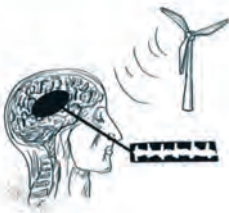


Wie entsteht Lärm bei Windenergieanlagen?

Untersuchungen zu Schallausbreitung und Schallwahrnehmung

SCHALLWELLEN- WAHRNEHMUNG



Die Windenergie an Land ist eine zentrale Säule der deutschen Energiewende. Um die damit verbundenen Ausbauziele zu erreichen, werden kontinuierlich neue Windenergieanlagen (WEA) gebaut und alte Anlagen durch leistungsfähigere ersetzt. Mit dem zunehmenden Ausbauen rücken die Standorte der Windenergieanlagen unweigerlich näher an bewohntes Gebiet. Welche Faktoren bei der Standortauswahl eine Rolle spielen und wie mit modernen Methoden der künstlichen Intelligenz dieser Prozess verbessert werden kann, wird im KI-Leuchtturmprojekt WindGISKI genauer untersucht. Trotz hoher allgemeiner Zustimmungswerte in der Bevölkerung in Bezug auf die Energiewende stößt das

Heranrücken der Anlagen an bewohntes Gebiet unter den betroffenen Anwohnern nicht selten auf Ablehnung. Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten reicht diese von einer allgemeinen Verunsicherung bis hin zu lautstarken Protesten durch Bürgerinitiativen. Ein häufig genannter Grund für die Ablehnung des Ausbaus der Windenergie vor Ort sind die als störend empfundenen Schallemissionen der Anlagen, die als Lärm empfunden werden.

Schall entsteht bei einer Windenergieanlage einerseits infolge der turbulenten Luftumströmung des Rotorblatts und andererseits durch mechanische Schwingungen im Generator. Insbesondere letztere führen zu einem eher tonalen

Charakter des Schallsignals. Wie die Schwingungen in einem WEA-Generator reduziert werden können und somit schon die Entstehung des Schalls vermieden werden kann, wird im Verbundprojekt DampedWEA untersucht. Der abgestrahlte Schall breitet sich in der Umgebung aus. Dies geschieht nicht kugelförmig, wie es in einem ruhenden homogenen Medium der Fall wäre, sondern auf gekrümmten Bahnen, deren Verläufe bedingt sind durch die Topografie und lokale atmosphärischen Bedingungen wie beispielsweise die Windgeschwindigkeits- und Temperaturverteilung. Im Ohr eines Menschen angekommen wird die physikalische Teilchenbewegung in, für das Gehirn verständliche, Nervenimpulse übersetzt.



Abbildung 1
Foto einer WEA-Szene im
Immersive Media Lab
Quelle: Abschlussbericht des Projekts
WEA-Akzeptanz

Diese werden im Anschluss interpretiert und lösen beim Menschen eine Empfindung aus.

Im Ganzen betrachtet ist eine Wirkungskette von der Entstehung des Schalls, über die Ausbreitung bis hin zu seiner subjektiven Wahrnehmung verantwortlich dafür, dass der Schall einer Windenergieanlage beim Anwohner ankommt und als Lärm empfunden

den. An der hochgradig interdisziplinären Aufgabenstellung arbeiteten unter der Koordination des Instituts für Statik und Dynamik (ISD) fakultätsübergreifend Forschungspartner der LUH aus den Bereichen der Schallausbreitung (ISD), der Meteorologie (Institut für Meteorologie und Klimatologie, IMUK) und der Psychoakustik (Institut für Kommunikationstechnik, IKT) mit dem Windturbinen-

und Hörbarmachung von Szenarien in der Umgebung von Windenergieanlagen für die Durchführung von Probandenversuchen erlaubt. Um die entwickelte Prozesskette und die zugehörigen Teilbereiche unter realistischen Gegebenheiten zu erproben, wurden fünf umfangreiche Messkampagnen an unterschiedlichen Windenergieanlagen zu unterschiedlichen Jahreszeiten

