



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

# INFRADAPT

Methoden für resilientes Verteilnetzmanagement in Zeiten des Klimawandels

Daniel Hauer, Siemens AG Österreich

daniel.hauer@siemens.com



**SIEMENS**



# ANZAHL AN TROPENWOCHE IN WIEN?

2000 - 2050

3

2051 - 2100

21



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

# INFRADAPT – ÜBERBLICK

MOTIVATION UND ZIEL

ERSTE ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



**SIEMENS**



# DAS INFRADAPT TEAM



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



Source: AIT / INFRADAPT

Projektzeitraum: 01.04.2024 - 30.09.2026

05.09.2024



# PROJEKTZIEL



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

Klimawandel ist eine Herausforderung  
für unsere Energieinfrastruktur.



Source: Siemens AG

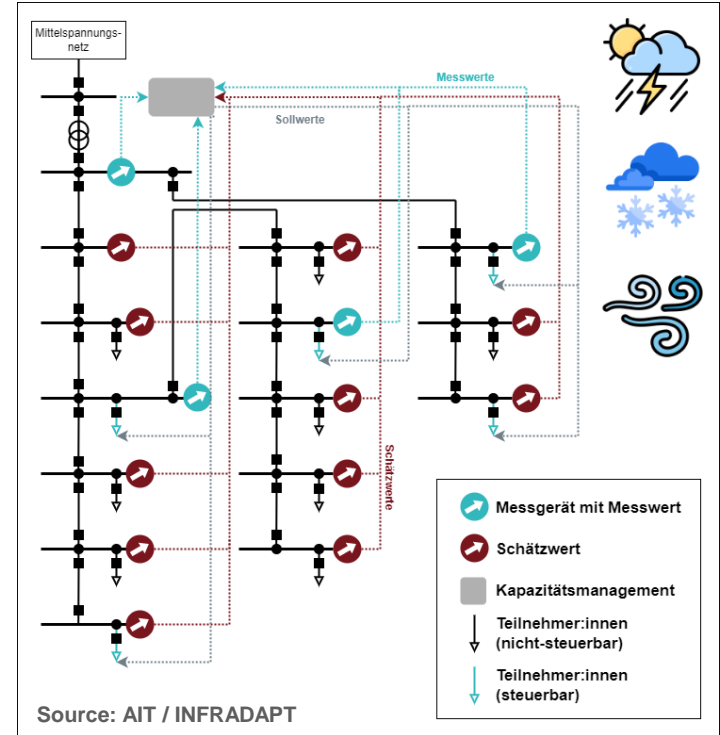
# PROJEKTZIEL

Klimawandel ist eine Herausforderung für unsere Energieinfrastruktur.

INFRADAPT entwickelt **AI-gestützte Methoden** für eine optimale bzw. maximale **Verteilung von Kapazitäten** in Niederspannungsnetzen unter der **Berücksichtigung von Klimaeffekten**.



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION





CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

# INFRADAPT – ÜBERBLICK

## MOTIVATION UND ZIEL

### ERSTE ERGEBNISSE

### ZUSAMMENFASSUNG

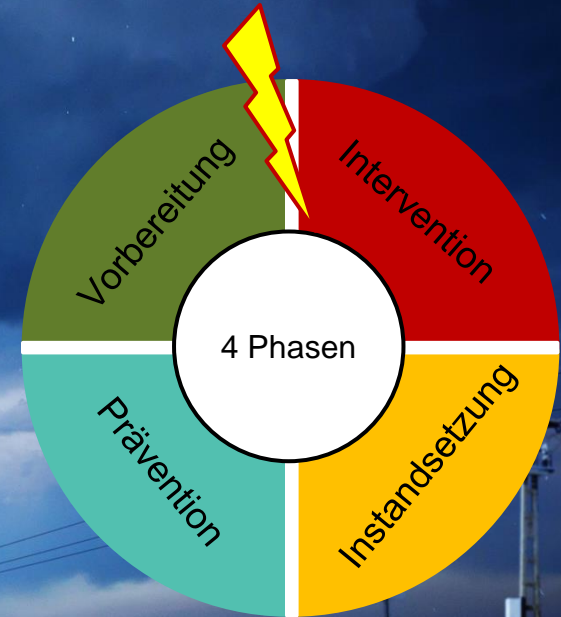


**SIEMENS**



## 4 Phasen Krisenmanagement-Zyklus

Warum Anpassung?





