

# Wasserbau und Wasserwirtschaft – TU-Graz

Gerald Zenz

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft - TU-Graz

Graz  
2018





# Inhalt

Lehre

Forschung – Angewandte Forschung -Realisierte Projekte

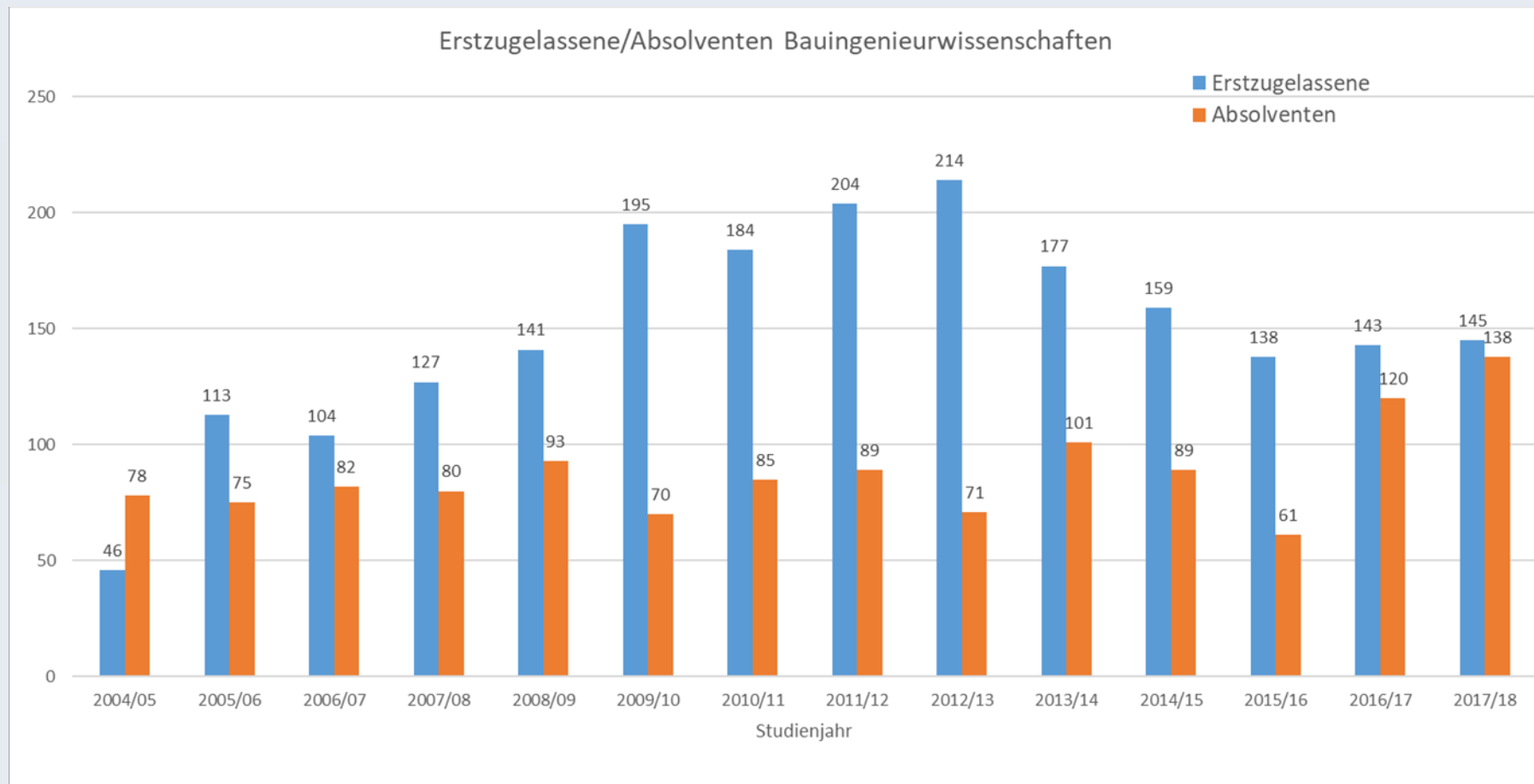
Österreich

International

Ausschnitt aus internationaler Tätigkeit

Herausforderungen - Aufgaben

# Lehre - Bauingenieurwissenschaften

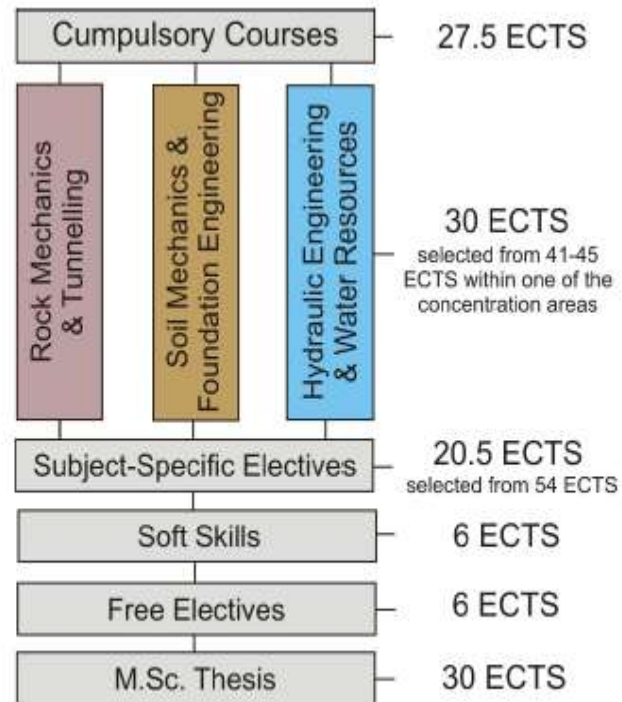




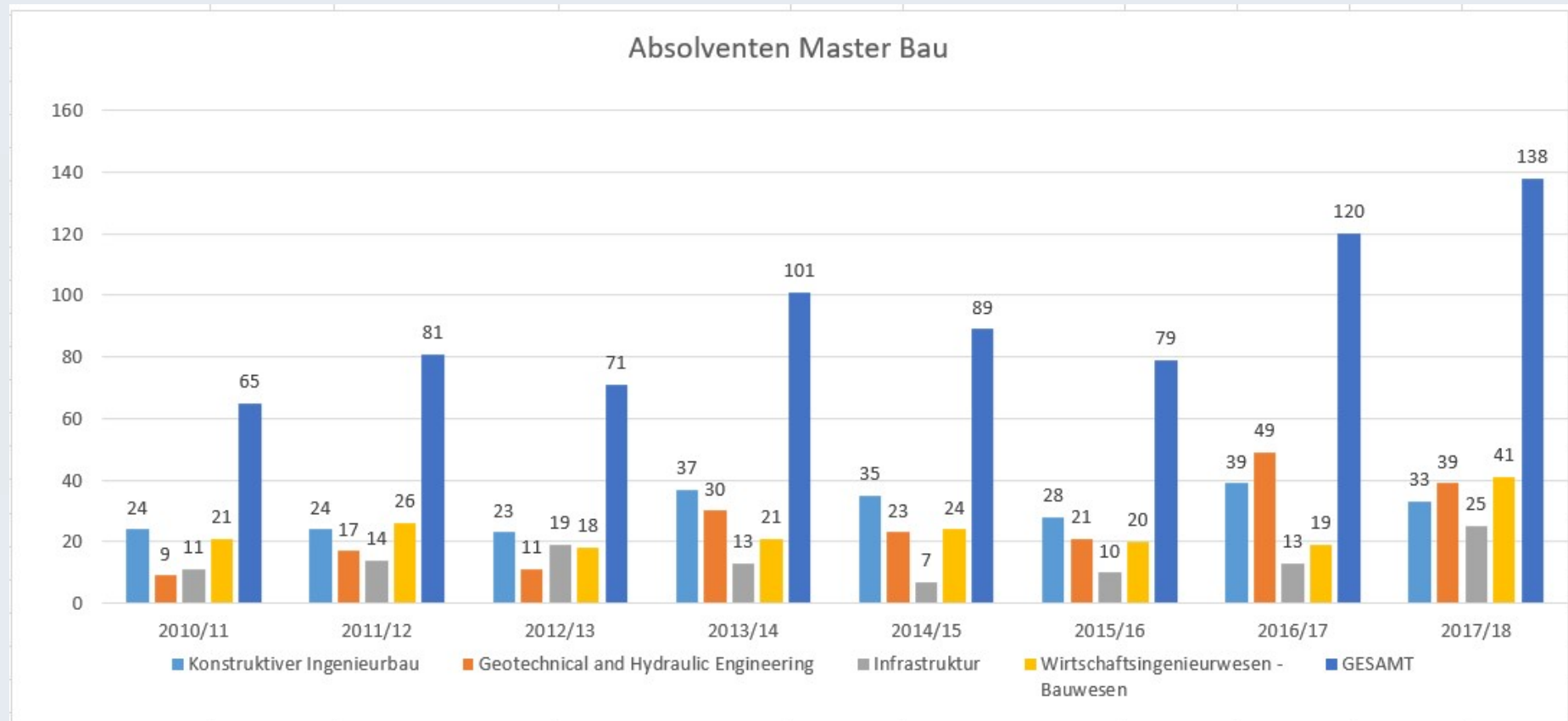
# Lehre

**TU Graz**  
 Graz University of Technology  
 Faculty of Civil Engineering

**Master of Science in  
 Geotechnical & Hydraulic Engineering**



# Lehre – Vertiefung Master





# Masterarbeiten Themen 2017 / 2018

Thema - Abgeschlossene Arbeiten 2017 / 2016	Familienname	
Velocity measurements of approach flow to low head run-off hydropower plant intakes in the laboratory	Roth	Ulrich
3D CFD simulations for Tonstad surge tanks upgrade	Sterner	Lukas
3D-CFD Strömungsuntersuchungen eines als Ausgleichsspeicher wirkenden Anschlusskanals	Forsthofer	Christian
Bemessungskonzept für Druckschächte bei Nutzung des passiven Gebirgswiderstandes	Winkelmayer	Elias
Kunstschneeanlage als Stromspeicher - Sekundärnutzung von Beschneigungsseen	Mimm	Günther Matthäus
Historische Entwicklung des Druckstollenbaus in Österreich	Brentner	Manuel Gerhard
Bladestrike Modellierung	Wendler	Michael
Numerische Berechnungen von Hochwasserwellen am Fallbeispiel Sulm	Bursac	Boris
Pumped Storage Hydropower Plants in Austria	Mlinar	Julia Franziska
Ausgleich eines zukünftigen regenerativen Energiedargebots durch den Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken	Hambaumer	Katharina
Konzeptionelle Bemessung und Planung von Überströmstrecken	Monschein	Miriam Sofie
Kombination der Pumpspeichertechnologie mit thermischer Energiespeicherung	Pikl	Franz Georg
Hydraulische Optimierung der Querausleitung der Ulmendrainagen des Semmering-Basistunnels	Hatz	Kevin
Entwicklung eines Finite-Elemente Programmes für die Bemessung von 2-D Gewichtsstaumauern	Gegenleithner	Sebastian
3D Printed Pico Hydropower Stations ¿ Conception and Application Possibilities	Kosanovic	Andrej
Hochwasser im urbanen Bereich Hochwasserschutz am Beispiel Graz	Salcher	Désirée
Die konstruktive Entwicklung des Triebwasserweges bei Pumpspeicherkraftwerken	Wieser	Uwe
Hydraulic investigation of a tailrace-tunnel for a pumped-storage power plant at the Danube	Kaiser	Andreas
Influence of vegetation on the Manning values in rating curves	Glanzer	Christoph
Hochwasserschutz in Stattegg	Hoyer	Erik Georg
Druckstoß in Rohrleitungen - Fachdidaktische Erläuterungen und Ausarbeitungen	Fally	Simone
Hydraulische Ausgestaltung eines Ein-/Auslaufbauwerks für ein Pumpspeicherkraftwerk	Wagner	Arne
2D and 3D Numerical Simulations of a fixed Weir using open-source Codes	Peßl	Martin

