

## Keine Panik vor Strukturdynamik – Systemanalyse einer Windenergieanlage

„Bis 2020 soll der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern auf mindestens 35 Prozent steigen. Aktuell liegt dieser Anteil schon bei gut 43 Prozent (Stand: Ende 2019). Im Energiemix der Zukunft übernimmt die Windenergie eine zentrale Rolle.“ „Heute hat die Windenergie einen Anteil von über 15 Prozent an der deutschen Stromversorgung.“<sup>1</sup> Diese wird auch durch die Entwicklung der Windstromerzeugung seit 2000 bestätigt, die kontinuierlich gestiegen ist und im Jahr 2020 131,9 TWh beträgt (Abbildung 1).

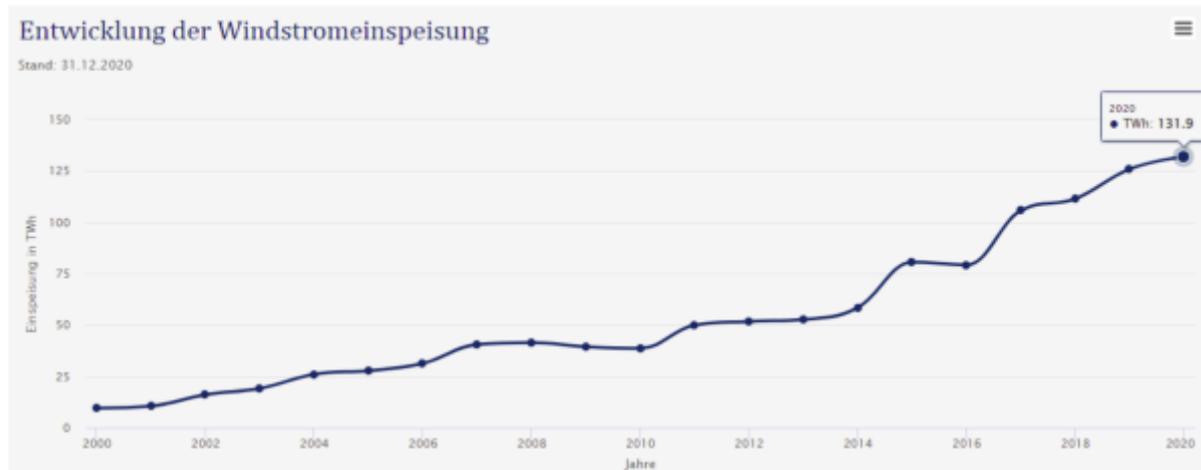


Abbildung 1: Netto-Stromproduktion aus Onshore- und Offshore-Windenergie<sup>2</sup>

