Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: 29 (2017)

Heft: 115

Artikel: Der richtige Dreh

Autor: Filser, Hubert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-821540

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der richtige Dreh

Mit Hilfe von Simulationen versuchen Forschende, Windfarmen in ihrem Aufbau zu optimieren. Aktuell schöpfen viele der grossen Parks ihre eigentliche Kapazität nicht aus.
Von Hubert Filser

Gilt auch in Wyoming (USA): Der ideale Abstand zwischen Windrädern in Windrichtung beträgt achtmal die Turmhöhe. Bild: Keystone/Aurora/Chris Noble

Bislang gab es beim Ausbau der Windenergie nur einen Trend: Die Räder wurden immer höher, die Farmen grösser. An manchen Orten wie in China am Rand der Wüste Gobi oder im amerikanischen Wyoming stehen mehr als tausend Windräder in endlosen Reihen in der Landschaft. Angesichts der stetig steigenden Gesamtleistung geriet dabei in den Hintergrund, dass gerade die Mega-Parks in der Regel ihre maximale Kapazität längst nicht ausschöpfen. Vorne stehende Turbinen erzeugen Luftwirbel, können so je nach Windrichtung nachfolgende Anlagen abschatten und deren Leistung mindern. Experten sprechen von Verlusten von bis zu 40 Prozent. Werte, die Michael Lehning von der EPFL für möglich hält.

Das Optimierungspotenzial grosser Windfarmen ist also immens. Wissenschaftler in Europa und den USA suchen nach Lösungen. Es geht dabei darum, neue Anlagen optimal zu designen und bestehende Parks besser zu steuern. Aktuelle Simulationen von Schweizer Forschenden um Varun Sharma von der EPFL liefern nun Hinweise, wie diese effizienter arbeiten könnten. «Der entscheidende Faktor scheint der Abstand der Windräder in Windrichtung zu sein.» Für eine Modellanlage, wie sie für Offshore-Anlagen oder weite Ebenen üblich ist, berechnete er einen idealen Abstand. Die einfache Formel: achtmal die Turmhöhe. Interessanterweise sei der seitliche Abstand der Windräder weniger kritisch.

Drohne im Windpark

Um den Wind und vor allem die entstehenden Turbulenzen zu berechnen und die Auswirkungen auf weitere Turbinen in Windfarmen abzuschätzen, muss man die physikalischen Strömungsgleichungen lösen. Damit lässt sich der Wind an jedem Ort in einer realen Umgebung exakt beschreiben, was allerdings einen immensen Rechenaufwand mit sich bringen würde. Selbst heutige Supercomputer sind nur in der Lage, die Verhältnisse innerhalb weniger Meter zu berechnen.

Also braucht man Vereinfachungen. Oft wird für die Simulationen in der Industrie nur die mittlere Strömung verwendet, was Rechenzeit spart, aber ungenauer ist. Längst mahnen Forschende hier genauere Analysen an. Dabei werden nur die grossen Wirbelstrukturen (Large Eddies) exakt berechnet. «Large-Eddy-Simulations sind eine Art Kompromiss», sagt Lehning. Die Turbinengeometrie wird vereinfacht, Windräder sind letztlich Scheiben, die zu turbulenten Strömungen führen. Man teilt den Park in Raster ein. Die feinere Struktur im Innern der einzelnen Raster kann dank Versuchen aus dem Windkanal abgebildet werden.

Um noch realistischere Werte zu erhalten, entwickelte Balaji Subramanian von der ETH Zürich eine Drohne, die durch die Windfarmen fliegt. Mithilfe verschiedener aerodynamischer Sensoren ermöglicht sie eine direkte 3D-Strömungsmessung. Dank solcher Daten lassen sich die Modelle weiter vereinfachen, damit im nächsten Schritt aus Simulationen für wechselnde Windrichtungen oder unterschiedliche Tag-Nacht-Anforderungen ein ideales Standortdesign für Grossanlagen entwickelt werden kann.

Und bei bereits bestehenden Anlagen? Hier gibt es oft Probleme mit Tag-Nacht-Unterschieden in der Luftströmung. Grosse Windfarmen ändern nämlich die Dynamik in der Atmosphäre. Sie schieben während der Nacht in etwa 100 Meter Höhe auftretende Bänder mit Jet-Winden in höhere Regionen. Die Folge: Die Leistung sinkt drastisch. Auch hier zeigen Simulationen, dass der Verlust deutlich begrenzt werden kann, wenn man etwa gezielt einzelne Windräder abschaltet, beispielsweise jedes zweite. Die neuen Simulationen können noch viel Potenzial freilegen.

Hubert Filser arbeitet regelmässig für die Fernsehsendung Quarks & Co und wohnt in München.

—

V. Sharma et al.: Evolution of flow characteristics through finite-sized wind farms and influence of turbine arrangement. Renewable Energy (2017)

Schneebesen im Wind

Forschende experimentieren auch mit anderen Typen von Windrädern, die nicht um eine horizontale, sondern eine vertikale Achse rotieren – wie grosse Schneebesen mit breiteren Flügeln. Einzeln haben solche vertikalen Räder einen geringeren Wirkungsgrad, in grossen Parks liefern sie laut Simulationen von John Dabiri von der Universität Standford aber auf gleicher Fläche deutlich mehr Leistung als klassische Anlagen.