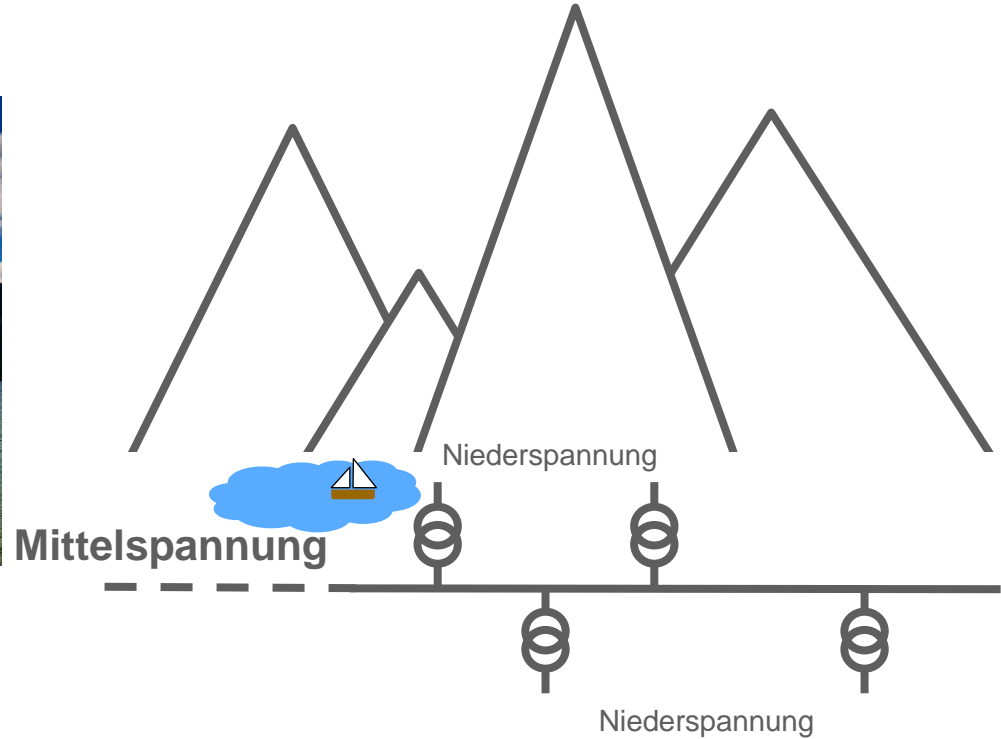
# DIE PROBLEMSTELLUNG



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



Source: Konrad Diwold



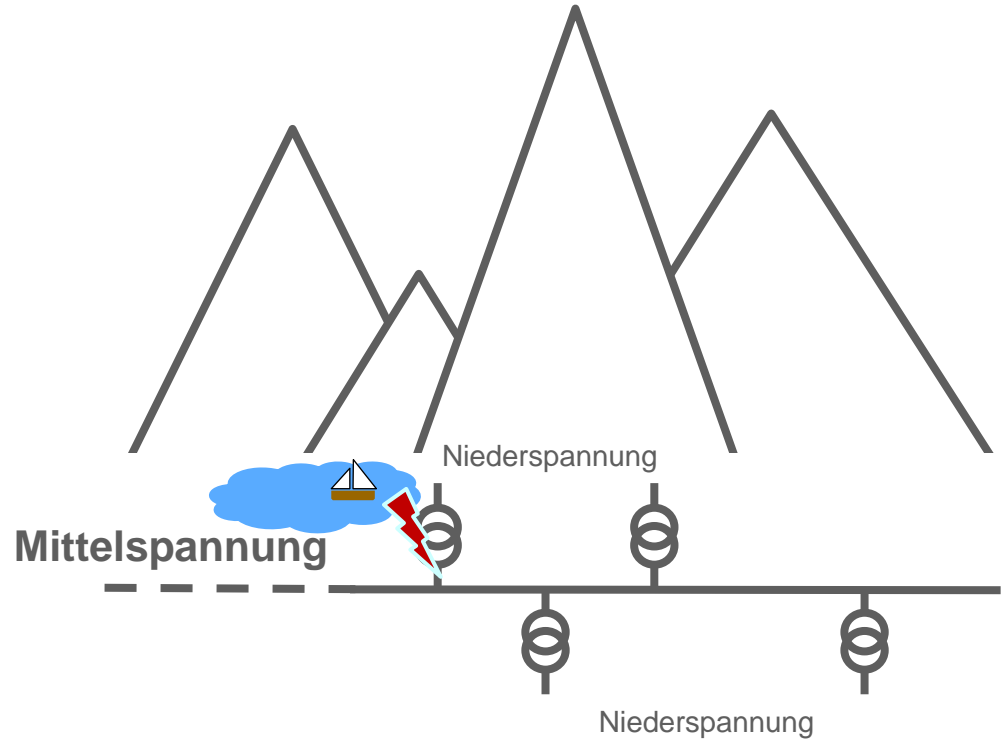
# DIE PROBLEMSTELLUNG



Source: Konrad Diwold



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



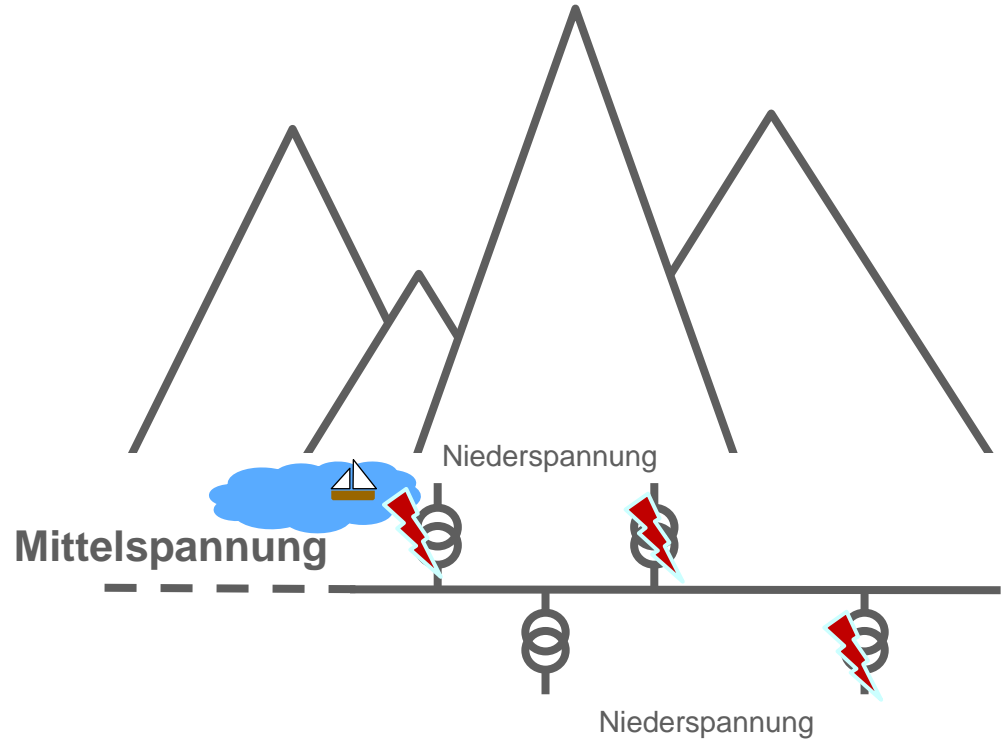
# DIE PROBLEMSTELLUNG



Source: Konrad Diwold



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



# EREIGNISSE



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

Extremereignis (Steiermark)	Häufigkeit	Auftrittsmonat
(Gewitter-) Sturm	5	Ganzjährig
Hagel	3	Mai-Sept
Überschwemmung Hochwasser/Vermurung	3	Mai-Sept
Dauerregen/Hangrutschung	0,1	Mai-Aug
Extreme Hitze	0,2	Jun-Aug
Extreme Kälte	1	Dez-Feb
Lawinenabgang	0,2	Dez-April
Schneebruch / Vereisung	2	Okt-April

# EREIGNISSE & AUSWIRKUNGEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

Extremereignis (Steiermark)	Häufigkeit	Auftrittsmonat
(Gewitter-) Sturm	5	Ganzjährig
Hagel	3	Mai-Sept
