

Energiesimulation für die Europäische Metropolregion Nürnberg

Reinhard German

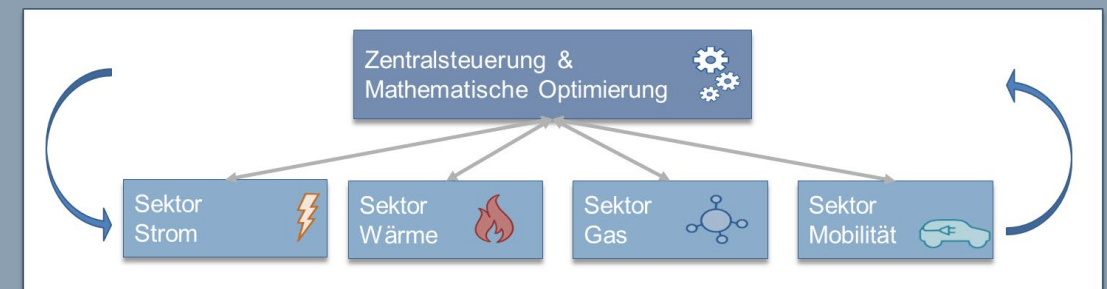
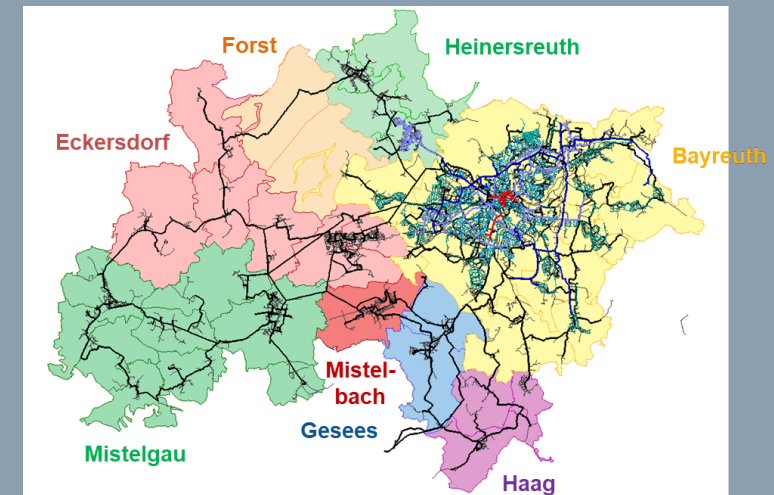
Lehrstuhl Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme), FAU

**Transformationskonferenz Klimaschutz Interkommunal/
Rat der Europäischen Metropolregion Nürnberg
Erlangen, 13.11.2024**

Sektorübergreifende Energiesimulation im Projekt ESM_Regio



<https://www.bayern-innovativ.de/de/seite/esm-regio>



Netzentwicklungsplan Version 2023 für 2045: Wohin geht die Reise für Bayreuth?

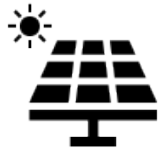
(Bisherige) Vorgaben Politik



PV Aufdachanlagen:

Ist = 55 MWp, Bis 2045 = 130 MWp

x 2,4



PV Freifläche:

Ist = 0 MWp, Bis 2045 = 130 MWp

x 4,2



Windkraft:

Ist = 25 MW, Bis 2045 = 72 MW

x 2,9



Batterieelektrische PKW:

Ist = 1.100 Stück , Bis 2045 = 34.000 Stück

x 31



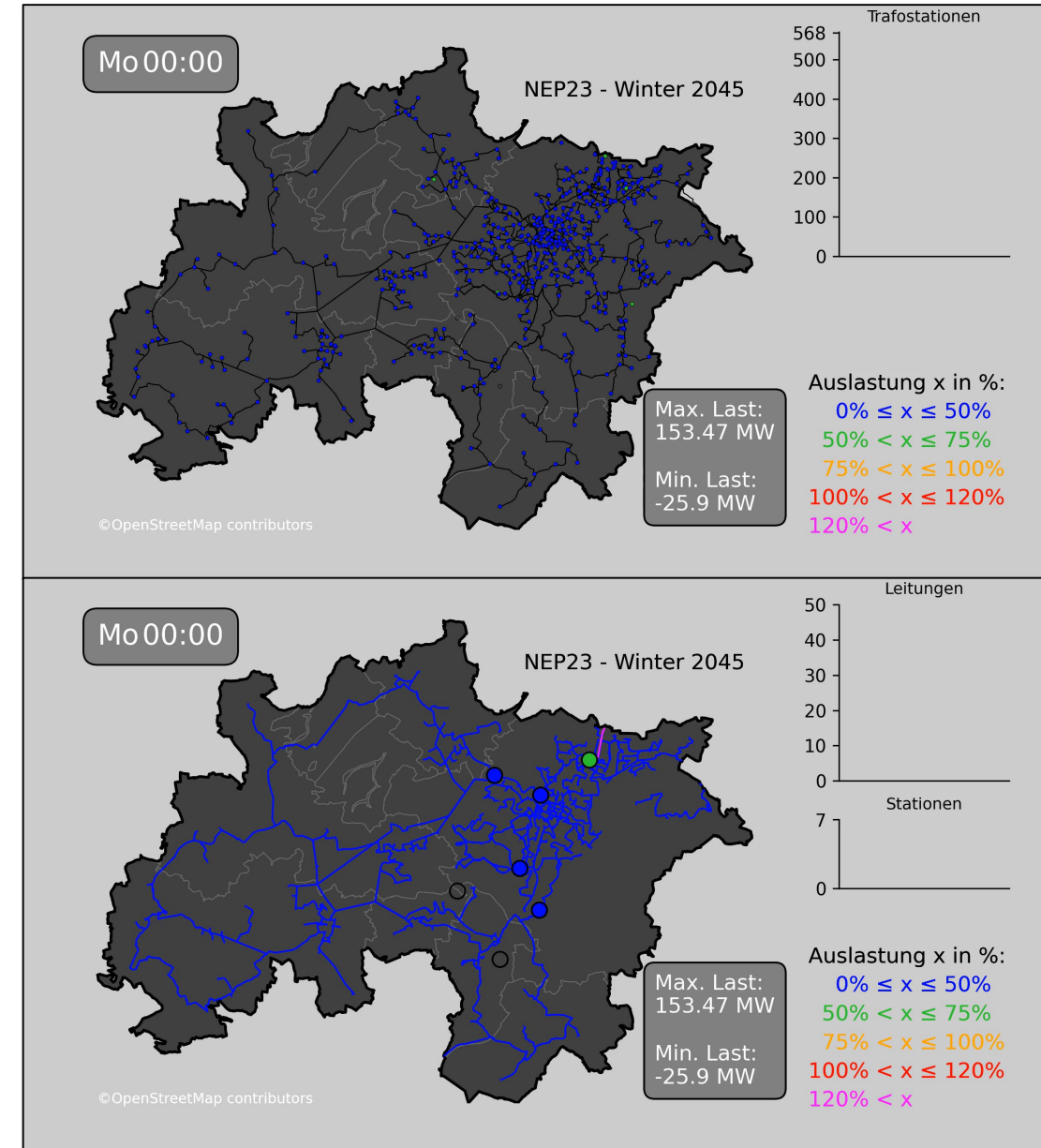
Wärmepumpen:

