

---

# DIGITALISIERUNG IN BETRIEB UND SERVICE VON WINDENERGIEANLAGEN

Workshop am 05. / 06. März 2019  
am Northern Institute of Technology, Hamburg-Harburg

---



# FRAUNHOFER IEE

## ENERGIEWIRTSCHAFT UND ENERGIESYSTEMTECHNIK



Das Fraunhofer IEE forscht in den Bereichen Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik.

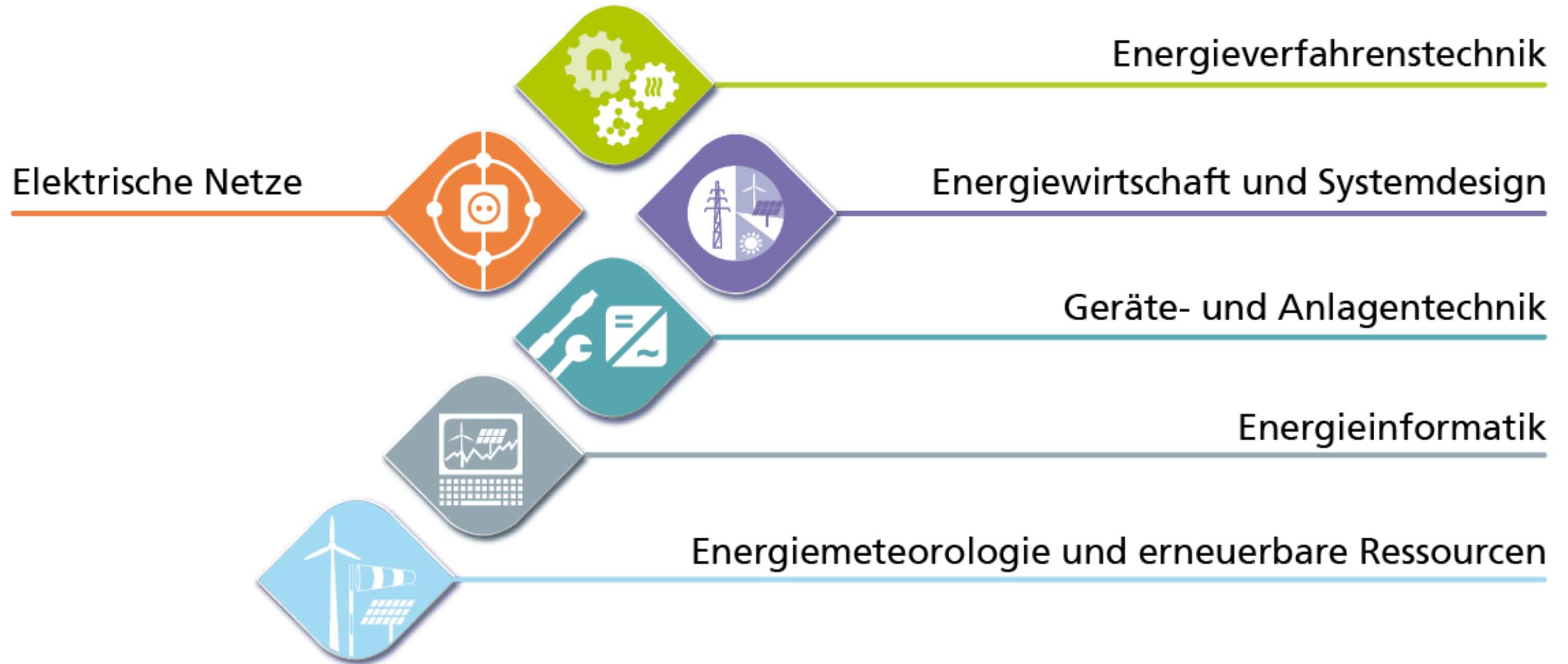
Wir entwickeln Lösungen für wirtschaftliche und technische Herausforderungen bei der Transformation der Energieversorgungssysteme.