Überschwemmung Hochwasser/Vermurung	3	Mai-Sept
Dauerregen/Hangrutschung	0,1	Mai-Aug
Extreme Hitze	0,2	Jun-Aug
Extreme Kälte	1	Dez-Feb
Lawinenabgang	0,2	Dez-April
Schneebruch / Vereisung	2	Okt-April

Source: <https://www.blackout-simulator.com/>

# SZENARIEN ENTWICKLUNG



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

- Netzmodell in pandapower
- Lokalisierung von Last und Erzeugung
- Merkmale von Last und Erzeugung (z.B. kWp PV, H0 1500 kWh/a)

AIT - Netzmodelle



- Referenz Profile der Gegenwart
- Veränderungen der Profile durch den Klimawandel (z.B. längere Schönwettertage → PV)

TU Wien - Profile

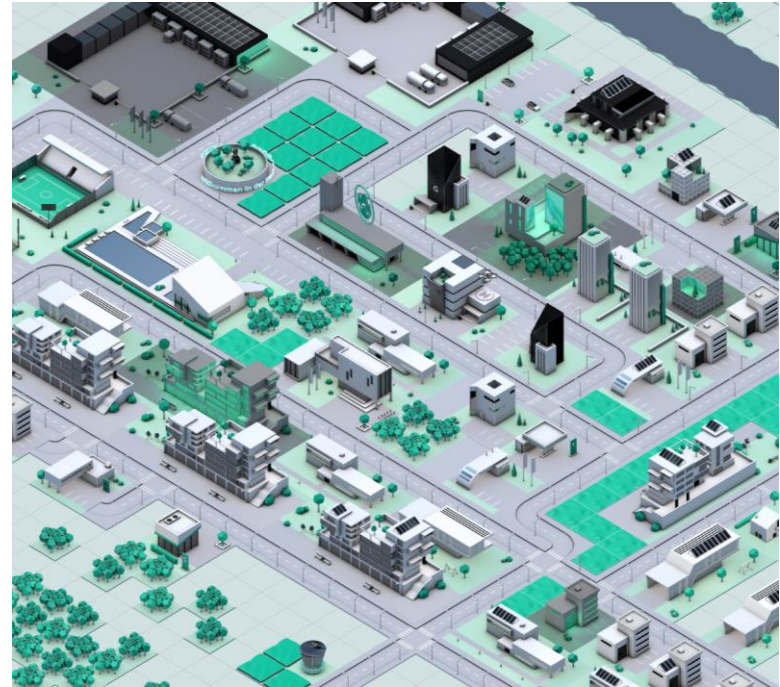


- Typische zukünftige extreme Wetterszenarien (z. B. lokaler Starkregen, Erdbeben)

MOOSMOAR  
Energies - Extreme  
Wetterszenarien

## Co-Simulation Tool BIFROST (Siemens AG Österreich)

- Virtuelle Testumgebung für komplexe Forschungsfragen
- Modularer Aufbau ermöglicht flexible Anpassung an verschiedene Szenarien
- Übersichtliche Präsentation dank animierter Daten und 3D-Design