Ist = 1.300, Bis 2045 = 16.000 Stück

x 12

„Wie sehr wird das Stromnetz ausgelastet?“

- Für das Ausbauszenario gemäß Annahmen aus NEP23 für 2045 mit dem heutigen Stromnetz
- Betrachtung des Mittelspannungsnetzes (20 kV) und Anbindung an das Hochspannungsnetz mit Umspannwerken
- Für eine Winterwoche 2045
- Ungesteuertes Zusammenspiel der Sektoren



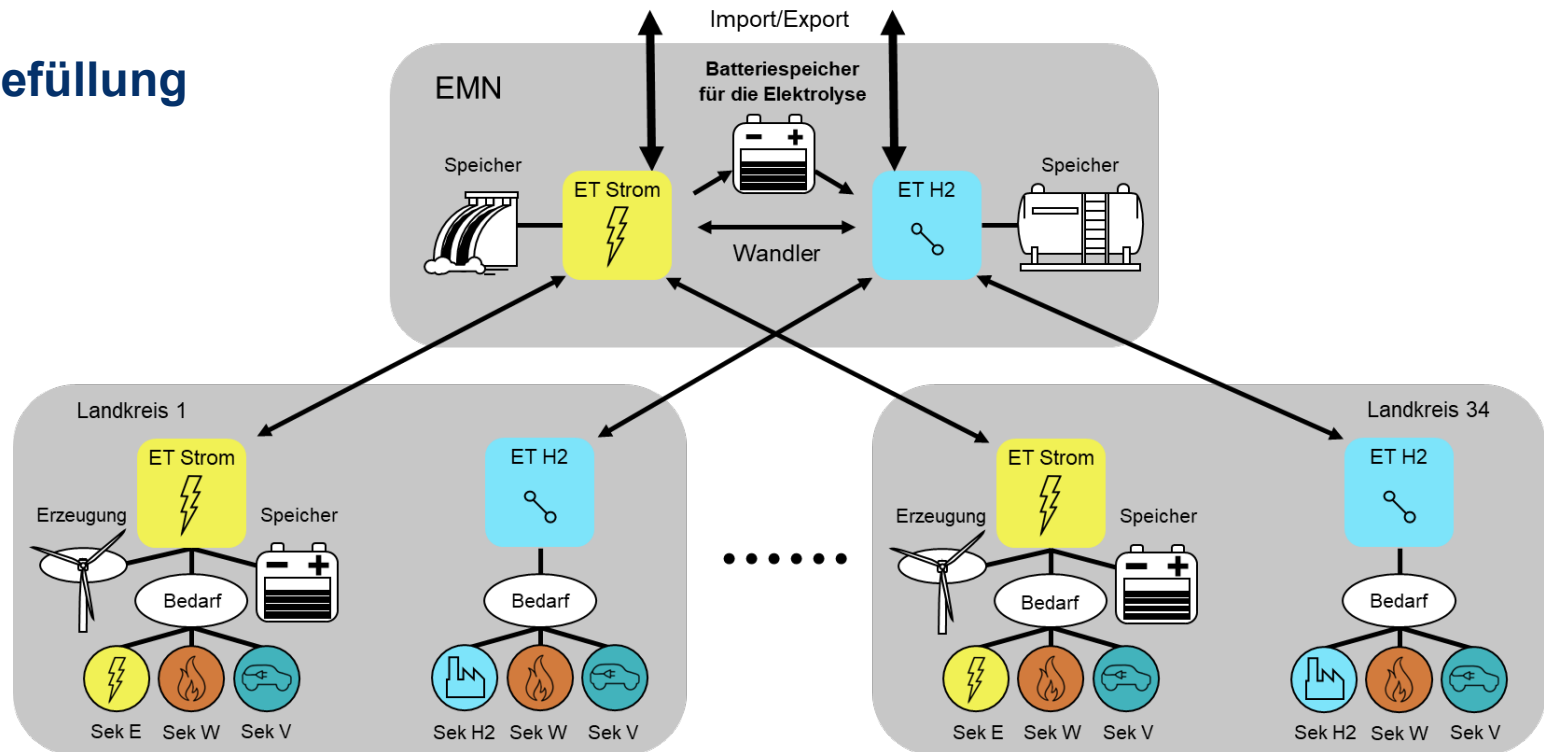
Wasserstoff-Potential der EMN

Studie im Auftrag der Stadt Nürnberg

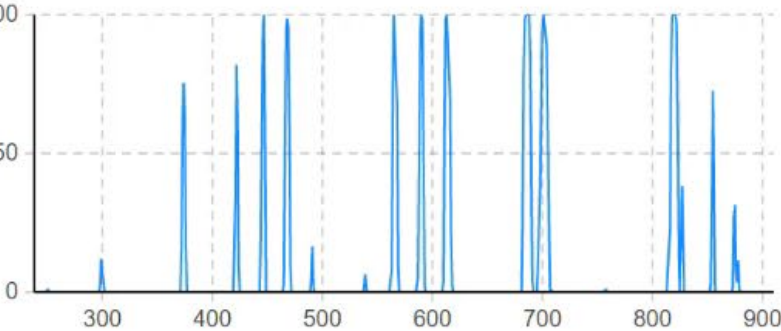
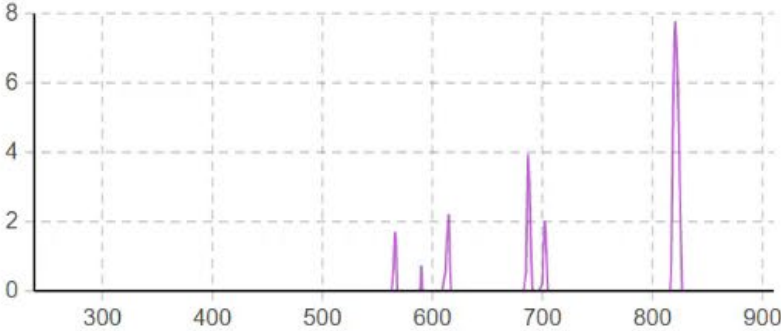
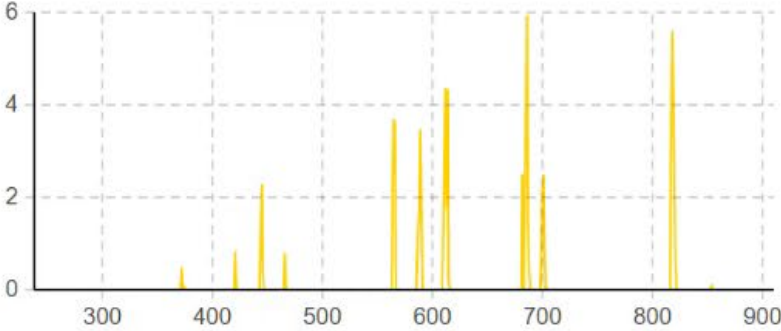
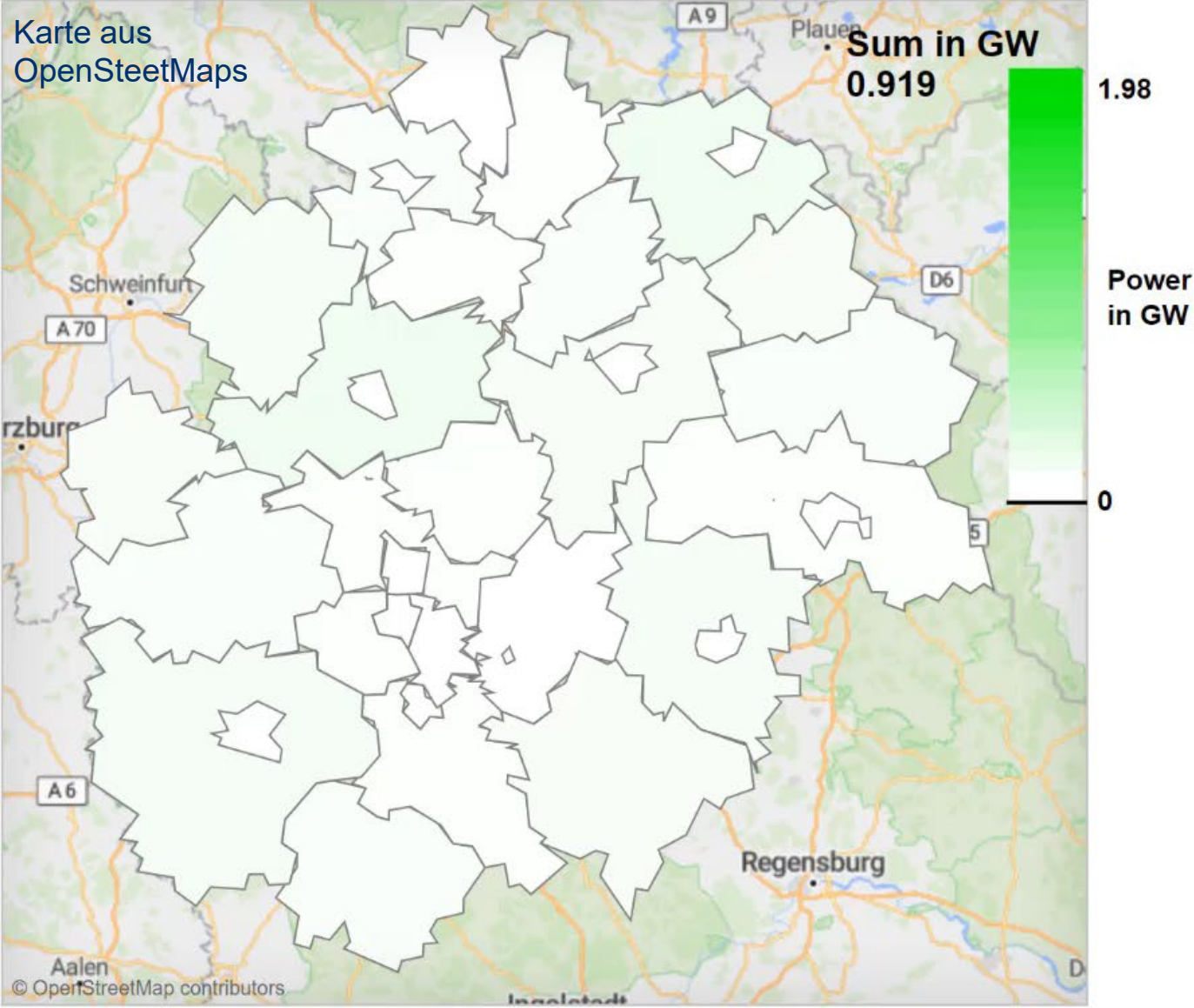


