

Projektvorstellung

Messzeit verkürzen, Genauigkeit erhöhen: Vorstellung des STRAIGHT-Projekts

Dr. Alexander Basse
Fraunhofer IEE

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Agenda

- **Motivation und Projektziele**
- **Projektstruktur und Inhalte**
- **Vorstellung ausgewählter Projektinhalte**
- **Zusammenfassung**

Motivation und Projektziele



Quelle: Ostsee-Zeitung,
12.01.2022

- Ziele der Bundesregierung sehen einen **deutlichen Ausbau** der Erneuerbaren Energien vor
- **2 % der Fläche Deutschlands** sollen für die Windenergienutzung zur Verfügung stehen
- Es besteht Bedarf an der effizienten, d.h. zügigen und kostengünstigen **Erschließung neuer Flächen** für die Windenergie
- Grundlage für die Windparkplanung an neuen Standorten ist die **Abschätzung der zu erwartenden Energieerträge**

Motivation und Projektziele

STRAIGHT: Steigerung von Qualität und Effizienz bei der Ertragsabschätzung für Windparks



**Beschleunigung des
Windenergieausbaus**



**Reduktion der Kosten bei der
Ertragsabschätzung**

Ziel I: Reduktion von Dauer und Kosten der Ertragsabschätzung

→ Mindestens Halbierung der Messdauer

→ Reduktion der Kosten der Ertragsabschätzung von ca. 100.000 € auf ca. 50.000 €

Ziel II: Qualitätssteigerung und Objektivierung der Ertragsabschätzung

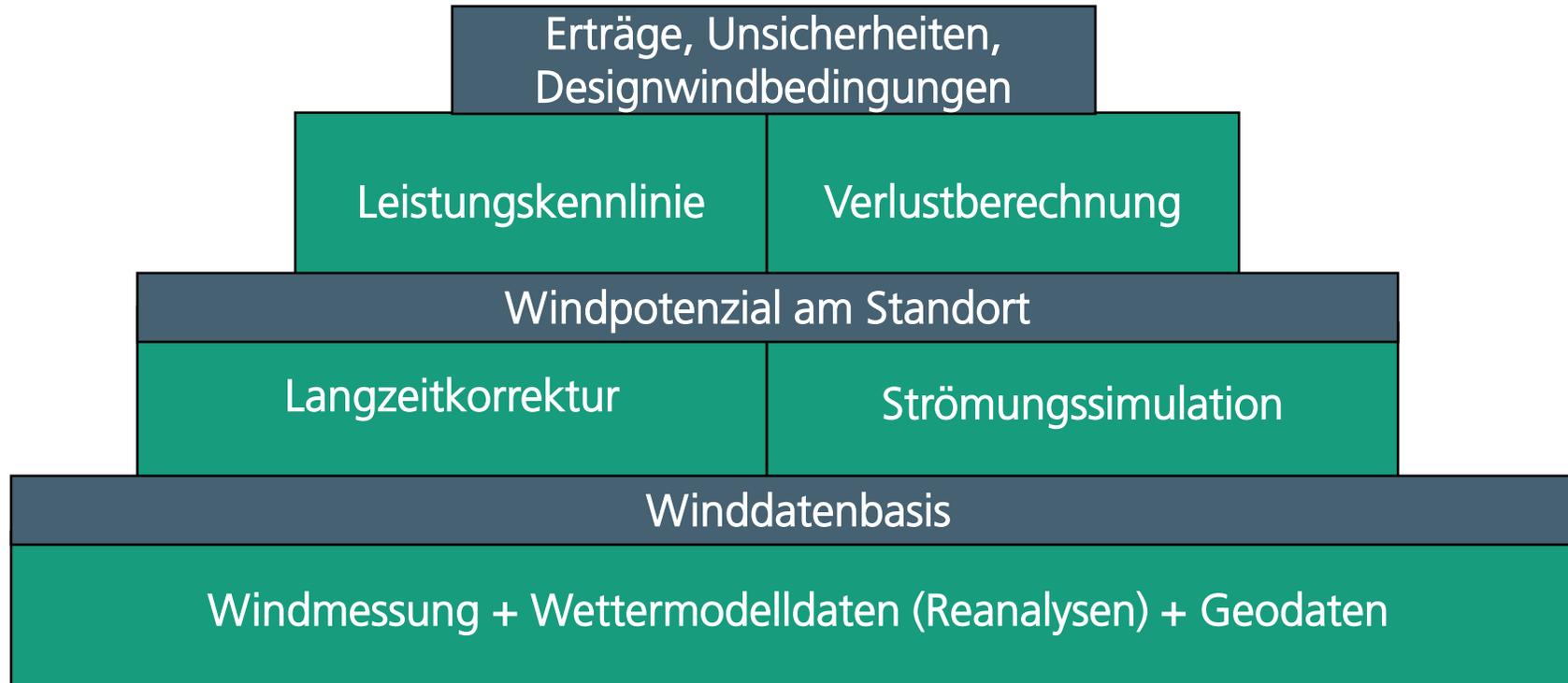
→ Reduktion der Gesamtunsicherheit um 1-2 Prozentpunkte

