

# 7. PRAKTIKERKONFERENZ GRAZ

*Wasserkraft – Turbinen - Systeme*  
*14. – 15. September 2021*

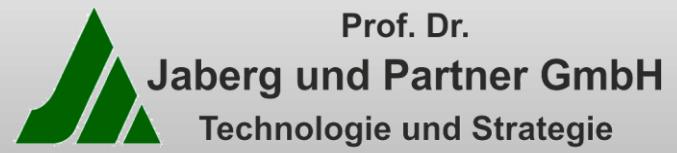


**Panta rhei - Alles bewegt sich fort und nichts bleibt**

Helmut Jaberg  
o.Univ.-Prof.em. Dr.-Ing.



Erzherzog-Johann-University Graz  
Graz University of Technology  
<http://www.hfm.tugraz.at>



## **Wie hält man die Praktikerkonferenz Graz am Leben?**

**Es kommen und kamen von Anfang an Top-Referenten von  
Betreibern  
Herstellern  
Planern.**

**Vorträge dauern 45 min, damit fundierte Information geliefert wird.**

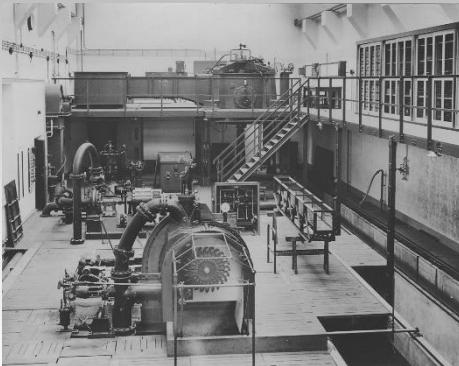
**Davon wurden 112 Vorträge gehalten, die allermeisten auf weit  
überdurchschnittlichem Niveau,...**