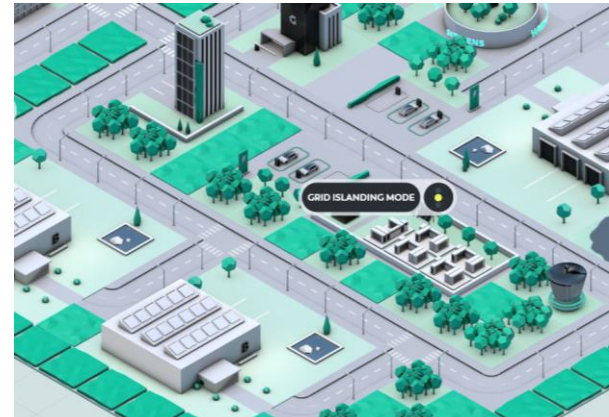
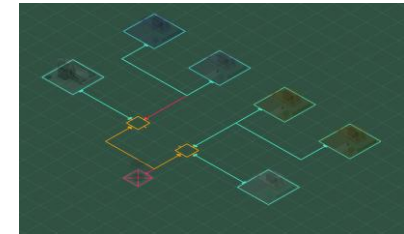
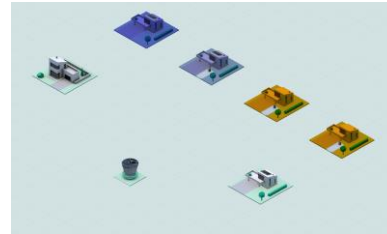
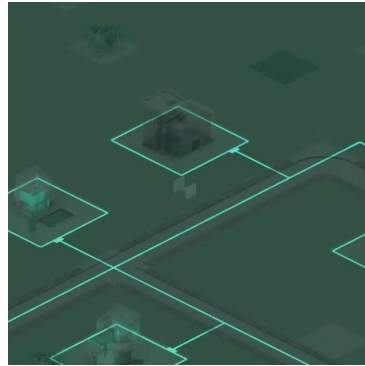


Source: Siemens AG Österreich

# SIMULATION



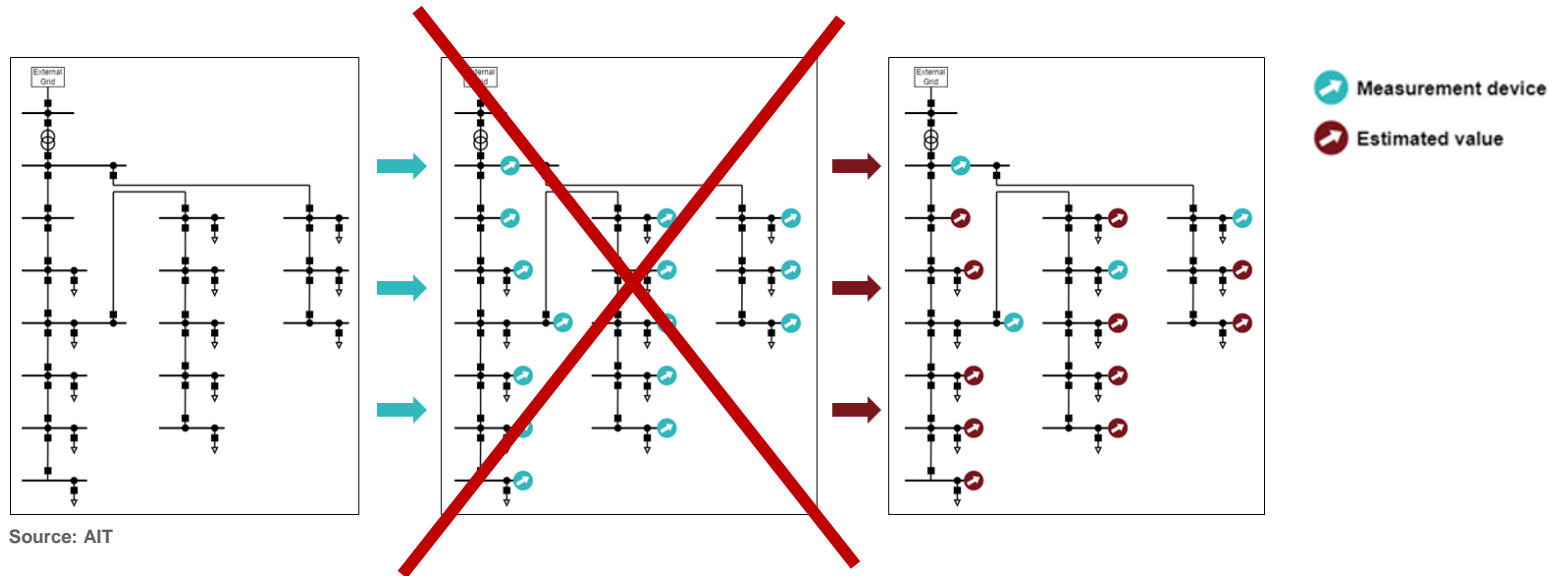
CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



Source: Siemens AG Österreich

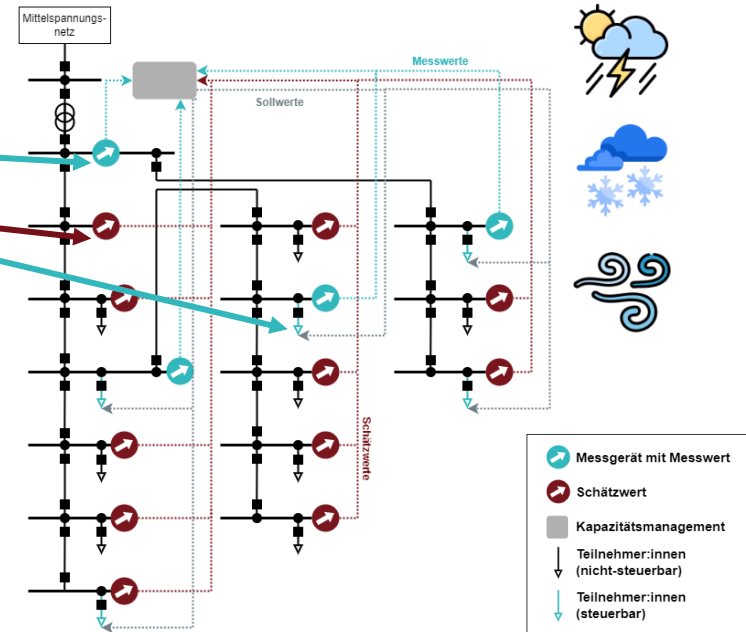


1. Optimale Platzierung und Dimensionierung von Niederspannungsmessinfrastruktur, um ein vollständiges und genaues Abbild der Netzsituation zu ermöglichen



