



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

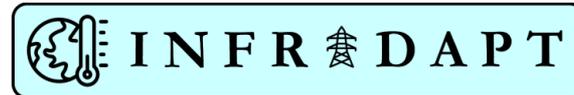
ZUSAMMENFASSUNG



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

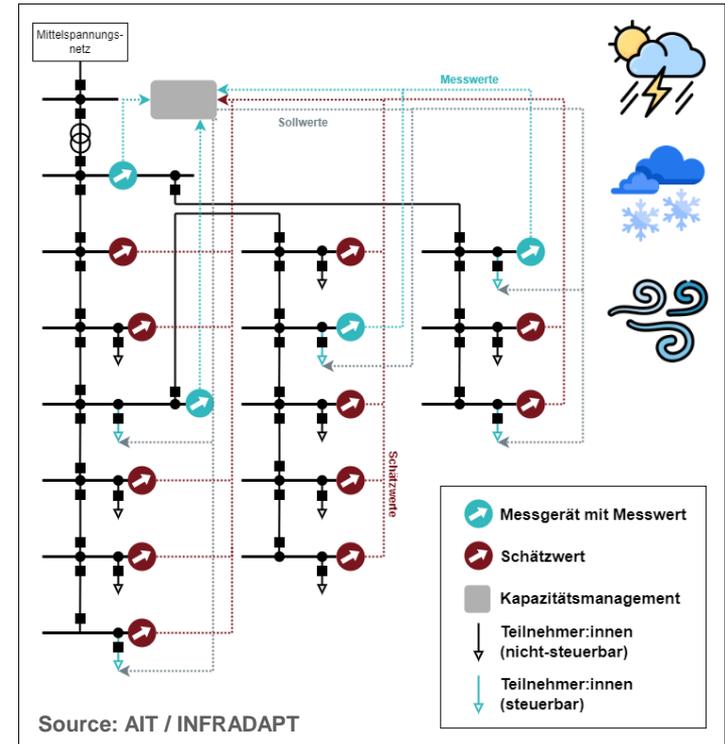
PROJEKTZIEL

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

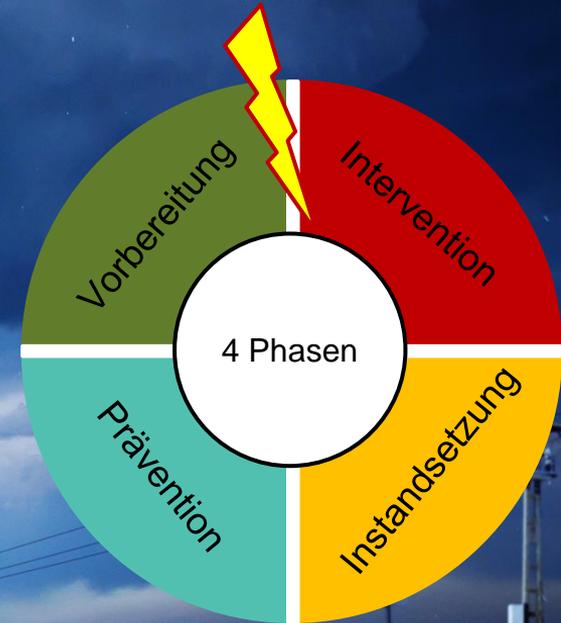


SIEMENS



4 Phasen Krisenmanagement-Zyklus

Warum Anpassung?