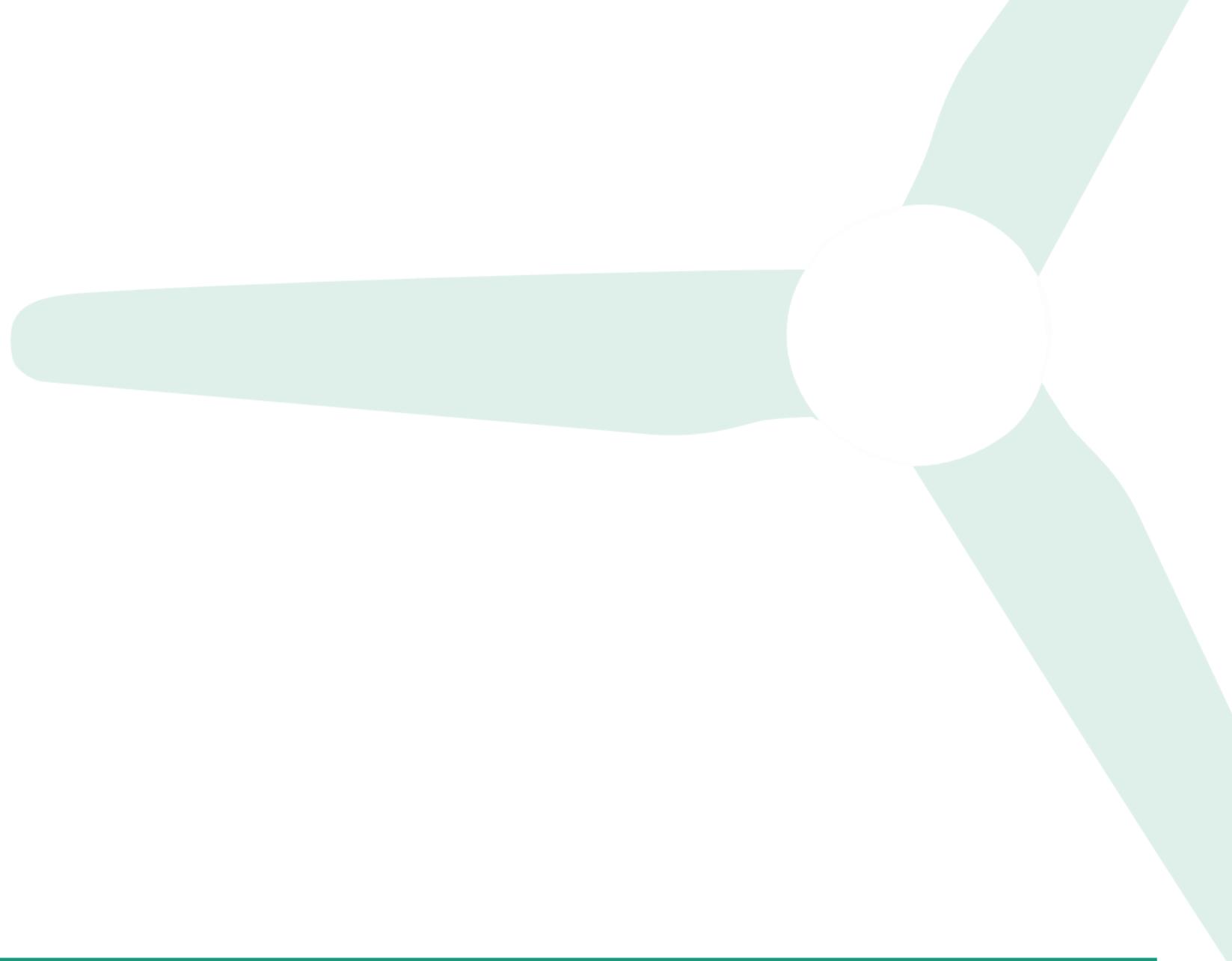
- Mitarbeiter: rund 360
- Jahresbudget: ca. 22,5 Mio EUR
- Leitung: Prof. Dr. Clemens Hoffmann

[www.iee.fraunhofer.de](http://www.iee.fraunhofer.de)

# Kompetenzfelder



# WARM-UP



**Auf welcher „Leistung“  
läuft das Thema Digitalisierung  
in Ihrem Unternehmensumfeld?**

**Wieviel Prozent der Daten,  
die Sie sich für Ihre Arbeit wünschen,  
liegen Ihnen digital vor?**

# Projektvorstellung ModernWindABS

- Moderne Methoden für neue Anwendungen bei Betrieb und Service von Windenergieanlagen im Informationsfluss der Industrie 4.0
- Laufzeit  
Dezember 2017 – Februar 2020
- 8 Assoziierte Partner



