



# Ungewollte Turbulenzen

Offshore-Windparks beeinflussen die Strömungen von Luft und Wasser. Die Folgen für die Natur sind ungeklärt. Ein Forschungsprojekt in der Nordsee soll das ändern

TEXT: RABEA OSOL

**M**oderne Offshore-Windparks gleichen Kleinstädten. Säule an Säule, Turbine neben Turbine ragen die Windkraftanlagen aus dem Wasser. Jede einzelne ist weit über 100 Meter hoch und mehr als 1000 Tonnen schwer. Die Rotorblätter drehen sich mit Spitzengeschwindigkeiten von mehreren Hundert Stundenkilometern. Die größten Windparks in der deutschen Nordsee fassen bis zu 80 Anlagen und erstrecken sich auf bis zu 65 Quadratkilometer – das ist größer als die Stadt Flensburg. Künftige Parks könnten noch doppelt so groß werden. Auf diese Weise entsteht grüner Strom. Klimaneutral, emissionsfrei. Genau das, was es braucht für die Energiewende. Aber ist es wirklich so umweltfreundlich, all diese Windkraftanlagen ins Meer zu stellen? Was macht das mit der Nordsee?

Dieser Frage geht Geophysiker Nils Christiansen vom Helmholtz-Zentrum Hereon auf den Grund. Mit seinen Kolleginnen und Kollegen vom »Institut für Küstensysteme – Analyse und Modellierung« erforscht er, wie Offshore-Windkraftanlagen die Strömungen der Luft und des Wassers in der Nordsee verändern. Moderne Offshore-Windkraftanlagen messen von Rotorblattspitze zu Rotorblattspitze bis zu 200 Meter. Dank ihrer massiven Stahlsäulen stehen sie auch bei enormen Strömungs- und Windstärken stabil. Auf diese Weise stellen sie ein Hindernis dar – in der Luft und im Wasser. »Wenn der Wind auf die Turbine trifft, dreht sich der Rotor. Die Turbine nimmt Energie aus dem Wind auf«, erklärt Christiansen. »Dadurch geht die Energie aus dem

## PM. & HEREON

Das Helmholtz-Zentrum »Hereon« in Geesthacht betreibt Spitzenforschung auf Weltniveau. Jeden Monat berichtet P.M. exklusiv über die neuesten Projekte. Zum Nachhören auch in unserem Podcast »Hereon Academy«



**Rabea Osol** lebt an der Ostsee, wo der Offshore Windpark Sky 2000 geplant ist. Sie hofft, die Erkenntnisse ihrer Kollegen werden beim Bau berücksichtigt.

Wind verloren. Die Windgeschwindigkeit verringert sich.« Außerdem verwirbeln die Luftmassen, ihre Strömung verändert sich. Diese Verwirbelung heißt Wirbelschlepe. Sie kann sich über mehrere Kilometer hinter dem Windrad ausbreiten.

Die Veränderung der Luftströmung hat Folgen: Der Wind schiebt die Meeresoberfläche an. So entstehen Wellen, wodurch die obere Wasserschicht durchmischt wird. Je schwächer der Wind, desto geringer die Durchmischung. Unmittelbar hinter dem Rotor ist der Energieverlust am größten. Dort sinkt die Windgeschwindigkeit um bis zu 30 Prozent, an der Meeresoberfläche um etwa zehn Prozent. So werden etwa aus zehn Metern pro Sekunde neun Meter pro Sekunde. Dieser Effekt nimmt dann exponentiell ab.

Zehn Prozent klingen zunächst gering. Doch je mehr Windkraftanlagen zusammenstehen, desto größer ist die Fläche, die von dem Effekt beeinflusst wird. Hinter großen Windparks können sich Wirbelschleppen von bis zu 100 Kilometern Länge bilden. »Das hängt immer von der Größe des Windparks, der Anordnung der Windkraftanlagen, der Windstärke und der Atmosphäre ab«, erklärt Christiansen. »Wir können davon ausgehen, dass es riesige Flächen rund um die Windparks sind, die dieser Effekt beeinflusst.« Was man dagegen tun kann, versuchen Christiansen und seine Kollegen durch ihre Untersuchungen herauszufinden. »Aktuell sieht es so aus, dass ein größerer Abstand zwischen den einzelnen Turbinen die Effekte in der Atmosphäre und im Ozean reduzieren kann.«

