



Sascha Gabriel Crameri

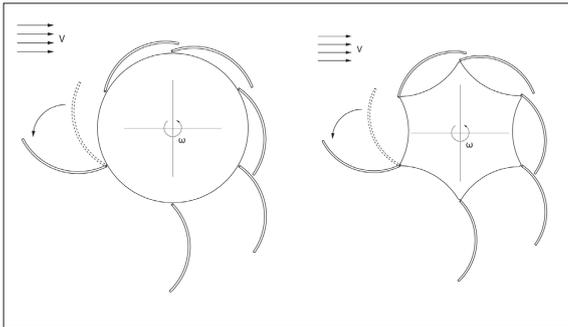


Alain Schubiger

Diplomanden	Sascha Gabriel Crameri, Alain Schubiger
Examinator	Prof. Dr. Henrik Nordborg
Expertin	Karin Ettlin, Agile Wind Power AG, Dübendorf, ZH
Themengebiet	Numerische Strömungssimulationen

Simulationsbasierte Untersuchungen einer Windturbine mit bewegten Flügeln

Bachelorarbeit im Bereich Windkraft und Computational Fluid Dynamics (CFD)



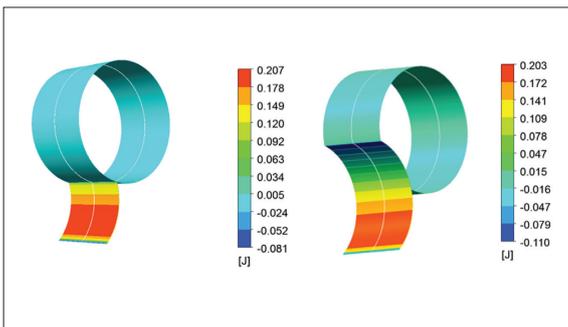
Skizze der Windturbine, mit und ohne Einbuchtungen

Ausgangslage: Prof. Dr. Henrik Nordborg hat ein Konzept für ein mit Wasserstoff gefüllte Windturbine vorgeschlagen, welche die um ein Vielfaches stärkeren und stetigeren Winde in grosser Höhe nutzt. Da grundlegende Parameter wie Dimensionen und Formen sowie die Leistungsfähigkeit dieses Konzepts noch unbekannt sind, sollen diese in der folgenden Untersuchung erarbeitet werden.

Ziel der Arbeit: Im Rahmen dieser Arbeit wurden folgende Punkte untersucht:

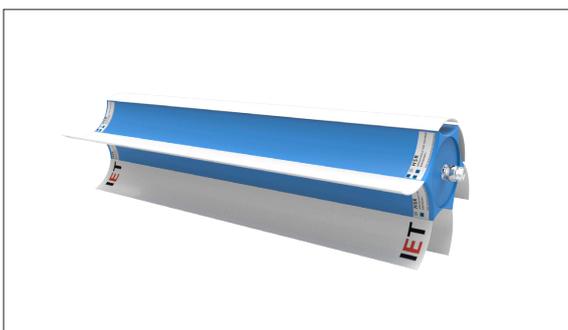
- Untersuchung des Stands der Technik über fliegende Windkraftanlagen
- Analyse unterschiedlicher Simulationsmethoden in CFX und Fluent
- Abklärung der Vor- und Nachteile dieser Methoden
- Abschätzung der Turbine bezüglich Wirkungsgrad und wirkender Kräfte

Ergebnis:



Visualisierung des wirkenden Drehmoments

- Einbuchtungen: Ein positiver Effekt auf das Drehmoment konnte nachgewiesen werden. Er ist aber sehr gering und trägt nur einen kleinen Teil zum gesamten Drehmoment bei. Die unterschiedlichen Simulationen zeigen alle, dass es dank den Einbuchtungen um 1–2% gesteigert werden kann.
- Wirkungsgrad: Aus den unterschiedlichen Erkenntnissen dieser Untersuchung ist es möglich, einen Bereich einzugrenzen, in dem der Wirkungsgrad liegen sollte. Als obere Grenze des Wirkungsgrads gilt die theoretisch berechnete Leistungskennlinie mit einem Leistungsbeiwert ($c_{p,max.}$) von 0,13 bei einer Schnelllaufzahl (λ) von 0,33. Die Simulation erbrachte die Untergrenze des möglichen c_p mit einem Maximalwert von 0,05 bei $\lambda = 0,33$. Der Verlauf des Leistungsbeiwerts sollte zwischen diesen beiden Extremen liegen. Die Prognose für den maximalen Leistungsbeiwert der untersuchten Windturbine liegt bei 0,07, also etwa 40% des für einen Widerstandsläufer physikalisch Möglichen.
- Methode: Grundsätzlich konnte eine Methode zur Simulation der Flügelbewegung gefunden werden. Mittels Workbench Remesh ist es möglich, die komplexen Bewegungen zu simulieren. In der aktuellen Version von Ansys (14.5) erwies sie sich aber als nicht praktikabel, da sie zu zeit- und rechenintensiv ist.



Konzept der schwebenden Windkraftanlage