**ABO**  
**WIND**

**bachmann.**  
—————

**Trianel**

**Fraunhofer**  
IML

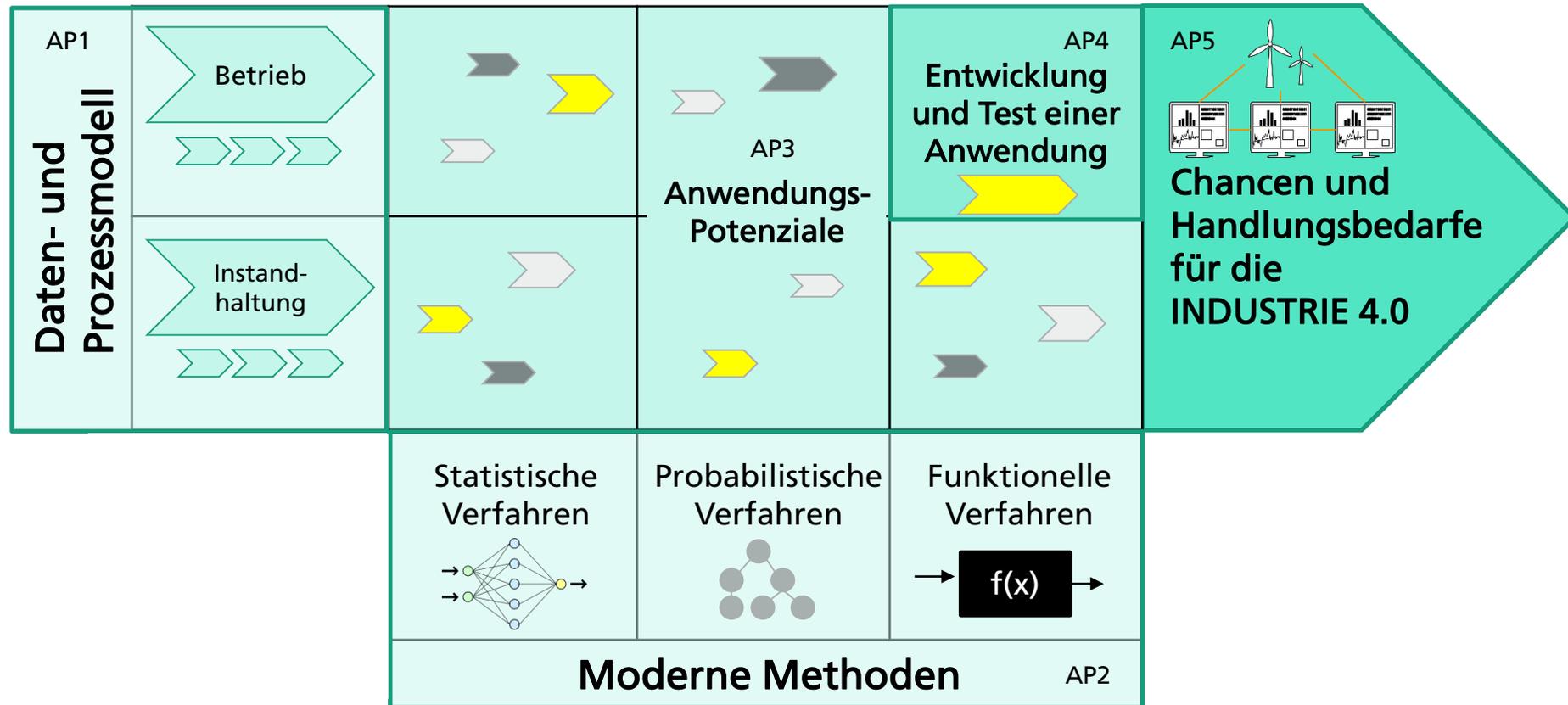
**GLOBAL TECH I**

**steag**

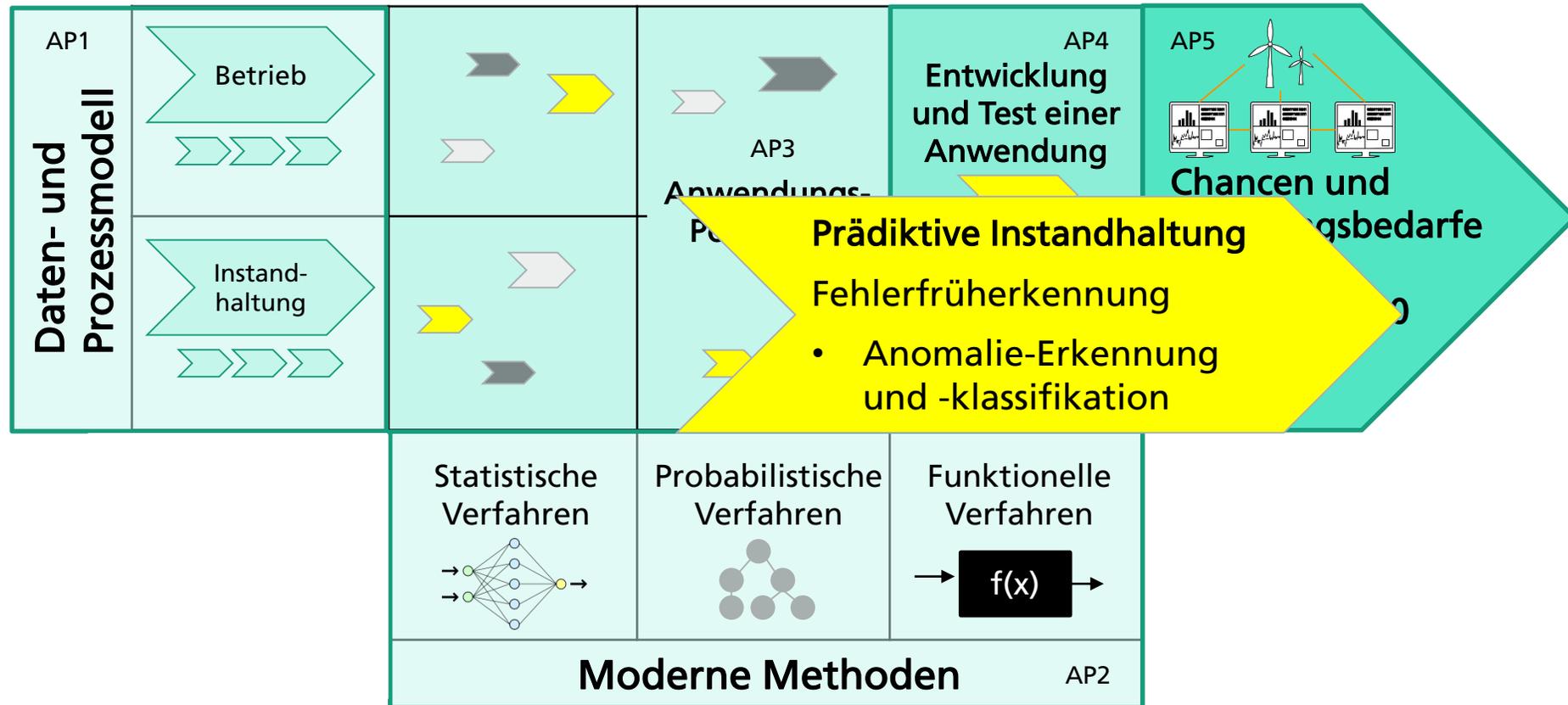
**FGW**  
renewable energies

**INDUSTRIAL DATA  
SPACE ASSOCIATION**

# Projektstruktur ModernWindABS



# Projektstruktur ModernWindABS



# Scientific Publications

Global Wind Summit 2018  
IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **1102** (2018) 012040 doi:10.1088/1742-6596/1102/1/012040

## Multi-task distribution learning approach to detection of operational states of wind turbines

Stephan Vogt<sup>1</sup>, Scott Otterson<sup>1,2</sup>, Volker Berkhout<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fraunhofer Institute for Energy System Technology and  
Königstor 59, 34119 Kassel, Germany

<sup>2</sup>TenneT TSO GmbH, Bernecker Straße 70, 95448 Bayreuth, Germany

stephan.vogt@iee.fraunhofer.de

**Abstract.** The detection of abnormal operation modes is of operational management and predictive maintenance of wind turbines. Approaches in this context should consider the additional information models can provide. Instead of binary anomaly classification necessary for proper decision making and risk assessment, cumulative distribution regression can provide probabilistic information. While they are appropriate in predicting the cumulative distribution function, they struggle to accurately describe the probability of an event to occur. In this article we present a new, multi-task learning based approach for a continuous distribution regression with deep neural networks. Using real-world data from an offshore wind turbine, we show that with this model we can better reflect the probability of observed events than with conventional methods. While the predicted cumulative distribution function has a similar quality and no significant differences are visible in the continuous ranked probability score, the probability density function will be substantially smoother. This is also reflected in a significantly lower ignorance score.

