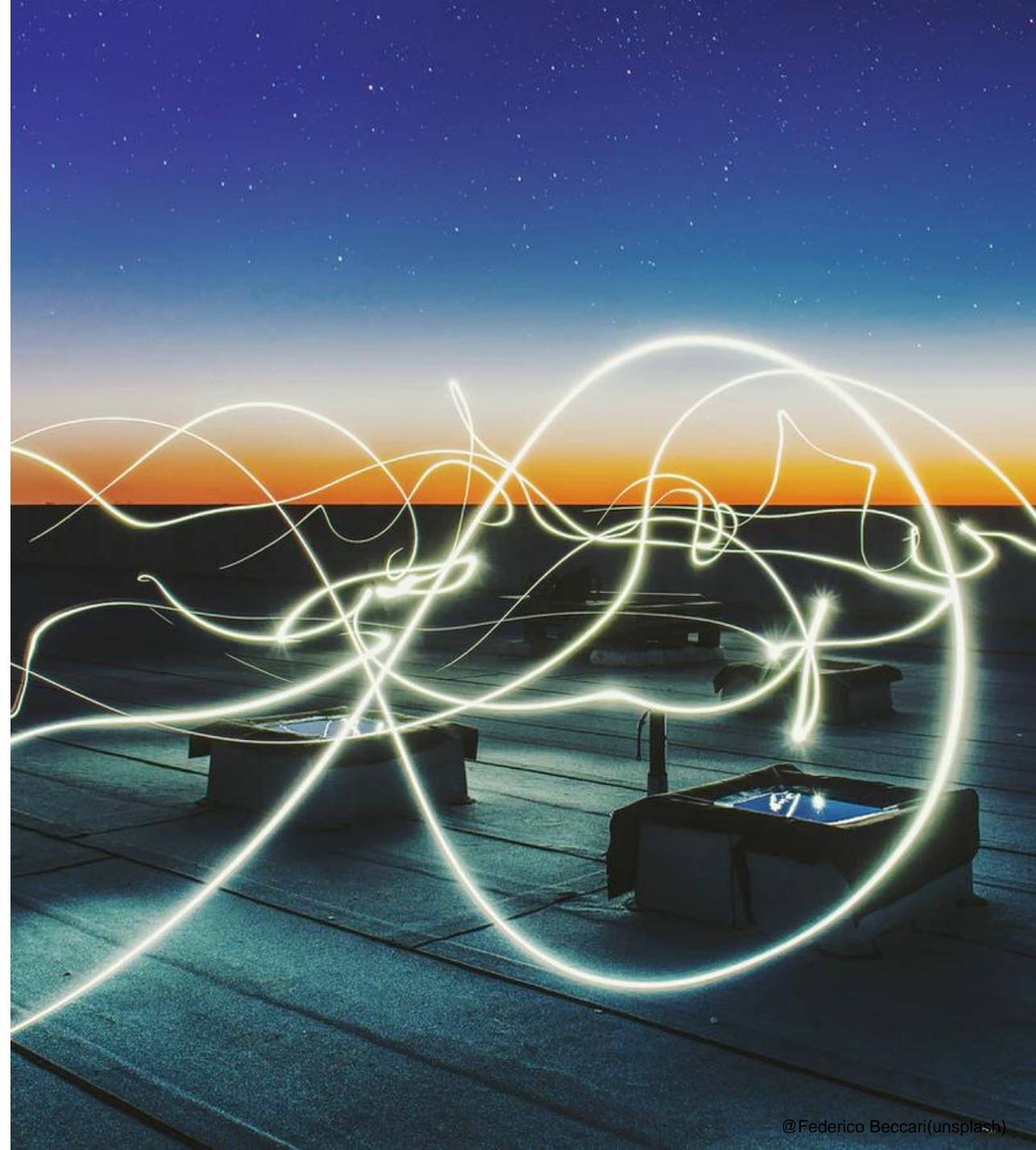


Hochschule  
München  
University of  
Applied Sciences

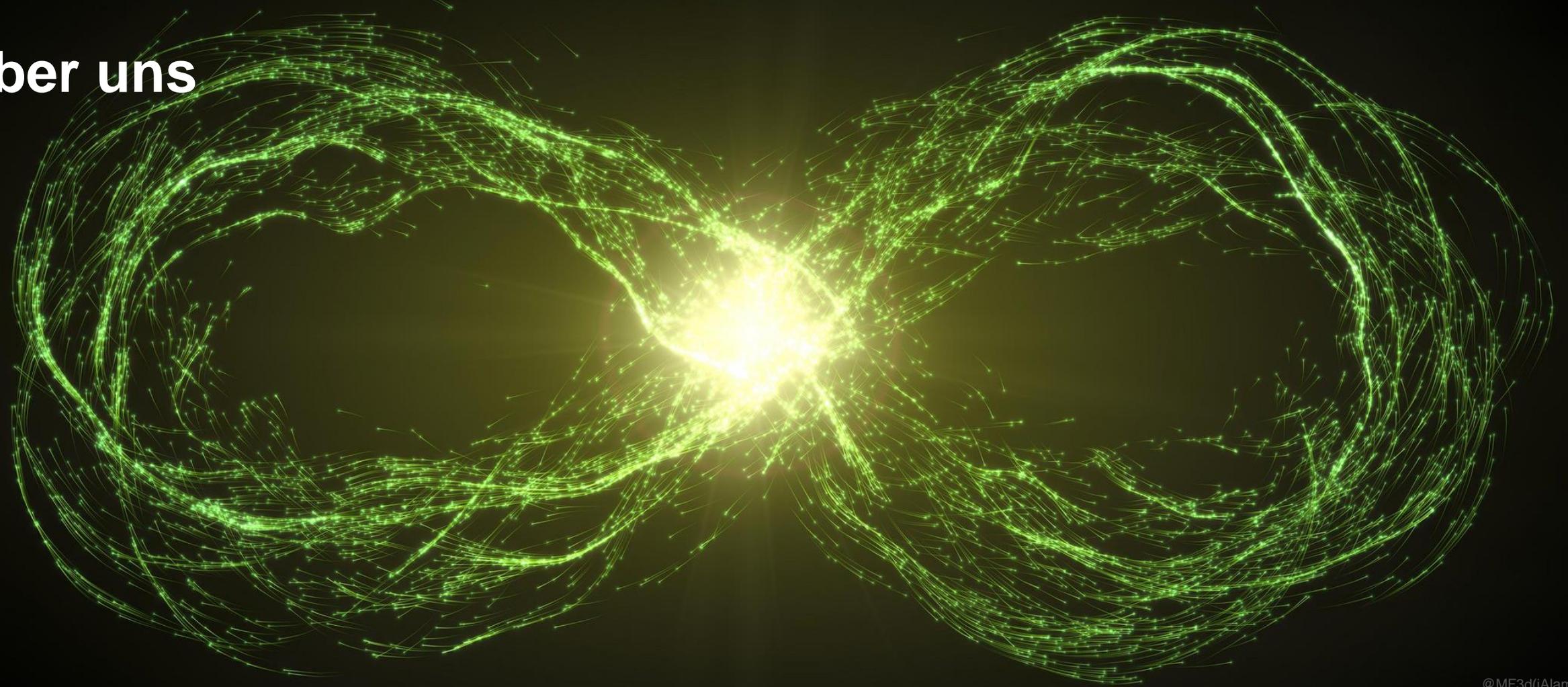