# Angewandte Forschung Fahrbahn Abfluss-Untersuchung



Kriterien - Siphon  
Ableitung über  
Fahrbahntwässerung  
Bestandsanlagen

70l/s

Neubau

100l/s

**Sanierungen –  
ausgeführt**

**Tunnelkette Klaus,  
Plabutsch, Oswaldiberg**

# Einbau – Verifikation - Sanierungsdurchführung





# Ausbau der Südbahnstrecke



27,3 km lange, zwei-röhrige Eisenbahntunnel zwischen Gloggnitz und Mürzzuschlag – Steigung 0,84%



Die neue Südstrecke

# Tunneldrainagen

Kevin Hatz – Master-Arbeit  
Hydraulische Optimierung der  
Querausleitung der  
Ulmendrainagen des  
Semmering Basistunnels

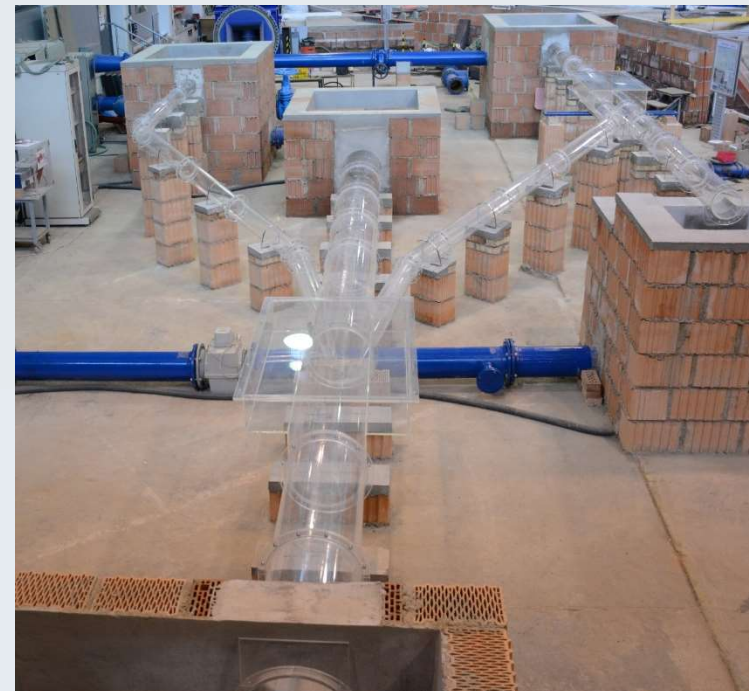
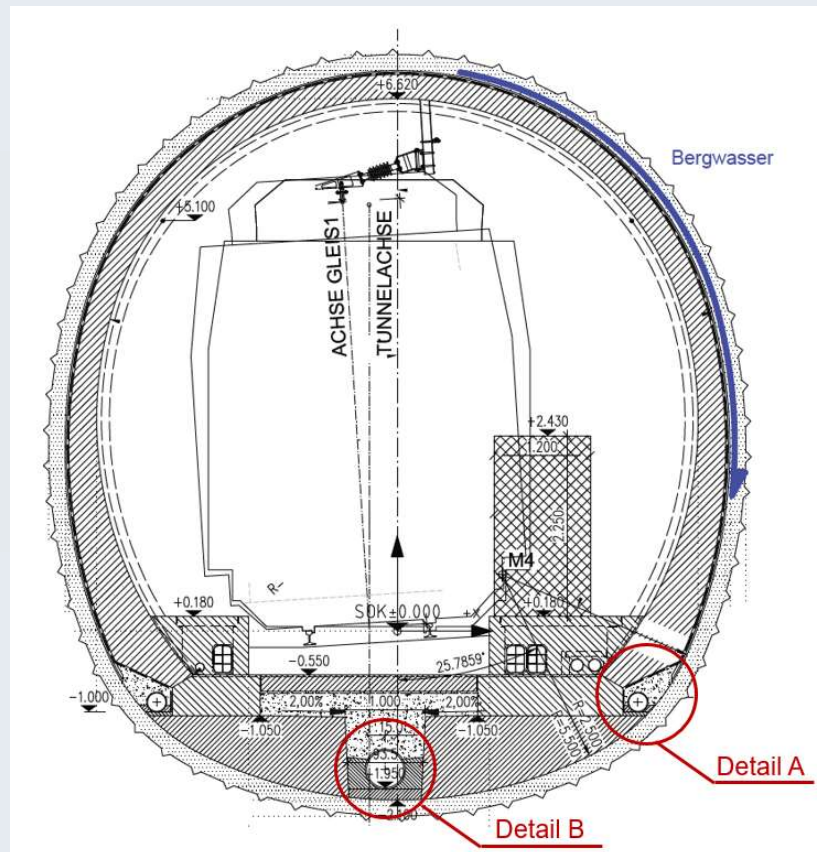
## Ziele

Dauerhaft Wirksam  
Wartungsfreundlich  
Erhaltung ohne  
Betriebsunterbrechung

**OBB**  
INFRA



# Tunneldrainagen – Semmering



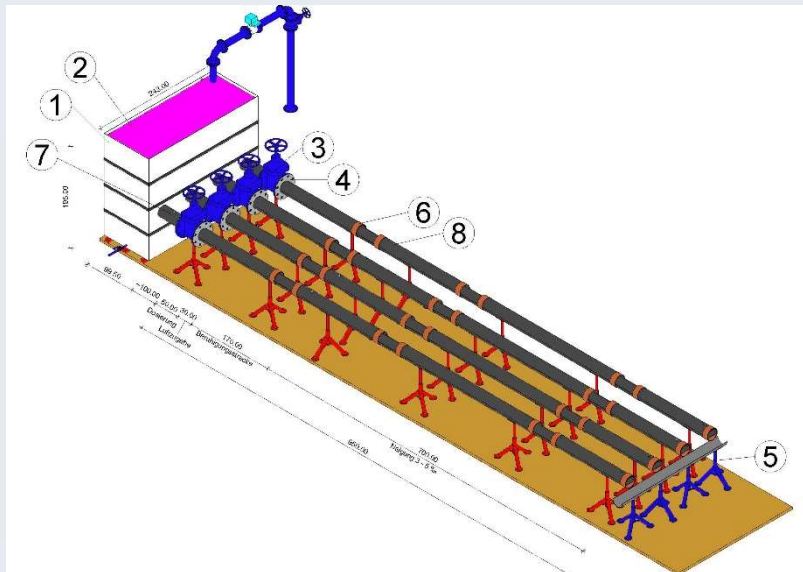
# Koralmtunnel - Drainagenversinterung



**PolyDrain** – Optimierte Polymer-Rohrwerkstoffe für effiziente Drainagesysteme in Tunnelbauwerken



# Koralmtunnel – Versinterungsprozess



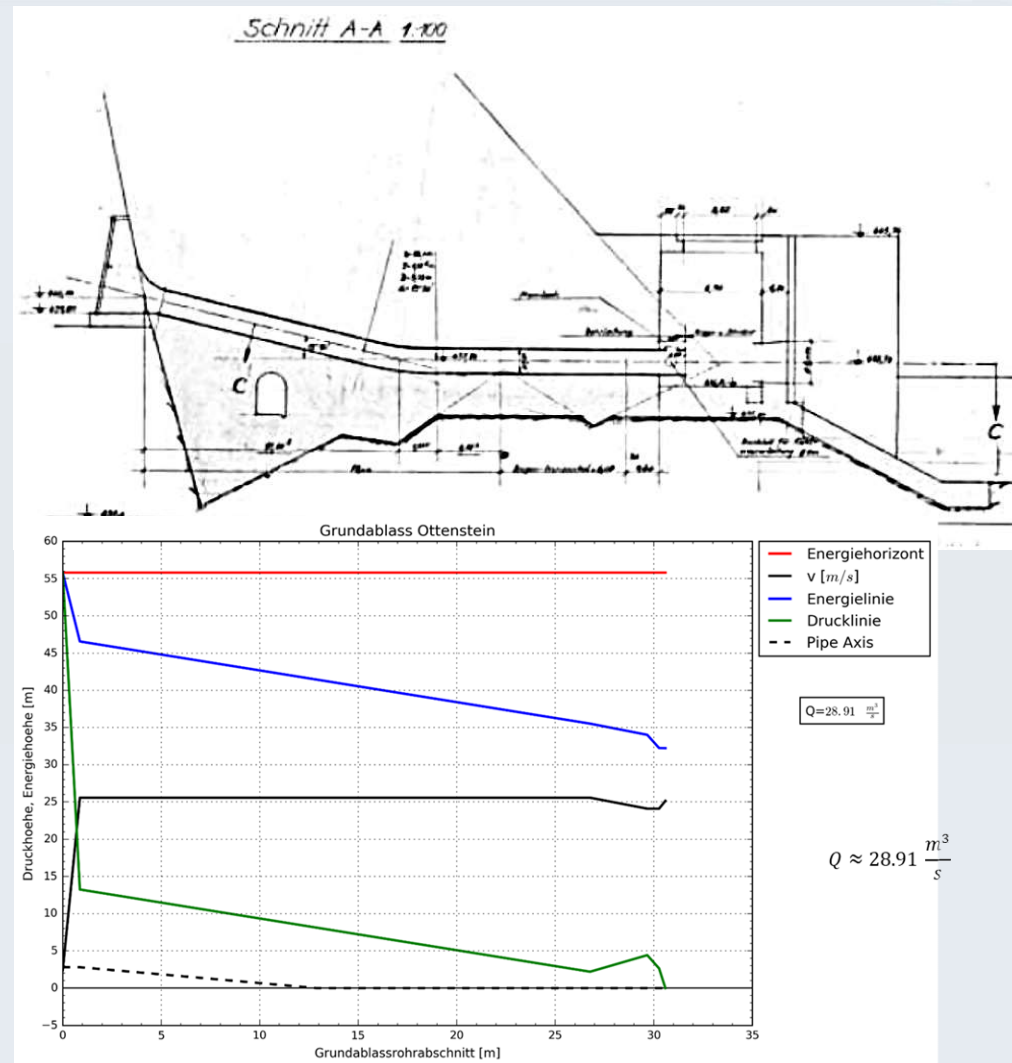
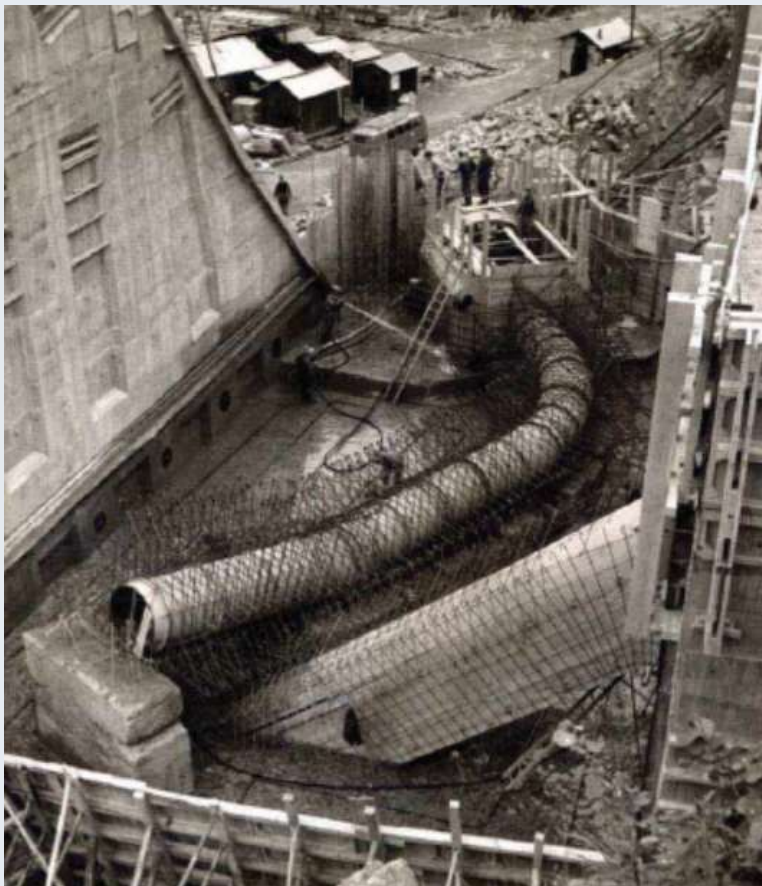
**PolyDrain** – Optimierte Polymer-Rohrwerkstoffe für effiziente Drainagesysteme in Tunnelbauwerken

