

### Prüfstand

Um die Auswirkungen von unterschiedlichen Anströmungsverhältnissen auf den Wirkungsgrad eines Saugrohres untersuchen zu können, wurde der folgende Prüfstand am Institut für Energietechnik und Thermodynamik errichtet.

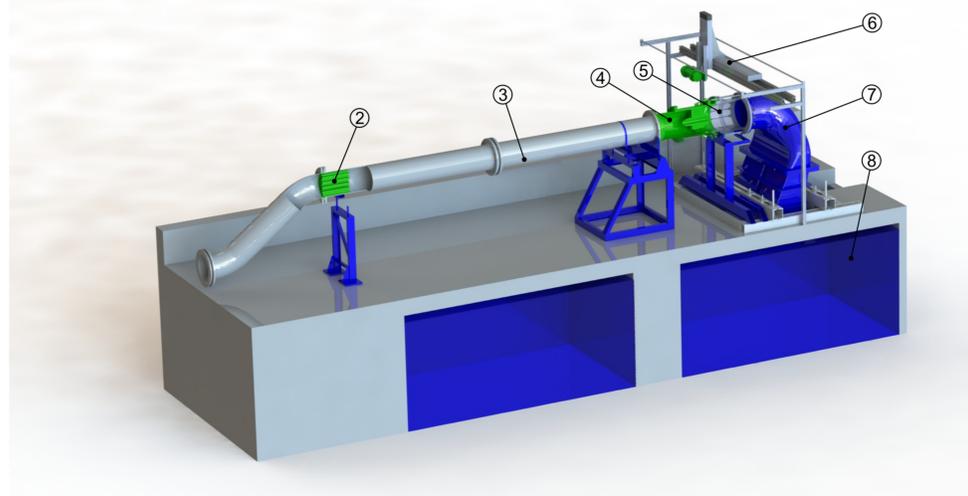


Abb.1.1: Messaufbau

- ① Induktive Durchflussmessung in Laborhauptleitung
- ② Rohrbündelgleichrichter in Anlehnung an DIN EN ISO 5167-1
- ③ Freie, ungestörte Einlauflänge zur Ausbildung eines gleichmäßigen Geschwindigkeitsprofils  $L = 15 \cdot D_N$
- ④ Drallerzeuger (siehe Abb.3.1) zur variablen Anpassung des Geschwindigkeitsprofils am Saugrohrentritt
- ⑤ Anbindung an das Saugrohr durch einen modifizierten Plexigaskonus als Messebene für LDA (Laser-Doppler-Anemometrie) Messungen (siehe Abb.2.1)
- ⑥ Traversierung LDA Messung mit 2D Messkopf
- ⑦ Saugrohr mit 2 definierten Messebenen zur Bestimmung des Druckrückgewinnungsbeiwertes  $C_p$
- ⑧ Unterwasserbecken mit Kühlkreislauf

### Messtechnik

Zur Quantifizierung der Einstellungen am Drallerzeuger bzw. dessen Auswirkungen auf den Saugrohrwirkungsgrad, dient der Druckrückgewinnungsbeiwert  $C_p$ . Dieser ist definiert durch:

$$C_p = \frac{p_A - p_E}{\frac{\rho}{2} \cdot c_E^2}$$

- $p_A$  statischer Druck am Saugrohraustritt
- $p_E$  statischer Druck am Saugrohrentritt
- $\rho$  Dichte Wasser
- $c_E$  Mittlere Strömungsgeschwindigkeit am Saugrohrentritt

Die Messung des statischen Druckunterschiedes erfolgt durch einen Differenzdruckaufnehmer in zwei definierten Messebenen am Saugrohren- und Austritt. Die Messung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit erfolgt induktiv durch einen Durchflussaufnehmer in der Laborhauptleitung. Zusätzlich wird das Geschwindigkeitsprofil am Saugrohrentritt mittels LDA gemessen. Hierbei werden die Geschwindigkeitskomponenten  $c_m$  sowie  $c_u$  erfasst.