# ISES

## Institut für Nachhaltige Energiesysteme

Version 2021.05.20

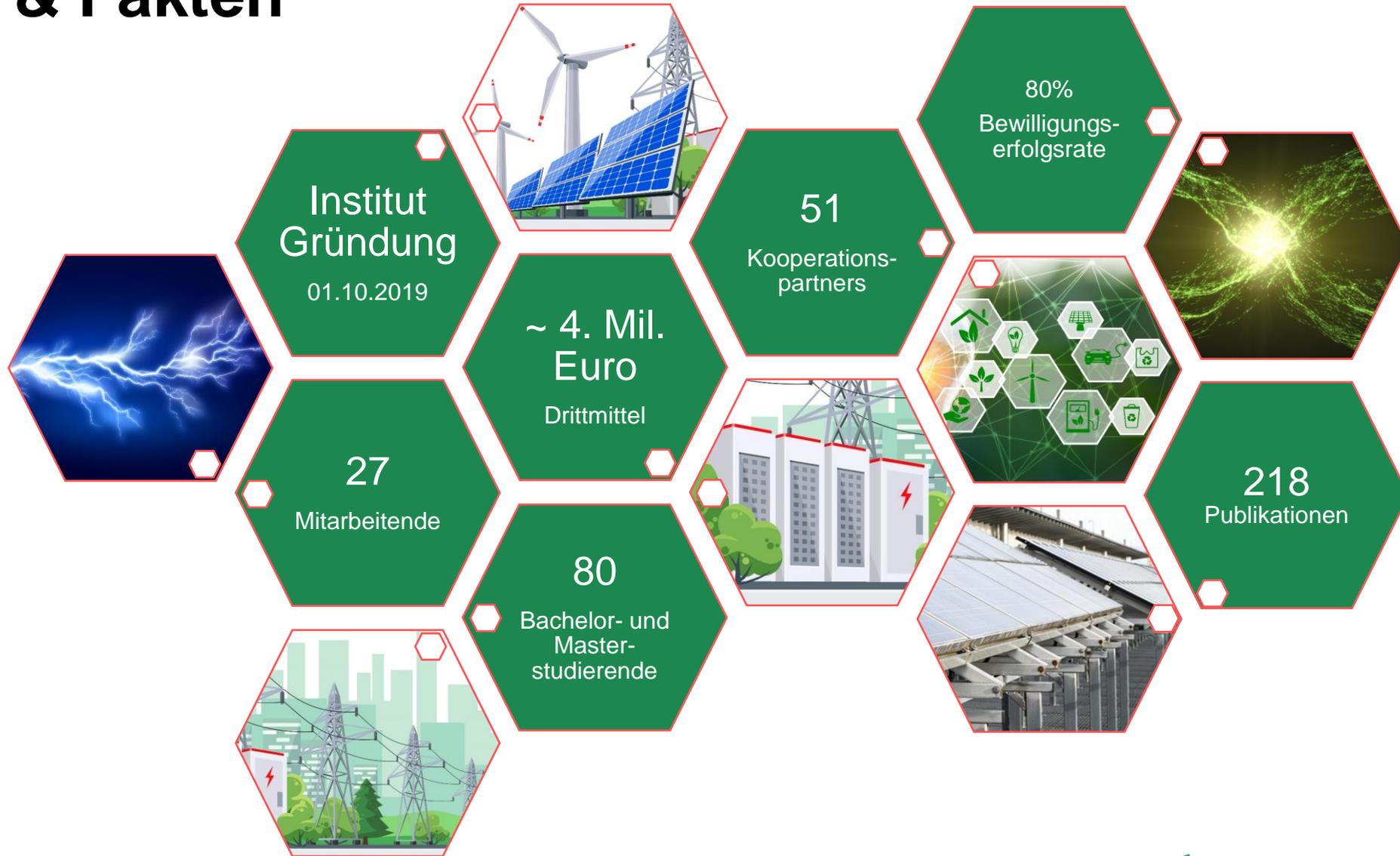


# Über uns



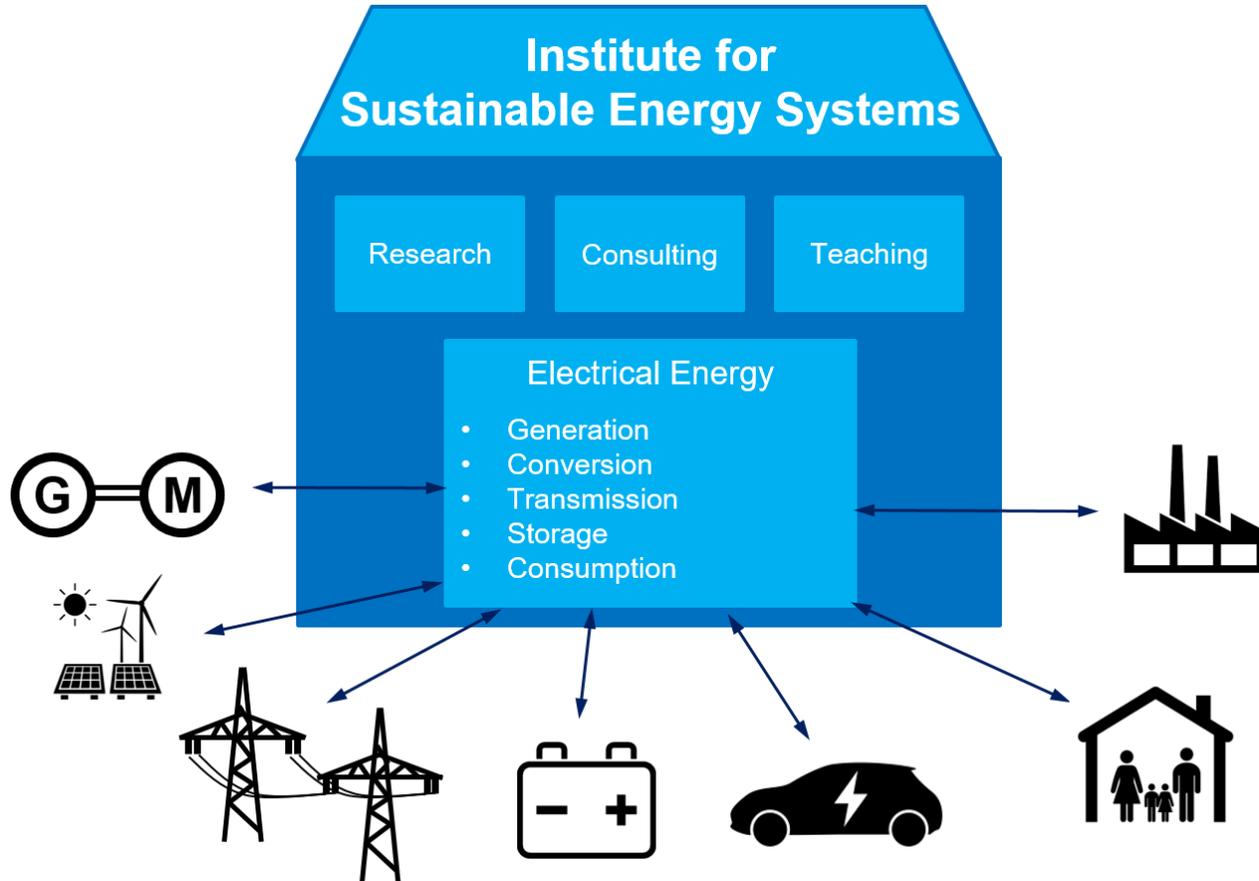
@MF3d(iAlamy)