### 1. Introduction

Improving the performance of wind turbines by applying predictive maintenance techniques with data-driven approaches and machine learning is a field with very active ongoing research and high potential for increased yield and reduced operational cost. A key challenge for machine learning algorithms such as artificial neural networks is to detect time periods where a system, such as a wind turbine operates in an abnormal state. Methods for this anomaly detection problem in wind energy have been discussed for supervised [1-3] and semi- or unsupervised approaches [4,5]. Moreover, the assessment of a possibly detected anomaly which may depend on wide range of features within and outside the turbine should rather be expressed in a probabilistic way instead of giving a binary classification. This allows adjusting for the level of confidence with which an anomaly is detected and helps to reduce the number of false positives which may lead to unnecessary service and inspection efforts and low acceptance of a predictive maintenance system. Approaches to use probabilistic failure information in turbine maintenance have been described by Bangalore and Patriksson [6].

 Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution 3.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/). Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.  
Published under licence by IOP Publishing Ltd

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1102/1/012040/meta>



**Wind<sup>o</sup>**  
**EUROPE**  
The global on & offshore conference

Deep Learning Based Failure Prediction in Wind Turbines  
Using SCADA Data

Deep Learning Based Failure Prediction in Wind Turbines  
Using SCADA Data

Stephan Vogt<sup>\*1</sup>

Volker Berkhout<sup>1</sup>, Alexander Lutz<sup>1</sup>, Qixin Zhou<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Fraunhofer Institute for Energy Economics and Energy System Technology IEE  
Königstor 59, 34119 Kassel, Germany