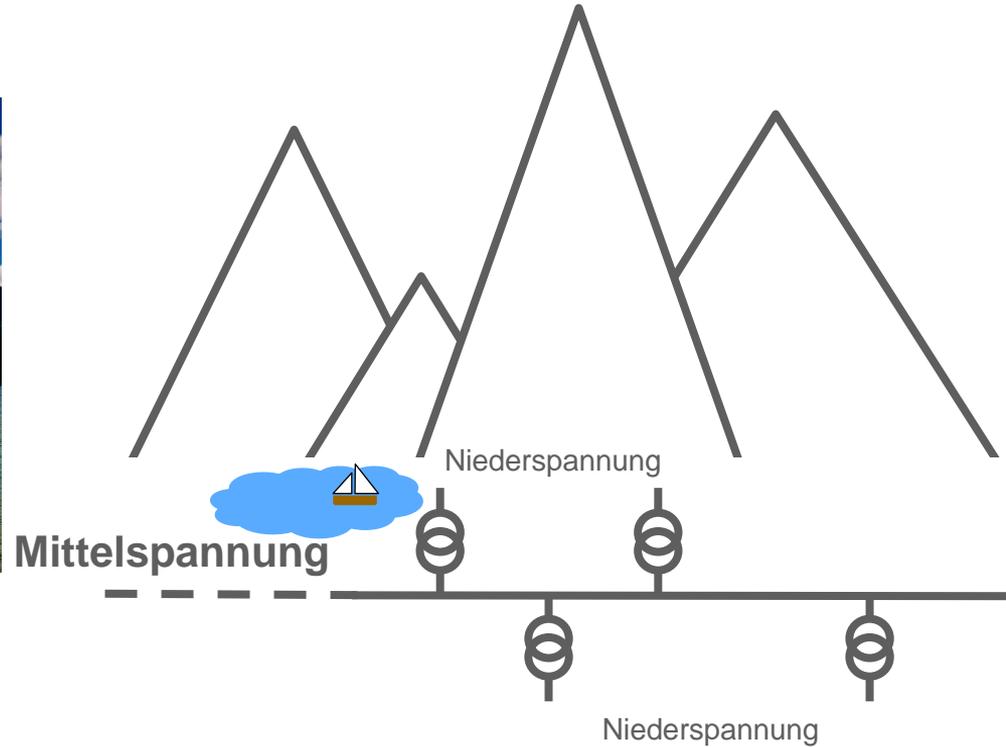
DIE PROBLEMSTELLUNG



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



Source: Konrad Diwold



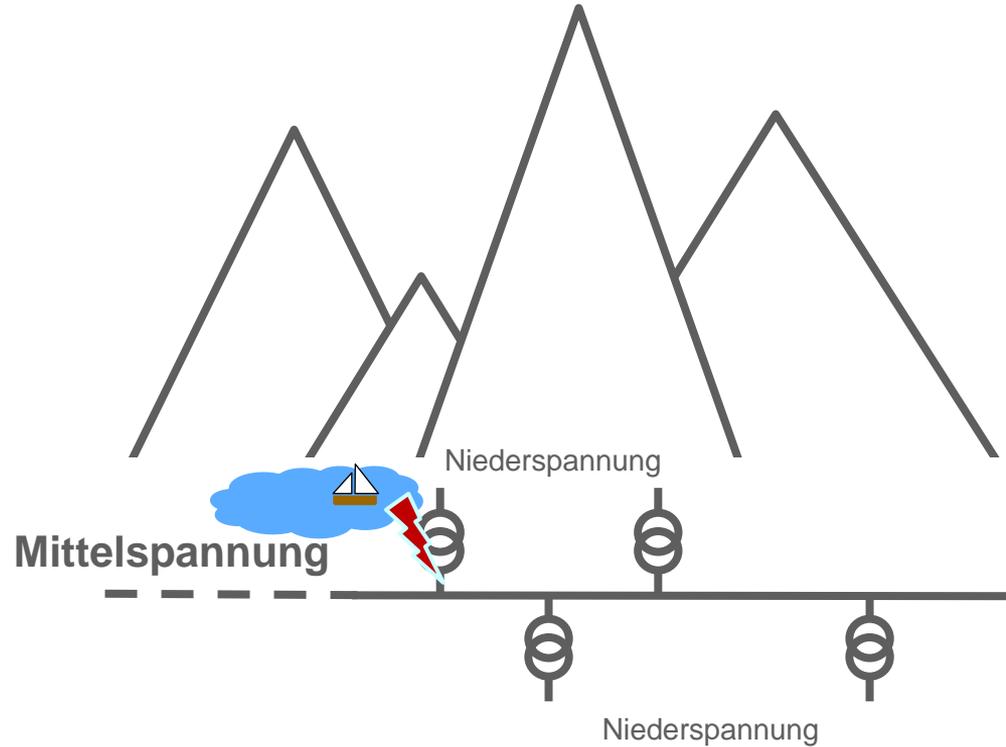
DIE PROBLEMSTELLUNG



Source: Konrad Diwold



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



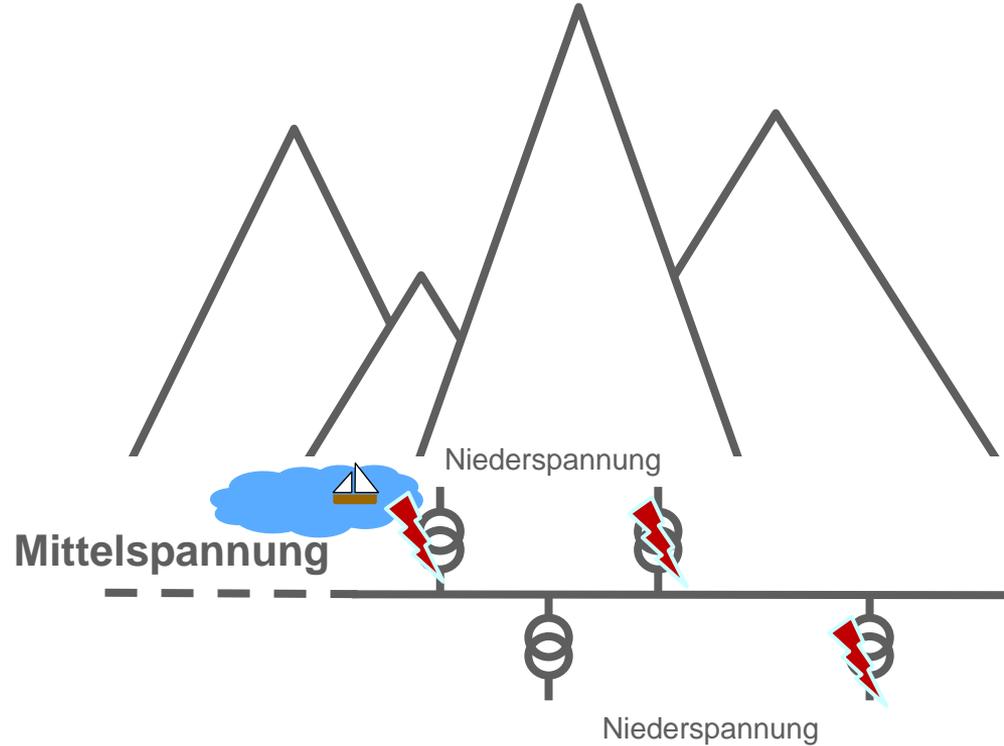
