

Mehr Strom trotz schwachem Wind?

Hybrid-Lambda Rotor – Eine neuartige Offshore-Windenergieanlage

HERAUSFORDERUNG | 50 % des Jahres weht schwacher Wind

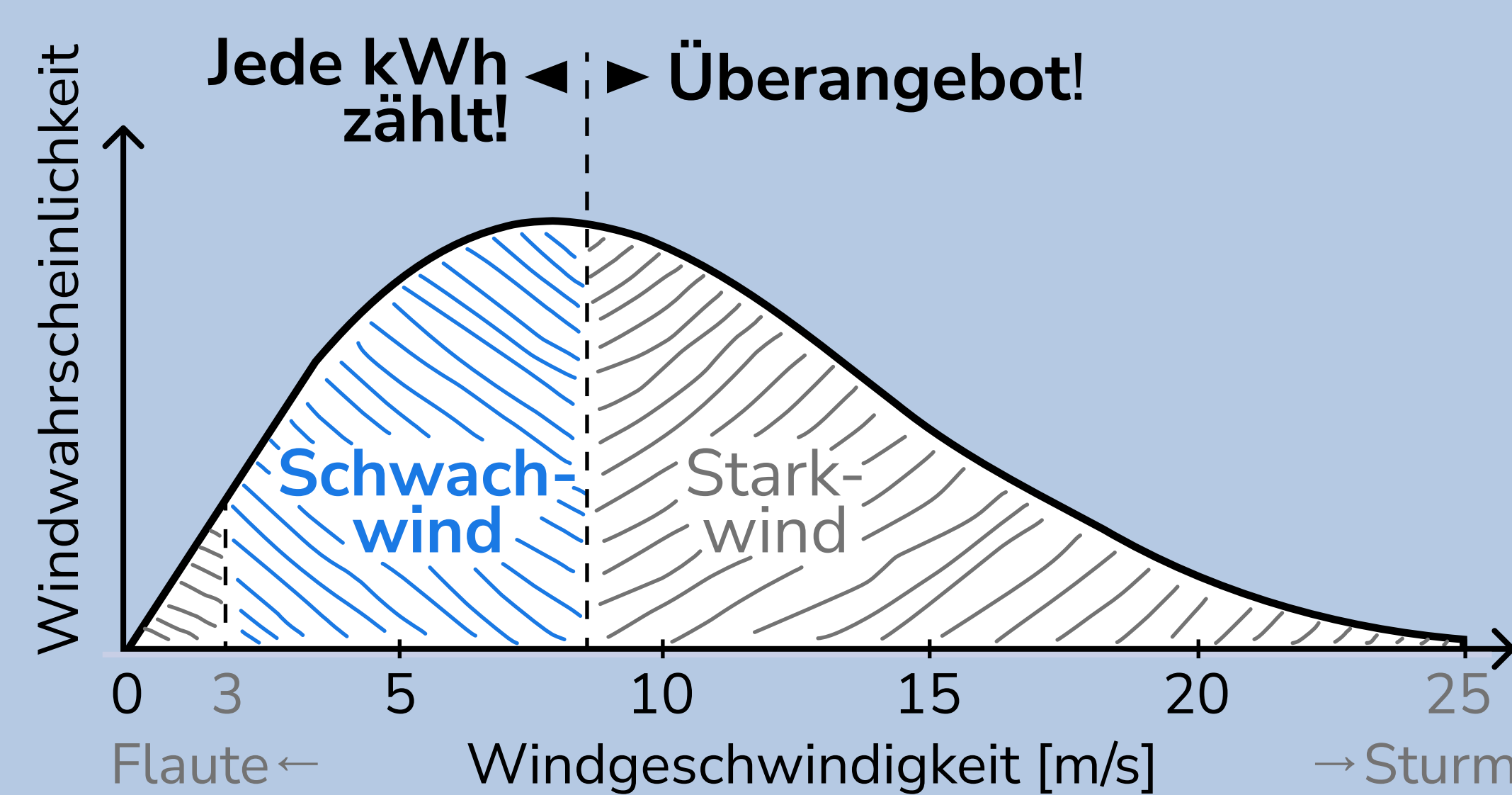


Abbildung 1: Schematische Weibull-Verteilung, Nordsee [1]

