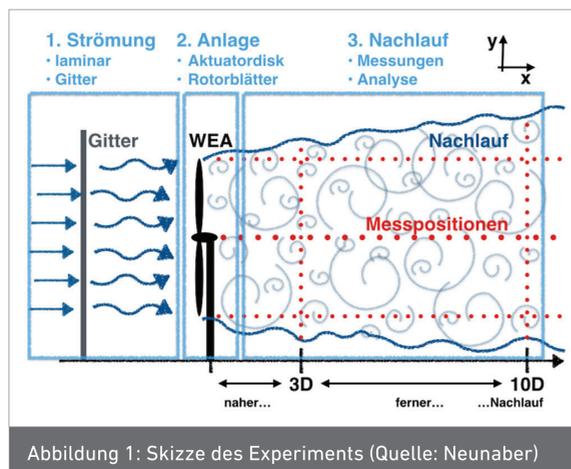


Untersuchung des turbulenten Nachlaufs einer Modellwindenergieanlage mittels Stochastischer Methoden

Motivation und Zielsetzung

Windenergieanlagen (WEA) operieren im Wind der bodennahen atmosphärischen Grenzschicht, der natürlicherweise turbulent ist. Sie wandeln Bewegungsenergie im Wind um in elektrische Energie, sodass der Wind hinter einer WEA im sogenannten Nachlauf langsamer ist als vor ihr. Gleichzeitig ist die Turbulenz hinter einer WEA stärker. Die Turbulenzen im Wind, also die Wirbel und plötzlichen Böen, belasten die WEA und haben somit einen Einfluss auf ihre Lebensdauer. Wenn WEA im Windpark gebaut werden, bedeutet dies, dass einige WEA im Nachlauf der stromaufwärts stehenden WEA sind und damit höheren Belastungen ausgesetzt sind.

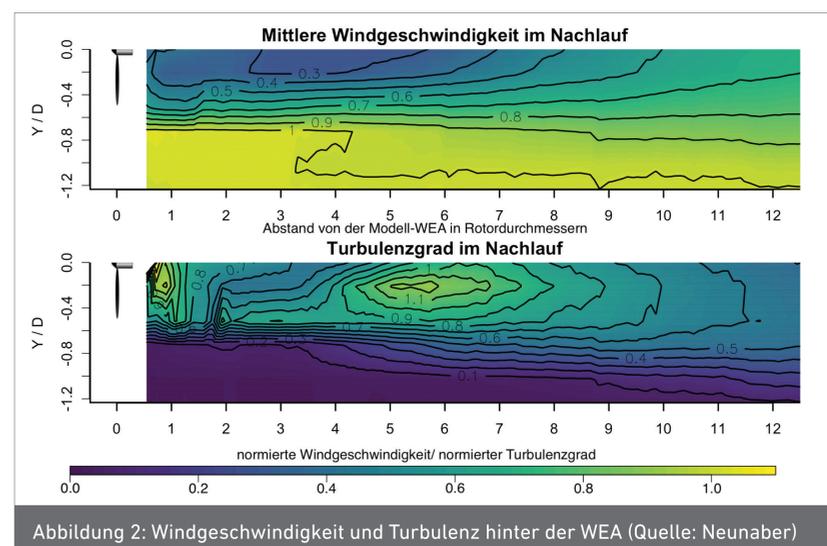
Die hier vorgestellte Arbeit zielt daher auf eine detaillierte Untersuchung der Turbulenz des Nachlaufs ab. Um unterschiedliche Einflüsse charakterisieren zu können, wurden verschiedene Experimente mit Modell-WEAs in einem Windkanal durchgeführt (Abb. 1). Mit Windgeschwindigkeitssensoren wurde der Nachlauf abgerastert.



Ergebnisse

Exemplarisch ist in Abbildung 2 die mittlere Windgeschwindigkeit und der Turbulenzgrad hinter einer Modell-WEA gezeigt. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist normiert auf die Einströmgeschwindigkeit, und der Turbulenzgrad ist normiert auf das Maximum mittig hinter der Anlage. Eine Farbskala zeigt die Geschwindigkeits- und Turbulenzverteilung hinter der Anlage an. In dieser Messung wurde die Modell-WEA

laminar, d. h. turbulenzfrei angeströmt. Hinter der Anlage ist die mittlere Windgeschwindigkeit deutlich verringert, und die niedrigste Geschwindigkeit wird ca. 5 Rotordurchmesser D hinter der Modell-WEA gemessen. Weiter stromabwärts erholt sich die Windgeschwindigkeit, und der Nachlauf weitet sich auf.



Der Turbulenzgrad ist direkt hinter der Modell-WEA besonders hoch, und im Abstand zwischen 5 und 6 D . Stromabwärts verringert sich die Turbulenz, und die Aufweitung des Nachlaufs ist wieder erkennbar. Weitere Ergebnisse sind, dass Turbulenz im Wind die Erholung des Nachlaufs beschleunigt, und dass die Anlage eine bestimmte Art der Turbulenz erzeugt, die sich mit verschiedenen Methoden klassifizieren lässt.



Ingrid Neunaber

Ingrid Neunaber studierte in Marburg an der Philipps-Universität im Bachelor Physik und wechselte zum Master an die Universität Oldenburg für den Studiengang Engineering Physics mit Schwerpunkt Erneuerbare Energien. Seit Dezember 2014 promoviert sie über die Untersuchung des turbulenten Nachlaufs einer Modellwindenergieanlage an der Universität Oldenburg in der Arbeitsgruppe Turbulenz, Windenergie und Stochastik, die zu ForWind, dem Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen, gehört. Hier arbeitet sie experimentell in verschiedenen Windkanälen mit Modellwindenergieanlagen und vereinfachten statischen Modellen, um zu verstehen, wie sich die Turbulenz hinter den Anlagen entwickelt, und wie sie beeinflusst wird.