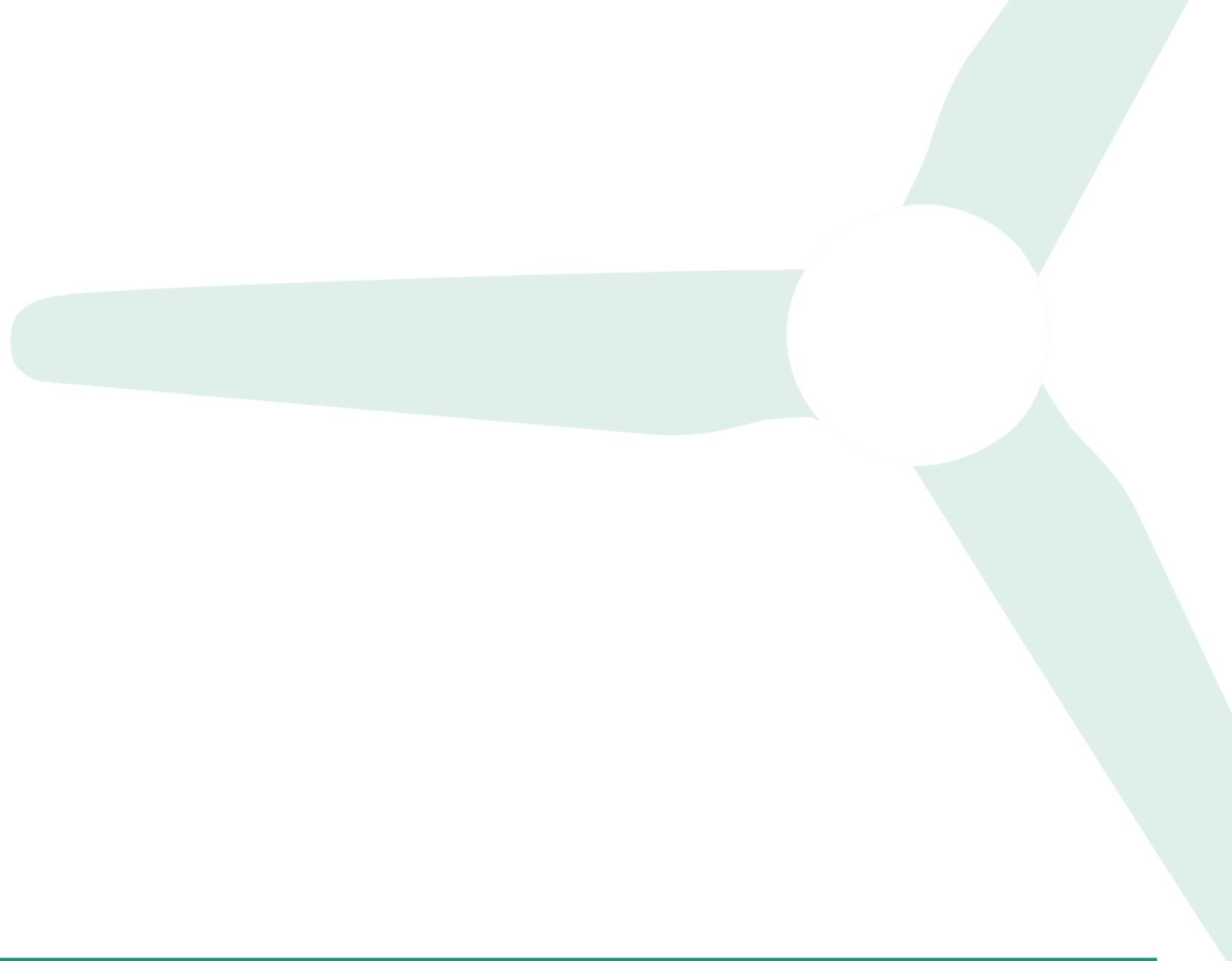
# VORSTELLUNGSRUNDE

**1. Mein Name ist...**

**2. Bei meiner täglichen Arbeit ist Digitalisierung ein Thema, weil...**

**3. Ich nehme am Workshop teil, um...**

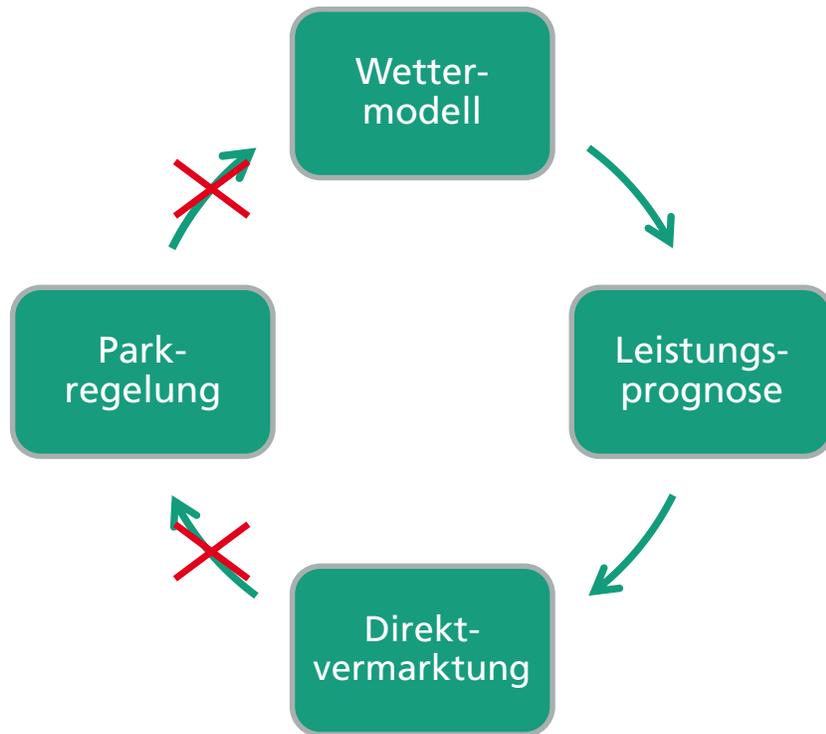
# ARBEITSTHESEN



# Problem 1 – Mangelnde Regelungsschleife zum Direktvermarkter

These:

Es mangelt an einer „Regelungsschleife“ zwischen Prognoseanbieter / Direktvermarktung und Betriebsführung.