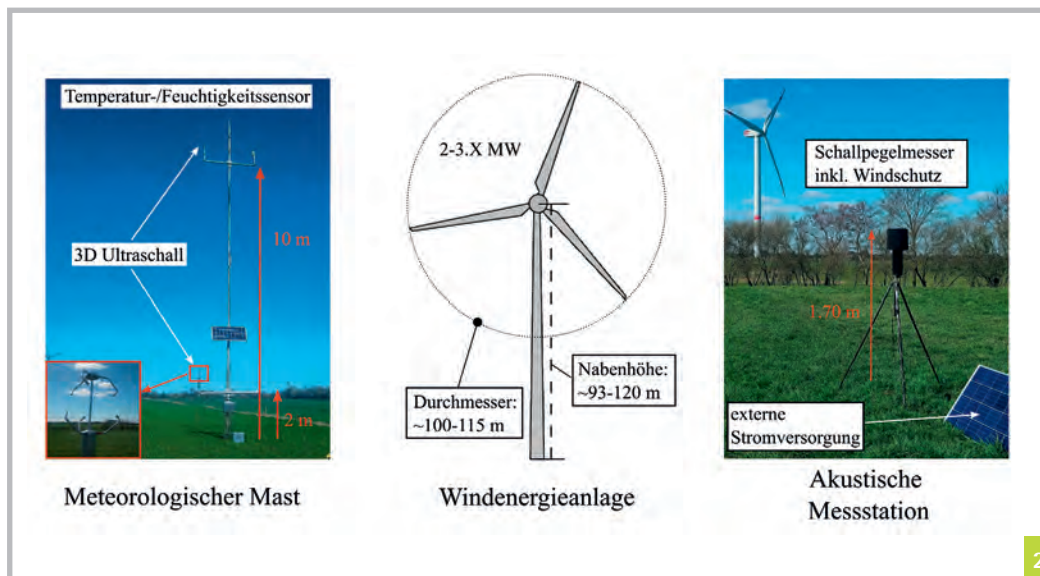


Abbildung 2
Messaufbau für akustische & meteorologische Messungen
Quelle: Abschlussbericht des Projekts WEA-Akzeptanz

wird. Unter dem Motto „Von der Schallquelle zur psychoakustischen Bewertung“ hat sich das Verbundprojekt WEA-Akzeptanz, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) zum Ziel gesetzt, durch die Entwicklung einer Prozesskette (Schallentstehung, Schallausbreitung, Schallperzeption am Immissionsort) die Geräuschwirkung von Windenergieanlagen beim Anwohner vorhersagbar und objektivierbar zu machen.

Durch die damit angestrebte audio-visuelle Simulation einer geplanten Anlage soll die Akzeptanz der Windenergie bei der betroffenen Bevölkerung schon im Planungsstadium einer Windenergieanlage maßgeblich verbessert wer-

hersteller Senvion, dessen Fokus auf der Schallquelle liegt, zusammen.

Im Bereich der Schallausbreitung wurde im Projekt ein effizientes Modell entwickelt, das es ermöglicht die Ausbreitung von Schall unter komplexen atmosphärischen Bedingungen bei spezifischen Bodeneigenschaften zu simulieren. Für die Berücksichtigung von lokal- und zeitabhängigen Wind- und Temperaturfeldern wurden die Simulationsdaten eines Modells der bodennahen Atmosphäre integriert. Im Bereich der Schallwahrnehmung wurde eine immersive audiovisuelle Simulationsumgebung im Immersive Media Lab (IML) des IKT (Abbildung 1) entwickelt, die eine realistische Visualisierung

durchgeführt. Ein beispielhafter Messaufbau ist in *Abbildung 2* dargestellt. Dabei wurde ein Datensatz aufgenommen, der akustische, psychoakustische, meteorologische und anlagenspezifische Daten enthält und in seinem Umfang einzigartig ist.

Im Nachfolgeprojekt WEA-Akzeptanz-Data gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), wird derzeit hierzu eine Plattform geschaffen, die es ermöglichen soll den Datensatz internationalen Forschungspartnern zur Verfügung zu stellen. Hierzu steht die LUH über die Internationale Energieagentur (IEA, Wind Task 39) mit unterschiedlichen internationalen Partnern im Kontakt.

Tobias Bohne M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. habil. Raimund Rolfes
Dr.-Ing. Stephan Preihs
Prof. Dr. Jürgen Peissig

→ Infos und Kontaktdaten ab Seite 68