Ø 240m, 15 MW, IEA Rotor (konventionelle Offshore-Windenergieanlage)

Ø 326m, 15 MW, Hybrid-Lambda Rotor

Äußerer Rotorbereich
Sehr schlankes Blattdesign:
optimiert für Schwachwind,
Entlastet den Rotor bei
Starkwind

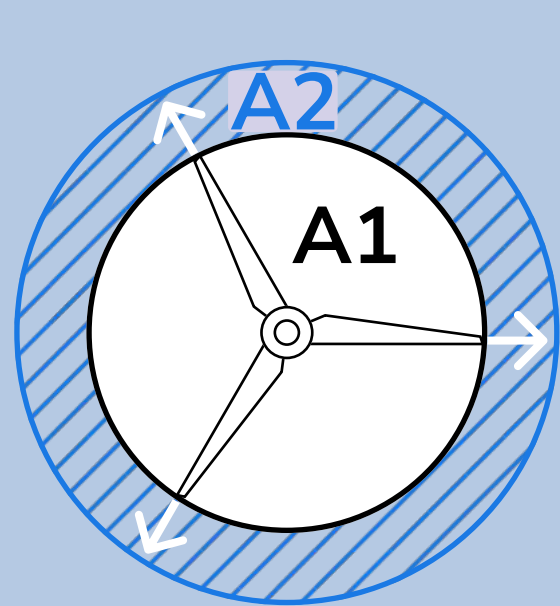
Innerer Rotorbereich
konventionelles Blattdesign: optimiert für Starkwind

Deep Dive | Hybrid-Lambda-Rotor [haɪˈbɪtˈlɑːmˌdɑːboˈtoːg]:

- Lambda (λ): Formelzeichen der Schnelllaufzahl (Verhältnis von Blattspitzen- zu Windgeschwindigkeit)
- Bei konstantem λ bleibt der Windanströmwinkel konstant
- Konventionelle Rotoren haben einen optimalen λ -Wert
- Hybrid-Lambda Rotor hat zwei λ -Werte: bei Schwachwind ($\lambda=11$) und bei Starkwind ($\lambda=9$) – ein HYBRID!

KONZEPT | Vergrößerung der Rotorfläche für höheren Energieertrag bei Schwachwind und innovative Begrenzung der Lasten für sicheren Betrieb bei Starkwind

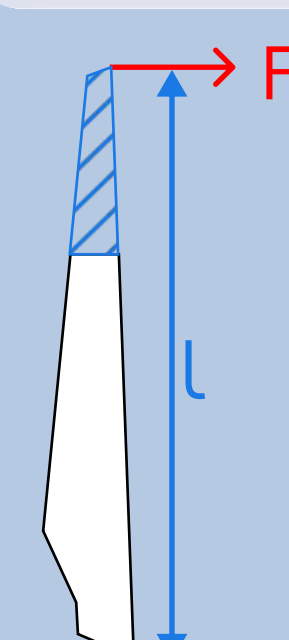
1. Rotorfläche vergrößern



- Ausgangslage: konventionelle Turbine (IEA 15MW) als Referenz
- Verdoppelung der Rotorfläche ($A1=A2$):
 - **Vorteil:** Energieertrag verdoppelt
 - **Nachteil:** Lasten verdreifacht