→ Steigerung der Gewinnerwartung um ca. 75.000 €/Anlage (gerechnet auf gesamte Betriebslaufzeit)

Ziel III: Zurverfügungstellung eines ganzheitlichen, effizienten Verfahrens zur Bestimmung der Erträge inklusive Unsicherheiten

→ Gesamtframework zur Ertragsabschätzung inkl. Angabe einer Unsicherheit als effizientes Tool

Motivation und Projektziele



Ansatz:

Messzeitverkürzung und Reduktion der Unsicherheit durch Qualitätssteigerung in allen Schritten der Ertragsberechnung

Partner und Förderung

Rahmen des Projekts

Laufzeit: 01.06.2023 – 31.05.2026

Gesamtbudget: ca. 1,8 Mio. € (davon ca. 1,2 Mio. € Förderung durch BMWK)

Projektkonsortium:

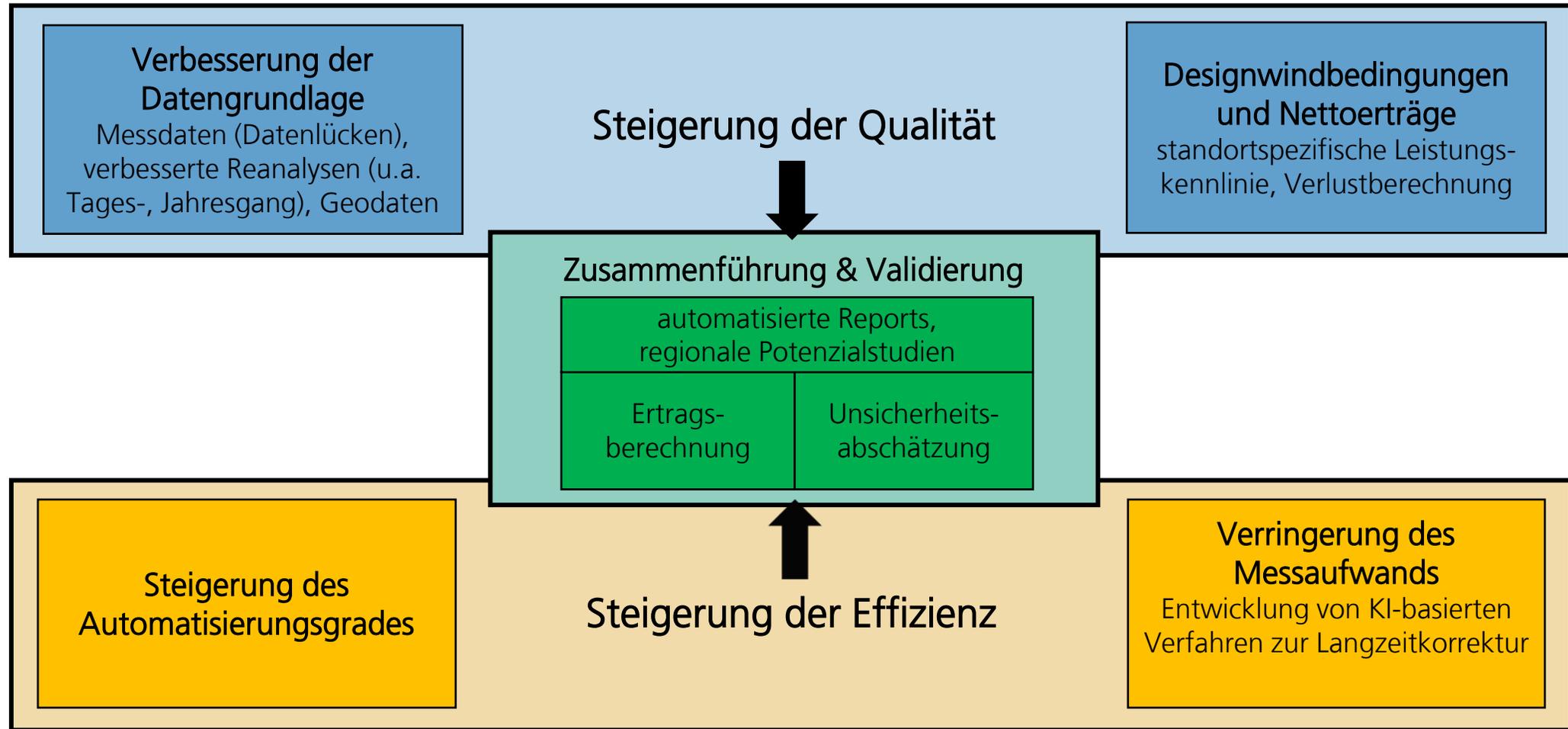
Geförderte Partner:

