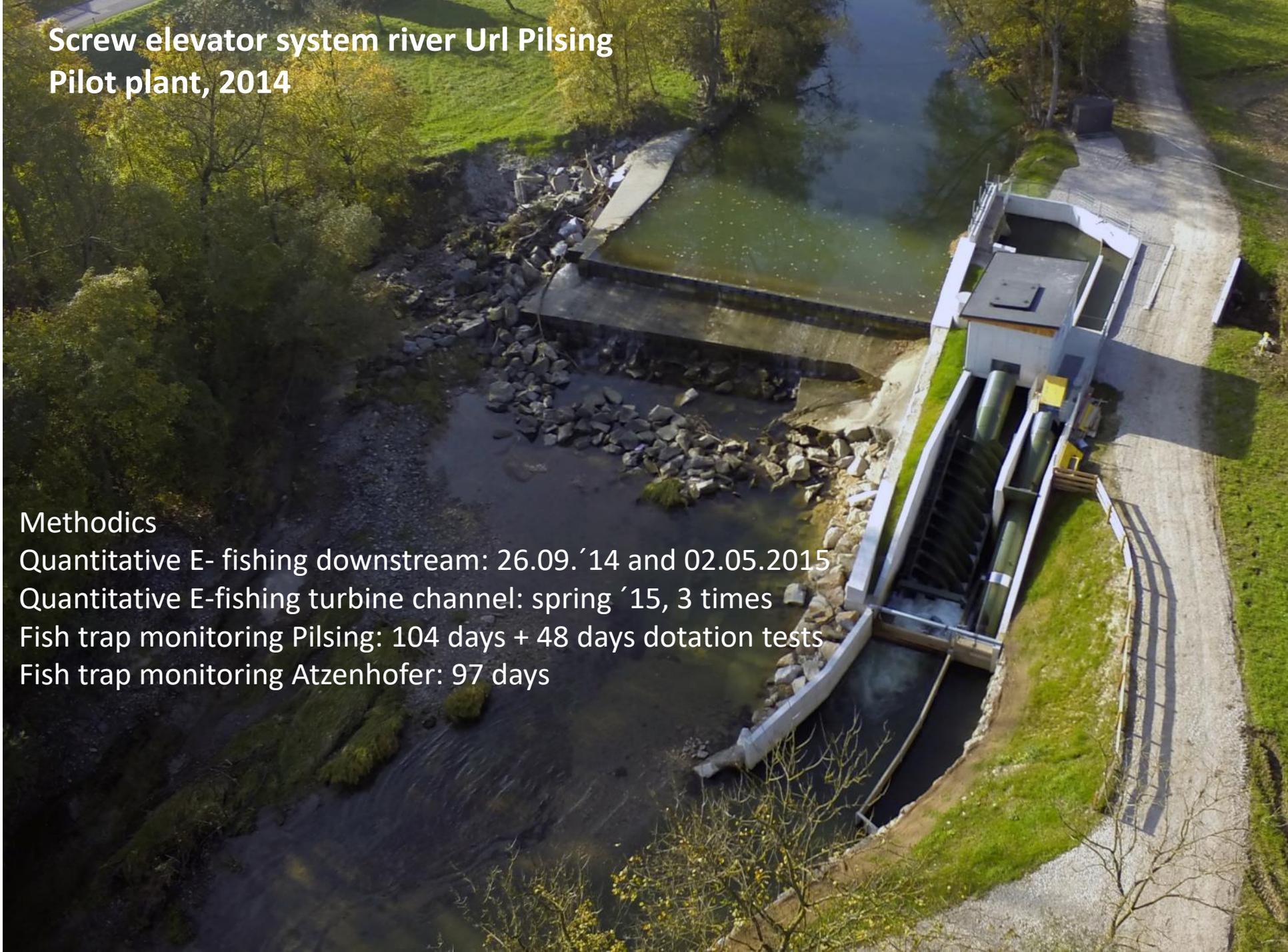
Length of fish	Diameter FAS (mm)	Diameter Entrance (mm)	height of the ridge (mm)	volume per pool (l)	turn/min
<b>bis 70 cm</b>	1 000	1 200	340	50	7
<b>bis 90 cm</b>	1 200	1 400	420	100	6
<b>bis 100 cm</b>	1 400	1 600	480	150	5
Tilt angle FAS: 26° bis 30°					
Greater entrance because of a bigger cone					
per 6 U/min 8.640 full pools/ day					

# Discoverability

- Underwater entrance is built close to Vertical Slot Pass
  - Water depth
  - Width of the slot
  - Flow velocity ( $\sim 0,5 - 0,7$  m/s)
- Settings of the flow water volume
  - Dotation gate in the underwater (opening width)
  - Shutter turbine outlet
  - Dotation by the inner opening of the screw ( $\sim 10$  l/s)
  - Optional dotation from water upstream
  - Optional walls in the underwater entrance to optimize the flow

# Passability

- Ground connection of the entrance by a patented conus
- The screw is fix connected with the outer tube; so there is no risk of injury of fish
- The water in the pools is constant lifte, not rotated
- The upstream migration happens without any energy lost for fish and is harmless
- The exit upstream is with a slide



# Screw elevator system river Url Pilsing Pilot plant, 2014

## Methodics

Quantitative E- fishing downstream: 26.09.'14 and 02.05.2015

Quantitative E-fishing turbine channel: spring '15, 3 times

Fish trap monitoring Pilsing: 104 days + 48 days dotation tests

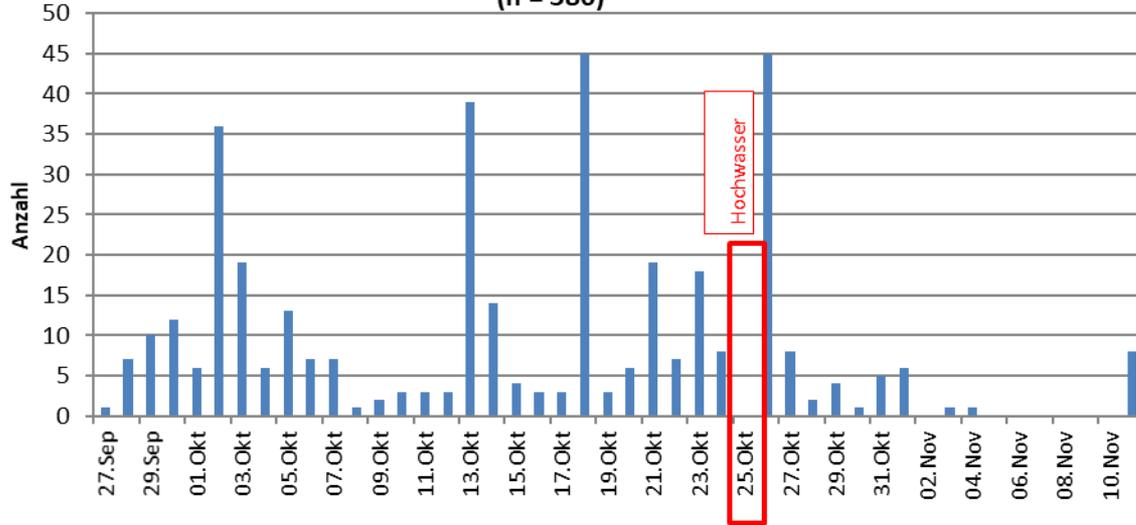
Fish trap monitoring Atzenhofer: 97 days

# FAS Standort Pilsing Url

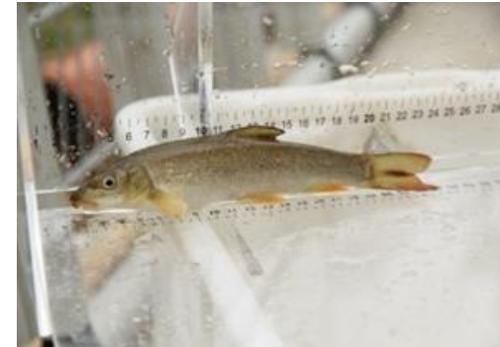


### Tagesverteilung der über die FAS aufgestiegenen Fische, Herbst 2014

(n = 380)

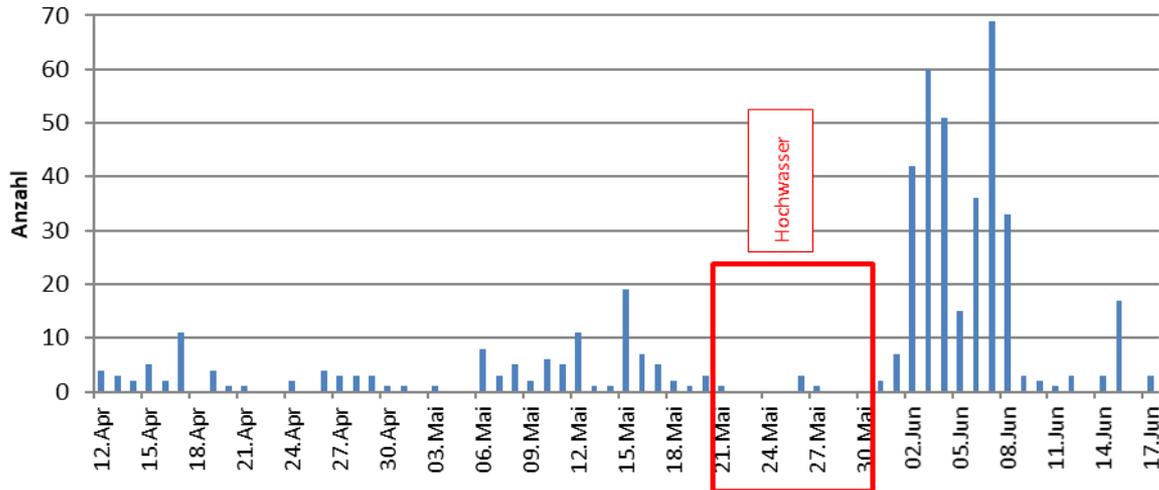


### FAS Pilsing, Url



### Tagesverteilung der über die FAS aufgestiegenen Fische, Frühjahr 2015

(n= 482)



Fish region	Epipotamal mittel					
Fish species	Estonia	wissenschaftl. Name	J	E Bef.	FAS Str.	Atzenh
Aalrutte	luts	Lota lota	b	0	0	0
Aitel	turb	Leuciscus cephalus	l	1	1	1
Äsche	harjus	Thymallus thymallus	b	0	1	0
Bachforelle	jöeforell	Salmo trutta	b	1	1	1
Bachscherle	trulling	Barbatula barbatula	b	1	1	0
Barbe		Barbus barbus	l	1	1	1
Bitterling		Rhodeus sericeus	s	1	1	0
Elritze	lepamaim	Phoxinus phoxinus	s	1	1	0
Flussbarsch	ahven	Perca fluviatilis	b	1	1	1
Goldsteinbeißer		Sabanajewa balcanica	s	0	0	0
Gründling	rünt	Gobio gobio	b	1	1	1
Hasel	teib	Leuciscus leuciscus	b	1	1	1
Hecht	haug	Esox lucius	s	1	1	1
Huchen	huchenid	Hucho hucho	s	0	0	0
Koppe	võldas	Cottus gobio	b	1	1	0
Laube	viidikas	Alburnus alburnus	b	1	1	1
Moderlieschen	mudamaim	Leucaspius delineatus	s	0	0	0
Nase		Chondostroma nasus	l	1	1	1
Neunauge	ojasilm	Lampetra planeri	s	0	0	0
Rotauge	särg	Rutilus rutilus	s	0	1	1
Rotfeder	roosärg	Scardinius erythrophthalmus	s	0	1	1
Rußnase		Vimba vimba	s	0	0	0
Schied		Aspius aspius	s	0	0	0
Schneider	tippviidikas	Alburnoides bipunctatus	l	1	1	1
Steinbeißer	hink	Cobitis elongatoides	s	1	1	0
Strömer		Leuciscus souffia	s	0	0	0
Weißflossengründling		Gobio albipinnatus	s	0	0	0
Zingel		Zingel zingel	s	0	0	0
<b>gesamt</b>				<b>15</b>	<b>18</b>	<b>12</b>
Regenbogenforelle	Vikerforelli	Oncorhynchus mykiss	allochthon	1	1	1
Bachsaibling		Salvelinus fontinalis	allochthon	0	1	0
Karpfen		Cyprinus carpio	n.t.	0	0	1
Schleie		Tinca tinca	n.t.	1	0	0
<i>l</i>	<i>leading fish species</i>					
<i>b</i>	<i>typical fish species</i>					
<i>s</i>	<i>rare fish species</i>					
<i>all.</i>	<i>allochthon, no native species</i>					
<i>n.t.</i>	<i>not typical</i>					

**Comparison of fish status like model (Status, J), quantitative E-fishing, Screw elevator (FAS) and the natural pool pass system (FAH Atzenhofer).**

Fish species	Estonia	Latin	Status	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
Aitel	turb	Leuciscus cephalus	l	167	21,86	180	20,79	50	28,90
Äsche	harjus	Thymallus thymallus	b	0	0,00	1	0,12	0	0,00
Bachforelle	jõeforell	Salmo trutta	b	4	0,52	21	2,42	7	4,05
Bachsaibling		Salvelinus fontinalis	all	0	0,00	1	0,12	0	0,00
Bachschmerle	trulling	Barbatula barbatula	b	41	5,37	32	3,70	0	0,00
Barbe		Barbus barbus	l	11	1,44	71	8,20	12	6,94
Bitterling		Rhodeus sericeus	s	1	0,13	1	0,12	0	0,00
Elritze	lepamaim	Phoxinus phoxinus	s	53	6,94	2	0,23	0	0,00
Flussbarsch	ahven	Perca fluviatilis	b	1	0,13	5	0,58	17	9,83
Gründling	rünt	Gobio gobio	b	124	16,23	101	11,66	16	9,25
Hasel	teib	Leuciscus leuciscus	b	9	1,18	14	1,62	36	20,81
Hecht	haug	Esox lucius	s	1	0,13	2	0,23	8	4,62
Laube	viidikas	Alburnus alburnus	b	24	3,14	4	0,46	9	5,20
Karpfen		Cyprinus carpio	all	0	0,00	0	0,00	1	0,58
Koppe	völdas	Cottus gobio	b	8	1,05	53	6,12	0	0,00
Nase		Chondostroma nasus	l	19	2,49	5	0,58	7	4,05
Regenbogenforelle	Vikerforelli	Oncorhynchus mykiss	all	1	0,13	20	2,31	6	3,47
Rotauge	särg	Rutilus rutilus	s	0	0,00	4	0,46	2	1,16
Rotfeder	roosärg	Scardinius erythrophthalmus	s	0	0,00	1	0,12	1	0,58
Schleie		Tinca tinca	all	1	0,13	0	0,00	0	0,00
Schneider	tippviidikas	Alburnoides bipunctatus	l	298	39,01	344	39,72	1	0,58
Steinbeißer	hink	Cobitis elongatoides	s	1	0,13	4	0,46	0	0,00
				<b>764</b>	<b>100,00</b>	<b>866</b>	<b>100,00</b>	<b>173</b>	<b>100,00</b>

# Further experiences Url/ Pilsing

- **Attempt with Hucho hucho:** successful uprising of 5 Hucho hucho between 54 to 78 cm.
- **Attempt with downrising fish at the hydropower screw:** injury-free downstream migration of von 36 Rainbow trouts (26 bis 33 cm).
- **Dotation experiments:** Upstream migration of total 4.039 (!) fish in 48 days in the summer 2015 with maximum 1.000 fish during one day.



# Locations of screw elevator systems Rehart/Strasser in Austria

Location	River	fish region	biggest fish	height diff. (m)	year Real.	*WKS	Monitoring
Pilsing	Url	Epipotamal mittel	Huchen, 90 cm	3,6	2014	ja	abgeschlossen u. koll. 2015
Lugitsch	Raab	Epipotamal mittel	Hecht, 90 cm	5,4	2016	nein	abgeschlossen u. koll. 2016
Kremsner	Sulm	Epipotamal mittel	Huchen, 90 cm	4,0	2016	nein	abgeschlossen u. koll. 2017
Dumbawehr	Triesting	Hyporhithral groß	Barbe, 60 cm	4,2	2017	ja	abgeschlossen u. koll. 2018
Stubenberg	Feistritz	Hyporhithral groß	Barbe, 60 cm	8,0	2017	nein	2017/2018, abgeschlossen
Müller	Lavant	Hyporhithral groß	Huchen, 80 cm	2,6	2017	ja	2017/18, abgeschlossen
ZKW	Erlauf	Hyporhithral groß	Huchen, 80 cm	4,3	2017	nein	2018/19, in prep.
Ramsbachwehr	Url	Epipotamal mittel	Huchen, 90 cm	5,2	2018	ja	2018/19, in prep.
Hörmühle	Steyr	Hyporhithral groß	Huchen, 100 cm	3,6	2018	nein	2018/19, in prep.
Zöchling	Gölsen	Hyporhithral groß	Huchen, 80 cm	3,4	2018	nein	2018/19, abgeschlossen
Dietz	Fischach	Epipotamal mittel	Barbe, 70 cm	3,8	2018	ja	2018, abgeschlossen
Hinternberg	Antiesen	Epipotamal mittel	Huchen, 80 cm	3,1	2018	nein	2018/2019 in prep.
Vöcklabruck	Ager	Epipotamal mittel	Seeforelle 90 cm	6,3	2019	nein	in Konstruktion
Aschach	Steyr	Hyporhithral groß	Huchen, 100 cm	3,1	2019	nein	in Konstruktion
Grünburg	Steyr	Hyporhithral groß	Huchen, 100 cm	4,5	2019	ja	in Konstruktion
<i>*WKS...hydropower screw</i>							

# Monitoring results of screw elevator systems Rehart/Strasser in Austria

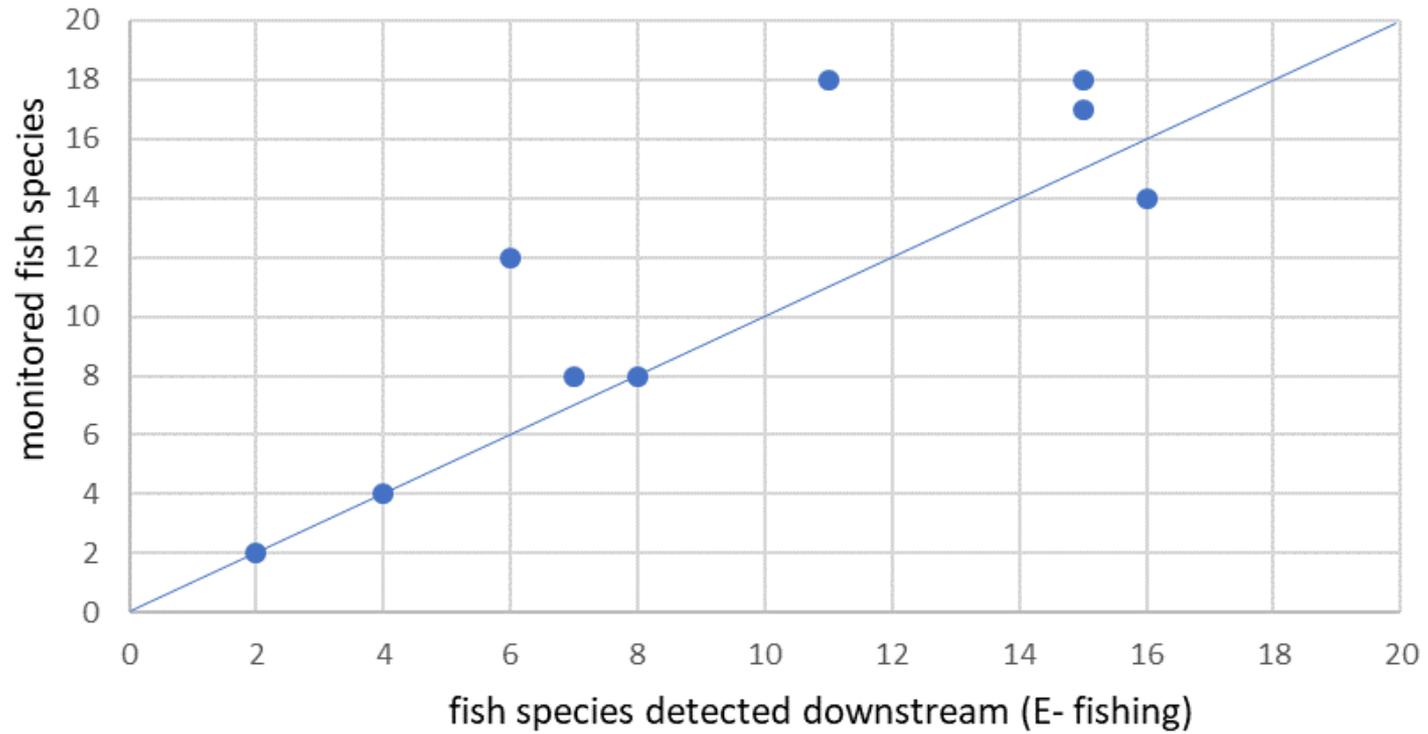
Location	River	fish region	examined by	duration/d	Ind.	Spec.	rating	Status
Pilsing	Url	Epipotamal mittel	IBGF Mitterlehner	104 (152)	862 (4.901)	18	I	koll. 2015
Lugitsch	Raab	Epipotamal mittel	IB Parthl	27	1.966	16	II	koll. 2016
Kremsner	Sulm	Epipotamal mittel	IB Parthl	59	3.391	24	II	koll. 2017
Dumbawehr	Triesting	Hyporhithral groß	IBGF Mitterlehner	68	116	12	I	koll. 2018
Stubenberg	Feistritz	Hyporhithral groß	IB Parthl	125	354	10	II	abgeschl. 2018
Müller	Lavant	Hyporhithral groß	ZT Knappinger	30	39	3	I	abgeschl. 2018
ZKW	Erlauf	Hyporhithral groß	IBGF Mitterlehner	77	96	4		2018/19, in prep.
Ramsbachwehr	Url	Epipotamal mittel	IBGF Mitterlehner	134	2.234	21		2018/19, in prep.
Hörmühle	Steyr	Hyporhithral groß	Petz OG	100	194	3		2018, in prep.
Zöchling	Gölsen	Hyporhithral groß	Freiwasser	133	475	5	II	abgeschl. 2019
Dietz	Fischach	Epipotamal mittel	Petz OG	133	825	15	I	abgeschl. 2019
Hinternberg	Antiesen	Epipotamal mittel	IBGF Mitterlehner	56	477	15		2018/19 in prog.

# Qualitative migration of fish

Location	river	fish region	Unterwasser				Fischaufstiegsschnecke			
			lead.	typ.	rare	ges.	lead.	typ.	rare	ges.
Pilsing	Url	Epipotamal mittel	4	7	4	<b>15</b>	4	8	6	<b>18</b>
Lugitsch	Raab	Epipotamal mittel	6	5	5	<b>16</b>	6	3	5	<b>14</b>
Kremsner	Sulm	Epipotamal mittel	3	8		<b>11</b>	4	12	2	<b>18</b>
Dumbawehr	Triesting	Hyporhithral groß	2	5		<b>7</b>	2	5	1	<b>8</b>
Stubenberg	Feistritz	Hyporhithral groß	2	5	1	<b>8</b>	2	4	2	<b>8</b>
Müller	Lavant	Hyporhithral groß	2			<b>2</b>	2			<b>2</b>
ZKW	Erlauf	Hyporhithral groß	4			<b>4</b>	4			<b>4</b>
Ramsbachwehr	Url	Epipotamal mittel	4	7	4	<b>15</b>	4	7	6	<b>17</b>
Dietz	Fischach	Epipotamal mittel	3	2	1	<b>6</b>	4	5	3	<b>12</b>

# Qualitativer Fischaufstieg

Leading, typical and rare fish species downstream and monitoring



# Quantitative fish migration

Anlage	Gewässer	Fischregion	Monitoring FAS			Unterwasser	Status
			Dauer/d	Ind.	Ind./ Tag	Ind./ha	
Pilsing	Url	Epipotamal mittel	104	862	8,3	2 729	koll. 2015
Pilsing* semiqu.	Url	Epipotamal mittel	48	4 039	84,1	2 729	koll. 2015
Lugitsch	Raab	Epipotamal mittel	27	1 966	72,8	14 227	koll. 2016
Kremsner	Sulm	Epipotamal mittel	59	3 391	57,5	1 872	koll. 2017
Dumbawehr	Triesting	Hyporhithral groß	68	116	1,7	2 600	koll. 2018
Stubenberg	Feistritz	Hyporhithral groß	125	354	2,8	2 024	abgeschl. 2018
Müller	Lavant	Hyporhithral groß	30	39	1,3	1 461	abgeschl. 2018
ZKW	Erlauf	Hyporhithral groß	77	96	1,2	891	2018, in prog.
Ramsbachwehr	Url	Epipotamal mittel	134	2 234	16,7	10 740	2018, in prog.
Hörmühle	Steyr	Hyporhithral groß	100	194	1,9	275	2018, in prog.
Zöchling	Gölsen	Hyporhithral groß	133	475	3,6	1 691	abgeschl. 2019
Dietz	Fischach	Epipotamal mittel	133	835	6,3	3 933	abgeschl. 2019
Hinternberg	Antiesen	Epipotamal mittel	56	477	8,5	2 178	2018, in prog.



Dumbaschnecke, Triesting, NÖ  
Restwasserabgabe min. 400 l/s  
Aufstiegspotential 570 m Restwasserstrecke,  
unterhalb nicht passierbare Schwelle

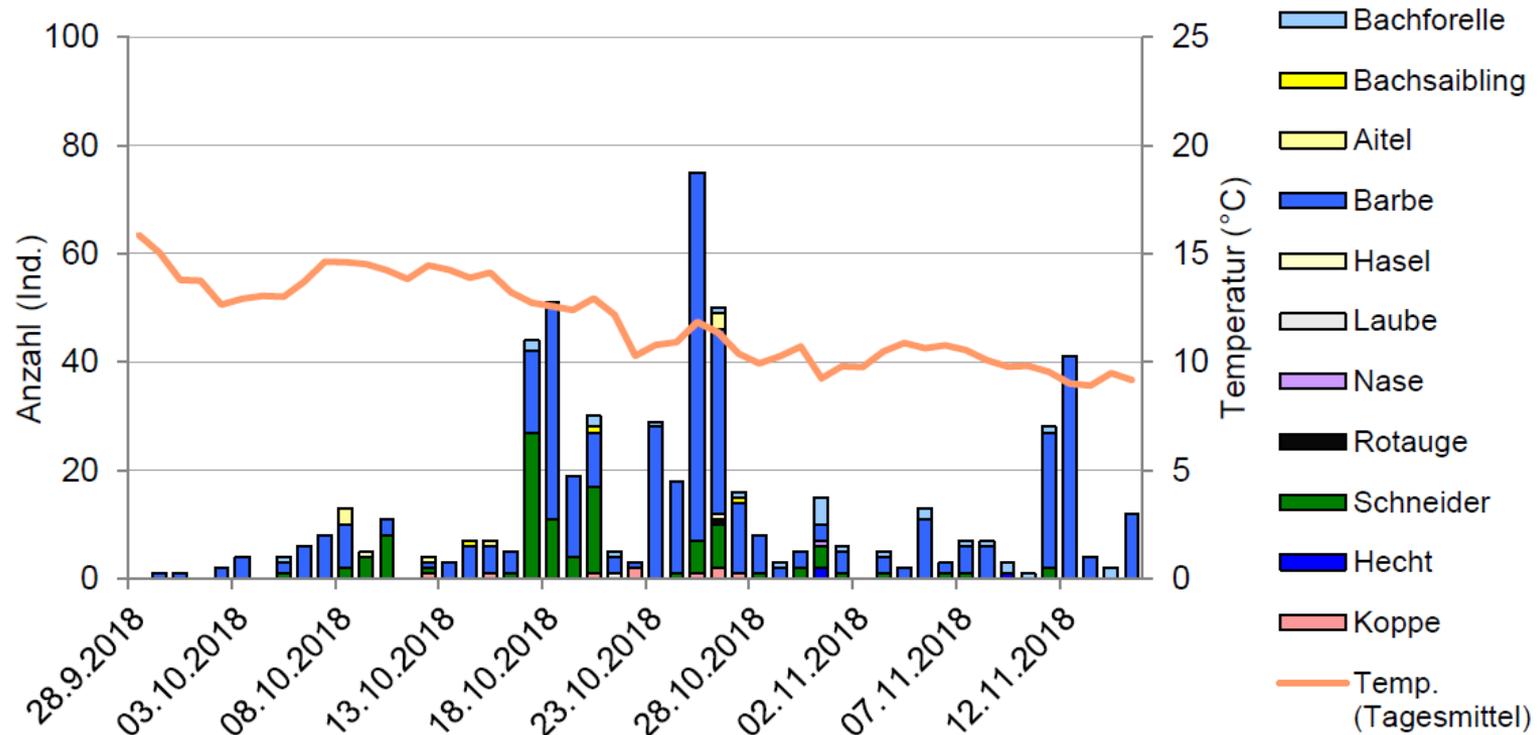
09/06/2017

# FAS Dumbawehr, Triesting, NÖ

Dumbawehr, Triesting		Bestand Unterwasser		Aufstieg FAS	
Fischart	Status	Ind.	%	Ind.	%
Aitel	b	631	62,85	49	42,24
Bachforelle	l	9	0,90	18	15,52
Bachsaibling	all.	0	0,00	1	0,86
Bachschmerle	b	57	5,68	6	5,17
Barbe	b	4	0,40	11	9,48
Blaubandbärbling	all.	8	0,80	1	0,86
Elritze	b	161	16,04	1	0,86
Gründling	b	129	12,85	15	12,93
Koppe	l	4	0,40	2	1,72
Regenbogenforelle	all.	0	0,00	10	8,62
Rotauge	s	0	0,00	1	0,86
Schleie	n.lb	1	0,10	0	0,00
Zander	n.lb	0	0,00	1	0,86
<b>gesamt</b>		<b>1 004</b>	<b>100,00</b>	<b>116</b>	<b>100,00</b>

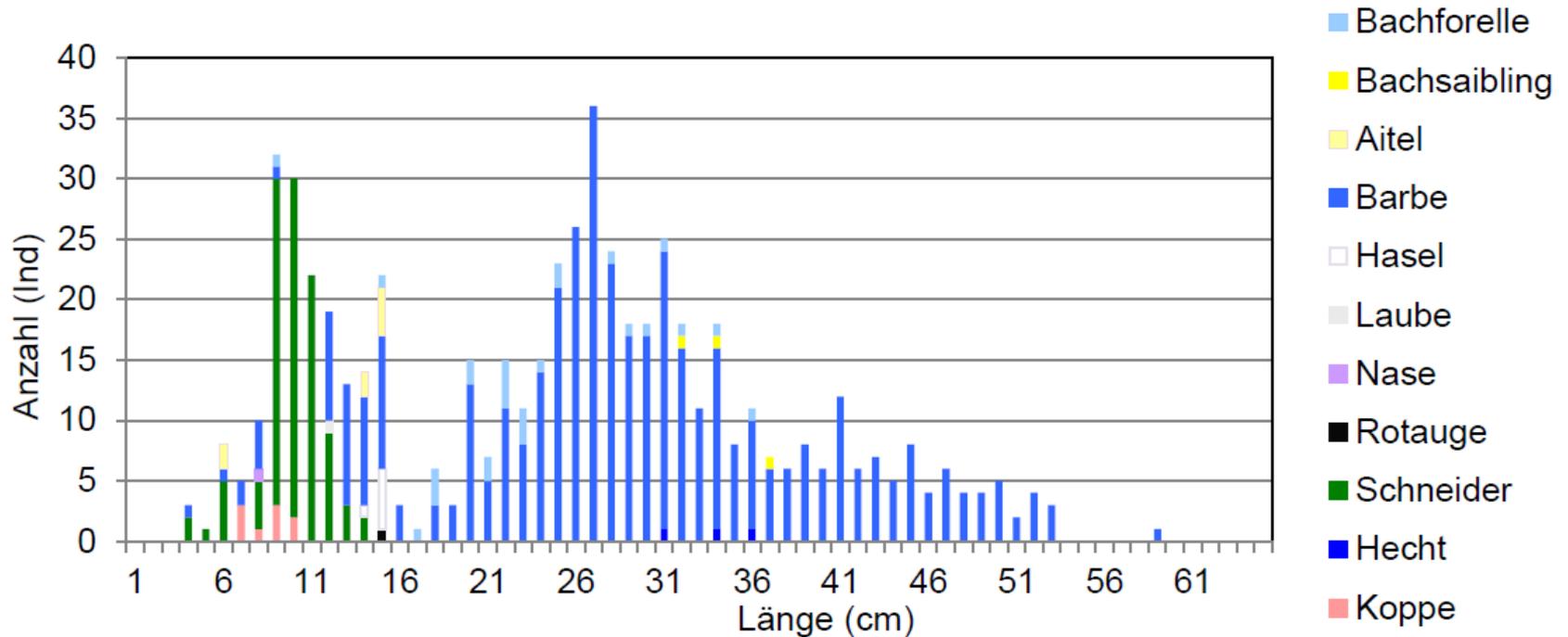
Monitoring FAS Dumbawehr an 68 Tagen: Aufstieg von 116 Fischen, das sind rund 12% vom Gesamtbestand (1.004 Ind.).

# Quantitativer Fischaufstieg, Dietz Fischach (Petz OG, 2019)



Aufstellung von Arten und Anzahl (n = 586) der über die Fischaufstiegsschnecke beim KW Dietz an der Fischach während dem Nebentermin 2018 flussauf gewanderten Fische in Korrelation mit der täglich mittleren Wassertemperatur (aus Petz OG, 2019).

# Quantitativer Fischaufstieg, Dietz Fischach (Petz OG, 2019)



Längen- Frequenzdiagramm der im Herbst 2018 mittels Fischaufstiegsschnecke aufgestiegenen Fische (n = 586); größtenbestimmende Fischart Barbe 70 cm (aus Petz OG, 2019).

# KW Lugitsch, Raab; IB Parthl, 2016

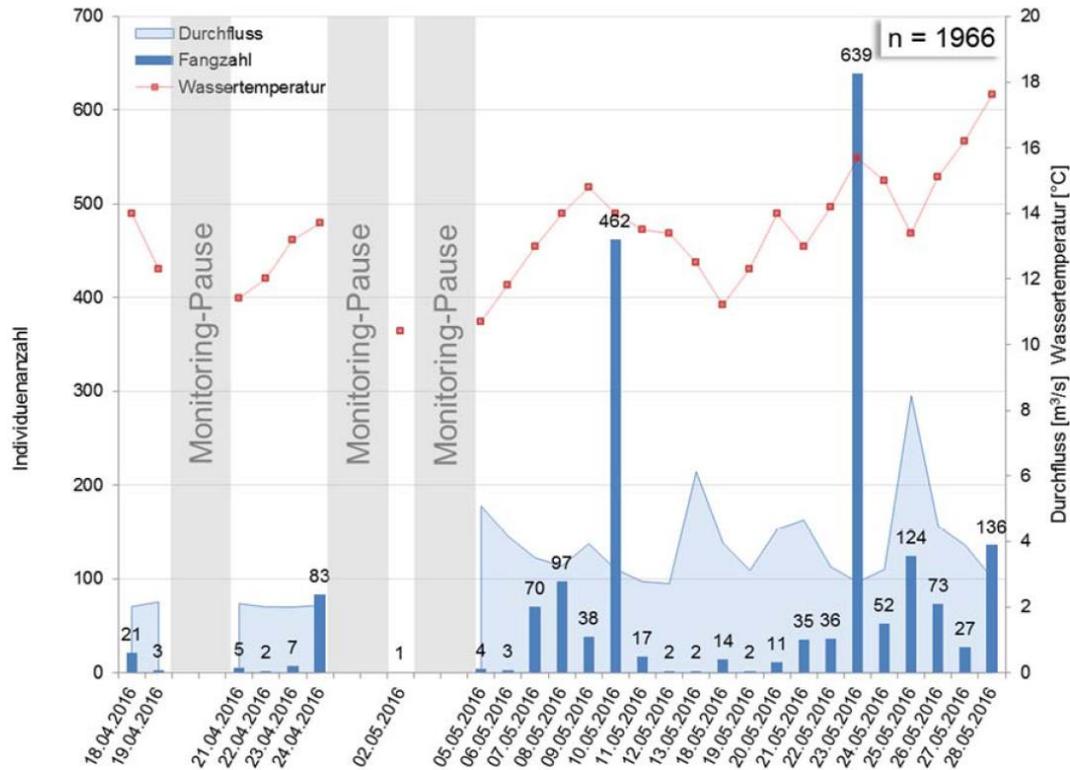


Abbildung 11: Reusenfänge pro Tag in Abhängigkeit von Durchfluss (Pegel Feldbach) und Wassertemperatur im Untersuchungszeitraum

Aufstieg von 1.966 Fischen an 27 Tagen aus 16 Arten und einem Bachneunauge.