<https://www.encn.de/nachricht/encn-stellt-wasserstoffstudie-fuer-die-metropolregion-vor>

- Landkreise mit EE, Bedarfen (Elektrizität, H2, Wärme, Verkehr), Batteriespeicher
- Ausgleich über EMN
- **Elektrolyse: EE-Überschuss nach Befüllung aller elektrischen Speicher**
- **Optimistisches Ausbauszenario:**
Alle EE-Potentiale aus
Energienutzungsplan der EMN



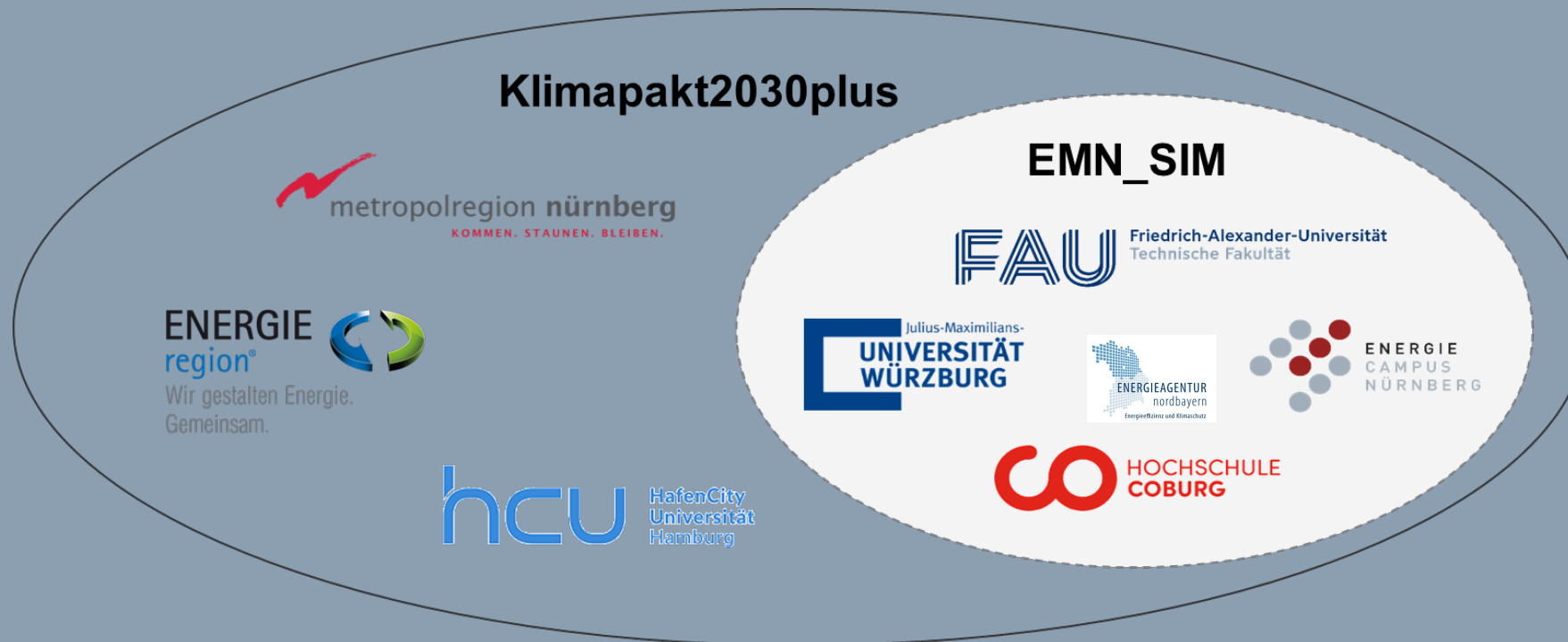
Karte aus
OpenSteetMaps



● SOC of Pumped Hydro Storage in %



Simulationsmodell EMN_SIM



Zielstellung EMN_SIM

Werkzeug zur Analyse des Energiesystems in der EMN in der Konzeptphase

Maßnahmen

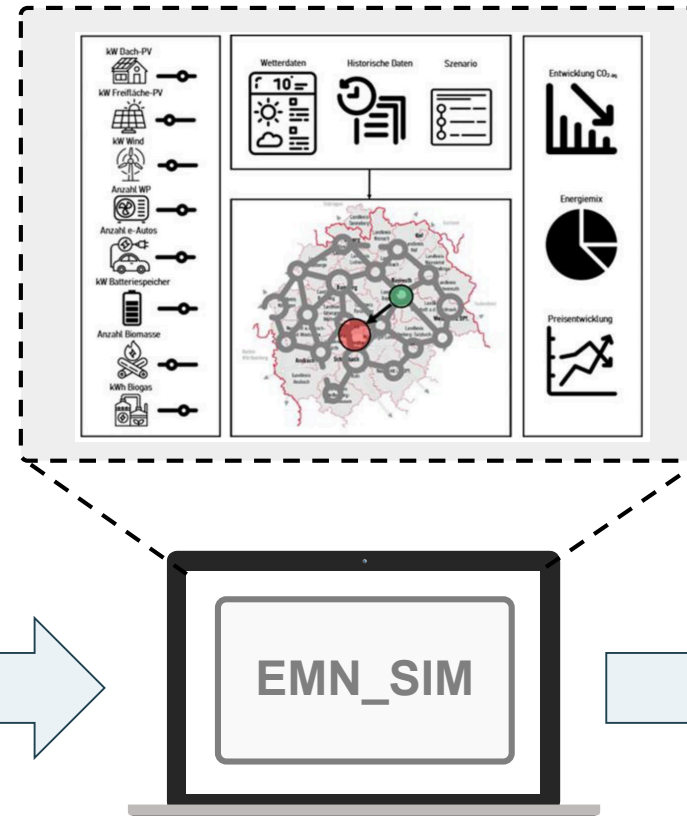
Z.B. installierte Leistung EE,
Ausbau Speicher

Nutzung

Z.B. Hochfahren E-Mobilität,
Durchdringung
Wärmepumpen,
Gebäudesanierung

Steuerstrategien

Z.B. Betrieb von Speichern



Auswirkungen

Z.B. Auslastung,
Leistungsspitzen, Anteil EE,
Verringerung Import, CO2-
Bilanz, dynamische
Simulation, Visualisierung,
Überblick, Transparenz