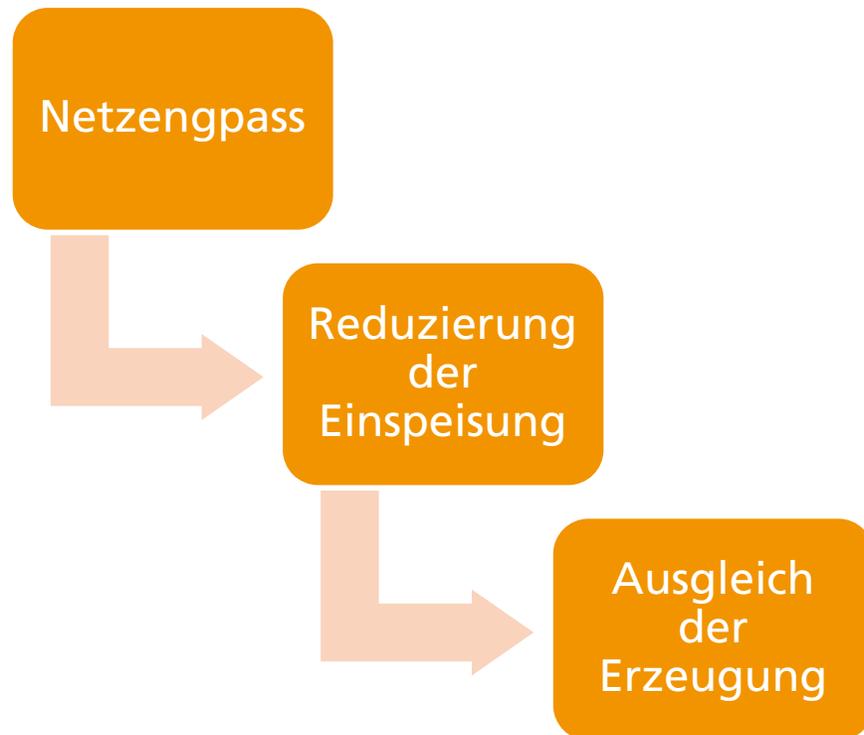


- Parkregelung → Wettermodell / Leistungsprognose: Berücksichtigung von Eingriffen der Betriebsführung
- Direktvermarktung → Parkregelung: Fahrplanabweichung führt zu keinem Eingriff in die Parkregelung

# Problem 2 – Nichtplanbare Eingriffe durch Einspeisemanagement

These:

Einspeisemanagement (EinsMan) erzeugt nicht planbare und spät kommunizierte Eingriffe in die Erzeugung des Windparks.