**Generell** – Dauerhafte Kontrolle der Wasserdruckverteilung wesentlich

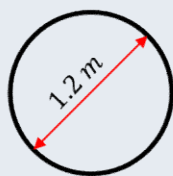
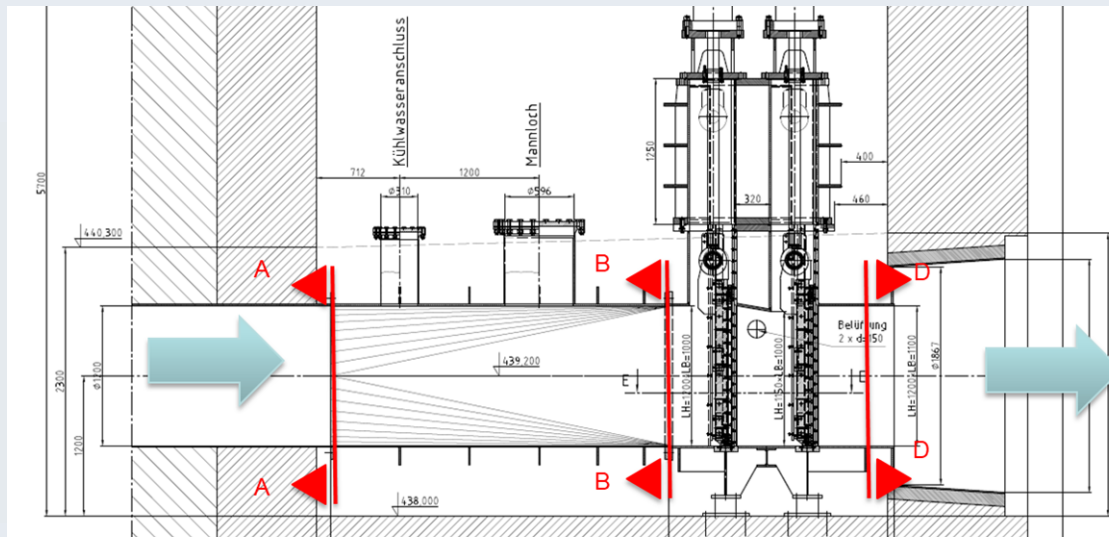
# Danke dem Team



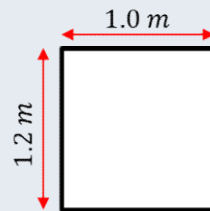
# Bestand – Erhöhung



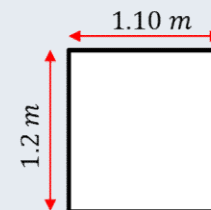
# Grundablass - Detailuntersuchung



Section A-A

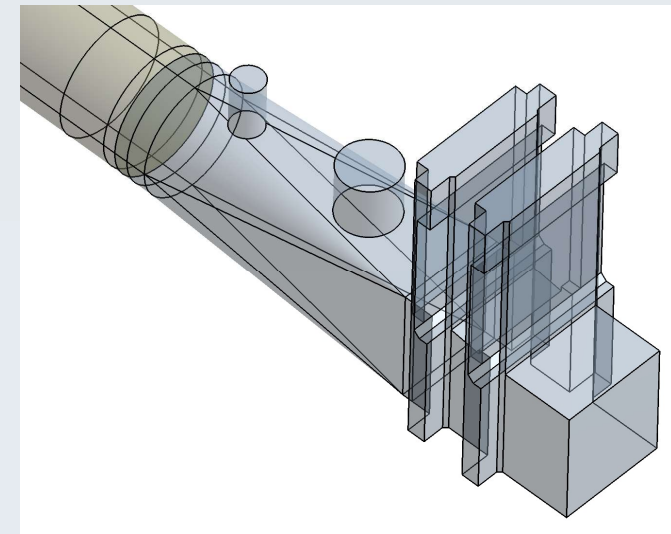


Section B-B



Section D-D

Förderfähigkeit > 29m<sup>3</sup>/s  
 Druckverteilung /  
 Belüftung







# Grundablasserprobung



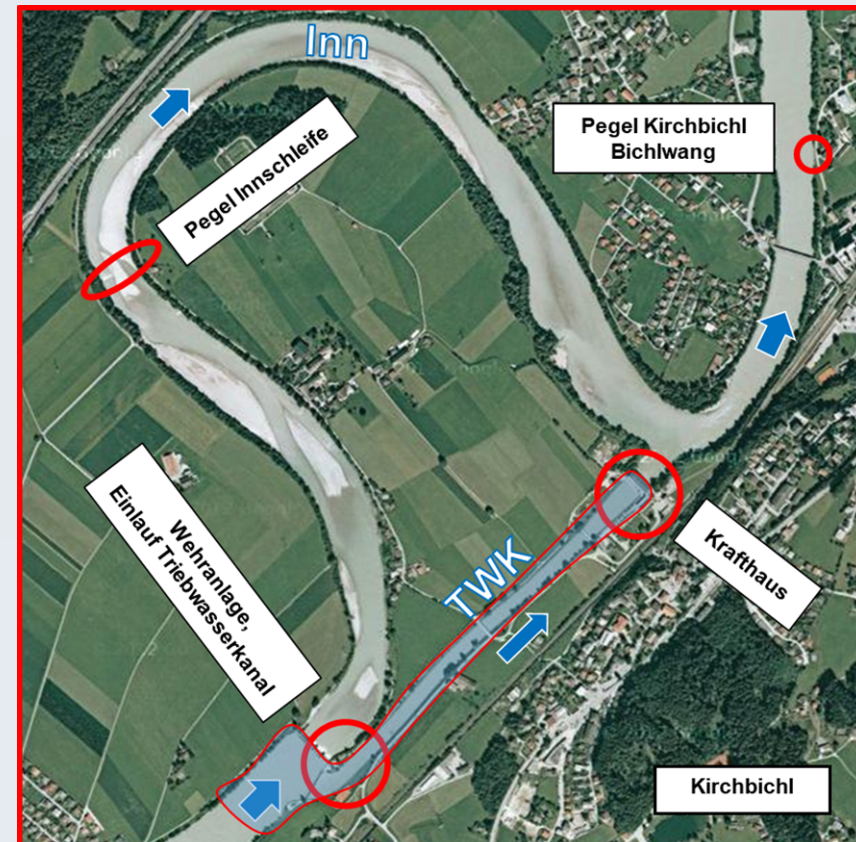
# Erneuerung und Erweiterungen

Zusätzlich – zu Modellversuch

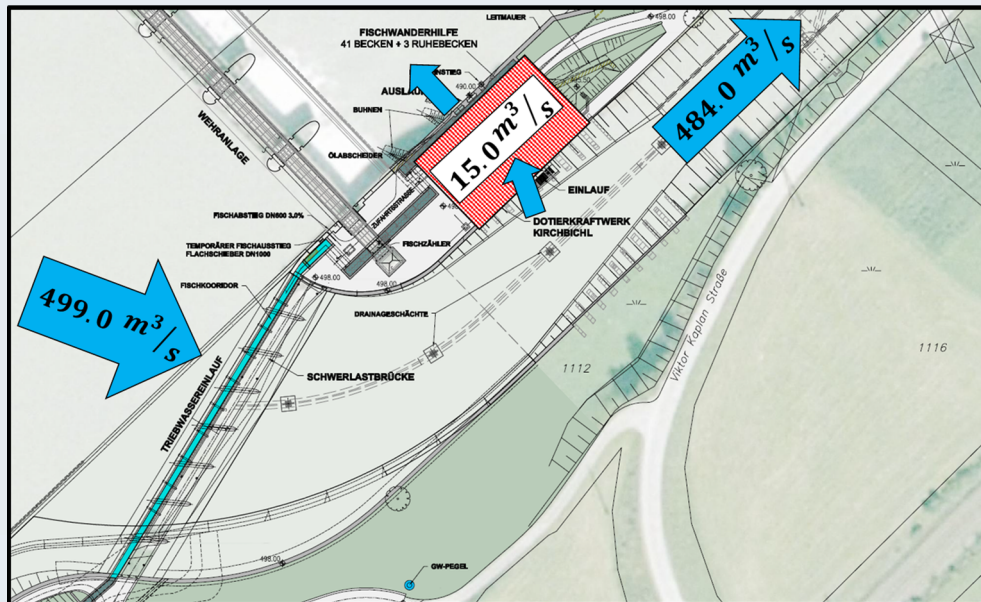
Anströmung Restwasserturbine

Untersuchung Schwall im  
Ausleitungskanal bei Turbinenabwurf

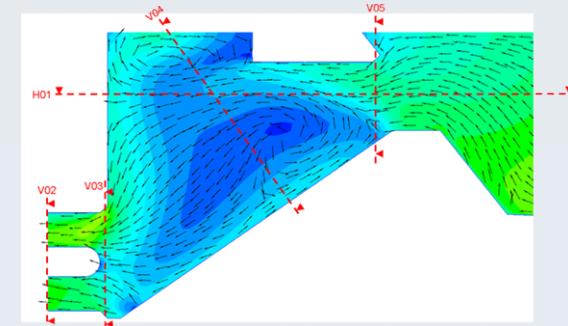
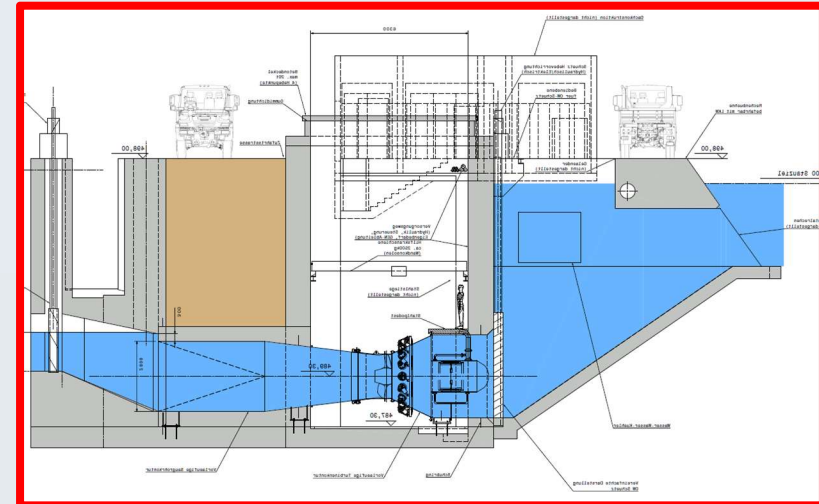
Anströmung Aufweitung am  
Krafthaus



