

# SACHSTAND UND PERSPEKTIVEN

29.09.2025

Prof. Dr. Steffen Hütter

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes als Projektkoordination

# FORSCHUNG FÜR DIE SAARLÄNDISCHE ENERGIE LANDSCHAFT

## ENERGIE-GEWINNUNG



► Digitalisierung, Überwachung und Optimierung

## ENERGIE-TRANSPORT UND-SPEICHERUNG



► Monitoring-Systeme und sensorbasierte Überwachung der Infrastruktur

## ENERGIE-VERBRAUCH



► Bedarfsanalyse und Geschäftsmodelle



## MOTIVATIONS- UND AKZEPTANZFORSCHUNG

► Einstellung der Bürger\*innen zu Energiethemen  
Anforderungen und Erwartungen großer Energiebetreiber und -verbraucher

## ENERGIE-MATERIALIEN



## REGULATORISCHER RAHMEN



ENTWICKLUNG  
VON **ENERGIE-SZENARIEN**  
Erstellung von **Prognosen** und **Vorhersagen**

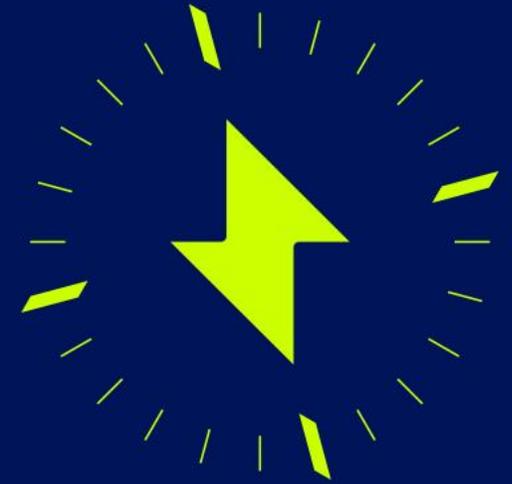
## SYSTEM-MODELLIERUNG

► Für eine **intelligente, sichere, robuste** und **resiliente** Energie-Transformation im Saarland.

htw saar



UNIVERSITÄT  
DES  
SAARLANDES



dfki  
ai

IZES

Institut für ZukunftsEnergie-  
und Stoffstromsysteme

# Agenda

1. Aktueller Sachstand (Projektstart Juli 2025)
2. Ausblick: Forschungsinhalt bis Ende 2026 (Phase 1)
3. Fragen/Hinweise/Anregungen

# Aktueller Sachstand

1

# Bereits durchgeführte Aktivitäten



## Kompetenzfeld 1: Multi-Energiesysteme

- Inhaltliche Aktivitäten
  - Aufbau einer Projektinternen Arbeitsschrittdokumentation anhand von Technical Reports
  - Aufbau und Testen eines Softwareframeworks zur Erstellung von Digitalen Zwillingen
- Beantragung von Fördermitteln auf Bundesebene
  - Digitale Zwillinge für Stromversorgungsnetze (DT4Grid): Aktueller Stand: Erarbeitung der Projektskizze
- Beantragung von Fördermitteln EU-Ebene
  - Batterieforschung (zusammen mit KIST-Europe): Aktueller Stand: eingereicht (in Bewertung)
- Besuch von Messen/Teilnahme an Veranstaltungen
  - LHS SB, Online Bizz Tech, EDIH Online, ENOVOS Online, Korean Summer School bei Triathlon, DFKI interne Vorträge, FGH-Fachtagung in Mannheim

# Bereits durchgeführte Aktivitäten



UNIVERSITÄT  
DES  
SAARLANDES

Leichtbausysteme

## Kompetenzfeld 2: Energie-Infrastrukturen

- Wasserstoff (Speicher, Pipelines):
  - H<sub>2</sub>-Versprödung, Bruchmechanik, Digitaler Zwilling, Monitoring, Schweißnähte, CT
- Windenergieanlagen:
  - Monitoring der Rotorblätter (Multimaterial), Bruchmechanik
- Direct reduced iron (DRI):
  - Untersuchung mit Beteiligung von CT und anderen zfP-Methoden