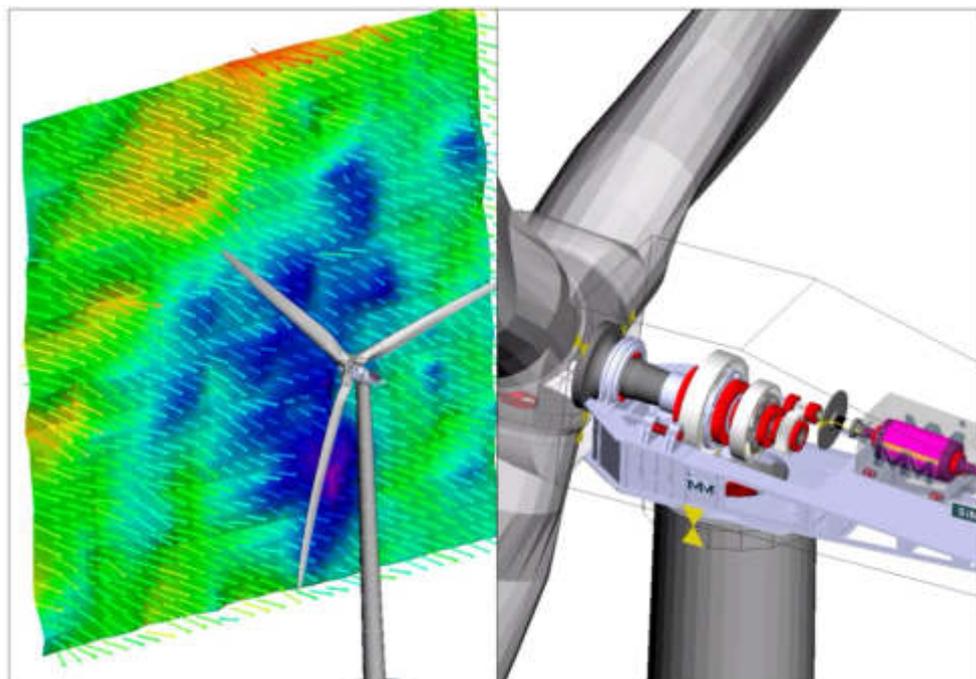


Abbildung 2: MKS-Modell einer Windenergieanlage – Luftströmung zur Ermittlung der zeitabhängigen Belastungen

<sup>1</sup> Bundesregierung, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/wind-317766>, aufgerufen am 21.11.2021, 15:35 Uhr

<sup>2</sup> Bundesverband WindEnergie, <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/>, aufgerufen am 21.11.2021, 15:45 Uhr

Entscheidend auf diesem Weg ist die Effizienz der einzelnen Windenergieanlagen, um Kosten, Zeit und bebaute Fläche zu reduzieren. Deshalb ist das Ziel dieser Projektarbeit, Einblicke in den Aufbau des Digitalen Zwillinges der Windenergieanlagen und in die für die Produktentwicklung so entscheidende Systemanalyse zu erlangen sowie diese in Teilen selbst durchzuführen. Ausgehend vom realen Strömungsfeld des Windes werden mittels Mehrkörpersimulation die Kräfte in der Anlage zeitabhängig ermittelt, siehe Abbildung 2. Basierend auf diesen Belastungen und einer Finite-Elemente-Analyse wird ein Betriebsfestigkeitsnachweis durchgeführt. Unter Anwendung der Methodik der statistischen Versuchsplanung (DoE – Design of Experiments) untersuchen und bewerten Sie mögliche Optimierungen am Beispiel einer realen Getriebekomponente unter Betrachtung des Gesamtsystems.

**Die Projektarbeit gliedert sich in die folgenden Teilprojekte:**

- Einblick in den Aufbau, die Funktionsweise und die Systemanalyse einer Windenergieanlage
- Definition, Aufbau und Simulation eines ganzheitlichen, Digitalen Zwillinges
- Klärung der Frage: „Wie ermittle ich reale Betriebslasten?“
- Bewertung der Ergebnisse einer Finite-Elemente-Analyse
- Durchführen einer Betriebsfestigkeitsanalyse
- Optimierung einer Getriebekomponente mittels statistischer Versuchsplanung (DoE)

**Welche Fähigkeiten erwerben Sie:**

- Ganzheitliche Systemanalyse und Bauteilauslegung mechatronischer Antriebssysteme
- Betriebsfestigkeitsanalyse nach FKM-Richtlinie
- Realanwendung der Maschinendynamik und Abstimmung zwischen Anregung und Reaktion
- Theorie und Anwendung der Methodik der DoE im Produktentwicklungsprozess
- Einzelbauteiloptimierung im Gesamtsystem (Systems & Detailed Engineering)
- Interdisziplinäres Arbeiten in einer Gruppe

**Welche Voraussetzungen sollten Sie mitbringen:**

- Interesse an Simulationsmethoden und am Digitalen Zwilling
- Grundkenntnisse Maschinenelemente, Maschinendynamik und Werkstoffe
- Grundkenntnisse in CAD, Matlab und Simulation
- Lust auf einen kleinen, digitalen Wettbewerb 😊