**.... , laut dem Teilnehmer-Feedback.**



# Labor

1933

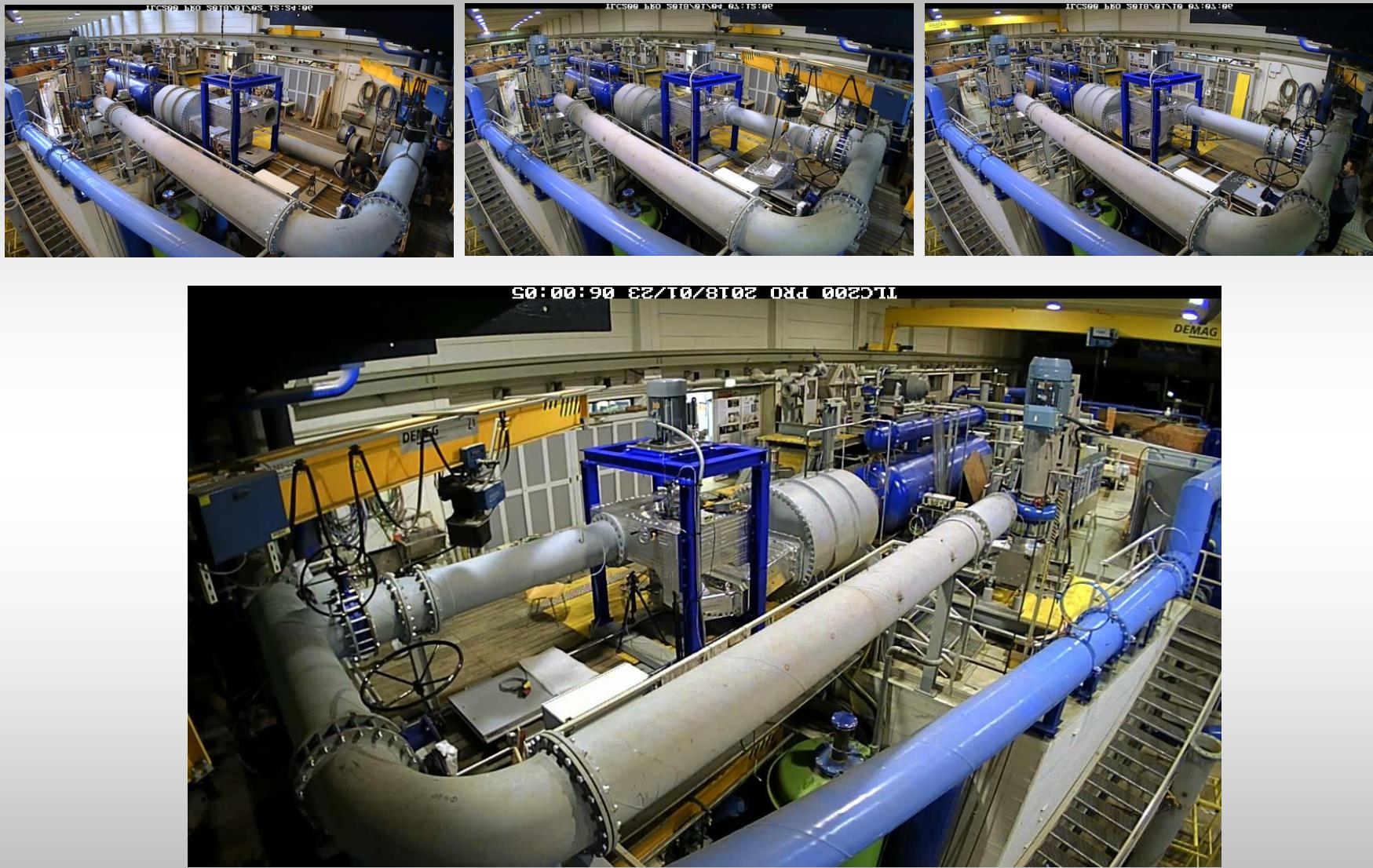


1995



4 Quadranten Prüfstand mit 500 kW  
div. Pumpenprüfstände bis 250 kW  
Prüfstand mit Schwingfundament

# Laboratory model test: test rig measurement



# Die Schlüsselpersonen



**Helmut Benigni**  
Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
*Stellvertretender Institutsleiter*  
HFM



Institute of Hydraulic Fluid Machinery TU GRAZ



**Jürgen Schiffer-Rosenberger**  
Dipl.-Ing. Dr.techn.



**Stefan Höller**  
Dipl.-Ing.



**Christian Bodner**  
Dipl.-Ing.



# Die zukünftige Schlüsselperson



**Peter Meusburger**  
Institutsvorstand  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.





**Helmut Benigni**  
Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
*Stellvertretender Institutsleiter*  
HFM



**Stefan Leithner**  
Dipl.-Ing.



**Lukas Sandmaier**  
Dipl.-Ing.



**Daniel Reiterer**  
M.Sc.



# 4-quadrant model test-rig



Acceptance tests in accordance to  
IEC 60193, ISO 9906, IEC 60534, IEC 62006

## Main pump

Up to 750 l/s at 90 m at 980 rpm

Variable speed, up to 500 kW

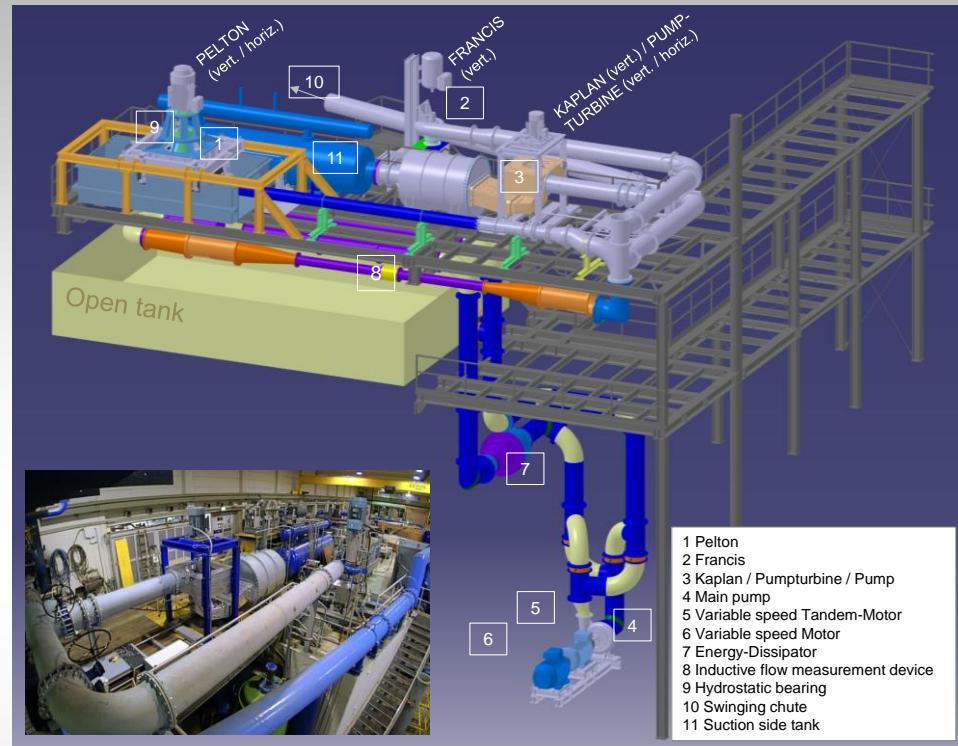
**Model motor / generator max. 250 kW**

## Possible models:

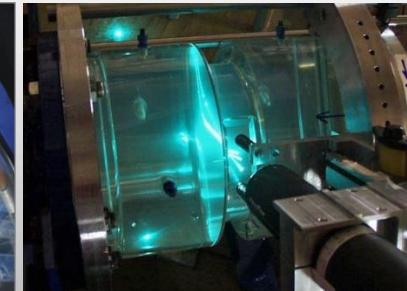
- Turbines
- pumps
- pump turbines
- valves
- fittings
- pipe systems

## Measuring methods applied:

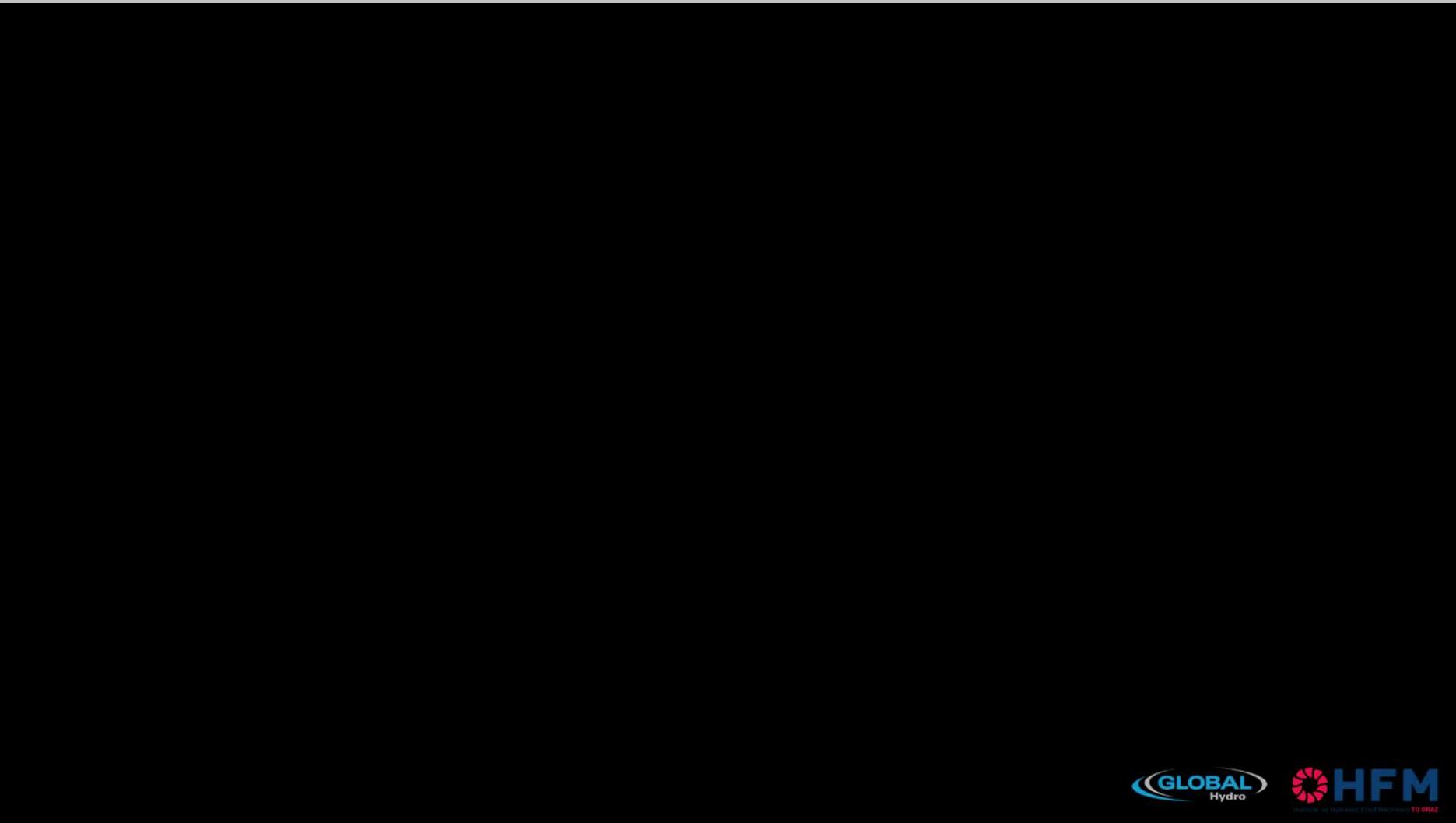
- Laser-Doppler Anemometry (LDA)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Measurement of cavitation
- Measurement of efficiency
- Measurement of characteristic curves