- Fraunhofer IEE (Projektleitung)
- Universität Kassel
- anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH

Assoziierte Partner (ohne Förderung):

- ABO Wind
- DKB
- EnBW
- ENERTRAG
- FGW

Projektstruktur und Inhalte



Vorstellung ausgewählter Projektinhalte – Messzeitverkürzung

Verkürzung der Messdauer und Langzeitkorrektur

Problemstellung:

Bei reduzierter Messdauer liegt eine geringere Datenbasis vor und es werden nicht alle Jahreszeiten abgedeckt

Forschungsfrage:

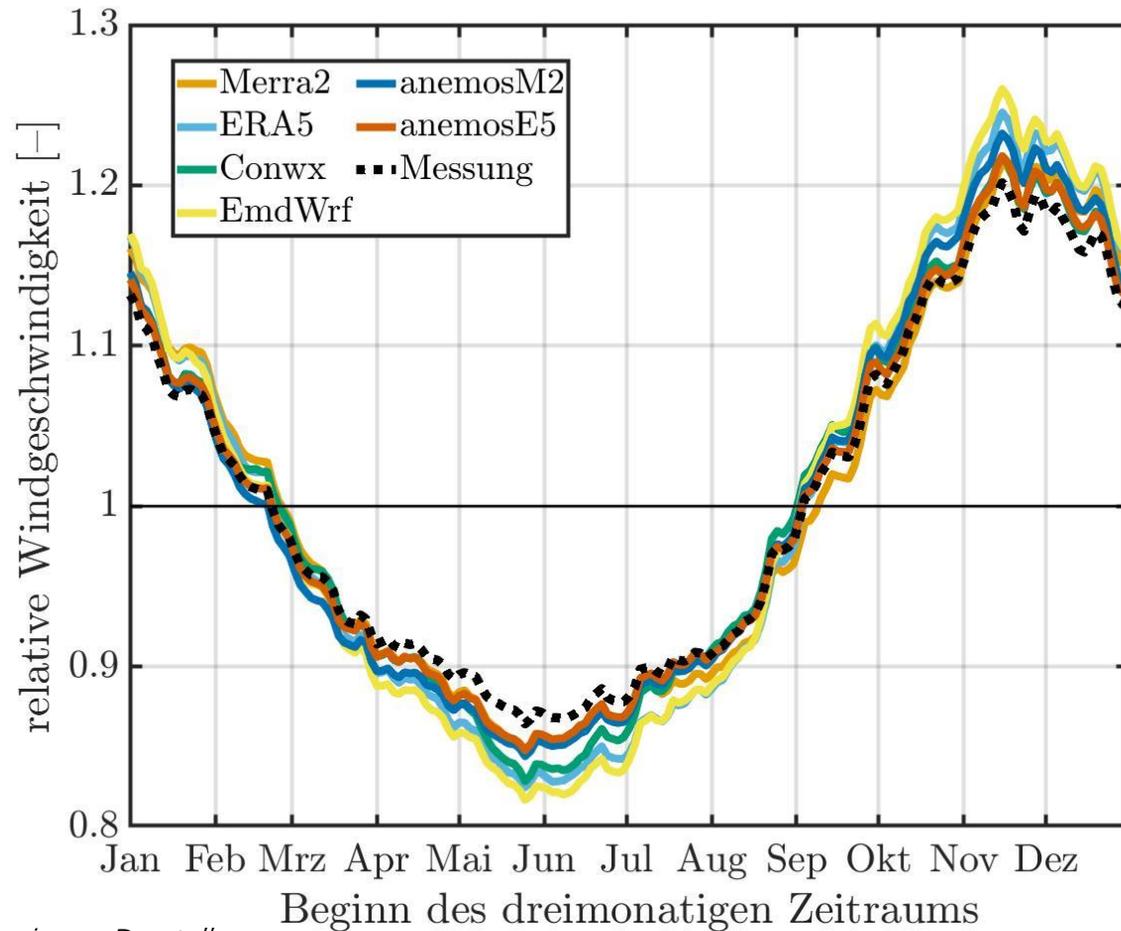
Wie kann trotz reduzierter Messdauer eine hohe Genauigkeit bei der Abschätzung des langzeitlichen Windpotenzials gewährleistet werden?