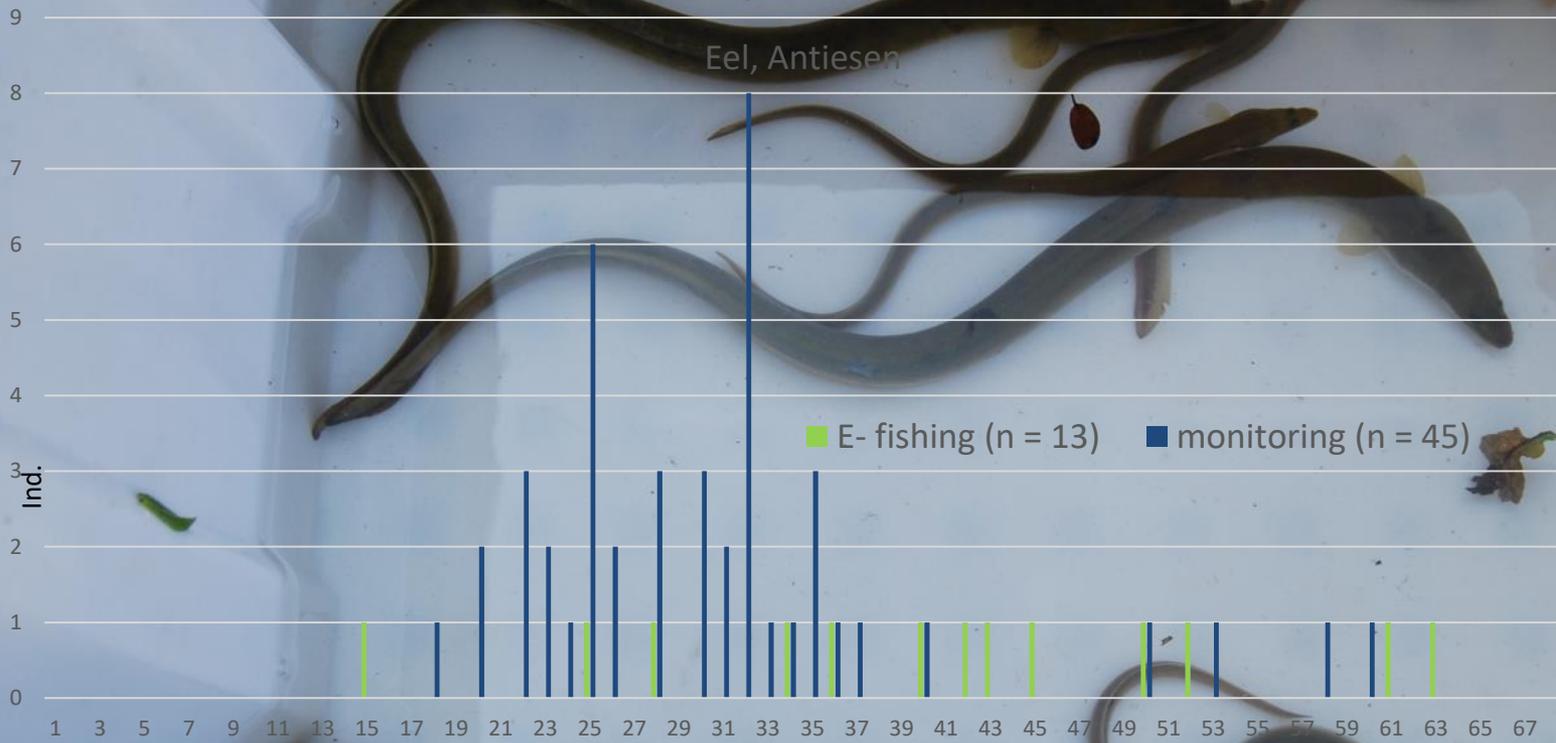


Antiesen, Stand 15.06.2019;  
56 Kontrolltage, 477 Fische

Fischart	Latin name	Ind.	L min (cm)	L max (cm)	L mid (cm)
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	45	18	60	31
Aalrutte	<i>Lota lota</i>	6	22	32	29
Aitel	<i>Squalius cephalus</i>	35	7	36	21
Bachforelle	<i>Salmo trutta</i>	3	29	42	34
Bachschmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	11	6	8	7
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	55	10	53	20
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	1	6	6	6
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	5	7	8	7
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	6	5	14	9
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	276	5	17	15
Regenbogenforelle	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	1	31	31	31
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	2	20	22	21
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	3	15	20	18
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	3	25	33	29
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	25	7	13	10
<b>gesamt</b>		<b>477</b>	<b>3</b>	<b>60</b>	<b>17</b>

18 05 2019

# Eel, Antiesen



06.06.2019 09:18

# Open questions

- Upstream migration of a multitude of fish ( $> 2.000$  Ind./d), especially *Chondrostoma nasus* and *Barbus barbus*  
(with 6/Umin 8.640 pools/day)
- Upstream migration for big fish  $\geq 100$  cm; the largest was a Danube salmon (*Hucho hucho*) with 78 cm, many barbels to 67 cm (*Barbus barbus*)

# Advantages of the Screw elevator System Rehart/ Strasser

- There is (nearly) no need of water from upstream
- Small space requirement
- Constant turn around (U/min)
- Functionality for bottom oriented fish
- Combination with existing hydropower plants is possible
- Downstream migration of fish in combination with a hydropower screw

In Austria the Screw elevator System Rehart/Strasser will be part of the next national guide for fish ladders.



mitterlehner

Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei

# Thank you!

**IBGF Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei**

**Mag. Christian Mitterlehner**

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für  
Gewässerökologie, Fischerei und Fischereischäden

3350 Stadt Haag, Wiener Straße 19 - Tel. & Fax 07434/44584, Mobil 0043-660/70 160 72

E-Mail: [office@gewaesseroekologie.at](mailto:office@gewaesseroekologie.at) - Web: [www.gewaesseroekologie.at](http://www.gewaesseroekologie.at)





# Kruvikalapääsude efektiivsuse ja selektiivsuse eksperthinnang Eesti tingimustes

Rein Järvekülg

Lauri Lokko, Risto Tihane, Urmas Nugin (IB Urmas Nugin OÜ)

**Mis on kruvikalapääs ?**

**Kalapääs** on rajatis, mille kaudu kalad rändel ületavad veekogus oleva loodusliku või tehistõkke (Maastik, 2000).

Kalapääsud jagunevad:

### **looduslähedased kalapääsud**

tehiskosk, tehiskärestik, loodusilmeline tiikide kaskaad

### **tarindkalapääsud**

kamberkalapääs (pilupääs, ala- ja ülaavadega pääs jne)

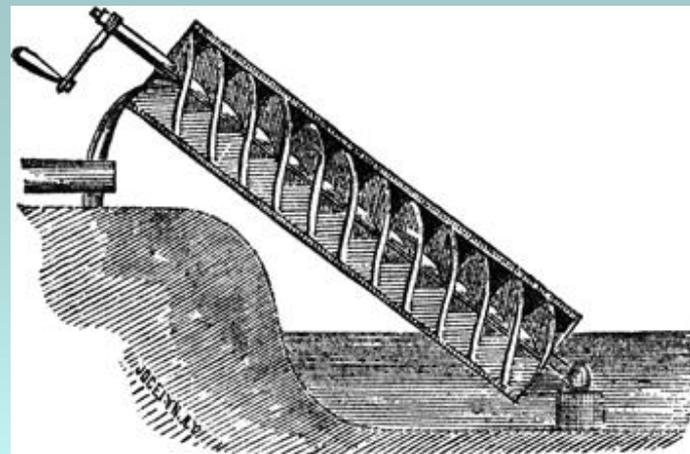
tõkiskalakäik ehk Denili kalapääs

kalalüüs

kalatõstuk ehk -lift

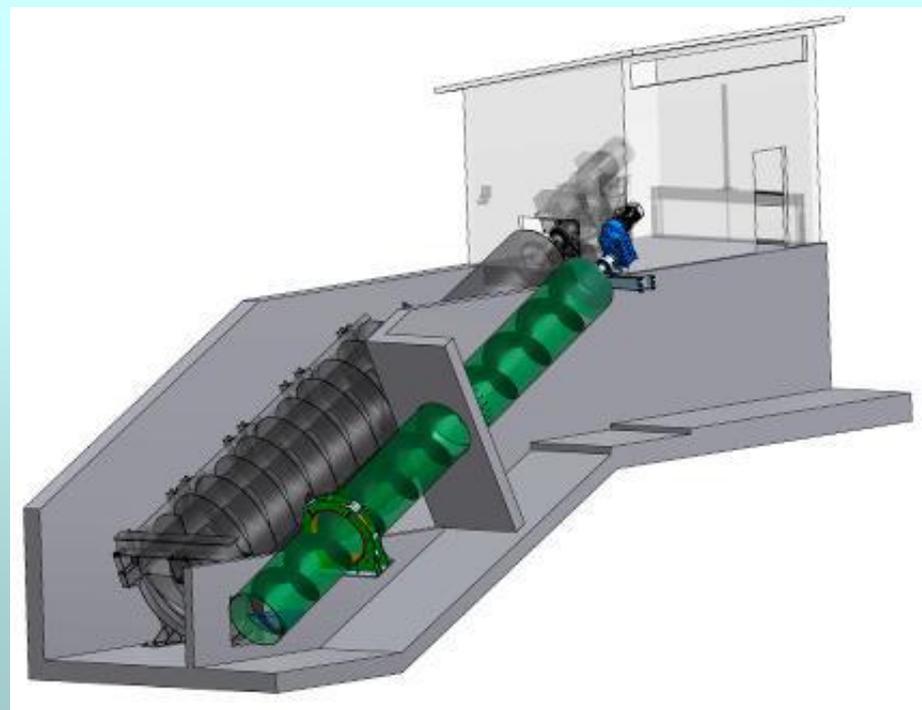
**kruvikalapääs**

**Archimedese kruvi = kruvipump**  
tigukonveier, millega tõstetakse vett



**Kruvikalapääs = kruvi(kala)tõstuk = tõusukruvi**  
tigukonveier, mida kasutatakse paisude juures kalade  
tõstmiseks alaveest ülavette.

**Kruviturbiin** (tagurpidi töötav  
Arch kruvi)  $\neq$  kruvikalapääs  
seade, mille eesmärgiks on  
hüdroenergia kasutamine



**Kaks-ühes seadmed, kus kruviturbiin on ühendatud kruvitõstukiga (Hydro-Connect GmbH, Austria) välimine suurem kruvi juhiv vett ülaveest alavette ja toodab elektrienergiat, sisemine väiksem kruvi tõstab vett alaveest ülavette ja kasutab selleks elektrienergiat.**

Jessnitz'i jõgi, Austria



## Kruviturbiinide näitajad:

Vooluhulk  $0,2 \dots 10 \text{ m}^3/\text{s}$

Veetasemete vahe  $1,5 \dots 10 \text{ m}$

Turbiini kaldenurk  $20 \dots 40^\circ$

Turbiini läbimõõt  $1,2 \dots 3,5 \text{ m}$

Turbiini võimsus  $10 \dots 200 \text{ kW}$

Pöörlemiskiirus  $20 \dots 30 \text{ p/min}$

Kruvi pöörleb seisvas avatud (harvem kinnises) rennis



## Kruvikalatõstuki näitajad:

Vooluhulk  $<0,01 \dots 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$

Veetasemete vahe  $0 \dots 10 \text{ m}$

Turbiini kaldenurk  $20 \dots 40^\circ$

Turbiini läbimõõt  $1,0 \dots 1,2 \text{ m}$

Pöörlemiskiirus  $6 \dots 10 \text{ p/min}$

Kruvi pöörleb koos silindriga



## HydroConnect GmbH kruvikalapääs:

Kruvitõstuki pöörlemiskiirus on sama, mis krubiturbiinil.

Oleks parem, kui kruvitõstuk pöörleks aeglasemalt, kuigi kalade vigastumine ja ei ole uuringute järgi probleemiks.

Praegu puudub selleks hea tehniline lahendus.



# Kruviturbiini võib kombineerida erinevat tüüpi kalapääsudega





Iirimaa



Kirchberg, Saksamaa

## Kruviturbiin – kalade ohutus laskuval rändel

Kruviturbiinides, mis töötavad pöörlemiskiirusega 20...30 pööret minutis, kalade suremus üldjuhul kas puudub või on marginaalne.

Kalade vigastumine (löögi jäljed ja soomuste kadu) on vähene, tavaliselt <5% isenditest.

Surnud lõhe smoltide vigastused kuni 6 korda sagedasemad võrreldes elusate smoltidega → kalad hoiduvad aktiivselt löökidest ja hõõrdumisest → mudelkalade kasutamine katsetes annab ebaadekvaatse pildi tegelikkusest.



# Kruviturbiin – kalade ohutus laskuval rändel

Vasakul ebasobiv, paremal täiustatud ja kaladele ohutum kruviturbiini juhtlaba serv (Kibel, 2007).

- 1) juhtlaba serv peab olema vähemalt 10 mm turbiini kestast seespool;
- 2) juhtlaba välisserv peab olema kaetud kummiga;
- 3) juhtlaba liikumiskaugus teda ümbritsevast rennist peaks olema  $<5$  mm;
- 4) juhtlaba välisserv peaks olema sirge, mitte kumer.



## **Kruviturbiin – kuidas kalad käituvad turbiini juures ?**

Väiksemate veekihis rändavate kalade (sh silmuvastsed) laskuv ränne sarnaneb eluta osakeste allarändega hürdosõlmes – kalad jaotuvad laskumisteedel vastavalt vooluhulgale.

45% kruviturbiini sisenenud kaladest sisenes pea ees.

55% kruviturbiini sisenenud kaladest sisenes saba ees.

Enamik turbiini sattunud kaladest püüdis aktiivselt vältida löögi saamist turbiini luhtlabalt. Löögi sai 28% angerjatest ja 4% muudest kaladest (1,2 m lõhe?).

Osa suuremaid ja parema ujumisvõimega kalu vältis kruviturbiini sattumist, otsis alternatiivset laskumisteed või loobus üldse laskumast (seda isegi lõksus olles).

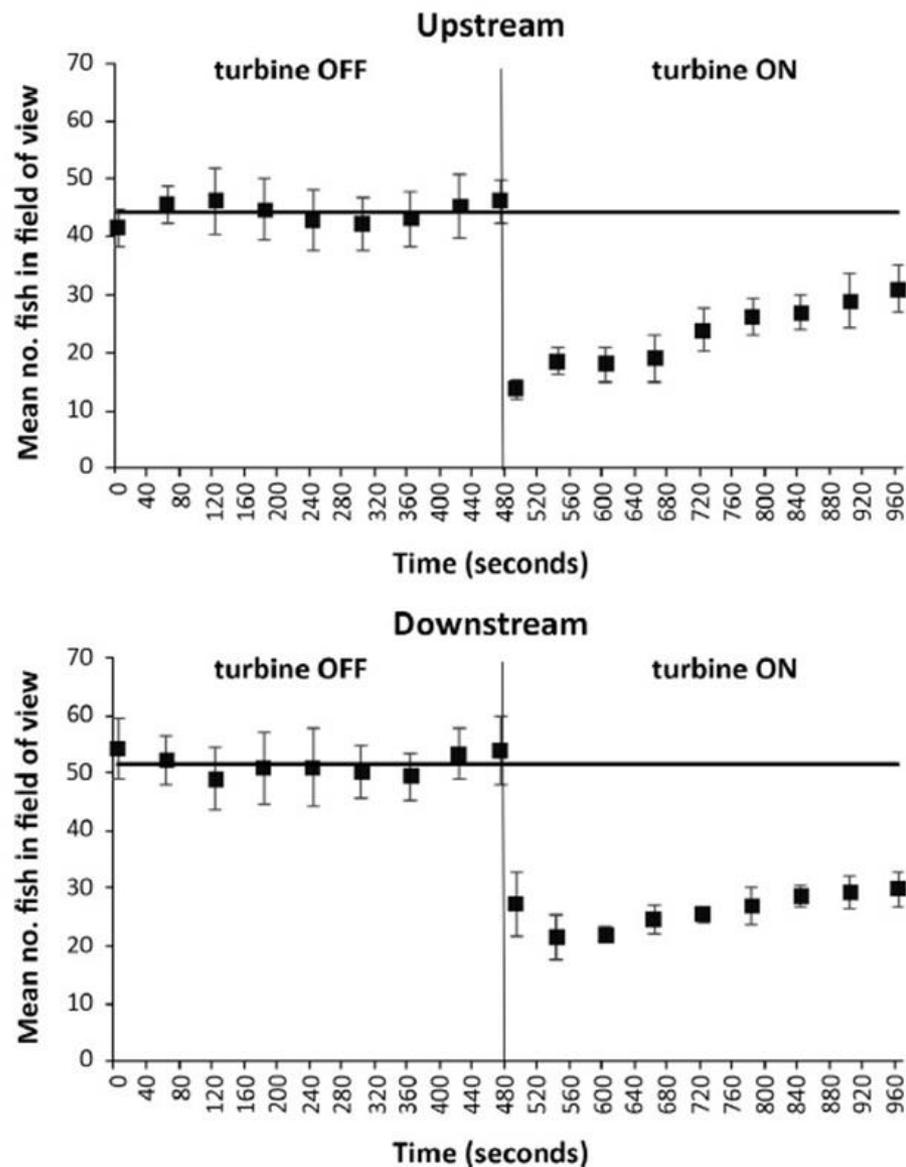


Fig. 6. Mean number of fish counted per field of view during five trials conducted up- and downstream of Flatford Mill in which the Archimedes screw turbine was OFF for 480 s (8 min) and then switched ON (vertical black line). Horizontal black line indicates overall mean number of fish present during OFF phase. Error bars denote 1 standard error.

## **Kruvitõstuk – kalade ohutus tõusval rändel**

Hollandis >3000, Belgias >150 pumbajaama poldritel (2008).

Uuringus 2 kruvipumpa  $Q \leq 14 \text{ m}^3/\text{s}$ , angerja ränne (Buysse, 2015).

Suurema tõusukruvi läbimisel angerjate maksimaalne suremus  $19 \pm 4\%$ , väiksema tõusukruvi puhul  $14 \pm 8\%$ .

Peamine probleem – hõõrdumine tõstukikruvi ja betoonrenni vahel.

Kruvitõstukite „kalasõbralikumaks ehitamine“ ei aidanud.

Tavalistes kalaliftides (kruvi trumliga jäigalt ühendatud, pöörlevad koos) märgitakse tavaliselt suremuse ja vigastuste puudumist (arendaja tellitud uuringud).

# Kruvikalapääs Urli jõel Pilsingis (Austria)



## Kruvikalapääs Urli jõel Pilsingis (Austria)

	<b>Kruviturbiin</b>	<b>Kruvikalatõstuk</b>
Veetasemete vahe	3,6 m	3,6 m
Toru diameeter	2,9 m	1,2 m
Konstruksioon	avatud toru	suletud toru
Maksimaalne vooluhulk	3,2 m <sup>3</sup> /s	0,01 m <sup>3</sup> /s
Basseini maht	?	0,10 m <sup>3</sup> /s
Pöörlemiskiirus	22 p/min	6 p/min
Elektrivõimsus	86 kW	?
Aastane tootmismah	400 000 kWh	-
Maksimaalne kala suurus		90 cm taimen

Pardkala piirkond, kus juhtliikideks on turb, pardkala, harilik kõhrsuu ja tippviidikas. Kokku eeldatakse 28 tüübiomase kalaliigi esinemist.

# Kruvikalapääs Urli jõel Pilsingis (Austria)

Jrk nr	Liik/takson	Ladina keelne nimi	2014. a is arv	2015. a is arv	Kokku	
					is arv	is arv/ööp
1	Tippviidikas	<i>Alburnus bipunctatus</i>	94	250	344	3,31
2	Turb	<i>Leuciscus cephalus</i>	160	20	180	1,73
3	Rünt	<i>Gobio gobio</i>	24	77	101	0,97
4	Pardkala	<i>Barbus barbus</i>	52	19	71	0,68
5	Völdas	<i>Cottus gobio</i>	2	51	53	0,51
6	Trulling	<i>Barbatula barbatula</i>	3	29	32	0,31
7	Jõeforell	<i>Salmo trutta m fario</i>	11	10	21	0,20
8	Vikerforell	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	4	16	20	0,19
9	Teib	<i>Leuciscus leuciscus</i>	14		14	0,13
10	Ahven	<i>Perca fluviatilis</i>	1	4	5	0,05
11	Harilik kõhrsuu	<i>Chondrostoma nasus</i>	5		5	0,05
12	Viidikas	<i>Alburnus alburnus</i>	4		4	0,04
13	Särg	<i>Rutilus rutilus</i>	2	2	4	0,04
14	Haug	<i>Esox lucius</i>	2		2	0,02
15	Lepamaim	<i>Phoxinus phoxinus</i>	1	1	2	0,02
16	Harjus	<i>Thymallus thymallus</i>	1		1	0,01
17	Ameerika paalia	<i>Salvelinus fontinalis</i>		1	1	0,01
18	Mõrukas*	<i>Rhodeus sericeus</i>		1	1	0,01
19	Roosärg	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		1	1	0,01
	Kokku		380	482	862	8,29

Jrk nr	Liik/takson	Ladina keelne nimi	2014. a is arv	2015. a is arv	Kokku	
					is arv	is arv/ööp
1	Tippviidikas	<i>Alburnus bipunctatus</i>	94	250	344	3,25
2	Turb	<i>Leuciscus cephalus</i>	160	20	180	1,70
3	Rünt	<i>Gobio gobio</i>	24	77	101	0,95
4	Pardkala	<i>Barbus barbus</i>	52	19	71	0,67
5	Völdas	<i>Cottus gobio</i>	2	51	53	0,50
6	Trulling	<i>Barbatula barbatula</i>	3	29	32	0,30
7	Jõeforell	<i>Salmo trutta m fario</i>	11	10	21	0,20
8	Vikerforell	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	4	16	20	0,19
9	Teib	<i>Leuciscus leuciscus</i>	14		14	0,13
10	Ahven	<i>Perca fluviatilis</i>	1	4	5	0,05
11	Harilik kõhrsuu	<i>Chondrostoma nasus</i>	5		5	0,05
12	Viidikas	<i>Alburnus alburnus</i>	4		4	0,04
13	Särg	<i>Rutilus rutilus</i>	2	2	4	0,04
14	Haug	<i>Esox lucius</i>	2		2	0,02
15	Lepamaim	<i>Phoxinus phoxinus</i>	1	1	2	0,02
16	Harjus	<i>Thymallus thymallus</i>	1		1	0,01
17	Ameerika paalia	<i>Salvelinus fontinalis</i>		1	1	0,01
18	Mõrukas	<i>Rhodeus sericeus</i>		1	1	0,01
19	Roosärg	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		1	1	0,01
	Luts	<i>Lota lota</i>				
	Ojasilm	<i>Lampetra planeri</i>				
	Doonau taimen	<i>Huho huho</i>				
	Lõunateib	<i>Telestes souffia</i>				
	Valgeuim-roomarünt	<i>Romanogobio albipinnatus</i>				
	Mudamaim	<i>Leucaspius delineatus</i>				
	Tõugjas	<i>Aspius aspius</i>				
	Vimb	<i>Vimba vimba</i>				
	Hink	<i>Cobitis taenia</i>				
	Kuldhink	<i>Sabanejewia sp</i>				
	Harilik süstikahven	<i>Zingel zingel</i>				
	Kokku		380	482	862	8,13

juhtlik

tüüpiline kaasnev liik

harvem esinev kaasnev liik

# Pilsingi kruvikalapääsu võrdlus Atzenhoferi looduslähedase kalapääsuga



# Pilsingi kruvikalapääsu 3 katset 5 Doonau taimeniga (54-78 cm): 2...4 päeva jooksul tõusid kõik 5 isendit ülavette



Abb. 10: Aufgestiegene Huchen 13.12.2014



Abb. 11: Aufgestiegener Huchen 16.12



Abb. 12: Einsetzen des Huchens mit 76cm in den Unterwasserkanal am 23.6.



Abb. 13: Dokumentation in der Reuse am 1.7.2015

**Ratsch ja Jung (2017)** kokkuvõttev uuring, mis käsitleb Baieris ja Austrias paigaldatud 28 kruvikalapääsu.

5 kruvikalapääsu toimimist oli uuritud

2 kruvikalapääsu juures olid uuringud parajasti käimas

11 kruvikalapääsu juures oli uuringute läbiviimist peetud vajalikuks

**Tabelle 5: Bewertungsergebnis der finalisierten Erfolgskontrollen.** Die Bewertungen nach WOSCHITZ et al. (2003) wurden von den jeweiligen Berichten der durchführenden Autoren übernommen. n.b. .. nicht bewertbar (Daten nicht verfügbar); - MSW kommen nicht vor

Bsp.	Fluss / Anlage	FAS Typ	Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2003)				Bewertung nach WOSCHITZ et al. (2017)
			Qualitativ	Quantitativ KSW	Quan.-MSW	Gesamt	
1b	Jessnitz KW Jessnitz	HC	1	1	-	1	1
2	Sulm KW Retznei	HC	2	2	3	2	n.b.
3	Url KW Pilsing	Re./Str.	1	1	1*	1	2-3
4	Raab KW Lugitsch	Re./Str.	2	2	2*	2*	4**
5	Sulm Mantrachmühle	Re./Str.	2	2*	2*	2*	3

\* Bewertungen optimistisch oder nicht nachvollziehbar

\*\* wahrscheinlich aufgrund der zu kurzen Monitoringdauer zu ungünstig

# Ratsch ja Jung (2017) järelused 5 uuritud kruvikalapääsu põhjal

**Tabelle 9: In Österreich vorkommende Fisch- u. Neunaugenarten der Anhänge der FFH-Richtlinie; Vorkommen im Unterwasser zumindest einer untersuchten Anlage: Funktionsnachweis durch Aufstieg an zumindest einer Anlage mit Vorkommen im Unterwasser. Juv .. juvenile; Ad .. adulte.**

Wissenschaftl. Name	Deutscher Name	Vorkommen im Unterwasser untersuchter Anlagen	Funktionsnachweis		
			Freiwilliger Aufstieg FAS	Typ Strasser	Typ Hydroconnect
<i>Eudontomyzon mariae</i>	Ukrain. Bachneunauge	ja	ad	--	-
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	nein	-	-	-
<i>Acipenser ruthenus</i>	Sterlet	nein	-	-	-
<i>Hucho hucho</i>	Huchen	ja	(nein)*	(ja)*	(nein)*
<i>Coregonus cf. lavaretus</i>	Renke	nein	-	-	-
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	ja	juv/ad	(ja)	ja
<i>Umbra krameri</i>	Hundsfisch	nein	-	-	-
<i>Aspius aspius</i>	Schied	ja	-	-	(nein)
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	ja	juv/ad	ja	ja
<i>Barbus balcanicus</i>	Semling	ja	-	(ja)	(nein)
<i>Alburnus mento</i>	Seelaube	nein	-	-	-
<i>Romanogobio vladykovi</i>	Weißflossengründling	ja	(juv) ad	-	ja
<i>Romanogobio kesslerii</i>	Kessler-Gründling	ja	ad	-	ja
<i>Romanogobio uranoscopus</i>	Steingreßling	ja	(nein)	-	(nein)
<i>Romanogobio sp. nov</i>	Smaragdgressling	nein	-	-	-
<i>Telestes souffia</i>	Strömer	ja	ad	-	(nein)
<i>Pelecus cultratus</i>	Sichling	nein	-	-	-
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	ja	ad	(ja)	(nein)
<i>Rutilus meidingeri</i>	Perlfisch	nein	-	-	-
<i>Rutilus virgo</i>	Frauennerfling	ja	juv/ad	-	ja
<i>Sabanejewia balcanica</i>	Balkan-Goldsteinbeißer	ja	-	ja	-
<i>Cobitis elongatoides</i>	Donau-Steinbeißer	ja	ad	ja	-
<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	nein	-	-	-
<i>Gymnocephalus baloni</i>	Donaukaulbarsch	nein	-	-	-
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	Schrätzer	nein	-	-	-
<i>Zingel streber</i>	Streber	ja	(ad)	-	(ja)
<i>Zingel zingel</i>	Zingel	ja	(juv)	-	(ja)
<i>Cottus gobio</i>	Koppe	ja	ad	ja	ja

(nein): kein Nachweis, aber im UW nur selten

(ja): Aufstieg nur Einzelnachweis

\* exkl. Einsatzversuche

## Järeldused:

- 1) Kui elektritootmine on vajalik, siis kruviturbiin on parem lahendus kui Kaplani või Francise turbiinid (ohutum allarändel)
- 2) Kui elektritootmine pole eesmärk omaette, leiab alati oluliselt paremaid lahendusi kalade allarändeks
- 3) Kruvitõstuki ainus eelis looduslähedaste kalapääsude ees on väiksem ruumivajadus ja paremad võimalused hüdroenergia kasutamiseks (säästab vett turbiini jaoks)
- 4) Eesti kaladest võib kruvitõstuk (Austria-Baieri uuringute põhjal) sobida tippviidikale, turvale, ründile, harjusele, võldasele ja trullingule. Teiste kalade kohta järeldusi teha ei saa
- 5) Suured kalad on seni kruvitõstukit läbinud harva. Intensiivse kalade rändega jõgedel pole kruvitõstukeid kasutatud/uuritud
- 6) Kalade tegelik liikumine oleks tõenäoliselt 10...100 korda suurem kui seda võimaldab kruvikalapääs

# Auszüge des Endberichtes

## „Monitoring Fischaufstiegsschnecke Url, KW Pilsing“



*Verfasser:*

**IBGF**, Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei

**Mag. Christian Mitterlehner**

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für Gewässerökologie,  
Fischerei und Fischereischäden

Wiener Straße 19 • 3350 Haag • Österreich

Tel. & Fax +43(0)7434/44584 • Mobil +43(0)676/88 591 221

E-Mail: [office@gewaesseroekologie.at](mailto:office@gewaesseroekologie.at) • Web: [www.gewaesseroekologie.at](http://www.gewaesseroekologie.at)

## 1. EINLEITUNG

Die Firma SGW (Strasser & Gruber Ges.m.b.H.) baute in Pilsing, am Unterlauf der Url, eine Kleinwasserkraftanlage kombiniert mit einer Fischaufstiegsschnecke, zur Herstellung der Durchgängigkeit gemäß NGP.

Im Zuge der Sanierung der Wehranlage, wurde das bestehende Ausleitungskraftwerk im Jahr 2014 in ein Laufkraftwerk umgebaut und der Werkskanal aufgelassen. Zur Stromgewinnung wurde im Bereich der Wehranlage eine Wasserkraftschnecke eingebaut und im Rahmen eines wasserwirtschaftlichen Versuchs eine Fischaufstiegsschnecke errichtet (AMW2-WA-04326/002).

Zur Bewertung der Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegsschnecke wurde durch ein umfassendes Monitoringprogramm unter anderem der freiwillige Aufstieg von Fischen in der Zeit zwischen dem 27.09. und 4.11.2014 (Herbstmonitoring) und zwischen dem 12.04. und 17.06.2015 (Frühjahrsmonitoring) untersucht. Die Kontrolle des Fischaufstieges erfolgte mittels einer im Oberwasser eingebauten Reuse. Zeitgleich wurde ein oberhalb gelegener Beckenpass mit überprüft. Im Vorfeld des Herbst- und Frühjahrsmonitorings wurde die Unterwasserstrecke quantitativ elektrisch befishet und der fischökologische Zustand berechnet, um das Migrationspotential beurteilen zu können.

Ein weiterer Teil des Monitoringprogrammes war ein Feldversuch mit Huchen. Zwischen dem 12. bis 16.12.2014, dem 21.04. bis 25.04.2015, sowie dem 23.06. bis 1.07.2015 wurden insgesamt fünf Huchen in den Unterwasserkanal der Fischaufstiegsschnecke besetzt, um die Anlage auf die größtenbestimmende Fischart zu testen.

Neben dem Fischaufstieg ist auch der Fischabstieg es-

senziell für die ökologische Funktionsfähigkeit einer Fischwanderhilfe. Ein verletzungsfreier und leicht auffindbarer Abstieg ist bis dato an üblichen Wasserkraftanlagen kaum möglich. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Monitorings des Kleinwasserkraftwerks Pilsing am 11. April 2015 ein Fischabstiegsversuch an der Wasserkraftschnecke durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet im Unterlauf der Url befindet sich in der Nähe von Amstetten, Niederösterreich, und wird der Fischregion Epipotamal mittel, Barbenregion zugeordnet. Die größtenbestimmende Fischart in diesem Abschnitt ist der Huchen mit 90cm Länge.

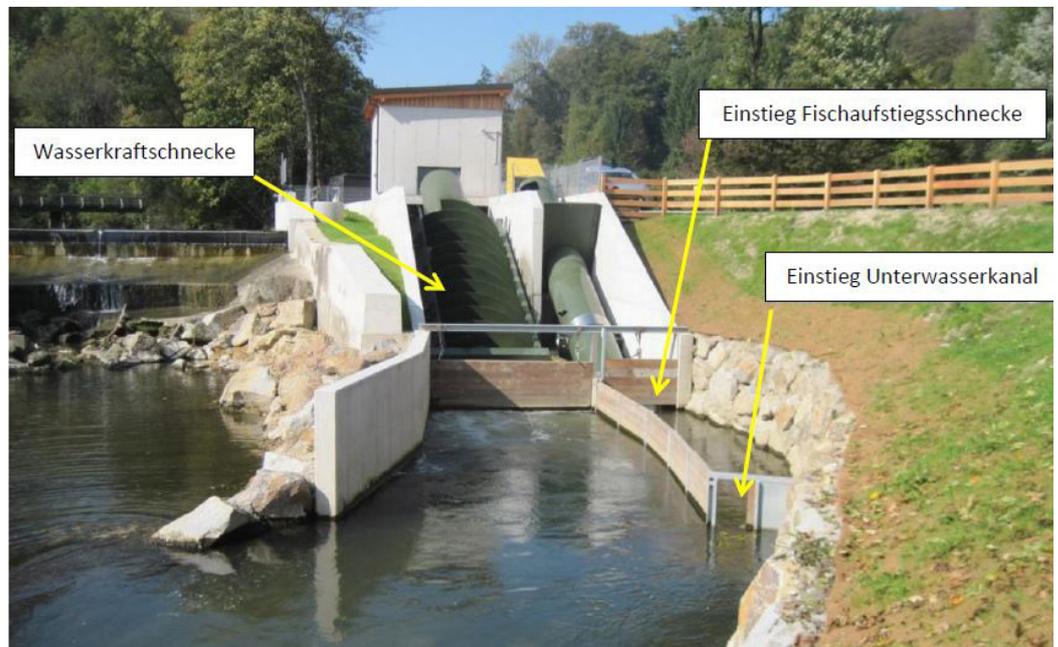


Abb. 1: Pilotprojekt Fischaufstiegsschnecke Url

Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegsschnecke wurden Reusenkontrollen und diverse Versuche im Rahmen des Monitoringprogrammes an der Kleinwasserkraftanlage in Pilsing durchgeführt. Zum Vergleich wurde auch der rund 1,9km oberhalb gelegenen Beckenpass bei der Wasserkraftanlage (WKA) Atzenhofer zeitgleich mittels Reusenkontrolle untersucht.

Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die flussab, nahe der Mündung zur Ybbs liegende FAH bei der WKA Datzberger, sowie der direkte Mündungsbereich der Url in die Ybbs aktuell nur beschränkt passierbar sind. Das Migrationspotential für den Standort Pilsing

ergibt sich somit nur aus der Strecke zwischen der WKA Datzberger bis zur WKA Pilsing mit einer Länge von rund 1,92km.

## **2. FISCHAUFSTIEGSSCHNECKE**

Bei der Fischaufstiegsschnecke System REHART/SGW wurden im Rahmen zahlreicher Überlegungen Funktionsweisen gängiger Fischaufstiegshilfen mit einer aufwärts drehenden Wasserschnecke kombiniert. Der unterwasserseitige Einstieg in den Unterwasserkanal erfolgt über einen sohlangebundenen Schlitz, dessen Breite sich gemäß der größenbestimmenden Fischart an den Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen orientiert (Vertical Slot). Wesentlich dabei ist die mittels mehrerer Parameter einstellbare Lockströmung im Schlitz, welche hinsichtlich Strömungsgeschwindigkeit, Dotationswassermenge, Mündungswinkel etc. eine optimale Auffindbarkeit gewährleisten muss. Die spezielle Konstruktion, Arbeitsschnecke und Fischaufstiegsschnecke sind getrennt, verursacht keinen Dotationswasserverlust und hat nur einen geringen Platzbedarf und erlaubt Fischen einen nahezu energiefreien Aufstieg.

Bei der Fischaufstiegsschnecke ist die Wendel fix mit dem Mantel verbunden, wodurch allfällige Verletzungsrisiken für Organismen ausgeschlossen werden können. Die Drehzahl der Schnecke ist bewusst niedrig und kann bei Bedarf feinjustiert werden.

Bei der Konstruktion einer Fischaufstiegsschnecke werden Fische über eine Leitströmung zum Einstiegskanal in Anlehnung an eine konventionelle FAH geleitet und in Folge über die Fischaufstiegsschnecke ohne eigene Kraftanstrengung ins Oberwasser transportiert.

Die wesentlichsten Punkte hinsichtlich Funktionsfähigkeit einer Fischaufstiegshilfe sind die Auffindbarkeit und der Einstieg.

Bei der Fischaufstiegsschnecke, System REHART/SGW, wird ein Teil des abgearbeiteten Wassers aus der Wasserkraftschnecke zur Fischaufstiegsschnecke geleitet. Die geplante Dotationswassermenge zum Erzielen einer geeigneten Lockströmung kann exakt eingestellt werden. Durch die Dotationswassermenge von 200 l/s entsteht

am Ende des Unterwasserkanals beim Einschwimm-schlitz (0,4x1m) eine Ausströmgeschwindigkeit von rund 0,5m/s. Gemäß Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (BMLFUW, 2012) liegen rheoaktive Mindestgeschwindigkeiten für Gewässer mit Großsalmoniden (Huchen) bei 0,3 m/s und 0,2 m/s für alle übrigen Gewässer, beziehungsweise Fischarten. Wesentlich ist, dass die Strömungsgeschwindigkeiten im Einstiegschlitz über jenen im Unterwasserkanal des Turbinenauslaufes liegen. Bei Niederwasser reduziert sich die Dotationswassermenge in der Fischaufstiegsschnecke. Da aber gleichzeitig der Turbinenstrom und die Fließgeschwindigkeit im Auslaufkanal zurückgehen, ist die Lockströmung beim Einlaufschlitz in den Unterwasserkanal der FAS trotzdem deutlich auffindbar.

Der oberwasserseitige Auslauf und Ausstieg aus der Fischaufstiegsschnecke erfolgt schonend über eine Öffnung am Ende der Wendel im Rohr der Fischaufstiegsschnecke, wo die Fische in einen Kanal in das Oberwasser entlassen werden. Dieser Kanal hat am oberen und unteren Ende eine Öffnung und wird entsprechend durchflossen. Somit ist auch im oberwasserseitigen Ausstieg eine Lockströmung vorhanden, wodurch die Fische in Anlehnung an den Vertical Slot wieder in das Hauptgerinne geleitet werden.

Bei der Anlage wurden bekannte und wichtige Anforderungen an eine Funktionsfähigkeit, wie die Sohlanbindung und eine entsprechende und gleichmäßige Lockströmung, sowie für die FAS eine geringe gleichmäßige Drehzahl, die konstante Förderung und die Vermeidung von Turbulenzen, Vibrationen und Schwingungen im Einstiegsbereich bei der Planung berücksichtigt.

