



Matthias Huber

Diplomand	Matthias Huber
Examinator	Prof. Dr. Henrik Nordborg
Expertin	Karin Ettlin, Agile Wind Power AG, Dübendorf, ZH
Themengebiet	Numerische Strömungssimulationen
Projektpartner	Agile Wind Power AG, Dübendorf, ZH

Simulation einer vertikalachsigen Windkraftanlage mit steuerbaren Flügeln

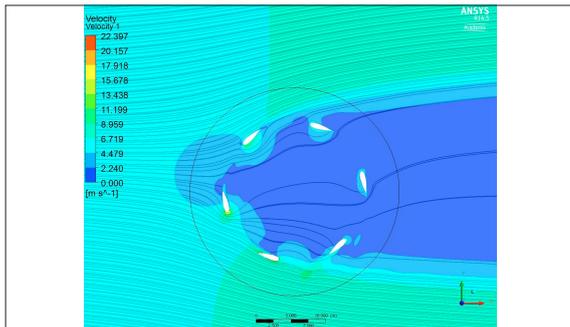
Simulationsbasierte Optimierung der Windturbine von Agile Wind Power AG



Die vertikale Windturbine von Agile Wind Power AG

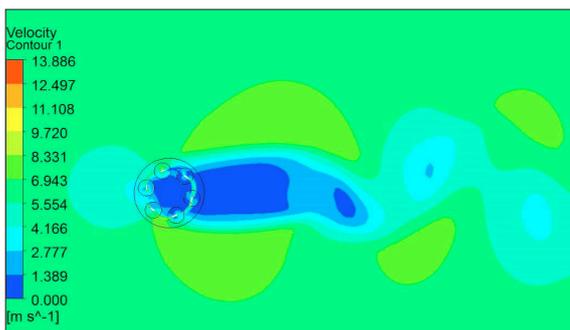
Ausgangslage: Die Agile Wind Power AG (AWP) ist ein junges Unternehmen, das sich auf die Entwicklung von vertikalachsigen Windturbinen spezialisiert. Die langsame und geräuscharme Drehung dieser Turbinen ermöglicht es, diese auch in einem grossen Massstab zu bauen, wie man es heute von den dreiblättrigen horizontalachsigen Windturbinen gewohnt ist. Die neuste Entwicklung von AWP ist eine vertikale Turbine, bei der die einzelnen Flügel aktiv gesteuert werden können. Das Ziel dieser Arbeit war es, mithilfe von Strömungssimulationen diese Windturbinen zu testen sowie verschiedene Parameterstudien durchzuführen, um die optimale Flügelanzahl, Sehnenlänge und Schnelllaufzahl zu ermitteln.

Vorgehen: Die Simulationen wurden mit ANSYS-Fluent durchgeführt, da es mit diesem Programm möglich ist, mithilfe einer UDF die Bewegungsverläufe der Einzelflügel in die Simulation zu integrieren. Es wurden zuerst Simulationen für verschiedene statische Rotoren durchgeführt. Als Basis für alle Simulationen wurde eine Turbine mit 20 m Rotordurchmesser verwendet. Bei den Simulationen wurden jeweils die Drehmomente der einzelnen Flügel erfasst und summiert. Die summierten Drehmomente wurden über eine Rotorumdrehung gemittelt und daraus die Turbinenleistung und deren c_p -Wert berechnet. Dies wurde jeweils für verschiedene Schnelllaufzahlen durchgeführt, um deren Optimum zu ermitteln. Dasselbe wurde danach ebenfalls für die Turbinen mit gesteuerten Flügeln durchgeführt. Allerdings ergaben sich dort diverse technische Probleme, von denen aufgrund der Resultate anzunehmen ist, dass noch nicht alle gelöst sind.



Umströmung der drehenden Windturbine mit statischem Rotor (Geschwindigkeitsverteilung)

Ergebnis: Bei den Simulationen der statischen Rotoren konnte die bestmögliche Flügelanzahl sowie die beste Sehnenlänge ermittelt werden. Dort wurde ein c_p -Wert von knapp 0,5 ermittelt. Weiterhin wurde gezeigt, dass der c_p -Wert noch leicht verbessert werden kann, wenn die Flügel bis zu einem gewissen Punkt angestellt werden. Bei den Simulationen der Rotoren mit gesteuerten Flügeln deuten die Ergebnisse stark darauf hin, dass noch irgendwo im System ein Fehler vorhanden sein muss. Dieser konnte zwar in ein gewisses Gebiet eingegrenzt werden, die genaue Ursache ist allerdings noch unbekannt. Aufgrund dessen konnten leider noch keine zuverlässigen Resultate für Turbinen mit gesteuerten Flügeln produziert werden. Dies soll in einer weiteren Projektarbeit nochmals versucht werden.



Umströmung der drehenden Windturbine mit gesteuerten Flügeln (Geschwindigkeitsverteilung mit Nachlauf)