# Bereits durchgeführte Aktivitäten

ingenieur  
wissenschaften  
htw saar

**IZES**

Institut für ZukunftsEnergie-  
und Stoffstromsysteme

Hochschule für  
Technik und Wirtschaft  
des Saarlandes  
University of  
Applied Sciences

## Kompetenzfeld 3: Energie-Systemanalyse

- Sichtung und Erprobung von Open-Source Optimierungsmodellen der Energiesystemanalyse
- Austausch zu Themen Szenario und Daten
- Austausch mit Kompetenzfeld 5 zu Datenerhebung von relevanten Stakeholdern
- Sichtung und Eingrenzung bestehender Global-, EU- und Bundesszenarien für die im Projekt geplante Fragestellungen
- Definition und Entwicklung von Agenten gestartet
- Gemeinsame Betreuung von Prof. Frey und Prof. Deissenroth-Uhrig der Dissertation von Herrn Mantke

# Bereits durchgeführte Aktivitäten



## Kompetenzfeld 4: Energie-Materialien

- **Inhaltliche Aktivitäten**
  - Systematische Literaturrecherche
  - Etablierung der synthetischen sowie analytischen Methoden
  - Umfassende Vorbereitung und Einrichtung aller notwendigen experimentellen und analytischen Methoden
- **Konferenzen:**
  - 76th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (07.09.2025-12.09.2025, Mainz)
  - Direct Lithium-Extraction (DLE) Symposium (09.10.2025-10.10.2025, Karlsruhe)
- **Beantragung von Fördermitteln auf Bundesebene**
  - Aufforderung zum Vollantrag Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), Titel "SAFE-CO2" – Switchable Adsorber in a Structured Bed for the Energy-Efficient CO2-Capture

# Bereits durchgeführte Aktivitäten

**htw saar**

Hochschule für  
Technik und Wirtschaft  
des Saarlandes  
University of  
Applied Sciences



## Kompetenzfeld 5: Governance & Akzeptanz

- **Projektmanagement:**
  - Organisation der Zusammenarbeit im Konsortium, Festlegung von Arbeitsprozessen, Vorbereitung von Steuerkreissitzungen
- **PR & Kommunikation:**
  - Beauftragung einer Kommunikationsagentur
  - Erarbeitung Kommunikationsstrategie und eines Corporate Designs mit dem Ziel, EnFoSaar als Marke zu etablieren
  - Erarbeitung eines Customer Relationship Managements
  - Erstellung einer Messen- und Kongresskalenders
- **Veranstaltungsmanagement:**
  - Konzepterstellung und Gesamtorganisation für den Projektstand bei der Veranstaltung am Tag der Deutschen Einheit
- **Akzeptanzforschung**
  - Austausch mit KF2 und KF3 zur Datenerhebung von relevanten Stakeholdern

# Kooperations- themen Phase 1/x



## Sensorbasiertes Echtzeit-Monitoring von Energieinfrastrukturen

Der Einsatz **digitaler Zwillinge** und **KI-gestützter Analysen** zur **Überwachung und Optimierung** komplexer Energiesysteme.



## Sozio-ökonomische Simulationen der Transformation

Die Untersuchung von **Investitionsdynamiken und Akteursverhalten** mittels Multiagentensystemen zur Gestaltung **nachhaltiger Geschäftsmodelle**.



## Thermochemische Wärmespeicherung

Die **Entwicklung effizienter Speichermaterialien und -systeme** zur flexibleren Nutzung erneuerbarer Wärmequellen.



## Sichere und robuste Wasserstoff-Systeme

Die **Entwicklung neuer Sensortechnologien und innovativer Materiallösungen** zur sicheren Nutzung und Speicherung von **Wasserstoff**.