## **3. FISCHAUFSTIEGSSCHNECKE - REUSENKONTROLLEN**

### **3.1 HERBST 2014**

Während des Monitorings vom 27.09. bis zum 4.11.2014 (39 Tage) und zusätzlich am 11.11.2014 (Einzeltag) sind

insgesamt 380 Fische freiwillig über die Fischeaufstiegsschnecke aufgestiegen und mittels Reusenfang dokumentiert worden. Weiteres wurden drei Signalkrebse (150mm) gefangen.

Während des Beobachtungszeitraums wurde der Aufstieg von insgesamt 16 verschiedenen Fischarten dokumentiert. Dabei wurden alle vier Leitarten und acht von neun Begleitarten nachgewiesen. Zudem sind drei seltene Begleitarten über die Fischeaufstiegsschnecke in das Oberwasser aufgestiegen.

In den folgenden Abbildungen werden Vertreter verschiedener über die FAS aufgewanderter Fischarten gezeigt.



Abb. 2: Fischeaufstiegsschnecke Barbe (adult)



Abb. 3: Fischeaufstiegsschnecke Barbe (juvenil)



Abb. 4: Fischeaufstiegsschnecke Laube



Abb. 5: Fischeaufstiegsschnecke Signalkrebs

### 3.2 FRÜHJAHR 2015

Im Laufe des Frühjahrsmonitorings vom 12.4. bis 17.6.2015 (67 Tage) sind insgesamt 482 Fische über die Fischaufstiegsschnecke aufgestiegen. Zusätzlich konnte ein Signalkrebs (150mm) nachgewiesen werden. Vom 21.05.2015 bis 30.05.2015 wurde das Monitoring durch ein Hochwasser beeinträchtigt. Die Fischaufstiegsschnecke musste deshalb am 25.05.2015 für 24 Stunden außer Betrieb genommen werden. Zwischen dem 14. bis 17.06.2015 war die laufende Beobachtung durch eine starke Gewässertrübung gestört. Während des Frühjahrs sind im Durchschnitt sieben Fische pro Tag aufgestiegen. An den 67 Kontrolltagen sind insgesamt 14 verschiedene Fischarten in der Reuse dokumentiert worden. Es konn-

ten dabei die Leitarten Aitel, Barbe und Schneider, sowie fünf von neun Begleitarten und vier von 15 seltenen Begleitarten nachgewiesen werden. In Tabelle 1 sind alle erfolgreich ins Oberwasser aufgestiegenen Fische dargestellt.



Abb. 6: Fischaufstiegsschnecke Barbe (adulte Rogner)



Abb. 7: Fischaufstiegsschnecke Koppe



Abb. 8: Fischaufstiegsschnecke Bachschmerle



Abb. 9: Fischaufstiegsschnecke Flussbarsch

Fischart		Anzahl	
		Herbst 2014	Frühjahr 2015
Aitel	Leuciscus cephalus	160	20
Äsche	Thymallus thymallus	1	
Bachforelle	Salmo trutta forma fario	11	10
Bachsaibling	Salvelinus fontinalis		1
Bachschmerle	Barbatula barbatula	3	29
Barbe	barbus barbus	52	19
Bitterling	Rhodeus sericeus		1
Elritze	Phoxinus phoxinus	1	1
Flussbarsch	Perca fluviatilis	1	4
Gründling	Gobio gobio	24	77
Hasel	Leuciscus leuciscus	14	
Hecht	Esox lucius	2	
Koppe	Cottus gobio	2	51
Laube	Alburnus alburnus	4	
Nase	Chondrostoma nasus	5	
Regenbogenforelle	Oncorhynchus mykiss	4	16
Rotaugen	Rutilus rutilus	2	2
Rotfeder	Scardinius erythrophthalmus		1
Schneider	Alburnus bipunctatus	94	250
<b>Gesamt</b>		<b>380</b>	<b>482</b>

Tab. 1: Anzahl der über die Fischeaufstiegsschnecke freiwillig aufgewanderten Fische, Herbst 2014 und Frühjahr 2015

### 3.3 HUCHENVERSUCH

Während der ersten Versuchsphase zwischen dem 12. und 16.12.2014 sind alle drei Huchen aus der Fischzucht Iglar mit Längen von 54, 62 und 65 cm erfolgreich aufgestiegen. Nach dem Aufstieg wurden an keinem Individuum äußerliche Verletzungen oder Beeinträchtigungen festgestellt.

Datum	Länge (mm)
12.12.2014	Nullfang
13.12.2014	620, 540
14.12.2014	650
15.12.2014	Nullfang
16.12.2014	540

Tab.2: Ergebnisse Aufstieg Huchenversuch, Dezember 2014

Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Fischeaufstiegsschnecke am Vormittag des 12.12.2014 stieg in den ersten

Stunden unter direkter Beobachtung kein Fisch auf, was darauf schließen lässt, dass keine Fluchtreaktion der Fische durch eventuelle suboptimale Bedingungen im Unterwasserkanal gegeben waren. Zusätzlich zu den Huchen wurden Futterfische (Regenbogenforellen) besetzt. Am Folgetag waren zwei Huchen 54 und 62cm aufgewandert und wurden in der Reuse dokumentiert. Dies lässt auf einen aktiven Aufstieg der beiden Huchen schließen. Die Wassertemperatur der Url lag zum Untersuchungszeitpunkt bei 4,8°C.

Am 14.12. ist der dritte Huchen mit einer Länge von 65 cm aufgewandert. Die Fische wurden nach dem Fang in der Reuse wieder in das Unterwasser zurückgesetzt. Am 15.12.2014 wurde kein Aufstieg dokumentiert, wobei am Folgetag der Huchen mit 54 cm ein zweites Mal aufgestiegen ist. In Folge wurde der erste Huchenversuch beendet.

Der zweite Aufstiegsversuch im Frühjahr wurde mit einem Wildfang- Huchen aus Mur mit einer Länge von 78 cm durchgeführt, welcher am 21.4. im Unterwasserkanal



Abb. 10: Aufgestiegene Huchen 13.12.2014



Abb. 11: Aufgestiegener Huchen 16.12.2014

besetzt und am 25.04.2015 nach vier Tagen aufgewandert ist und in der Reuse dokumentiert werden konnte. Die vier Tage bis zum erfolgreichen Aufstieg sind möglicherweise auf den längeren Transport des Huchens zurück zu führen. Andererseits befanden sich sichtbar Futterfische im Unterwasserkanal und durch die Verdunkelung im Einstiegsbereich der Fischaufstiegsschnecke fand sich ein entsprechend geschützter Unterstand. Nach dem erfolgreichen Aufstieg wurden ebenfalls keine Beeinträchtigungen oder Verletzungen am Huchen festgestellt. Der Huchen wurde anschließend wieder in die Mur zurückgebracht.

#### 4. FISCHABSTIEGSVERSUCH WASSERKRAFTSCHNECKE

Während der Versuchsphase am 11.04.2015 an der Wasserkraftschnecke sind zwischen 10:00 und 13:00 Uhr insgesamt 36 Regenbogenforellen abgestiegen. Bei keinem über die Wasserkraftschnecke in das Unterwasser abgewanderten Fischen wurden Verletzungen oder sonstige Beeinträchtigungen festgestellt.

Neun Regenbogenforellen wurden zur Beobachtung hinsichtlich eventueller Folgeschäden in die Reuse eingesetzt. Nach 24 Stunden wurden die Fische untersucht, wobei keine Beeinträchtigungen erkannt werden konnten.



Abb. 12: Einsetzen des Huchens mit 76cm in den Unterwasserkanal am 23.6.



Abb. 13: Dokumentation in der Reuse am 1.7.2015

	Fischart	Größe mm	Anzahl
1. Abfischung	Regenbogenforelle	300	7
		310	4
		330	1
		360	1
2. Abfischung	Regenbogenforelle	280	1
		290	2
		300	4
		310	11
		320	4
		330	1
		<b>Ø 313</b>	<b>35</b>

Tab.3: Ergebnisse Fischabstiegsversuch

ten. Aufgrund dieser Ergebnisse kann der verletzungs- freie Abstieg in der untersuchten Größenklasse (280mm – 360mm) der Fische angenommen werden. Dabei ist anzumerken, dass die oberwasserseitigen Schaufelkanten der Wasserkraftschnecke mit einer Gummilippe überzogen sind.

## 5. DISKUSSION

Gemäß aktuellem Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegs- hilfen (BMLFUW, 2012) ist die Funktionsfähigkeit einer Anlage gegeben, wenn eine Fischpassage für einen Groß- teil der wanderwilligen Individuen und Altersstadien (ab 1+) der Leitfischarten und typischen Begleitfisch- arten entsprechend der aktuellen gewässertypischen Leitbilder nach dem „Leitfaden zur Erhebung der biolo- gischen Qualitätselemente, Teil A1- Fische“ (Haunschmid et al. 2010) sichergestellt ist.

Die beiden Hauptfunktionskriterien einer FAH sind die „Auffindbarkeit“ und „Passierbarkeit“. Den Fischen muss ein entsprechend auffindbarer und durchwanderbarer Wanderkorridor um das Querbauwerk geboten werden, der eine möglichst stress-, verzögerungs- und verlet- zungsfreie flussauf gerichtete Passage an zumindest 300 Tagen im Jahr bei Wasserführungen zwischen  $Q_{330} - Q_{30}$  ermöglicht.

### 5.1 AUFFINDBARKEIT

Der Einstieg zur Fischaufstiegsschnecke erfolgt über einen Schlitz am unteren Ende des Ein- stiegskanals. Die Schlitzbreite orientiert sich an der größtenbestimmenden Fischart und hat gegenständig eine Breite von 0,40m bei einer Wassertiefe in Abhängigkeit der Wasserfüh- rung der Url von 0,84 bis 1,0m. Um eine ent- sprechende Lockströmung im Einstiegsschlitz zu erreichen, ist die Dotationswassermenge entscheidend. Die Dotation, beziehungswei- se die Lockströmung beim Einstiegsrohr, kann über mehrere Parameter eingestellt werden.

Während des Monitorings im Frühjahr 2015 wurde der Auslaufkanal bei der Wasserkraft- schnecke dreimal elektrisch abgefischt, um zu kontrollie- ren, ob Fische anstehen. Bei allen drei Terminen wurden jeweils maximal 2 Fische (Schneider, Gründling) nachge- wiesen, wodurch eine gute Auffindbarkeit bestätigt wer- den konnte.

Gemäß erhobener abiotischer Parameter und verglei- chenden Befischungsergebnissen des Auslaufkanals bei der Wasserkraftschnecke hinsichtlich Akkumulation von Fischen ist von einer zumindest gleichwertigen Auffind- barkeit des Einstieges in die Fischaufstiegsschnecke, wie bei bereits genehmigten Anlagen gemäß Stand der Tech- nik, auszugehen.

### 5.2 PASSIERBARKEIT FISCH- AUFSTIEGSSCHNECKE

Bei den Fischbestandserhebungen im Herbst 2014 und Frühjahr 2015 konnten insgesamt 15 Fischarten gemäß Fischleitbild nachgewiesen werden. Im Zuge des Moni- torings an der Fischaufstiegsschnecke wurden 18 Arten dokumentiert, darunter alle vier Leitarten und 8 von 9 typischen Begleitarten, sowie 6 seltene Begleitarten. Die typische Begleitart Aalrutte ist in der Url nicht vertreten. Das Rotauge und die Rotfeder konnten nur im Zuge der Reusenkontrollen belegt werden, die Äsche nur in der FAS Strasser. Zwei Steinbeißer wurden im Zuge der Dota- tionsversuche im Juli 2015 in der Reuse bei der FAS Stras- ser nachgewiesen.

Während des Monitorings vom 27.09. bis 4.11.2014 und 12.04. bis 17.06.2015 sind an 104 Tagen insgesamt 864 Fische über die Fischaufstiegsschnecke aufgewandert. Über den Beckenpass Atzenhofer waren es im Vergleichszeitraum während 97 Tagen an denen die Reuse im Einsatz war, insgesamt 173 Fische, wobei anzumerken ist, dass bedingt durch die hier eingesetzte Reuse mit einer horizontalen Stabweite von 10mm kleine Individuen unterrepräsentiert sind

### 5.3 VERLETZUNGEN

Insgesamt sind im Zuge des Monitorings der Fischaufstiegsschnecke und der darauf folgenden Dotationsversuche 1.771 Fische aufgestiegen. Dabei wurden keinerlei Verletzungen an den Fischen festgestellt, welche auf den Fischaufstieg zurückzuführen wären. Die in der Reuse gefangenen Fische befanden sich in jeder Größenklasse und Art in guter Kondition.

In der Fischaufstiegsschnecke kommt es durch in der Spindel offene Becken zu keinen unterschiedlichen Druckverhältnissen, womit diesbezügliche Schädigungen an Fischen ausgeschlossen werden können. Ebenso zeigten sich bei allen Fischen, welche sich maximal einen Tag in der Reuse befanden, keinerlei Folgeschäden.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Während des Monitorings der Fischaufstiegsschnecke beim KW Pilsing an der Url sind vom 27.09. bis 4.11.2014 und 12.04. bis 17.06.2015 an 104 Tagen insgesamt 864 Fische aufgestiegen. Im Vergleichszeitraum sind über den oberhalb gelegenen Beckenpass Atzenhofer während 97 Tagen an denen die Reuse im Einsatz war, insgesamt 173 Fische aufgewandert, wobei kleine Fische bedingt durch die horizontale Stabweite der Reuse von 10mm unterrepräsentiert waren.

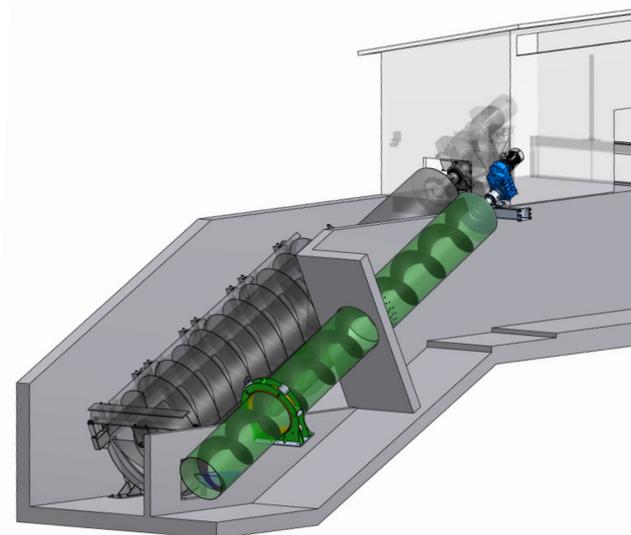
Während der Dotationsversuche bei der Fischaufstiegsschnecke zwischen dem 27.6. bis 26.7.2015 wurde der Aufstieg weiterer 1.160 Individuen dokumentiert, womit in Summe während des gesamten Untersuchungszeit-

raumes 2014/15 insgesamt 1.952 Fische über die Fischaufstiegsschnecke an 134 Tagen aufgewandert sind. Dabei zeigte sich, dass die Fischaufstiegsschnecke auch bei Abflüssen außerhalb von  $Q_{330}$  beziehungsweise  $Q_{30}$  funktionsfähig war.

Im Zuge der Fischbestandserhebungen des Unterwassers im Herbst 2014 und Frühjahr 2015 konnten insgesamt 15 Fischarten gemäß Fischleitbild nachgewiesen werden. Im Rahmen des Monitorings an der Fischaufstiegsschnecke wurden 18 Arten dokumentiert, darunter alle vier Leitarten und 8 von 9 typischen Begleitarten, sowie 6 seltene Begleitarten. Die typische Begleitart Aalrutte ist in der Url aktuell nicht vertreten.

Hinsichtlich qualitativer als auch quantitativer Funktionsfähigkeit für Kurz- und Mittelstreckenwanderer zeigt sich eine volle Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegsschnecke. Allen Arten und Entwicklungsstadien, beziehungsweise allen oder fast allen aufstiegswilligen Individuen häufiger Arten ist der Aufstieg möglich.

Im Zuge des Feldversuches mit der größtenbestimmenden Fischart Huchen konnte der erfolgreiche Aufstieg von allen, insgesamt fünf eingesetzten Huchen in der Länge zwischen 54cm und 78cm nachgewiesen werden. Alle Fische waren verletzungsfrei und zeigten auch am Ende der Versuchsreihe eine gute Kondition. ■



Weitere Informationen zur Rehart Fischaufstiegsschnecke - FAS finden Sie auf der **REHARTPOWER** Homepage [www.rehart-power.de](http://www.rehart-power.de) in den Bereichen „Baureihen“ und „Referenzen“.

**IBGF, Ingenieurbüro für Gewässerökologie und Fischerei**

**Mag. Christian Mitterlehner**

Veekogude ökoloogia, kalanduse ja kalanduskahjude  
üldiselt vannutatud ja kohtu poolt heaks kiidetud ekspert

A - 3350 Stadt Haag, Wiener Straße 19

Mobiil 0660/70 160 72, tel ja faks 07434/44584

E-post [office@gewaesseroekologie.at](mailto:office@gewaesseroekologie.at)

Veeb: [www.gewaesseroekologie.at](http://www.gewaesseroekologie.at)



**Märkus: tegemist on inglise ja saksa keelse dokumendi tõlkega, mida on omakorda toimetatud keeleliselt, peale tõlkeprotsessi.**

## **Kalapääsude rajamine Austrias, tehnoloogilised lahendused ja uuenduslikud kruvikalapääsud ning toimivuse hindamine Saesaare paisul Eestis.**

IBGF Mitterlehner, Wiener Str. 19, 3350 Haag; [www.gewaesseroekologie.at](http://www.gewaesseroekologie.at)

### **Ülevaade**

Alam-Austria pardkalapiirkonnas asuval väikesel Urli jõel ( $Q = 3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) katsetati esimest korda kalade rändel uuenduslikku kruvikalapääsu (REHART/Strasser). 2014. a sügisel ja 2015. a kevadel toimunud monitoorimise ajal läbis kalapääsu 862 kala 104 päeva jooksul. Kalade pikkus oli vahemikus 3 kuni 63 cm. 2015. a suvel toimunud täiendaval seirel dokumenteeriti 4039 isendit. Tõendati kõigi peamiste kalaliikide ja nendega kaasnevate liikide olemasolu. Kokku dokumenteeriti kruvikalatõstuki läbimine 18 liigi poolt (elektrilise kalapüügi käigus tuvastati 15 liiki). Välikatse käigus läbis kruvikalapääsu ka 78 cm pikkune Doonau taimen (*Hucho hucho*). Kruvikalatõstuki efektiivsust suudeti tõestada nii kalade kvantitatiivse kui ka kvalitatiivse vaba ja ohutu läbipääsu osas.

Kruvikalatõstuk koos Arhimedese kruviturbiiniga on praegu mõistlikum tehniline lahendus, millega saavutatakse tõkestusrajatiste läbimine jõgedes nii kalade üles- kui ka allavoolu rändamisel.

Urli jõel Pilsingis jälgitud süsteemi edu põhjal võib süsteemi toimimist eeldada ka Saesaare paisul Eestis.

## 1. Sissejuhatus

Alates EL-i veepoliitika raamdirektiivi (EU-WRR) jõustumisest ja selle rakendamisest riiklikus veekogude majanduskavas (NGP I) ehitati Austrias ajavahemikus 2009 kuni 2015 kaladele läbitavaks umbes 1000 tõkestusrajatist (BMLFUW, 2015). Enne seda töötati kogemuspõhiste väärtuste põhjal välja juhend kalapääsude rajamiseks (BMLFUW, 2012).

Seoses viimastelt aastatel toimunud arengutega, eelkõige ka Austrias edukalt katsetatud kruvikalapääsudega REHART/Strasser (Mitterlehner *et al.*, 2015; Parthl 2016), teatas ministerium selle kui tehnoloogilise lahenduse lisamisest uude kalapääsude rajamise juhendisse (BMLFUW, 2017).

## 2. Kruvikalatõstuk

REHART GmbH koostöös eri valdkondade spetsialistiga on toimivate kruvikalatõstukite rajamisega kogunud arvukalt kogemusi ja teadmisi ning parendanud tehnoloogilist lahendust. 2014. aastal kiideti Austrias esimest korda heaks kruvikalatõstukina lahendatud kruvikalapääs (REHART/Strasser), koos edasiste seiresuunistega.

Urli jõel paikneva hüdrotehnilised lahenduse seireuringud toimusid 2014/15. aastal. Pilsingu pilootprojekt on saanud veekasutusloa ja toimivuse heakskiidu. Tänu pilootprojekti edule on Austrias ja Saksmaal rajatud ka uusi kruvikalapääse. Alljärgnevalt kirjeldatakse üksikasjalikult Alam-Austrias Urli jõel Pilsingi paikneva kruvikalapääsu monitoorimise tulemusi.

### Kruvikalapääs Amstetteni lähedal Pilsingis

Kalapääsude ehitamise käigus ehitati Pilsingi alamjooksul asunud derivatsioonijaam 2014. aastal ümber kruvikalapääsuks ning suleti saeraami derivatsioonikanal. Elektri tootmiseks paigaldati kruviturbiin. Pilootprojekti käigus rajati kalade tõstmiseks esimest korda REHART/Strasser kruvikalapääs. Toimivuskontroll toimus eelnevalt ametkondadega kokku lepitud vaatlusprogrammi alusel ja lahenduse mittetoimimise korral tulnuks see lammutada ja asendada looduslähedase kalapääsuga. Lisaks kruvikalatõstuki uurimisele uuriti samal ajal ka ülesvoolu asuvat tõkestusrajatist, kus asus looduslähedane kalapääs.

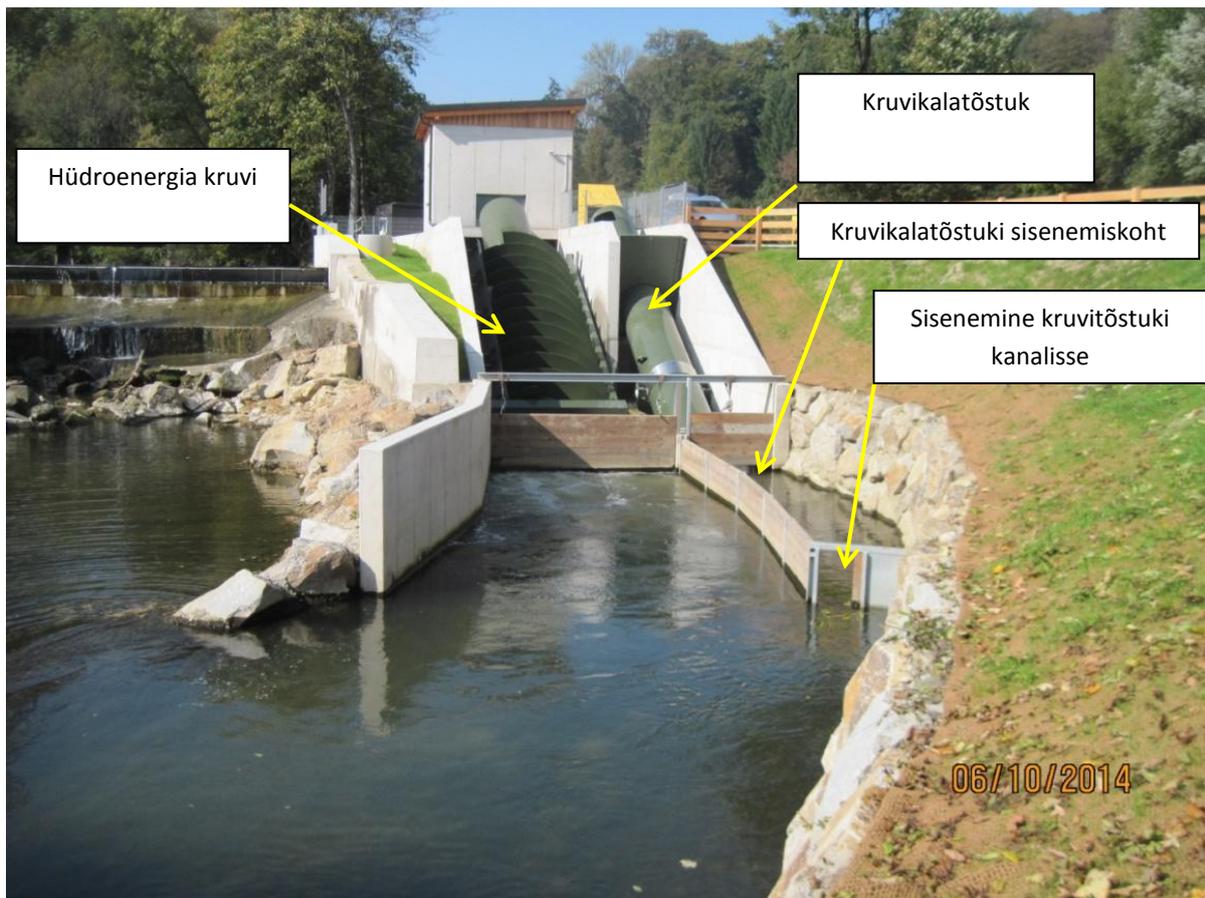
Seoses võimaliku suurima kalaliigiga (Doonau taimen, pikkus kuni 90 cm) korraldati ka välikatsed, samuti uuriti teiste kalade allavoolu liikumist kruvikalatõstukis.

### Kruvikalatõstuk

Kruvikalapääsu süsteemi REHART/Strasser juures uuriti paljudest kaalutlustest tulenevalt ettevõtte Strasser & Gruber Wasserkraft juures ülespoole keriva veekruvi ja levinumate kalatõstukite toimimist. Paisu alumise bjeffi poolelt toimub veelustiku sisenemine kanalisse, selle ees oleva pilu kaudu, mille laius on valitud kooskõlas kalatõstukite ehitamise juhendiga, lähtudes 90 cm pikkuse

Doonau taimeni suurusel (*vertical slot*). Selle juures on oluline mitmete parameetrite abil reguleeritav lüüsvool pilus, mis peab voolukiiruse, peibutusvooluhulga koguse, suubumisnurka jne poolest tagama optimaalse leitavuse. Erikonstruktsioon, hüdroenergia kruvi ja kruvikalatõstuk on lahutatud, mistõttu ei teki peibutusvoolu kadu ning ruumivajadus on väga väike.

Kruvikalatõstuki puhul juhitakse kalad juhtvoolu kaudu sisenemiskanalisse, kasutades traditsioonilist kalapääsulahendust, ning transporditakse seejärel kruvikalatõstuki kaudu ilma kala oma jõudu kasutamata ülavette (joonis 1).



**Joonis 1.** Hüdroenergiakruvi ja eraldi kruvikalatõstukiga Pilsingi hüdroelektrijaam Urli jõel.

Kruvikalatõstukil on kruvi statsionaarselt ümbrisega ühendatud, mistõttu on välistatud organismide igasuguse vigastamise oht. Kruvi pöörlemiskiirus on ühtlane ja madal (kuus pööret minutis) ning seda saab vajadusel täpsemalt reguleerida. Kruvikalatõstuki maksimaalne joonkiirus on alla 0,5 m/s, et see kalasid eemale ei peletaks.

**Tabel 1.** Pilsingi hüdroenergiakruvi ja kruvikalatõstuki üldandmed.

Hüdroenergiakruvi		Kruvikalatõstuk	
Langemiskõrgus	3,6 m	Läbimõõt	120 cm
Projektläbivool	3,2 m <sup>3</sup> /s	Basseini maht	u 100 l
Nominaalne pöörlemiskiirus	22 p/min	Nominaalne pöörlemiskiirus	6 p/min
Elektrivõimsus	86 kW	Joonkiirus	< 0,5 m/s
Aastane tootmismah	400 000 kWh		



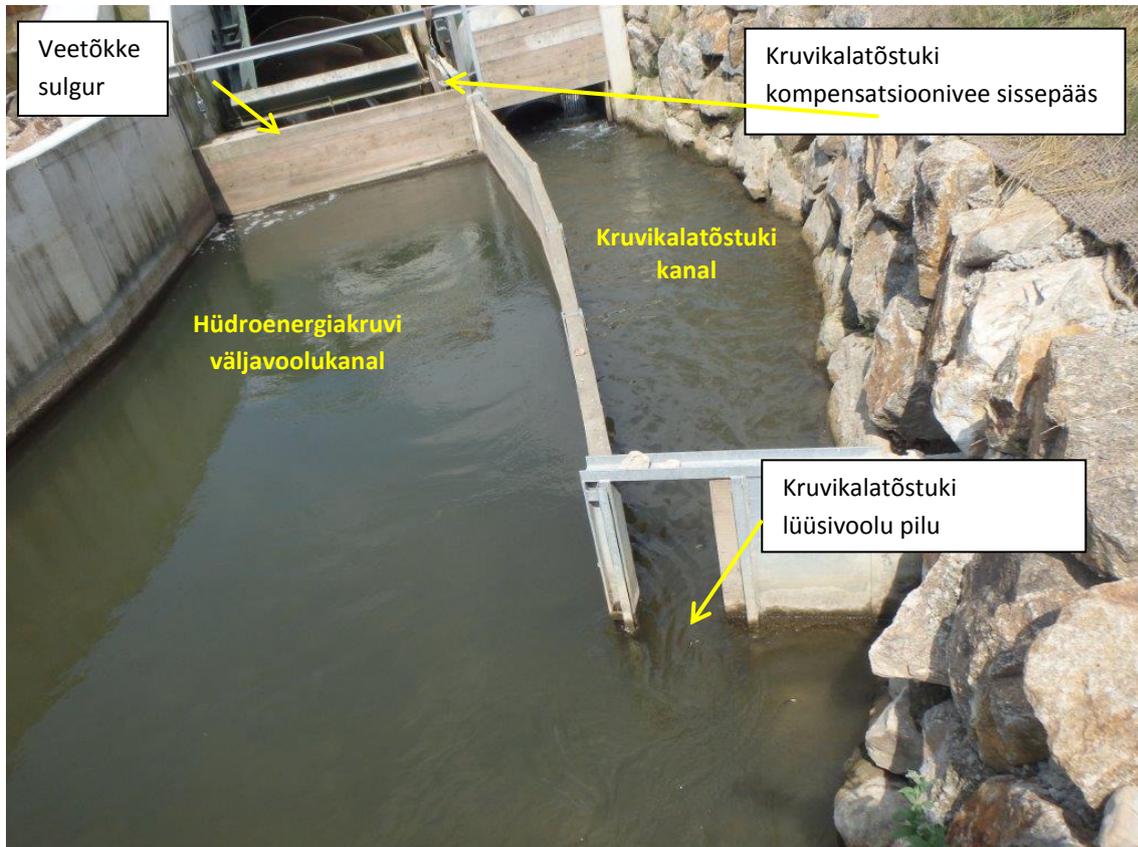
**Joonised 2 ja 3.** Kompensatsioonivee värav kalatõstuki taga (vasakul) ja paisu alumises bjeffis sissepääs kalatõstukisse (paremal).

Kalatõstuki toimivuse olulisemad punktid on leitavus ja läbitavus, objektiivselt vaatepunktist ka sisenemine kruvikalatõstukisse.

Kruvikalapääsu süsteemi REHART/Strasser puhul juhitakse osa hüdroenergia kruvi läbinud veest sissepääsu ehk kompensatsioonivee värava kaudu otse kruvikalatõstuki taha. Selle liigutatava värava kaudu saab peibutusvee kogust, millega saavutatakse lüüsis sobiv vool, täpselt reguleerida (joonis 2). Kui värav on seatud 45° nurga alla, voolab täisvee korral umbes 200 l vett kruvikalatõstuki alla/kõrvale. Varvad takistavad kalade sattumist sisenemistoru taha (joonis 3). Kruvikalatõstuki sisenemistoru vahetus lähipiirkonnas tehtud mõõtmine näitas Urli jõe 1,08 m<sup>3</sup>/s vooluhulga juures 0,18 kuni 0,55 m/s voolukiirust.

Kompensatsioonivee mahuga 200 l/s tekib paisu alumise bjeffi ja ülesvoolupääsu võimaldava kanali lõpus sisenemispilu (0,4 × 1 m) juures 0,5 m/s väljavoolukiirus. Vastavalt kalatõstukite ehitamise juhendile (BMLFUW, 2012) on suurte lõhelistega (Doonau taimen) veekogude reoaktiivne minimaalne kiirus 0,3 m/s. Oluline on, et voolukiirus sisenemispilus oleks suurem kui elektrit tootva turbiini väljalaske voolukiirus. Veetõkkesulguri abil, mis asub põhiasendis 0,4 m sügavusel paiknevana hüdroenergiakruvi väljavoolu järel, rahustatakse vee äravoolu hüdroenergia kruvi väljavoolukanalis. Veetõkkesulguri sukeldussügavuse suurendamisel tõuseb läbivool kruvikalatõstuki sisselaske ehk

kompensatsiooniveevärava juures, mis loob veel ühe võimaluse optimaalse lüüsvoolu reguleerimiseks (joonis 4).



**Joonis 4.** Sisenemispilu kruvikalatõstuki kanalisse ja muud rajatised.

Madalvee korral väheneb peibutusvoolu hulk kruvikalapääsus. Kuna samal ajal väheneb väljavoolukanalis turbiinivool ja voolukiirus, on lüüsvool kruvikalatõstuki alumise bjeffi kanali sissevoolupilu juures siiski selgelt leitav. Madalaima veetaseme ja turbiini väljalülitumise korral saab toru kaudu juhtida ülaveetasemelt umbes 50 l/s lisaks kruvikalatõstuki torusisselaskesse, et tekitada sobiv lüüsvool. Lisaks voolab kruvi erikonstruktsiooni tõttu kruvikalatõstuki kruvi sisemusest pidevalt välja 10 l/s (sisetoru kompensatsioon).

Selleks et võimaldada tõstuki kasutamist ka väheujuvate või põhjas elutsevate liikide poolt, töötati välja spetsiaalne taldühendus, mis tagab tänu koonusele pideva ülemineku sissejooksu alussubstraadist kruvikalatõstuki torusse.

Kruvikalatõstuki väljavool ja väljumisava kõrgemal veetasemel toimub säästvalt kruvikalatõstuki torus oleva kruvi otsas paikneva ava kaudu, kus kalad lastakse kõrgemas veetasemes ehk paisu ülemises bjeffis olevasse kanalisse. Sellel kanalil on ülemises ja alumises otsas ava ja kanal toimub vastav läbivool. Sellega on olemas ka kõrgema veetaseme väljalaskes lüüsvool, mis võimaldab juhtida kalad vertikaalse pilu kaudu põhikanalisse.

## Url

Url on Alam-Austrias asuv 35 km pikkune jõgi, mis läbib ka Mostviertelit ja suubub veidi enne Amstettenit vasakule Ybbsi jõkke. Kirjeldatav projektlahendus asub Urli alamjooksul ja kuulub keskmise epipotamaalsesse, pardkalade piirkonda. Selles lõigus on määrava suurusega kalaliik 90 cm pikkune Doonau taimen, kusjuures praegu ei ole Doonau taimeni populatsiooni Urlis tõestatud. Riikliku veemajanduskava kohaselt hinnati prioriteetse veekogu üldine seisund (DWK nr 408810021) mõõdukaks (3). See hinnang oli eelkõige seotud puuduva läbitavusega.

**Tabel 2.** Kalaliigid vastavalt Baieri-Austria eel-Alpide ja Flyschi kalabioregiooni keskmise epipotamaalse kalapiirkonna (pardkalapiirkond) muutumatule kontseptsioonile (Haunschmid *et al.* 2006, kehtivas versioonis).

Juhtliigid (n = 4)	Tüüpilised kaasnevad liigid (n = 9)	Harvaesinevad kaasnevad liigid (n = 15)
Euroopa turb, pardkala, harilik kõhrsuu, tippviidikas	Luts, harjus, jõforell, trulling, ahven, rünt, teib, võldas, viidikas	Harilik mõrukas, lepamaim, kuldhink, haug, Doonau taimen, mudamaim, silm, särg, roosärg, vimb, tõugjas, hink, lõunateib, valgeuim-roomarünt, harilik süstikahven

Urli iseloomulikud veeandmed projekti asukohas on:

Valgala: 253,1 km<sup>2</sup>

HQ <sub>100</sub> = u 245 m <sup>3</sup> /s	MQ = u 3,8 m <sup>3</sup> /s
HQ <sub>30</sub> = u 220 m <sup>3</sup> /s	MJNQ <sub>t</sub> = u 1,042 m <sup>3</sup> /s
HQ <sub>1</sub> <= u 79 m <sup>3</sup> /s	NNQ <= 0,100 m <sup>3</sup> /s



**Joonis 5.** Projektlahenduse asukoht, Pilsingi hüdroelektrijaam Urli jõel.

## Metoodika

### Kalavarude väljaselgitamine

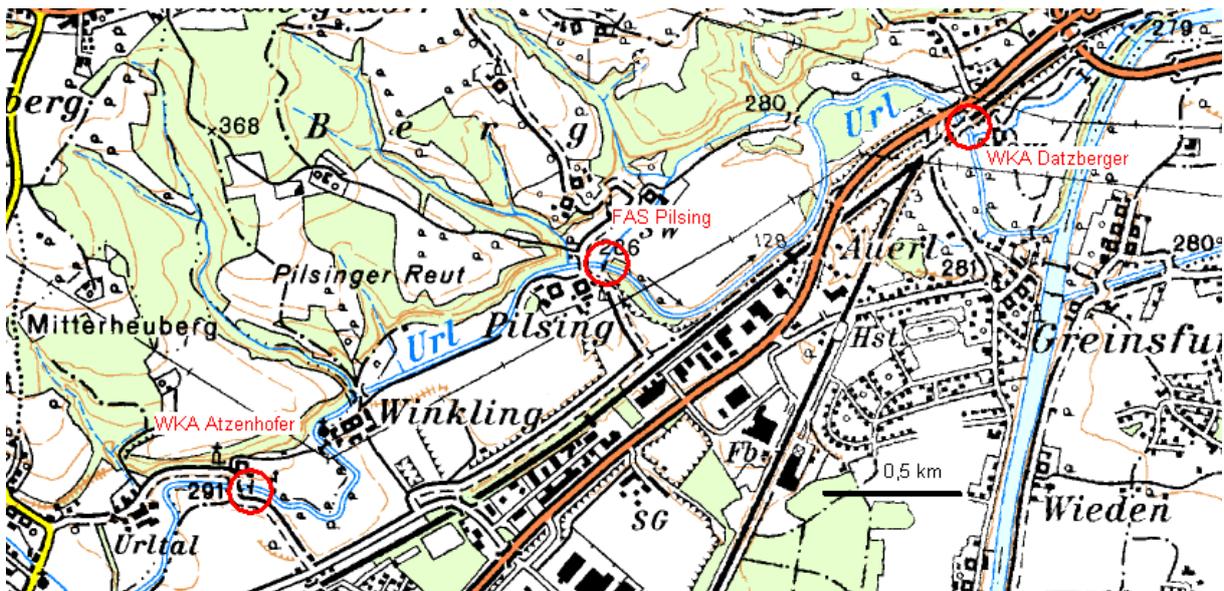
Elektriline kalapüük kalavarude kindlakstegemiseks paisust allavoolu viidi enne muid vaatlusi läbi 26.09.2014 ja 02.05.2015 põlvini vees olles, kooskõlas BMLFUW (2010) „Juhendile bioloogiliste Lehekülg 6

kvaliteedielementide kindlakstegemiseks, osa A1 – kalad“. Kalu püüti otse Pilsingi hüdroelektrijaama all 250 m pikkusel ja umbes 7 m laiusel lõigul. Püütud kalade osas tehti kindlaks liik, mõõdeti kalad üle ja lasti seejärel tagasi vette. Austria kalaindeksi (FIA) abil arutati välja lõigu kalaökoloogiline seisund. 2015. a kevadel toimunud vaatluse käigus püüti hüdroenergiakruvi väljavoolukanalis veel mitu korda kala, eesmärgiga teha kindlaks kvantitatiivne olukord.