# Restwasserturbine



Untersuchung der Anströmsituation

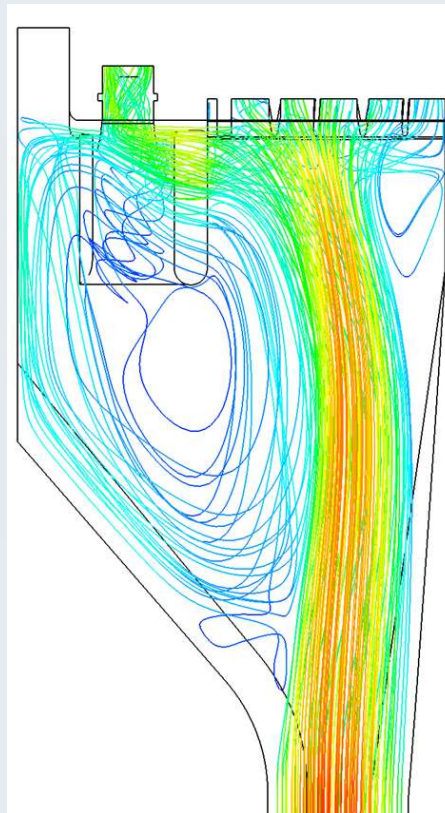


# Anströmsituation - Aufweitung

Rückströmzonen

Einfluss von Einbauten

Unterschiedliche  
Betriebsweisen der  
Maschinensätze



# Eindrücke der Baustelle



# Hochwasser - Risikokreislauf



Vorkehrung, Planung  
Hydrologie  
Nutzung

Information - Prognose  
**Projekt Effors**

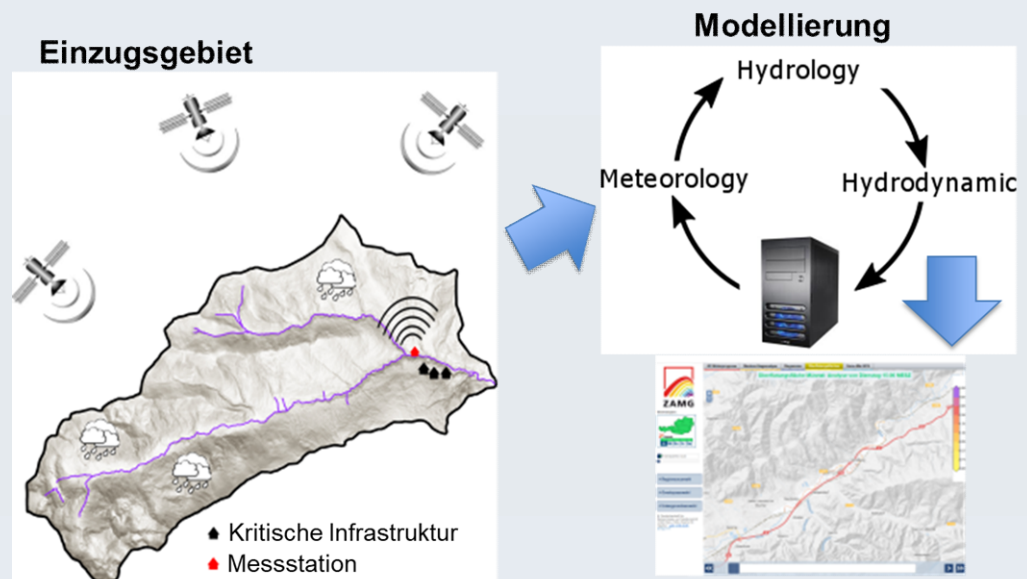
Regulierung, Wiederaufbau  
Bauliche Maßnahmen

# Enhanced Flood Forecasting System for Critical Infrastructure Protection in Medium Size Alpine Catchments

EFFORS liefert stündlich aktualisierte 24h Prognosen von Niederschlag, Durchfluss und 2D Überflutungsflächen

Die Entwicklung European Space Agency (ESA) teilfinanziert

Service von(ZAMG betrieben





[General Information](#)

[Congress program](#)

[Registration](#)

[Sponsor & Exhibition](#)

[Contact](#)



ORGANISING COMMITTEE

Austrian National Committee on  
Large Dams

ADDRESS

Stremayrgasse 10/II  
8010 Graz

TELEPHONE

+43 (0)316-873-8861

EMAIL

secretary@atcold.at



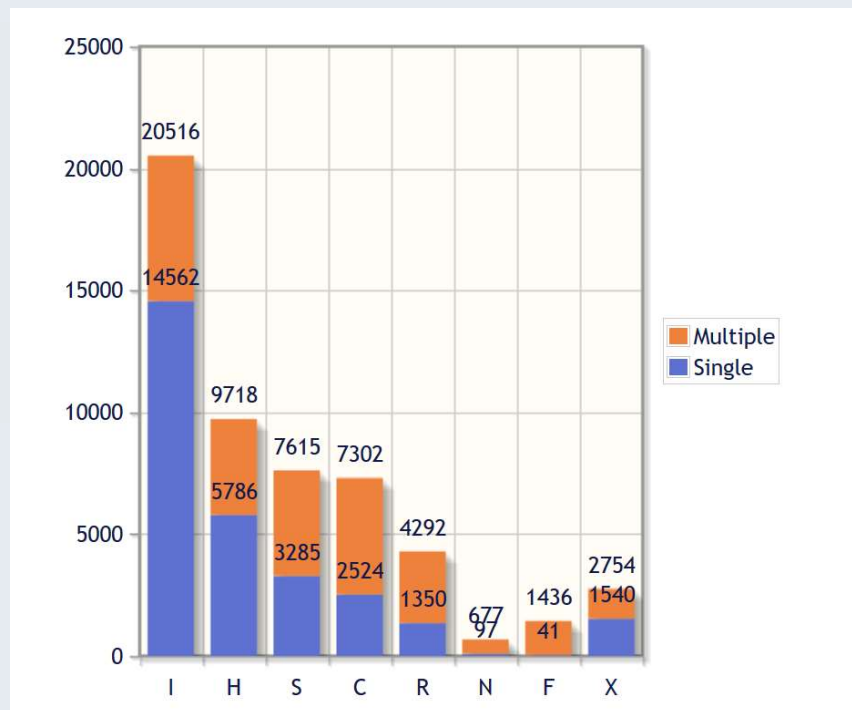
ATCOLD

Austrian National Committee On Large Dams



# Talsperren weltweit ~ 59 100

## ICOLD Mitglieder – Nutzung der Talsperren



<b>H</b>	Hydropower
<b>S</b>	Water Suply
<b>C</b>	Flood control
<b>I</b>	Irrigation
<b>N</b>	Navigation
<b>R</b>	Recreation
<b>F</b>	Fish breeding
<b>X</b>	Others

Statistic about Dams – According ICOLD



<http://www.ICOLDAustria2018.com>

- Q-100 Reservoir sedimentation and sustainable development  
Storage design, sustainable operation, influence of climate
- Q-101 Safety and risk analysis  
Seismic, floods – embankment & concrete dams, non structural
- Q-102 Geology and dams  
Investigation, grouting, instrumentation, accidents, reservoir
- Q-101 Small dams and levees





# Beiträge ICOLD Committee

## ICOLD Benchmark Workshops

- 1991 – Bergamo, Italy
- 1992 – Bergamo, Italy
- 1994 – Paris, France
- 1996 – Madrid, Spain
- 1999 – Denver, United States
- 2001 – Salzburg, Austria
- 2003 – Bucharest, Romania
- 2005 – Wuhan, China
- 2007 – St. Petersburg, Russia
- 2009 – Paris, France
- 2011 – Valencia, Spain
- 2013 – Graz, Austria
- 2015 – Lausanne, Swiss
- 2017 – Stockholm, Sweden

Die Arbeitsgruppe hat zur Akzeptanz numerischer Berechnungsverfahren und erfolgreichen Modellbildung in der Praxis beigetragen.