Kenngroßen für Investitionen

Z.B. Investitions- und
Betriebskosten, Energie-
bedarf und -mix

Planung, Monitoring

Z.B. Evaluierung Ausbaupfade



Fall 1: Ausbauplanung erneuerbarer Energien

Eingabe:

- Definition der neu installierten Leistungen
- Zunahme von E-Fahrzeugen im Mobilitätssektor

Ergebnis:

- Investitionskosten für Ausbau
- Energiemix durch erneuerbare Energien
- Auslastung im Hochspannungsnetz



**Netzbetreiber,
Stadtwerke**



Fall 2: Entwicklung Gebäudebestand

Eingabe:

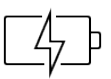
- Definition von Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle
- Zubau von Wärmepumpen

Ergebnis:

- Prognose für Wärmebedarfe
- Energieträger der Wärmeversorgung
- CO2-Bilanz



**Regionalplaner,
Projektierer**



Fall 3: Regionales Energiemanagement

Eingabe:

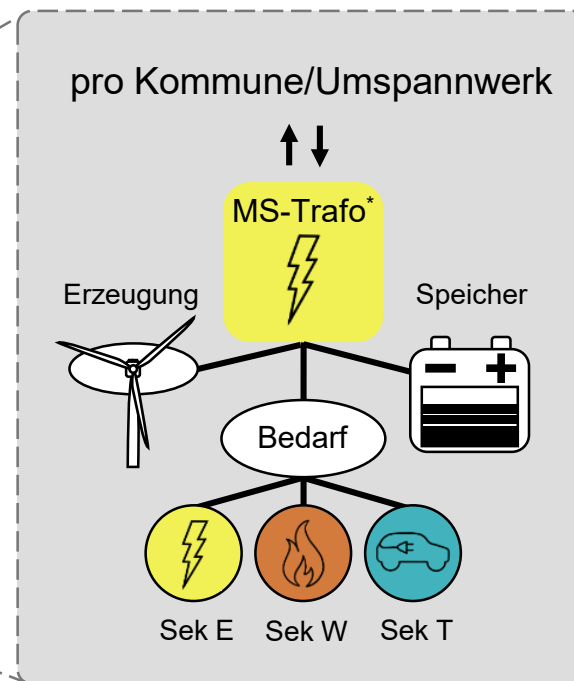
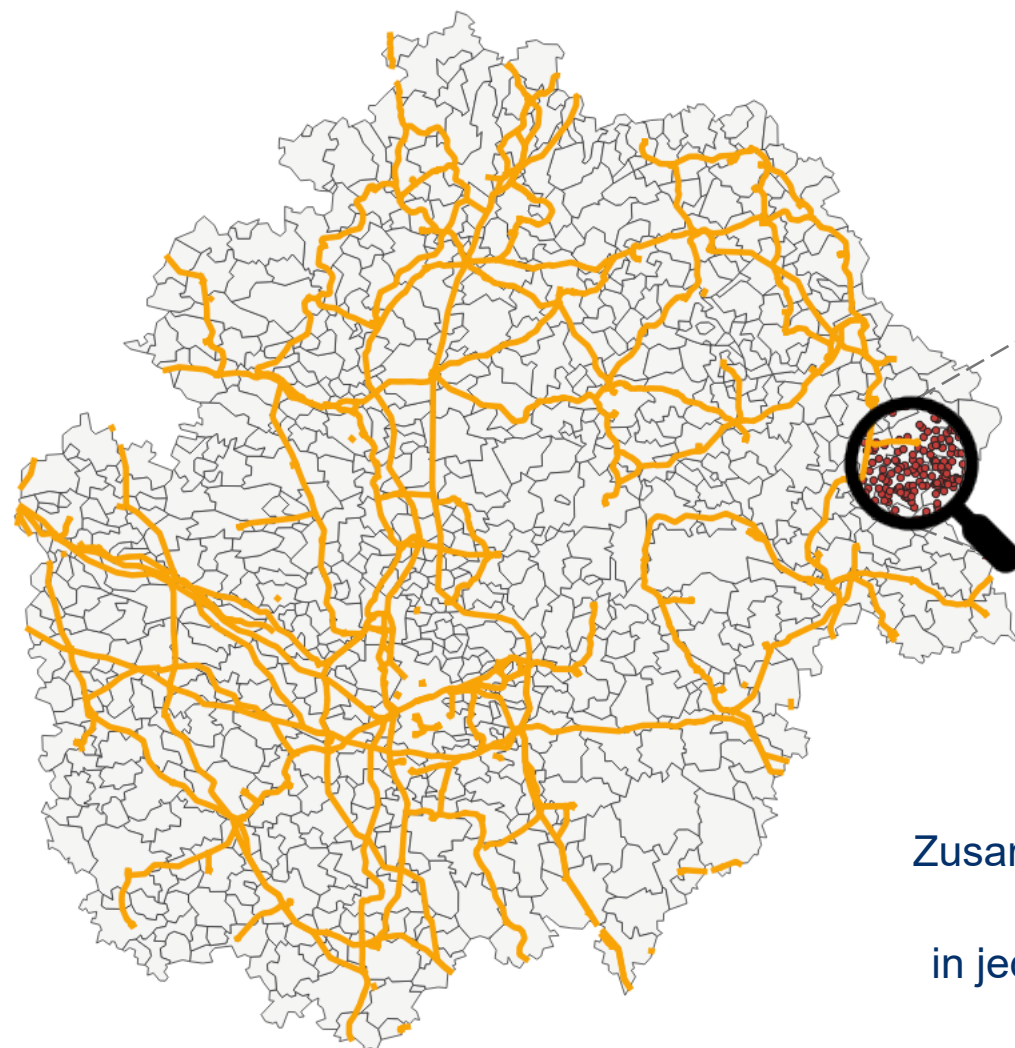
- Vorgabe regionaler Erzeugung
- Ausbau der Speicherkapazitäten
- Definition der Steuerstrategie