### Kruvikalatõstuk – mõrrakontroll

Lisaks kruvikalatõstuki asukohale Pilsingi hüdroelektrijaamas viidi samal ajal umbes 1,9 km üleval pool asuvas, 2012. a ehitatud möödaviikpääsus, Atzenhoferi hüdroelektrijaama juures, läbi mõrrakontroll.

Jõest allavoolu, Ybsi suudme läheduses paikneva Datzbergeri hüdroelektrijaama juures olev kalatõstuk ja Urli suubumispiirkond Ybsi jõkke olid uurimiste ajal piiratult läbitavad, mistõttu seda kalatõstukit uuringuteks kasutada ei saanud. Pilsingi rändepotentsiaal tuleneb seega ainult Datzbergeri hüdroelektrijaama ja Pilsingi hüdroelektrijaama vahelisest lõigust pikkusega umbes 1,92 km (joonis 6).



Joonis 6. Urli alamjooksul olev uurimispiirkond asukohtadega Pilsing ja Atzenhofer.

Kalatõstuki vabatahtliku kasutamise hindamiseks kalade poolt paigaldati otse kruvikalatõstuki väljumiskoha piirkonda ülemisse bjeffi püügimõrrad. Sügisel toimus vaatlus ajavahemikus 27.09 kuni 04.11.2014 ja kevadel ajavahemikus 12.04 kuni 17.06.2015. Ajavahemikus 27.06 kuni 13.08.2015 uuriti lisaks täpsemalt kompensatsioonivee seadistusi.

Kruvikalatõstuki juures kasutatud mõrd koosneb plastanumast mõõtmetega 1,2 × 0,8 × 1,0 m (pikkus × laius × kõrgus). Külkseintesse puuriti põhjast kõrgemale 8 mm avad ja lihviti need. Mõrraanum kaeti võrega, kusjuures vanni tõsteti puitpostide abil umbes 20 cm, et välistada kalade vigastamine sulgurvõrel. Renni abil juhiti kogu kruvikalatõstuki vesi otse mõrda (joonised 7 ja 8). Kalad võeti

kahvaga anumast välja, määrati nende liik, möödeti üle ja lasti seejärel kõrgema veetaseme kanalisse vabaks.



Joonised 7 ja 8. Renn mõrra juurde (vasakul) ja kogumisanum (mõrd) paremal.

Atzenhoferi hüdroelektrijaama möödaviikpääsus asetati möödaviiklõbipääsu kõige ülemisse basseini metallist mõrd mõõtmetega 1,1 × 0,83 × 0,8 m (p × l × k) ja möödaviikpääsu ülemisse basseini horisontaalsed varrasvalgustid pikkusega 10 mm, mis suleti küljelt traatvõrguga (joonis 9).



Joonis 9. Mõrd Atzenhoferi möödaviiklõbipääsus.

## TULEMUSED

### Kalavarude väljaselgitamine madalamal veetasemel ehk paisu alumises bjeffis

Kalavarude väljaselgitamisel 26.09.2014 Pilsingi hüdroelektrijaama alumises bjeffis leiti 15 kalaliiki. Kokku püüti kvantitatiivse elektrilise kalapüügi käigus 621 kala, kusjuures esindatud olid kõik neli juhtliiki: euroopa turb, pardkala, harilik kõhrsuu ja tippviidikas. Lisaks dokumenteeriti kuus üheksast tüüpilisest kaasnevast liigist ja neli 15-st harvaesinevast kaasnevast liigist. Arvukusega 4436 isendit/ha ja biomassiga 115 kg/ha saavutas kalapüügilõik Austria kalaindeksi järgi hinnangu 1,83 ja seega kalaökoloogiliselt hea seisundi. Juhtkalaliikide populatsioonis näitasid ainult euroopa turb ja tippviidikas enamasti tasakaalustatud varu.

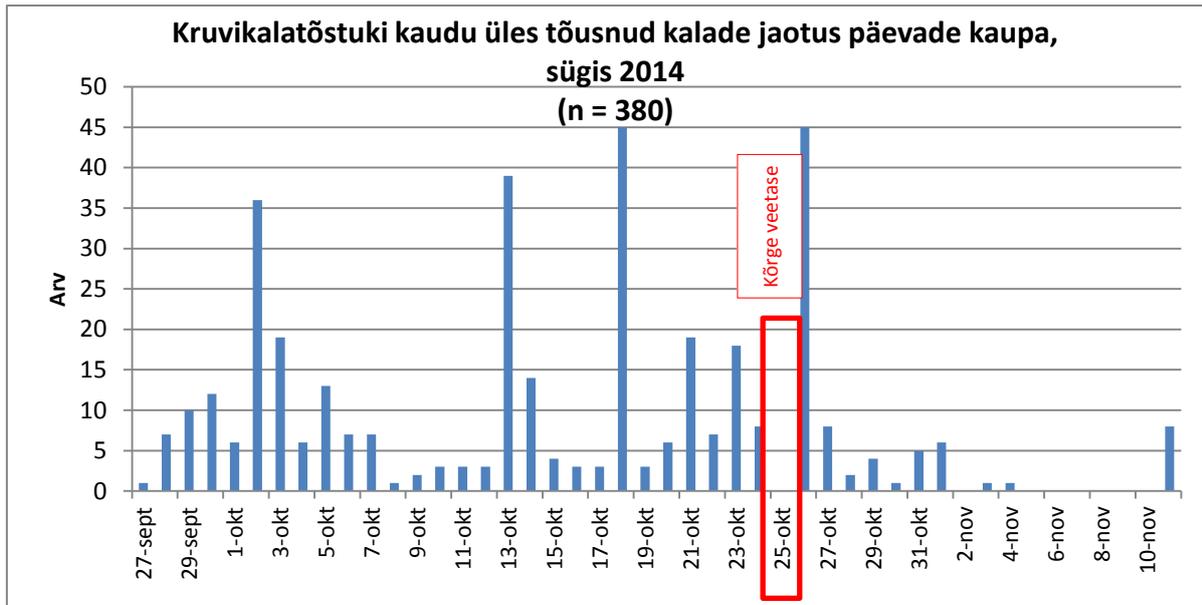
02.05.2015 toimunud kvantitatiivse elektrilise kalapüügi käigus püüti kokku 143 isendit kokku kümnest kalaliigist. Euroopa turva, pardkala ja tippviidika püüdmine tõendas kolme juhtliigi olemasolu neljast. Harilikku kõhrsuud ei leitud. Lisaks dokumenteeriti neli üheksast tüüpilisest kaasnevast liigist ja kaks 15-st harvaesinevast kaasnevast liigist. Prognoositava arvukusega 1021 isendit/ha ja näitajaga 44,7 kg/ha saavutas lõik 2015. a kevadel toimunud kalastamise ajal kalaökoloogiliselt mõõduka seisundi (FIA 3,12). Kuigi 2015. a kevadel toimunud kalapüük toimus samas lõigus ja sama meetodikaga nagu 2014. a sügisel, olid nii isendite tihedus kui ka biomassid märgatavalt väiksemad. Seda võis põhjustada kalapüügihooaja algamine mai alguses ja üksikute liikide erinevad autoökoloogilised käitumisviisid. Kokkuvõtlikud tulemused on toodud tabelis 4.

**Tabel 4.** Isendite tiheduse ja biomasside võrdluse paisu alumises bjeffis asuval lõigul septembris 2014 ja mais 2015.

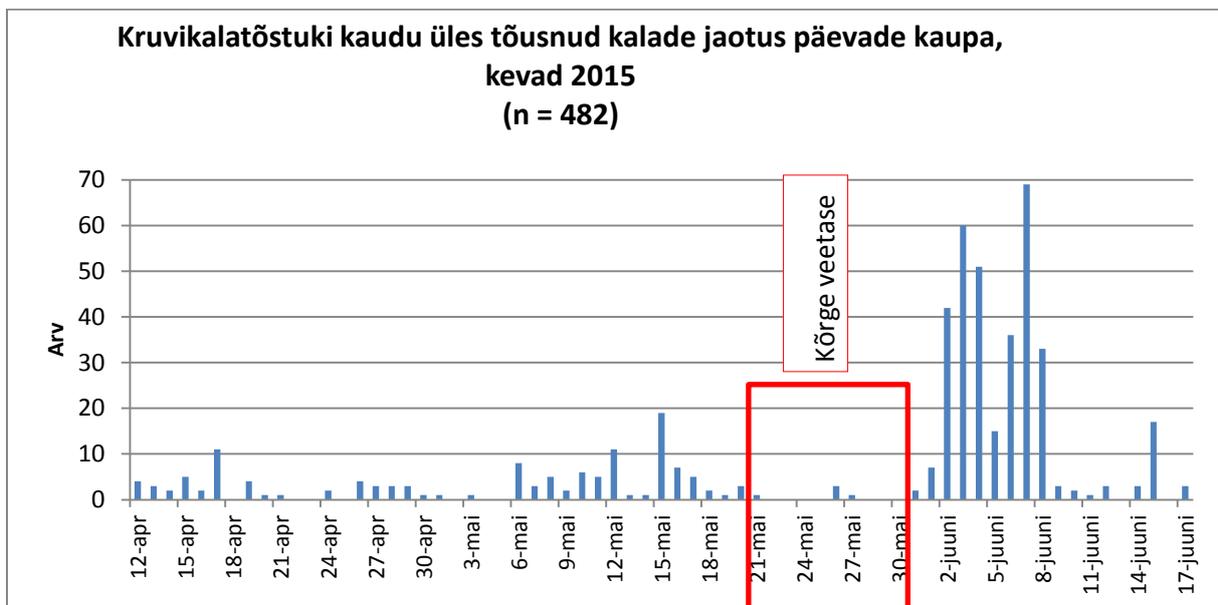
	26. sept. 2014			2. mai 2015		
	Tegelik püükis/ha	kg/ha	kg/ha	Tegelik püükis/ha	kg/ha	kg/ha
Euroopa turb	142	1 014	60,91	25	179	45,74
Jõeforell	2	14	0,08	2	14	0,97
Trulling	5	36	0,11	36	257	0,71
Pardkala	8	57	5,13	3	21	0,53
Harilik mõrukas	1	7	0,00			
Lepamaim	39	279	0,68	14	100	0,25
Ahven	1	7	0,04			
Rünt	77	550	4,95	47	336	3,34
Teib	9	64	3,42			
Haug	1	7	2,62			
Võldas	4	29	0,27	4	29	0,15
Viidikas	24	171	1,21			
Harilik kõhrsuu	19	136	16,71			
Vikerforell				1	7	2,46
Linask	1	7	6,54			
Tippviidikas	288	2 057	12,75	10	71	0,42
Hink				1	7	0,08
<b>Kokku</b>	<b>621</b>	<b>4 436</b>	<b>115,44</b>	<b>143</b>	<b>1 021</b>	<b>54,65</b>

#### Kruvikalatõstuk – mõrrakontroll

Sügisese vaatluse ajal, mis toimus 27.09 kuni 04.11.2014 (39 päeva) ning lisaks 11.11.2014 (üks päev), sisenes kalatõstukisse vabatahtlikult 380 kala, mis dokumenteeriti mõrrapüügiga. Vaid ühel päeval (02.11.2014) ei kasutanud tõstukit üksi kala. 25.10.2014 katkestati vaatlus kõrgvee tõttu. Kevadise vaatluse ajal ajavahemikus 12.04 kuni 17.06.2015 (67 päeva) liikus kruvikalatõstuki kaudu üles kokku 482 kala. Ajavahemikus 21.05.2015 kuni 30.05.2015 oli vaatlus kõrge veetaseme tõttu piiratud. Seetõttu tuli kruvikalatõstuk 25.05.2014 peatada 24 tunniks. Joonistel 10 ja 11 on kujutatud kruvikalatõstuki kaudu vabalt üles liikunud kalade jaotus päevade kaupa.



**Joonis 10.** Kruvikalatõstuki kaudu üles liikunud kalade päevane jaotus, sügis 2014.



**Joonis 11.** Kruvikalatõstuki kaudu üles liikunud kalade päevane jaotus, kevad 2015.

Kruvikalatõstuki vaatlusel dokumenteeriti 18 liiki, sealhulgas kõik neli juhtliiki ja kaheksa üheksast tüüpilisest kaasnevast liigist, samuti kuus harvaesinevat kaasnevast liiki (tabel 5). Tüüpiline kaasnev liik luts ei ole Urlis esindatud. Särge ja roosärge leiti ainult mõrrakontrolli ajal, harjust ainult kruvikalatõstukis. Hinke leiti kompensatsioonikatsete käigus kruvikalatõstuki mõrrast 2015. a suvel.

Kevadel 2015 toimunud vaatluse ajal viidi hüdroenergiakruvi väljavoolukanalis kolm korda läbi elektriline kalapüük eesmärgiga kontrollida, kas seal on kalu. Kõigil kolmel ajaperioodil ei leitud lisaks vähesel arvul esinenud tippviidikale ja ründile muid kalu, mistõttu võib järeldada, et kruvikalatõstuki leitavus on hea.

**Tabel 5.** Kõigi 2014/15. a leitud liikide võrdlus kalakontseptsiooni alusel elektrilise kalapüügi (E Bef.), Strasseri (Pilsing) kruvikalatõstuki vaatluse (FAS Str.) ja Atzenhoferi (Atzenh.) möödaviiklähipääsu vaatluse ajal.

Kesk-epipotamaalne	J	El-Bef.	FAS-Str.	Atzenh
Luts	b	0	0	0
Euroopa turb	l	1	1	1
Harjus	b	0	1	0
Jõeforell	b	1	1	1
Trulling	b	1	1	0
Pardkala	l	1	1	1
Harilik mõrukas	s	1	1	0
Lepamaim	s	1	1	0
Ahven	b	1	1	1
Kuldhink	s	0	0	0
Rünt	b	1	1	1
Teib	b	1	1	1
Haug	s	1	1	1
Doonau taimen	s	0	0	0
Võldas	b	1	1	0
Viidikas	b	1	1	1
Mudamaim	s	0	0	0
Harilik kõhrsuu	l	1	1	1
Silm	s	0	0	0
Särg	s	0	1	1
Roosärg	s	0	1	1
Vimb	s	0	0	0
Tõugjas	s	0	0	0
Tippviidikas	l	1	1	1
Hink	s	1	1	0
Lõunateib	s	0	0	0
Valgeuim-roomarünt	s	0	0	0
Süstikahven	s	0	0	0
<b>Kokku</b>		<b>15</b>	<b>18</b>	<b>12</b>
Vikerforell	allohtoonne	1	1	1
Oja-mägihõrnas	allohtoonne	0	1	0
Karpkala		0	0	1
Linask		1	0	0

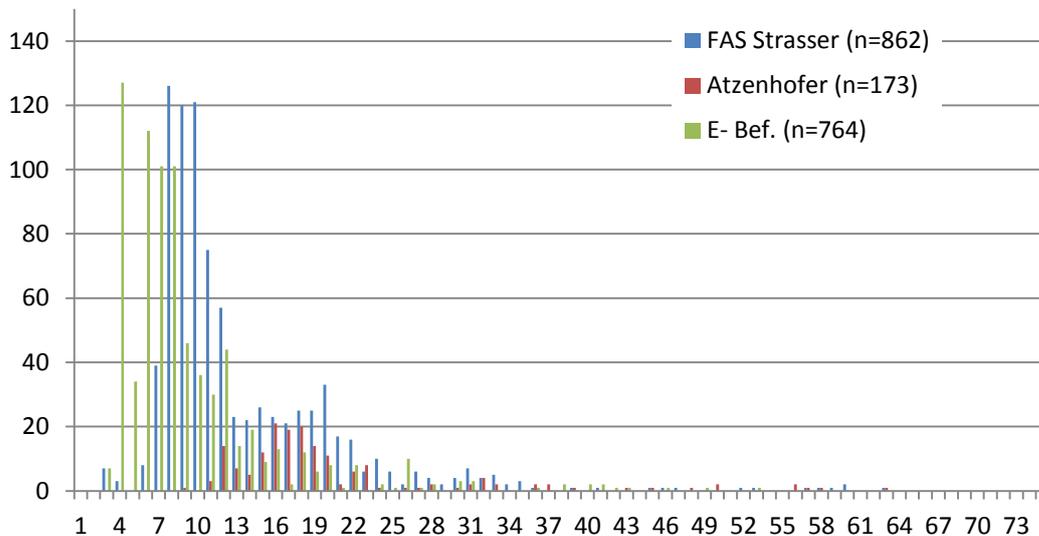


**Joonised 12 ja 13.** Kruvikalatõstukiga üles tõusnud noor pardkala (vasakul) ja kõhrsuu (paremal)

Tabelis 6 on toodud elektrilise kalapüügi koondtulemused, samuti kruvikalatõstuki ja Atzenhoferi pääsu andmed, kusjuures reaalse püügi kõrval on näha ka liikide protsentuaalne jaotus. Alumises bjeffis leitud kalade pikkuste sageduse võrdlus kruvikalatõstuki ja möödaviigu kaudu üles tõusnud kalade pikkusega ei näita suuruspõhise seleksiooni mõju, kusjuures mörarakontrolli puhul võivad noorkalade eri arengustadiumid sõltuvalt meetodikast alaesindatud olla (joonis 14).

**Tabel 6.** Tõendatud liikide võrdlus vastavalt kalakontseptsioonile (J) elektrilise kalapüügi (E Bef.), Strasseri (Pilsing) kruvikalatõstuki vaatluse (FAS Str.) ja Atzenhoferi (Atzenh.) möödaviiklääbipääsu vaatluse ajal; koond 2014/15. Hinke\* leiti kruvikalatõstuki kompensatsioonikatsete käigus 2015 suvel.

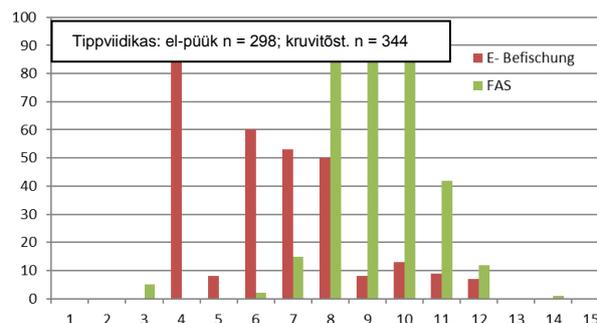
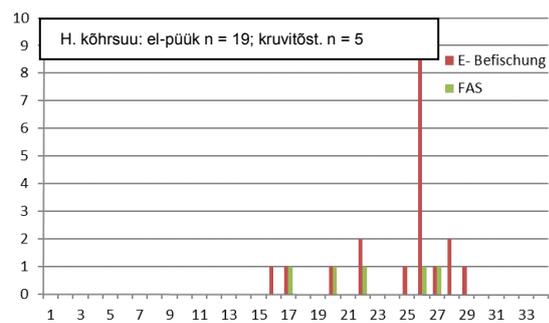
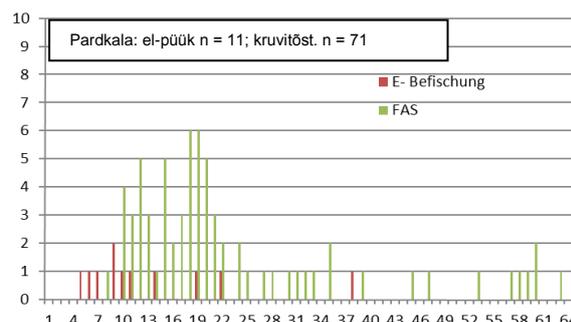
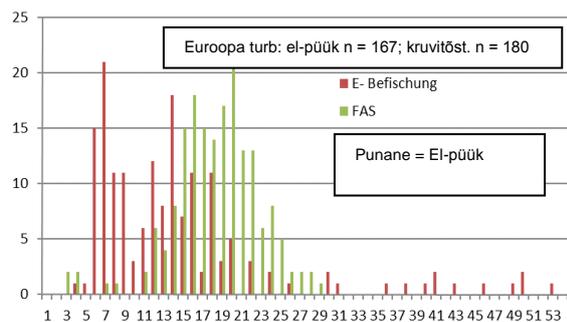
	Staatus	El. kalapüük kokku		Strasseri SKT kokku		Atzenhoferi KT	
		Is.	%	Is.	%	Is.	%
Euroopa turb	l	167	21,86	180	20,79	50	28,90
Harjus	b	0	0,00	1	0,12	0	0,00
Jõeforell	b	4	0,52	21	2,42	7	4,05
Oja-mägihõmas	all	0	0,00	1	0,12	0	0,00
Trulling	b	41	5,37	32	3,70	0	0,00
Pardkala	l	11	1,44	71	8,20	12	6,94
Harilik mõrukas	s	1	0,13	1	0,12	0	0,00
Lepamaim	s	53	6,94	2	0,23	0	0,00
Ahven	b	1	0,13	5	0,58	17	9,83
Rünt	b	124	16,23	101	11,66	16	9,25
Teib	b	9	1,18	14	1,62	36	20,81
Haug	s	1	0,13	2	0,23	8	4,62
Viidikas	b	24	3,14	4	0,46	9	5,20
Karpkala	all	0	0,00	0	0,00	1	0,58
Võidas	b	8	1,05	53	6,12	0	0,00
Harilik kõhrsuu	l	19	2,49	5	0,58	7	4,05
Vikerforell	all	1	0,13	20	2,31	6	3,47
Särg	s	0	0,00	4	0,46	2	1,16
Roosärg	s	0	0,00	1	0,12	1	0,58
Linask	all	1	0,13	0	0,00	0	0,00
Tippviidikas	l	298	39,01	344	39,72	1	0,58
Hinke*	s	1	0,13	4	0,46	0	0,00
		764	100,00	866	100,00	173	100,00



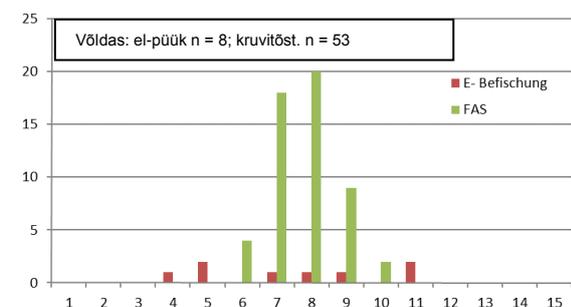
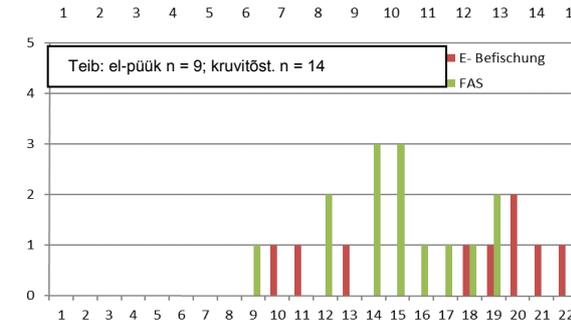
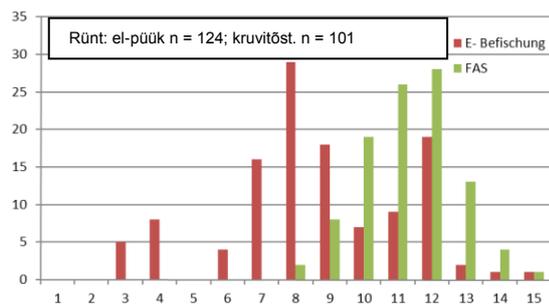
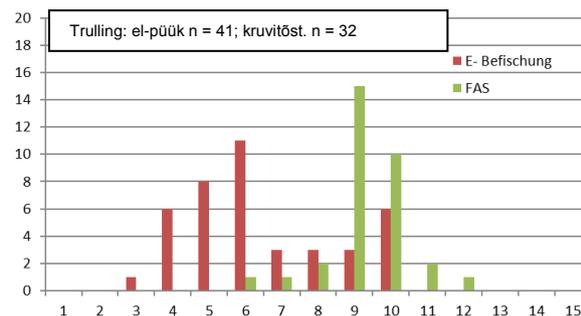
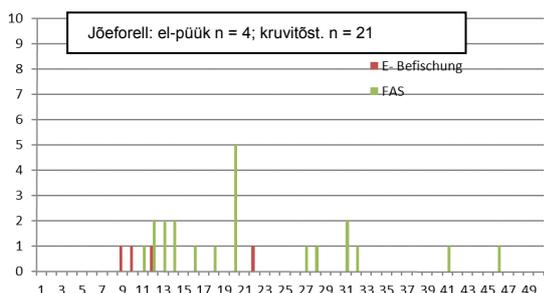
**Joonis 14.** Kõigi madalamast veest elektrilise kalapüügi käigus ja mõrrapüügiga leitud kalade pikkuste sageduse graafikute võrdlus Strasseri (Pilsing) kruvikalatõstukis ja Atzenhoferi möödaviiklääbipääsus tõendatud kalade vaatluse ajal.

### Kalade kvalitatiivne tõstmine

Joonistel 15 ja 16 on toodud elektrilise kalapüügi käigus madalamast veest ehk alumisest bjeffist leitud juhtkalaliikide ja kruvikalatõstuki kaudu üles tõusnud liikide tüüpiliste kaasnevate liikide võrdlus.



**Joonis 15.** Kõigi madalamast veest ehk alumisest bjefist leitud ja kruvikalatõstuki kaudu üles tõusnud juhtkalaliikide pikkuste sageduse võrdlus.



**Joonis 16.** Pikkuste sageduste võrdlus madalamas vees püütud ja kruvikalatõstuki abil üles tõusnud tüüpiliste kaasnevate liikide vahel.

### Kalade kvantitatiivne tõstmine

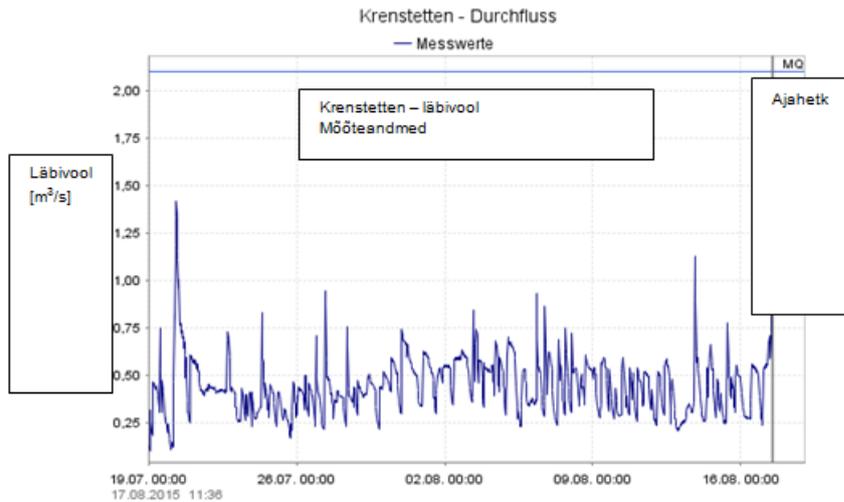
Kooskõlas kalarände abivahendite kontrollimise ja toimivuse hindamise juhistega (Woschitz *et al.*, 2003) tuleb kalade kvantitatiivse tõstmise juures eristada sagedasti ja harva esinevaid liike. Eristamine toimub lähtuvalt madalamas vees valitsevatest domineerimissuhetest (varude kindlakstegemine). Juhinduda võib sellest, et liik loetakse sagedasti esinevaks liigiks, kui selle osakaal potamaalsete veekogude koguarudest on vähemalt 1%, sealjuures tuleb eristada lühikesi ja pikki vahemaid läbivate kalade kvantitatiivset tõstmist. Tabelis 7 on võrreldud alumises bjeffis toimunud loendustega leitud kvantitatiivseid kalavarusid sagedusega üle 1% üksikisenditega, kes tõusid vaatluse ajal kruvikalatõstuki kaudu üles. Nii absoluutsete kui ka protsentuaalsete tõstmisnäitajate poolest on Strasseri (Pilsing) kruvikalatõstuk väga hästi võrreldav alumises bjeffis esinenud sagedustega, mistõttu võib eeldada, et kruvikalatõstuk on konkreetses asukohas kvantitatiivselt toimiv.

**Tabel 7.** Alumise bjeffi üle 1% kvantitatiivsete kalavaruandmete (elektriline kalapüük) võrdlus vaatluse ajal Strasseri (Pilsing) kruvikalatõstuki ja Atzenhoferi möödaviikpääsu kaudu üles tõusnud kaladega.

	Staatuse	Vahemaa	El. kalapüük		Strasseri SKT		Atzenhoferi KT	
			Is.	%	Is.	%	Is.	%
Euroopa turb	I	lühike	167	21,86	180	20,83	50	28,90
Trulling	II	lühike	41	5,37	32	3,70	0	0,00
Pardkala	I	keskmise	11	1,44	71	8,22	12	6,94
Lepamaim	S	lühike	53	6,94	2	0,23	0	0,00
Rünt	II	lühike	124	16,23	101	11,69	16	9,25
Teib	II	lühike	9	1,18	14	1,62	36	20,81
Viidikas	II	lühike	24	3,14	4	0,46	9	5,20
Võldas	II	lühike	8	1,05	53	6,13	0	0,00
Harilik kõhrsuu	I	keskmise	19	2,49	5	0,58	7	4,05
Tippviidikas	I	lühike	298	39,01	344	39,81	1	0,58
			754	98,69	806	93,29	131	75,72
		Is. kokku	764	Is. kokku	864	Is. kokku	173	

### Kompensatsioonikatsed, rühmiti tõusmine

Ajavahemikus 27.06 kuni 13.08.2015, pärast korralise vaatlusprogrammi lõppu, viidi läbi veel üks katsejada seoses täiendava kompensatsioonitoru lisamisega ülemise bjeffi veest, mille maht oli 50 l/s. Selle vabatahtliku katse mõrrakontroll toimus enamjaolt ehitaja poolt, kusjuures publikatsiooni autorile edastati jooksvalt pilte üles tõusnud kaladest, et kontrollida nende liigi määramist. Poolkvalitatiivse läbiviimise tõttu ei lisatud tulemusi korralisse vaatlusprogrammi, kuid neid soovitakse arvesse võtta seoses sellega, et neil on lisateabena väärtus, mida siiski mainida.



**Joonis 17.** Urli jõe madal veetase 2015. aasta kompensatsioonikatsete ajal.

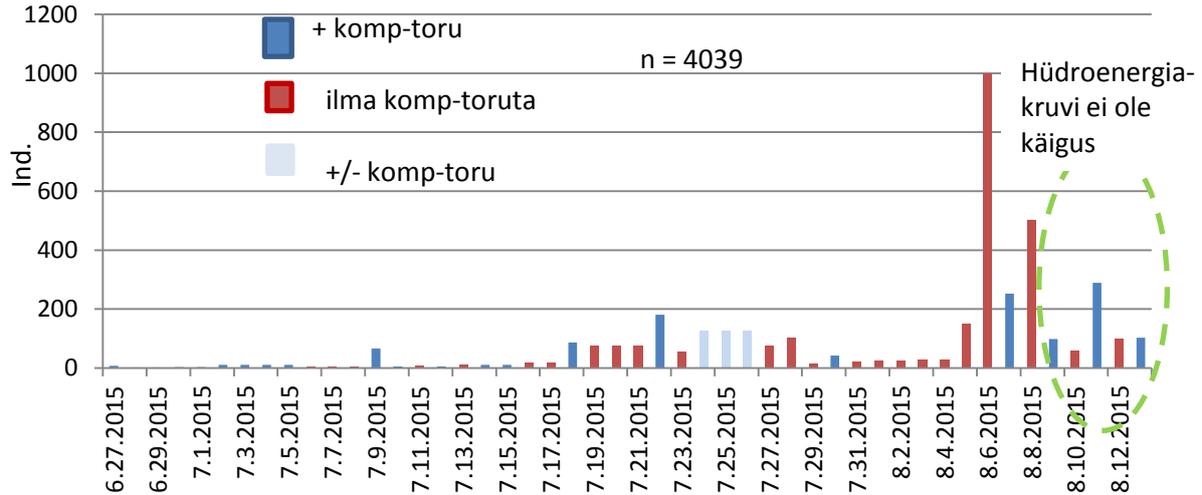
Katse ajaperioodil, 2015. aasta väga kuival suvel, oli Urli jõe veetase madal. Läbivooluväärtused olid osaliselt selgelt alla  $MJNQ_t$   $1,04 \text{ m}^3/\text{s}$ , ja  $Q_{347}$  u  $0,62 \text{ m}^3/\text{s}$ , kohati oli  $NNQ < 100 \text{ l/s}$ . Seoses väga madala veetasemega tuli hüdroenergiakruvi ajavahemikus 8. kuni 13. august 2015 välja lülitada, kuid ka sellel ajal tõusid kalad kruvikalatõstuki abil üles.

Kokku tõusis 2015. aasta suve uurimisperiodil 48 päeva jooksul üles 4039 (!) kala kokku 15 liigist. Nende hulgas oli neli juhtliiki, kuus üheksast tüüpilisest kaasnevast liigist ja neli harvaesinevat kaasnevast liiki. Haruldase kaasneva liigi hinki tõusmist nähti esimest korda kompensatsioonikatsete käigus, kokku tõusis üles neli isendit (joonis 20).

Kalade tõstmise arvu oluline erinevus koos ja ilma lisakompensatsioonita ei ole täheldatav (joonis 18). Siiski on märkimisväärne suvekuudel üles tõusnud kalade üldine suur arv, kusjuures eriti palju oli noori kalu ja väikeliike.

Ka Urli väga madalate veehulkadega aegadel (alla  $Q_{347}$ ) ja madalal voolukiirusel kruvikalatõstuki sisenemispilus (kohati vaid  $0,1 \text{ m/s}$ ), mis siiski ületas hüdroenergiatõstuki väljavoolukanali voolukiirust, saavutati ikkagi kõrged tõstmisnäitajad. Vastava aja maksimaalne väärtus oli 1000 ühel päeval üles tõusnud noor- ja väikekala, mis saavutati 06.08.2015 Urli keskmisel voolukiirusel  $0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ka keskmiselt  $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$  madalas vees ja väljalülitatud hüdroenergiakruviga ajavahemikus 8.–13.08.2015 liikus iga päev kruvikalatõstukist üles keskmiselt 129 isendit, kes olid taas eelkõige noor- ja väikekalad. Uuringukuid juulit ja augustit iseloomustas kõrge veetemperatuur (üle  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ja vastavalt madal hapnikutase. Tuleb lähtuda sellest, et kalad otsisid teadlikult üles hapnikuga rikastatud väljalaske kruvikalatõstuki alumise bjeffi kanalis ja tõusid seejärel selle kaudu üles.



**Joonis 18.** Kompensatsioonikatsete ajal üles tõusnud kalad.

Tabelis 8 on kujutatud kompensatsioonikatsete ajal üles tõusnud kalaliikide kooslus ja nende protsentuaalne jaotus. Suure isendite tiheduse ja kõrge veetemperatuuri tõttu 6. augustil 2015 (joonis 19) loobuti lõpuks üles tõusnud kalade säästmiseks liikide määramisest ja suunati kalad kohe edasi. Isendite arvud tabelis 8 põhinevad kompensatsioonikatsete ajal tegelikult määratud kalaliikidel (n = 3061).

**Tabel 8.** Juunis ja augustis 2015 toimunud kompensatsioonikatsete ajal üles tõusnud kalaliigid ja nende protsentuaalne jaotus.

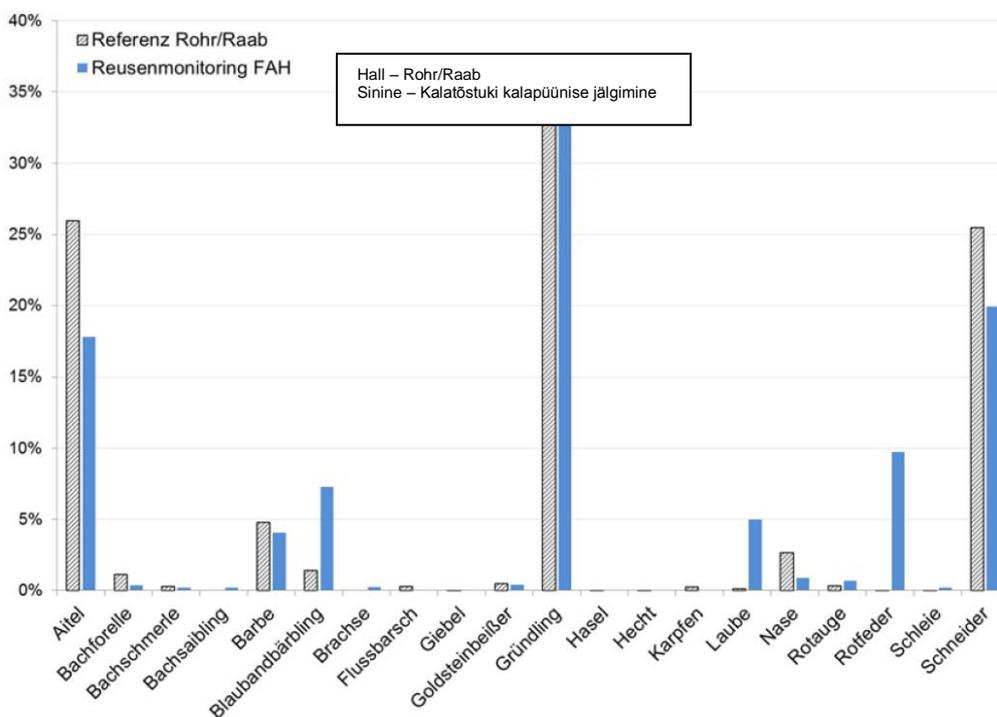
	Olek	Kompensatsioonikatsed kokku	
		Ind.	%
Euroopa turb	l	746	24,37
Jõeforell	b	6	0,20
Oja-mägihõrnas	all.	1	0,03
Pardkala	l	277	9,05
Harilik mõrukas	s	13	0,42
Lepamaim	s	24	0,78
Ahven	b	7	0,23
Rünt	b	1206	39,40
Teib	b	5	0,16
Völdas	b	35	1,14
Viidikas	b	86	2,81
Vikerforell	all.	10	0,33
Särg	s	1	0,03
Tippviidikas	l	640	20,91
Hink	s	4	0,13
		<b>3061</b>	<b>100,00</b>



Joonised 19 ja 20. Noor- ja väikekalade masstõus 6.08.2015 (vasakul) ja hink (paremal).