# Zahlen & Fakten



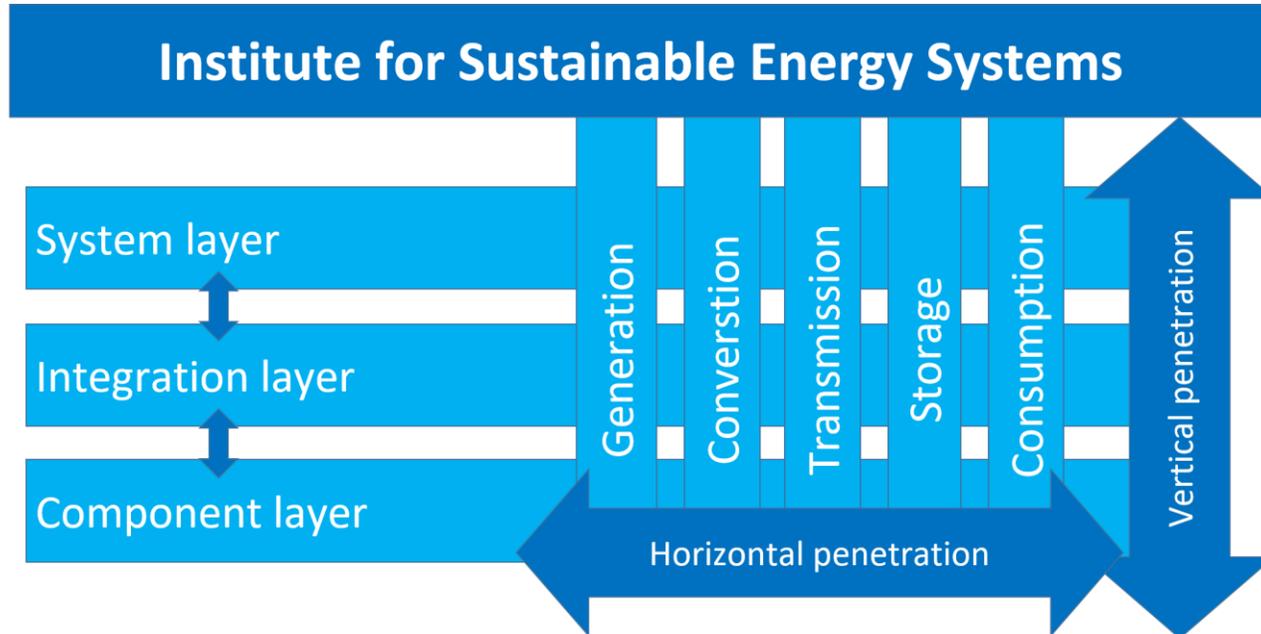
Status 19.04.2021

# Unsere Mission



- Wir leisten durch eigene Forschungs-, Beratungs- und Lehrtätigkeit einen wesentlichen Beitrag zu einer effizienteren, nachhaltigeren und ressourcenschonenderen Energieversorgung und –nutzung
- Die Umsetzung der globalen Klima- und Energieziele ist einen unseren Prioritäten
- Nachhaltigkeit ist unser Schwerpunkt

# Unsere Expertise



- Wir forschen zu elektrischer Energiewandlung, -verteilung und -speicherung
- Wir erforschen Energiesysteme ganzheitlich von der Komponente bis zum System und über alle Stufen der Wertschöpfungskette hinweg, von der Erzeugung bis zum Verbrauch

# Unser Team

## Leitungsteam und Forschungsbereiche

- Florentina Alecu  
Geschäftsführerin/ Forschungskoodinatorin



- Oliver Bohlen  
„Elektrische Energiespeicher“



- Christoph Hackl  
„Mechatronische und regenerative Energiesysteme“



- Herbert Palm  
„Systems Engineering“



- Simon Schramm  
„Solartechnik und Energietechnische Anlagen“



- Stephanie Uhrig  
„Elektrische Energietechnik“



## Unsere wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter



# Unsere Forschungsbereiche



@Riccardo Annandale(unsplash)

# Fachgebiete



Elektrische  
Energiespeicher



Mechatronische  
und regenerative  
Energiesysteme



Systems  
Engineering



Solartechnik und  
Energietechnische  
Anlagen



Elektrische  
Energietechnik

# Elektrische Energiespeicher



- Der Forschungsbereich elektrische Energiespeicher befasst sich mit Systemen zur Speicherung elektrischer Energie - vorrangig Batterien - und den jeweiligen Anwendungen wie Elektrofahrzeugen, Heimspeichern, E-Bikes etc.
- Thematisch liegt der Schwerpunkt auf der Batteriesystemtechnik, also alles was dazugehört, um aus Batteriezellen ein funktionierendes Gesamtsystem zu machen. Dazu gehören vor allem:
  - **Batteriecharakterisierung** wie Puls- und Kapazitätstests, Impedanzspektroskopie, thermische Analyse
  - Modellierung und Simulation des elektrischen, thermischen und Alterungsverhaltens mit Tools wie Modelica, Python und Matlab / Simulink
  - **Batteriemanagement** und Algorithmen zur Überwachung des Ladezustands und des Gesundheitszustands, des Energiemanagements und des optimalen Energieflusses in Speichersystemen
  - **Batterieelektronik**, Prototyping für Batteriesysteme und BMS-Elektronik für E-Bikes und andere Anwendungen

# Mechatronische und regenerative Energiesysteme



- Die Forschungsgruppe konzentriert sich auf: Systemmodellierung, Identifizierung, Fehlererkennung, Zustandsüberwachung und Steuerung von mechatronischen und erneuerbaren Energiesystemen
- Besondere Interessen sind Effizienz, Fehlertoleranz, Intelligenz, Robustheit und Zuverlässigkeit der betrachteten selbstlernenden Systeme und Komponenten
- Die interdisziplinäre Expertise der Gruppe vereint die Ingenieurdisziplinen elektrische Antriebe, Leistungselektronik & Mechatronik sowie die mathematischen Disziplinen Regelungs- und Systemtheorie
- Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich mit
  - der Modellierung und Analyse des zukünftigen Stromnetzes als Vierleiter-Dreiphasen-System (einschließlich Oberwellen und beliebiger Fehler) und
  - Modellierung, Steuerung und Regelung der elektrischen Komponenten von Elektrofahrzeugen, Biogas-, Flugwindkraft-, Geothermie-, und klassischen Windkraftanlagen und Wellenkraftwerken
- Weitere Informationen finden Sie unter <https://lmres.ee.hm.edu/>.