Ergebnis:

- Betriebs- und Investitionskosten für Speicher
- Autarkiegrad der Kommune
- Bedarf an zu importierender Energie



**Bürgermeister,
Landräte**



*aggregiert

Zusammenfassung der Mittelspannungs-Transformatoren (20 kV) zu
aggregierten MS-Trafos
in jeder Kommune und entsprechend Anbindung an Umspannwerk

Teilmodelle in der Übersicht

Modellfunktionalitäten in den einzelnen Sektoren

- DC-Lastflussapproximation auf Hochspannungsebene
- Last an Umspannwerken
- Modellierung des Gasnetzes in analoger Weise für Hochdruckniveau



Netz



Strom

- EE-Einspeisung aus lokalen Wetterdaten sowie technischen Parametern (z.B. Anlagentypen, Modulausrichtung)
- Konventionelle Kraftwerke basierend auf Marktpreisen
- Verbrauchsmodellierung mit Profilen pro Kommune

Verkehr



- Erzeugung von Mobilitätsverhalten zwischen Kommunen mit agentenbasierter Simulation
- Modellierung des Ladeverhaltens verschiedener Nutzungsgruppen

Wärme



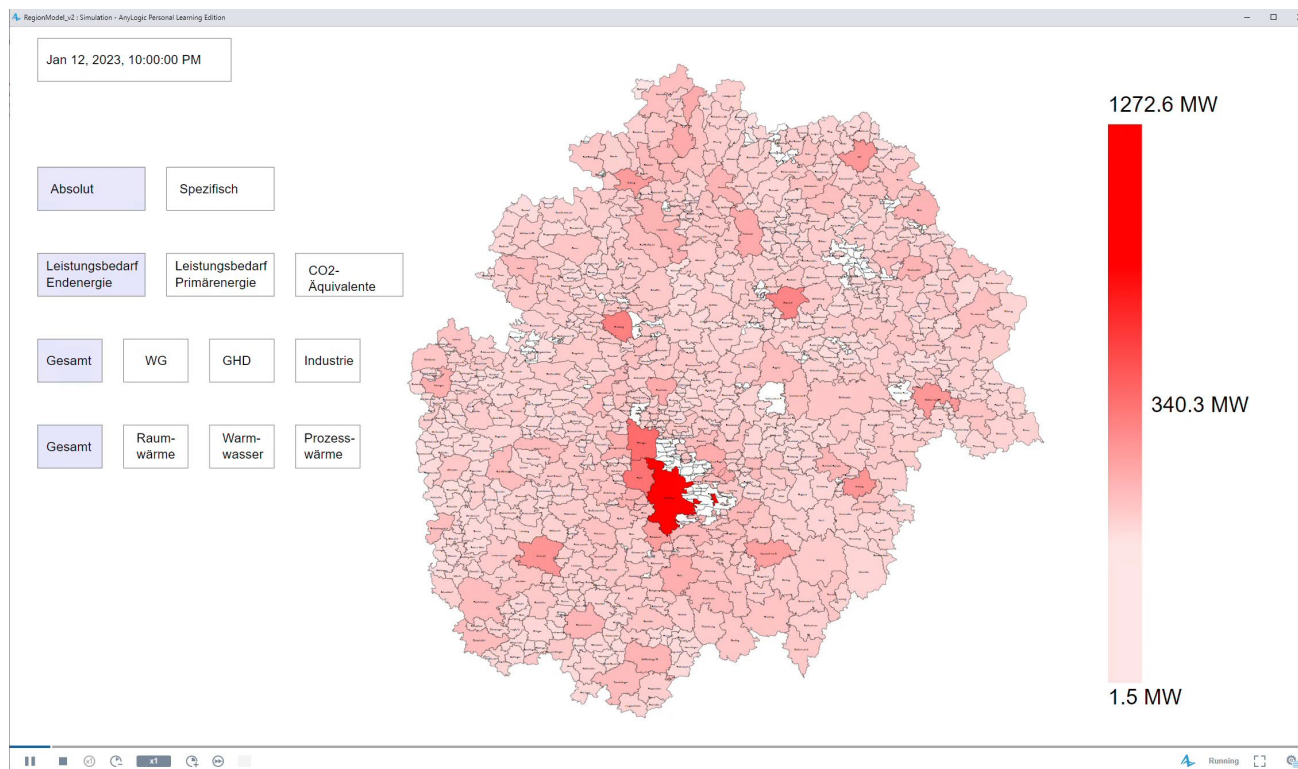
- Wärmebedarfsprofile für Wohngebäudearten
- 24 Klassen nach Baujahr und Gebäudetyp
- Aus Gebäudezensusdaten
- Wärmebedarfe für Nicht-Wohngebäude basierend auf Statistikdaten und branchenspezifischen Kennzahlen

