



# Führen linksdrehenden Windenergieanlagen zu mehr Ertrag?

Juli 2020

## Zusammenfassung

- Am 7. August 2019 veröffentlichten Antonia Englberger, Andreas Dörnbrack (beide German Aerospace Center, Institute of Atmospheric Physics, Oberpfaffenhofen, Germany), und Julie K. Lundquist (Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of Colorado Boulder, Boulder, USA; National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA) ein Diskussionspapier<sup>1</sup>, das der Frage nachgeht, ob die Drehrichtung einer Windkraftanlage den Nachlauf in einer stabil geschichteten atmosphärischen Grenzschicht beeinflusst und welche Auswirkungen dies auf den Ertrag der Anlagen haben kann? Am 28. Januar 2020 folgte ein zweites Diskussionspapier<sup>2</sup>, welches die ursprüngliche Fragestellung weiter zuspitzt und klären will, ob sich Windkraftanlagen in die entgegengesetzte Richtung drehen sollten. Dieser Beitrag wurde ab Mitte Juni in vielen Medienberichten aufgegriffen und zitiert.
- Es wird die These aufgestellt, dass gegen den Uhrzeigersinn drehende Windenergieanlagen auf der Nordhalbkugel der Erde mehr Leistung erzeugen sollten als sich im Uhrzeigersinn drehende Anlagen. Behauptet wird eine Effizienzsteigerung der Anlagen von 12 Prozent, bei verringerten Temperaturschwankungen im Bereich der Windenergieanlagen sogar von bis zu 23 Prozent.
- Als Ursache dafür wird die Wirkung der Corioliskraft beschrieben, die beim Wind auf der Nordhalbkugel zu einer Rechtsablenkung führt (gegenteilig auf der Südhalbkugel zu einer Linksablenkung). Linksdrehende (gegen den Uhrzeigersinn drehende) Windräder hätten durch diese Rechtsablenkung mehr „Angriffsfläche“ und eine gesteigerte Effizienz.
- Der BWE stellt dazu fest: Richtig ist, dass die Corioliskraft einen Effekt bei linksdrehenden Windenergieanlagen hat. Die von den Autoren vorgelegten Berechnungen sind allerdings rein theoretisch. Unberücksichtigt blieb, dass die Anordnung der Anlagen an Land dazu führt, dass die Strömung zwischen den Anlagen kaum durch die Corioliskraft beeinflusst wird. Auch Turbulenzen, die den Effekt verringern, blieben unberücksichtigt.
- Nach übereinstimmenden Analysen von Ingenieuren und Herstellern aus der Windbranche wäre die Effizienzsteigerung bei linksdrehenden Windenergieanlagen deutlich unter einem Prozent des Jahresertrags und verschwindet damit in den statistischen Schwankungen. Die Simulationen, auf die sich das Diskussionspapier stützt, berücksichtigen viele reale Effekte, die auf Windenergieanlagen einwirken, unzureichend und vermitteln deshalb ein verfälschtes Bild.
- Der BWE sieht technisch und wirtschaftlich keinen relevanten positiven Effekt auf den Ertrag durch linksdrehende Windenergieanlagen.

<sup>1</sup> Englberger A., Dörnbrack A., Lundquist J.K. (2019): Does the rotational direction of a wind turbine impact the wake in a stably stratified atmospheric boundary layer?, <https://wes.copernicus.org/preprints/wes-2019-45/>.

<sup>2</sup> Englberger A., Dörnbrack A., Lundquist J.K. (2020): Should wind turbines rotate in the opposite direction?, <https://wes.copernicus.org/preprints/wes-2019-105/>.



## Zusammenfassung der Diskussionspapiere

Antonia Englberger (DLR), Andreas Dörnbrack und Julie K. Lundquist haben in ihrem Diskussionspapier „Does the rotational direction of a wind turbine impact the wake in a stably stratified atmospheric boundary layer?“ problematisiert, wie sich die Drehrichtung einer Windenergieanlage auf die Leistung der Anlage auswirkt. Aufgrund der Corioliskraft, welche Winddrehungen beeinflussen kann und auch die Rotation des Erdballs bestimmt, haben die Forscher die These aufgestellt, dass die Drehrichtung von Windenergieanlagen Auswirkungen auf die Leistung hat.

Die Autoren stützen sich dabei auf sogenannte Large-Eddy-Simulationen (LES)<sup>3</sup> einer einzelnen Aktuator-scheibe, die verschiedenen stabilen atmosphärischen Grenzschichten ausgesetzt wurde. Damit wollten sie untersuchen, wie hoch der Einfluss der Drehrichtung auf die Leistung einer nachgeschalteten – d.h. hinter dieser ersten Windenergieanlage stehenden – weiteren Anlage ist.