READ  
MORE:  
Test rig –  
laboratory



## Model test: Pelton turbine



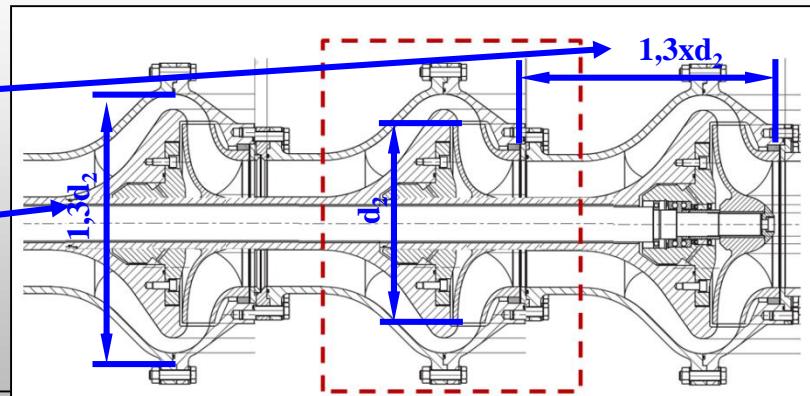
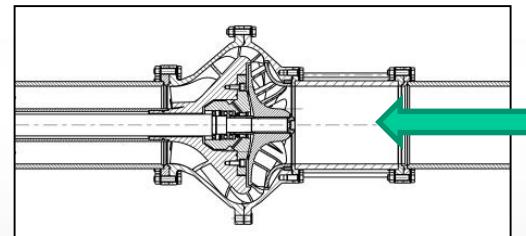
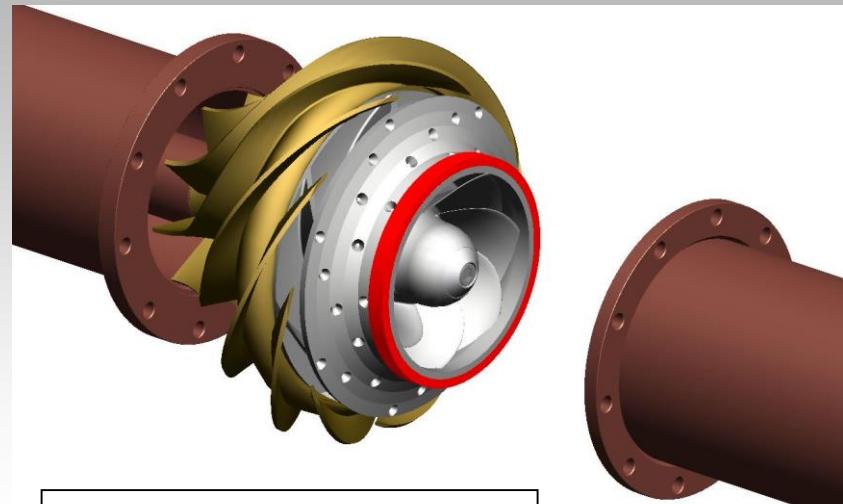
# CFD: Diagonal-Pumpe für niedrige spezifische Drehzahl

Entwicklung einer Pumpenhydraulik in mixed-flow Bauweise (Bohrlochpumpe / Nassaufstellung) niedriger spezifischer Schnellläufigkeit  $n_q = 36 \text{ U/min}$

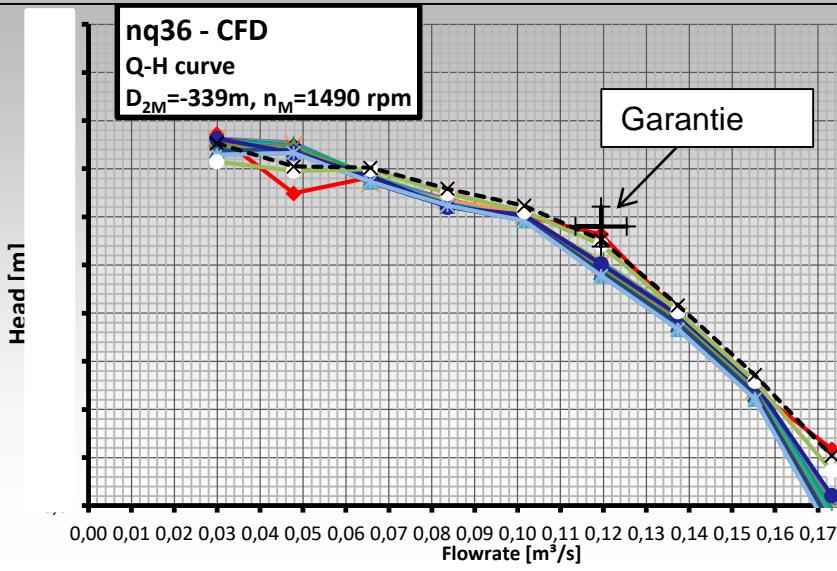
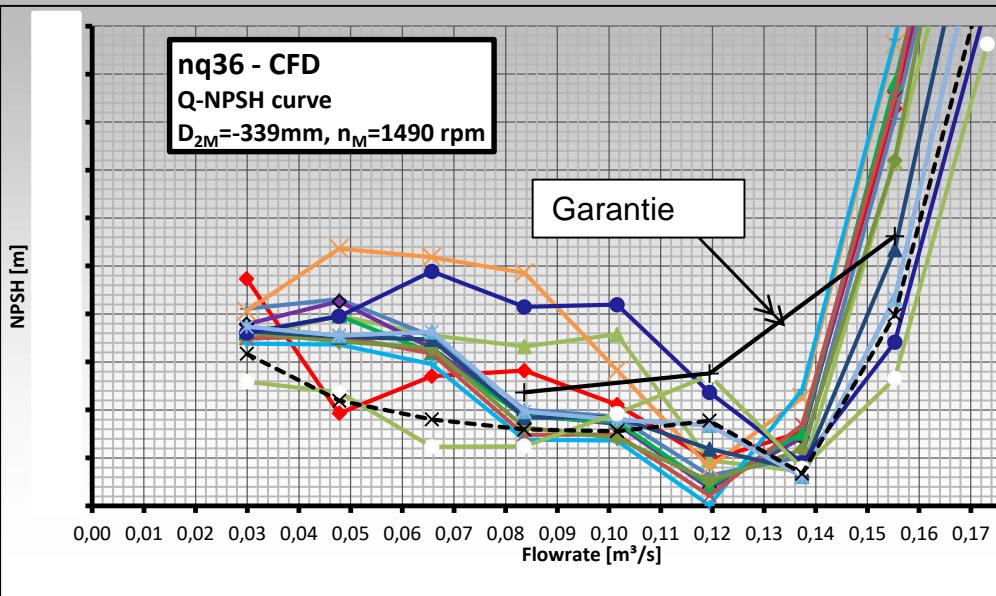
Hydraulik für ein- und mehrstufige Anwendung einsetzbar