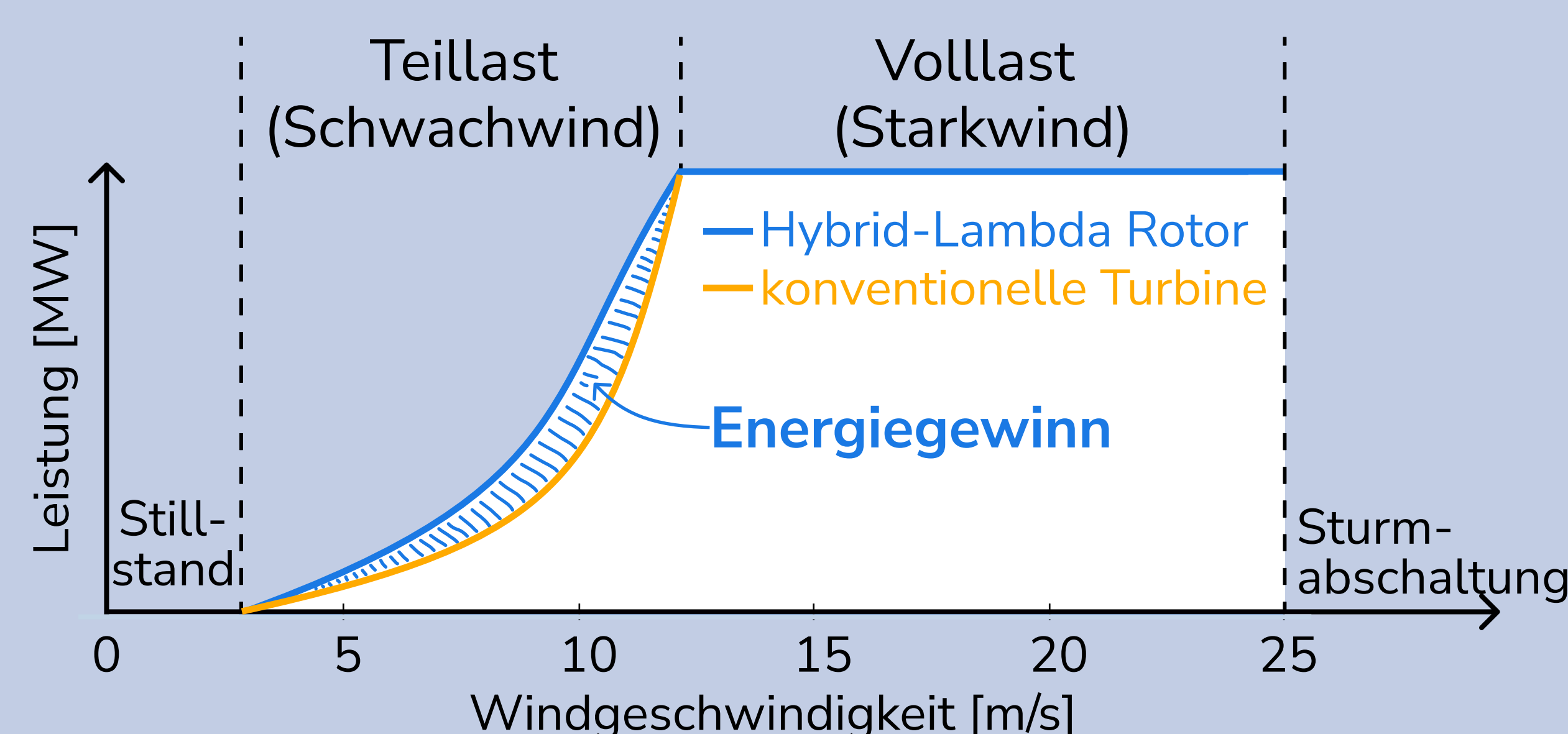


2. Lasten begrenzen (auf Referenzturbinen-Niveau)



- Kraft x Hebelarm! Längeres Blatt → längerer Hebelarm → höherer Energieertrag aber auch höhere Belastung
- Lasten werden begrenzt auf Referenzturbinen-Niveau durch:
 - a. Ein neuartiges aerodynamisches Blattdesign (siehe oben)
 - b. Eine angepasste Betriebsstrategie (siehe unten)

ERGEBNIS | 21 % mehr Energieertrag pro Jahr, bei gleichen Lastgrenzen wie Referenzturbine



- Das Hybrid-Lambda Konzept erwirtschaftet 21 % mehr jährlichen Energieertrag als eine vergleichbare konventionelle Anlage (IEA 15MW)
- Eine angepasste Betriebsstrategie (Regelung) begrenzt die aerodynamischen Lasten im Teillastbetrieb