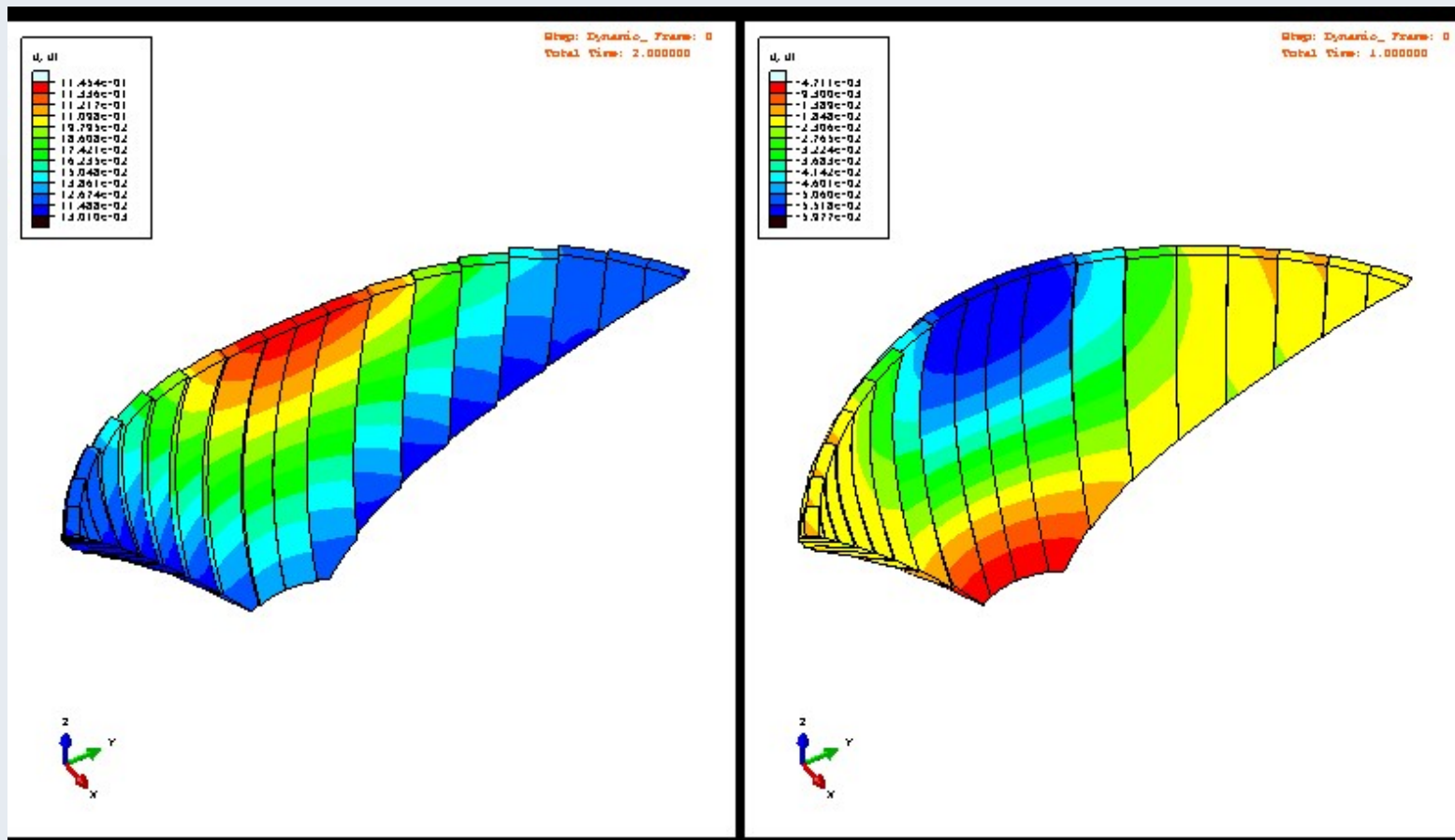
Gegenwärtige und zukünftige Aktivitäten sind:

Stärker den Vergleich zwischen aktuellem Talsperrenverhalten und den Modellergebnissen zu untersuchen

Die theoretischen Grundlagen zu verbessern, um bisher nicht mögliche Phänomene modellieren zu können

Richtlinien zur aktuellen Praxis zu publizieren, um diese für Studienzwecke einzusetzen

# Talsperrenverhalten – Vollstau / Leeres Becken

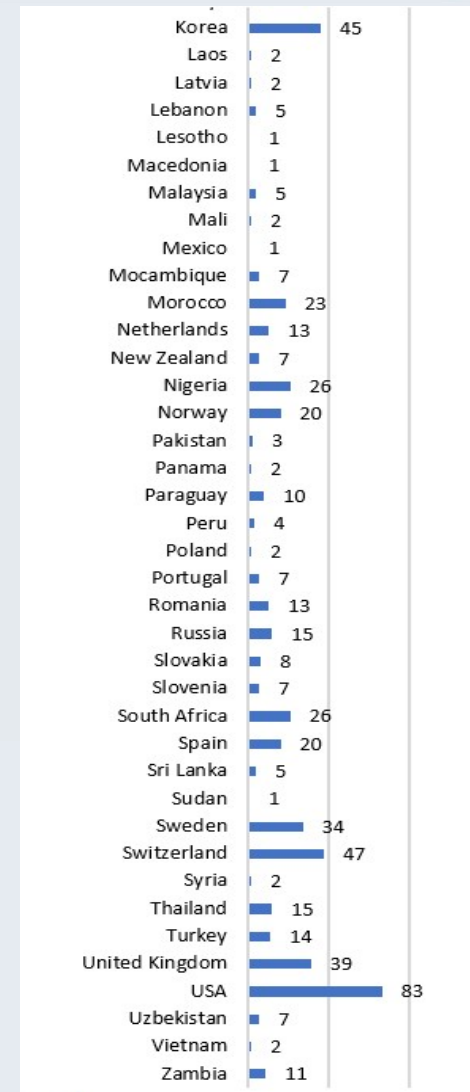
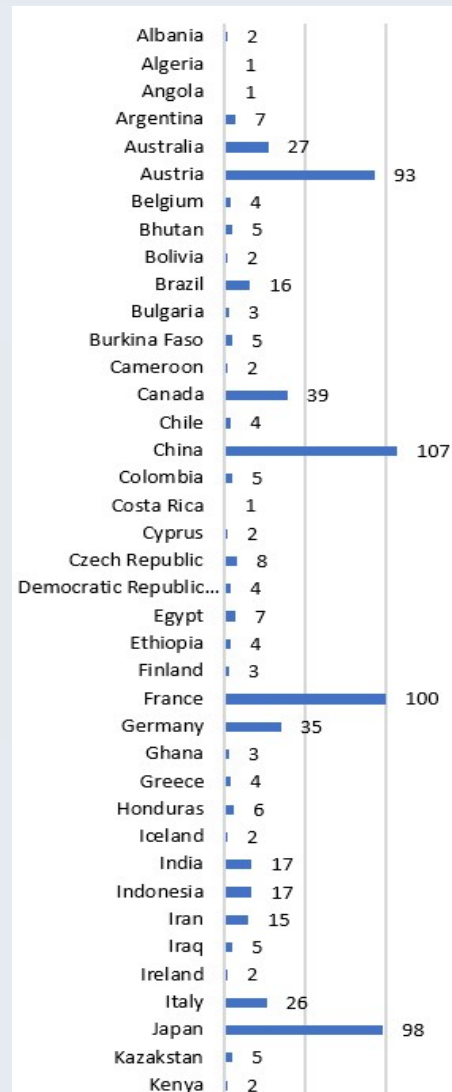




## ICOLD Congress & Annual Meeting

- 1226 Teilnehmer
- 78 Staaten

ATCOLD Hydro Engineering Symposium -  
- approx. 300 Teilnehmer



# Talsperren in Österreich



Reservoir Mooserboden

## Pumpspeicherkraftwerke

## PUMPED STORAGE HYDROPOWER PLANTS IN AUSTRIA

- I. **DIESSBACH**

---

- II. **FRAGANT**  
Feldsee  
Innerfragant

---

- III. **HINTERMUHR**

---

- IV. **KAPRUN UPPER STAGE**  
Limberg I, Limberg II

---

- V. **KORALPE**

---

- VI. **KÜHTAI**

---

- VII. **MALTA-REISSECK**  
Malta Main Stage  
Malta Upper Stage  
Reisseck II

---

- VIII. **NASSFELD**

---

- IX. **OBERE ILL - LÜNERSEE**  
Kopswerk II, Rifawerk  
Lünerseewerk, Rellswerk  
Obervermuntwerk II  
Rodundwerk I, Rodundwerk II

---

- X. **OTTENSTEIN**

---

- XI. **RANNA**

---

- XII. **ZEMM-ZILLER**  
Häusling, Rosshang



I.



II.



III.



IV.



V.



VI.



VII.



VIII.



IX.



X.



XI.



XII.

# ICOLD - Innovation Award

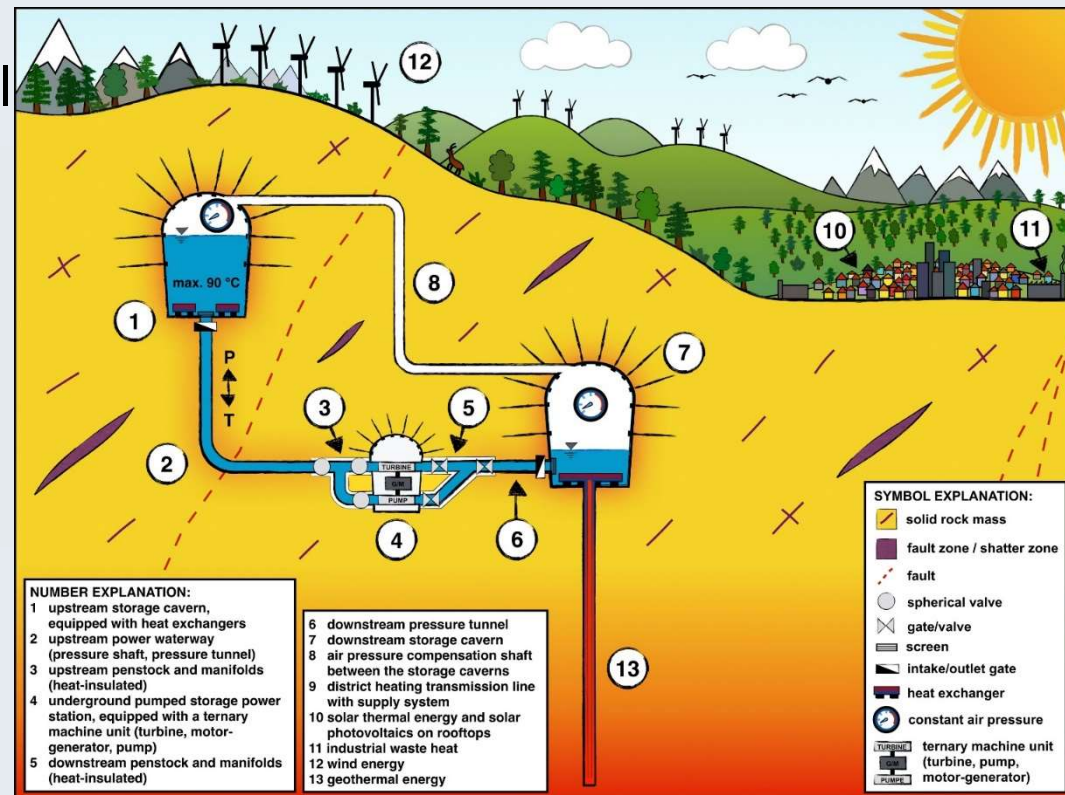


Q. Shaw – Stress-relaxation creep as an important material property in RCC dam design

J. Jia (et.al.) – Innovations on key technologies for high CFRD's

N. Nerinx (et.al.) – Overflow resistant lime treated soils for levees and earthfill dams.

F.G. Pikel – Pumped storage hydropower in combination with thermal energy storage







# Contribution to ICOLD Austria2018





Country	Number
China	23 841
United States of America	9 265
India	5 100
Japan	3 118
Brazil	1 364
Korea (Rep. of)	1 338
Canada	1 169
South Africa	1 112
Spain	1 063
Albania	1 008
Turkey	974
France	709
United Kingdom	593
Mexico	570
Australia	567
Italy	541
Iran	520
Germany	371
Norway	335
Zimbabwe	254
Romania	244
Thailand	218
Portugal	217
Sweden	190
Bulgaria	181
Austria	175
Pakistan	164

Greece	162
Switzerland	162
Morocco	150
Algeria	144
Indonesia	135
Tunisia	126
Afghanistan	126
Czech Republic	118
Argentina	114
Mali	112
Chile	97
New Zealand	96
Sri Lanka	88
Viet Nam	80
Venezuela	78
Poland	69
Russia (Russian Fed.)	69
Colombia	64
Peru	63
Serbia	63
Malaysia	58
Cyprus	57
Finland	56
Nigeria	52
Slovakia	50
Slovenia	39