## Carbon-Capture-Systeme

Die **Erforschung neuer, energieeffizienter Materialien zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung** und die Analyse von Geschäftsmodellen für einen CO<sub>2</sub>-Handel zur Erreichung negativer Emissionen.



© Saarland M. 2018

**WERDE ENERGIEWENDE-BEGLEITER & BOTSCHAFTERIN!**

# DEM AUFBRUCH ENERGIE GEBEN.

enfosaar.de

Gefördert aus dem Transformationsprogramm Forschung und Wissenstransfer Saar durch:

Ministerium der Finanzen und für Wissenschaft SAARLAND




**EnFo Saar**

htw saar UNIVERSITÄT DES SAARLANDES IZES dfki

Gefördert aus dem Transformationsprogramm Forschung und Wissenstransfer Saar durch:

Ministerium der Finanzen und für Wissenschaft SAARLAND

## FORSCHUNG FÜR DIE SAARLÄNDISCHE ENERGIE LANDSCHAFT

**ENERGIE-GEWINNUNG**

☎ ☀ 🔥

▶ Digitalisierung, Überwachung und Optimierung

**ENERGIE-TRANSPORT UND-SPEICHERUNG**

🚚 ⚡ 🔌

▶ Monitoring-Systeme und sensorbasierte Überwachung der Infrastruktur

**ENERGIE-VERBRAUCH**

🏠 🏡 🏢

🚗 🏭 🚚

▶ Bedarfsanalyse und Geschäftsmodelle

🗣️ 👤 **MOTIVATIONS- UND AKZEPTANZFORSCHUNG** ▶ Einstellung der Bürger\*innen zu Energiethematik, Anforderungen und Erwartungen an der Energiebetreiber und -verbraucher

**ENERGIE-MATERIALIEN**

🔋 ♻️ ☁️ CO<sub>2</sub>

**REGULATORISCHER RAHMEN**

§ € 🤝

**EnFo Saar**

**ENTWICKLUNG VON ENERGIE-SZENARIEN** ▶ Erstellung von Prognosen und Vorhersagen

**SYSTEM-MODELLIERUNG** ▶ Für eine intelligente, sichere, robuste und resiliente Energie-Transformation im Saarland.

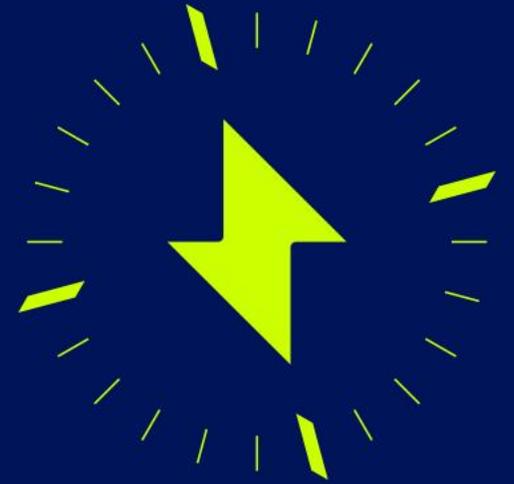
enfosaar.de



*Als Kompass der Energiewende* geben wir Orientierung und weisen nachhaltige Wege in eine bessere Zukunft.

*Gemeinsam mit Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft* machen wir das Saarland zum Vorreiter einer Transformation, die Arbeitsplätze sichert, den Strukturwandel gestaltet und Wohlstand stärkt.

*Diesem Aufbruch* geben wir unsere Energie.