Pumpe muss Anforderungen gemäß **API 610** erfüllen

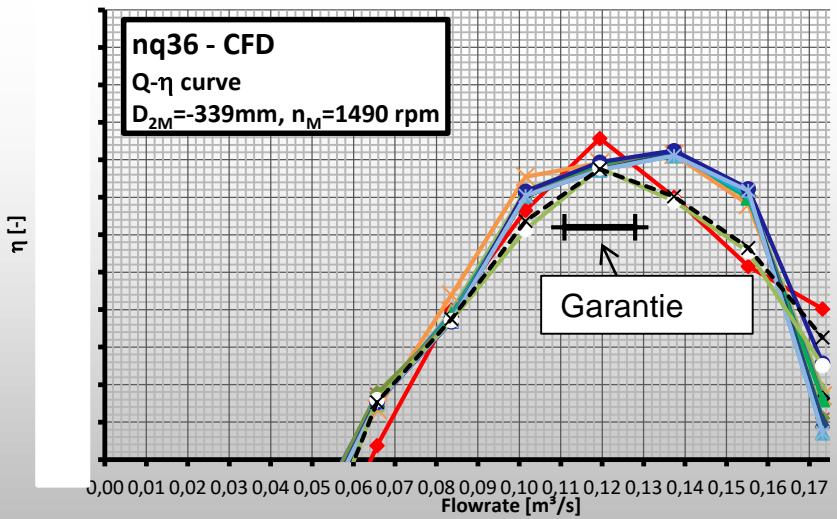
- $n_q@BEP$  Toleranz:  $\pm 1,5 \%$
- **Herausforderung:**  $Q_{BEP}$   $n_q$ -36-Kennlinien: flach
  - Stabile Kennlinie bis  $Q < 30\%$
  - Nullförderhöhe  $H_0$ : min. 120%  $H_{BEP}$   
max. 128%  $H_{BEP}$
- Wirkungsgrad und NPSH
- Max. axiale Erstreckung einer Stufe: 130%  $d_2$   
(100%  $d_2$  realisiert)
- Max. radiale axiale Erstreckung einer Stufe: 130%  $d_2$



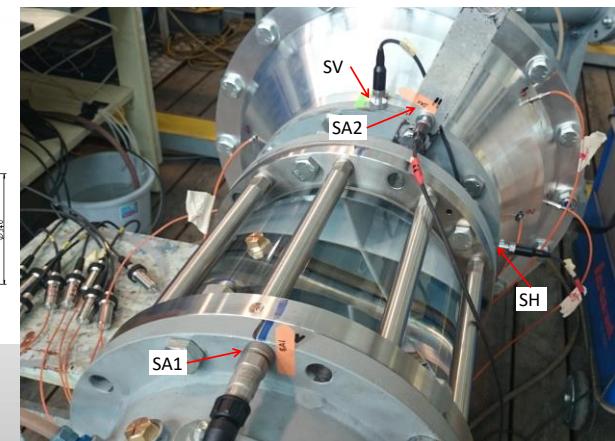
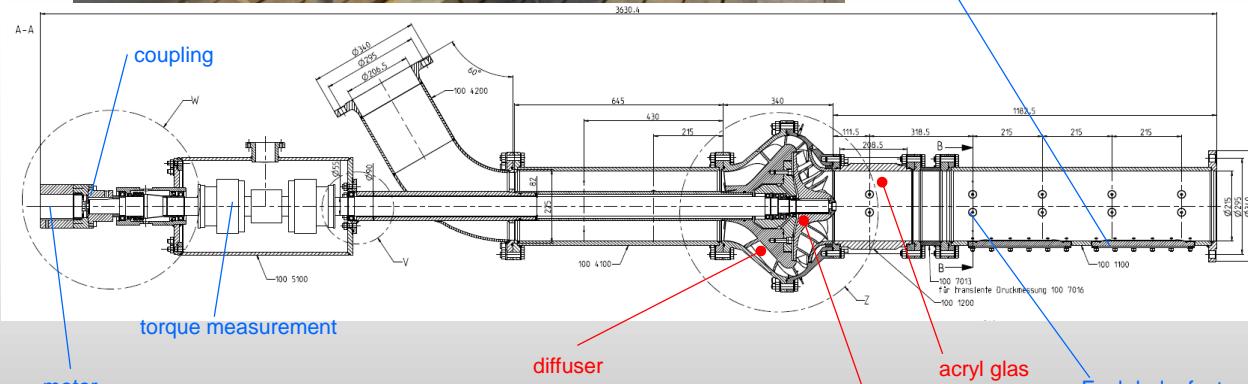
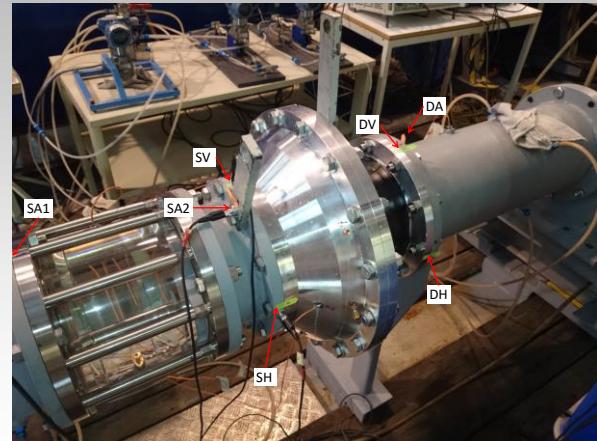
# CFD: Laufraddesign – Pumpencharakteristik