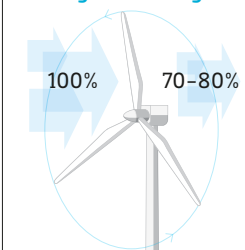


Die Aufnahme zeigt, wie Offshore Windparks die Luftströmung beeinflussen. Unmittelbar hinter den Rotoren sinkt die Windgeschwindigkeit um 20 bis 30 Prozent. Es entstehen Wirbelschleppen von bis zu 100 Kilometern Länge

Ein ähnlicher Vorgang wie über Wasser passiert unter Wasser: Die Meeresströmung trifft auf das Fundament und die Stahlsäule. Das Wasser teilt sich und wird verwirbelt. Hinter der Säule entstehen Turbulenzen, die sich 500 bis 1000 Meter weit ziehen. Sie verursachen vertikale und horizontale Strömungen, die durch höhere und tiefere Wasserschichten vermischt werden. Offshore-Windkraftanlagen manipulieren also die Strömungen in der Luft und im Wasser. Christiansen nimmt an, dass sich dadurch langfristig und bei stetigem Ausbau der Windkraft die Nahrungskette im Meer verändert. »Denn wenn sich die Strömung verändert, verändert sich auch der Transport von Nährstoffen.«

**D**as Meer ist vertikal in mehrere Wasserschichten aufgeteilt. Unten, im dichteren, kälteren Wasser, befinden sich viele Nährstoffe. Darüber liegt eine leichtere, wärmere Schicht. Sie blockiert den vertikalen Transport der Nährstoffe. Gerade im Sommer ist sie besonders stark ausgebildet und stabil. Ganz oben unter der Meeresoberfläche liegt eine Wasserschicht, die ständig vom Wind angeschoben und durchmischt wird. Hier befindet sich Phytoplankton, die Grundlage der Nahrungskette in den Meeren. Wenn es mit Sonnenlicht und Nährstoffen in Kontakt kommt, betreibt es Photosynthese und vermehrt sich. Durch die Turbulenzen an den Säulen der Windkraftanlagen werden alle Wasserschichten stärker miteinander vermischt. Mehr Nährstoffe gelangen nach oben zum Phytoplankton. Die Produktivität steigt.

Windgeschwindigkeit



In Bereichen, die unter Einfluss der Wirbelschlepe stehen, geschieht das Gegenteil. Die Durchmischung des Wassers nimmt ab. Die Produktivität des Planktons sinkt. Daraus folgt: In unmittelbarer Nähe zu den Windkraftanlagen steigt das Nahrungsangebot, im Umkreis der Windkraftanlagen nimmt es ab. Es kommt zu einer ungleichen Verteilung. Inwiefern sich dadurch das Ökosystem verändern könnte, ist nach jetzigem Forschungsstand noch unklar. »Ein logischer Schluss wäre«, so Christiansen, »dass Populationen, wie zum Beispiel Fischeschwärme, zu- oder eben abwandern. Das zu modellieren ist einer der nächsten Schritte. Wir sehen aber schon jetzt, dass es zu einer Umstrukturierung des Ökosystems kommt.«

Mit dem Ausbau der Windkraft können sich diese Auswirkungen noch verstärken. Die EU plant, bis zum Jahr 2050 etwa 300 Gigawatt Strom durch Offshore-Windparks in der Nordsee zu produzieren. Aktuell sind es weniger als 30 Gigawatt – nicht mal ein Zehntel. Christiansen ist überzeugt: »Bei so einem großen Ausbau ist es naheliegend, dass Offshore-Windkraft bald einen entscheidenden Einfluss auf das Ökosystem hat.« Mit seinen Kollegen will der Geophysiker jetzt Leitlinien erarbeiten, die einen umweltfreundlichen Ausbau der Offshore-Windkraft in deutschen und europäischen Gewässern ermöglichen. Die Empfehlungen sollen sich an Unternehmen richten, die Windkraftanlagen bauen, sowie an die Regierungen und Behörden, die die entsprechenden Regularien gesetzlich vorgeben müssen. ■

FOTOS: HEREON, VATTENFALL GMBH; GRAFIK: P.M.