## 2. Topologie-unabhängiges Kapazitätsmanagement zur optimalen und fairen Verteilung der Netzressourcen

- Management auf Basis:
  - echter Messpunkte
  - KI-gestützter Schätzungen
- Ansteuerung der steuerbaren Teilnehmer:innen
- KI-gestützte Planung des Betriebs, mit dem Ziel
  - Überlastungen
  - Spannungsband-Verletzungenzu vermeiden.
- Für aktuelle und zukünftige Ausbau- und Klimaszenarien





CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

# INFRADAPT – ÜBERBLICK

## MOTIVATION UND ZIEL

## **ERSTE ERGEBNISSE**

## ZUSAMMENFASSUNG



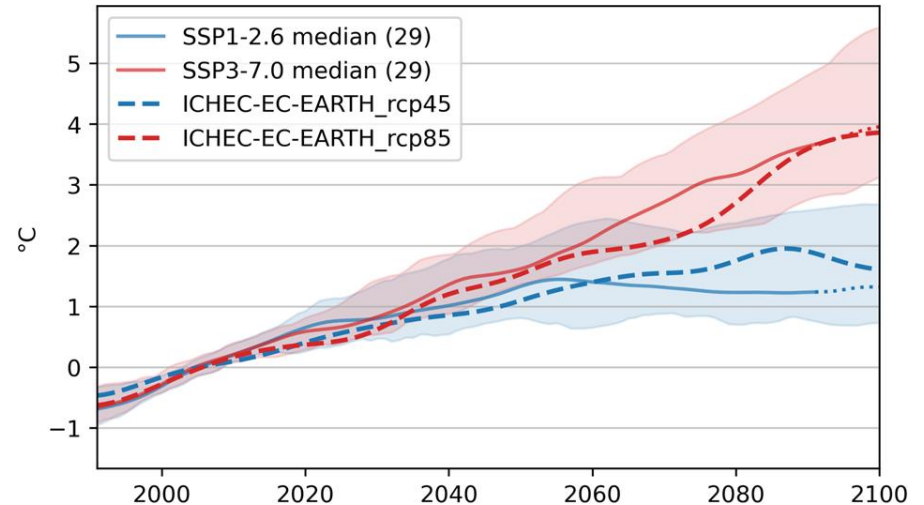
# ERSTE ERGEBNISSE

## 1. WETTERDATEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

- Aufbereitung von hochauflösenden Wetterdaten für die Zukunft durch TU Wien
- Quellen: z.B:
  - Geosphere Austria
  - SECURES-MET Datensatz



Source: Formayer, H., Nadeem, I., Leidinger, D. et al. SECURES-Met: A European meteorological data set suitable for electricity modelling applications. Sci Data 10, 590 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02494-4>

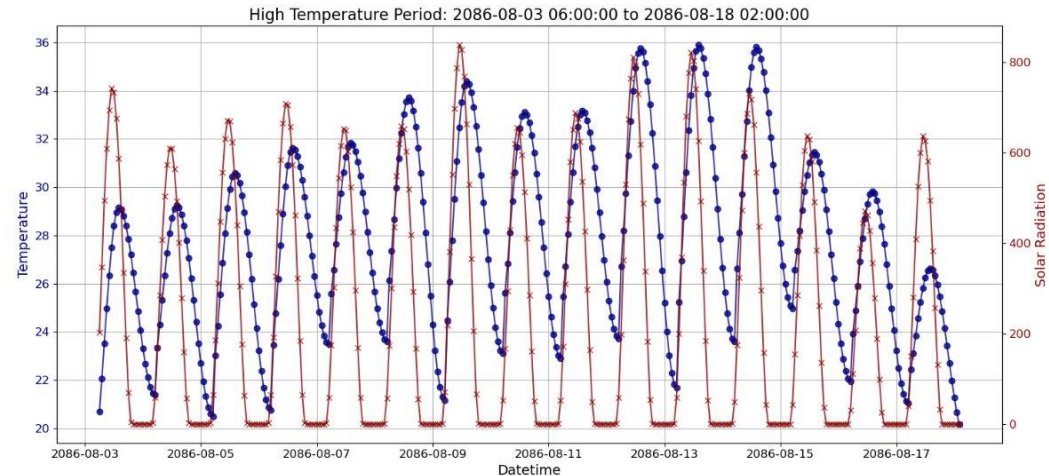
# ERSTE ERGEBNISSE

## 1. WETTERDATEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

- Aufbereitung von hochauflösenden Wetterdaten für die Zukunft durch TU Wien
- Quellen: z.B:
  - Geosphere Austria
  - SECURES-MET Datensatz
- Einfluss auf das elektrische Netz:
  - Massive Veränderungen im Wärme- und Kühlbedarf
  - Ausbau erneuerbare Energien und Elektromobilität