### Steiermarki liidumaal Lugitsch an der Raabi elektrijaama kruvikalatõstuki vaatlus

2016. a kevadel korraldati Steiermarki liidumaal asuva Lugitsch an der Raabi väikehüdroelektrijaama kruvikalatõstukisüsteemis REHART/Strasser kalaökoloogiline vaatlus (Parthl, 2016). Raab on määratud pardkalaregiooni keskmisesse epipotamaalsesse lõiku. Määrava suurusega kalaliik on 90 cm pikkune haug. Kruvikalatõstuk ühendab umbes 5,0 m kõrguste vahe. Lugitschi elektrijaama tehnilik veevool on 7,0 m<sup>3</sup>/s. Üles tõusnud kalaliikide koondtulemused võrreldes võrdluskalapüügiga on toodud joonisel 21.



Euroopa turb
Jõeforell
Trulling
Oja-mägihõrnas
Paralkala
Ebarasboora
Latikas
Anven
Höbekoger
Kuldhink
Rünt
Teib
Haug
Karpkala
Viidikas
Kõhrsuu
Särg
Roosärg
Linask
Tippviidikas

Joonis 21. Ülestõstetud kalaliikide protsentuaalne jaotus võrreldes Rohr / Raabi võrdluskalapüügiga.

Kokkuvõttes hindab autor DI Günther Parthl kruvikalatõstuki toimivust alljärgnevalt (Parthl, 2016): Lugitschi elektrijaama kruvikalatõstuk on käesoleva toimivuskontrolli alusel kalade tõstmise osas üldiselt toimiv (II), kusjuures osaaspektid – kvalitatiivne tõstmine, keskpikki vahemaid läbivate liikide kvantitatiivne tõstmine ja lühikesi vahemaid läbivate liikide kvantitatiivne tõstmine – on toimivad (II). Kuigi kasutatud meetodika (Woschitz *et al.* 2003) tuvastas puudusi, võimaldab integratiivne hinnang, arvestades hüdraulilisi analoogiaid, järeldada kõigi oluliste liikide läbivuse osas, et tegemist on terviklikult toimiva kalarände abivahendiga. Võrdlusloigu morfoloogiliste tingimuste tinglik võrreldavus toetab seda järeldust.

Uuringute põhjal on õige käitamise puhul tagatud Lugitschi elektrijaama kruvikalatõstuki probleemivaba läbitavus kõigile kalaliikidele ja vanuseklassidele vähemalt 300 päeva aastas.

## Määrava suurusega kalaliik

### Doonau taimeni katse

Selleks et kontrollida kruvikalatõstuki toimivust määrava suurusega kalaliigi suhtes, viidi läbi välikatsed kokku viie Doonau taimeniga. Selleks asetati kalad kruvikalatõstuki altpoolt blokeeritud alumise bjeffi kanalis (pikkus üle 10 m, laius 2,5 m ja veesügavus umbes 1,2 m), kus olid ka laudadega varjutatud alad. Lisaks lasti vette söödakalad. Üles tõusnud taimenid püüti mõrra abil otse kruvikalatõstuki kõrgema veetaseme väljalaskes, kusjuures katseseeriate käigus kontrolliti mõrda vähemalt kord päevas.

**Tabel 3.** Kasutatud Doonau taimenite pikkus ja märgistus.

	Katse	Pikkus (cm)	VIE märgistus	Päritolu
Doonau taimen	Dets 14	62	punane, seljapoolne rasvauim, vasakul	Igleri kalakasvandus
Doonau taimen	Dets 14	65	punane, seljapoolne rasvauim, paremal	Igleri kalakasvandus
Doonau taimen	Dets 14	54	punane, seljapoolne seljauim, vasakul	Igleri kalakasvandus
Doonau taimen	Apr 15	78		Metsik kala
Doonau taimen	Juuni 15	76		Fischeri kalakasvandus

12.–16.12.2014 toimunud esimeses katsefaasis tõusid kõik kolm Igleri kalakasvandusest pärit taimenit pikkusega 54, 62 ja 65 cm edukalt üles. Pärast tõusmist ei leitud ühelgi isendil väliseid vigastusi või kahjustusi.



**Joonised 22 ja 23.** 13.12.2014 esimest korda kruvikalatõstuki kaudu üles tõusnud Doonau taimenid.

Teises katses 2015. aasta kevadel kasutati metsikult elanud Doonau taimenit pikkusega 78 cm, kes asetati 21.04 alumise bjeffi kanalisse ja kes leiti 25.04.2015 mõrrast (joonised 24 ja 25). Ülestõusmiseks kulunud neli päeva võivad olla seotud taimeni pikema transpordiga (kaugemast veekogust uuringukohale), mida ilmselt mõjutasid veel alumise bjeffi kanalis olevad söödakalad ning kruvikalatõstuki sissepääsupiirkonna pimendamise tõttu tekkinud kaitstud varjualune.

Pärast edukat tõusu ei leitud samuti kahjustusi ega vigastusi. Doonau taimen viidi seejärel tagasi koduveekogusse. Ka Rossatzis asuvast Fischeri kalakasvandusest pärit 76 cm pikkune taimen, kes asetati alumise bjeffi kanalis 23.06, tõusis mõne päeva pärast samuti vigastusteta üles.



**Joonised 24 ja 25.** 78 cm pikkuse metsiku Doonau taimeni edukas tõus 25.04.2015 (vasakul), taimeni läbivaatamine (paremal).

### Allavoolu kalapääsud, praegune olukord Austrias

Seoses allavoolu kalapääsudega on erinevalt ülespääsude ehitamisest veel paljud küsimused lahtised ning 2016. aastal käivitati kolmeaastane uurimisprogramm teemal „Kalade kaitse ja allavoolu kalapääsud Austrias“ (BOKU Wien, 2016). Selle eesmärk on koostada ka seniste praktikate põhjal vastavad juhendid kalade kaitse ja allavoolu kalapääsude kohta (BMLFUW, 2016).

Senised kogemused näitavad, et allavoolu kalapääsude osas on traditsiooniliste süsteemide puhul kõige lootustandvamad kombinatsioonid, kus on ühendatud peensõelad või praegu katsejärgus olevad varbtrellid (Peter, 2016) ja möödaviiksüsteem, kusjuures ideaalsel juhul pakutakse kaladele allavoolu liikumist kogu veesamba ulatuses.

Seoses ühe päevakohase üritusega teemal „Veeökoloogilised meetmed Austrias – hindamine, soovitusel ja väljavaated“ ÖWAV, 2017) öeldi ühes aruandes, et kalade allavoolupääsude senised lahendused on tihtipeale „alibiehitised“ ega vasta rahvusvahelisele teadmiste tasemele (Ratschan *et al.*, EZB, 2017).

Varasemad kalakahjude uuringud 14 hüdroenergiakruvis näitavad sõltuvalt teostusest kahjustuste olulist erinevust, mis jäävad vahemikku 0,0 kuni 32,7%, kõigi uuringute keskmine näitaja on 5,9% (Ebel, 2013).

Kalade kahjustamine hüdroenergiakruvides võib tekkida kokkupõrkel kruvikeerme sissepääsuservaga ning muljumiste ja löikehaavade tõttu kruvikeerme ja korpuse vahelises pilus.

Sissepääsuserva plastkate aitab vähendada kokkupõrke bioloogiliste mõjude tagajärgi, nagu näitasid võrdlevad vaatlused (Kibel 2007 ja 2008, Schmalz 2010 aus Ebel, 2013).

Urli jõel Pilsingis asuva hüdroenergiakruvi sissepääsuserv on kaetud kummiga ning spindli ja ümbrise vahelist pilu vähendati. Katse kalade vigastuste uurimiseks allavoolu liikumisel viidi läbi 11.04.2015.

#### **Kalade allavoolu liikumise katse Pilsingi elektrijaamas**

Kevadel, 11.04.2015 viidi 182 kasvandusest pärit vikerforelli (pikkus 28 kuni 36 cm) kalade allavoolu liikumise katseks Pilsingi hüdroenergiakruvi juurde. Kalad asetati ülemise bjeffi vette vahetult hüdroenergiakruvi juurde. Selleks et takistada kalade põgenemist ülesvoolu, blokeeriti hüdroenergiakruvi sissevoolupiirkonna ala  $10 \times 3,5 \times 1,5$  m (p × l × k) suuruse võrguga. Hüdroenergiakruvi väljavoolukanali äravool suleti peene silmasuurusega traatvõrega.

Seejärel viidi turbiini väljavoolus mitu korda läbi elektriline kalapüük. Hüdroenergiakruvi kaudu allavoolu liikunud kalad dokumenteeriti ja kontrolliti neil vigastuste teket. Osa allavoolu liikunud kaladest hoiti nende seisundi ja võimalike järelkahjude uurimiseks kinni 24 tundi ja uuriti seejärel uuesti.

11.04.2015 hüdroenergiakruvil toimunud katsefaasis liikus kella 10.00 ja 13.00 vahel allavoolu kokku 36 vikerforelli. Ühelgi hüdroenergiakruvi kaudu alumisse bjeffi liikunud kalal ei leitud vigastusi ega muid kahjustusi.

Üheksat vikerforelli hoiti võimalike järelkahjude hindamiseks kinni. 24 tunni pärast uuriti neid uuesti, kuid kahjustusi ega järelkahjusid ei leitud. Nende tulemuste põhjal võib järeldada, et suurusklassis 28 kuni 36 cm ei teki hüdroenergiakruvi kaudu allavoolu liikuvatel kaladel vigastusi.

Tabel 9. Kalade allavoolu liikumise katse tulemused.

	Kalaliik	Pikkus (mm)	Arv
1. Kalade püüdmine	Vikerforell	300	7
		310	4
		330	1
		360	1
2. Kalade püüdmine	Vikerforell	280	1
		290	2
		300	4
		310	11
		320	4
		330	1
		<b>Ø 313</b>	<b>36</b>



Joonised 26 ja 27. Kalade mõõtmine (vasakul) ja hindamine (paremal) pärast hüdroenergiakruvi läbimist.

### Kruvikalatõstuki REHART toimivuse hindamine Saesaarel

Kalapääsu loomiseks Saesaarele on kavas ehitada kruvikalatõstuk (*fishlift screw*) koos hüdroenergiakruviga (*hydropower screw*). Langemiskõrgus on umbes 7,5 m 1,7 m<sup>3</sup>/s tehniliku veevoolu juures. Määrava suurusega kalaliik on 60 cm pikkune haug (*Esox lucius*).

Tavaliste kalatõstukite mõõtmete tunnusparameetrid kooskõlas Austria juhenditega 60 cm pikkuse pardkala (*Barbus barbus*) näitel (BMLFUW, 2012) on toodud tabelis 10.

Tunnusmõõtmel vertikaalpilupääsude näitel on minimaalne veesügavus  $\geq 75$  cm ja kruvikalatõstuki madalama veetaseme sissepääsu piirkonna pilu laius  $\geq 25$  cm. Voolukiirus sissepääsupilus peab olema  $\geq 0,5$  m/s, kuid mitte väiksem kui hüdroenergiakruvi väljavoolu kiirus (konkureeriv lüüsvool). Selle saavutamiseks võib kasutada kompensatsioonivett, mis siseneb nt kruvikalatõstuki sissepääsu kõrval olevas piirkonnas paiknevast kompensatsiooniväravast. Kruvikalatõstuk asub võrreldes hüdroenergiakruviga ideaalis kalda pool. Alumise bjeffi sissepääsu asukoht peaks seoses mõõtmete ja

paigutuse võrreldavuse tõttu lähtuma Pilsingis asuvas süsteemist ehk juba läbi proovitud näitest (vt joonist 1).

Kruvikalatõstuki läbimõõt on sarnaselt Pilsingile 120 cm. Pilsingis on määrava suurusega kalaliik 90 cm pikkune Doonau taimen (*Hucho hucho*), mistõttu tuleb lähtuda sellest, et süsteem on Saesaarele piisav selleks, et seda saaks läbida määrava suurusega kalaliik, 60 cm pikkune haug.

Ülemises bjeffis oleva väljalaske puhul tuleb arvestada vastava minimaalse veesügavusega  $\geq 75$  cm. Voolukiirus väljalaskekanalis peab olema vastava kompensatsioonivoolu abil vähemalt  $\geq 0,3$  m/s.

**Tabel 10.** Juhend traditsiooniliste kalapääsude mõõtmete määramiseks 60 cm pardkala näitel (BMLFUW, 2012).

### Kesk-epipotamaalne pardkalade piirkond

Kalapiirkond:	Kesk-epipotamaalne	Määrav kalaliik	Pardkala	Pikkus (cm):	60					
Energia hajumine:	100				Laius (cm):	7				
Juhtväärtuseid määravad mõõdud										
Kalapääsu tüüp	Max peegeldus-vahe	Max langus (%)	Basseini min pikkus (cm)	Min laius (cm)	Basseini/paisu min maksimum-sügavus (cm)	Basseini maht (m <sup>3</sup> )	Kompensatsioon (l/s)	Pilu/läbi-pääsu min maksimum-sügavus (cm)	Paistammi/läbipääsu min laius (cm)	Pilu min laius (cm)
Peaaegu looduslik basseini-läbipääs	10–13		350	210	85	3,2	250	56		38
Veekogule tüüpiline möödaviik-kanal		1,0			85		330	30	220	
Pilupääs	10–13		250	170	75	3,4	270			25
Vahe-basseini-dega ramp	10–13	*)	*)	*)	95	*)	*)	63	*)	37,5

### Märkused (juhisele - BMLFUW, 2012):

Peaaegu looduslik basseini-läbipääs	Basseiniläbipääsu puhul arvutatakse kompensatsioon lihtsustatult ristkülikpiluna, mis moodustab 1,5-kordse vertikaalse pilu laiuse ja 2/3 maksimaalsest basseinisügavusest. Paistammi tegelikku kujundust kujutatakse ptk 5. Kompensatsioon arvutatakse Poleni valemi järgi, kus $\mu = 0,6$ arvestades madalama veetaseme paisutust $\sigma = 91,66(hu/h)^4 + 258,33(hu/h)^3 - 274,08(hu/h)^2 + 129,22(hu/h) - 21,8$ . Basseinimahu arvutamisel võetakse aluseks 0,5-kordne maksimaalne sügavus. Pikkus arvutatakse vajalikust basseinimahust, basseini laius on 3/5 pikkusest.
Veekogule tüüpiline möödaviik-kanal	Hüdrauline arvutamine toimub Strickleri valemi järgi. Möödaviikkanalit arvestatakse asümmeetrilise trapetsprofiilina. Süvarenni laius võrdub pilupääsu pilulaiusega. Paistammi langusena arvestatakse 1,5-kordset keskmist langust. Nõlvakalded on väliskurvi kaldal 1 : 1 ja sisekurvi kaldal 1 : 5 kuni 1 : 6. k-väärtus on 25.
Pilupääs	Basseini minimaalne sügavus vastab veesügavusele pilu all. Basseini pikkus arvutatakse vajaliku basseinimahu järgi, basseini laius on 2/3 pikkusest.
Vahe-basseini-dega ramp	*) Individuaalsed mõõdud vastavalt aruandes toodud MJNQT mõõteväärtustele. Minimaalne basseinisügavus on peaaegu looduslike basseini-läbipääsudega võrreldes seoses settevooluga 10 cm suuremad. Tugeva settevoolu korral soovitatakse sügavust suurendada 20 cm võrreldes peaaegu looduslike basseini-läbipääsudega.
<sup>1</sup> 10 cm maksimaalse taseme erinevuse ribalaius alumises epipotamaalses piirkonnas (metapotamaalse lähipiirkond) kuni 13 cm ülemises epipotamaalses piirkonnas (hüporitraalne lähipiirkond).	

## Kokkuvõte

Paljudes Austria asukohtades on suudetud tõestada kruvikalatõstuki toimivust kalatõstukina. Kavas on ja ministeeriumi poolt tagatud on kruvikalatõstukisüsteemi REHART/ Strasser kui sobiva tehnika lisamine Austria kalatõstukite ehitamise juhendisse.

Kruvikalatõstuki ehitamisel koos vastava kalasõbraliku hüdroenergiakruviga tuleb praeguse teadmiste taseme põhjal lähtuda sellest, et see on praegu üheks parimaks tehniliseks võimaluseks läbitavuse loomiseks paisudel nii kalade üles- kui ka allavoolu liikumiseks.

**Tõlgitud ja toimetatud teksti originaali autor:**

Mag. Christian Mitterlehner

Haagi linnas 15.04.2017

**Kirjandus**

BMLFUW (2012): Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien: 102 lehekülge.

BMLFUW (2017): Symposium Gewässerökologische Maßnahmen, Vortrag Dr. Veronika Koller- Kreimel, Jänner 2017.

Ebel, G. (2013): Fish Protection and Downstream Passage at Hydro Power Stations. Handbook of Bar Racks and Bypass Systems. Bioengineering Principles – Modelling and Prediction – Dimensioning and Design.

Haunschmid, R., Wolfram, G., Spindler, T., Honsig- Erlenburg, W., Wimmer, R., Jagsch, A., Kainz, E., Hehenwarter, K., Wagner, B., Konecny, R., Riedmüller, R., Ibel, G., Sasano, B & N. Schotzko (2006): Erstellung einer fischbasierten Typologie österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäß EU- Wasserrahmenrichtlinie. Schriftenreihe des BAW 23, Wien.

Haunschmid, R., Schotzko, N., Petz-Glechner, R., Honsig- Erlenburg, W., Schmutz, S., Spindler, Th., Unfer, G., Wolfram, G., Bammer, V., Hundritsch, L., Prinz, H. & B. Sasano (2015): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Teil A1- Fische. Herausgegeben vom BMLFUW, Wien. Ausgabe Jänner 2015, 82 lehekülge.

Kibel, P. (2007): Fish Monitoring and live fish trials- Archimedes screw turbine, River Dart. Phase I: Live fish trials, smolts, leading edge assessment, disorientation study, outflow monitoring. Report prepared for Mann Power Consulting Ltd, 40 S., Moretonhampstead / Devon (Fishtek Consulting).

Kibel, P. (2008): Archimedes screw turbine fisheries assessment. Phase II: eels and kelts. Report prepared for Mann Power Consulting Ltd, 19 S., Moretonhampstead / Devon (Fishtek Consulting).

Parthl, G., Ellinger, H., Melcher, J. & V. Schifflleithner (2016): Funktionsnachweis der Fischaufstiegshilfe KW Lugitsch/ Raab; i.A. Florian Lugitsch, Feldbach.

Mitterlehner, C. & K. Pfligl (2015): Endbericht Monitoring Fischaufstiegsschnecke Url, KW Pilsing gemäß AMW2-WA-04326/002. I.A. Strasser & Gruber Wasserkraft, 60 Seiten.

Schmalz, W. (2010): Untersuchungen zum Fischabstieg und Kontrolle möglicher Fischschäden durch die wasserkraftschnecke an der Wasserkraftanlage Walkmühle an der Werra in Meinigen. Studie im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, 220 S., Breitenbach (Fischökologische und Limnologische Untersuchungsstelle in Südthüringen).

Woschitz, G., Eberstaller, J. & S. Schmutz (2003): Mindestanforderung bei der Überprüfung von Fischmigrationshilfen (FMH) und Bewertung der Funktionsfähigkeit. – Österreichischer Fischereiverband (Hrsg.): Richtlinien der Fachgruppe Fischereisachverständige beim Österreichischen Fischereiverband, Richtlinie 1/2003.



Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 3109

An die  
Bezirkshauptmannschaft Amstetten  
Preinsbacher Straße 11  
3300 Amstetten

WA2-WS-1127/019-2014      Beilagen  
kein Akt  
Kennzeichen (bei Antwort bitte angeben)

E-Mail: <a href="mailto:post.wa2@noel.gv.at">post.wa2@noel.gv.at</a>	UID: ATU37165802
Fax 02742 / 9005 – 14090	Internet: <a href="http://www.noel.gv.at">http://www.noel.gv.at</a>
Bürgerservice-Telefon 02742-9005-9005	DVR: 0059986

Bezug	BearbeiterIn	(0 27 42) 9005	Durchwahl	Datum
AMW2-WA-04326/002	Dr. Andrea Schwaller		14290	22. Jänner 2015

Betrifft

Strasser & Gruber Gesellschaft mbH, Wasserkraftanlage an der Url zur Postzahl AM 545, wasserrechtliche Bewilligung vom 27.03.2014, AMW2-WA-04326/002; Zwischenbericht Monitoring Fischaufstiegsschnecke Url, KW Pilsing; wasserrechtliches Verfahren – Vorabprüfung des Zwischenberichtes

### Stellungnahme der ASV für Gewässerbiologie

Der Zwischenbericht vom 12.11.2014 wird zur Erkenntnis genommen. Zu den Ergebnissen des Monitorings ist folgendes festzuhalten:

#### Fischbestandserhebung am 26.09.2014

Insgesamt wurden 15 Fischarten nachgewiesen, wobei der Nachweis aller 4 Leitarten\* hervorzuheben ist. Zusätzlich wurden 6 von 9 Begleitarten\* dokumentiert. Die Auswertung der Fangergebnisse ergab einen FIA von 1,83, was einem guten fischökologischen Zustand entspricht.

#### Reusenkontrollen vom 27.09.-04.11.2014 und am 11.11.2014

Insgesamt sind in diesem Zeitraum 380 Fische bzw. 16 Fischarten aufgestiegen. Darunter befanden sich alle 4 Leitarten und 8 von 9 Begleitarten.

Es wurden Fische zwischen 30 und 420 mm Länge nachgewiesen, was einer natürlichen Populationsstruktur entspricht. Es ist daher von einem Aufstieg aller Größen- und

Populationsklassen auszugehen, d.h., der Aufstiegsschnecke kann keine selektive Wirksamkeit angelastet werden.

### Funktionsfähigkeit

Aufgrund der Monitoringergebnisse wird der Fischaufstiegsschnecke die volle Funktionsfähigkeit zuerkannt. Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auf die große Bedeutung einer ausreichenden Dotationswassermenge bzw. Leitströmung.

\*Die Angaben beziehen sich auf das Fischleitbild für das Epipotamal mittel in der Bioregion bayr.-österr. Alpenvorland und Flysch.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. S c h w a l l e r



Dieses Schriftstück wurde amtssigniert.  
Hinweise finden Sie unter:  
[www.noel.gv.at/amtssignatur](http://www.noel.gv.at/amtssignatur)

## TÖLGE

ALAM-AUSTRIA LIIDUMAA AMET  
Vee valdkond  
Veemajanduse osakond  
Postiaadress 3109 St. Pölten, Landhausplatz 1

Alam-Austria liidumaa amet, 3109

Amstetteni regiooni administratsioonile  
Preinsbacher Straße 11  
3300 Amstetten

WA2-WS-1127/019-2014  
Tunnus (palume lisada vastusele)

Lisad  
Puuduvad

Meil: [post.wa2@noel.gv.at](mailto:post.wa2@noel.gv.at) UID: ATU37165802  
Faks 02742 / 9005 – 14090 Internet:  
<http://www.noel.gv.at>  
Klienditeenindus: 02742-9005-9005 DVR: 0059986

Teema	Käsitleja	(0 27 42) 9005	
AMW2-WA-04326/002	Dr. Andrea Schwaller	Otsetelefon 14290	Kuupäev 22. jaanuar 2015

### Vastus

Strasser & Gruber Gesellschaft mbH, hüdroelektrijaam Urli jõel, postiindeks AM 545, veeõiguslik (kasutus)luba 27.03.2014, AMW2-WA-04326/002; vaheraport: Urli kruvikalapääsu süsteemi seire, Pilsingi elektrijaam; veeõiguslik menetlus – vaheraporti esmane läbivaatamine.

### Hüdrobioloogia ametliku eksperdi (ASV) seisukoht

12.11.2014 vaheraport on teatavaks võetud. Seiretulemuste kohta teatatakse järgmist:

### Kalapopulatsiooni hinnang 26.09.2014

Ühtekokku tuvastati 15 kalaliiki, seejuures leidis kinnitust kõigi nelja juhtliigi olemasolu. Lisaks neile dokumenteeriti kuus kaasnevat liiki\* üheksast. Püügitulemuste analüüs andis FIA (Austria Kalaindeksi) suuruseks 1,83, mis vastab kalaökoloogia heale tasemele.

### Mördade kontrollimine ajavahemikul 27.09.–04.11.2014 ja 11.11.2014

Sellel ajavahemikul oli tõusval rändel 380 kala ehk 16 liiki. Nende seas olid kõik neli juhtliiki ja kaheksa kaasnevat liiki üheksast.

Kalade kehapikkus oli 30 ja 420 mm vahemikus, mis vastab populatsiooni loomulikule struktuurile. **Sellepärast võib eeldada, et tõusval rändel oli isendeid kõigist suurus- ja populatsiooniklassidest, mis tähendab, et kruvikalapääs ei toimi selektiivselt.**

### Eesmärgipärane toimimine

**Seiretulemuste põhjal võib kinnitada, et kruvikalapääsu süsteem toimib igati eesmärgipäraselt.**

Seejuures tuleb arvestada, et väga oluline on piisava täiendava peibutusvoolu tagamine.

\*Andmed tuginevad Baieri-Austria Alpide eelmäestiku ja Flyschi bioregiooni keskmise epipotamaalse e. pardkala-piirkonna kalakoosluse mudelile.

Pitser

Tervitades  
Dr. Schwaller

Kiri on ametlikult allkirjastatud.  
Allkirjastamise selgitused: [www.noel.gv.at/amtssignatur](http://www.noel.gv.at/amtssignatur)

**SKEEM**

Project Management Services



**SEBA**  
HYDROMETRIE

# KUNDA RIVER ANCHOR ICE FORMATION

## AGENDA:

1. Introduction visitors (EP)
2. Introduction hosts (TP)
3. Anchor ice presentation (EP)
4. Anchor ice discussion (ALL)
5. SEBA & ELKESENSOR (PT, MJ)

Philipp Theuring, SEBA  
Ergi Prommik, SKEEM  
Heiko Källo, TTK  
Marko Jäetma, ELKESENSOR

2017-02-08, Tallinn, Keskkonnaagentuur

# INTRODUCTION

During last 5-10 years we have had extreme situations in Kunda river near Lontova where bottom ice (anchor ice) have created flooding issues.

## Prologue

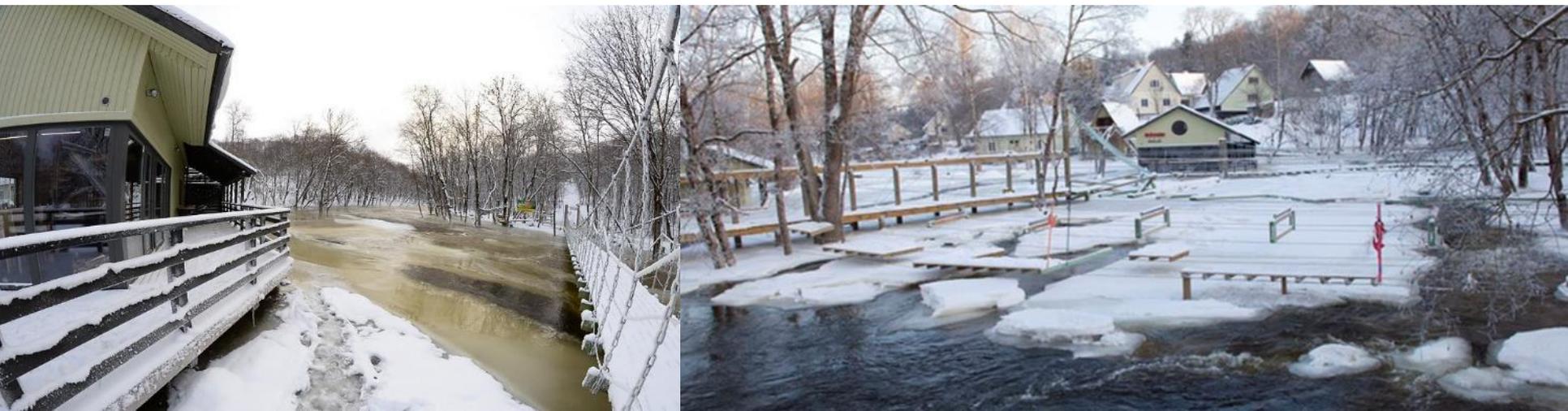
Investigations started after having daily lunch in cafe and discussed possible reasons with Mr Revo Koha (owner of the Blücheri cafe).

## Goals

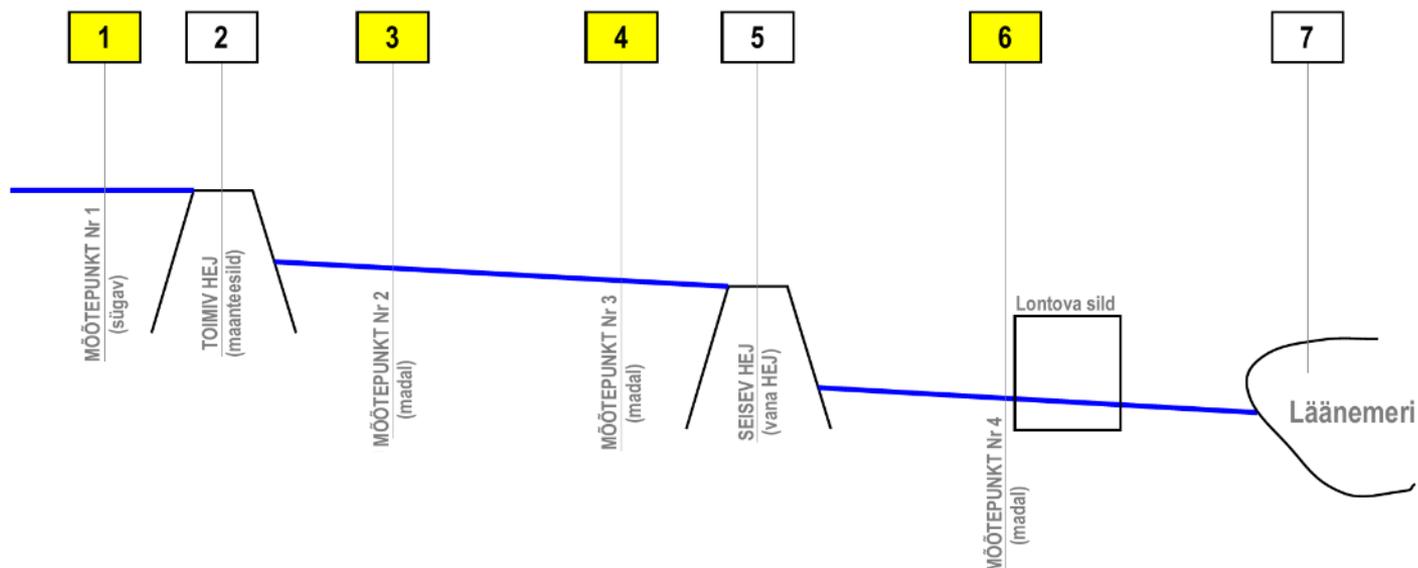
1. Understand the problem
2. Solve the problem for local people, specially for Blücheri riverside cafe.

## Special thanks

Mr Håkan Jarnvall (commissioning engineer, PURAC, Sweden) – for helping us to implement the first investigation program.