# Anzahl Großer Talsperren

100 ICOLD Member Countries

Statistik

Große Talsperren / Staat

Europa

**EU28 über 6000 Große Talsperren**



# Dam Surveillance Practice

Landeck, Tyrol / Austria / Europe, 18 - 23 Sep 2016



Copyright: Archiv TUG/TirolWass (Daniel Zangerl)



# Aktuelle Forschungen - Detailuntersuchungen

Wasserschlossauslegung –  
Anlagenoptimierung

Druckstoss – Massenschwingung

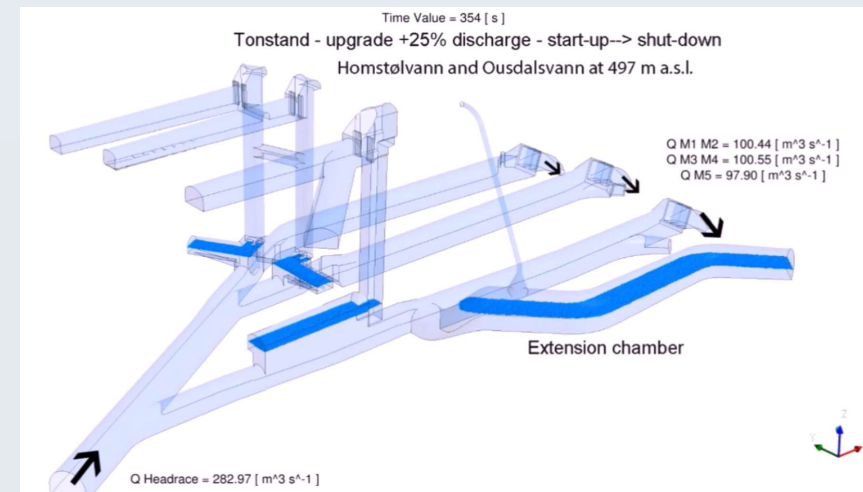
Leistungserhöhung Bestand

Norwegen Kraftwerk Tonstad + 20% P

Optimierung - Mehrfachnutzung

Speicherbedarf – Multidisziplinäre  
Lösungen

Pumpspeicher – Thermischer  
Speicher



# Obervermuntwerk 2



Vorarlberger Illwerke AG

Hydraulic Head

Operating water level

Reservoir Silvretta

– Draw Down Reservoir Vermunt  
311,20 m

Minimum

Draw Down Reservoir Silvretta

– Operating Water Level Vermunt  
243,20 m

## Capacity

Turbine Mode

2 x 180 MW = **360 MW**

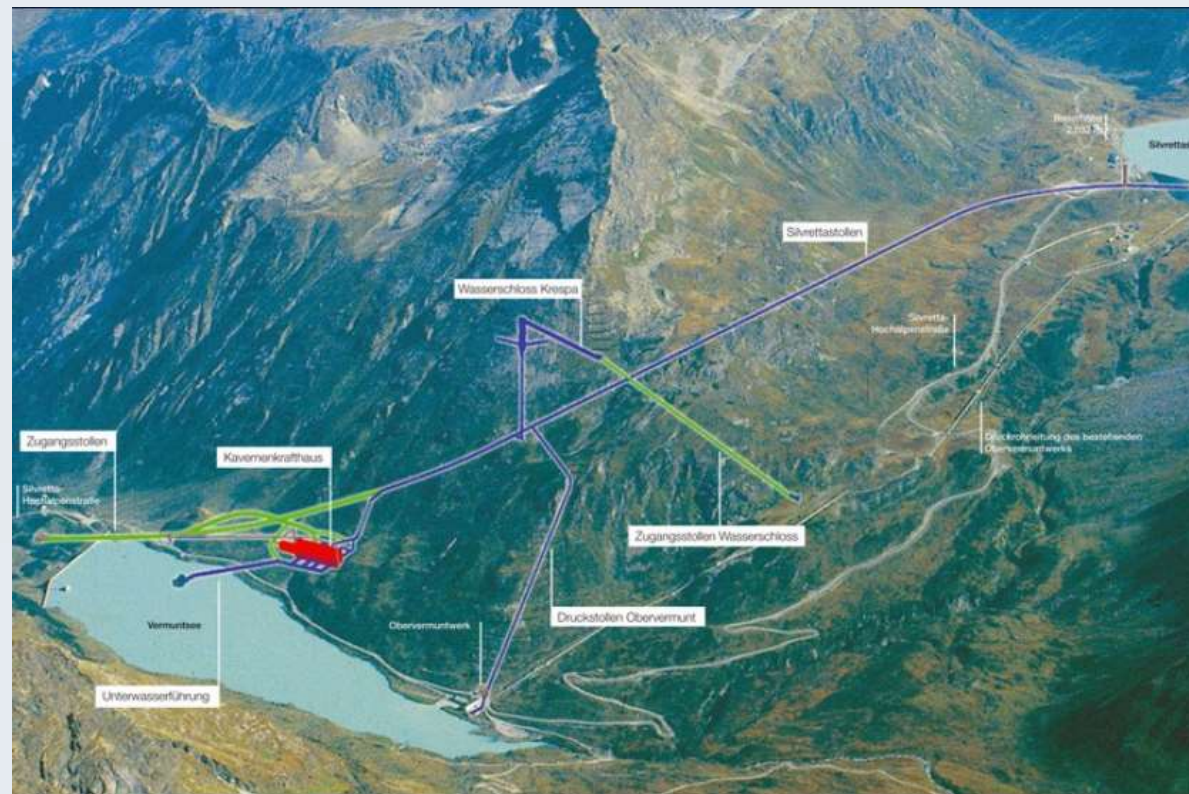
Pumping Mode at center reservoir  
gravity

2 x 160 MW = **320 MW**

Design Flow: (OVW II & OVW I)

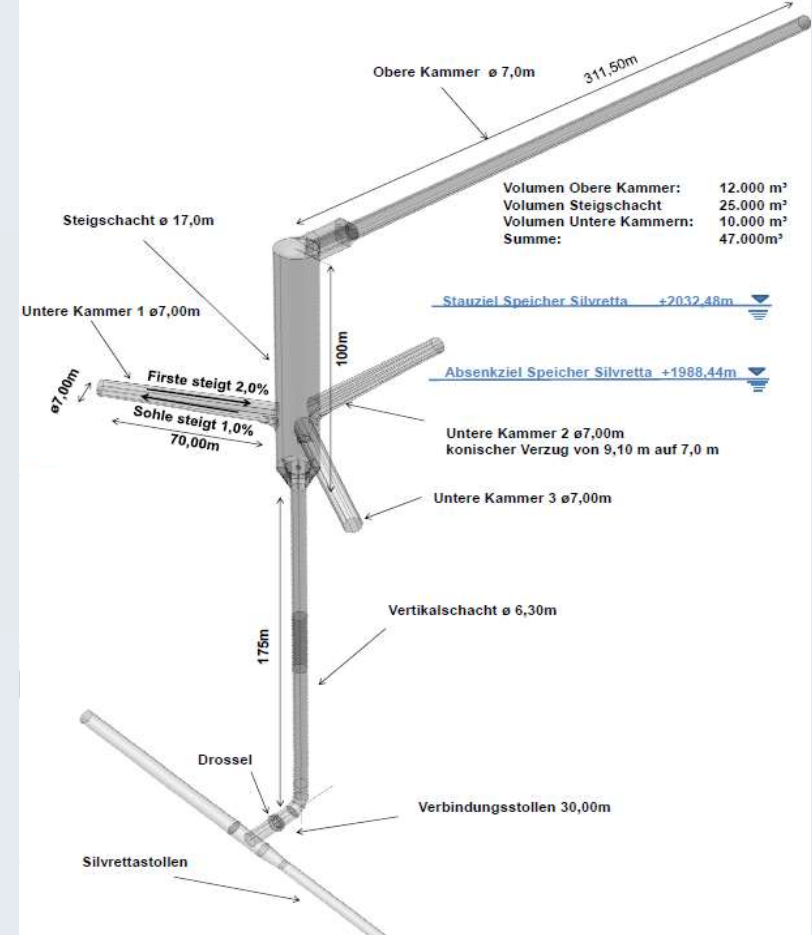
Turbine:  $Q_{T,A} = 166 \text{ m}^3/\text{s}$

