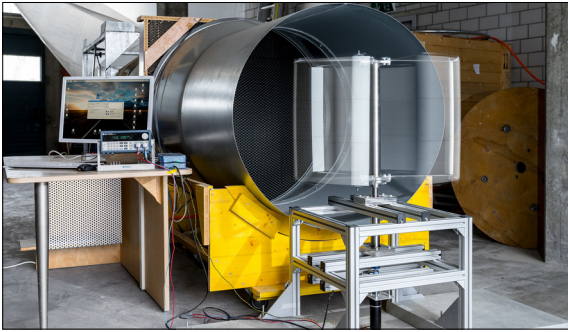




Lukas Schnider

Diplomand	Lukas Schnider
Examinator	Prof. Dr. Henrik Nordborg
Expertin	Karin Ettlin, QUO AG, Glattpark(Opfikon), ZH
Themengebiet	Windenergie

## Erweiterung des Betriebsbereiches der IET-Windmaschine

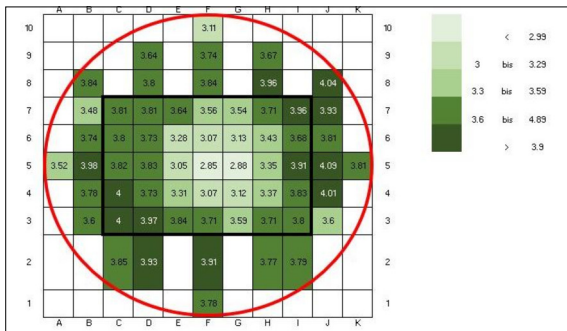


Die komplette IET-Windmaschine mit dem offenen Windkanalausgang, der Windturbine und der Messstation.

**Einleitung:** Im Institut für Energietechnik ist durch vorherige Semester- und Bachelorarbeiten ein offener Windkanal aufgebaut worden, welcher hauptsächlich für den Test einer vertikalachsigen Windturbine (VAWT) eingesetzt wird. In dieser Arbeit soll der Betriebsbereich der IET-Windmaschine erweitert werden. Parallel dazu werden CFD-Simulationen von der VAWT durchgeführt. Um die Simulationen zu validieren, wird das Drehmoment an der Welle der VAWT bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen gemessen. Aus diesen Messungen kann der Verlauf des Leistungsbeiwertes gegenüber der Schnelllaufzahl berechnet werden.

Bisher konnte aus folgenden Gründen der vollständige Betriebsbereich der VAWT nicht erfasst werden:

- Die Luftströmung aus der Windmaschine ist für Windgeschwindigkeiten unter 4 m/s instabil.
- Die VAWT vibriert sehr stark bei Drehzahlen über 300 rpm.
- Die Reynoldszahl ist bei tiefen Windgeschwindigkeiten zu klein, um eine signifikante Leistung zu erzeugen.
- Der Motor funktioniert zurzeit nur als Motor und nicht als Generator, das bedeutet, dass die Leistung des Rotors den Reibungswiderstand nicht übersteigen kann.

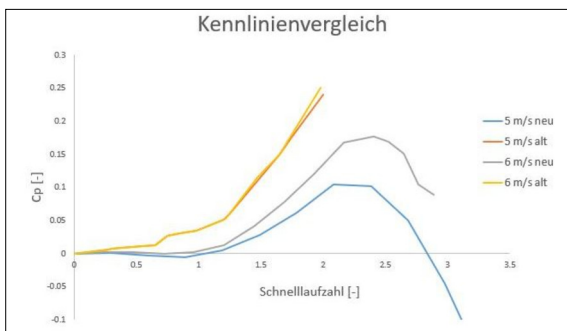


Das Strömungsprofil bei 2.85 m/s. Der rote Kreis stellt den Kanalausgang dar und das schwarze Rechteck die Rotorebene.

**Vorgehen:** Um den Betriebsbereich zu erweitern, sind vier Aufgaben der Reihe nach abgearbeitet worden:

- Windmessungen wurden am Ausgang der Windmaschine durchgeführt, um die Qualität der Strömung bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten zu untersuchen.
- Eine Messmethode wurde entwickelt, um Messungen bei positiven Motorleistungen zu ermöglichen.
- Die Konstruktion der VAWT wurde verstärkt, welche den Betrieb bei höheren Drehzahlen erlaubt.
- Durch die durchgeführten Drehmomentmessungen konnten Kennlinien der Windturbine in einem erweiterten Betriebsbereich für Windgeschwindigkeiten von 4 bis 7 m/s gemacht werden.

**Ergebnis:** Das Ergebnis ist in der untersten Abbildung präsentiert. Sie zeigt die Kennlinien vor und nach der Arbeit bei 5 und 6 m/s. Vor der Arbeit weisen die Kennlinien am Ende keine Abflachungen auf. Deshalb konnten keine Aussagen zum maximalen Leistungsbeiwert gemacht werden. Der Vergleich zeigt, dass bei 6 m/s die Schnelllaufzahl um 0.9 und bei 5 m/s sogar um 1.6 gesteigert werden konnte. Durch die neuen Verbesserungen konnte der Betriebsbereich somit erfolgreich um 45% bei 6 m/s und um 80% bei 5 m/s gesteigert werden. Die IET-Windturbine erreicht nun, bei einer Geschwindigkeit von 7 m/s und einer Schnelllaufzahl von 2.3 ihren maximalen Leistungsbeiwert von 0.18875.



Vergleich der Kennlinien vor der Arbeit (orange und gelb) und nach der Arbeit (blau und grau) bei 5 und 6 m/s.