- Hauptaugenmerk auf Kavitationsverhalten, d.h. Geometrie der **Eintrittskante**; Vergleich der unterschiedlichen Varianten (oben links)
- kaum Auswirkung auf Betriebspunkt: Kennlinie bzw. Wirkungsgrad nahezu ident
- strichlierte Linie zeigt ausgeführte Variante**
- Automatisierter Optimierungsalgorithmus
- Mehr als **300 Diffusor-Varianten** untersucht

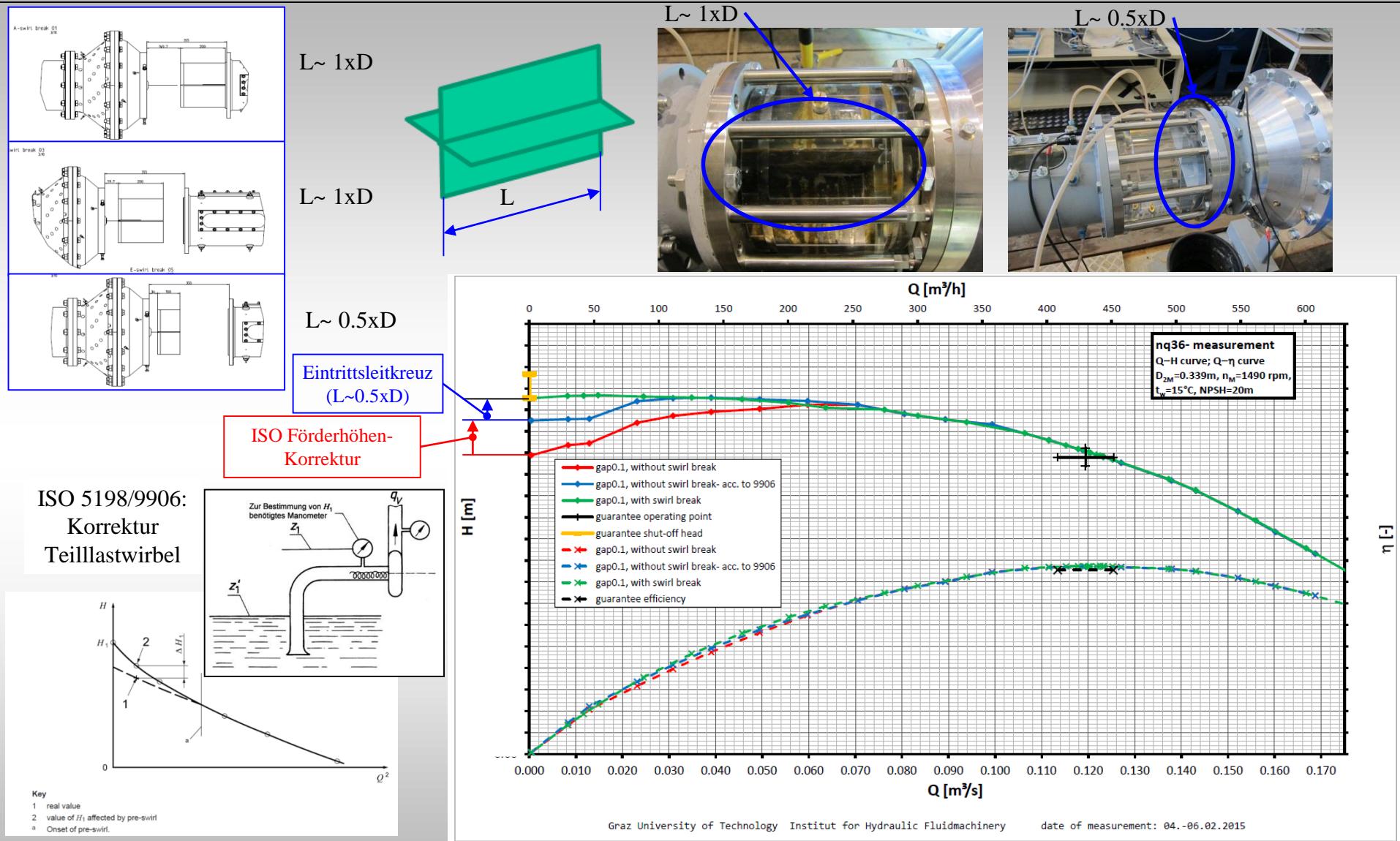


# Abnahmemessung nach ISO 9906 inkl. Schwingungsmessung

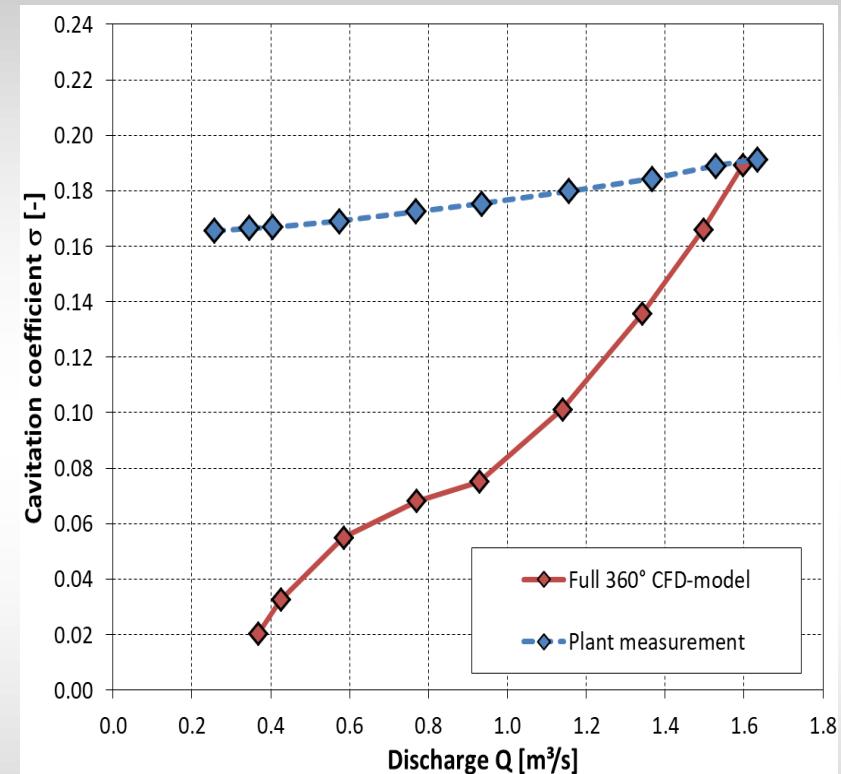
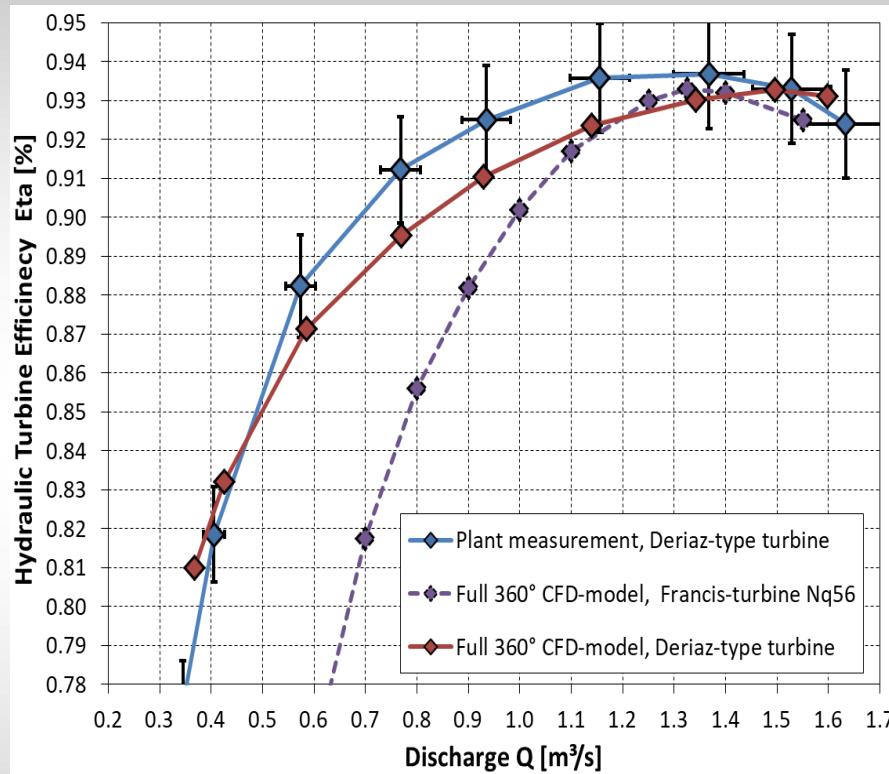