DIE PROBLEMSTELLUNG



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

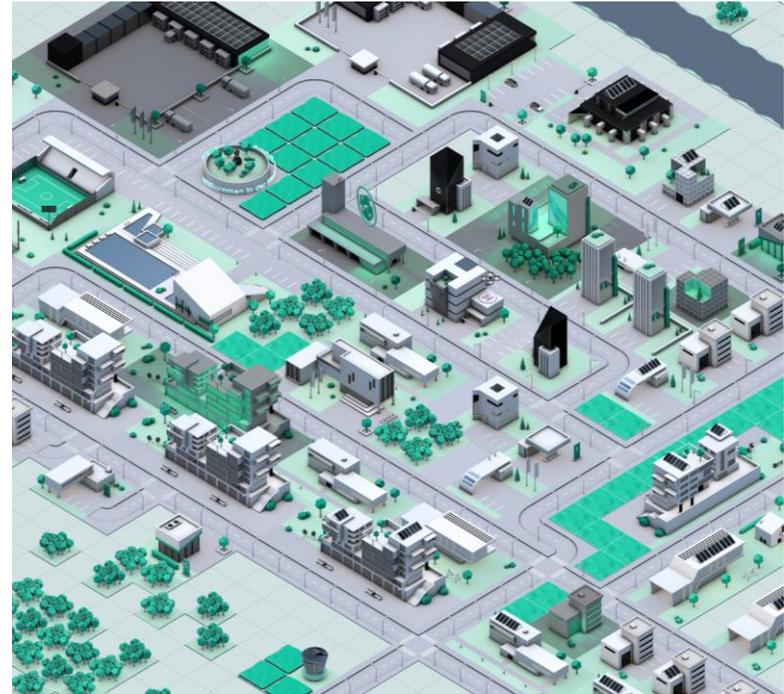


- Typische zukünftige extreme Wetterszenarien (z. B. lokaler Starkregen, Erdbeben)

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

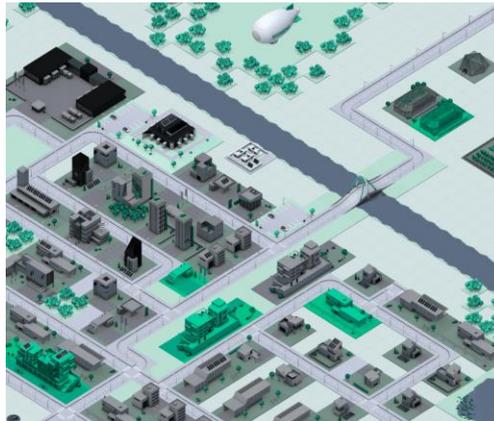
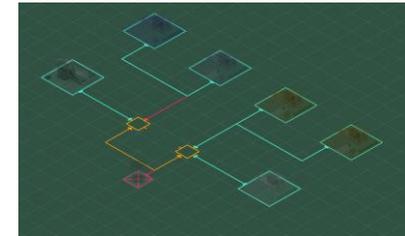