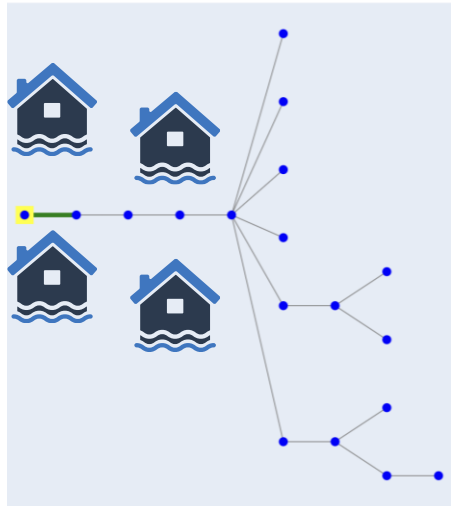
Source: Formayer, H., Nadeem, I., Leidinger, D. et al. SECURES-Met: A European meteorological data set suitable for electricity modelling applications. Sci Data 10, 590 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02494-4>

# ERSTE ERGEBNISSE

## 2. NETZMODELLE

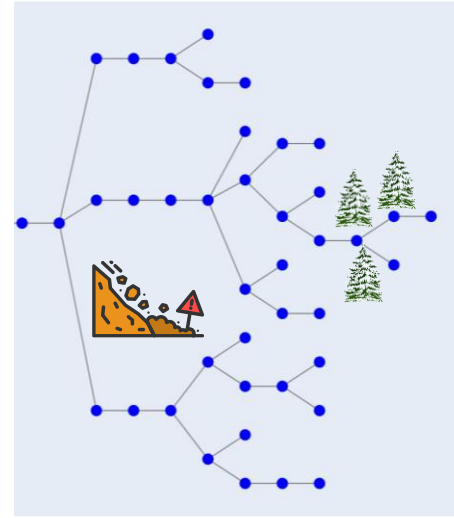
- Repräsentative Netzmodelle entwickelt durch das AIT

### Städtisches Netz



- Hochwasser, Überschwemmung
- Unterspülung von Kabeln, Trafos
- Riss von Kabeln an Brückendurchführungen

### Ländliches Netz



- Hangrutschung, Lawine
- Waldbrände
- Schneebruch, Vereisung
- Zerstörung, Beschädigung von Leitungen, Trafos
- Unerreichbarkeit der Schadensstelle

Source: AIT / INFRADAPT

05.09.2024

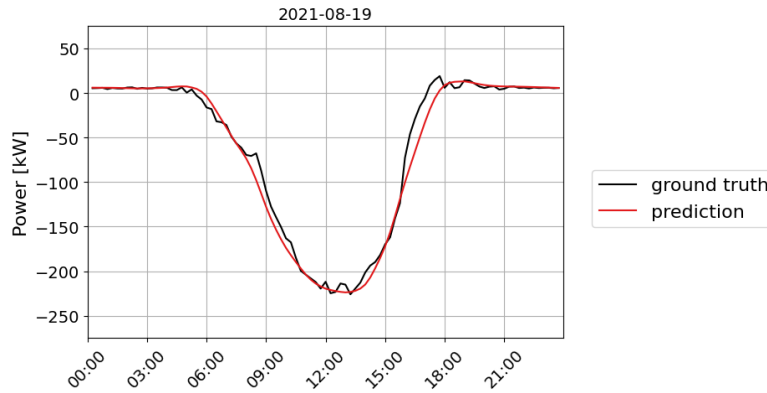
22

# ERSTE ERGEBNISSE

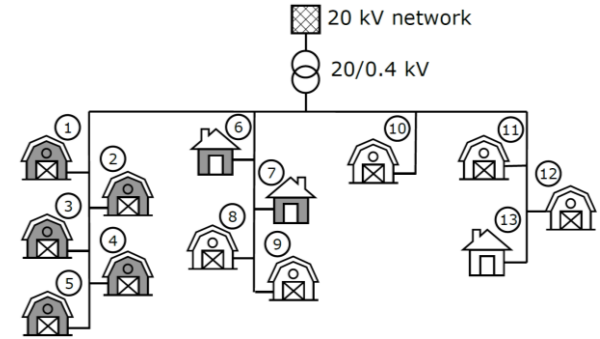
## 3. FORECASTING VON LASTDATEN

- KI-gestützte Methoden in der Niederspannungsebene für robuste Forecasts
- Analyse verschiedener KI-Methoden sowie Parameter-Einflüsse (Saison, Wetter, etc.)

• Ziel:



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



Ländliches Niederspannungsnetz:

- Simbench Datensatz [1]
- Wetter (Vorhersage) Daten
- BIFROST Simulation

Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.

[1] S. Meinecke et al., "Simbench—a benchmark dataset of electric power systems to compare innovative solutions based on power flow analysis," Energies, vol. 13, no. 12, p. 3290, 2020.