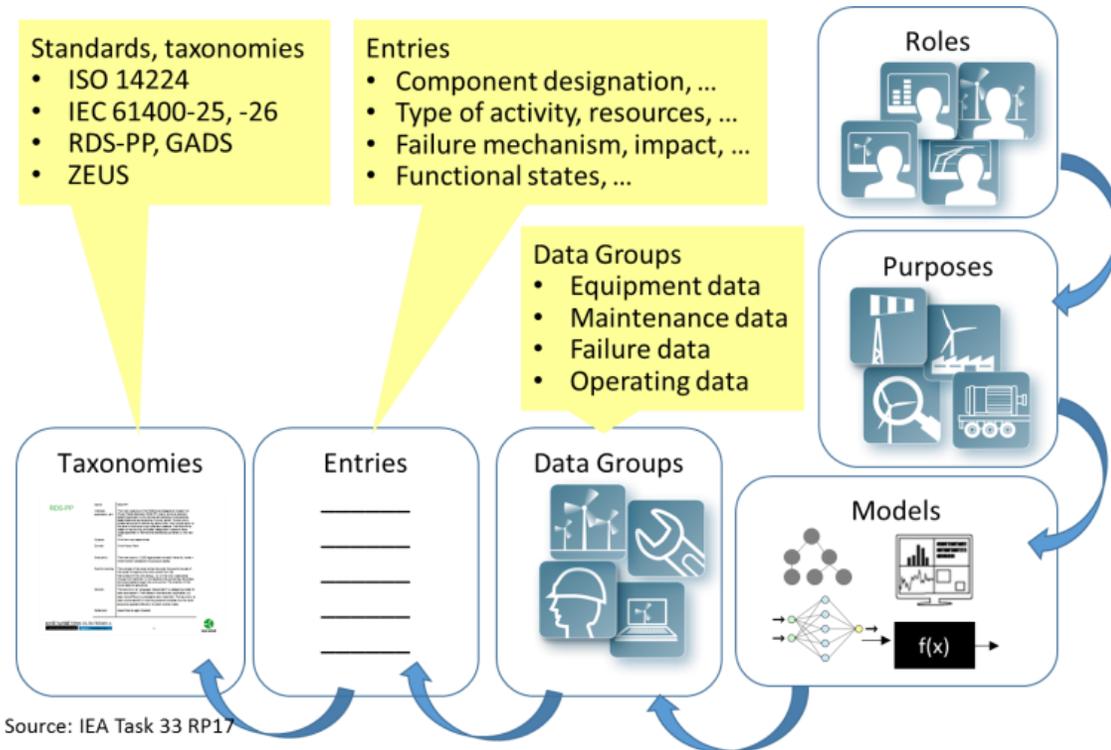


- Fehlende EE-Energie durch EinsMan führt zur Zunahme von Systembilanzrisiken
- Mit dem Entwurf der NABEG-Novelle zeichnen sich neue Regeln ab, die neue Prozesse erfordern.
- Vorab bekannte Eingriffe vereinfachen den Betrieb von Windparks (z.B. ermöglicht ggf. Zusammenlegung mit Wartung)

# Problem 3 – Datenmanagement in der Instandhaltung

These:

**Betriebserfahrungen können derzeit nicht für Instandhaltungsoptimierungen verwendet werden.**



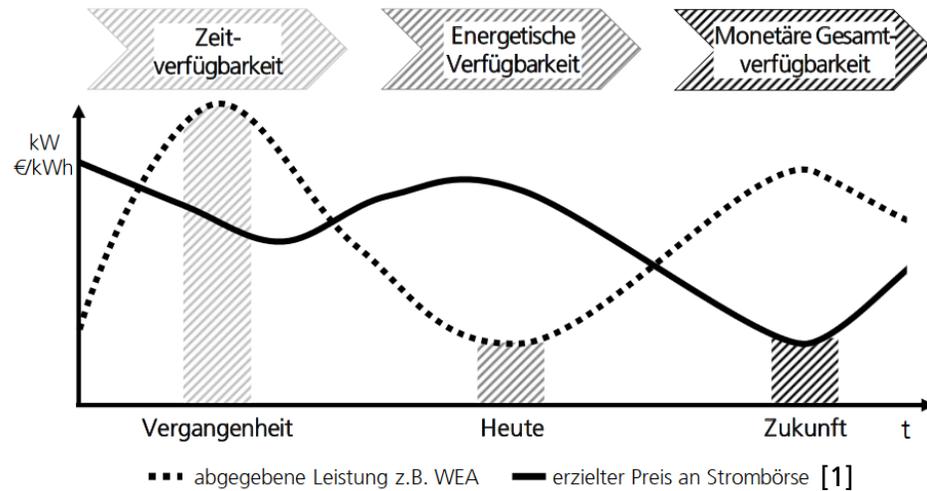
## ■ Mehrere Teilprobleme (alle derzeit und z.T.)

- Datenerfassung nicht digital unterstützt
- Standards nicht im Feld umgesetzt
- Standards nicht vorhanden
- Statistische Belastbarkeit nicht gegeben
- Nutzungsmöglichkeiten/Rechte unklar

# Problem 4 – Unzureichende Beschreibung durch KPIs

## These:

Betriebsverhalten und Prozesse werden nicht vollständig durch aktuelle KPIs beschrieben, strategische Entscheidung lassen sich zur Zeit nur teilweise daraus ableiten



- Neue Regulatorien erfordern neue Ansätze der Aggregation z.B. eine monetäre Verfügbarkeit.
- Optimierungspotentiale können nicht durch die vorliegenden KPIs quantifiziert werden.
- Probleme werden durch Kennzahlen nicht ganzheitlich sondern isoliert und anlagenbezogen erfasst.
- Aktuelle genutzte Kennzahlen zur Verfügbarkeit setzen fehlanreize. Die Produktion in Zeiten sehr geringer oder negativer Preise wird begünstigt, nachfragestarke Zeiträume nicht entsprechend gewichtet.