Source: Siemens AG Österreich

SIMULATION

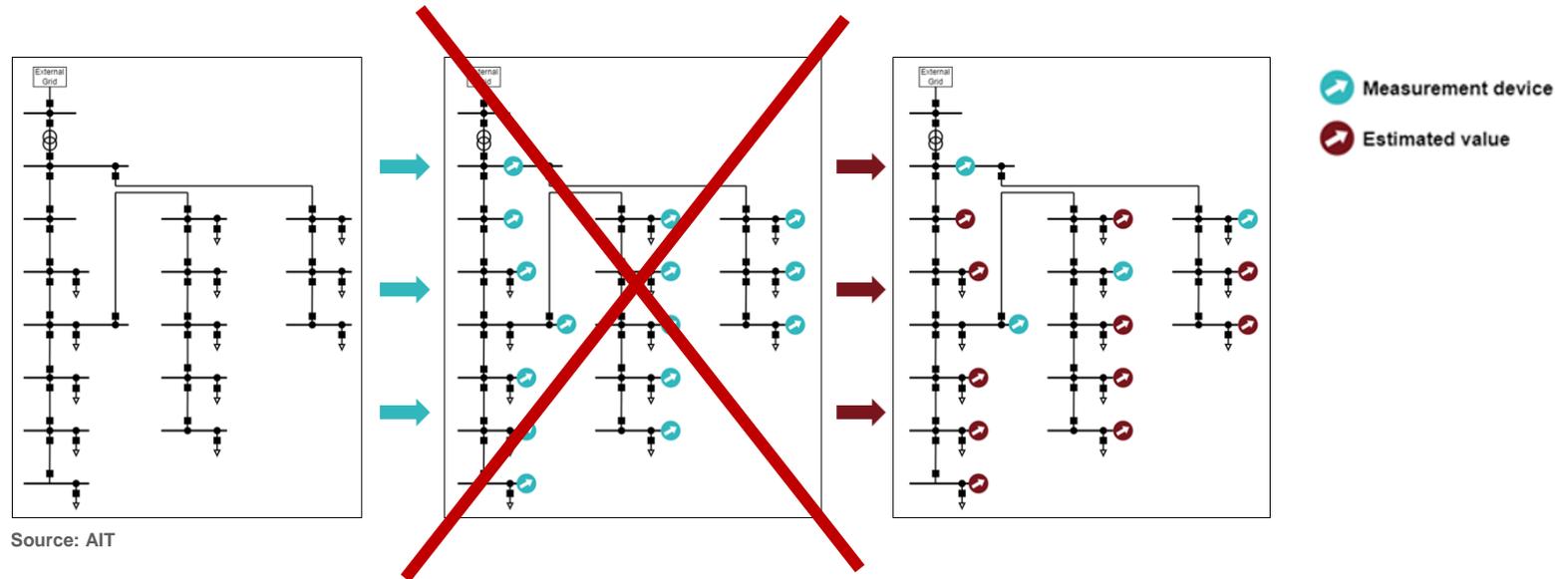


CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION



Source: Siemens AG Österreich

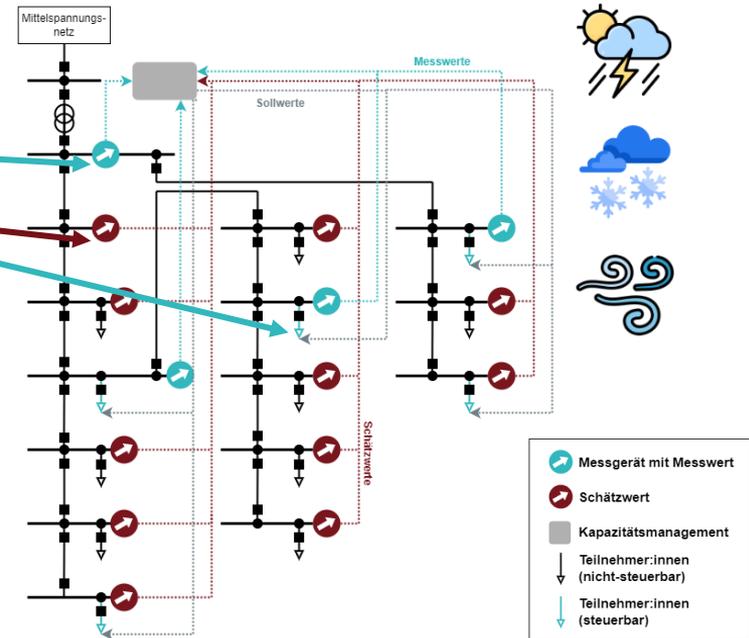
1. Optimale Platzierung und Dimensionierung von Niederspannungsmessinfrastruktur, um ein vollständiges und genaues Abbild der Netzsituation zu ermöglichen