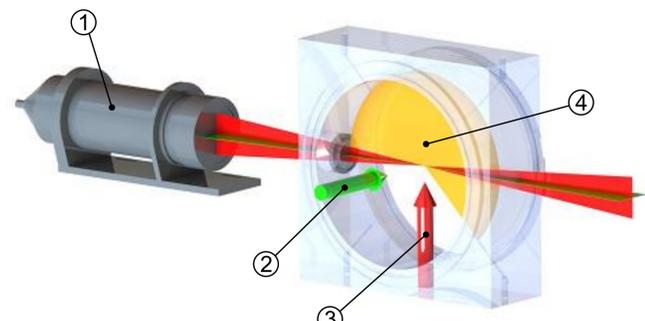


Abb.2.1: 2D LDA Messung am Saugrohrentritt

- ① 2D LDA Messkopf
- ② Geschwindigkeitskomponente  $c_m$
- ③ Geschwindigkeitskomponente  $c_u$
- ④ Messbereich der LDA Messung (Erweiterbar durch Schwenken von Plexigaskonus und LDA Messkopf)

### Drallerzeuger

Die Abströmungen des Laufrades (Drallverteilung) am Eintritt des Saugrohres sollen mittels eines eigens gefertigten Drallerzeugers simuliert werden. Er besteht aus verstellbaren Drall- sowie Meridianschaufeln, mit welchen die jeweiligen Geschwindigkeiten unabhängig voneinander variiert werden können. Um Todwassergebiete zu vermeiden, wurde die Nabe mit einer Bohrung versehen, die mittels einem wechselbarem Aufsatz modifiziert werden kann. Die Drallschaufel ist in sich um  $35^\circ$  verschränkt.

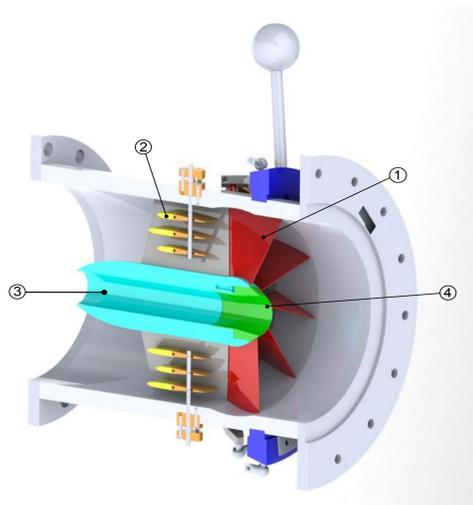


Abb.3.1: Drallerzeuger für variable Geschwindigkeitsprofile

- ① Drallschaufeln
- ② Meridianschaufeln
- ③ Nabe mit Bohrung
- ④ Wechselbarer Nabenaufsatz

### CFD Auswertung

Im Rahmen der numerischen Simulation des Drallapparates wurden vier unterschiedliche Schaufelstellungen berechnet. Zwei Leitschaufelstellungen kombiniert mit zwei Meridianschaufelstellungen. Abb. 4.1 zeigt den Einfluss der Meridianschaufeln. Hier wird deutlich, wie durch ein nach außen gestelltes Gitter die Axialgeschwindigkeitskomponente  $w$  zum Rohraußenradius hin verschoben wird. Die Leitschaufelstellung ist hierbei konstant. Abb. 4.2 zeigt den Unterschied der Leitschaufelstellungen. Mit Variante 035N wird die Strömung außen verdrallt, was eine höhere Umfangsgeschwindigkeit  $u_{circ}$  am Außenradius zur Folge hat. Variante 350N erzeugt eine Verdrallung an der Nabe, die Umfangsgeschwindigkeit im Kern der Strömung ist deutlich höher als am Rand. Der Verstellmechanismus zur Beeinflussung der Axialkomponente wird hierbei konstant gehalten. Bei der gewählten Darstellung wurde auf die in diesem Strömungsquerschnitt herrschende mittlere Geschwindigkeit  $c_m$  bzw. auf den Rohraußenradius  $R_a$  normiert.

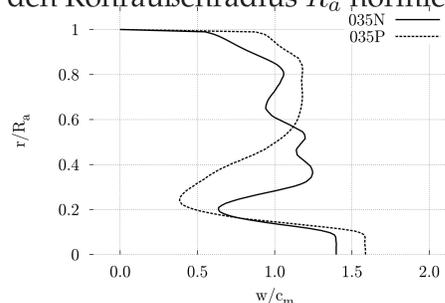


Abb.4.1: Meridiangeschwindigkeit

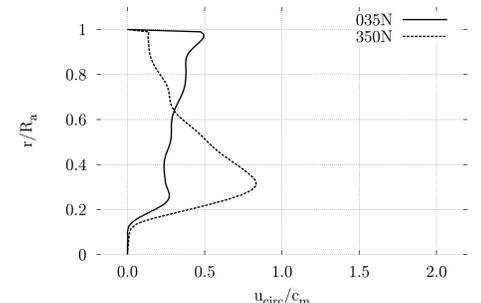


Abb.4.2: Umfangsgeschwindigkeit

### Ein Gemeinschaftsprojekt von