Beispiele

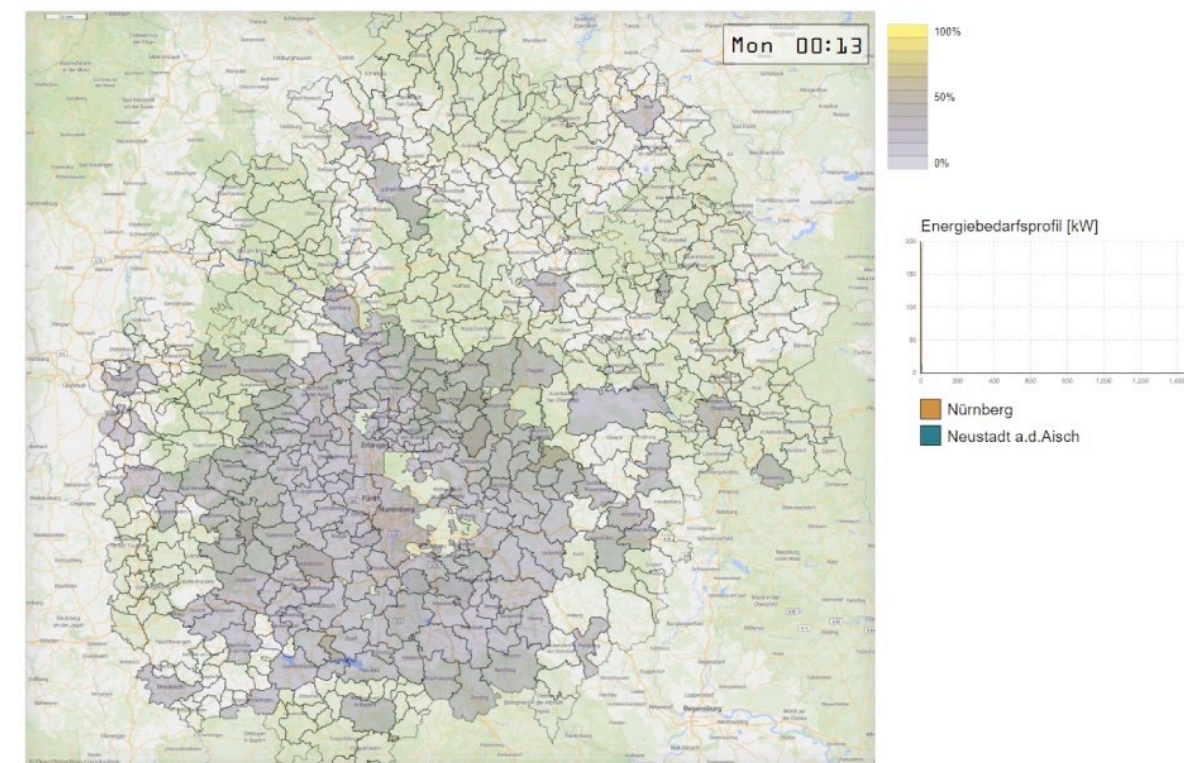
Visualisierungen der Teilmodelle Wärme und Verkehr