# Systems Engineering



- Die Forschungsgruppe „Systems Engineering“ konzentriert sich auf Methoden und Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und multikriteriellen Optimierung komplexer Systeme
- Besonderes Interesse gilt der Entwicklung effektiver und effizienter Suchalgorithmen zur Identifizierung nicht dominierter („paretooptimaler“) Systemlayouts für eine hohe (größer als zehn) Anzahl von Entwurfsfreiheitsgraden
- Das interdisziplinäre Know-how der Gruppe verbindet technische Ingenieurdisziplinen wie Energietechnik, Maschinenbau und Informatik mit methodischen (INCOSE) Systemtechnikkompetenzen
- Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich mit
  - Paretooptimales Layout von sektorgekoppelten, dezentralen, nachhaltigen Energiesystemen für Szenarien mit mehreren Anwendungsfällen
  - Paretooptimale Stromfluss-Betriebsstrategien für stationäre Batterie-Energiespeichersysteme (BEESs)
  - Hyper-Space-Exploration für ein hocheffektives und effizientes Layout von Hyperparametern für neuronale Netze

# Solartechnik und Energietechnische Anlagen LSE

- Die Forschungsgruppe „Solartechnologie und elektrische Energiesysteme“ LSE konzentriert sich auf Themen, die für die „Energiewende“ relevant sind:



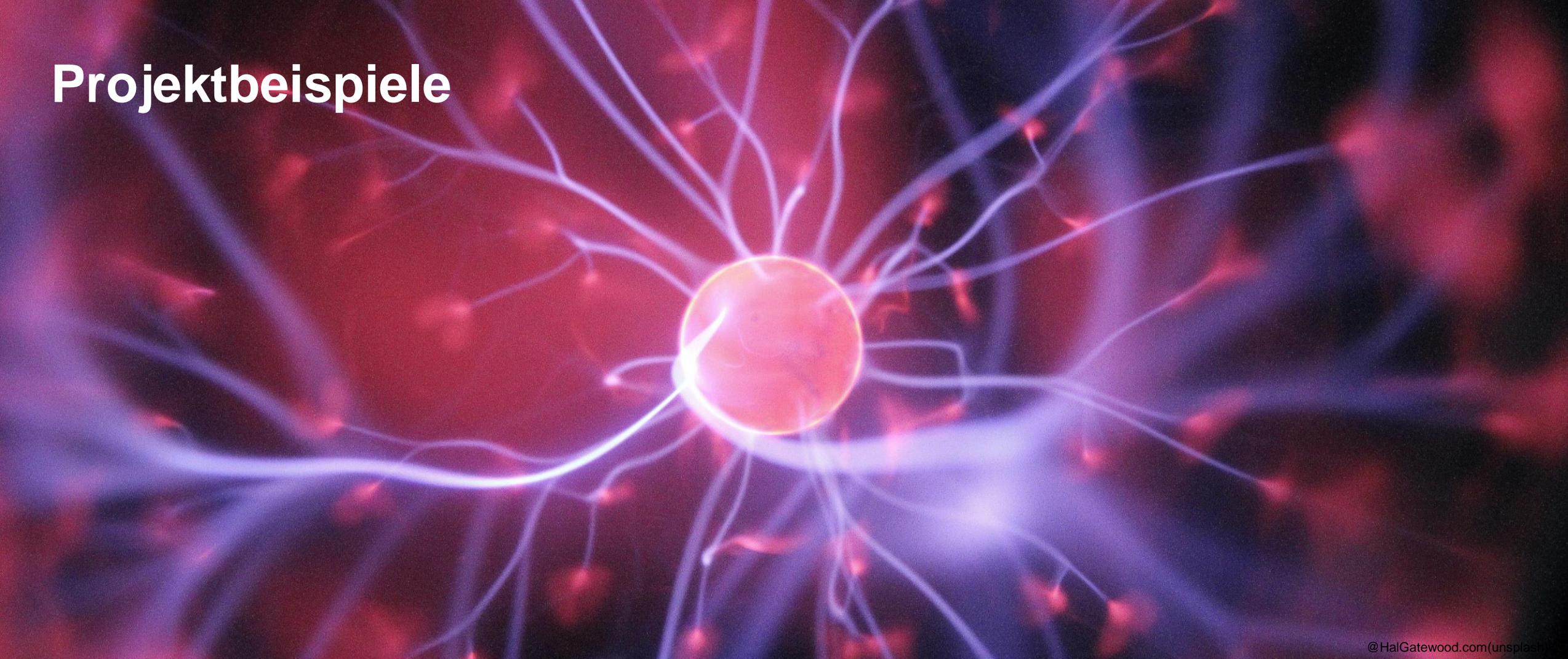
- **Solarenergie**, z.B. beschleunigter Lebensdauertest, z.B. Vehicle-Integrated PV, kostengünstige, automatisierte Betriebsführung, Systemdesign und -betrieb
  - **Leistungselektronik** zur Anbindung von DC-Betriebsmitteln an DC- und AC-Verteilssysteme, mit galvanischer Isolierung - Entwurf, Steuerung, Test, Betrieb (z.B. mit prädiktiver Steuerung basierend auf analytischen Gleichungen)
  - **Energieeffizienz**, z.B. Datenerhebung und datenbasierte Analyse des Energieverbrauchs in kleinen bis komplexen Gebäudesystemen
  - **Energiesystemmodellierung**, z.B. Systemplanungswerkzeug für Energiesysteme mit hoher Durchdringung erneuerbarer Erzeugung, einschließlich Sektorkopplung, und deren Steuerung
- Alle Themen umfassen Theorie und Praxis, angewandte Forschung, einschließlich z.B. Modellierung, automatisierte Datenanalyse, Rapid Prototyping und Test, also Theorie und Validierung (Praxis)

# Elektrische Energietechnik



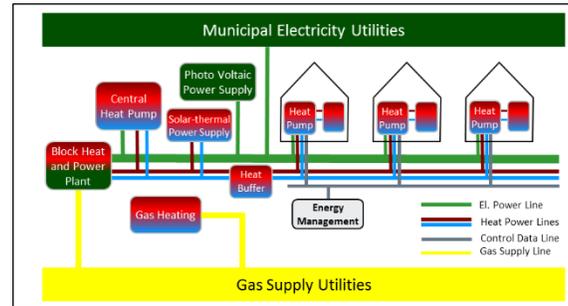
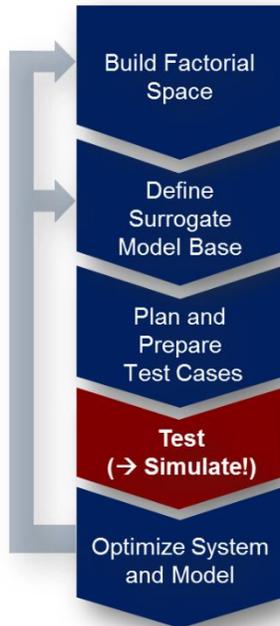
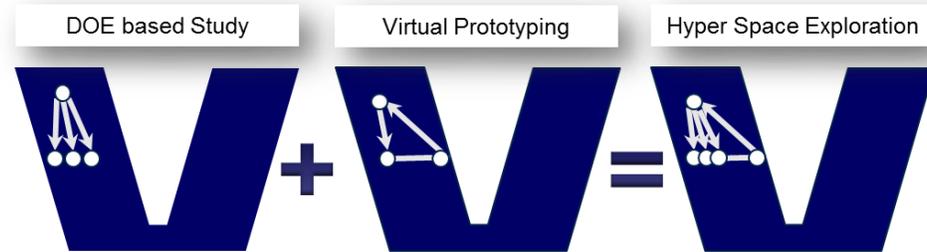
- Diagnostik und Zustandsbewertung von Betriebsmitteln der Energietechnik:
  - Geräte in unserem Stromnetz sind Belastungen und Belastungen ausgesetzt, die zu Alterung oder auftretenden Defekten führen
  - Unter Verwendung diagnostischer Messungen ist es möglich, den Zustand des Geräts zu beurteilen, d. H. Den Alterungsgrad abzuschätzen und mögliche Fehlerursachen frühzeitig zu identifizieren
- Steuerbare Lasten im Verteilungsnetz:
  - Smart Grids von morgen sind nur durch eine höhere Effizienz und eine optimierte Nutzung bestehender Strukturen erreichbar
  - Ein vielversprechender Ansatz verwendet steuerbare Lasten (zeitflexible Verbraucher) im Vertriebsnetz
  - Der Energieverbrauch verschiebt sich auf Zeiten mit Energieüberschuss