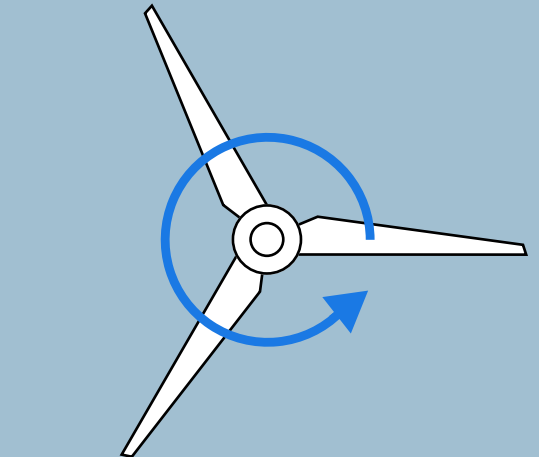
TAKE-AWAY | Konzept erfolgreich erforscht, nun braucht es den Forschungstransfer in die Industrie

Abbildung 2: Schematische Leistungskurve des Hybrid-Lambda Rotors im Vergleich zur IEA 15MW Referenzturbine [2]

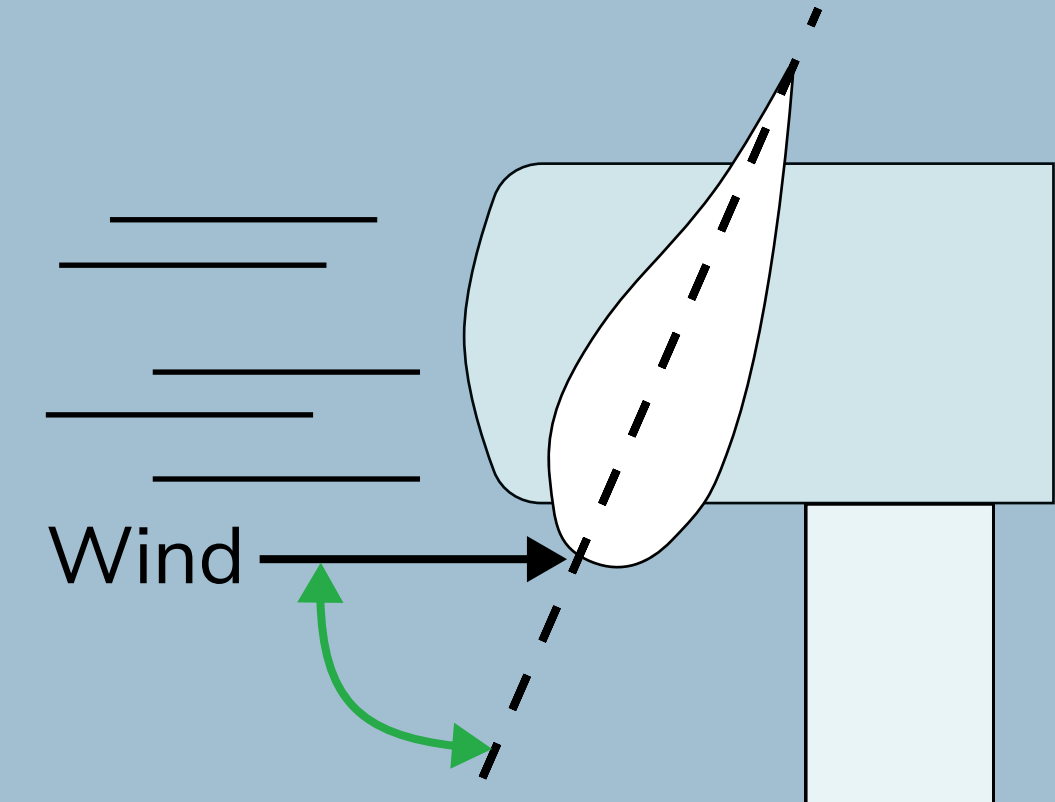
Deep Dive | Ermittlung optimaler Betriebspunkte für den Hybrid-Lambda Rotor