Ansatz im Projekt:

Entwicklung einer KI-basierten Methodik zur Langzeitkorrektur kurzzeitiger Windmessungen und Abschätzung der Unsicherheit mittels Repräsentativitätsanalyse

Verkürzung der Messdauer: Jahresgang der Windgeschwindigkeit

Vorabanalysen



Quelle: eigene Darstellung

- dreimonatige Zeiträume betrachtet (gleitender Mittelwert)
- arithmetisch gemittelt über alle Standorte, normiert

→ Jahresgang der Windgeschwindigkeit wird von allen Reanalysedaten überschätzt

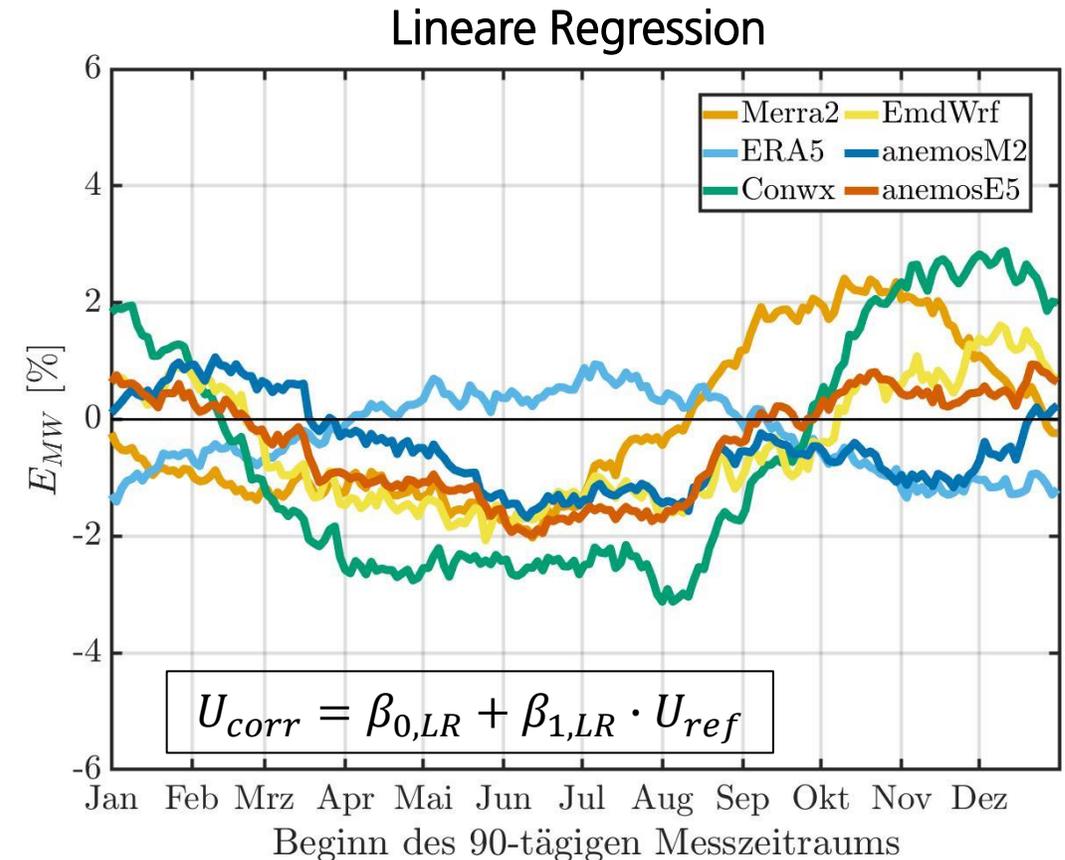
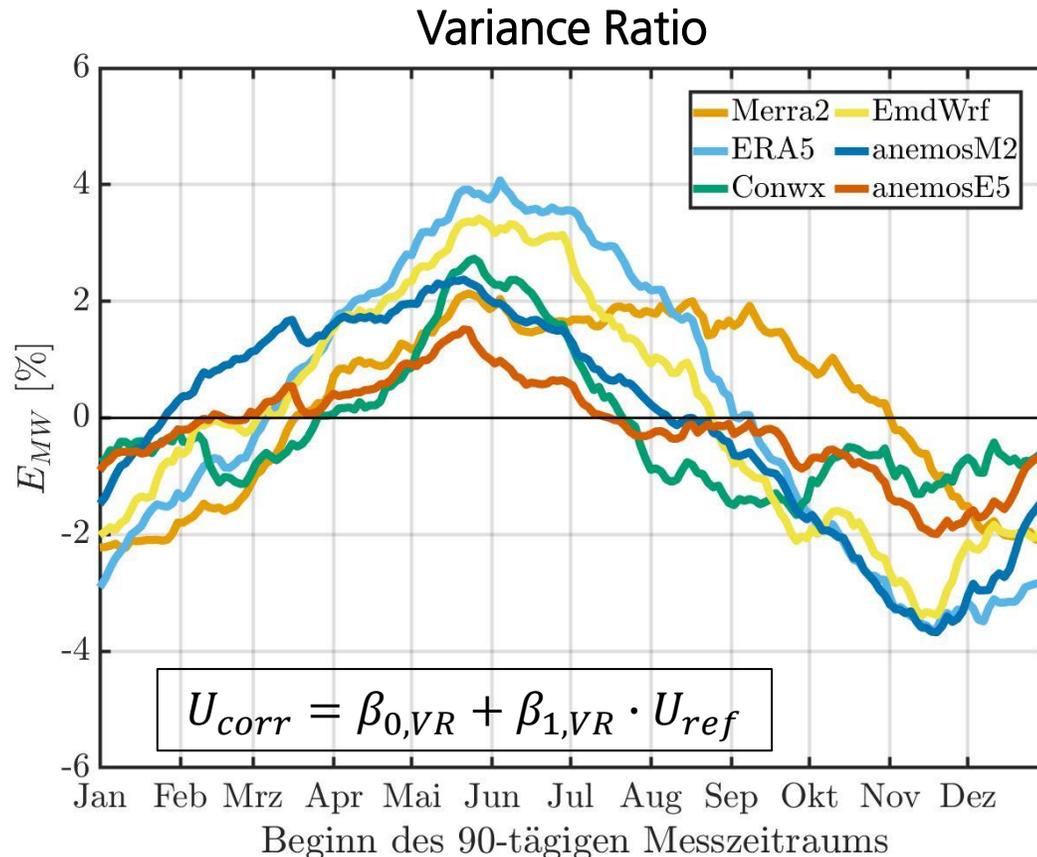
Verkürzung der Messdauer: Saisonalitäten