# Projektbeispiele



@HalGatewood.com(unsplash)

# Engineering komplexer Systeme



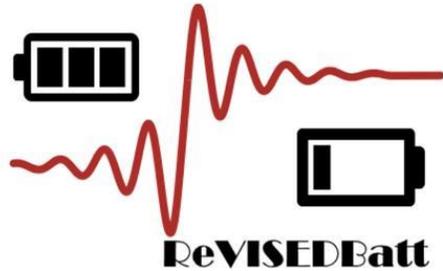
- Der Einstieg in neue Technologien umfasst:
  - Große Menge unbekannter Lösungen
  - Fehlender „Proof-of-Concept“
- Durch die Erweiterung des V-Modells können damit verbundene Unsicherheiten verwaltet werden
- „Hyper Space Exploration“ ist eine multikriterielle Kompromissanalyse, die Folgendes verwendet:
  - Design eines (virtuellen) Experiments
  - Ersatzmodellierung
  - Modellgetriebene Systemoptimierung
- Unsere Anwendungen:
  - Nachhaltige Energiesysteme
  - Automotive Top-Level-Design (FEVs)
  - Komplexes Controller-Design

# Intelligente mechatronische und regenerative Energiesysteme



Prof. Dr.-Ing. Christoph M. Hackl

# Erkennung und Lokalisierung mechanisch bedingter Schäden in Lithium-Ionen-Batterien (ReVISED Batt)

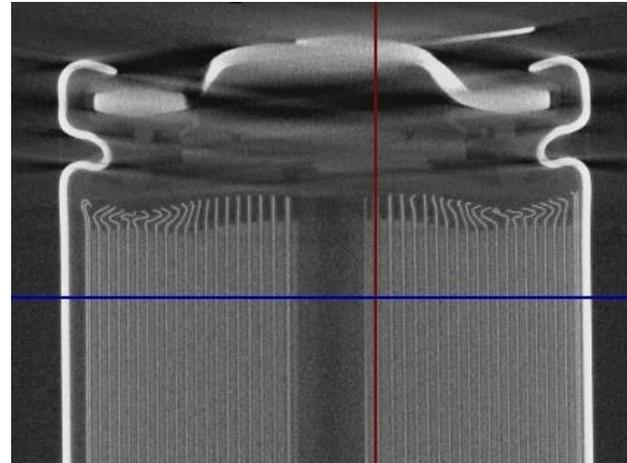


## Forschung:

- Realistische mechanische Beanspruchungen wie Stöße, Vibrationen und äußere Kräfte
- Schäden an Zellen- und Modulkomponenten
- Auswirkungen auf das Betriebs- und Alterungsverhalten
- Erkennungsmethoden

## Ziele:

- Kenntnis der Schadensmechanismen
- Entwicklung neuartiger Früherkennungsmethoden
- Online-Anwendung in Batteriemanagementsystemen



## Projekt:

- Laufzeit: 2017/09 – 2021/03
- Mitarbeiter: ein wissenschaftlicher Mitarbeiter, studentische Hilfskräfte

Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag



Prof. Dr.-Ing. Bohlen

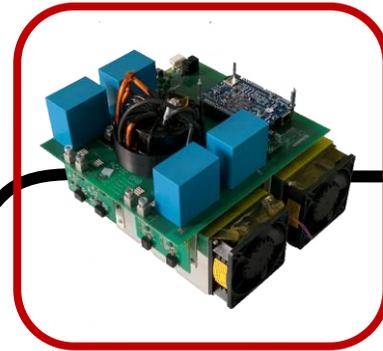


# Universelle Anbindung von Batteriespeichern aus Elektrofahrzeugen für Stationäre Anwendungen (UnABESA)

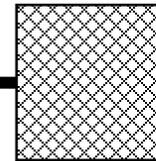
Second-Life-Anwendungen  
für Traktionsbatterien



Plug & Play  
Kupplungselement



AC-Grid



Forschungsschwerpunkte:

- Universelle Architektur für verschiedene Batterien und Anwendungen
- Hocheffiziente Leistungselektronik mit innovativer Steuerung
- Optimierter Energiefluss in heterogenen Batteriesystemen

Anwendungen

- Frequenzregelung
- Peak shaving
- Dezentrale Speicherung

Herausforderungen

- Kein standardisiertes Design
- Unterschiedliche Batterieeigenschaften
- Kosten

Projekt:

- Laufzeit: 2017/06 – 2020/12
- HM-Mitarbeiter:  
zwei wissenschaftliche Mitarbeiter, studentische Hilfskräfte

Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag



**Inductron**<sup>®</sup>  
Inductive Electronic Components GmbH

# Private Grid-Kopplung

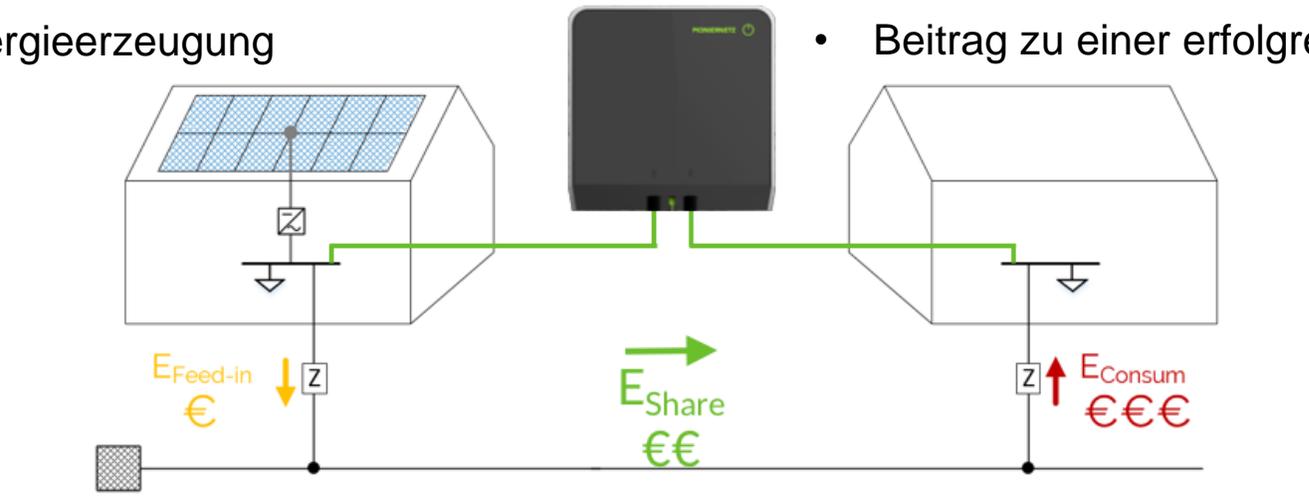
## PIONIERKRAFT

### Harte Fakten

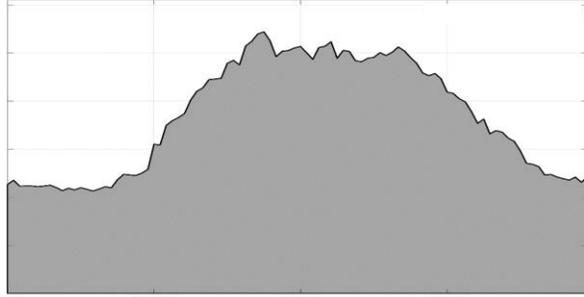
- Netz parallel
- Galvanisch isoliert
- Überschüssige Energie übertragen
- Abhängig von Energieerzeugung und -verbrauch

### Mehrwert für den Kunden

- PV-Anlage ist rentabler
- wirtschaftliche Vorteile für Hersteller und Empfänger
- mehr Menschen erhalten Zugang zu erneuerbaren Energien
- Beitrag zu einer erfolgreichen Energiewende



# Lastidentifikation in komplexen Gebäudestrukturen



## Ziele

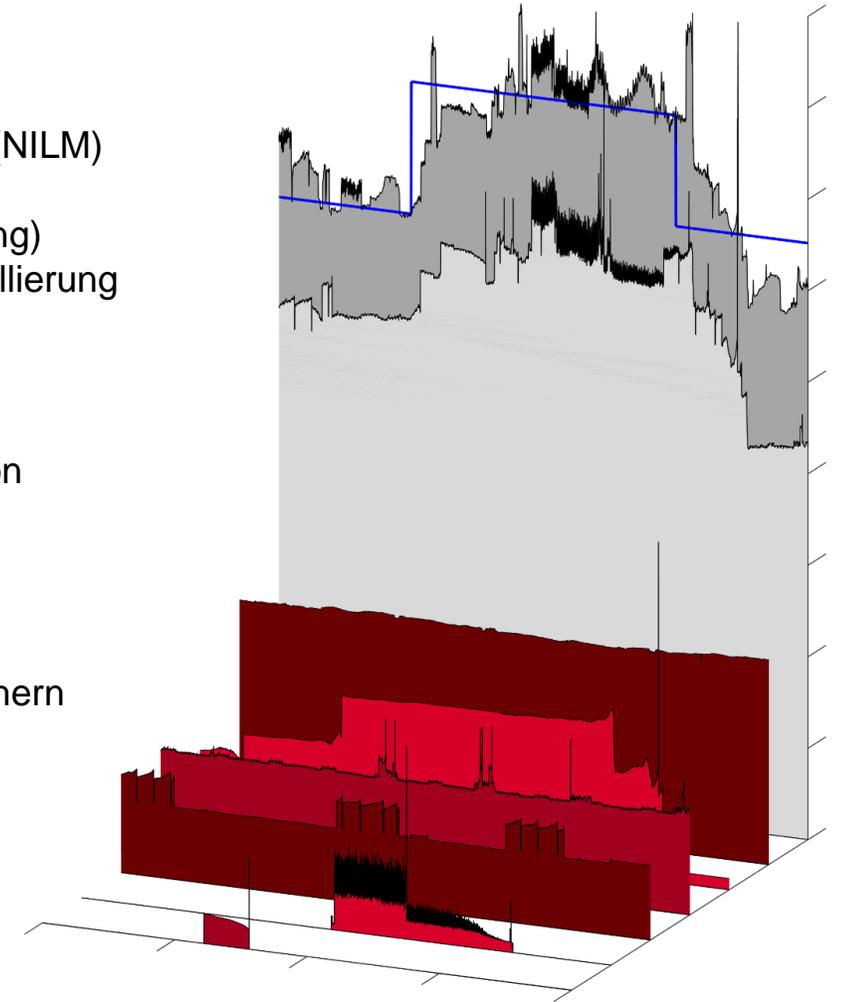
- Analyse komplexer Gebäudestrukturen
  - › Büro- und Verwaltungsgebäude
  - › Industrie & Handwerk
- Automatisierter und datenbasierter Prozess
- Identifikation der Betriebsweise wesentlicher, elektrischer Verbraucher anhand hochaufgelöster Messung des Gesamtverbrauchs

## Forschungsschwerpunkte

- Non-intrusive Load Monitoring (NILM)
- Messtechnik
- Datenanalyse (Machine Learning)
- Hochaufgelöste Lastgangmodellierung

## Anwendungsgebiete

- Energieverbrauchs-Monitoring
- Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen
- Lastspitzenreduktion
- Demand Side Management
- Auslegung und Betrieb von Erzeugungsanlagen und Speichern
- Ausfallerkennung



Supported by:



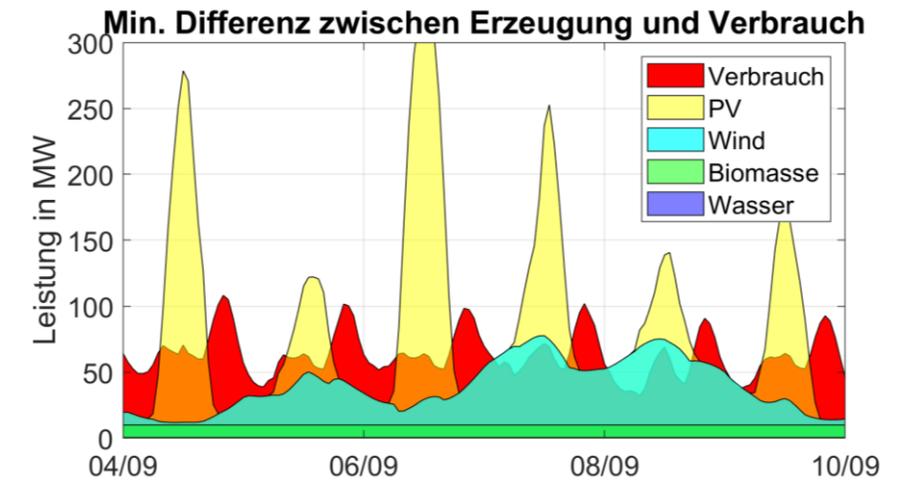
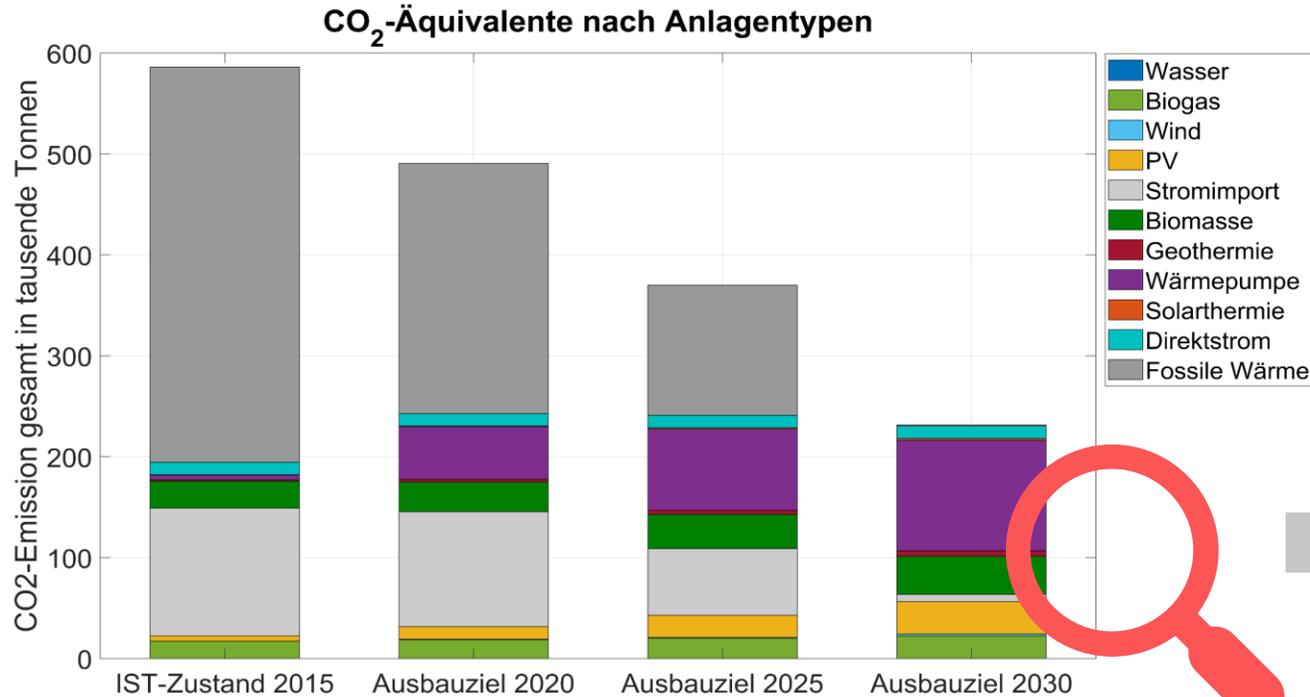
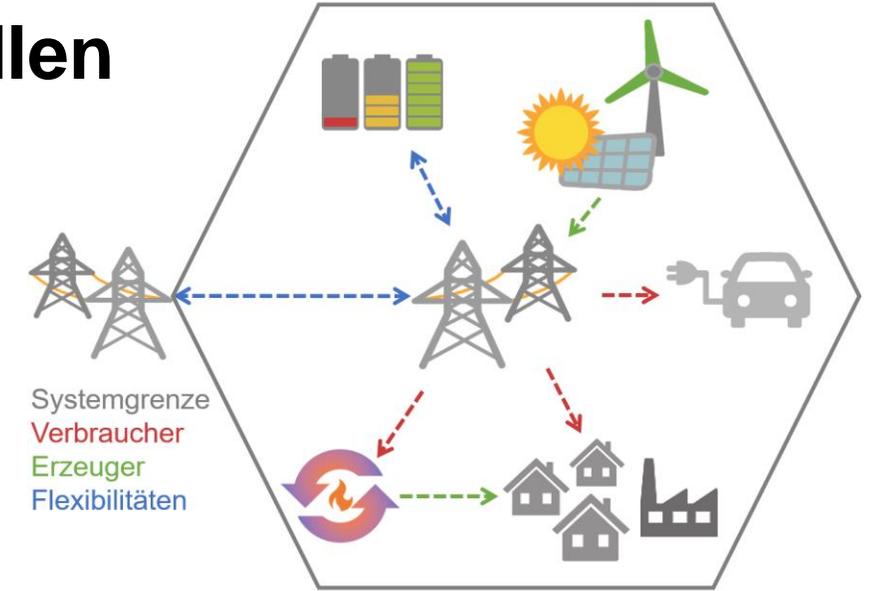
on the basis of a decision  
by the German Bundestag

**Im Rahmen des Forschungsprojekts:**  
NuData Campus - Nutzungsdaten basierte Optimierung von  
Gebäuden und Anlagen am Beispiel der Hochschule München

# opEn – Optimale Auslegung von Energiezellen

## Motivation und Ziele

- Bilanzielle Planung der Energiewende nicht ausreichend
- Entwicklung einer Werkzeugkette zur individuellen Auslegung von Energiezellen basierend auf Zeitreihensimulation und Betrachtung der relevanten Kriterien
- Partizipativer Prozess zur Einbindung der Bevölkerung in die Entscheidung über verschiedene Energiewende-Szenarien für ihre Energiezelle



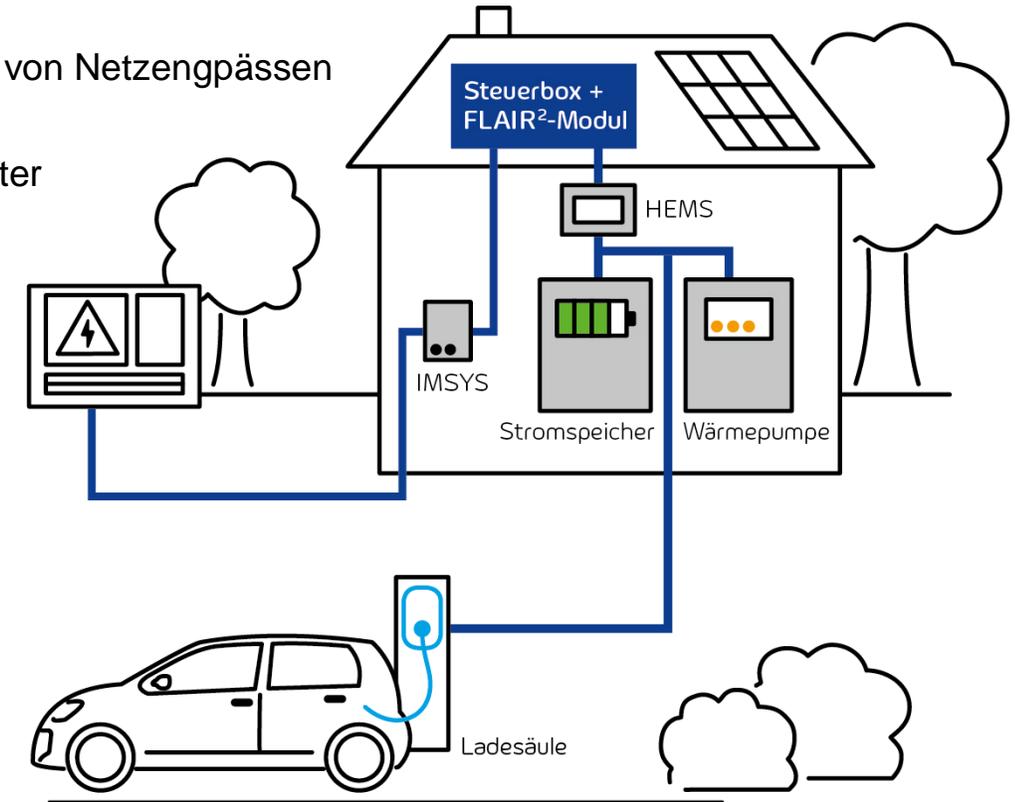
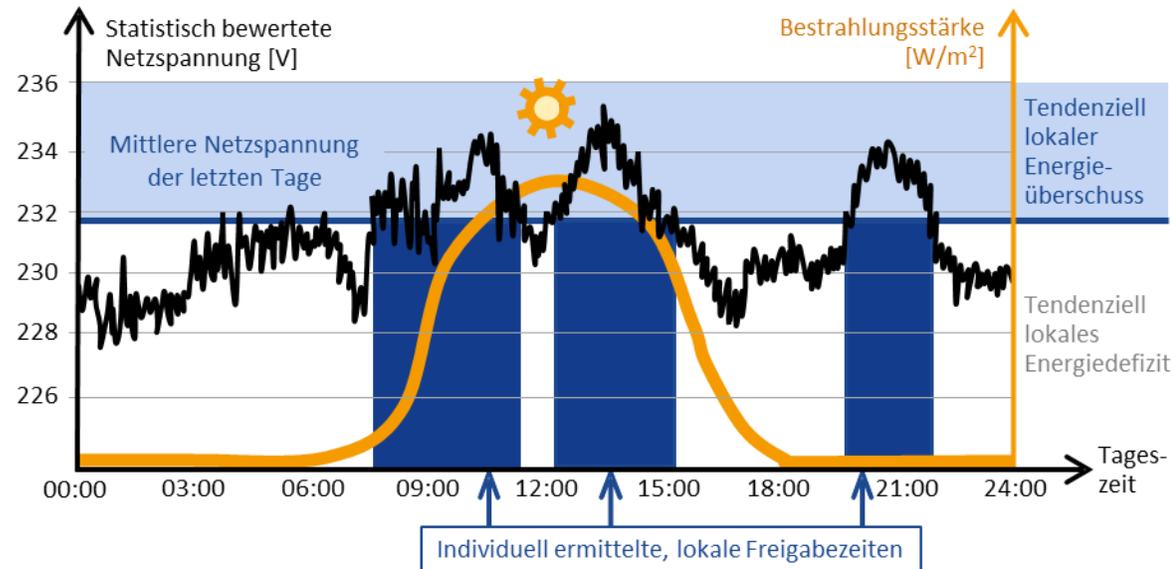
# FLAIR<sup>2</sup> - Flexible Anlagen Intelligent Regeln