Source: AIT

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



SIEMENS



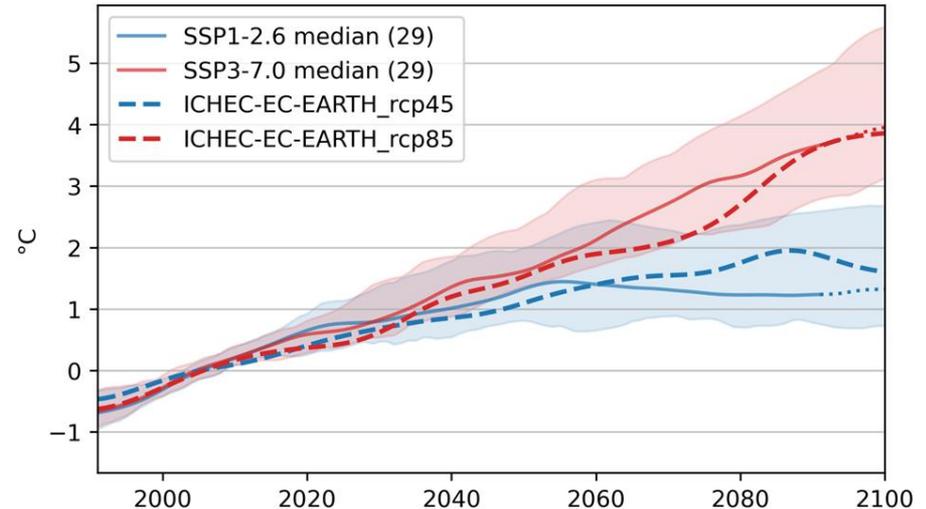
ERSTE ERGEBNISSE

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>

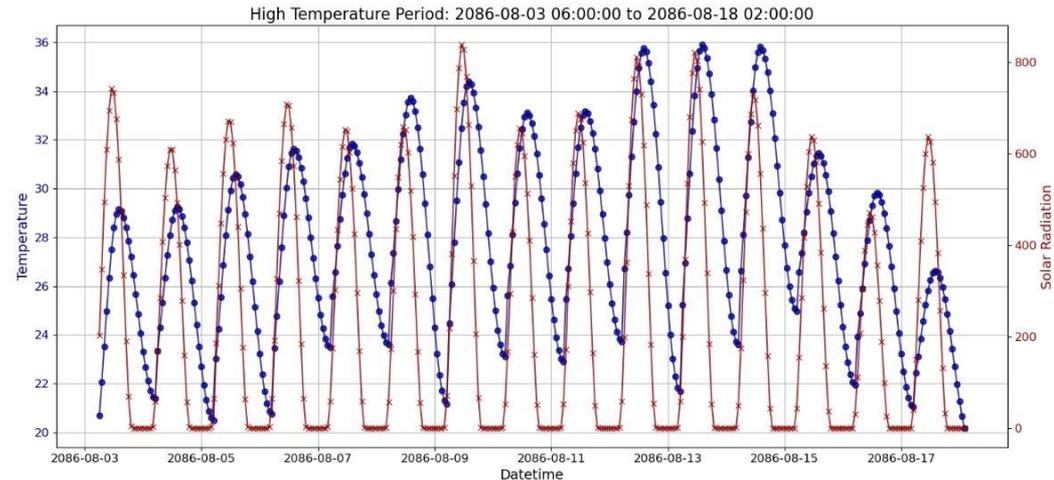
ERSTE ERGEBNISSE

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



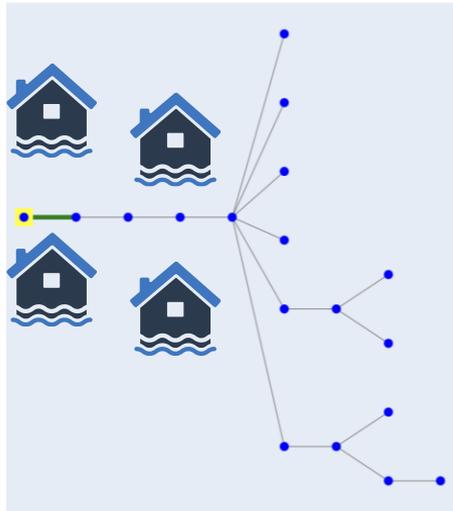
Source: Formayer, H., Nadeem, I., Leidinger, D. et al. SECURES-Met: A European meteorological data set suitable for electricity modelling applications. Sci Data 10, 590 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02494-4>

