

## Messung dynamischer 2D-Polare von Profilen für VAWT

Um den Wirkungsgrad einer neuartigen vertikalen Windturbine zu maximieren, sind deren Flügelprofile optimal zur Windströmung auszurichten. Dadurch können windgeschwindigkeitsabhängige Anstellwinkeländerungen von 75 % resultieren. Bei solch hohen Winkelgeschwindigkeiten verlieren Literaturangaben *statischer* aerodynamischer Kennwerte ihre Gültigkeit. Ein *dynamisches* Verhalten der 2D-Polare ist zu erwarten. Zur Validierung des Flügelprofils, einem *NACA0021*, sollen Windkanalversuche stattfinden. Im ersten Testmodus sind statische 2D-Polare zu untersuchen, welche mit Quellen zu vergleichen sind und so Aufschluss über die Qualität des Windkanalmodells liefern. Um die instationären 2D-Polare zu bestimmen, soll als Zweites das Windkanalmodell mit konstanter Winkelgeschwindigkeit und zugeordneter Strömungsgeschwindigkeit rotieren. Der dritte Testmodus lässt das Windkanalmodell mit denselben Testparametern oszillieren.

In der ersten Phase definiert die Parametrierung des Windkanalmodells sowie des Windkanalversuchs die Rahmenbedingungen der Versuchsreihen. Deren Ergebnisse bilden die Grundlage für den Entwurf beider Konstruktionen als auch deren Dimensionierung. Das Endprodukt ist durch eine fundierte Validierung geprüft.

Das Windkanalmodell mit einem Gewicht von 23.5 kg basiert auf dem Massstab von 1:4 und weist eine Sehnenlänge von 525 mm auf. Bei maximaler Strömungsgeschwindigkeit von 35 m/s sind Reynoldszahlen von 1.2 Millionen erreichbar. Der dynamische Druck beträgt dabei 704 N/m<sup>2</sup>. Mit einer Länge von 1.922 m kann in einem Arbeitswinkelbereich von ±35 ° eine Solid Blockage von 9.2 % eingehalten werden. Die Parametrierung des zweiten und dritten Testmodus basiert auf einer reduzierten Frequenz von 0.07. Diese stellt die dynamische Beziehung zwischen Modell und Realität sicher und definiert eine maximale Frequenz von 1.52 Hz oder 547.2 %. Die maximale Angriffswinkeländerung für den dritten Testmodus beträgt 114.6 %, deren Beschleunigung 57.3 %/s<sup>2</sup>. Die Kraft in Auftriebsrichtung tritt bei 45 ° auf und beträgt 879 N. Die maximale Kraft in Strömungsrichtung tritt bei 80 ° auf und beläuft sich auf 1298 N. Das dimensionierende Drehmoment beträgt 235 Nm und führt zu einer Verdrehung von weniger als 0.01 °. Der Einfluss des dynamischen Verhaltens der 2D-Polare auf die aerodynamischen Kennwerte kann erst nach erfolgreichem Windkanalversuch im August 2020 verdeutlicht werden.

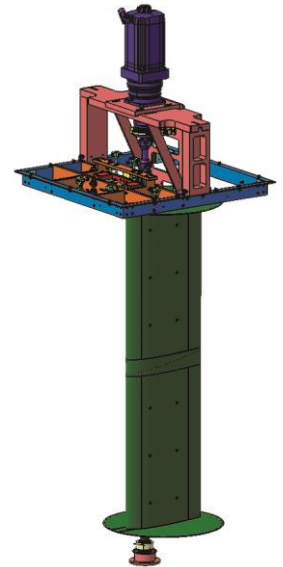


### Diplomierende

Nico Brazerol  
Lucas Pfändler

### Dozent

Leonardo Manfrani



kompletter Messaufbau inklusive  
Windkanalmodell