## Motivation und Ziele

- Entwicklung einer dezentralen und intelligenten Steuerungslösung für steuerbare Verbrauchseinrichtungen wie Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge und Speicherheizungen in der Niederspannung
- Erstellung von individuellen Fahrplänen basierend auf dem aktuellen lokalen Netzzustand insbesondere der gemessenen Spannung am Hausanschluss
- Optimierung des Netzzustandes, Minderung von Leistungsspitzen, Vermeidung von Netzengpässen

Projekt: Dauer: Nov. 2020 – Okt. 2023, Mitarbeitende an HM: zwei wissen. Mitarbeiter



# Zustandsdiagnose an rotierenden Maschinen (CarpeDiem)

## Forschungsziele

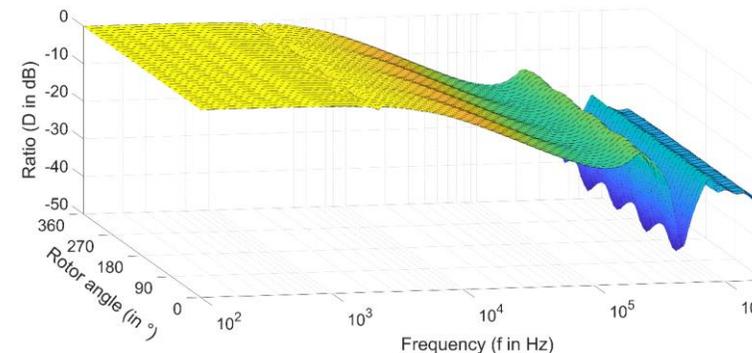
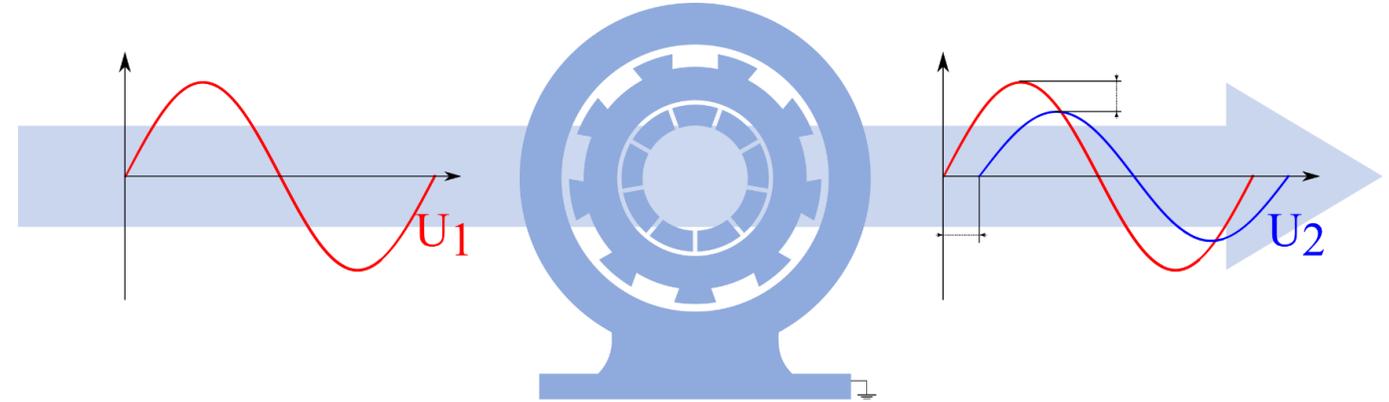
- Entwicklung einer einfach anwendbaren Methode zur Zustandsdiagnose
- Frequenzganganalyse (FRA) zur zuverlässigen Detektion typischer Fehler

## Herausforderungen

- Charakteristisches Verhalten definieren
- Einflussfaktoren identifizieren und Reproduzierbarkeit sicherstellen
- Allgemeingültige Modellierung Frequenzantwort

## Applications

- Unterschiedliche Maschinentypen und Leistungsklassen
- Detektion z.B. von Stabbrüchen oder Windungsschlüssen
- Regelmäßige Zustandsdiagnose



## Projekt

- Zeitraum: April 2020 – März 2022
- Mitarbeitende an der HM: ein wissenschaftlicher Mitarbeiter

# Weitere Projektbeispiele

- BaPoBs - Batteriealterung und Pareto-optimale Betriebsstrategie (Prof. Dr.-Ing. Oliver Bohlen and Prof. Dr. Herbert Palm)
- ifMMCC - Intelligente und fehlertolerante Modular-Multilevel-Cascade-Converter für zukünftige erneuerbare Energiesysteme unter beliebigen Netzfehlern (Prof. Dr.-Ing. Christoph Hackl)
- e-TWINS - Ganzheitliche Zwillinge für die elektrischen Subsysteme und die Netzanbindung (Prof. Dr.-Ing. Christoph Hackl)

**Vielen Dank!**

