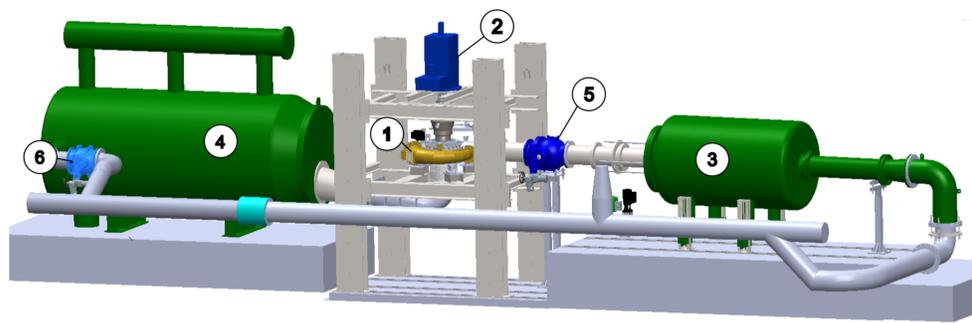


Forschungsprojekt PuTuDyn

Die Kennlinie einer Pumperturbine zeigt instabiles Verhalten im Pumpbetrieb hin zu kleinen Fördermengen. Dieser instabile Ast der Pumpenkennlinie geht mit einer Reduktion des Wirkungsgrades einher. Eine detaillierte Kenntnis der Strömungsvorgänge in diesem Bereich kann sich positiv auf das Betriebsverhalten der Maschine auswirken. Da instationäre Messungen mit einem sehr hohen Aufwand an vergleichsweise wenigen Messstellen verbunden sind, sollen numerische Berechnungen detaillierte Einblicke in das Strömungsphänomen bringen. Zur Gewinnung von Messergebnissen wird das Modell einer Pump-

turbine (1) mit einer spezifischen Drehzahl von 41.7 min^{-1} untersucht. Der Charakteristische Durchmesser d_{2a} der Laufrades beträgt 487.52mm. Die Maschine wird mit einem Gleichstrom-Motorgenerator (2) angetrieben bzw. gebremst. Die Pumperturbine (3) und Unterwasserkessel (4) in einem geschlossenen Kreislauf betrieben. Beim Anfahren zum Pumpbetrieb dient ein Kugelhahn (5) im Einlaufrohr als Absperrorgan, weiters wird in der Triebwasserleitung ein Ringkolbenventil (6) vorgesehen um den Volumenstrom im Pumpenteillastbereich präzise regeln zu können.

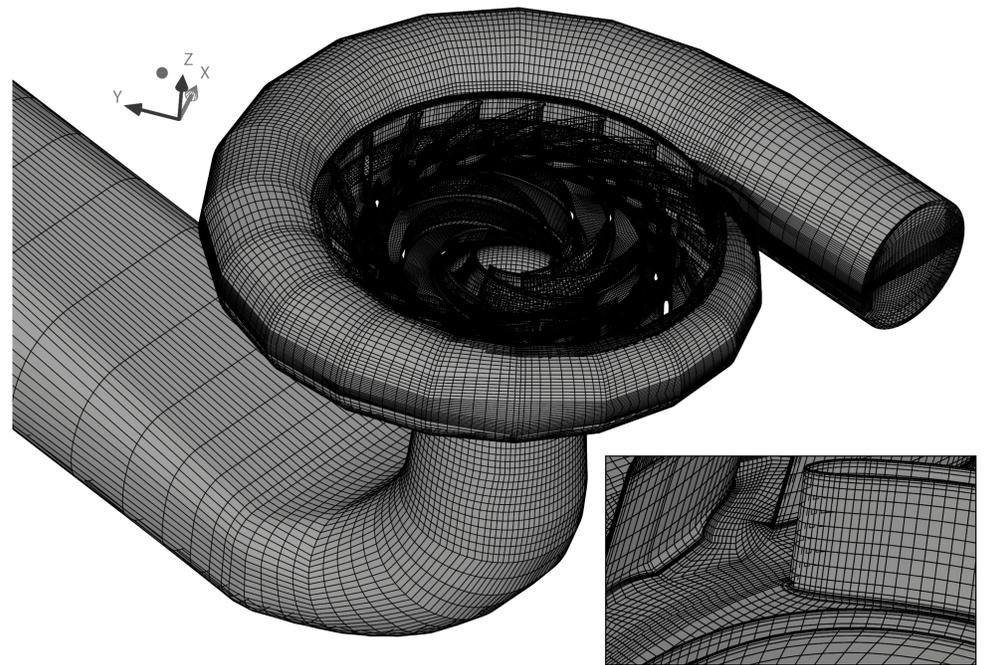


1a) PuTuDyn Versuchsaufbau

Numerische Simulation

Die Numerische Simulation der instationären Strömungsphänomene wird mit Navier-Stokes Solver durchgeführt. Mit diesen Solvern ist es möglich instabile Betriebsbereiche numerisch zu erfassen. Die CFD-Simulation von instabilen Phänomenen kann nur durch eine vollständige Modellierung (Abbildung [2a]) der gesamten Pumperturbine erfolgen. Zur Ergebnisvalidierung der Strömungsberechnung und Definition von realität-

snahen Randbedingungen werden auch Werte aus der Modellmessung herangezogen. Für solche instationäre Strömungssimulationen sind sehr hohe Rechenleistungen und -zeiten nötig. Um diese Simulationen mit einem vertretbaren Zeitaufwand durchführen zu können, stehen an der TU Wien durch den Vienna Scientific Cluster (VSC) ein Parallelrechner mit mehr als 20000 CPUs zur Verfügung.