# Kontaktaufnahme

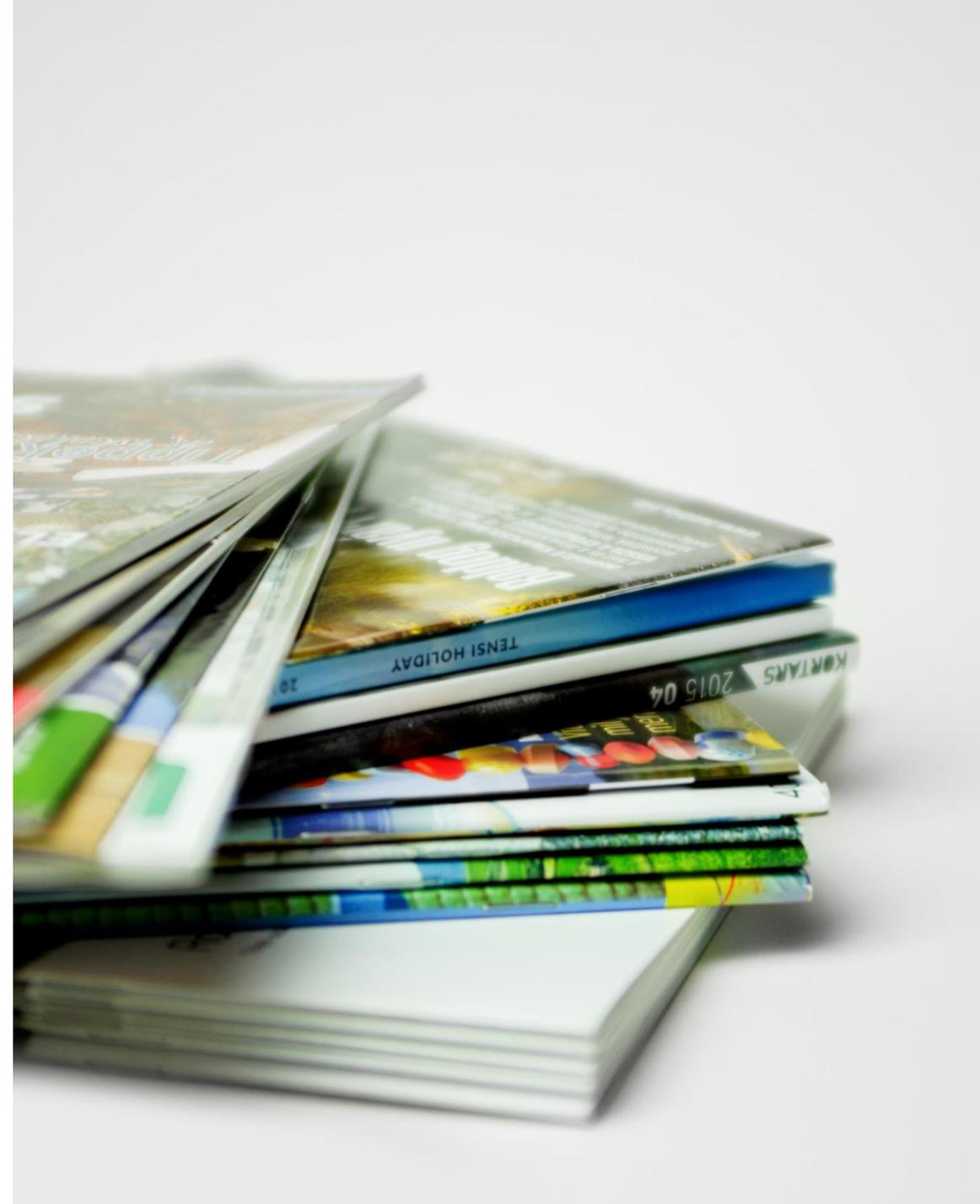
Stakeholder	Partner	Anlass
Stadtwerke Saarlouis	KF1	Projektskizze in Ausarbeitung
Stadtwerke Saarbrücken	KF1	
Stadt Saarlouis	KF1	Demonstrator Fernwärme
KIST Europe, Saarbrücken	KF1	
ENOVOS, Saarbrücken	KF1	
Stadtverwaltung Homburg/Saar	KF1	Abstimmung Potentialstudie, Auslegung Batteriespeichersystem
Moehwald GmbH, Homburg/Saar		Abstimmung Potentialstudie, Anwendungsszenarien für Brennstoffzellen und Elektrolyseure
VSE (Herr Klingler)	KF1/KF5	Abstimmung Potentialstudie, Extremwetterereignisse und Auswirkung auf Energieinfrastrukturen/ Anstoß einer Kooperation
Saarbahn	KF1	Abstimmung Abschlussarbeit, Potential von Elektrolyseur mit Batteriespeicher Windpark Freisen zur Versorgung von wasserstoffbetriebenen Bussen
SHS- Stahl-Holding-Saar	KF2	Forschungsantrag geplant
CREOS Deutschland	KF2	Forschungsantrag geplant
H2-Netzwerk	KF2	
LIST-Institut (Lux)	KF2	
Kooperation mit Tschechien, Belgien, Österreich	KF2	