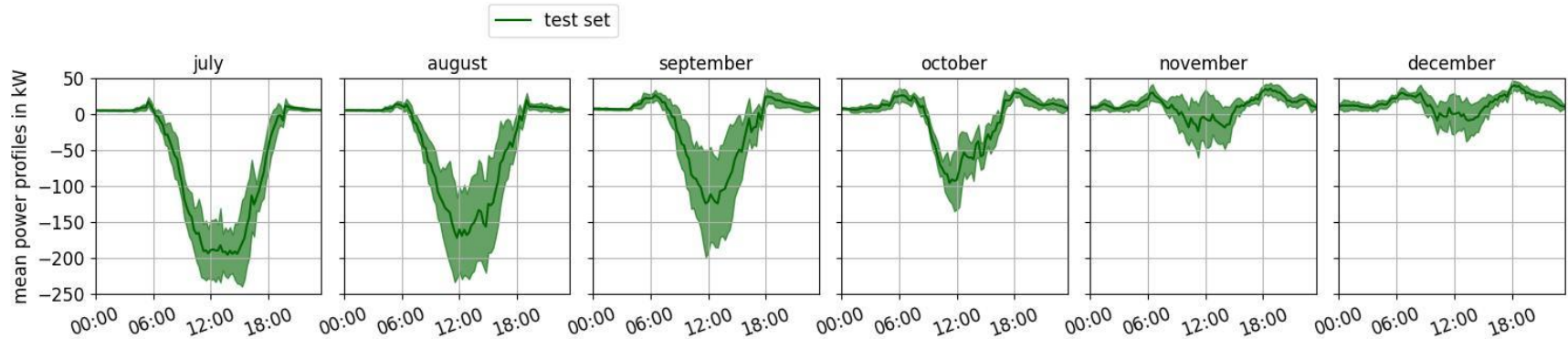
# ERSTE ERGEBNISSE

## 3. FORECASTING VON LASTDATEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

### Einfluss verschiedener Parameter



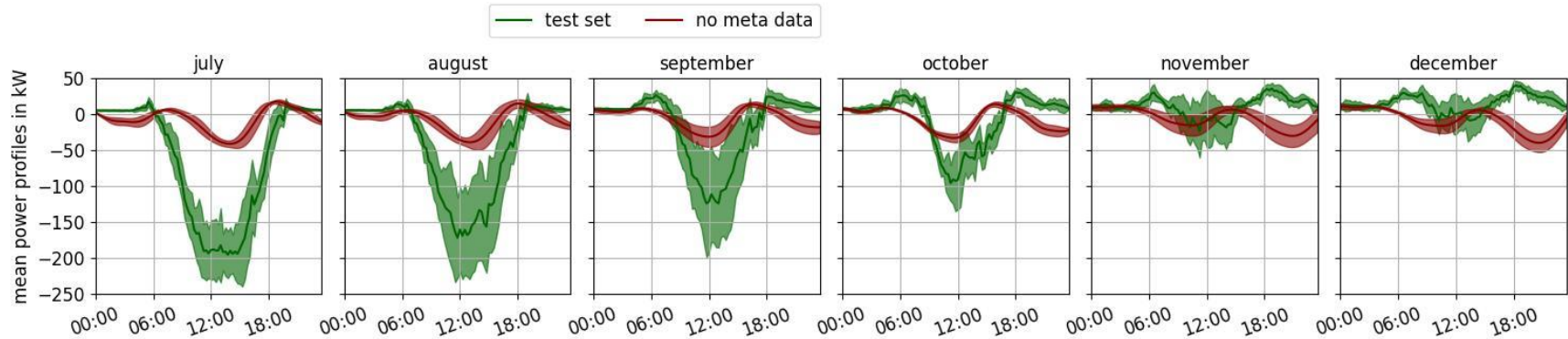
Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.



# ERSTE ERGEBNISSE

## 3. FORECASTING VON LASTDATEN

### Einfluss verschiedener Parameter



NN input features	experiment name	validation loss
$x =  p $	no metadata	$17.68 \times 10^{-4}$

### Erkenntnisse

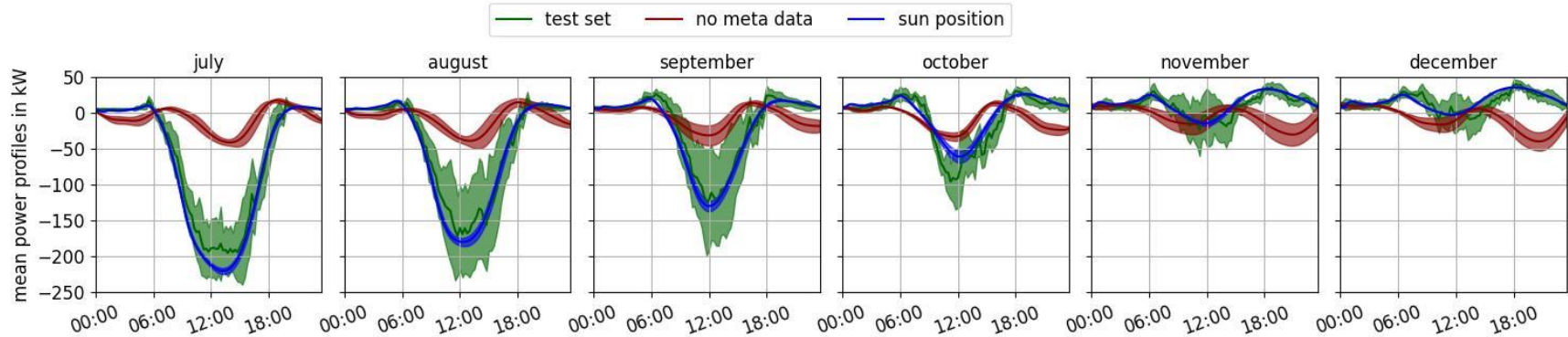
- Kann saisonalem Trend nicht folgen
- Kein richtiges Tagesverhalten

Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.