Pump:  $Q_{T,A} = 135 \text{ m}^3/\text{s}$





Vorarlberger Illwerke AG

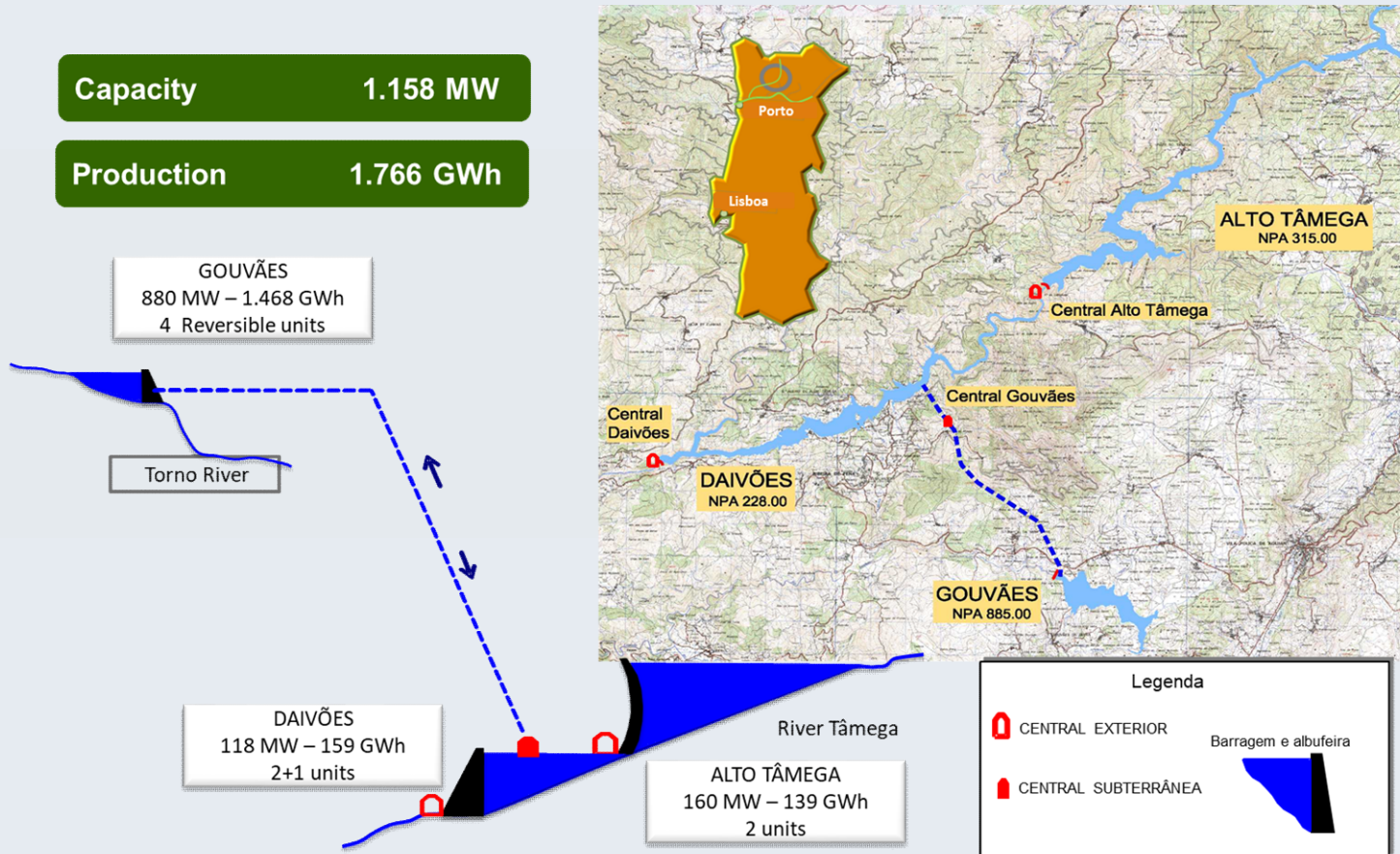


# Ausbau der Wasserkraft in Portugal



**Capacity 1.158 MW**

**Production 1.766 GWh**

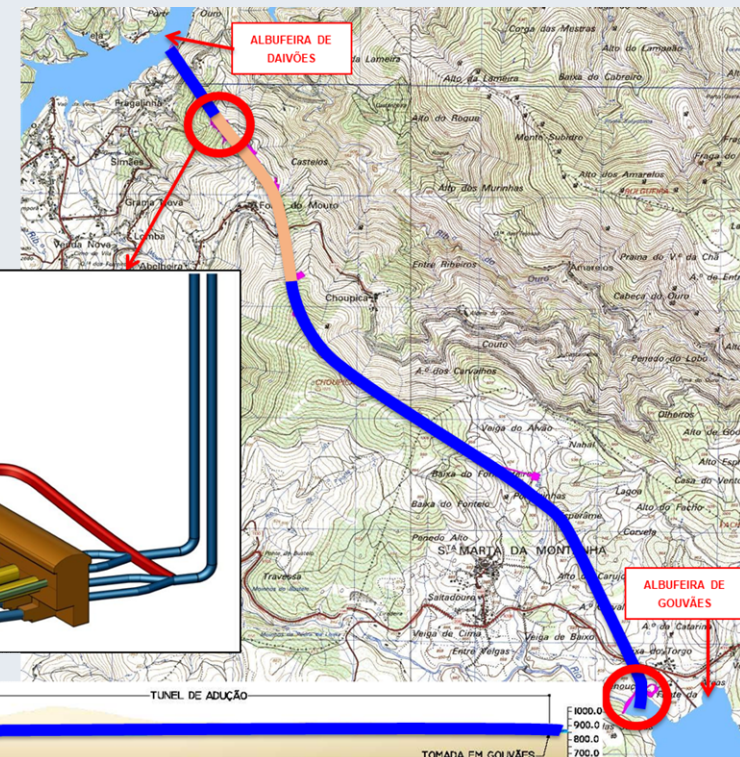
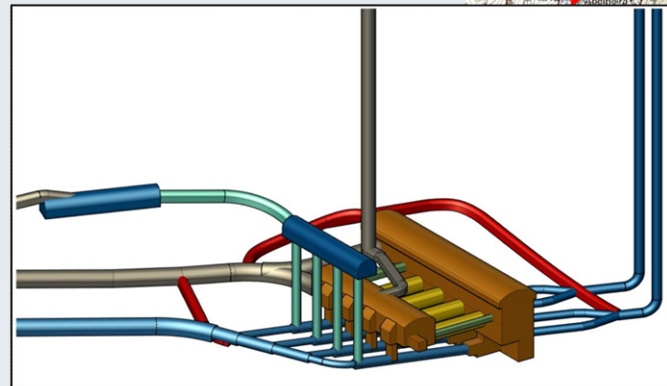


# Gouvães – Auslegung Triebwasserweg

Unterwasser –  
Wasserschloss

Oberwasser-  
Wasserschloss

- Pressure Tunnel 4,672 m
- Gouvães Dam
- Surge Tank
- Penstock 2.154 m
- Gouvães power plant

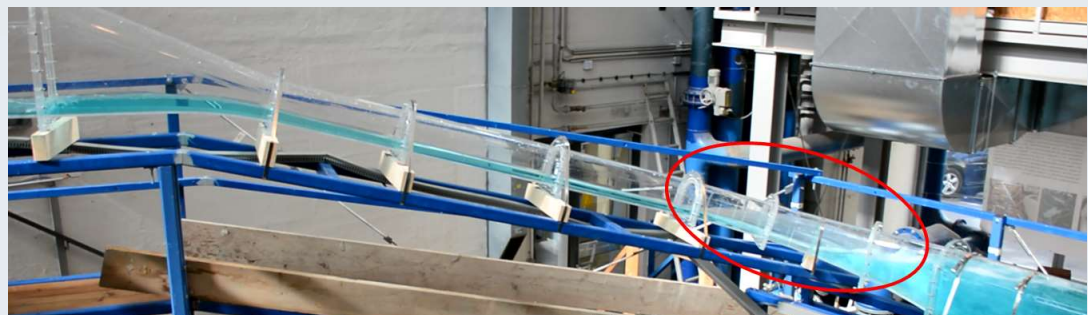
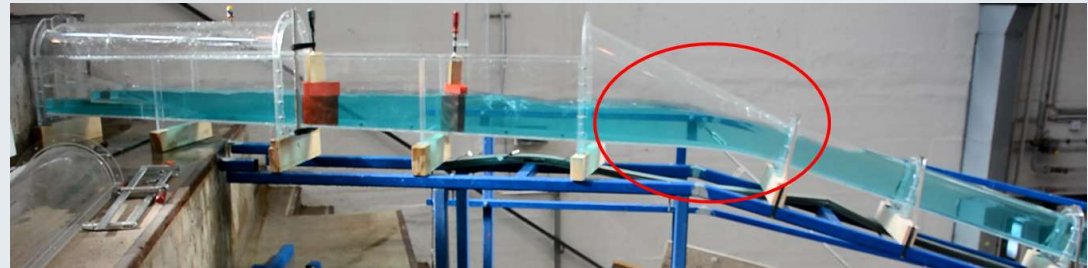
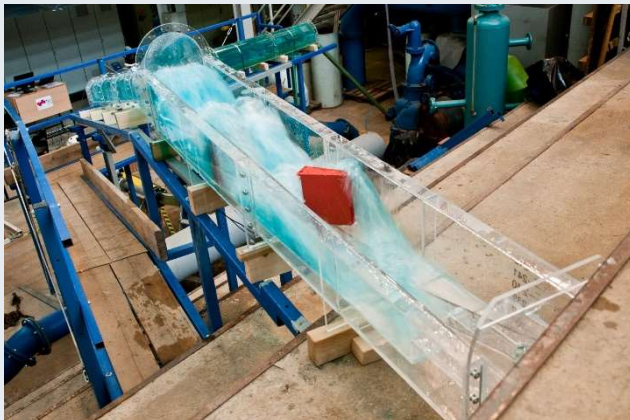




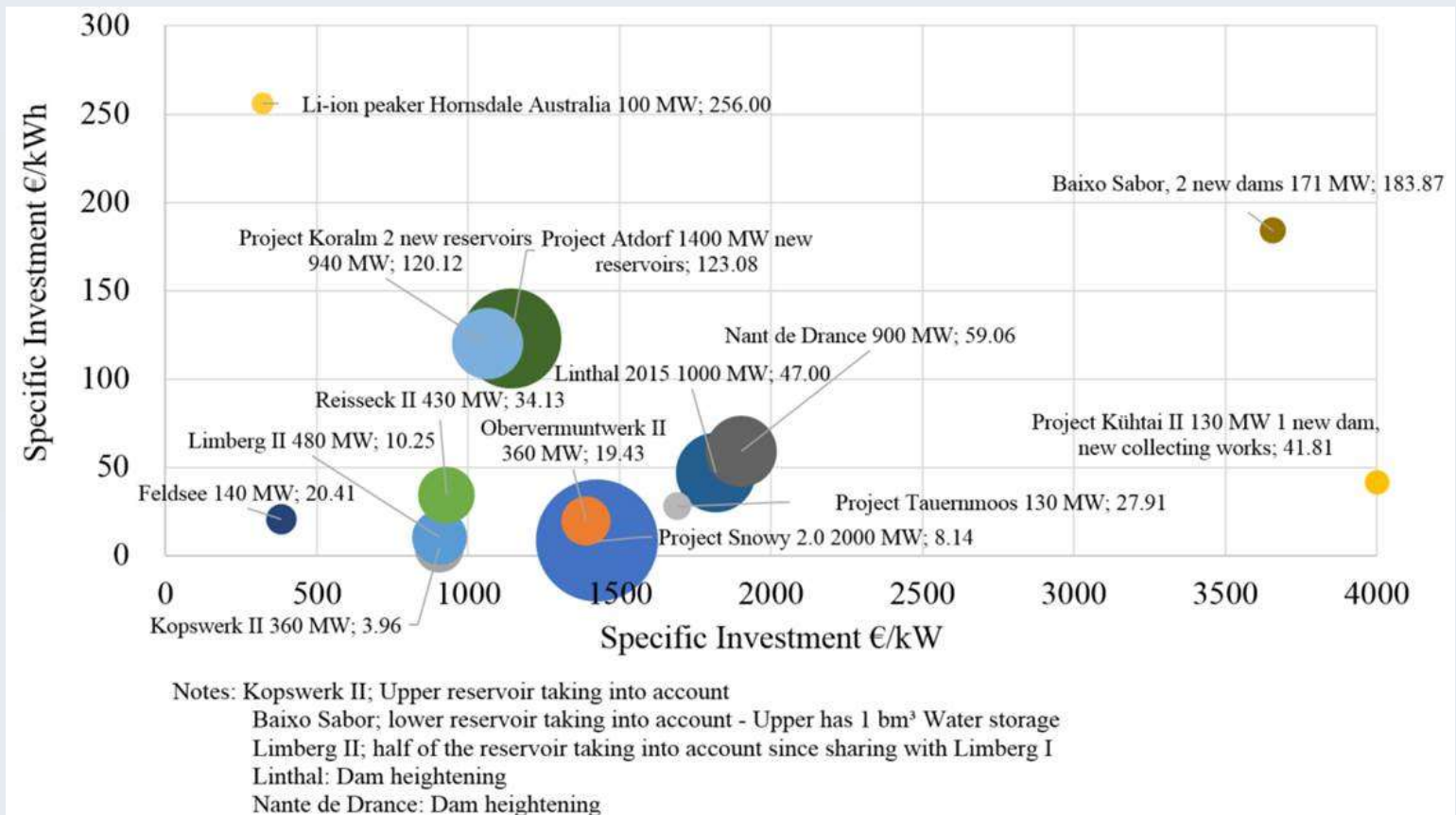
# Gouvães – Auslegung Triebwasserweg

Verhinderung Lufteintrag  
durch Trennung

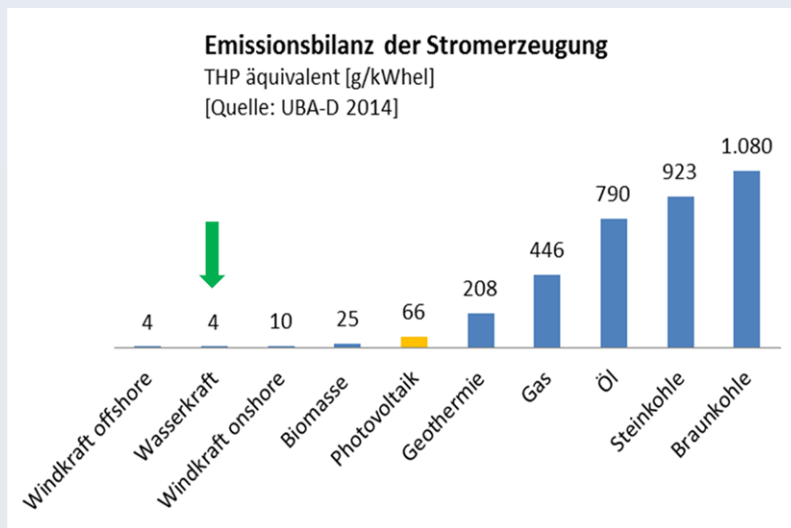
Maßgebender Lastfall  
Pumpenabwurf in  
Resonanz