Bei ihren Untersuchungen kamen die Forscher zu dem Ergebnis, dass in bestimmten Situationen (niedrige bis mittlere Windstärke und sich drehender Wind während der Nacht-Zeiten) linksdrehende Windenergieanlagen eine Leistungssteigerung von 11,5 Prozent erfahren. Diese könne sogar bis zu 23 Prozent gesteigert werden, wenn in diesen bestimmten Situationen auch Temperaturschwankungen um die Windenergieanlage gesenkt oder die Verdrehung des Windes stärker wird.

Die Wissenschaftler führen an, dass derartige Situationen in Bezug auf große Ebenen wie in Texas, USA, in 76 Prozent der Nächte vorkommen. Daher schlussfolgern sie, dass linksdrehende Windenergieanlagen auf der Nordhalbkugel eine deutlich größere Leistung als rechtsdrehende Windenergieanlagen abrufen können, da dort die Verdrehung des Windes bei linksdrehenden Anlagen mehr Widerstand erfährt. Auf der Südhalbkugel sollte laut ihrer Aussage der genau gegenteilige Effekt wirken: Rechtsdrehende Anlagen würden dort stärkere Erträge einbringen als linksdrehende Anlagen.

## BWE-Position: Linksdrehende Windenergieanlagen nicht effizienter

Der Effekt der Corioliskraft, die Wirbelbildung (Drall) des Windes und die Stabilität dieser Wirbel während der Tag-Nacht-Zyklen innerhalb der verschiedenen Luftschichten sind bekannt. Diese Effekte werden bei Neuentwicklungen und Optimierungen von Windenergieanlagen beachtet und berücksichtigt. Bisher ist kein technischer oder leistungssteigernder Effekt bei linksdrehenden Anlagen zu erkennen, der für eine Steigerung der Erträge relevant wäre.

### Einordnung der Berechnungen

Die von der Studie postulierten Ertragssteigerungen von 11,5 – 23 Prozent entsprechen laut Ingenieuren und Experten aus der Windbranche in keiner Weise realen Umständen bei der Windenergieerzeugung. Die Ergebnisse aus den Simulationen entsprechen nicht einer Gesamtleistungssteigerung einer Windenergieanlage, sondern der Leistungssteigerung in wenigen ausgewählten spezifischen Situationen. In ihrer Ergebniszusammenfassung schreiben die drei Autoren trotzdem:

*“As the results show a significant improvement of wind conditions for a hypothetical downwind turbine by changing the rotational direction of the blades in the NH, it would have a large impact on the produced power (up to 23% difference with the conditions applied in this work) [...]”<sup>4</sup>*

So entsteht der Eindruck, linksdrehende Windenergieanlagen würden gegenüber rechtsdrehenden eine massive Gesamtleistungssteigerung bringen. Diese Aussage ist mindestens missverständlich formuliert und vermittelt ein falsches Bild der in dem Diskussionspapier problematisierten Berechnungen.

Der leistungssteigernde Effekt soll in 76 Prozent der Nächte besonders hoch sein. Die hier behauptete Häufigkeit stützt sich auf Literatur, die die Häufigkeit durch Messungen in großen, flachen Ebenen nachweist,

<sup>3</sup> ForWind (2020): Erweiterung von mikrometeorologischen Methoden für ein verbessertes Verständnis des Verhaltens von Windenergieanlagen, <http://www.forwind.de/de/forschung/ressource-wind/large-eddy-simulationen-zur-standortcharakterisierung/>.

<sup>4</sup> Siehe Englberger A., Dörnbrack A., Lundquist J.K. (2019): a. a. O.



wie sie beispielsweise in den USA häufig für den Bau von Windparks genutzt werden. In solchen großen und weitestgehend ebenen Flächen tauchen die für einen leistungssteigernden Effekt benötigten Bedingungen tatsächlich häufiger auf als in topografisch vielfältiger gestalteten Landschaften wie sie beispielsweise in Deutschland vorkommen. Das vermeintlich hohe Aufkommen des Effekts wird in dem Diskussionspapier nicht sachgerecht eingeordnet obwohl es sich nicht verallgemeinern lässt.

### **Bewertung der beschriebenen Effekte**

Der von den Autoren skizzierte Effekt lässt sich unter bestimmten engen Voraussetzungen vermuten. Ein Ertragsgewinn bei linksdrehenden Windenergieanlagen wäre in diesen Fällen theoretisch möglich. Da die in dem Aufsatz beschriebenen Situationen aber nur zu bestimmten Zeiten auftreten, also nur einen kleinen Teil der Zeit innerhalb eines Jahres betreffen, und die Effekte zudem nur bei niedrigen bis mittleren Windgeschwindigkeiten stattfinden, muss ein möglich Ertragsgewinn über ein Jahr hinweg deutlich relativiert werden. Unternehmen und Experten aus der Windbranche sehen diesen bei deutlich unter einem Prozent. Eine Gesamtleistungssteigerung von 11,5 – 23 Prozent, wie in der Studie formuliert, ist physikalisch abwegig.