ERSTE ERGEBNISSE

2. NETZMODELLE

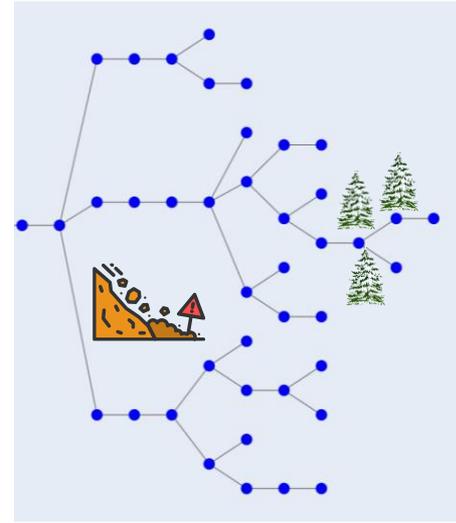
- Repräsentative Netzmodelle entwickelt durch das AIT

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

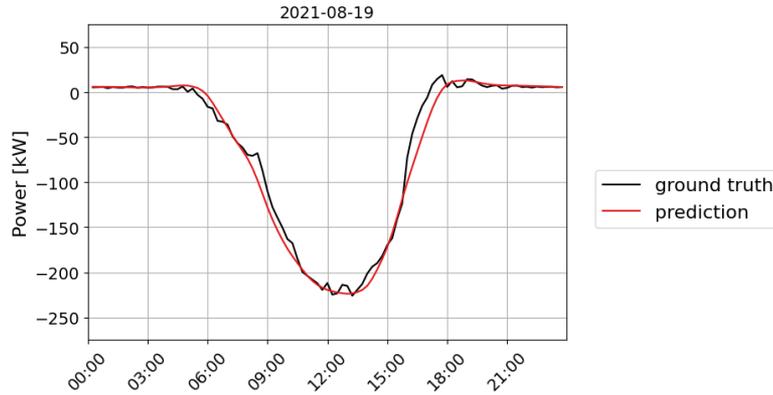
22

ERSTE ERGEBNISSE

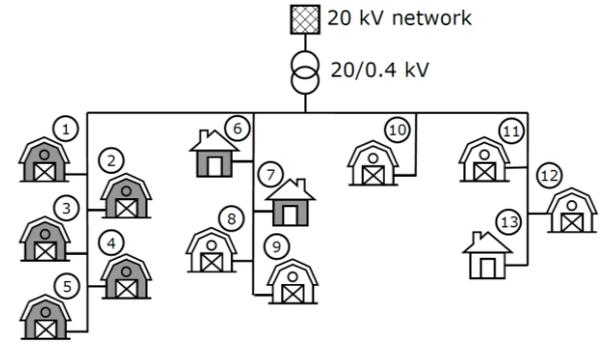
3. FORECASTING VON LASTDATEN

- 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.