# INVESTIGATION SKETCH



Pos	Name	Note
1	Measuring point No 1	Water level (1 min) and temperature (1 hr)
2	Jaama st bridge	Working HPS
3	Measuring point No 2	Water level (1 min) and temperature (1 hr)
4	Measuring point No 3	Water level (1 min) and temperature (1 hr)
5	Kunda old HPS	Stopped HPS
6	Measuring point No 4	Water level (1 min) and temperature (1 hr)
7	Baltic Sea	Receiving water

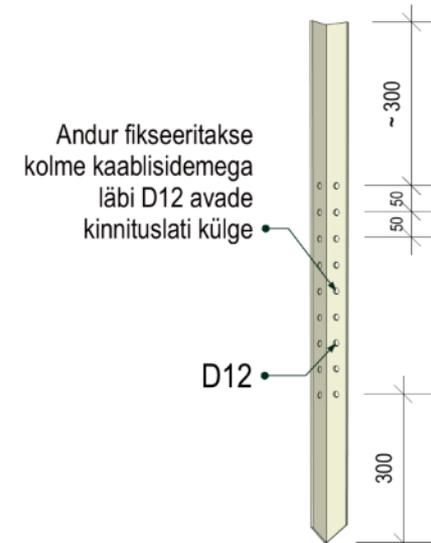
# MEASURING INSTRUMENT

## OTT Orpheus Mini Water Level Logger

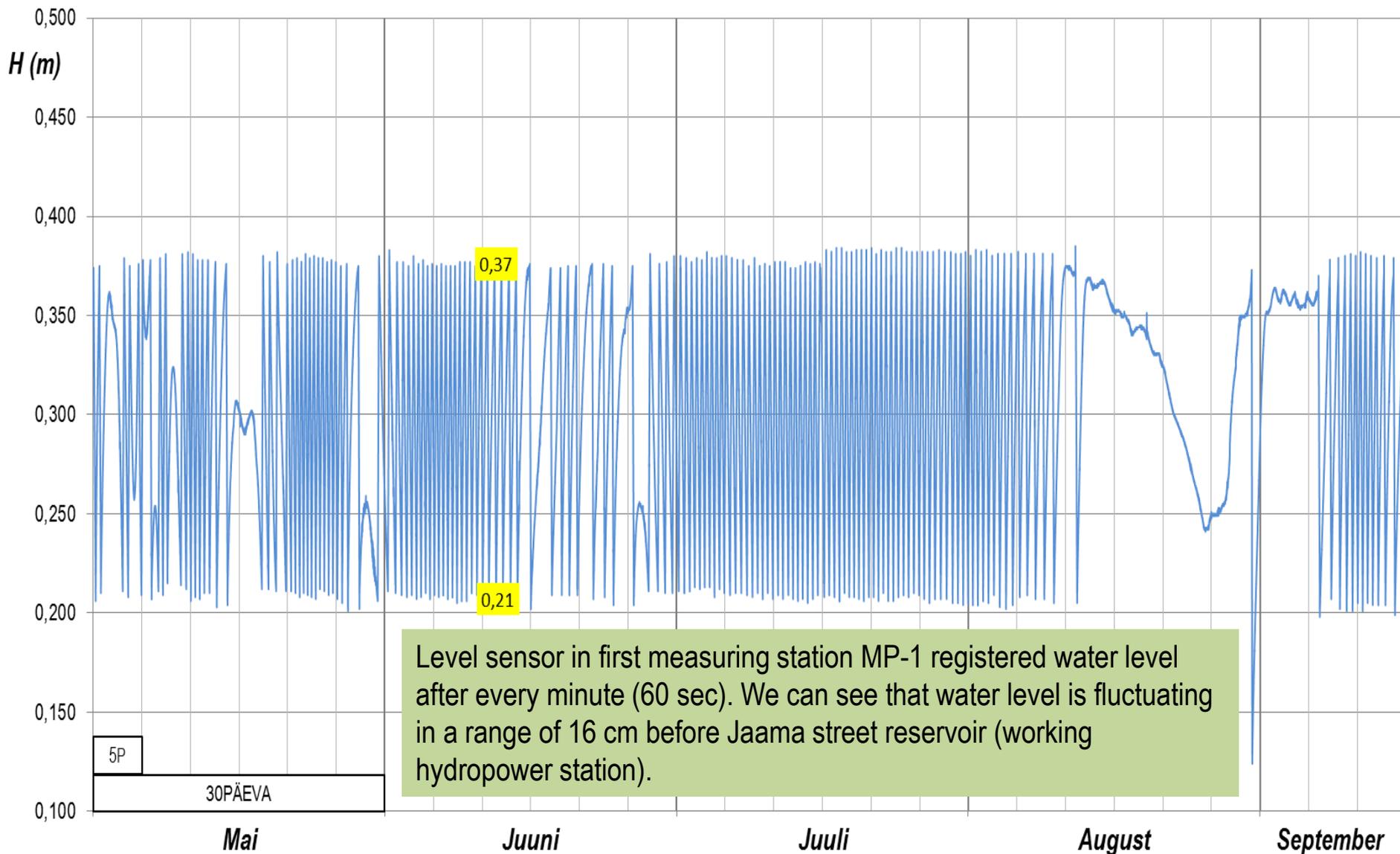
Range	0 ... 4 m
Accuracy	± 0.05 % FS
Power source	3 x 1.5 V LR6 Alkaline / Lithium
Data protocol	IrDA
Storage	4 MB
Storage capacity	approx.. 500,000
Registration interval	1 s...24 h
Saving interval	1 s...24 h
Material	ABS, POM, 904 L (DIN 1.4539)
Operation range	-20 °C ... +70 °C
Humidity	100 %
IP class (sensor)	IP68
IP class (logger)	IP67 (2 m water, max 24 h)



### Anduri kinnituslatt 50x50x5



# MEASURING LOCATION No 1

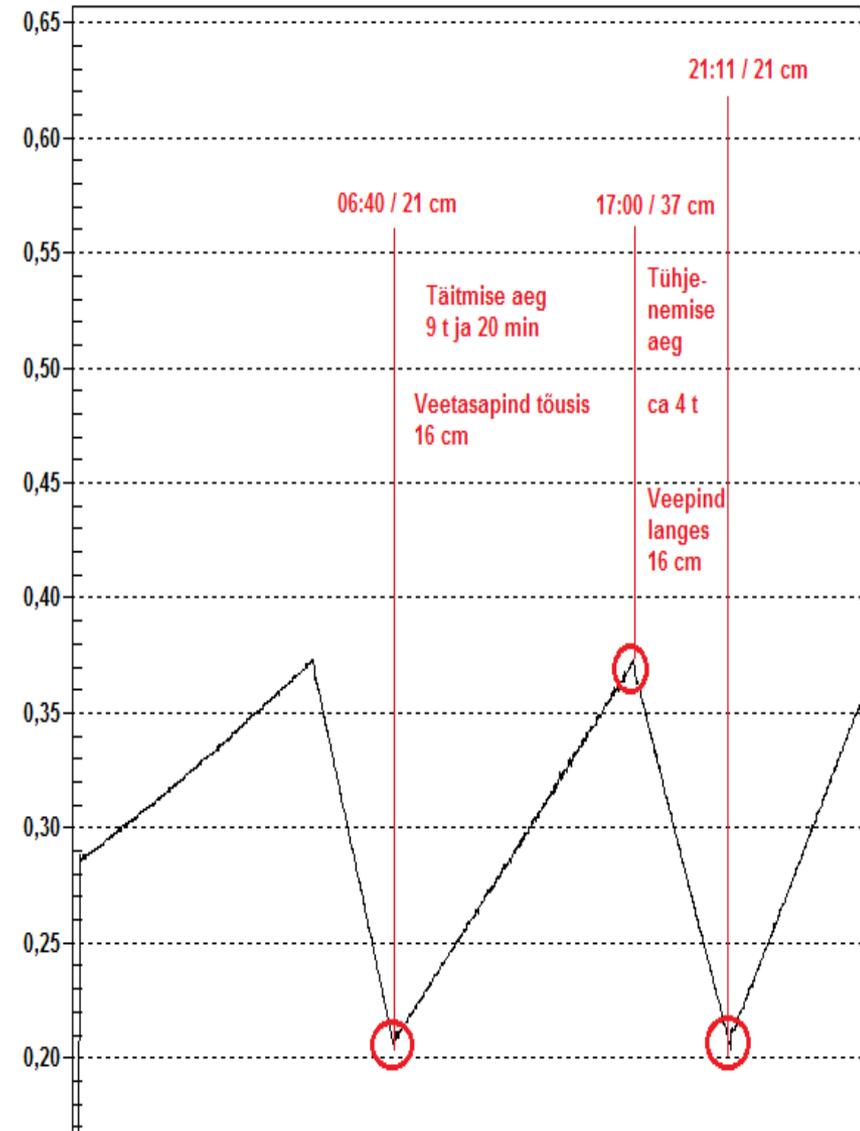


# LOCATION No 1: explanations

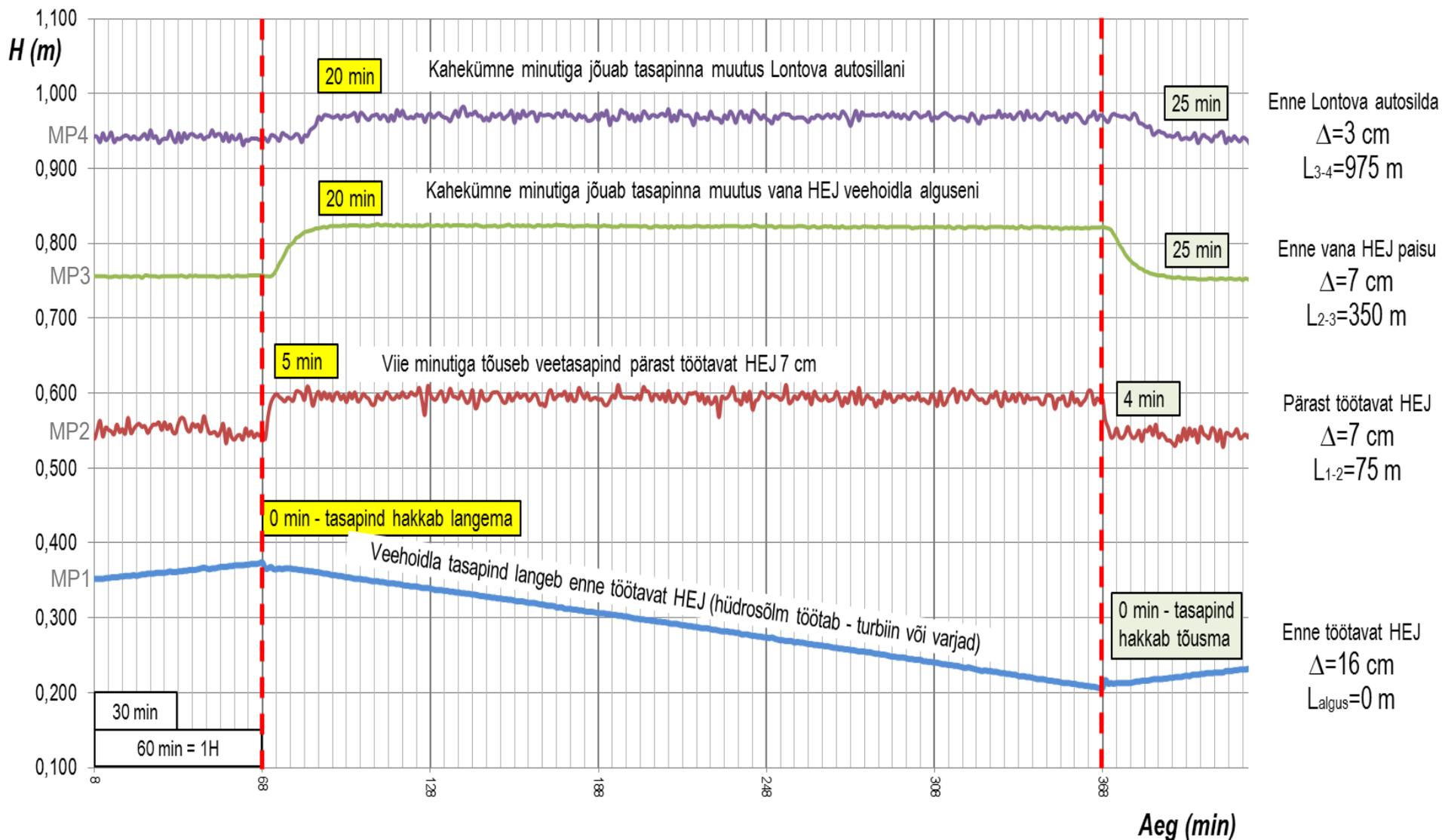
- Location No 1 = Jaama street reservoir (currently working hydropower station reservoir). Technologically there are three propeller type turbines with flows 1, 2 and 4 m<sup>3</sup>/s. Flowrate downstream can be one of seven combinations G1..G7.

Pos	Turbine	Q m3/s	Flowstep	Change %
G1	Q1	0,9		
G2	Q2	1,9	1,0	52%
G3	Q1+Q2	2,8	0,9	32%
G4	Q3	3,8	1,0	26%
G5	Q1+Q3	4,7	0,9	19%
G6	Q2+Q3	5,7	1,0	17%
G7	Q1+Q2+Q3	6,6	0,9	14%

- Water level is fluctuating in a range of 16 cm before the working HPS (in the reservoir). Allowed range  $\pm 5$  cm.
- Reservoir filling time is not align with discharge:
  - filling – 9 hr
  - discharge – 4 hr

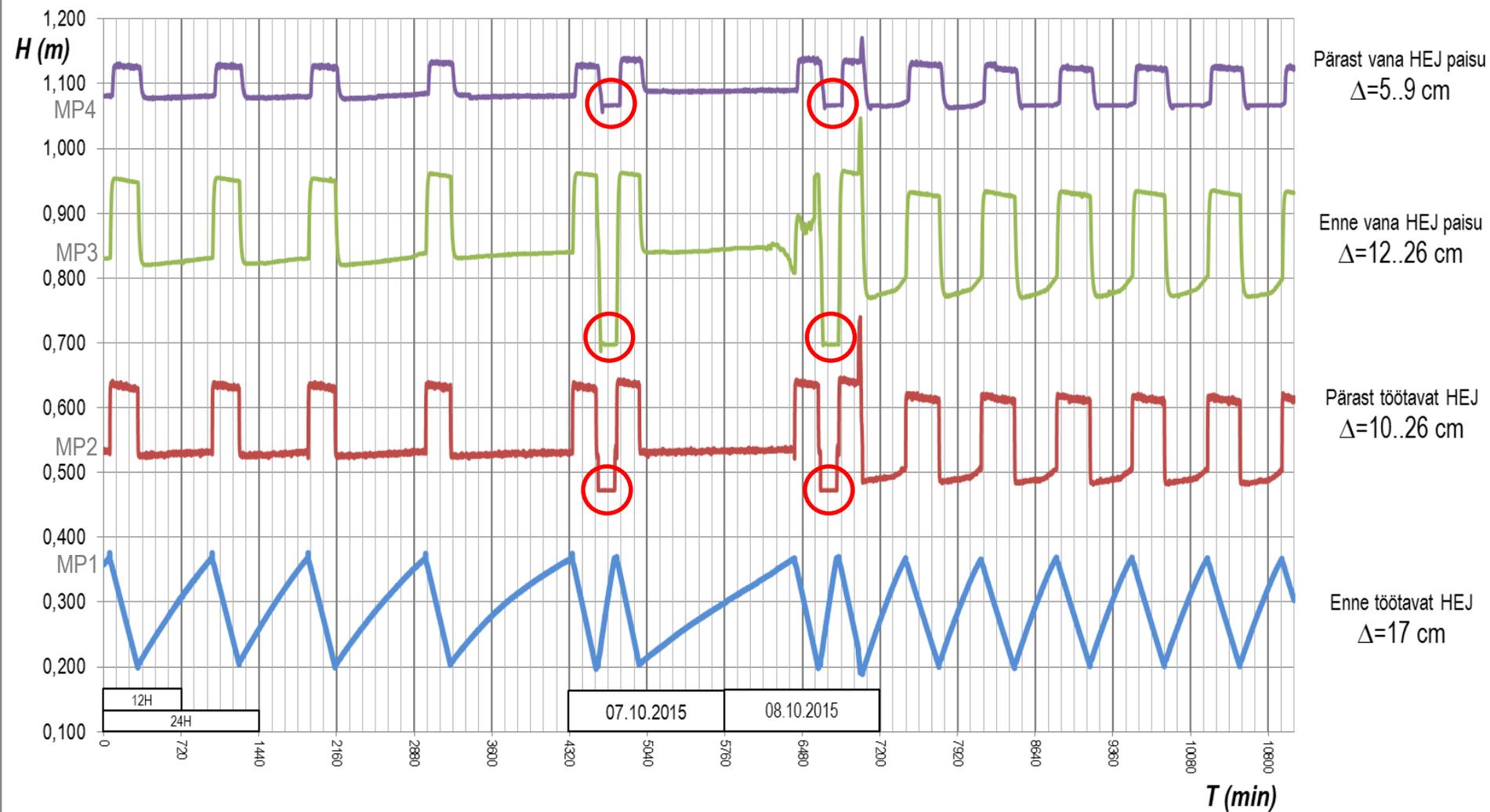


# DOWNSTREAM IMPACT



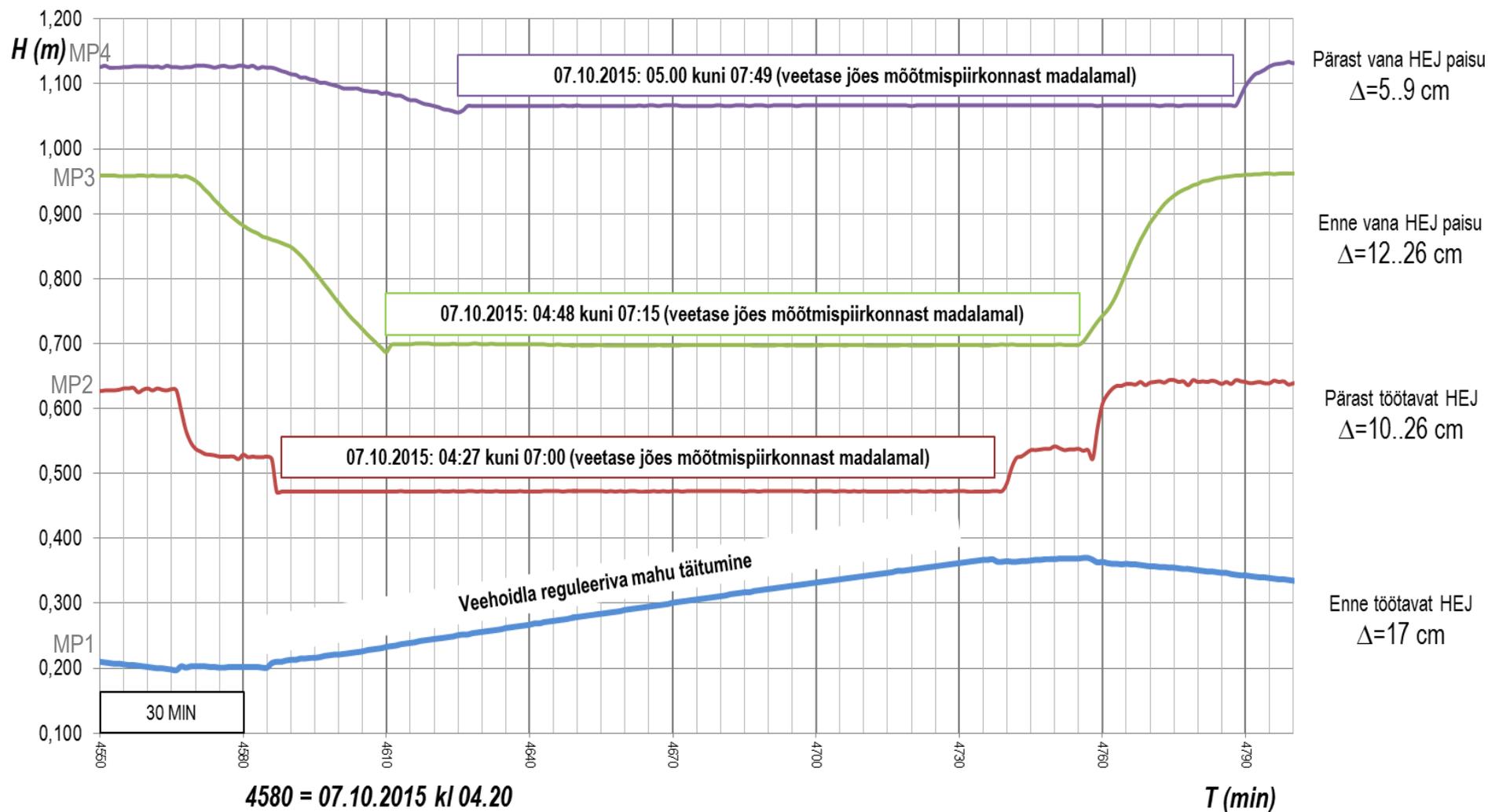
# ERROR GAPS

07.10 ja 08.10.2015 were registered water levels below measurement range.



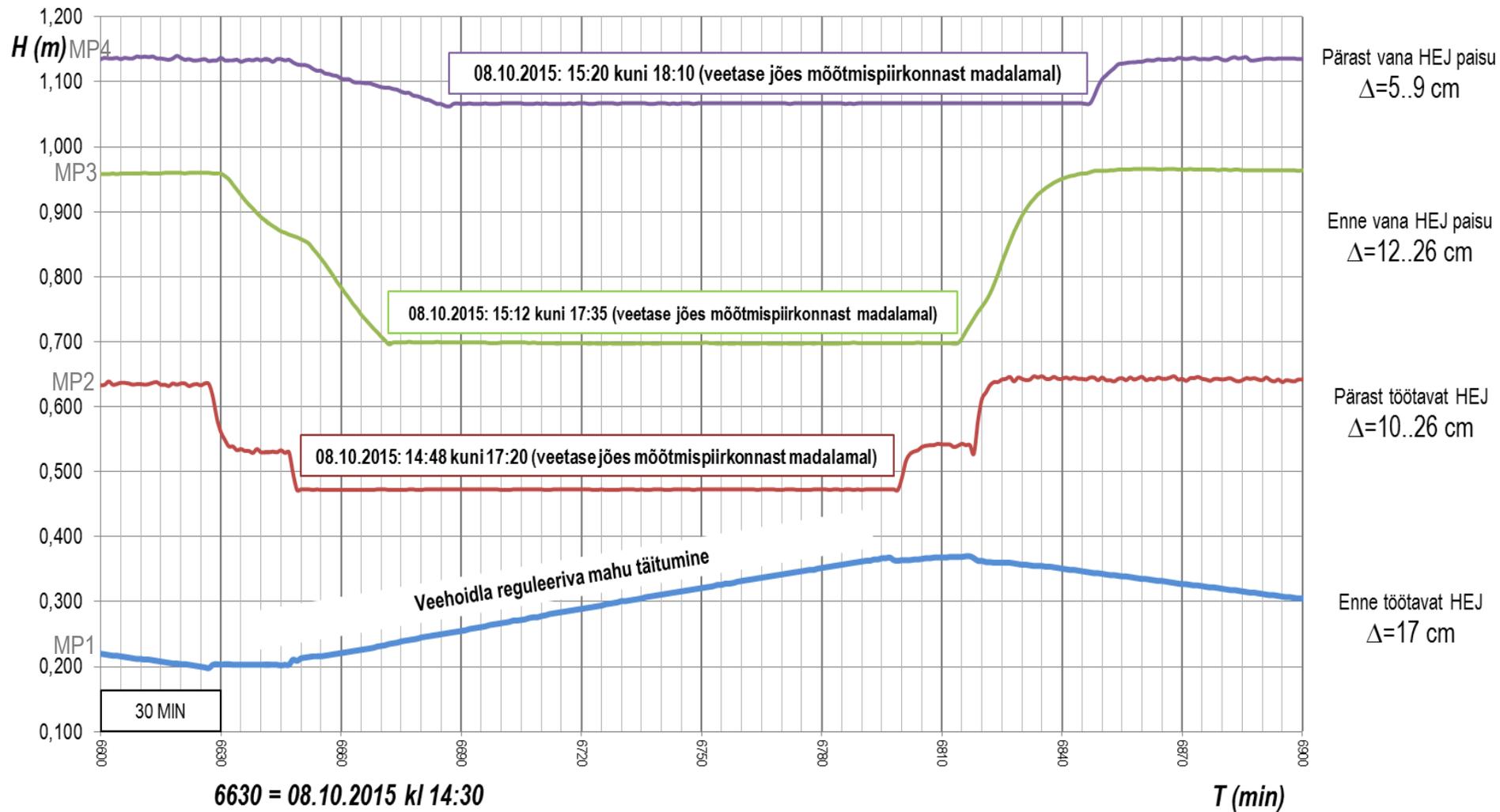
# ERROR GAP: 07.10.2015

07.10.2015 out of range 04.27 until 07.49 (ca 3,5 h).



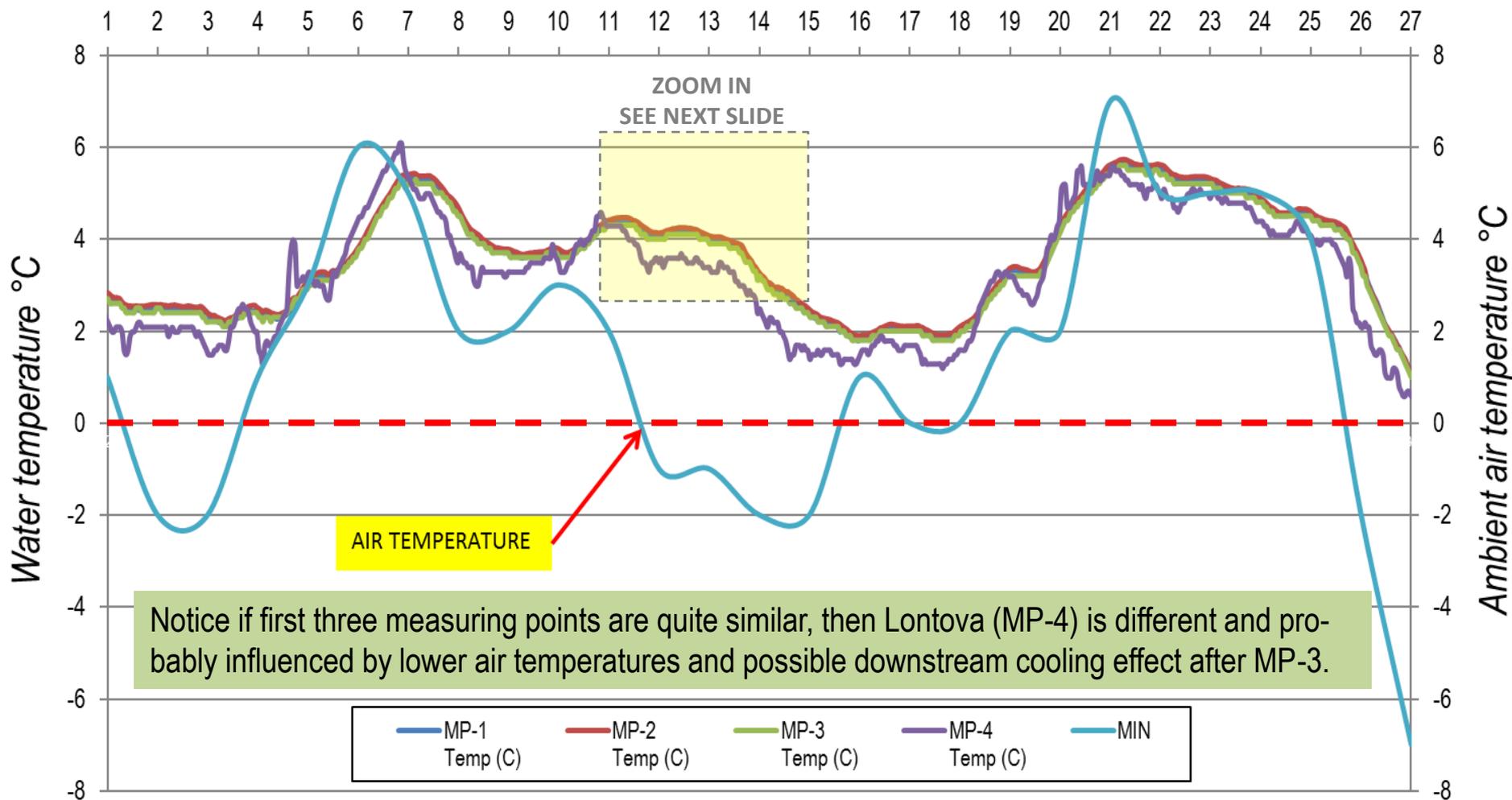
# ERROR GAP: 08.10.2015

08.10.2015 out of range 14:48 until 18:10 (ca 3,0 h).

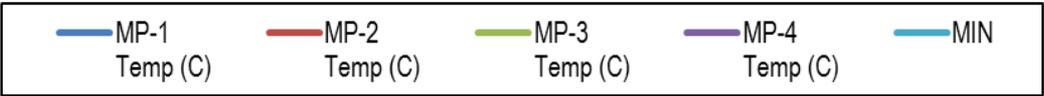


# RIVER WATER TEMPERATURE

Measuring water temperature once per hour. Ambient air MIN temperature from Wunderground (daily min).



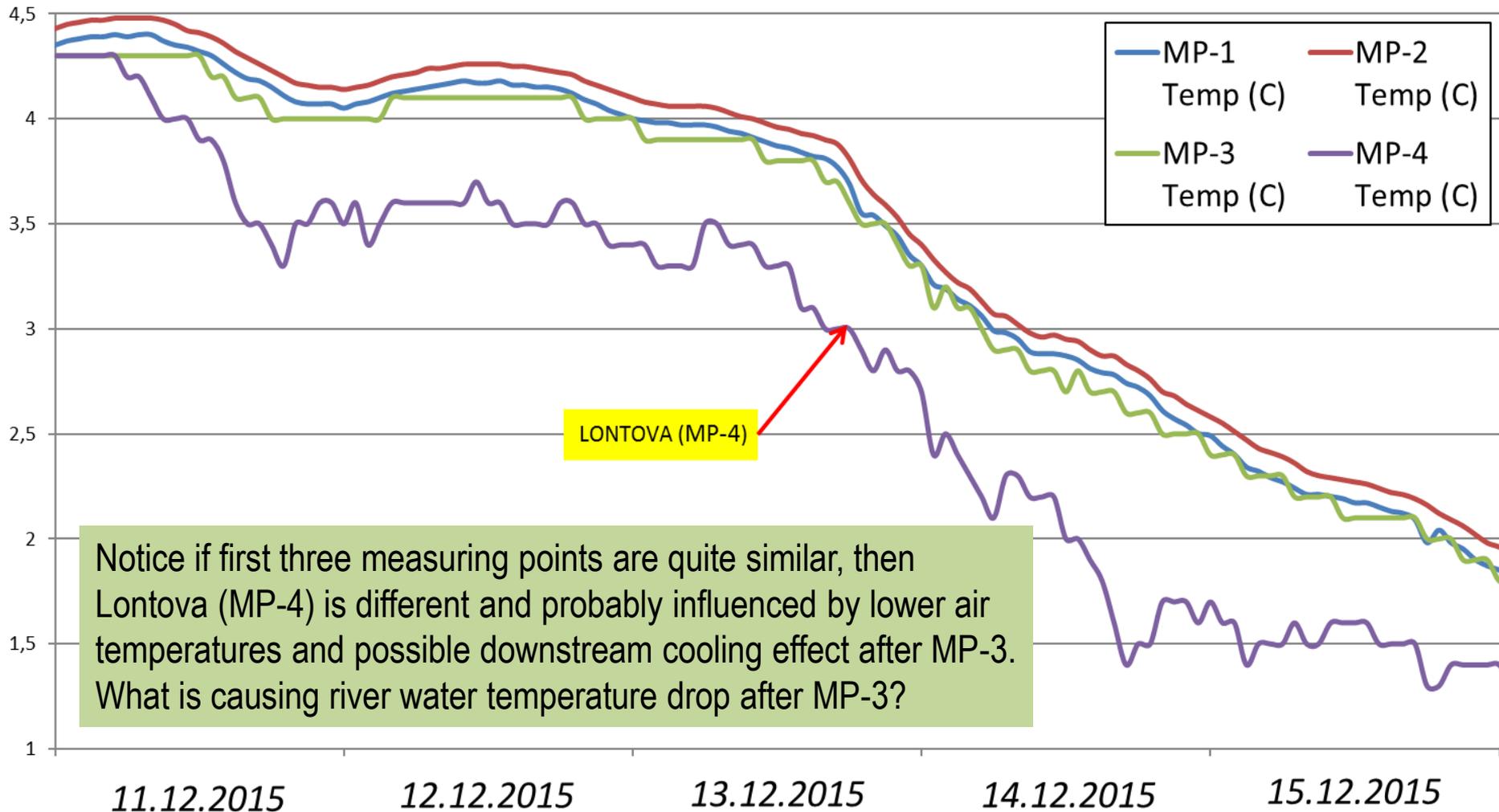
Notice if first three measuring points are quite similar, then Lontova (MP-4) is different and probably influenced by lower air temperatures and possible downstream cooling effect after MP-3.



01. - 27. December 2015

# RIVER WATER TEMPERATURE

Period: 11.12.2015 - 15.12.2015  
Measuring water temperature once per hour.



Notice if first three measuring points are quite similar, then Lontova (MP-4) is different and probably influenced by lower air temperatures and possible downstream cooling effect after MP-3. What is causing river water temperature drop after MP-3?

# GRAB MEASUREMENTS

16.01.2016 grab temperature measurements 15.00 – 17.00.  
Ambient air temperature during measurements -17C.

Instrument: hand-held submersible unit with digital display, accuracy  $\pm 0,1\text{C}$  which is enough to get indication for river water temperature, but unfortunately not enough to make any further analysis.

Mõõtepunkt	A	B	C	D	E	F	G
Asukoht	Lontova	Kunda vana HEJ (pärast paisu)	EC pumpla	Jaama tn HEJ (pärast paisu)	Kunda mõis (enne paisu)	Kohala (pärast silda)	Sämi mõõtejaam
Jõevee temperatuur (°C)	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,2	+0,2	+0,2
Kaugus A-st ülesvoolu (km)	0,00	0,90	1,25	1,40	4,20	16,70	24,00

# NEXT STEPS

1. Required is better system for anchor ice formation studies
  - better accuracy (sensor resolution) for investigation range
  - better investigation program to evaluate the anchor ice problem

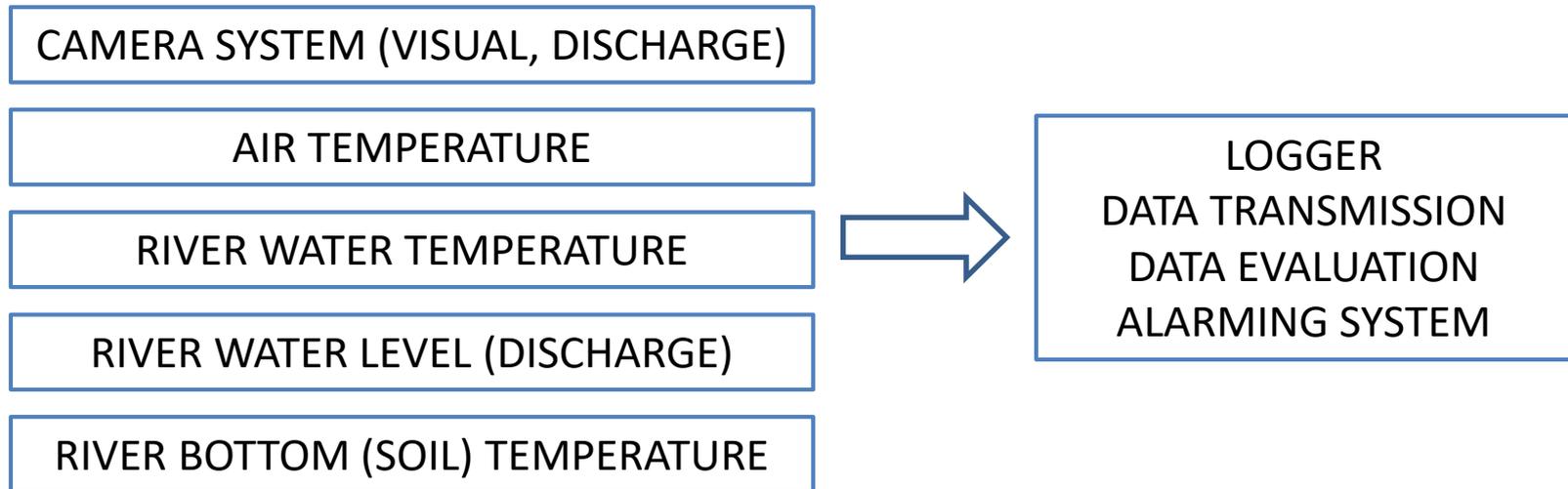
## **THEORETICAL KNOWLEDGE RELATED TO KUNDA ANCHOR ICE:**

1. Low air temperature
2. Low river water temperature
3. Low water flow in the river (close to MIN flow in the river)
4. Low infeed from groundwater to the river (downstream, sandstone canyon)
5. River water velocity  $>1,5$  m/s
6. Torrential river bed (rapid flow)
7. Low river bed temperature (ground temperature)

## **HYPOTHESIS FOR FURTHER STUDIES:**

1. Non-natural water level and flow fluctuations are creating better conditions for anchor ice formation in downstream rapids (see title picture ice waves).
2. Rapids and not properly used dams are extra coolers for river water.
3. Error gaps are caused by poor technological system.

# INVESTIGATION PROPOSAL



Brainstorming discussions with specialists from Keskkonnaamet on 08.02.2017 from 09.00..11.00 in Tallinn Estonia.

Topics discussed:

1. Measurement program initial task and discussion of monitoring possibilities.
2. What and when to measure (water level, soil and air temperature etc.)

Decision: visit site and make a general plan where and how to investigate.

# SITE VISIT PHOTOS 20170208

Site visit and investigations took place on 08.02.2017 afternoon and following locations were reviewed: Lontova rapids and dams with reservoirs up to Jaama street.

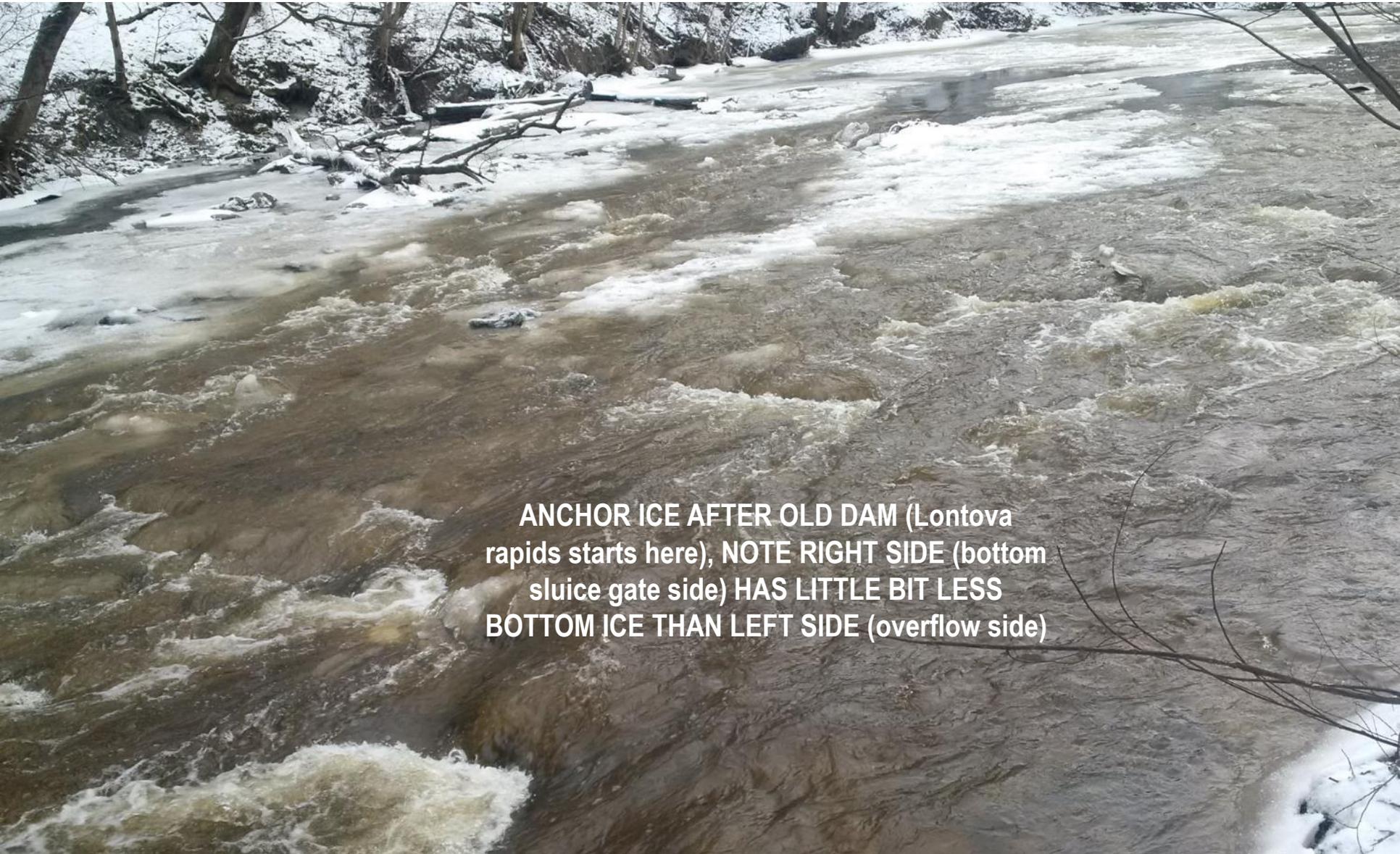
Participants: Philipp Theuring, Heiko Källo and Ergi Prommik.