Fehler in der mittleren Windgeschwindigkeit (Langzeitkorrektur)

U_{corr} : korrigierte Windgeschwindigkeit

β_i : Regressionsparameter

U_{ref} : Reanalysen im Langzeitraum



... ausführlich in *Basse et al.: Seasonal effects in the long-term correction of short-term wind measurements using reanalysis data, Wind Energy Science, 2021*

Verkürzung der Messdauer: Lösungsansätze im STRAIGHT-Projekt

Entwicklung einer KI-basierten Methodik zur Langzeitkorrektur:

„Lernen“ der jahreszeitlichen Muster und Fehler

- Statistische und kausale Zusammenhänge der Saisonalitäten mit meteorologischen Einflüssen (physikalische Ursachen, z.B. atmosphärische Stabilität)
- Übertragung der an bekannten Standorten gelernten Charakteristika (z.B. Transfer Learning)

Repräsentativitätsanalyse:

Bewertung der **Zeiträume** (meteorologische Bedingungen), des **Standorts** (Geländekomplexität) sowie der **Modellstreuung** (Reanalysen, MCP-Methoden) zur Bestimmung der Unsicherheit

Vorstellung ausgewählter Projektinhalte – Verlustberechnung

Verlustberechnung

Problemstellung:

Insbesondere Wake-Verluste sowie Verluste aufgrund genehmigungsrechtlicher Auflagen wurden zuletzt immer bedeutsamer. Die Berechnung erfolgt oft über Statistiken (Windparkplanung) oder pauschale Annahmen (Potenzialstudien).

Forschungsfrage:

Wie können die Verluste besser, d.h. effizienter und v.a. genauer berechnet werden?

Ansatz im Projekt:

Entwicklung und Zusammenführung von zeitreihen-basierten Verlustmodellen zur genaueren Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen. Abschätzung der Unsicherheit über Modell-/Ergebnisstreuung.

Verlustberechnung: Wake-Modellierung

Wake-Modell:

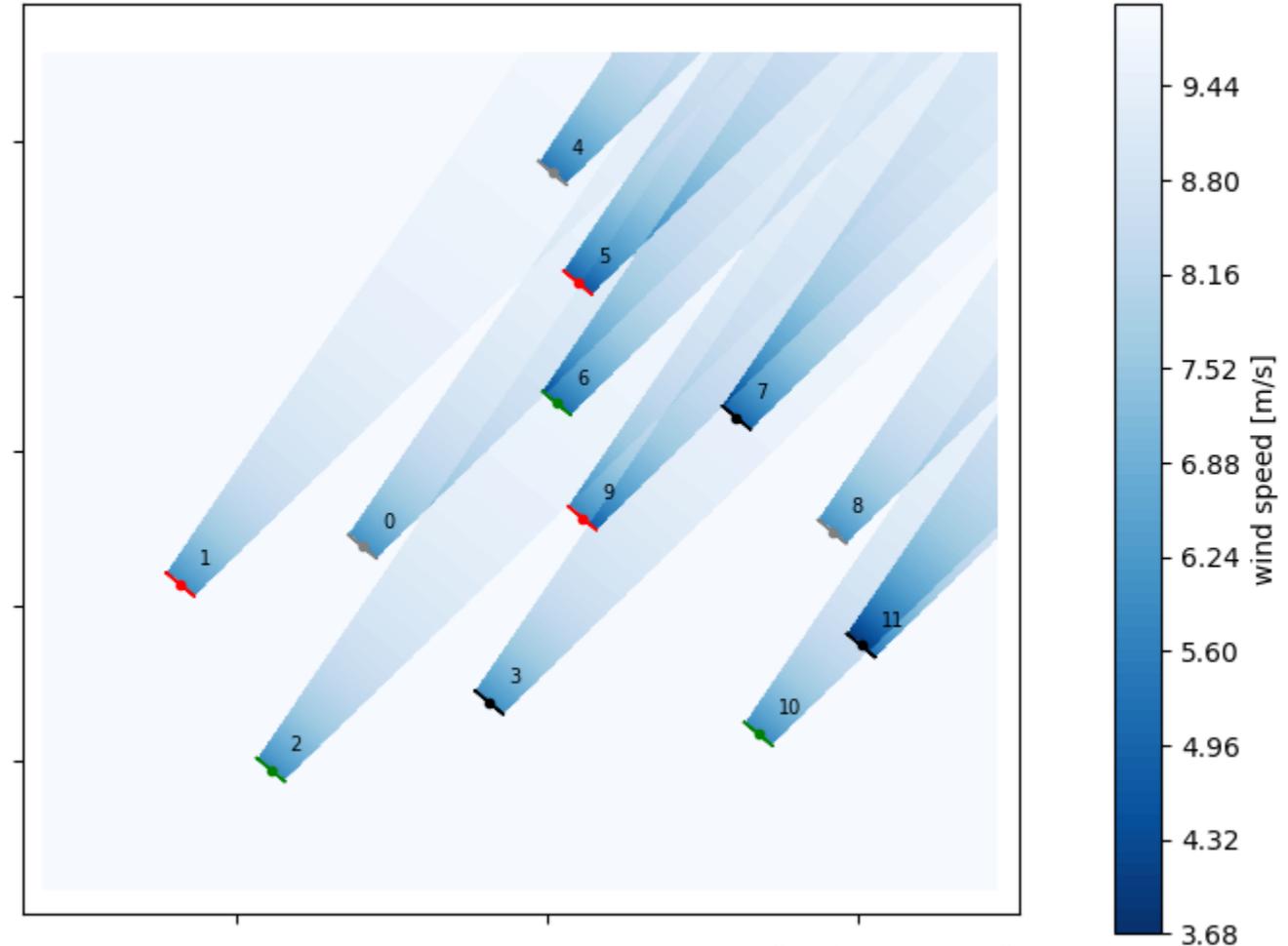
In einem Wake-Modell kann die aerodynamische Abschattung (Wake-Verlust) für gewählte Konfigurationen berechnet werden.

Unterschiedliche Wake-Modelle liefern unterschiedliche Ergebnisse