# Veröffentlichungen

- **Saarene: S. Arnold, V. Presser**, *Competing ion effects and electrolyte optimization for electrochemical lithium extraction from spent lithium iron phosphate battery cathodes*, *Energy Adv.*, **2025**, Advance Article, doi:10.1039/D5YA00172B.
- **htw saar IngWi/saarene: J. Zhou, M. Deissenroth-Uhrig, M. Gallei**  
Gemeinsame Publikation „*Advances in Stimuli-Responsive Organic Molecules and Polymers towards Intelligent CO<sub>2</sub> Capture*“ in *Advanced Functional Materials* 2025; accepted (16.09.2025) DOI: 10.1002/adfm.202520959

Mit Bezug zu EnFoSaar:

- **DFKI: T.A. Schmeier, B. Brandherm, K. Krämer, S. Kilb, A. Schalk, A.-L. Peh, D. Rohrbach**. *Ontology Enhanced Gaia-X Compliant Marketplace of Digital Twins for the Energy Sector*. In: 2025 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE) - Symposium Proceedings. IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE-2025), Paris, France, IEEE, USA, 2025. [to appear]
- **DFKI: B. Brandherm, M. Vogt et al.** Künstliche Intelligenz (KI) – KI in Netzplanung und Netzbetrieb. In: *ew-Magazin*, 10/2025 [to appear]



# Ausblick: Forschungsinhalt bis Ende 2026

2

# Geplante Aktivitäten/Meilensteine bis 2026

Aktivitäten / Meilensteine	Kompetenzfelder	Datum
<b>KOMMUNIKATION/DISSEMINATION</b>		
Teilnahme an Veranstaltungen/Kongressen/ Besuch von Messen: Gemeinsame Präsentation am Tag der Deutschen Einheit	Alle	09/10/2025
Teilnahme am 12. Energiekongress (IZES)	KF1/KF3/KF5	29/09/2025
<b>INHALTLICHE ARBEITEN</b>		
Beginn Aufbau Forschungsnetzwerk Wasserstoff mit SHS, H2-Netzwerk, LIST,...	KF2	Q4/2025
Regelmäßige Workshops/Veranstaltungen zum Thema Wasserstoff/Monitoring		
Roadmap für Kooperation mit Creos erstellt (Sicherheit Pipelines: Monitoring, H2-Versprödung)	KF2	Q1/2026
Einreichung Forschungsprojekt mit Creos (Monitoring mit zfP-Methoden)	KF2	Q4/2026
Roadmap für Kooperation mit SHS erstellt (H2-Versprödung, Schweißnähte)	KF2	Q2/2026
IST-Analyse Energielandschaft (Produktion, Speicherung, Verbrauch, Distribution Saarland)	KF5	02/2026
Konzeptionierung des Expertenworkshops als Vorstufe der Befragung	KF5	12/2025
Befragung von Stakeholdern zum Thema Anforderung /Erwartung und Prognose	KF5	08/2026
Einstellungen der Bürger*innen zu neuen Energieformen (in 2 Wellen/Evolution)	KF5	06/2026 und 02/2028