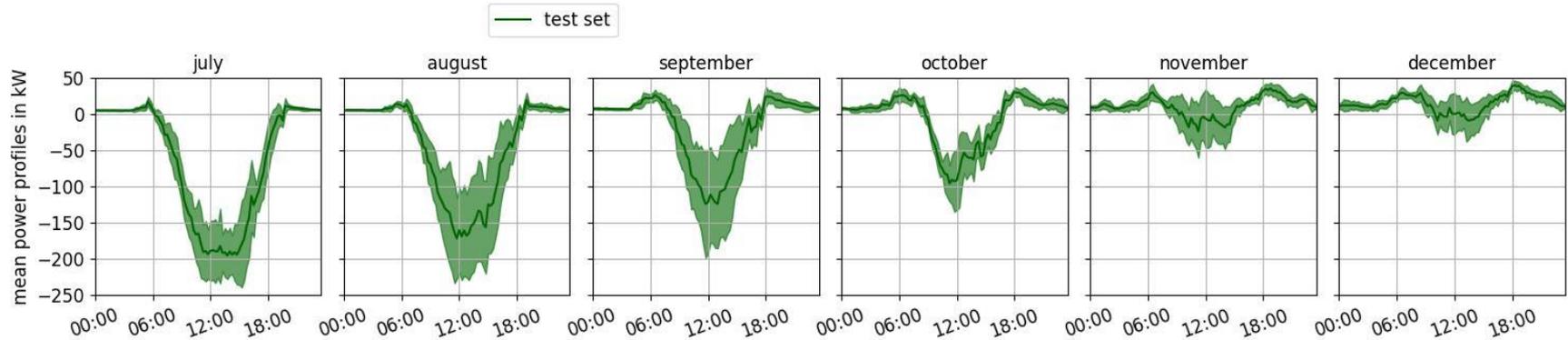
ERSTE ERGEBNISSE

3. FORECASTING VON LASTDATEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

Einfluss verschiedener Parameter

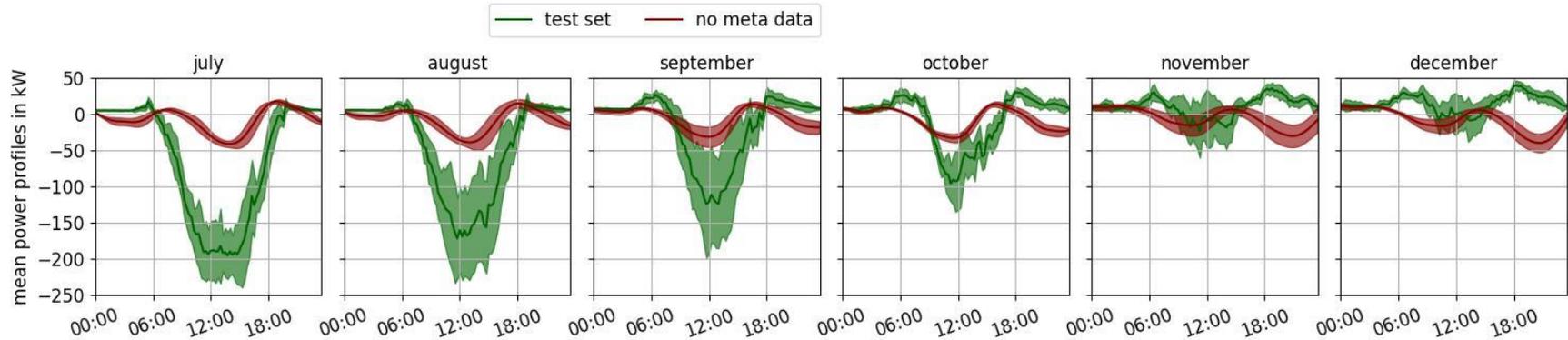


Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.

ERSTE ERGEBNISSE

3. FORECASTING VON LASTDATEN

Einfluss verschiedener Parameter



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

Erkenntnisse

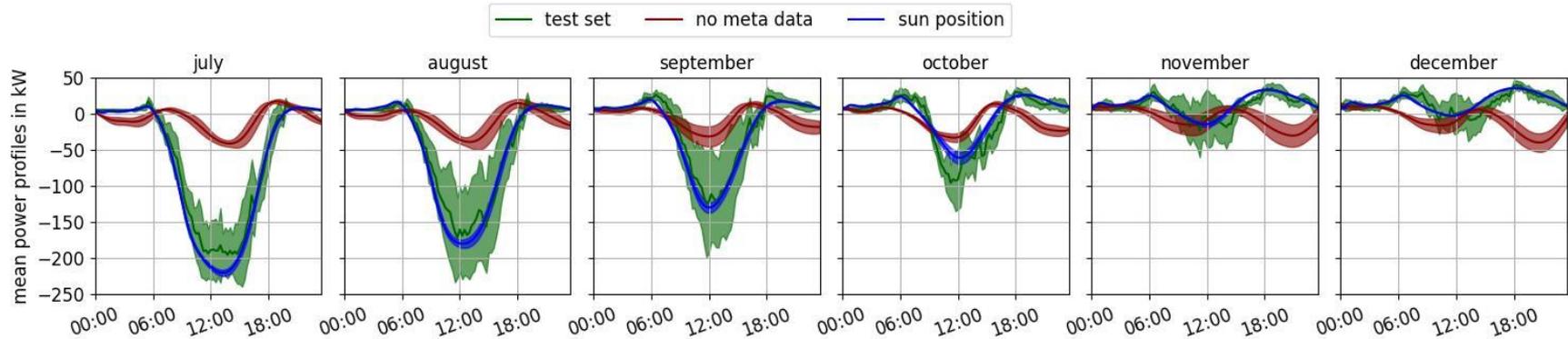
- Kann saisonalem Trend nicht folgen
- Kein richtiges Tagesverhalten

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	17.68×10^{-4}
$\mathbf{x} = p, \theta, \phi $	sun position	16.55×10^{-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.