### Zeitliche Verfügbarkeit

- Zeit

### Energetische Verfügbarkeit

- Zeit
- Wind

### Monetäre Verfügbarkeit

- Zeit
- Wind
- Strompreis

[1] Zuverlässigkeit und Instandhaltung virtueller Kraftwerke Erste Ergebnisse aus dem vom BMWi geförderten Forschungsprojekt HERA-VPP

# THEMENSAMMLUNG



**Das wichtigste Thema,  
das mich in Verbindung  
mit der Digitalisierung beschäftigt,  
ist, ...**

**Bei diesen drei Themen kann durch „Digitalisierung“  
eine relevante Verbesserung erreicht werden:**

**1.**

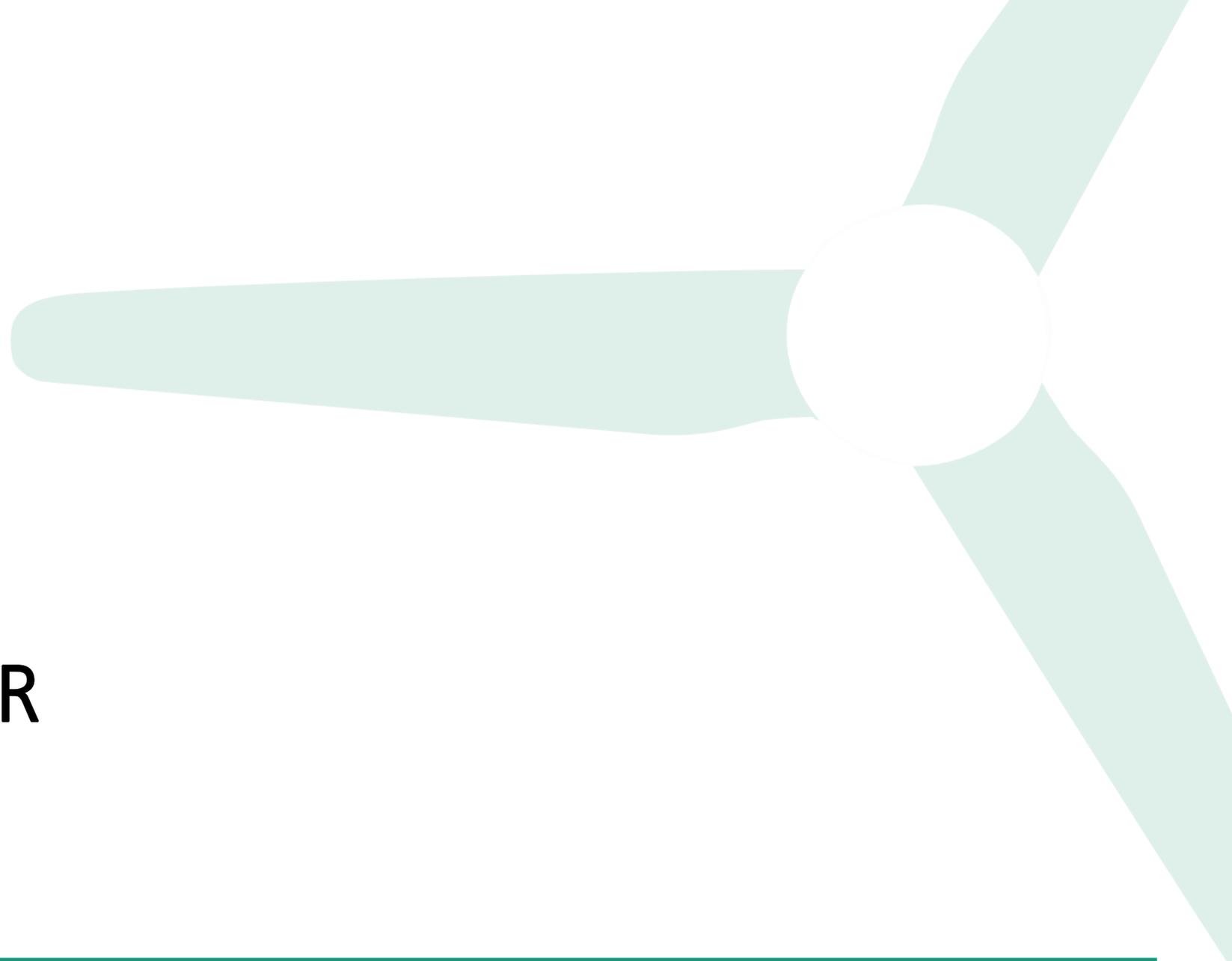
**2.**

**3.**

# KAFFEPAUSE



# THEMENCLUSTER



# PROBLEM-BESCHREIBUNG

# ERGEBNISPRÄSENTATIONEN

# Organisatorisches

- Treffpunkt zum Abendessen

- Wann?

- 19:30

- Wo?

- Restaurant Al-Limone

- Lämmertwiete 12

- Morgen früh,  
pünktlicher Beginn um 9 Uhr