# Geplante Aktivitäten/Meilensteine bis 2026

Aktivitäten / Meilensteine	Kompetenzfelder	Datum
Treffen zum <i>Kooperationsthema (C)</i> „Sozio-ökonomische Betrachtung und Simulation von Investitionsdynamiken und Akteurverhalten in Zeiten der Transformation mittels Multiagentensystemen“ mit dem DFKI	KF3	11/2025
Arbeitsbeginn Postdoc / wissenschaftliche Mitarbeiter	KF3	12/2025 / 01/2026
Literaturrecherche zu Forschungsfelder der Promovierenden abgeschlossen	KF3	04/2026
Tests des Energiesystemanalysemodells zur Optimierung von Parametern	KF3	06/2026
Erste Abbildungen sozio-ökonomischer Parameter in das agentenbasierte Simulationsmodell	KF3	12/2026
Tests zur Abbildung von Stromnetzen in Energiesystemmodell	KF3	12/2026
Basis-Szenarien und grundlegende Daten festgelegt	KF3	02/2026
Definition der Tests und notwendigen Daten zur Prüfung der Robustheit des Systems festgelegt (Black-Swan)	KF3	09/2026
Bedarf und Umfang eines physischen CO2-Handels für CCU abgeschätzt	KF3	09/2026

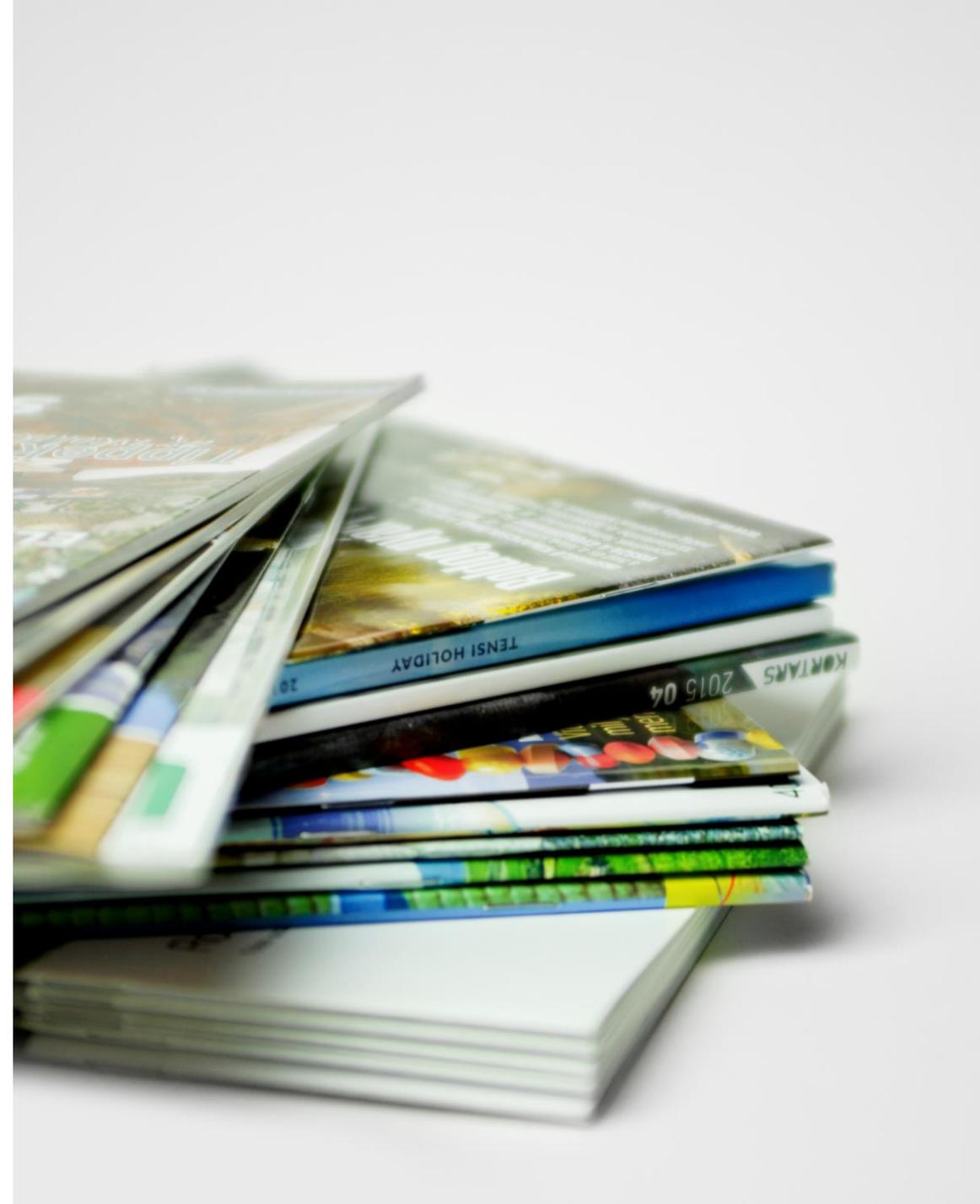
ingenieurwissenschaften  
htw saar

Hochschule für  
Technik und Wirtschaft  
des Saarlandes  
University of  
Applied Sciences

**IZES**  
Institut für ZukunftsEnergie-  
und Stoffstromsysteme

# Publikationen in Vorbereitung

- **B. Brandherm, T. Schmeier, G. Sonnenberg, M. Chikobava, A. Luxenburger, A. Ndiaye, S. Knoch, J. Findeisen, S. Manser.** *Digital Twins for Decentralized Infrared Heating Systems in the Industrial Metaverse*. In: 33rd CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE 2026), Elsevier, 2026, Abstract accepted, submitted for Review. (Partially funded by EnFoSaar)