Wichtig bei der Bewertung des Diskussionspapiers ist zudem, dass sich die genannte Ertragssteigerung auf die erste Turbine im Nachlauf bezieht, d.h. für eine Windenergieanlage die bei einfallendem Wind (Anströmrichtung) direkt hinter einer anderen Anlage steht. Für die vordere der beiden Windenergieanlagen ist dagegen keine Ertragssteigerung zu erwarten. Auch für Turbinen in dritter Reihe werden nur geringere Auswirkungen gesehen, wie ein Reviewer der Studie schreibt.<sup>5</sup>

Schon beim Bau von Windparks wird die Anordnung der einzelnen Anlagen (Windparklayout) so optimiert, dass die Anlagen nur für möglichst kurze Zeit in Anströmrichtung direkt hintereinander sind. Insbesondere in Hauptwindrichtung wird hierdurch die Verschattung minimiert bzw. weitgehend vermieden, um Ertragsminderungen zu verhindern. Dass dadurch der in dem Diskussionsbeitrag beschriebene Effekt nur marginal auftaucht, wird von den Autoren nicht berücksichtigt.

Aufgrund dieser umfangreichen Einschränkungen kommt neben Experten aus der Windbranche in Deutschland auch ein Reviewer des Diskussionsbeitrages zu der Einschätzung, dass der Einfluss der Drehrichtung auf den Energieertrag eines Windparks weit unter einem Prozent<sup>6</sup> liegen dürfte. Ein weiterer Reviewer<sup>7</sup> bemängelt die mangelnde Berücksichtigung der Limitationen der Simulationen und die Überbewertung der Anwendbarkeit der Ergebnisse.

### **Zusammenfassende Bewertung**

Das Diskussionspapier von Englberger, Lundquist und Dörnbrack stützt sich ausschließlich auf Simulationsergebnisse von sehr speziellen atmosphärischen Situationen. In dem Beitrag werden keine Anhaltspunkte gegeben, wie Ergebnisse (Leistungsdifferenzen in der speziellen simulierten Situation) sich für eine Betrachtung jährlichen Gesamtenergieerzeugung heranziehen lassen könnten. Die Thesen stützen sich allein auf Simulationen unter optimalen Bedingungen und spiegeln nicht reale Umweltbedingungen wider. Zudem betrachten sie die zweite Reihe von Anlagen innerhalb eines Windparks und behaupten, dass unterschiedlich drehende Windenergieanlagen innerhalb eines Parks zu besserer Effizienz führen könnten. Dies ist nicht nachweisbar. Unterschiedliche Drehrichtungen von Windenergieanlagen in räumlicher Nähe könnten zudem zu optischen Irritationen führen und die Akzeptanz in der Bevölkerung untergraben.

Aufgrund der hohen Missverständlichkeit bzw. Fragwürdigkeit zentraler Aussagen sowie verschiedenen ungeklärter Fragen zur technischen Durchführung der Simulation wurde der Artikel von der Mehrzahl der Studien-Reviewer<sup>8</sup> mit teils umfangreichen Anmerkungen versehen und in seiner jetzigen Form als nicht für die Veröffentlichung geeignet befunden.

<sup>5</sup> van der Laan M. P. (2020): Review of Should wind turbines rotate in the opposite direction?, <https://wes.copernicus.org/preprints/wes-2019-105/wes-2019-105-RC1-supplement.pdf>.

<sup>6</sup> vgl. ebd.

<sup>7</sup> Anonymous Referee #2 2020: <https://wes.copernicus.org/preprints/wes-2019-105/wes-2019-105-RC2-supplement.pdf>.

<sup>8</sup> van der Laan M.P. (2020): Interactive comment on "Should wind turbines rotate in the opposite direction?" by Antonia Englberger et al., <https://wes.copernicus.org/preprints/wes-2019-105/wes-2019-105-RC1-supplement.pdf>

Anonymous Referee #2 2020, 20.02.2020: <https://wes.copernicus.org/preprints/wes-2019-105/wes-2019-105-RC2-supplement.pdf>.



Es bleibt offensichtlich, dass die Bedeutung der Drehrichtung für die Erträge eines Windparks in der Praxis weitaus geringer sind als diese von den Autoren impliziert werden. Der BWE sieht technisch und wirtschaftlich keinen relevanten positiven Effekt auf den Ertrag durch linksdrehenden Windenergieanlagen.