Each hole: fast pressure measurement position: 10 planes with 3 holes in each plane

# Teillastwirbel – Drallbrecher / Eintrittsleitkreuz



# CFD: Deriaz - Turbine

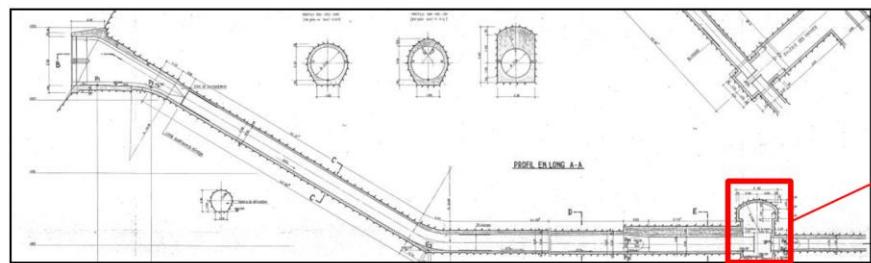


# Druckstoßberechnung

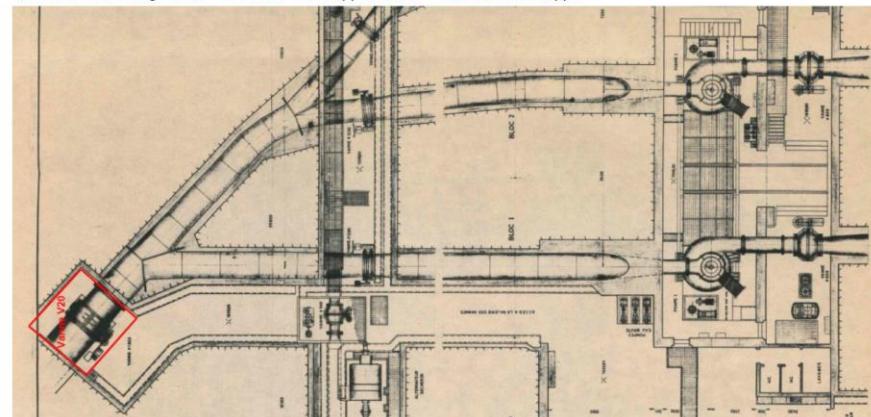
Kraftwerke

Wasserschlösser  
BLF, ALF, KLF

..  
Bsp: Rohrbruch



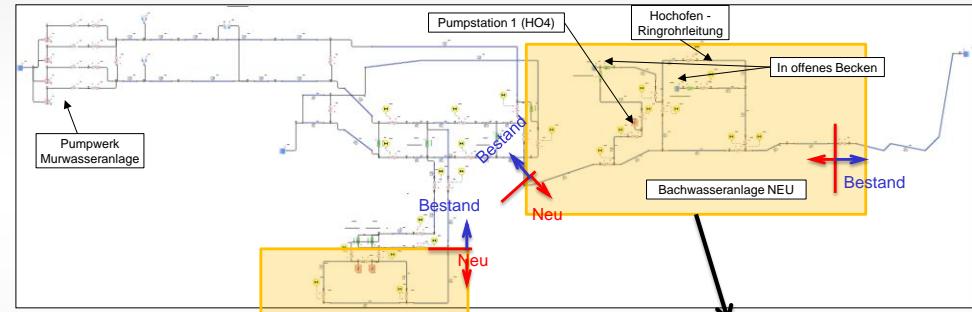
Triebwasserführung: oben – stromauf der Klappe, unten – stromab der Klappe