Betriebsparameter

1) Rotordrehzahl



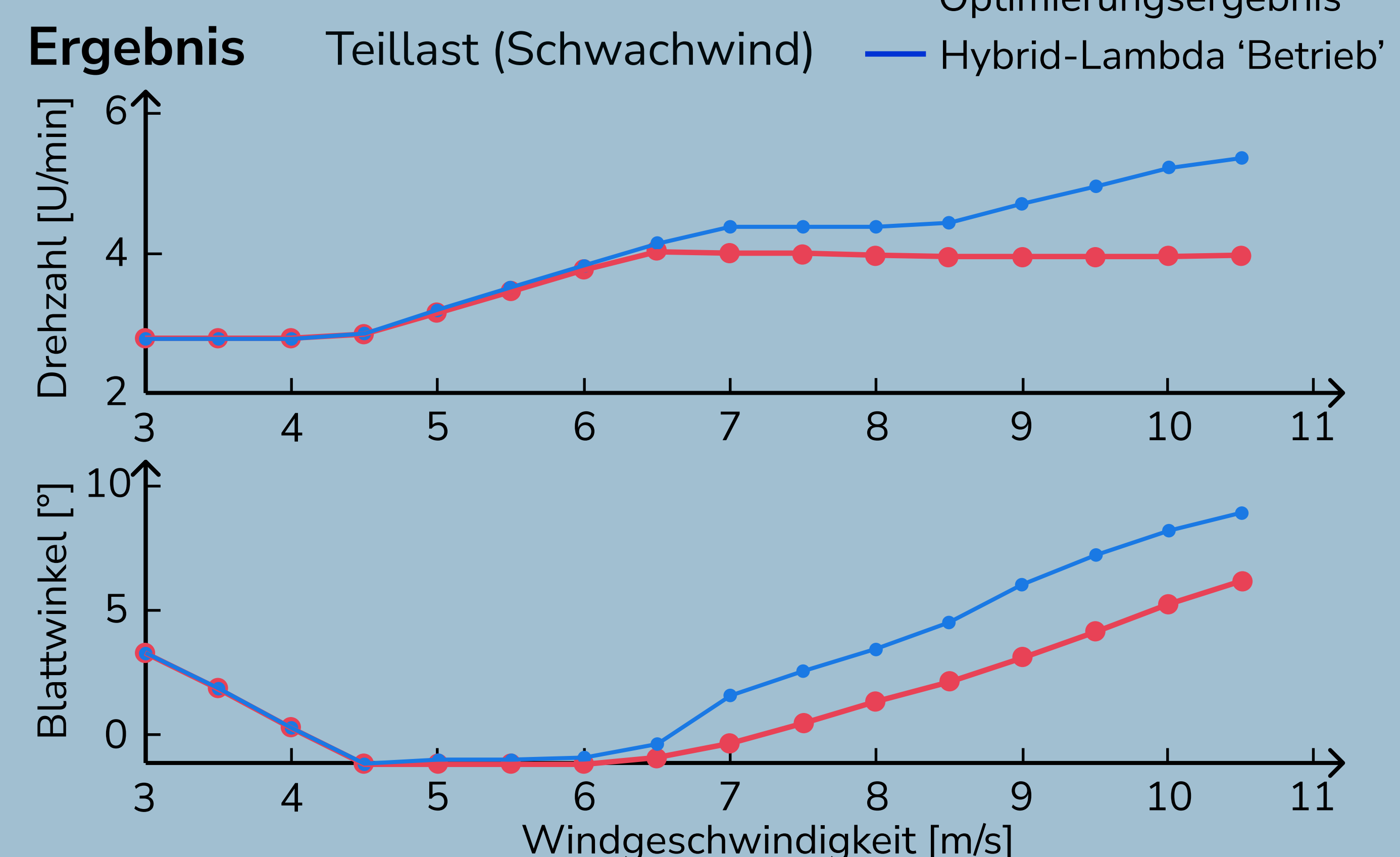
2) Blattanstellwinkel



Methodik [3]

- Optimierungsproblem: Bestimmung der optimalen Kombination aus Blattanstellwinkel und Rotordrehzahl für maximalen Energieertrag ohne Überlastung der Rotorblätter
- Durchführung > 10.000 realitätsnaher Simulationen zur Erstellung eines Datensatzes, Interpolation zwischen den Datenpunkten, Lösung des Optimierungsproblems

Ergebnis



Literatur



Video zum Poster

HM Hochschule München University of Applied Sciences

Carl von Ossietzky
Universität
Oldenburg

Ein Beitrag von:

Torben Schaefer
Hochschule München
torben.schaefer@uoL.de