- **L. Tadayon, G. Frey.** *Co-optimizing aFRR Energy Bidding and Intraday Trading for Battery Energy Storage Systems*. IEEE Power & Energy Student Summit (PESS) 2025, Munich, Germany. [Abstract accepted.]
- **R. Mathew, E. Abohamzeh, M. Tajik, G. Frey.** *COMSOL/Simulink-Coupling for Optimization of Sorption Heat Storage in Residential Buildings*, COMSOL Conference 2025, Amsterdam, Netherlands. [Abstract accepted.]
- **E. Abohamzeh, M. Tajik, G. Frey.** *CFD Modeling and Multi-Objective Optimization of a Segmented Open Sorption Heat Storage*, 4th International Sustainable Energy Conference (ISEC) 2026, Graz, Austria. [in progress]
- **C. Wolf, M. Schleipen, D. Penner, T. Schmitz, D. Tsakoumis, P. Eirinakis, G. Frey.** *Digital Twins for increased Sustainability in Manufacturing*, atp – magazin, Ausgabe 10/2025. [accepted]
- **E. Abohamzeh, M. Tajik, A. Yoon, G. Frey.** *Non-Thermal Equilibrium Approach to the Modeling of Sorption Heat Storage Systems*, Journal of Energy Storage. [in progress]



# Fragen/Hinweise/ Anregungen

3



[www.enfosaar.de](http://www.enfosaar.de)

**htw saar**



**IZES**  
Institut für ZukunftsEnergie-  
und Stoffstromsysteme

**dfki**  
ai

Gefördert aus dem  
Transformationsprogramm  
Forschung und Wissens-  
transfer Saar durch:

Ministerium der  
Finanzen und  
für Wissenschaft  
**SAARLAND**





**DEM  
AUFBRUCH  
ENERGIE  
GEBEN.**