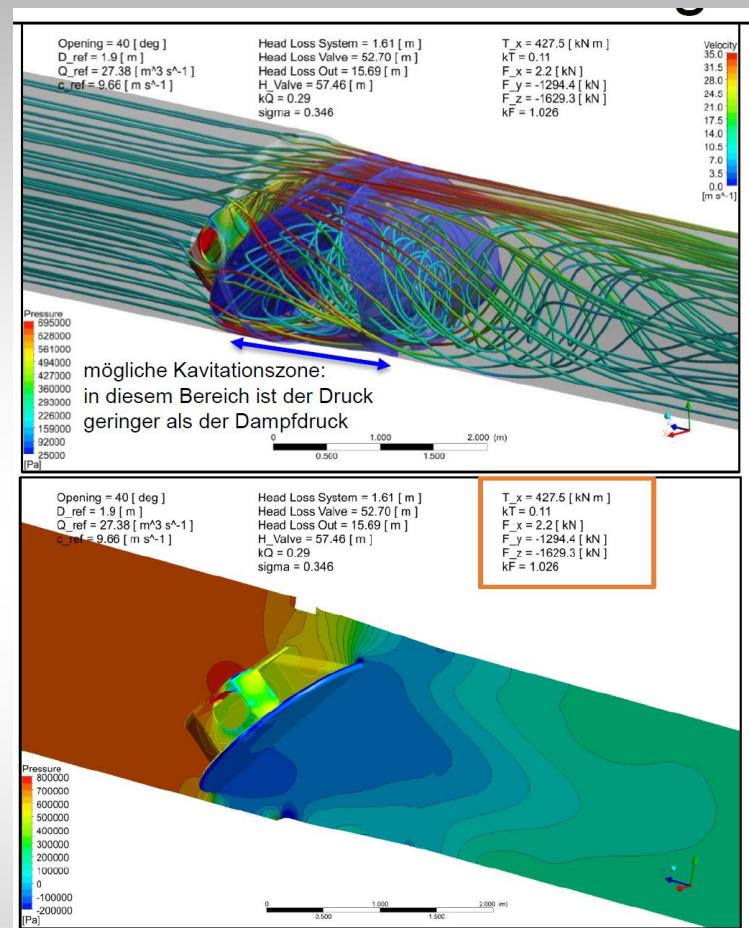
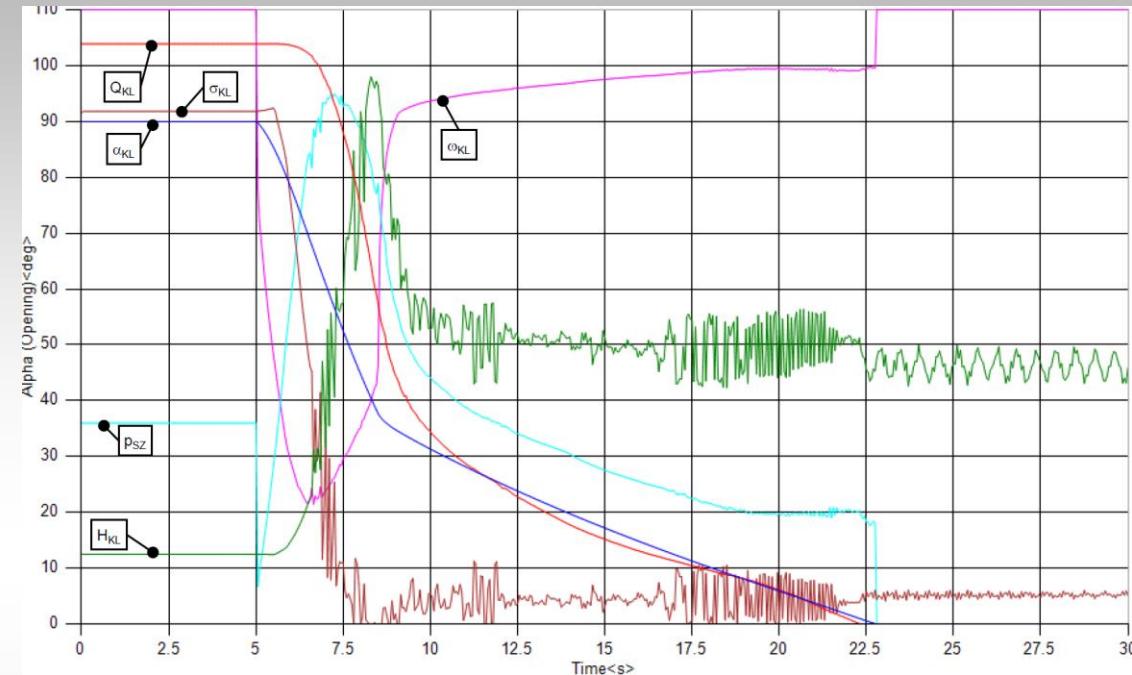
Pumpanlagen