**PARTLY WATER OVERFLOWS OVER DAM  
AND DAM IS COVERED WITH ANCHOR ICE**

**BOTTOM SLUICE GATE IS  
OPEN AND SOME FLOW IS  
COMING THREW THERE, NOTE  
NO ICE AFTER BOTTOM GATE**

# SITE VISIT PHOTOS 20170802



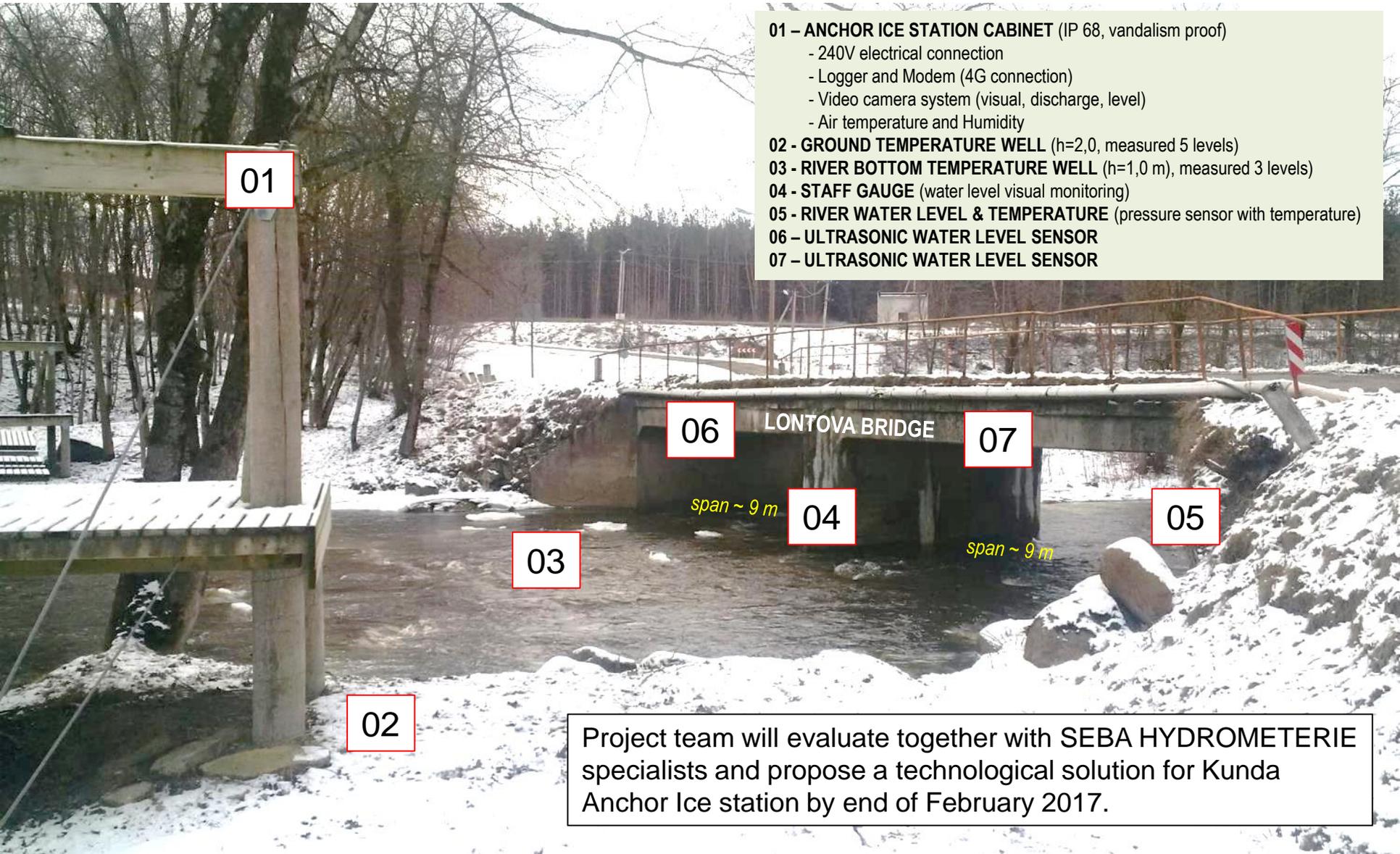
ANCHOR ICE AFTER OLD DAM (Lontova rapids starts here), NOTE RIGHT SIDE (bottom sluice gate side) HAS LITTLE BIT LESS BOTTOM ICE THAN LEFT SIDE (overflow side)

# SITE VISIT PHOTOS 20170802



ANCHOR ICE IN LONTOVA RAPIDS  
NEAR BLÜCHERI CAFE

# KUNDA ANCHOR ICE STATION



- 01 – ANCHOR ICE STATION CABINET** (IP 68, vandalism proof)
  - 240V electrical connection
  - Logger and Modem (4G connection)
  - Video camera system (visual, discharge, level)
  - Air temperature and Humidity
- 02 - GROUND TEMPERATURE WELL** (h=2,0, measured 5 levels)
- 03 - RIVER BOTTOM TEMPERATURE WELL** (h=1,0 m), measured 3 levels)
- 04 - STAFF GAUGE** (water level visual monitoring)
- 05 - RIVER WATER LEVEL & TEMPERATURE** (pressure sensor with temperature)
- 06 – ULTRASONIC WATER LEVEL SENSOR**
- 07 – ULTRASONIC WATER LEVEL SENSOR**

02

03

06

04

07

05

Project team will evaluate together with SEBA HYDROMETERIE specialists and propose a technological solution for Kunda Anchor Ice station by end of February 2017.



Narva old riverbed  
revitalisation and eel  
migration project

# Initial project approach

# Agenda

---

- 
- 1 Company presentation
  - 2 Initial ideas for Narva project
  - 3 Further project stages
  - 4 Pool of experts
  - 5 Project references
-

# 1. Company Presentation

---



## Our Hydraulic Engineering Department

Our portfolio ranges from flood control facilities and water development projects to waterway engineering and coastal protection.

We have a focus on the planning of individual inland water structures, and of structures next to bodies of water affected by tidal movement, such as dams, locks, dikes and dike locks.

When designing and constructing hydropower plants, our engineers design plants including the ascertainment of the amount of water that can pass through the turbines of a run-of-river power plant and determining the optimum dimensions of the reservoirs.

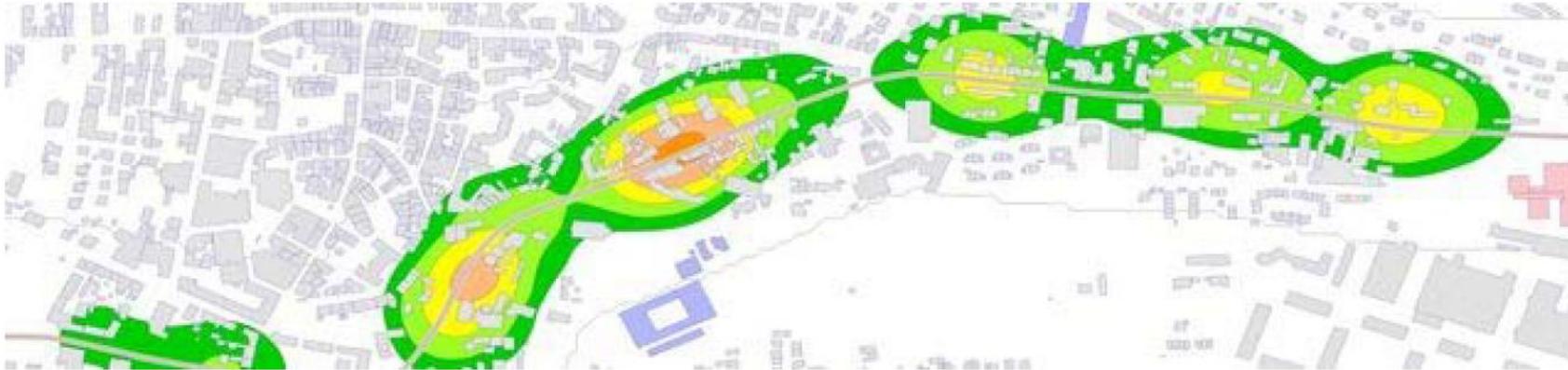
The renaturation of areas in the proximity of water bodies, and the expansion and conversion of existing harbours require extensive earth works, for which we provide a full range of planning services.

## Branches:

- **Waterway engineering**  
Waterways, dams, locks, storage dams, fish ladders, fish protection systems
- **River basin management**  
Hydrology, hydraulic calculations (1D and 2D), flood control concepts, measures for ecological improvement, water management, structural water quality mapping
- **Flood control and coastal protection**  
Dikes and flood control dams, barriers and dike locks, breakwaters
- **Harbour construction**  
Mooring spaces, harbours and entrances, technical infrastructure facilities, marinas, floor and slope reinforcement, crater protection
- **Dredging**

# 1. Company Presentation

---



## Environmental Planning Department

In our Environmental Planning Department, our interdisciplinary teams of engineers and experts handle all issues related to landscaping, contaminated site remediation and groundwater protection.

We also use environmental impact assessments and FFH (Fauna-Flora-Habitat) impact investigations to identify and evaluate the effects on the environment. Noise and air pollutant immission control rounds off our range of services in this business segment.

## Branches:

- Contaminated site remediation
- Land recycling
- Groundwater protection and modelling
- Environmental impact assessments
- FFH impact investigations
- Landscaping
- Immission control (noise, air pollutants)
- Biotope mapping

# 1. Company Presentation

---



## Our Structural Engineering Department

We have successfully carried out innumerable civil engineering projects. Our aim is to develop optimised support structures, from preliminary planning to a draft of the overall structure, and all the way to the details. We place a strong emphasis on economic specifications for construction, and subsequent use of the finished structures is taken into account in the structural analysis.

Structural hydraulic engineering is one of our focuses. We have expertise in hydro-engineering conditions, alteration, retrofitting and enlargement of existing facilities, difficult geological conditions, and exceptionally high technical demands on the structures and their foundations.

## Branches:

- **Structural planning**  
Wharves, locks, bank walls, dams, cooling water structures, pumping stations
- **Civil engineering structures**  
Foundations, foundation pits and cofferdams, bridges and tunnels, steel and solid construction, structural support measures
- **Final planning**  
Structural analyses, shell and reinforcement plans, final designs for steel construction, preparation and support for contract award

# 1. Company Presentation

---

## Project Management 1/2



The services offered by Fichtner Water & Transportation comprise all of the essential planning and advisory services required to build and operate structures and facilities across our business segments. We take on the task of project management and, as needed, coordinate other companies involved in planning, as project controllers, and synchronise the interfaces.

According to project requirements, we use geographical information systems (GIS) and geodatabases and BIM (Building Information Modelling) for the planning of our projects.

# 1. Company Presentation

---

## Project Management 2/2

### Project preparation:

- Inventories and baseline investigations
- Facility and project conception
- Analysis of local conditions
- Feasibility studies
- Transport development concepts
- Surveying
- Preliminary planning
- Financial and technical analyses and tests
- Due diligence
- Reserve calculation based on JORC (mining)

### Planning and contract awards:

- Preliminary design
- Approval planning and support for the process (planning assessment and environmental compatibility)
- Final design
- Surveying during planning and construction
- Subsoil consultation (with dedicated lab)
- Facility and product specifications
- Mass and cost estimates
- Preparation of tender documents
- Assistance during tendering and contract award
- Bid evaluation and comparisons
- Development planning
- Coordinated supply planning

### Project execution:

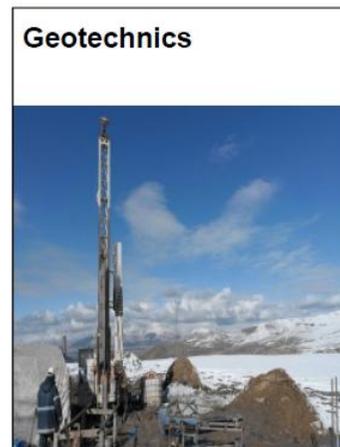
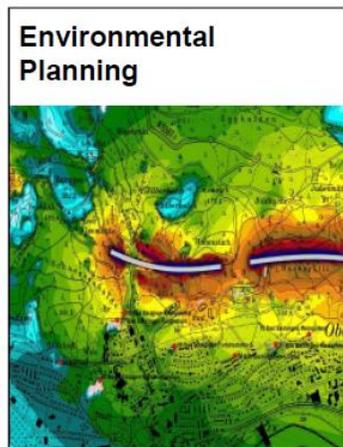
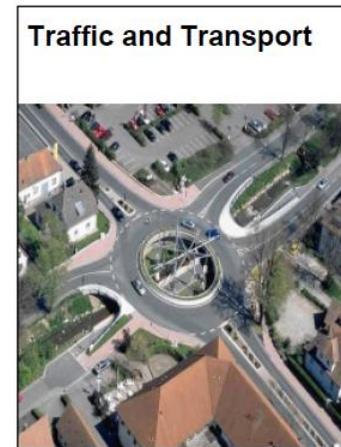
- Construction direction and local construction supervision
- Geotechnic support with a dedicated lab
- Health and safety coordination (SiGeKo)
- Inspection of technical execution and quality assurance
- Design review
- Support during factory approval procedures and approval testing
- Coordination of commissioning
- Supervision of startup and test operation
- Verification of plant performance
- Construction and project documentation
- Warranty management support
- Support for operations management and optimisation

# 1. Company Presentation

---

A comprehensive presentation of our company is given in [Annex 1](#).

## **FICHTNER** WATER & TRANSPORTATION



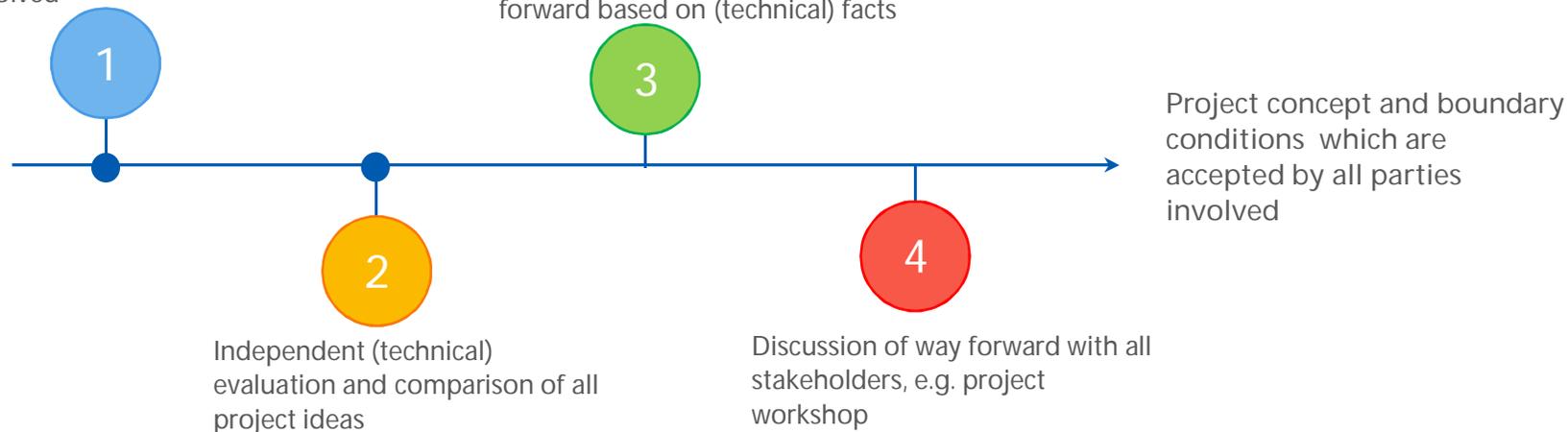
## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.0 Technical initial task and parties conditions

#### Project management

- Goal is to facilitate negotiations between Estonian and Russian parties involved in order to find a consensus on crucial project criteria, such as:
  - Flow available for ecological improvement (fish migration and habitate structures), depending on expected reduction hydropower potential
  - Surfaces (land plots) available for construction of fis migration facilities
  - Possible financing models for the envisaged project

Collection of requirements, ideas, and suggestions of all parties involved



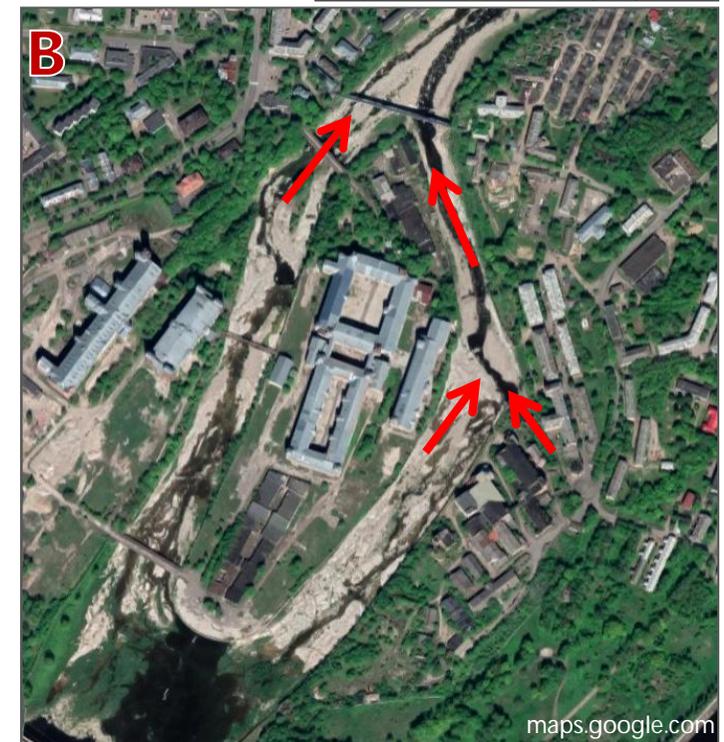
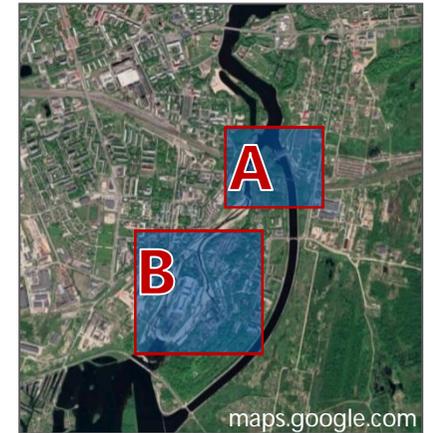
Fichtner will provide independent technical expertise and moderate talks, to support the decision-making process for all parties involved.

## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.1 Collection and evaluation of base data

#### Hydrology

- River gauging data (flow availability)
- Reservoir gauging data (reservoir water level)
- Distribution of reservoir discharge between derivation channel (HPP) and old riverbed
- Distribution of discharge between the two branches of the old riverbed (hydraulic modelling required?)
- Distribution of additional discharge in the old riverbed

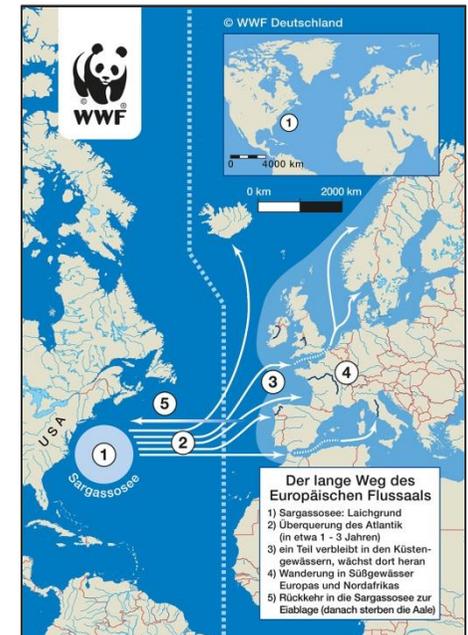


## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.1 Collection and evaluation of base data

#### Biology of relevant fish species

- Fish species (and others, e.g. invertebrates) to be considered
- Relevant fishbiological parameters (size) to be considered for up- and downstream migration
- Goals to be achieved for fish-habitates (no spawning of eels expected in the river)
- Range of river discharge for which fish migration shall be facilitated
- other criteria to be considered for up- and down-stream migration (e.g. swimming potential, migration level within the waterbody, ...)

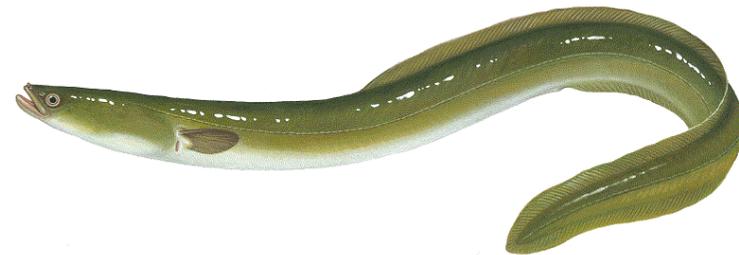


[www.nies.ch/doc/tr/tr155\\_europaeischer\\_aal.de.ph](http://www.nies.ch/doc/tr/tr155_europaeischer_aal.de.ph)

*glass-eel (up-stream)*



*eel adult-stage (down-stream)*



## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.1 Collection and evaluation of base data

#### Topographical survey data

- Surface elevation in the project area
- River channel geometry (bathymetry), e.g. by means of aeration underwater study
- Cadastral plans of existing land plots, buildings, infrastructure

#### Land availability

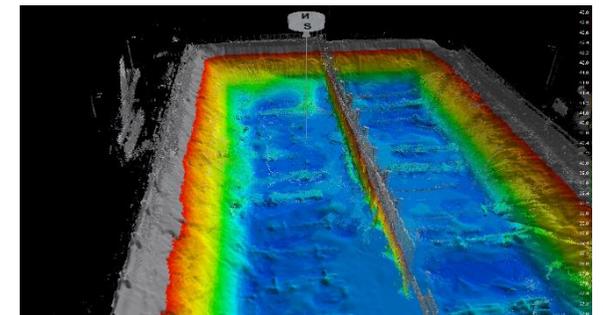
- clarification of ownership, and possible restrictions for the Project (temporarily / permanent)

#### Geotechnical investigations

- geological strata and groundwater conditions in the project area
- Information on dam construction (and geotechnical investigations, if required), and structural stability of the dam

#### Existing infrastructure

- Information on construction of Dam, HPP, Bridges, etc.
- Information on existing supply lines (electricity, gas, water)



## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.2 Investigation of possible migration paths

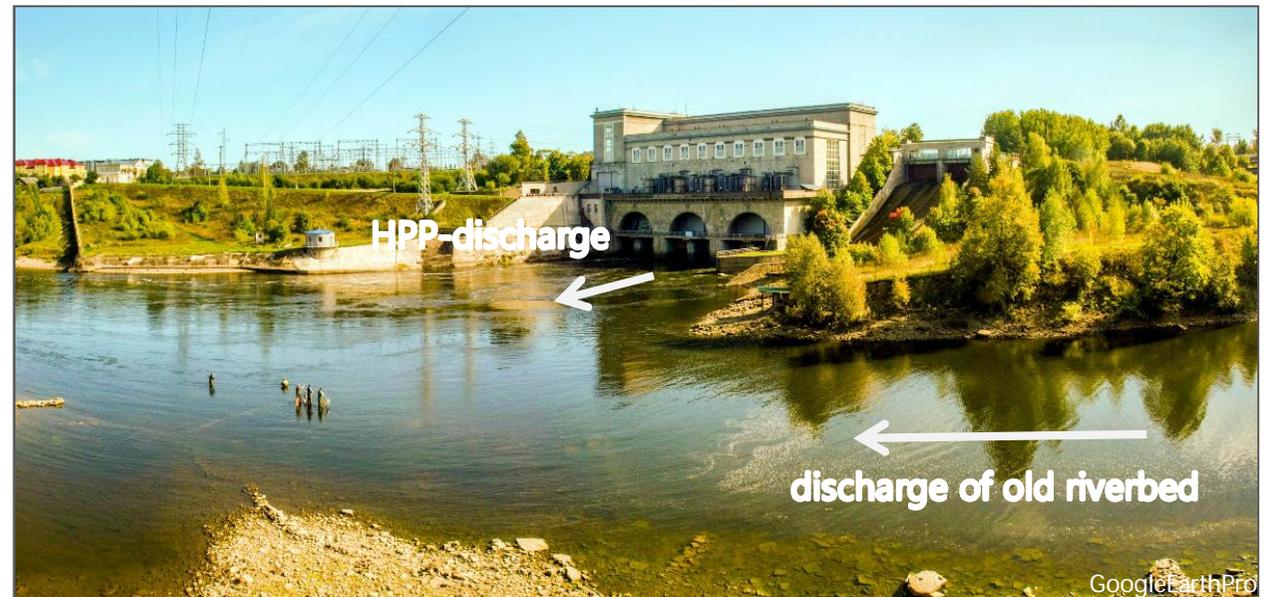
#### Downstream Channel of HPP vs. old riverbed (up-stream migration)

- comparison of flow at HPP compared to old riverbed for
  - different HPP-operating conditions
  - different discharge scenarios from the reservoir
- investigation of the characteristical waterbody-slope-conditions at the intersection



#### Principle of upstream fish migration:

up-stream migration of glass-eels is mainly orientated on the main discharge by means of velocity and quantity



## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.2 Investigation of possible migration paths

Conditions for migration in the derivation channel

- major obstacle at HPP
- flow velocity, flow depth
- state and quality of the waterbody
- state and quality of the riverbed and -banks

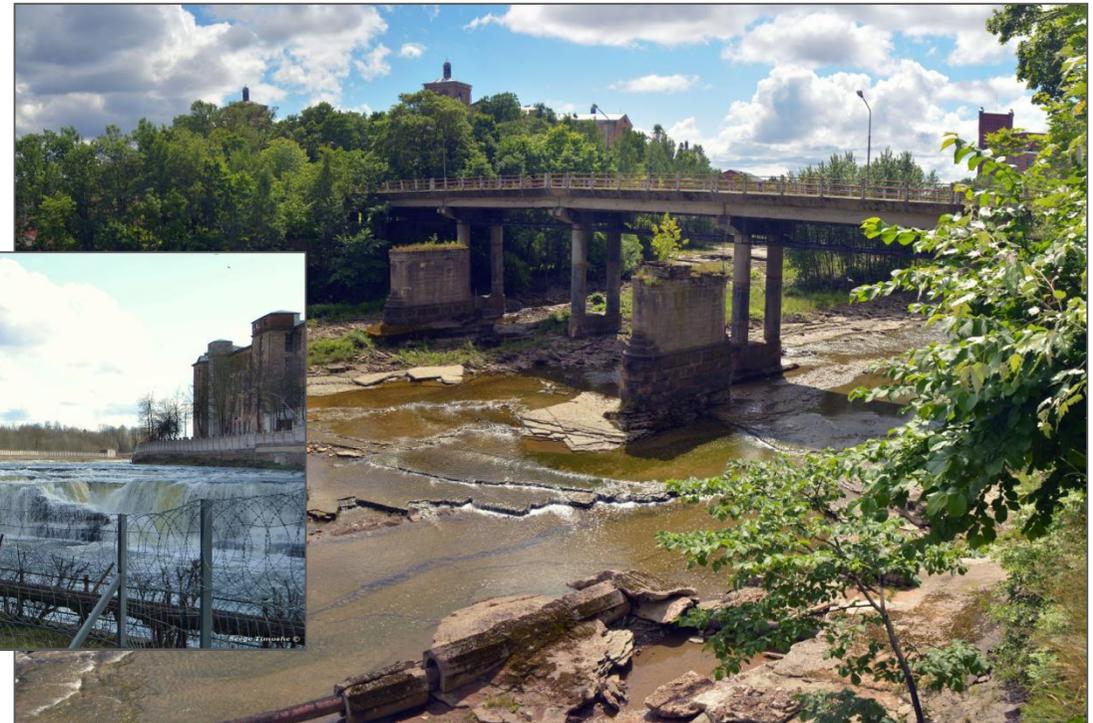


## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.2 Investigation of possible migration paths

Conditions for migration in the old riverbed (up and down-stream)

- water availability depending on the operation of the HPP and reservoir
- water availability from additional inflow
- state and quality of the waterbody
- state and quality of the riverbed and -banks



## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.2 Investigation of possible migration paths

Conditions for migration in the old riverbed (up-stream)

- major obstacle at natural cliff (6m) and dam in both river branches
- irritation due to branching of channels
- irritation due to additional inflow



## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.2 Investigation of possible migration paths

Conditions for migration into the reservoir (up-stream)

- old riverbed
  - obstacle at dam and weir (4m)
  - fish pass required
- derivation channel
  - possible obstacle at rack between reservoir and channel



## 2. Initial ideas for Narva project

### 2.3 Investigation of possible habitats

Conditions for habitats in the old riverbed and derivation channel

- discussion of
  - Relevant species?
  - habitats in one or both river branches?
  - habitats in in derivation channel?
- estimation of minimum discharge rate to establish temporary and/or permanent habitats
- numerical flow simulations to verify water depth, water quality within habitats in the old riverbed?



# 3. Further project stages

## 3.1 Feasibility study

Summary of initial tasks and boundary conditions

Definition of different elements of the project

- Migration pathes

  - within riverbed an derivation channel





  - at local obstacles



- Habitat

  - in old river

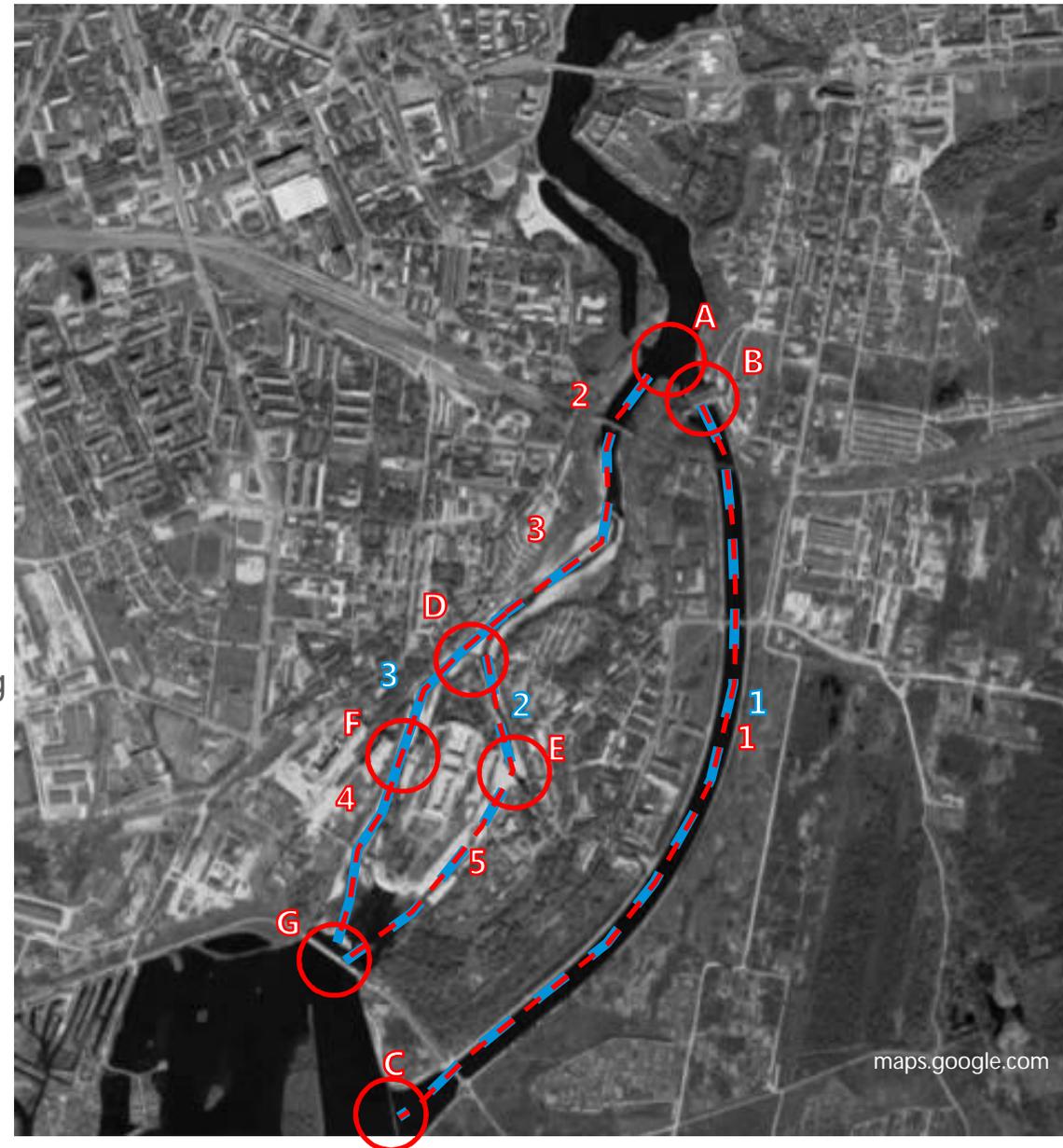




  - derivation channel

Technical concept

- ... will be prepared so that Client can apply for funding from EU (INTERREG) or other sources/institutions.



## 3. Further project stages

---

### 3.1 Feasibility study

Design of various solutions for each project element, including i.a.:

- Description of function and potential benefits and limitations
- estimated investment
- Technical sketches as initial concepts
  - e.g. technical facilities for up-stream migration at the obstacles
    - ell-ladder \*
      - position at the riverbanks
      - accessibility
      - equipment

(\* suitable for eel up-stream migration only)



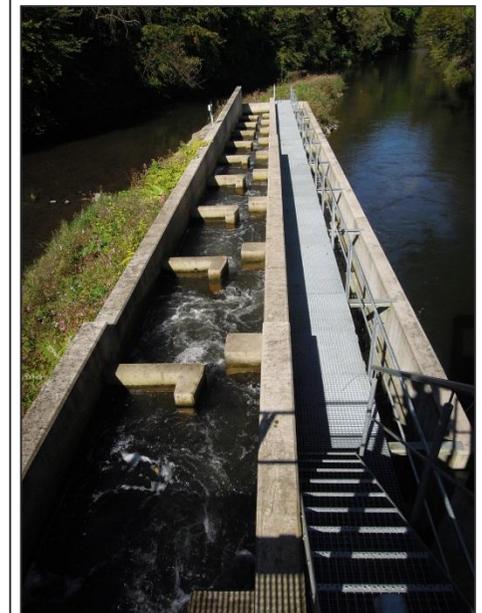
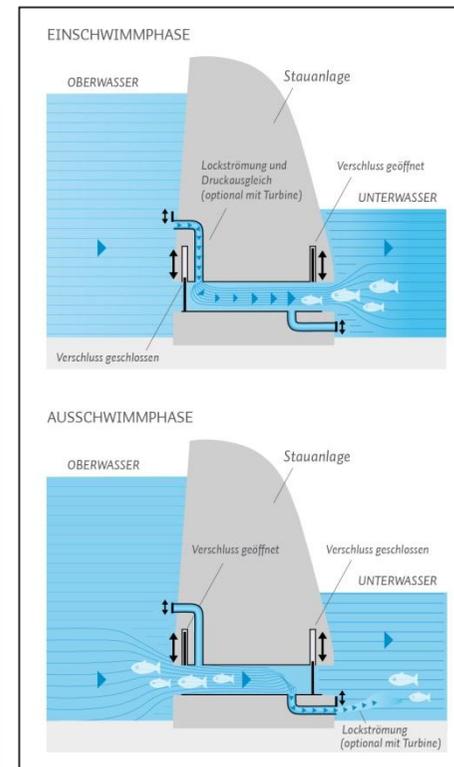
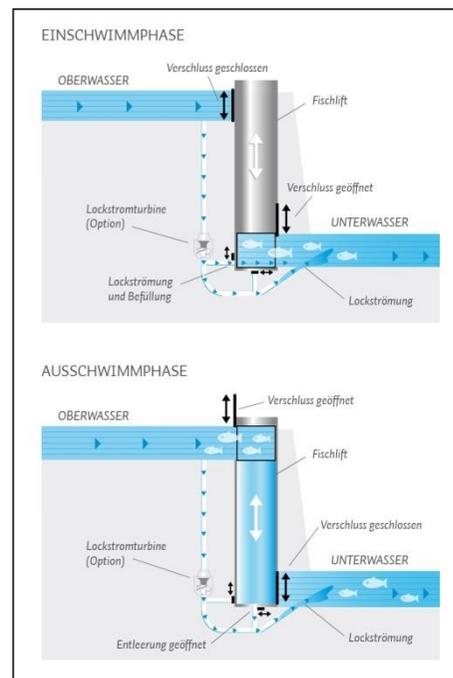
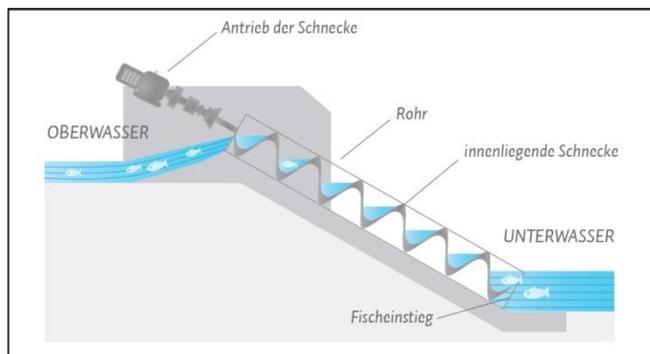
# 3. Further project stages

## 3.1 Feasibility study

Design of various solutions for each project element, including i.a.:

- Technical sketches as initial concepts
  - e.g. technical facilities for up-stream migration at the obstacles
    - ... also for other species (if desired / required), e.g.
      - hydro fishlift \*
      - archimedic screw \*
      - fish lock sluice system \*
      - vertical slot

(\* discontinuous migration systems, bottom connectivity is not granted)

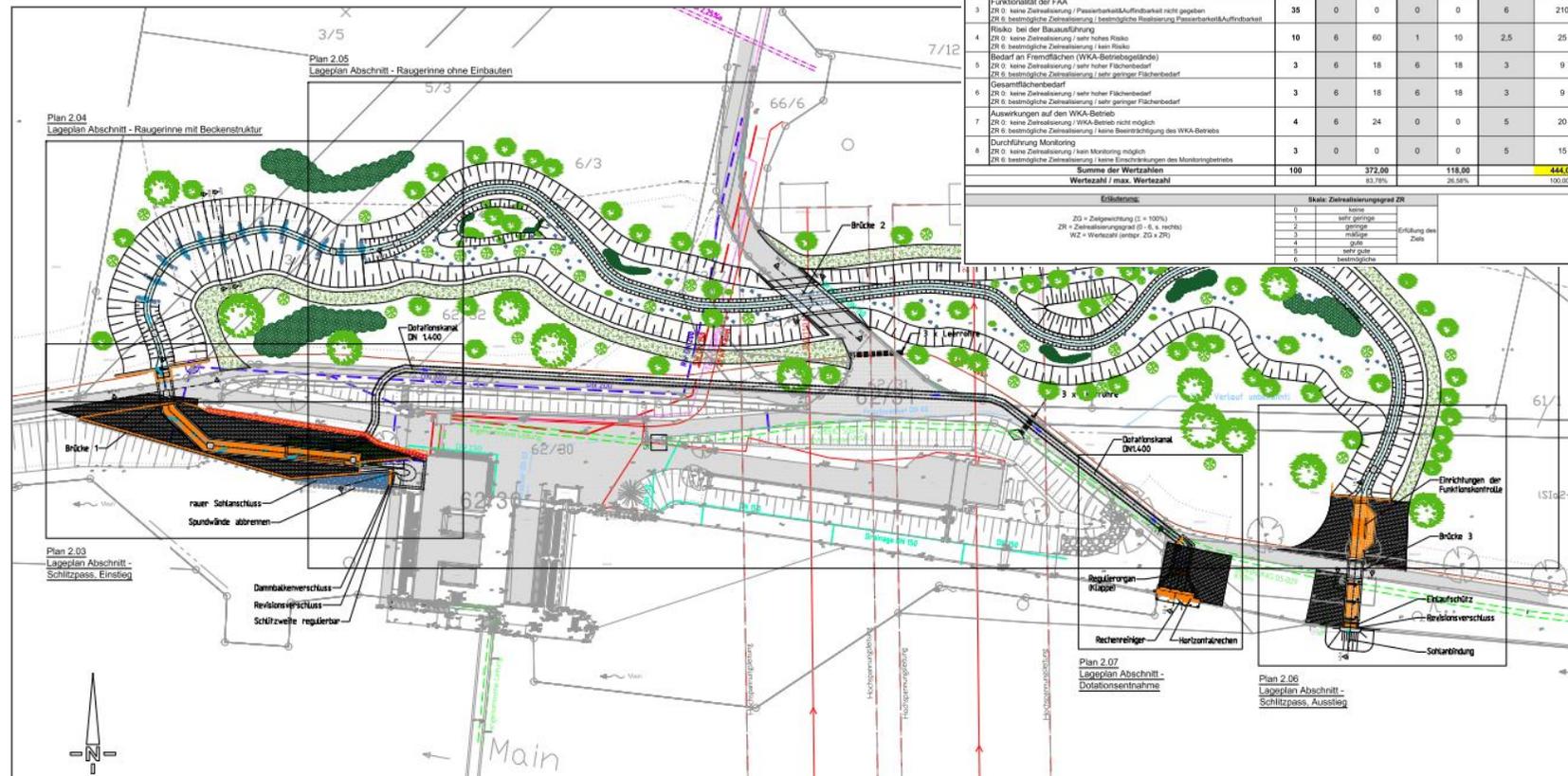


# 3. Further project stages

## 3.1 Feasibility study

Comparison and rating of alternative solutions for each project element

- Proposal of evaluation criteria
- Explanation to support the evaluation
- Euggestion of specific solutions
- Identification of a preferred solution