→ „Multi-Modell-Ensemble“

→ Ergebnisstreuung zur Abschätzung der Unsicherheit

Wake map for 10 m/s and 220 deg



Quelle: eigene Darstellung

Verlustberechnung: Wake-Modellierung

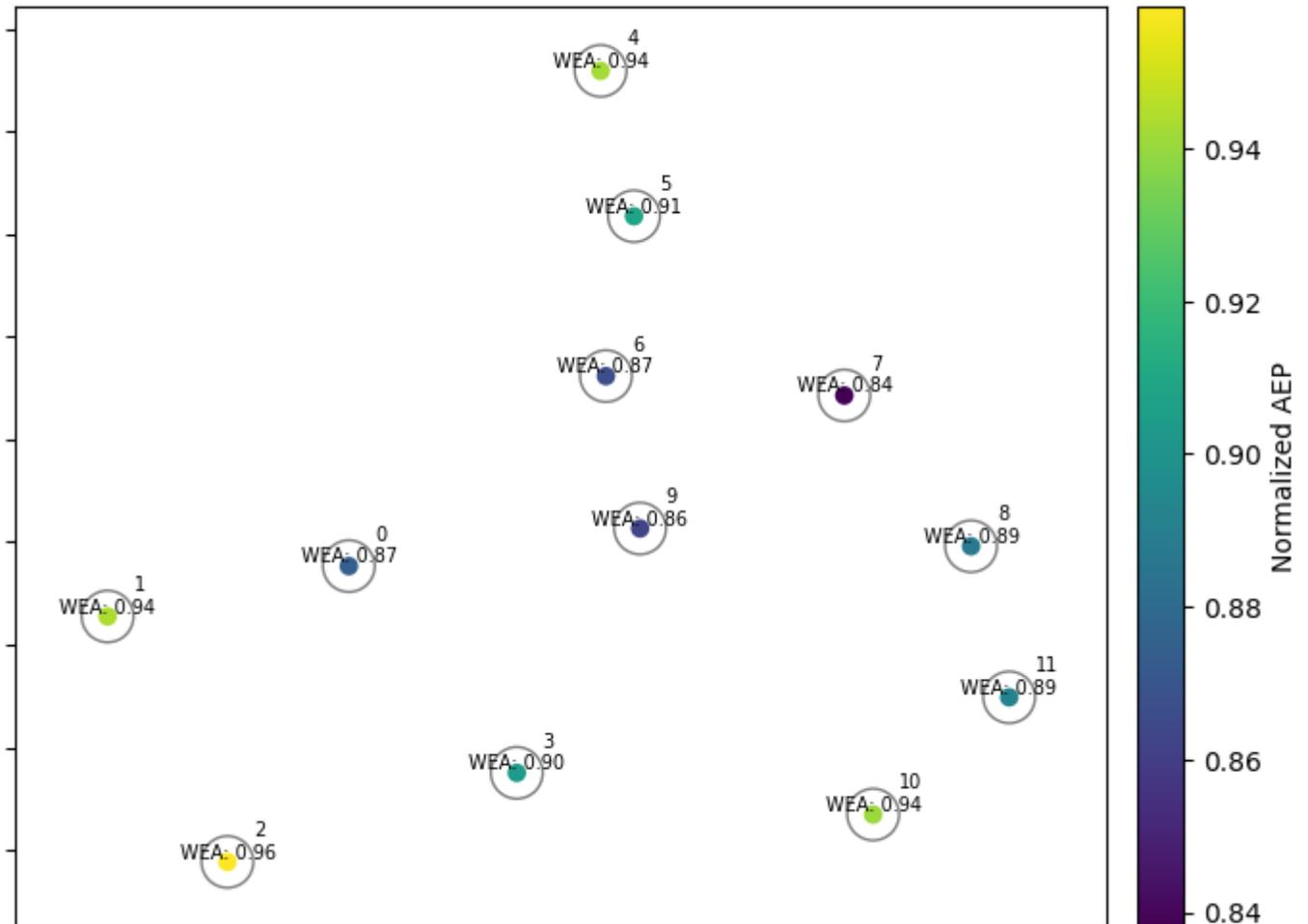
Wake-Modell:

In einem Wake-Modell kann die aerodynamische Abschattung (Wake-Verlust) für gewählte Konfigurationen berechnet werden.

Unterschiedliche Wake-Modelle liefern unterschiedliche Ergebnisse

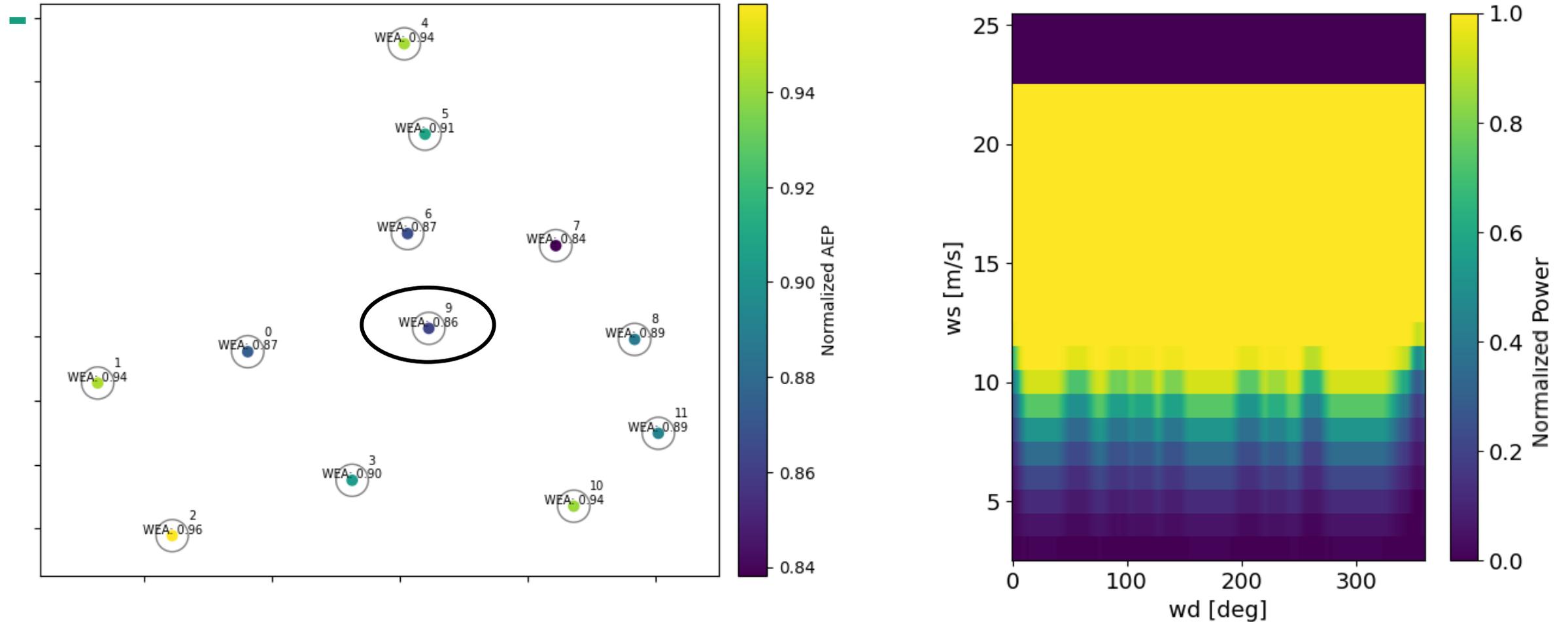
→ „Multi-Modell-Ensemble“

→ Ergebnisstreuung zur Abschätzung der Unsicherheit



Quelle: eigene Darstellung

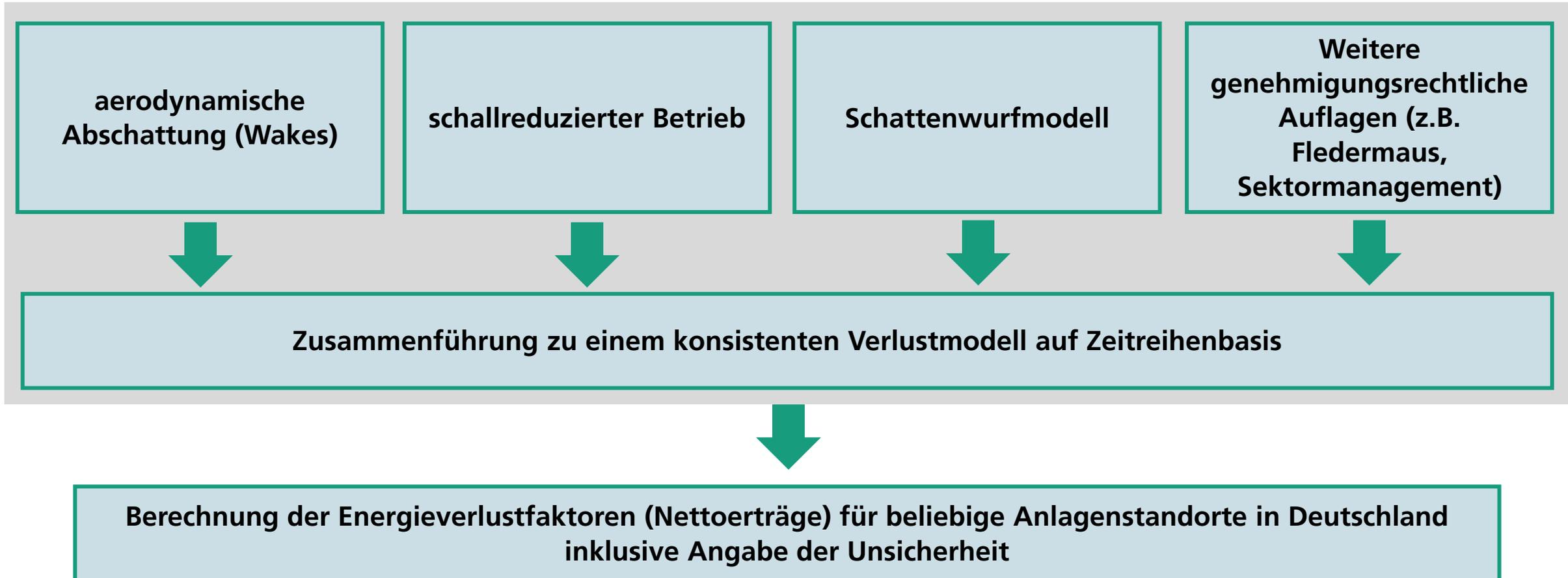
Verlustberechnung: Wake-Modellierung



→ Mehrdimensionale Wake-Verlust-Matrix für verschiedene meteorologische Bedingungen

Quelle: eigene Darstellung

Verlustmodellierung



Zusammenfassung

Im STRAIGHT-Projekt werden Verfahren entwickelt, die eine genaue und zügige Windparkplanung unterstützen:

- Reduktion der Gesamtunsicherheit um 1-2 Prozentpunkte
- Mindestens Halbierung der Messdauer

Hierzu soll eine Qualitätssteigerung in allen Schritten der Ertragsberechnung erfolgen:

- Datengrundlage (Messdaten, Reanalysedaten, Geodaten)
- Langzeitkorrektur (KI-basiert)
- Leistungskennlinie (Anpassung auf standortspezifische Gegebenheiten)
- Verlustabschätzung
- Designwindbedingungen und Strömungssimulation

Ergebnis: automatisierte Reports von Erträgen und Unsicherheiten, regionale Potenzialstudien

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Alexander Basse

Fraunhofer IEE

Abteilung Energiemeteorologie und Geoinformationssysteme

Tel.: +49 561 7294-1757

alexander.basse@iee.fraunhofer.de

Kontakt

Dr. Alexander Basse
Fraunhofer IEE
Abteilung Energiemeteorologie und Geoinformationssysteme
Tel.: +49 561 7294-1757
alexander.basse@iee.fraunhofer.de

Fraunhofer IEE
Joseph-Beuys Straße 8
34117 Kassel | Germany
www.iee.fraunhofer.de