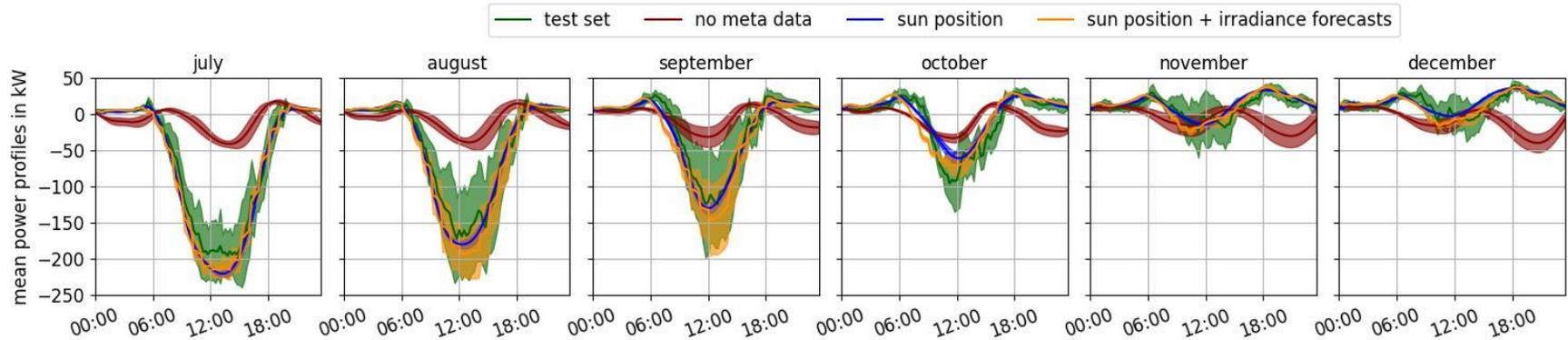
ERSTE ERGEBNISSE

3. FORECASTING VON LASTDATEN



CLIMATE CHANGE RESILIENT ENERGY
INFRASTRUCTURE THROUGH AI-BASED ADAPTATION

Einfluss verschiedener Parameter



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

Erkenntnisse

- Guter Forecast mit realistischer Varianz
- Fehler durch ungenaue Wettervorhersagen

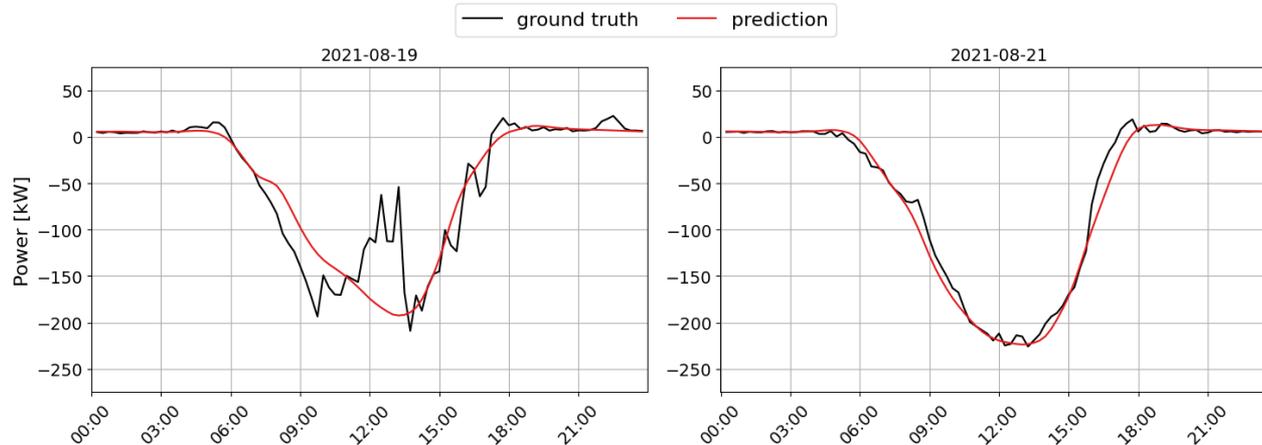
Source: M. Bittner, D. Hauer, C. Stippel, K. Scheucher, R. Sudhoff and A. Jantsch, "Forecasting Critical Overloads based on Heterogeneous Smart Grid Simulation," 2023 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Jacksonville, FL, USA, 2023, pp. 339-346, doi: 10.1109/ICMLA58977.2023.00054.

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



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.