# Pumpspeicherkraftwerke – Effizient / Leistungsstark

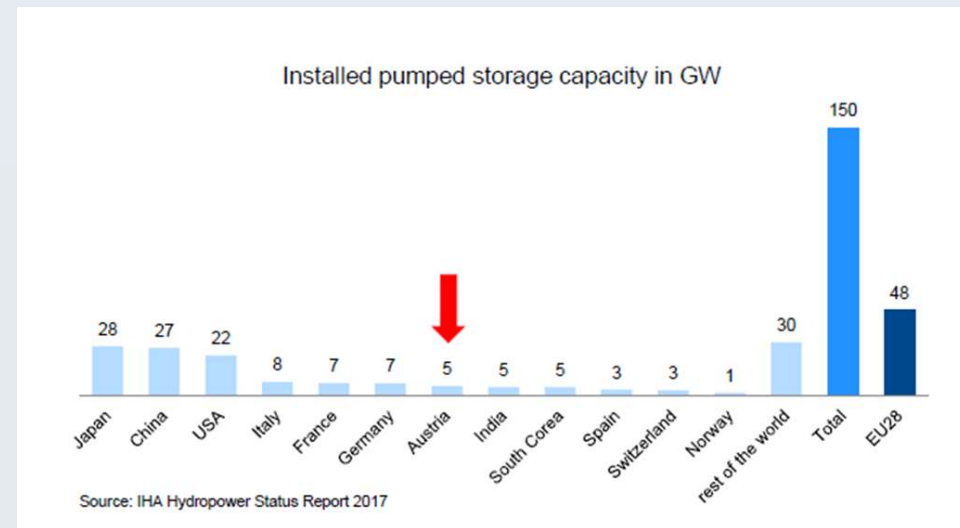


# Eindrückliche Statistische Darstellungen



Wasserkraft geringste  
Treibhausgasemission

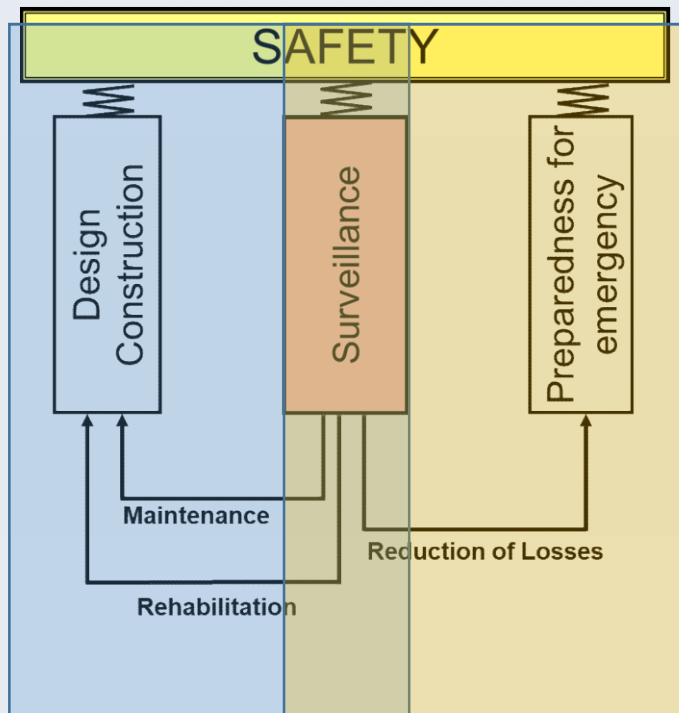
Fördersysteme –  
Verhältnismäßigkeit



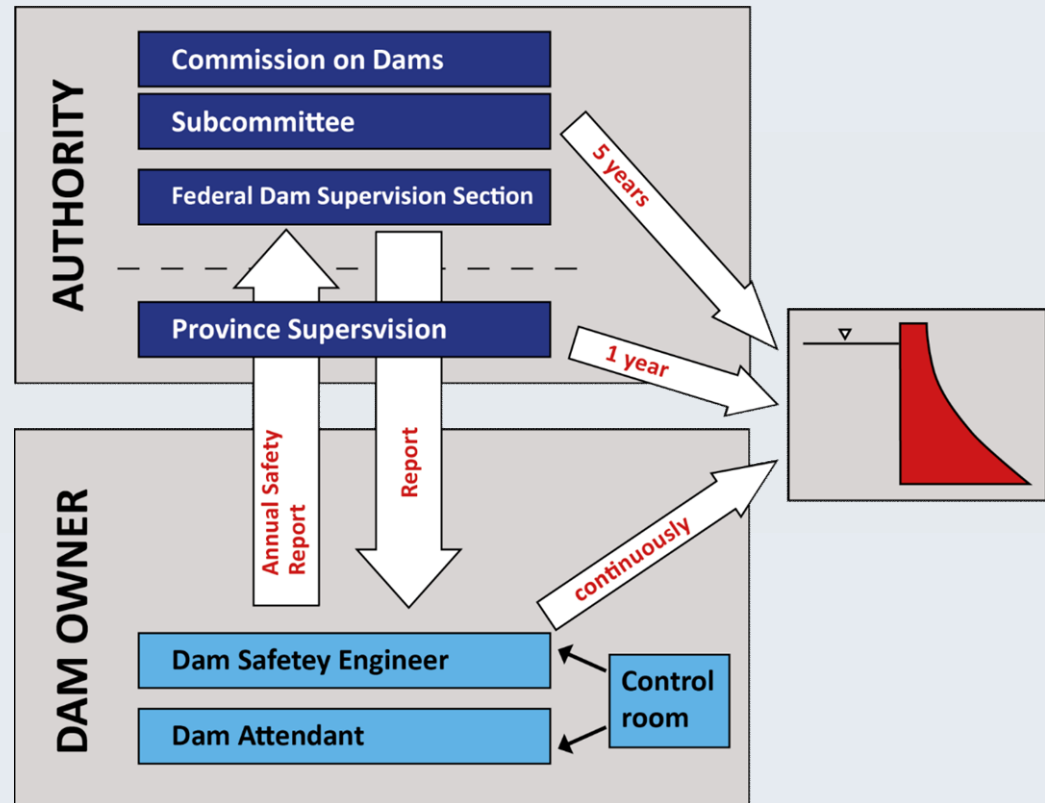
Pumpspeicherung – Erprobte  
Technologie

Wirtschaftlich – Arbeit und Leistung  
Lebenszyklusbetrachtung

# Abhängigkeit – Beurteilung - Konsequenzen



ATCOLD / Dam Safety Expert Seminar / Melbinger



## Beispiel – Oroville Dam



Erneuerungs-  
Instandhaltungs-  
Maßnahmen

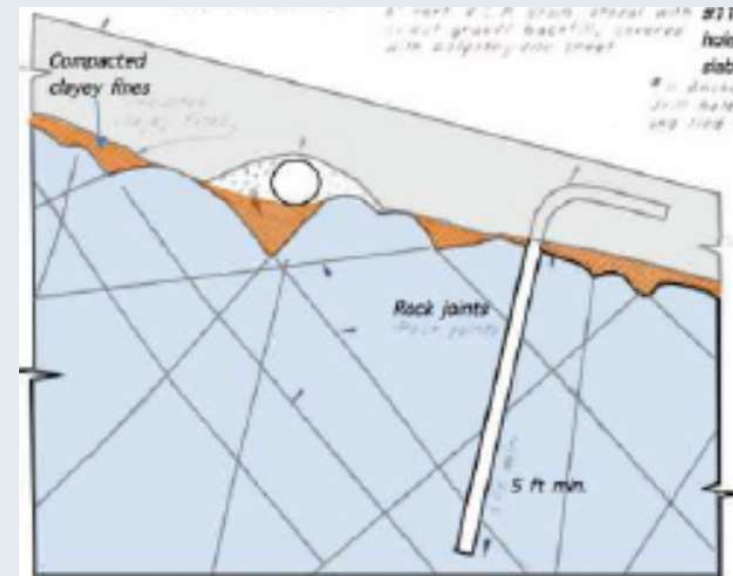
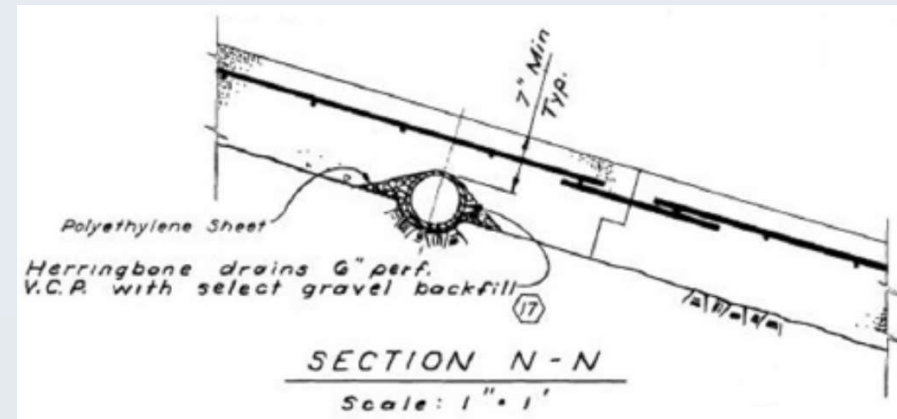
1977/ 1985/ 1997 /  
2009 / 2013

Literatur:

ATCOLD Hydraulic  
Engineering Symposium –  
Oroville Special Session

## Department of Water Resources - DWR

- Talsperrensicherheit in DWR – zu sehr verlassen auf Behörde
- Vertrauen auf scheinbare Dauerhaftigkeit; Einsparung, Prioritätensetzung
- DWR – keine adäquate Ausbildung der Mitarbeiter
  - nicht vertraut mit dem Stand der Technik
- Effektive Maßnahmen verhindert durch interne bürokratische Abläufe





# Resümee

Grundlagenausbildung - Forschung

Universelle Aus- und Weiterbildung ist wesentlich

Projektunterlagen mit Erfahrungsaustausch

Zugang zu Archiven

Projektorganisation – Eigentümer – Planer – Ausführende - Behörde