

Keine Panik vor Strukturdynamik – Systemanalyse einer Windenergieanlage

Mit dem Umstieg auf erneuerbare Energie hat sich die Bundesrepublik Deutschland einen Meilenstein in der Energietransformation gesetzt. Der Energiemix aus Wind, Solar, Thermie etc. hat im 1. Halbjahr 2024 über **60%** der gesamten inländischen Stromproduktion ausgemacht. Hauptstütze dieser Transformation ist die Technologie der Windenergie. Die ca. 30.000 Anlage machten 2023 **ca. 28%** der Gesamtstromproduktion aus (siehe Abbildung 1), wobei sich 95% dieser Anlagen auf dem Land befinden.

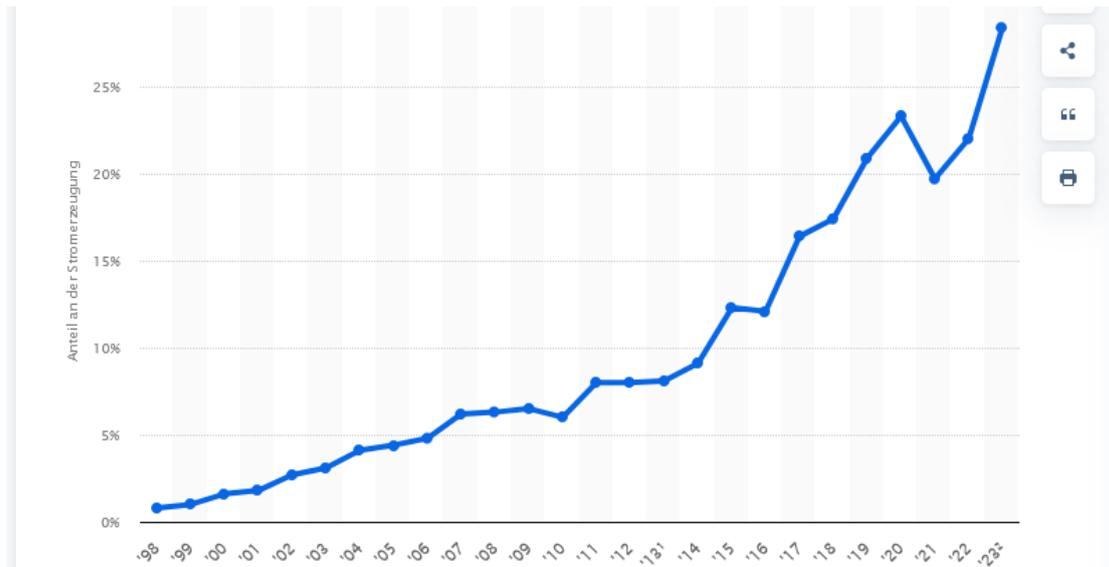


Abbildung 1: Netto-Stromproduktion aus Onshore- und Offshore-Windenergie¹

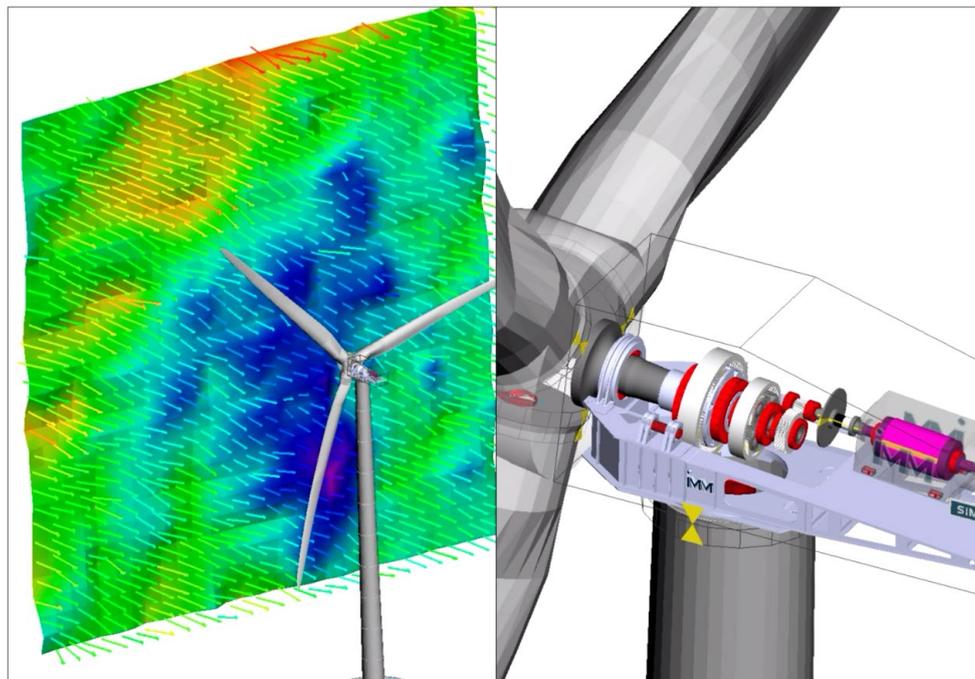


Abbildung 2: MKS-Modell einer Windenergieanlage – Luftströmung zur Ermittlung der zeitabhängigen Belastungen

¹ Bundesverband WindEnergie, <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/>, aufgerufen am 21.11.2021, 15:45 Uhr

Entscheidend auf dem Weg der Transformation 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 Zwillings** 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 Zwillings
- 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 😊