2a) Berechnungsnetz mit Detailansicht Leitrad/Laufrad

4-Quadranten Kennfeld

Die Charakteristik einer Pumperturbine wird mit dem 4-Quadrantenkennfeld beschrieben. Im ersten Quadranten verläuft die Kennlinie für den Turbinenbetrieb, links vom optimalen Betriebspunkt liegt der Teillastbereich. Der Bereich wo die Kennlinie fast senkrecht verläuft, kennzeichnet die Leistungsgrenze, also den Durchgangsbereich. Der zweite Quadrant beschreibt den Betriebsbereich, in dem die Drehzahlen der Pumpe zu niedrig sind, um Wasser zu

fördern. Der dritte Quadrant enthält die Kennlinie für den Pumpbetrieb. Im vierten Quadranten wird ersichtlich, dass sich bei hohen Drehzahlen ein Pumpbetrieb einstellt.

Einheitsgeschwindigkeit:

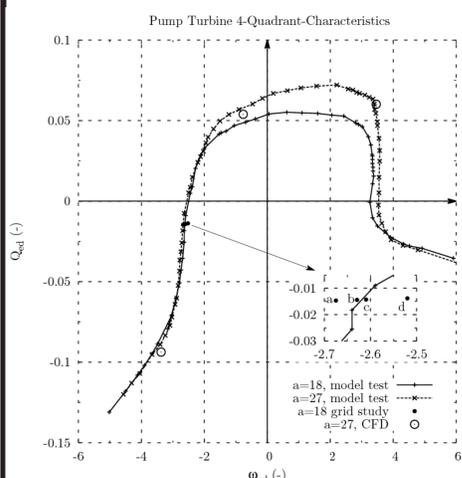
$$\omega_{ed} = \frac{\omega D}{\sqrt{gH}}$$

Einheitsdrehmoment:

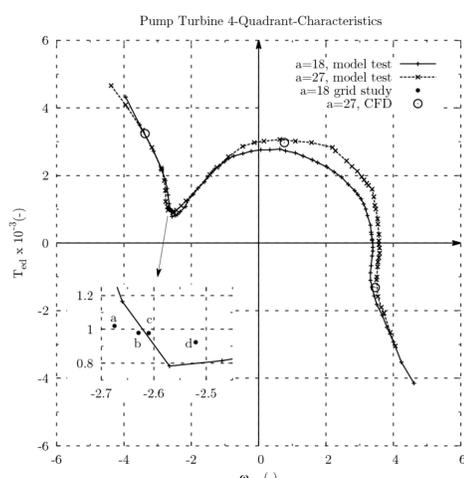
$$T_{ed} = \frac{T}{\rho D^3 g H}$$

Einheitsdurchfluss:

$$Q_{ed} = \frac{Q}{D^2 \sqrt{gH}}$$



3a) $Q_{eq} - \omega_{eq}$ Kennlinie

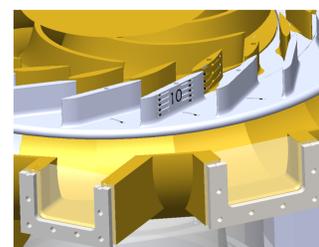


3b) $T_{eq} - \omega_{eq}$ Kennlinie

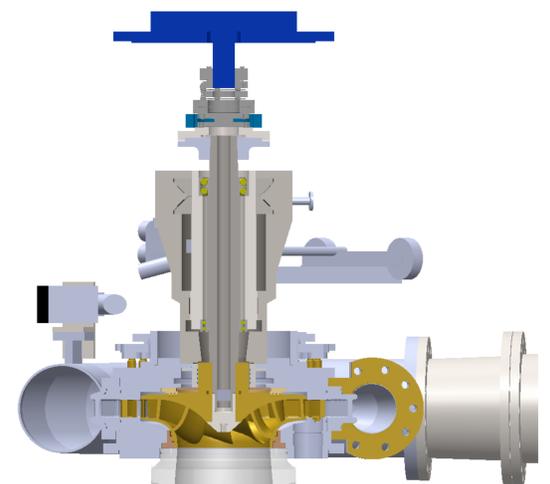
Versuchsaufbau PuTuDyn

Abbildung [4a] zeigt die Instrumentierung zur Druckmessung und das Sichtfenster für die Strömungsgeschwindigkeitsmessung. In der Schnittdarstellung Abbildung [4b] sind die Hauptkomponenten einer Modellpumperturbine

dargestellt. Neben Laufrad, Spilentriegel, Stützring und Leitschaufel sind die Hydrostatische Lagerung zur Quantifizierung der Lagerreibung sowie der Drehmomentmessflansch erkennbar.



4a) Druckmessung



4b) Schnittansicht

Ein Gemeinschaftsprojekt von



VOITH



FFG