Brauch- und Trinkwasseranlagen  
Feuerlöschanlagen

..  
Bsp.: Stahlwerk-Kühlwasser



# CFD: Notschluß nach Rohrbruch unter Kavitationseinfluss

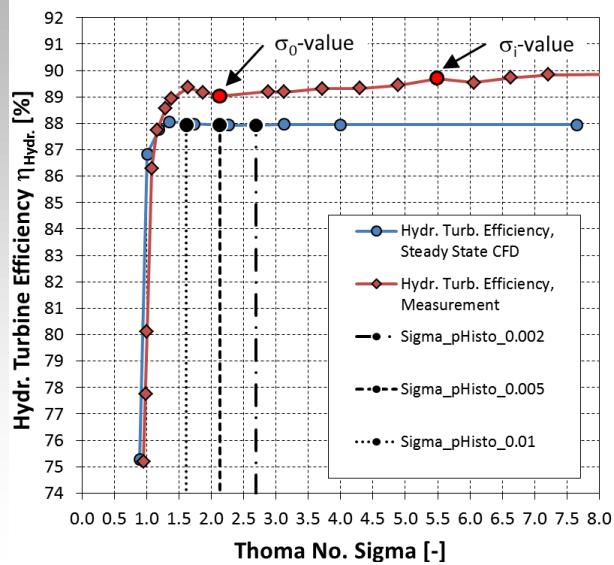


$k_F$ -,  $k_M$ -Berechnung bei Kavitation

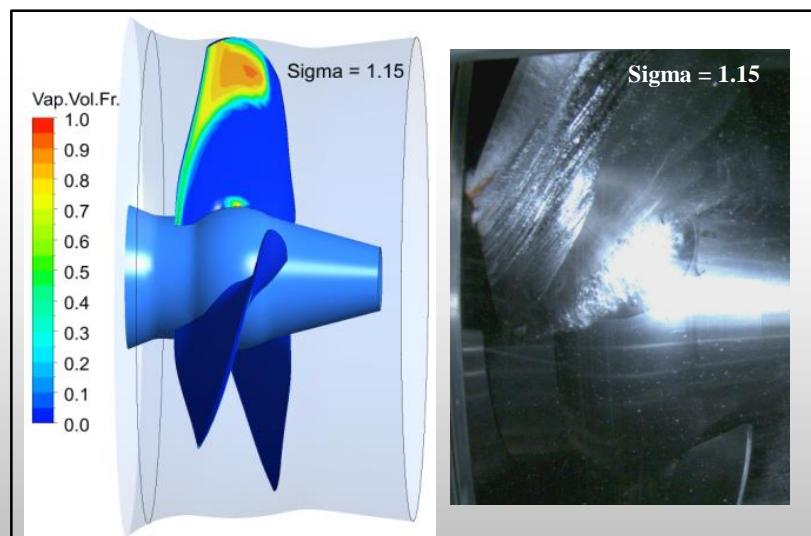
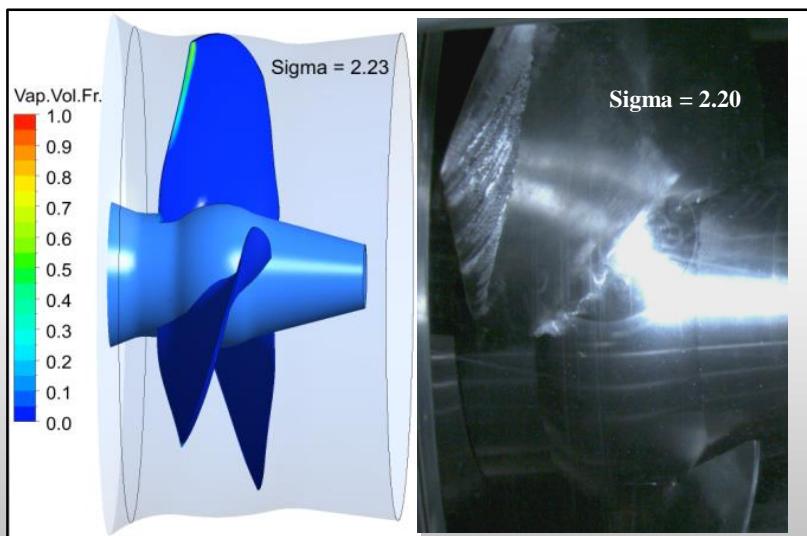
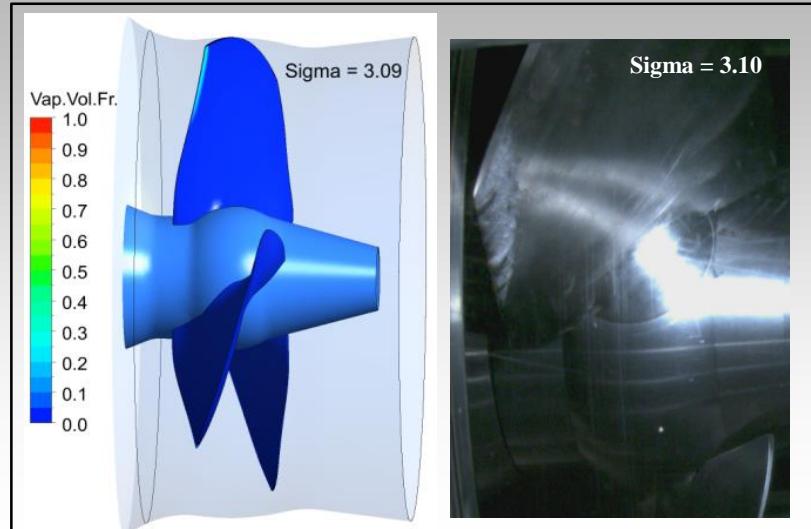
- CFD-Berechnung der Druckverteilung
- Setze  $p < p_{dampf}$  gleich  $p_{Dampf}$
- Berechne  $k_F$ ,  $k_M$



# CFD – Messung : Kavitation



steady CFD  
measurement

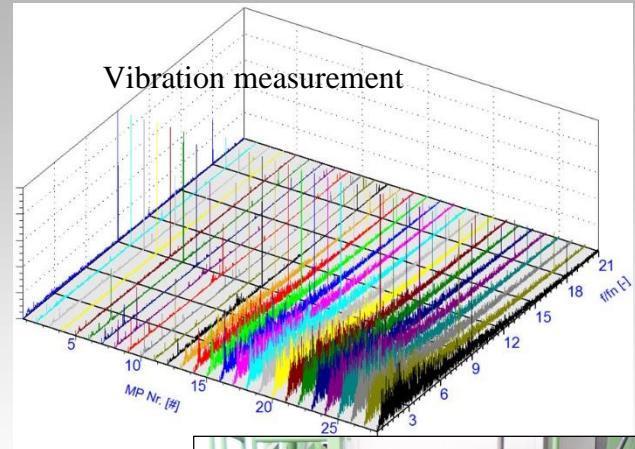


# Anlagenmessung

- Thermodynamic efficiency measurement
- Acoustic flow measurement
- Pressure loss measurements
- Vibration and stress measurements



All measurements according to  
IEC 60041 and IEC 62006.



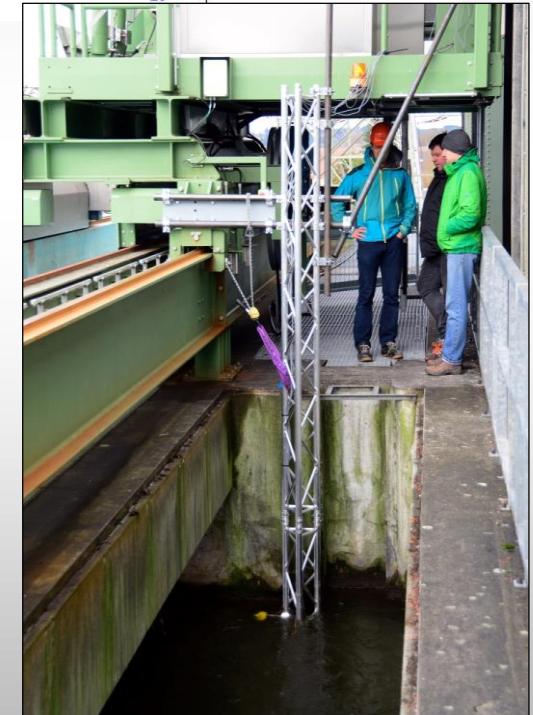
Machine hall



Seabird temperature sensor



Tailwater measurement section



## Master of Engineering HYDROPOWER

### Basics:

- 4/5-semester certificate program
- Application-oriented correspondence course
- Career opportunities
- Expertise for maintenance work, inspection, development, application tasks

### Content and main focus

- Mechanical engineering (36%)
- Interdisciplinary (29%)
- Civil engineering (18%)
- Electrical engineering (17%)

### Degree

- Master of Engineering Hydropower  
*or*
- Academic Hydropower Engineer

### Requirements - Master of Engineering Hydropower :

- Technical graduation (DI, B.Sc., M.Sc) **or**
- Graduation of applied science (B.Sc., Mag, M.Sc.) and approx. 3 years experience

### Requirements – Academic Hydropower Engineer

- Technical graduation of secondary school and approx. 5 years experience **or**
- Foremen with approx. 8 years professional experience in the field of hydropower



Auf Grund dieser Leistungsbreite, die nach unserer Kenntnis kein anderes Institut aufweist,....

....erheben wir den Anspruch, das führende Institut Europas zu sein.