Nr.	Bewertungskriterien Ziele	ZG	Variante 0 Nullvariante		Variante 0a Rückbau WKA		Variante 1 Kombinationbauwerk Verbleibendes / Umgehungsgerinne / Regierinne mit Böckersstrukturen, Wasserröhre für Zustatschalen im Staubeereich, separate Düfelfestleitung am rechten Mainufer		Variante 2 Kombinationbauwerk Verbleibendes / Umgehungsgerinne / Regierinne mit Böckersstrukturen, Zulassung des Düfelfestwassers vollständig über Umgehungsgerinne und Regierinne, Trennung betriebsfähiger Fisch und Düfelfestwasser oberhalb des Verbleibendes in einem Kombinationbauwerk		Variante 3 Verbleibendes, Linienführung vom Unterwasser der WKA bis zum Staubeereich, Wasserröhre für Zustatschalen im Staubeereich, Linienführung der Düfelfestleitung unterhalb der FAA.		Variante 3a wie Var. 3, aber ohne Linienführung in Böschung WKA-Innen	
			ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ
1	Investitionskosten ZR 0 keine Zielrealisierung / sehr hohe Kosten ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / keine Kosten	30	6	180	0	0	4	120	2,5	75	2,5	75	3,0	90
2	Betriebskosten / Wartungsaufwand ZR 0 keine Zielrealisierung / sehr hoher Wartungsaufwand ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / keine Wartungsaufwand	12	6	72	6	72	3	36	4,5	54	2	24	2,5	30
3	Funktionalität der FAA ZR 0 keine Zielrealisierung / Passierbarkeit/Auffindbarkeit nicht gegeben ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / bestmögliche Realisierung Passierbarkeit/Auffindbarkeit	35	0	0	0	0	6	210	6	210	5,5	192,5	5,5	192,5
4	Risiko bei der Bauausführung ZR 0 keine Zielrealisierung / kein hohes Risiko ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / kein Risiko	10	6	60	1	10	2,5	25	3,5	35	2,5	25	3	30
5	Bedarf an Fremdflächen (WKA-Betriebsgelände) ZR 0 keine Zielrealisierung / sehr hoher Flächenbedarf ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / sehr geringer Flächenbedarf	3	6	18	6	18	3	9	4	12	3,5	10,5	1,5	4,5
6	Gesamtschichtenbedarf ZR 0 keine Zielrealisierung / sehr hoher Flächenbedarf ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / sehr geringer Flächenbedarf	3	6	18	6	18	3	9	1,5	4,5	4	12	4,5	13,5
7	Auswirkungen auf den WKA-Betrieb ZR 0 keine Zielrealisierung / WKA-Betrieb nicht möglich ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / keine Beeinträchtigung des WKA-Betriebs	4	6	24	0	0	5	20	5	20	5	20	5	20
8	Durchführung Monitoring ZR 0 keine Zielrealisierung / kein Monitoring möglich ZR 6 bestmögliche Zielrealisierung / keine Einschränkungen des Monitoringsbetriebs	3	0	0	0	0	5	15	5	15	5	15	5	15
Summe der Wertezahlen			100	372,00	118,00	444,00	425,50	374,00	395,50					
Wertezahl / max. Wertezahl				83,78%	28,58%	100,00%	95,83%	84,23%	89,08%					

0	keine
1	sehr gering
2	gering
3	mäßig
4	gut
5	sehr gut
6	bestmögliche

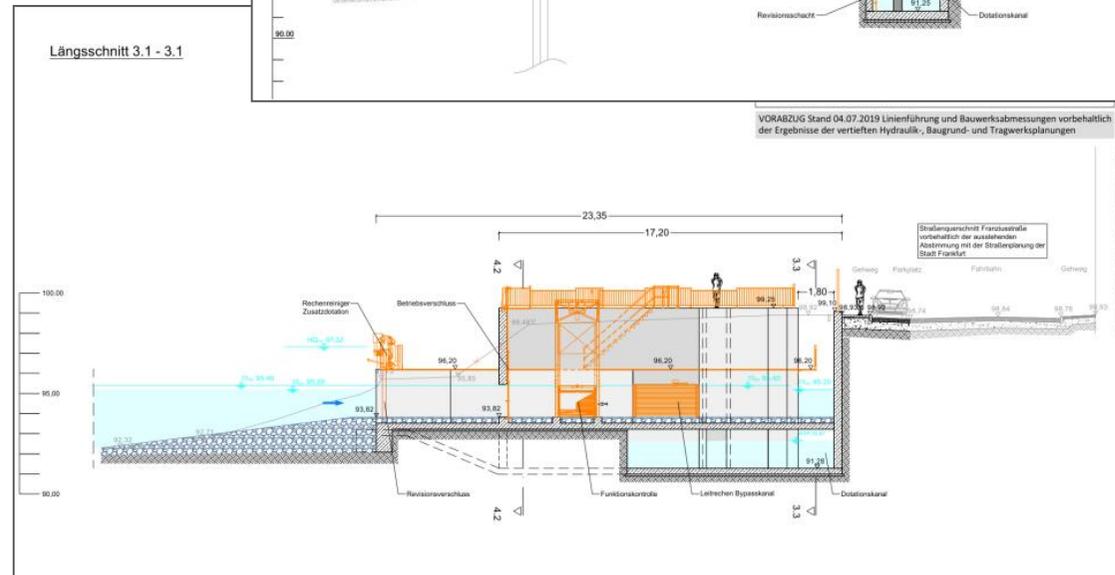
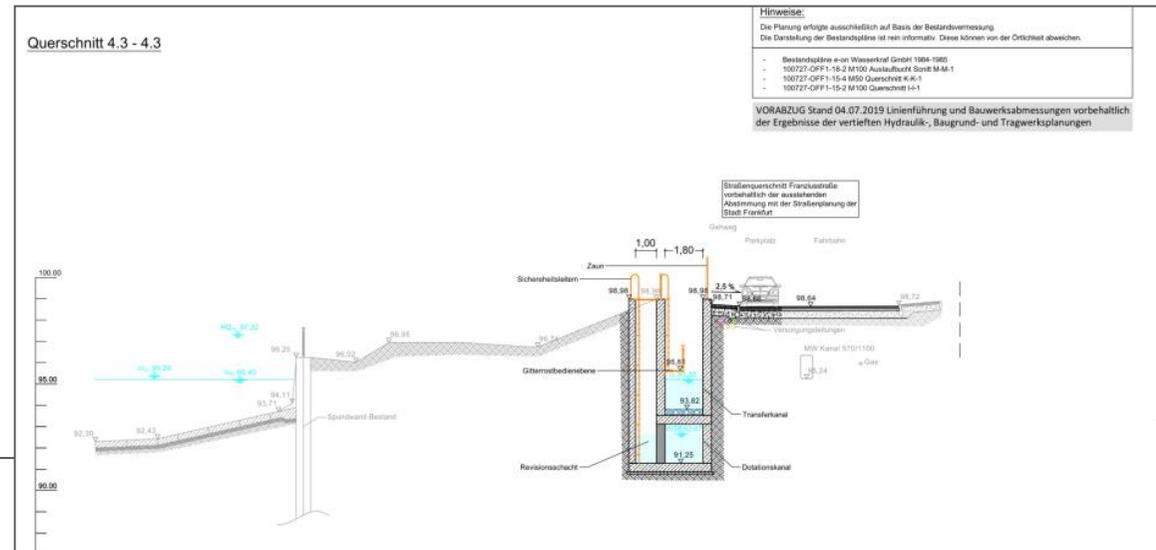
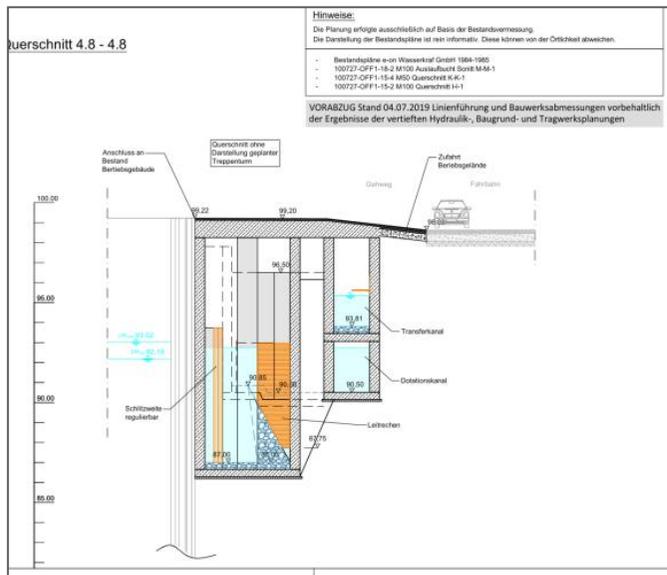
0	keine
1	sehr gering
2	gering
3	mäßig
4	gut
5	sehr gut
6	bestmögliche

# 3. Further project stages

## 3.2 Conceptual design

For the preferred solution only

- Civil, electro-mechanical, steel-works design for...
  - structures
  - earthworks and foundation
  - hydraulic steel and electrical engineering,
  - supply and disposal facilities

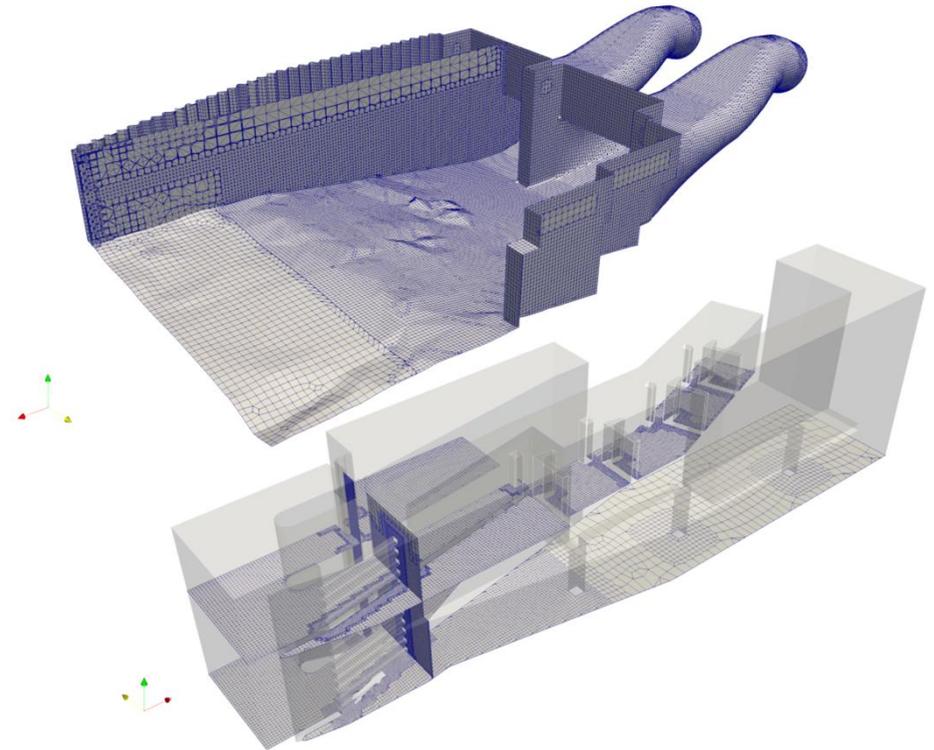


# 3. Further project stages

## 3.2 Conceptual design

For the preferred solution only

- Validation of hydraulic flow behavior (numeric modelling), if required for:
  - Migration pathes
  - habitats
- Estimation of expected investment
- Draft of construction progress and construction schedule



Kostenberechnung nach DIN 276	
Projekt nr.:	
Projekt name:	
Leistungsphase 2 / Variante 1	
Stand 08.06.2015	
Revision rev01	
Kostengruppe	

100 Grundstück	30.400,00 €
----------------	-------------

200 Herrichten und Erschließen	10.000,00 €
210	10.000,00 €

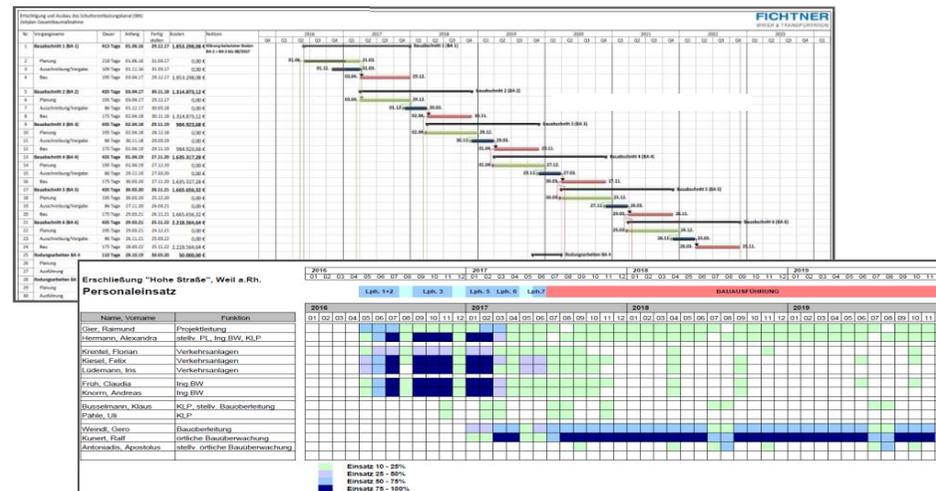
300 Bauwerk — Baukonstruktionen	3.441.250,00 €
310	1.228.840,00 €
330	929.000,00 €
340	92.110,00 €
360	233.200,00 €
370	597.250,00 €
380	380.850,00 €

400 Bauwerk — Technische Anlagen	311.500,00 €
460	15.000,00 €
470	296.500,00 €

500 Außenanlagen	10.100,00 €
510	6.500,00 €
530	3.800,00 €

600 Ausstattung und Kunstwerke *	0,00 €
700 Baunebenkosten	8.200,00 €

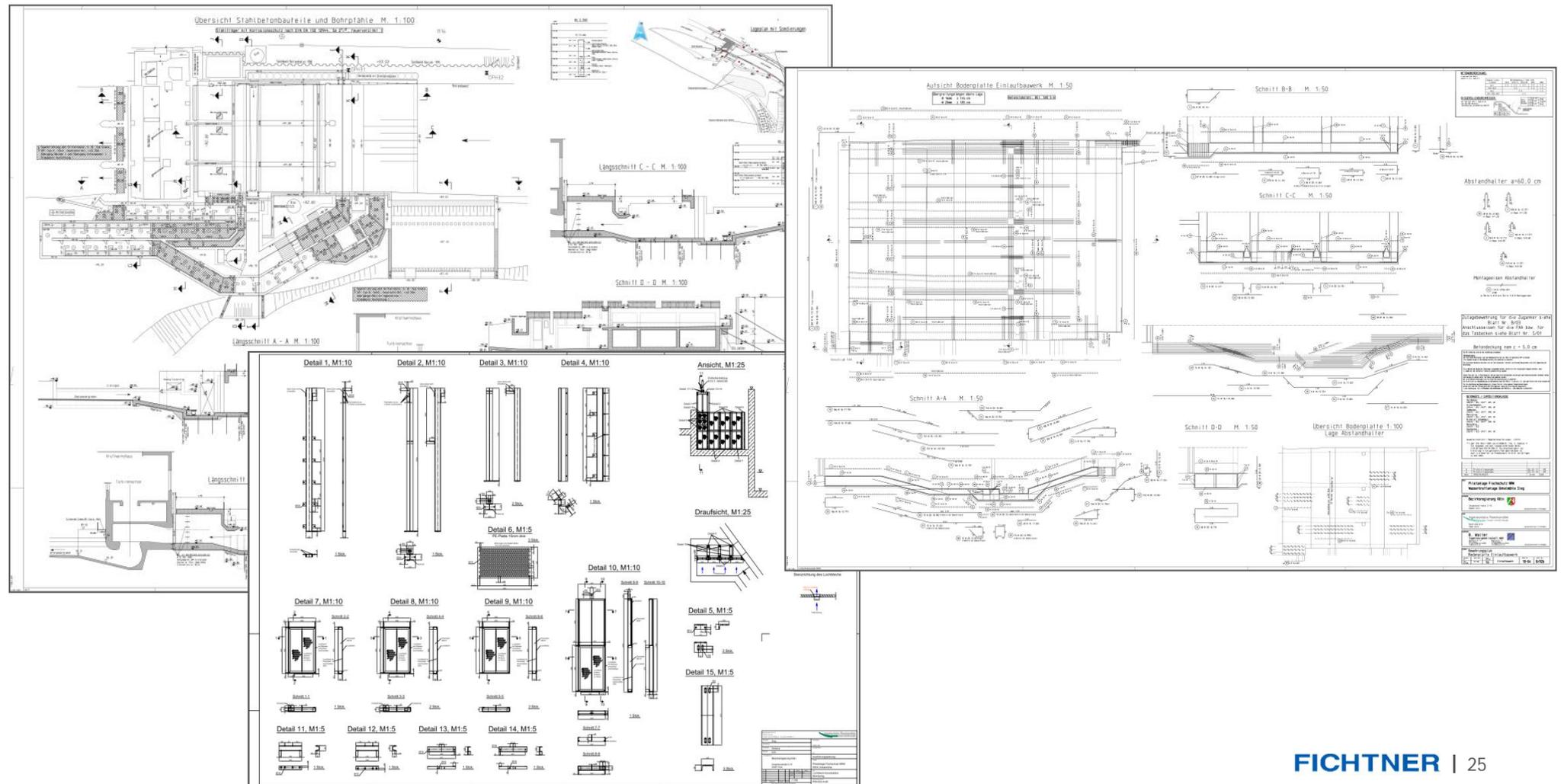
Herstellungskosten, netto	3.811.450,00 €
Kleinleistungen, ca. 5% der Herstellungskosten	190.572,50 €
Summe Baukosten, netto	4.002.022,50 €



# 3. Further project stages

## 3.3 Detailed / construction design

- Ready to built design for civil and electro-mechanical components, incl. reinforcement and formwork plans
- Basis for tender preparation (FIDC red book approach)
- Considering national regulations and standards (Estonia and Russia)?





# 3. Further project stages

## 3.5 Site supervision

Specialist site management and supervision

- control and supervision of
  - special features of the design fish migration facilities
  - general construction progress
- Reporting to Client
- presence of FWT-Expert: e.g. on a regular monthly basis

Construction management

- By local Consultant / Expert?
- By HPP operator?
- For general site supervision
- With every-day presence



## 4. Pool of experts

### Prof. Dr. Stephan Heimerl



Year of birth: 1968 | Dipl.-Ing. | 17 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English

#### Education/ Experience

- Since 2013 Publicly appointed expert witness for hydraulic engineering, hydropower plants and fish passes
- Since 2012 Fichtner Water & Transportation GmbH, Stuttgart  
Head of hydraulic engineering department ; project manager hydraulic engineering and small hydropower; senior hydropower expert
- 2007-2012 Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart and Istanbul  
Project manager Hydropower; Senior Hydropower Expert; Technical Director Turkey (RE)
- 2001-2007 Energie Baden-Württemberg AG (EnBW), Stuttgart  
Project engineer for Hydropower and Hydraulic Engineering
- Since 2002 University of Stuttgart & Hamburg-Harburg  
Lecturer in the subject of Hydropower Plants
- 1994-2001 University of Stuttgart  
Doctorate at the "Systematic appraisal of hydropower projects", Scientific Assistant at the Institute of Hydraulic Engineering
- 1988-1994 Study of Civil Engineering in Stuttgart, Degree: Diplom-Ingenieur (equiv. to MSc)

#### Project experience (selection)

- Member of DWA-panel „Ecological passability of Rivers“, Germany
- Co-Author of DWA-guideline „Fish migration facilities – Design, dimensioning and quality control“.
- Implementation of projects in the fields of hydroelectric power plants, hydraulic engineering and dams
- In-depth knowledge of hydroelectric power plants (plants from <1 MW to >400 MW) including portfolios
- Publicly appointed expert witness for hydraulic engineering, hydropower plants and fish passes
- Project management and implementation
- Extensive experience in the technical evaluation and elaboration of expert reports for hydroelectric power plants and hydraulic engineering structures
- Advisory services in authorisation procedures and environmental aspects with specialisation on fish migration
- Collaboration in national & international expert committees and associations

## 4. Pool of experts

expert profile

### Dipl.-Ing. Waldemar Palmtag

Year of birth: 1962 | Dipl.-Ing. | 34 years of professional experience

Languages: Russian (Mother tongue), German, English

#### Education/ Experience

- Since 2019 Fichtner Water & Transportation GmbH, Germany  
Project engineer
- 2003-2019 CES Consulting Engineers Salzgitter GmbH, Germany
- 2000-2001 Bildung & Umwelt, Burgdorf, Germany  
Expert course: corporate environmental protection,  
Eastern Europe  
Diploma: expert for corporate environmental  
protection
- 1980-1985 Riga Polytechnic University, Latvia, Faculty of Civil  
Engineering  
Degree: Dipl.-Ing. (eq. M.Sc.) in civil engineering, water  
supply and sanitation/sewerage

#### Project experience (selection)

- Wastewater reuse scheme for Nablus, design and implementation of a wastewater reuse irrigation scheme for 280 ha including the establishment of a well-functioning Water Users Association and respective capacity building and training for its members, Palestinian Territories
- Improved water & wastewater services program (IWSP 1), phase 2, IWSP Phase 1 (start in 2010) & Phase 2 (start in 2015) cover Beheira, Gharbia, Sharkia, and Damietta Governorates in Egypt's Delta region with the objective to improve the water/wastewater infrastructure, Egypt
- Irrigation Systems Enhancement Project (ISEP), consultancy services for technical supervision and quality control of civil works for construction of two gravity irrigation schemes, Armenia
- Municipal Infrastructure Development Project (MIDP), additional financing (MIDP-AF) for technical audit of the water supply/sanitation infrastructure works in the five urban centres of Farkhor, Vose, Dangara, Kurgan-Tube and Kulob located in the poorer southern region of Khatlon, Tajikistan

## 4. Pool of experts

## expert profile

### Diplom-Hydrologist Matti Gerspacher



Year of birth: 1981 | Dipl.-Ing. | 12 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English, Spanish, French

#### Education/ Experience

- Since 2015 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Managing director
- Since 2008 Fichtner Water & Transportation GmbH,  
Freiburg  
Project manager for hydraulic engineering
- 1991 - 1994 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Degree: Diplom-Hydrologist (equiv. to M. Sc. in  
hydrology)

#### Project experience (selection)

- Interdisciplinary project management and technical planning in hydraulic engineering
- contract management, backstopping, project management
- Upstream fish passages, (small) hydroelectric power plants, bank protection, weir systems, flood protection, dike and dam structures, hydraulic 1D/2D-modelling, studies
- Weir Complex Stiftsmühle: Construction of a new weir, construction of a canoeing course, a surfable wave and a fish ladder
- Fish migration facility at the Ruhrwehr in Duisburg
- Upstream fish pass at the weir in Lauffen on the River Neckar
- Rehabilitation of the Flood Control Reservoir Dietenbach in Freiburg
- Upstream fish passage at the barrage Schwabenheim: Vertical-slot-pass
- Hydraulic assessment of weirs on the rivers Lech and Isar
- PENA (Provincial electrification Northern Afghanistan): Feasibility studies for small hydropower plants and rehabilitation of existing hydropower plants in Badakhshan, Takhar, and Kunduz provinces
- Feasibility study for 46 small hydropower sites in Rwanda

## 4. Pool of experts

### Dipl.-Ing. Rita Keuneke



Year of birth: 1963 | Dipl.-Ing. | 29 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English, French, Portuguese, Spanish

#### Education/ Experience

- Since 2014 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Managing director
- 2011 - 2014 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Project manager/project engineer for hydraulic engineering
- 1999 - 2011 Ingenieurbüro Floecksmühle GbR, Aachen  
Project manager/project engineer for hydraulic engineering
- 1997 - 1999 Self-employment  
Natural water development; restoration; landfill development according to TASI; small wastewater treatment systems; development and sewerage measures; retaining rain
- 1990 - 1997 Ingenieurbüro remember e.G.  
Project engineer urban water management
- 1983 - 1990 Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Studies in civil engineering  
Degree: Diplom-Engineer (equiv. to M. Sc.)

#### Project experience (selection)

- Member of DWA-work group 8.1 „Fish protection and downstream fish migration systems“, Germany
- Feasibility study on fish protection and downstream fish migration systems at hydropower plant Hengstey (Ruhr, 3,3 MW)
- Concept study on fish protection and downstream fish migration systems at hydropower plant Wahnhausen (Fulda)
- Proposal to improve fish protection and downstream fish migration at the hydropower plant Rosport (Sauer), Belgium
- Research and Development for a concept for the establishing and evaluation of fish protection and downstream fish migration systems at hydropower facilities > 50 m<sup>3</sup>/s
- Feasibility study with development of goal-oriented concepts on fish protection and downstream fish migration at hydropower plant Langwedel (Weser)
- Ensuring of the fish passability in Rivers of Saxony, via examination and ecological evaluation of 674 hydraulic structures in Saxony, Germany

## 4. Pool of experts

Dipl.-Ing. Malte Hoffmann



Year of birth: 1969 | Dipl.-Ing. | 20 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English, French

### Education/ Experience

- Since 2010 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Project manager for hydraulic engineering
- 2007 - 2010 Nacken Ingenieurgesellschaft mbH, Heinsberg
- 2001 - 2007 Schulze Ingenieur GmbH, Düsseldorf
- 1999 - 2001 Dr. Ing. Steffen Ingenieurgesellschaft mbH, Essen
- 1991 - 1998 Rheinsch-Westfälisch Technische Hochschule Aachen  
Major subject: hydraulic, foundation and geotechnical engineering  
Degree: Dipl.-Ing. in civil engineering (equiv. to M. Sc.)

### Project experience (selection)

- Interdisciplinary project management and technical design in hydraulic engineering and flood protection
- Studies, conceptual and detailed design, construction site supervision and management for engineering structures
- Upstream fish passages, (small) hydroelectric power plants, bank protection, weir systems, including the necessary enclosures of construction pits, flood control facilities, municipal civil engineering
- Renaturalization of the River Wieseck
- Renaturation of the River Boize above the BAB 24
- Construction of a upstream and downstream fishpassage passage at Weir Altenberg
- Design of fish passable constructed bypass channel at the Lippe Weirs Beckinghausen and Werne
- Fish passage at the barrage Mühlheim am Main
- Dike relocation at Mündelheimer Rheinbogen, relocation of the Rhein-Banndeich to create an additional flood polder
- Rehabilitation of the backwater dike at Brückerbach

## 4. Pool of experts

### Dipl.-Ing. Gereon Hermens



Year of birth: 1971 | Dipl.-Ing. | 20 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English, French, Dutch

#### Education/ Experience

- Since 2011 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Project manager and project engineer for building planning/hydraulic engineering
- 1999 - 2011 Ingenieurbüro Floecksmühle GbR, Aachen  
Project manager and project engineer for building planning/hydraulic engineering
- 1993 - 1998 University of Applied Sciences FH Aachen  
Major subject: water and waste management  
Degree: Dipl.-Ing. in civil engineering (FH, equiv. to M. Sc. )

#### Project experience (selection)

- Projects in the fields of (small) hydroelectric power plants, upstream and downstream fish passages and fish protection facilities
- Vast knowledge in the field of "ecological passability of river systems", upstream and downstream fish passages and fish protection systems
- Project management and execution (VOB/HOAI)
- Projects in english-, dutch- and french-speaking countries
- Local site supervision
- Experience in the field of hydraulic modelling
- Experience in setting up tender documents for engineering structures

## 4. Pool of experts

Dipl.-Ing. Ingo Drösser



Year of birth: 1975 | Dipl.-Ing. | 18 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English

### Education/ Experience

- Since 2011 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Project manager and project engineer for building planning/hydraulic engineering
- 2002 - 2011 Ingenieurbüro Floecksmühle GbR, Aachen  
Project manager and project engineer for building planning/hydraulic engineering
- 1995 - 2002 University of Applied Sciences FH Aachen  
Major subject: water and waste management  
Degree: Dipl.-Ing. in civil engineering (FH, equiv. to M. Sc. )

### Project experience (selection)

- Projects in the fields of (small) hydroelectric power plants, upstream and downstream fish passages and fish protection facilities
- Vast knowledge in the field of "ecological passability of river systems", upstream and downstream fish passages and fish protection systems
- Project management and execution (VOB/HOAI)
- Local site supervision
- Experience in the field of hydraulic modelling
- Experience in setting up tender documents for engineering structures

## 4. Pool of experts

### Dipl.-Ing. Christophe Croisier



Year of birth: 1982 | Dipl.-Ing. | 8 years of professional experience

Languages: German (Mother tongue), English

#### Education/ Experience

- Since 2011 Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen  
Project manager for hydraulic engineering
- 2003 - 2007 Ingenieurbüro Floecksmühle GbR, Aachen  
Student assistant
- 2002 - 2011 Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule Aachen  
and University of Applied Sciences FH Aachen  
Major subject: water and waste management  
Degree: Dipl.-Ing. in civil engineering (FH, equiv. to M.  
Sc.)

#### Project experience (selection)

- Bypass channel (Inde): Restoration of the continuity of the water body through the rerouting of the water body
- Wittemer Molen (Selzerbeek): Planning of self-dynamic water development as part of the restoration of the continuity at a former mill site, Netherlands
- Flood trough Kruitmolen (Geul): Planning of a combination structure (fish passable replacement waters or upstream fish passage and flood relief)
- Restoration of the mill trench at the Komerich (Inde) weir: Rerouting of the water body and reactivation of the northern mill trench to preserve species worthy of protection
- Upstream fish passage Lauffen (Neckar)

## 4. Pool of experts

### Dipl.-Ing. Jens Kienast



Year of birth: 1970 | Dipl.-Ing. | 23 years of professional experience

Languages: German (Mothertongue)

#### Education/ Experience

- Since 2017 Fichtner Water & Transportation GmbH, Hamburg  
Authorized officer, head of department  
for civil engineering
- Since 2016 Fichtner Water & Wind GmbH, Hamburg  
Authorized officer, head of department  
for civil engineering
- Since 2013 Fichtner Water & Transportation GmbH (ehemals  
Fichtner Water & Wind GmbH), Hamburg  
Head of the project area for structural engineering
- 2011 - 2013 HOCHTIEF Solutions AG, Civil Engineering and  
Marine Works, Hamburg  
Head of department
- 2002 - 2011 HOCHTIEF Construction AG, Niederlassung Civil  
Engineering and Marine Works, Hamburg  
Head of department/project manager
- 1997 - 2002 Philipp Holzmann AG, Hamburg
- 1992 - 1997 University of Applied Sciences Kiel  
Major subject: structural engineering  
Degree: Dipl.-Ing. in civil engineering (equiv. to M. Sc. )

#### Project experience (selection)

- Implementation planning for the bank walls and massive structures for the 5th lock chamber Brunsbüttel
- Rehabilitation of the bank wall Lotsekanal
- Planning of the Lotsekanal-culvert as replacement of a 110 kV overhead line as well as an old culvert for several medium-voltage lines in Harburg, Inland port at the Lotsekanal, Hamburg
- Structure planning of an upstream fish passage and two bridges in Wallstadt
- Development and design planning of an offshore heavyweight foundation, England
- Design and implementation planning for the foundation including construction measures of a 2 km long, multi-span cable-stayed bridge over the Firth of Forth in Edinburgh, Scotland
- Bid processing for the construction of two locks, Panama Canal, Panama
- Tender and implementation planning for the founding of the Elbphilharmonie in Hamburg
- Implementation planning for the container terminals IIIa and IV in Bremerhaven
- Implementation planning for the foundation and construction measures by Eric Warburg Folding bridge in Lübeck

## 4. Pool of experts

### Dipl.-Geologe Michael Mackenbach



Year of birth: 1972 | Dipl.-Geol. | 19 years professional experience

Languages: German (Mother tongue), English

#### Education / Experience

- Since 2009 Fichtner Water & Transportation GmbH, Dep. Mining & Raw Materials  
Geologist, project manager, consultant for mining and geotechnics
- 2001 – 2009 Freelancer for several consulting Engineers Project engineer for geotechnical, geological, hydrogeological and environmental aspects in civil engineering, mining and construction
- 1998 – 2001 Rheinische Friedrich-Wilhelms-University Bonn, Faculty of geology and palaeontology  
Technical assistant for groundwater, environmental-geologic and geotechnical monitoring at site, groundwater modelling
- 1992 – 2002 Rheinische Friedrich-Wilhelms-University Bonn  
Degree: Diplom-Geologist (M. Sc.)
- 1997 - 2002 Assistance at engineering companies for geological engineering services during the study

#### Project experience (selection)

- Site supervision and site management Ecological improvement of the Emscher river from Dortmund to Dinslaken, reconstruction of the Emscher estuary km 0.0 to 1.0 – GERMANY
- Geotechnical investigations for the Riverbank Improvement Projekt, Jamuna River – BANGLADESH
- Geotechnical investigations for the ARUA Water Supply and Sanitation Project – UGANDA
- Geotechnical and Environmental aspects in mining on national and international projects

#### Key qualifications

- Site supervision and site management in Civil engineering and special foundation engineering
- International research expertise in the field of geology, hydrogeology, geotechnics, soil sciences and geophysics
- Design of work schedules and implementation of geotechnical sampling, field tests and analytical programs

## 5. Project references

---

### New hydropower plant Rheinfelden, River Rhein (D/CH)

The new hydropower plant consists of 4 machine groups with a capacity of total 114 MW.

The design flow is approx. 1.500 m<sup>3</sup>/s, the net head is 9.2 m.

The Consultant's scope also included the design of the entire infrastructure facilities, with the components:

- Technical fish pass on the Swiss riverbank
- Fish migration facility and habitat on the German riverbank
- Access roads, incl. tunnel construction
- Water supply and sewage disposal facilities

Client: Energiedienst AG, CH  
project duration: 01/2018 - 10/2018  
construction costs: € 200,000,000



## 5. Project references

---

### Fishpass at Moragolla HPP, Sri Lanka

The total height of the dam of the new Moragolla HPP at Mahaweli River will be approx. 28 m. In addition to the dam and the power plant a fish ladder for the Labeo fish and up-stream migration facilities for eels had to be considered.

The Consultant elaborated the main technical, hydrological, and biological basics and designed the relevant fish migration facilities under consideration of the dam and HPP project.

Client: Ceylon electricity board, LK  
project duration: 01/2018 - 10/2018  
construction costs: € 2,000,000 (estimated)



## 5. Project references

---

### Fishpass Eddersheim, River Main (D)

Next to the existing HPP and water lock, the consultant designed a fish ladder with an operational flow of approx. 7.3 m<sup>3</sup>/s. The fish migration facility in Eddersheim is one of seven nationwide pilot plants within the German federal waterways. Therefore, additional requirements had to be taken into account in order to allow for future research and development.

The Consultant's design also included:

- four entrances to determine the behavior of the fish near the entrance to the pass
- a 40 m long double-strand system for the installation of different fish-ladder types
- various monitoring facilities

Client: Wasserstraßen-Neubauamt Aschaffenburg  
project duration: 10/2013 - 1/2030  
construction costs: € 23,000,000 (estimated)



## 5. Project references

---

### Fishpass Lauffen, River Neckar (D)

The fishpass Lauffen is an other federal pilot project. This fish ladder is designed as a vertical slot pass. To ensure the discoverability of the entrances of the fishpass, a suction hose extension and two entry positions are provided.

In addition to the discharge of the fish pass, there is an extra discharge provided at the lower end of the fish pass to ensure a discoverability of the entrances. The basis for the design of these water quantities are three-dimensional hydrodynamic-numerical calculations.

The fishpass is desinged to pass a HHP and a weir of almost 8,5 m of hight, its length is appr. 330 m.

Client: Amt für Neckarausbau Heidelberg  
project duration: 12/2010 - 3/2028  
construction costs: € 8,500,000



# 5. Project references

A list with additional reference projects regarding fish migration (2014 - today) is given in Annex 2.

**FICHTNER**  
WATER & TRANSPORTATION





## Kontakt

Fichtner Water &  
Transportation GmbH  
Standort Essen  
Dreilindenstraße 84  
45128 Essen  
[www.fwt.fichtner.de](http://www.fwt.fichtner.de)



**Matti Gerspacher**

Telefon +49 (241) 565272-40  
Mobil +49 (176) 188505-23  
[matti.gerspacher@fwt.fichtner.de](mailto:matti.gerspacher@fwt.fichtner.de)



**Malte Hoffmann**

Telefon +49 (241) 565272-41  
Mobil +49 (151) 466319-51  
[malte.hoffmann@floecksmuehle-fwt.de](mailto:malte.hoffmann@floecksmuehle-fwt.de)

Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH