

Bachelor/Master of Science Abschlussarbeit

Analyse niederfrequenter akustischer Emissionen einer Windenergieanlage

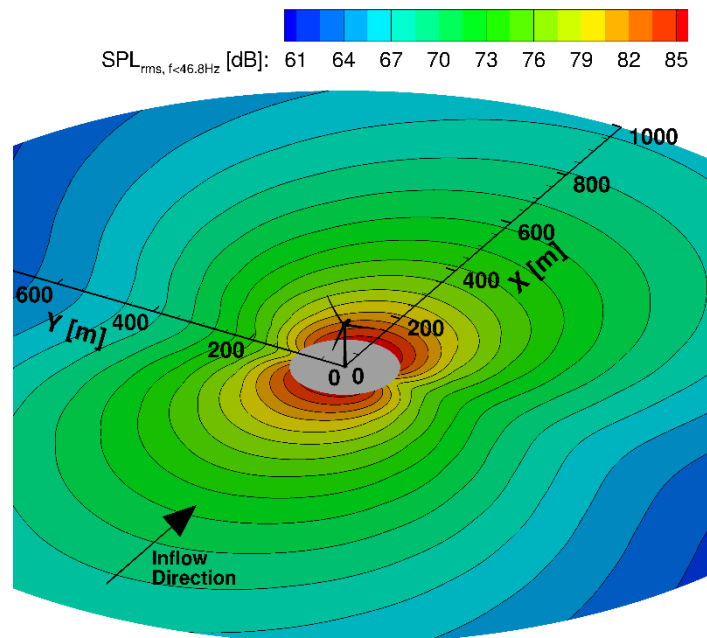


Abbildung 1: Schalldruckpegel um eine Windenergieanlage

Die Windenergie ist eine der wichtigsten Säulen im Hinblick auf die Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung. Wichtig für die dazu nötige Erschließung neuer, bisher ungenutzter Flächen für Windparks ist die Akzeptanz der Windenergie bei den Anwohnern. Eine entscheidende Thematik dabei sind die Schallemissionen die von den Windkraftanlagen (WEA) ausgehen. Verschiedene Mechanismen sind für die Schallentstehung verantwortlich. Häufig liegt der Fokus von Untersuchungen auf den Lärmmechanismen die Schall im für den Menschen hörbaren Frequenzspektrum emittieren. Deutlich weniger untersucht sind bisher die Schallemissionen im niederfrequenten Bereich unterhalb der tiefsten vom Menschen hörbaren Frequenz. Das periodische Vorbeistreichen der Blätter vor dem Turm sorgt für instationäre Lastschwankungen, sowohl auf den Blättern als auch auf dem Turm. Diese Lastschwankungen erhöhen einerseits die Ermüdungslasten, was die Lebensdauer der WEA reduzieren kann und können andererseits für niederfrequente Schallemissionen sorgen.

Daher arbeitet das Institut für Aerodynamik und Gasdynamik der Universität Stuttgart an der numerischen Simulation modernerer WEAs im Rahmen verschiedener Projekte. Hierbei werden sowohl die aerodynamischen als auch die aeroakustischen Phänomene an WEAs untersucht. Die Ergebnisse instationärer Strömungssimulationen können als Basis für Simulationen der akustischen Emissionen genutzt werden. Dazu werden im niederfrequenten Bereich die Druckschwankungen auf der WEA-Oberfläche oder in deren Nahfeld als akustische Quelle genutzt. Mittels der Ffowcs Williams-Hawkings (FW-H) Analogie wird dann der Schalldruck am Beobachter im Fernfeld berechnet (siehe Abbildung 1).

Um die richtigen Schlüsse aus den akustischen Simulationsergebnissen ziehen zu können, müssen sie entsprechend aufbereitet werden. Als globale Größe bietet sich die Schalleistung an, da

diese unabhängig von der Beobachterposition ist. Zur Lokalisierung der Quelle könnte eine Raytracing Methode genutzt werden. Alternativ können aus der Strömungssimulation die Druckschwankungen nur aus einzelnen Bereichen, wie zum Beispiel der Blattspitze, extrahiert und zur Schallberechnung genutzt werden. Diese Methode ist aufgrund der der FW-H Analogie zu Grunde liegenden Annahmen aber nur begrenzt möglich.

Im Rahmen der durchzuführenden Bachelor- oder Masterarbeit (Umfang wird entsprechend angepasst) sollen instationäre Strömungslösungen einer WEA akustisch im niederfrequenten Bereich ausgewertet werden. Dabei soll das IAG interne Programm ACCO (FW-H Löser) genutzt werden. Zuerst soll mittels einer Literaturrecherche zusammengetragen werden, welche Auswertemethoden und Kenngrößen für niederfrequenten akustischen Schall am besten geeignet sind. Anschließend soll die Akustik auf Basis verschiedener Übergabeflächen (Strukturoberfläche vs. Hüllfläche vs. Teilflächen) berechnet werden und das beste Setup gefunden werden. Die akustischen Ergebnisse sollen dann entsprechend der gefunden Methoden ausgewertet werden. Die dazu nötigen Skripte sollen in Matlab (o.ä.) erstellt werden. Besonderer Fokus soll auf einer globalen Kenngröße (z.B. Schallleistung) und der Quelllokalisierung (z.B. Raytracing oder Teilflächenauswertung) liegen.

Arbeitsschritte:

- Literaturrecherche zur Auswertung niederfrequenter Akustik
- Einarbeitung in den FW-H Löser ACCO
- Auswahl der optimalen Input-Flächen zur Berechnung der (niederfrequenten) Schallemission von WEAs
- Erstellung eines Skripts zur Berechnung einer globalen Kenngröße (z.B. Schallleistung)
- Erstellung eines Skripts zur Quelllokalisierung mittels Raytracing
- Bewerten der Möglichkeiten und Grenzen der Quelllokalisierung an einer WEA
- Schriftliche Ausarbeitung

Voraussetzungen:

Interessierte Kandidatinnen und Kandidaten haben idealerweise Vorkenntnisse im Bereich numerischer Strömungssimulation (z.B. IAG CFD-Anwendungsseminar) sowie in der Nutzung der Datenauswertungsprogramme Matlab und tecplot. Außerdem wird strukturiertes, motiviertes und selbstständiges Arbeiten vorausgesetzt.

Ausgabedatum: ab April 2021

Betreuer: Florian Wenz, Thorsten Lutz

Dr.-Ing. Thorsten Lutz (Prüfer)