# ERSTE ERGEBNISSE

## 3. FORECASTING VON LASTDATEN

### Einfluss verschiedener Parameter



NN input features	experiment name	validation loss
$x =  p $	no metadata	$17.68 \times 10^{-4}$
$\mathbf{x} =  p, \theta, \phi $	sun position	$16.55 \times 10^{-4}$

### Erkenntnisse

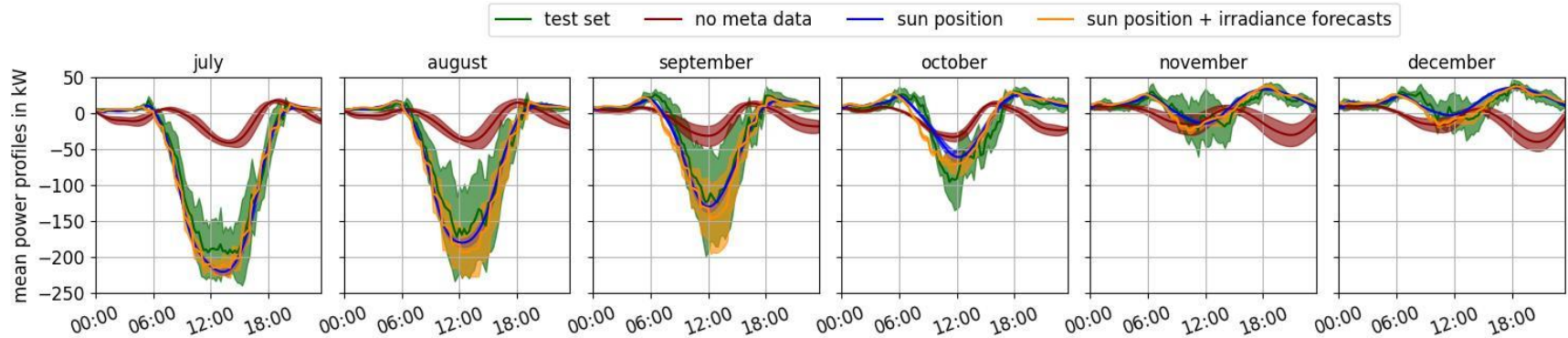
- Besserer Forecast, aber jeder Tag sehr ähnlich
- Varianz der echten Daten fehlt im Forecast

Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.

# ERSTE ERGEBNISSE

## 3. FORECASTING VON LASTDATEN

### Einfluss verschiedener Parameter



NN input features	experiment name	validation loss
$x = [p]$	no metadata	$17.68 \times 10^{-4}$
$x = [p, \theta, \phi]$	sun position	$16.55 \times 10^{-4}$
$x = [p, \theta, \phi, \zeta]$	sun position + orig. irradiance	$6.71 \times 10^{-4}$

### Erkenntnisse

- Guter Forecast mit realistischer Varianz
- Fehler durch ungenaue Wettervorhersagen

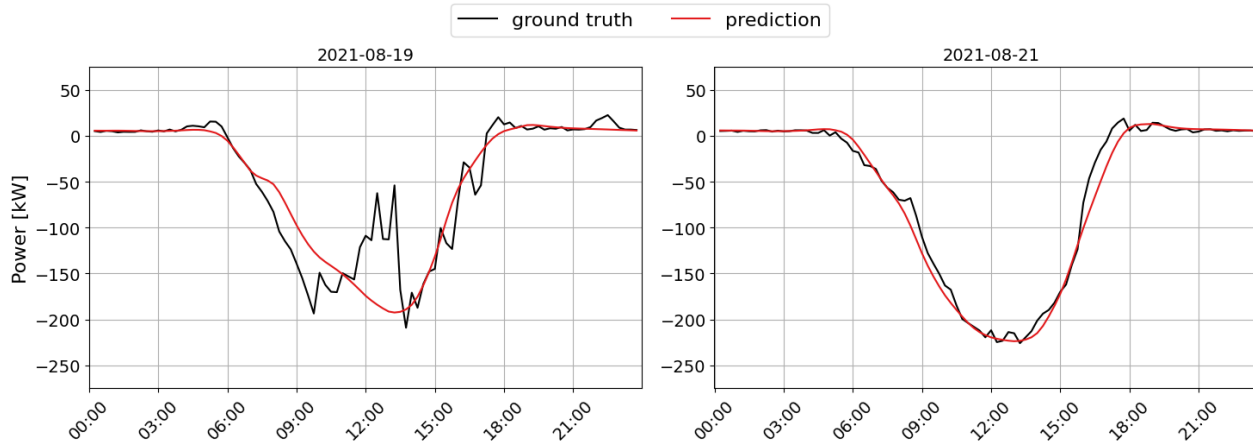
Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.

# ERSTE ERGEBNISSE

## 3. FORECASTING VON LASTDATEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



### Erkenntnisse

- Guter Forecast mit realistischer Varianz
- Fehler durch ungenaue Wettervorhersagen

Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

# INFRADAPT – ÜBERBLICK

## MOTIVATION UND ZIEL

## ERSTE ERGEBNISSE

## ZUSAMMENFASSUNG



**SIEMENS**



## Der Klimawandel und damit verbundene Extremereignisse werden das Energiesystem nachhaltig beeinflussen

- **Extremtemperaturen** -> signifikante Änderung des Lastverhaltens
- **Katastrophen** -> Infrastrukturgefährdung steigt

## INFRADAPT entwickelt:

- **Szenarien zur Simulation** von Einflüssen des Klimawandels auf das Energiesystem
- KI-gestützte **Methoden** in der Niederspannungsebene für:
  - Sensorplatzierung und robusten Forecast (Detektion)
  - Resilientes Kapazitätsmanagement (Maßnahme)



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY  
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

**THANK YOU!**

FOR MORE INFORMATION VISIT: [HTTPS://PROJECT-INFRADAPT.EU/](https://project-infradapt.eu/)



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2022 durchgeführt.