Leistungsbedarf Wärme



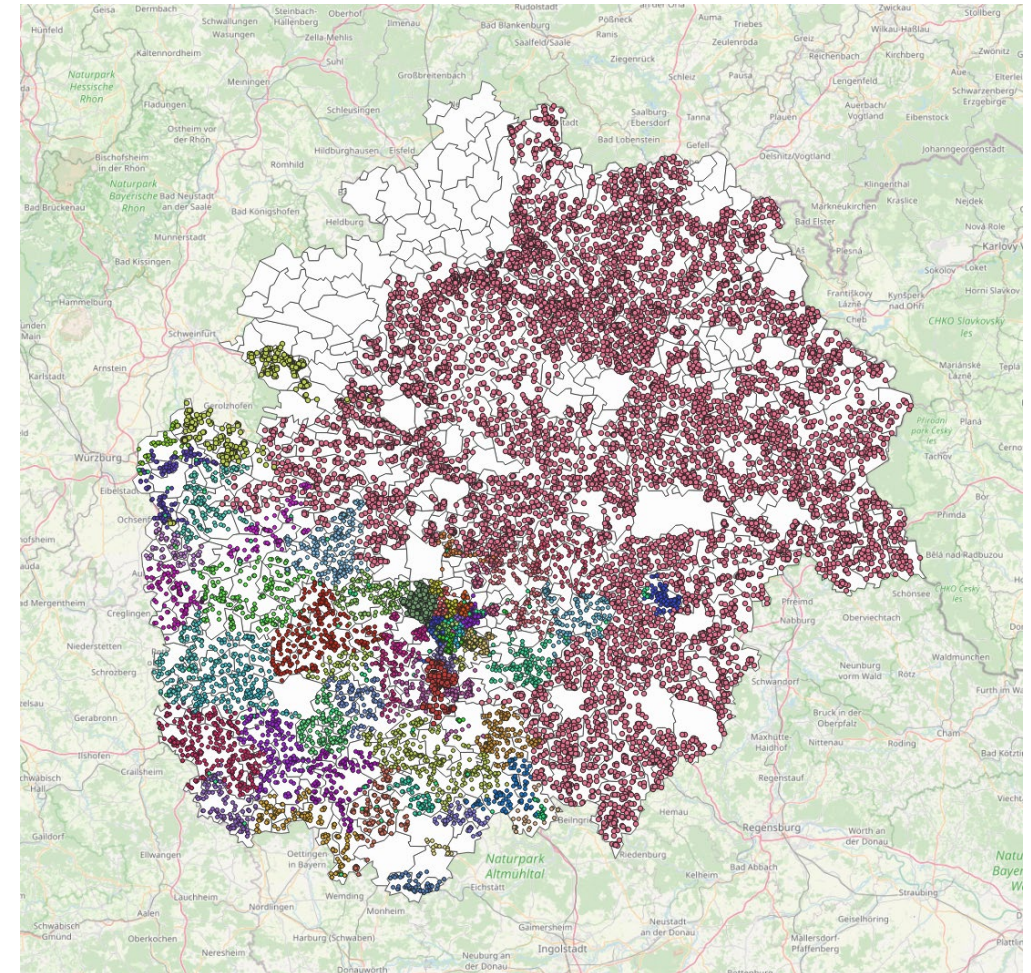
Leistungsbedarf Elektromobilität



- Weitgehende Netzabdeckung Dank
 - N-ERGIE
 - Bayernwerk
 - Infra Fürth
 - ÜZ Mainfranken
 - STW Bayreuth
 - STW Schwabach
 - STW Hof
 - STW Kulmbach
- Herzo Werke

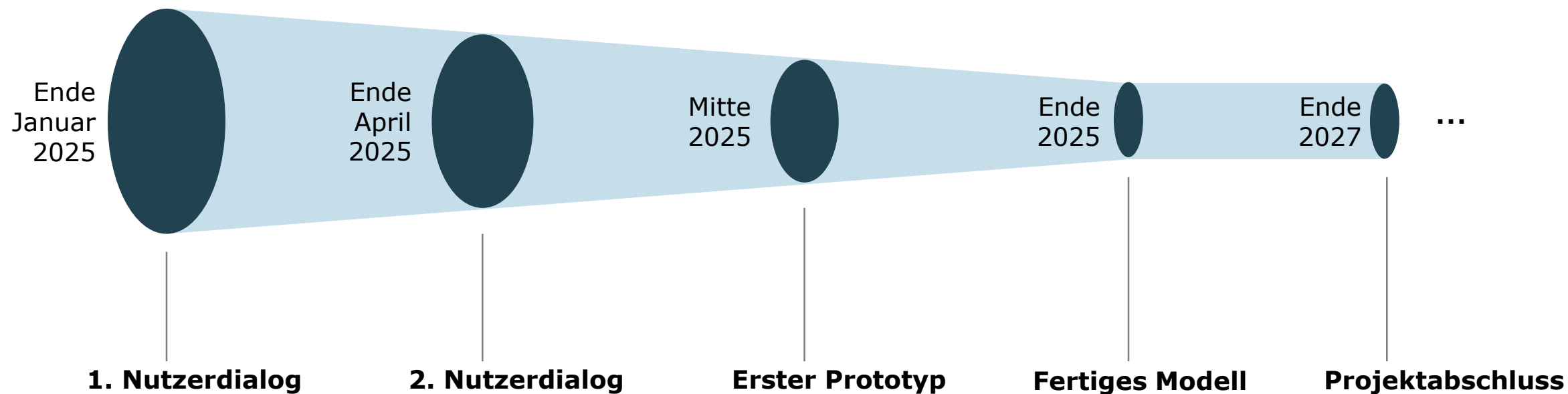


Notwendigkeit zur Abschätzung von Erzeugung und Bedarf einzelner Kommunen



- **ESM-Regio: Sektorenkopplung in Bayreuth**
 - Verstärkung Mittelspannungsebene, Potentiale Sektorenkopplung
- **H2-Potential der EMN**
 - Dimensionierung für überschüssige EE-Leistung
- **Simulationsmodell EMN_SIM**
 - Planungswerkzeug mit dynamischer Simulation statt jährlicher Bilanz
 - Visualisierung, Perspektive über Kommune hinaus, Kenngrößen, Transparenz
 - Herausforderung Datenerhebung
- **Weitere Projekte und Studien möglich:**





- Vielen Dank an die beitragenden **Netzbetreiber, EVUs** bei der Datenerhebung und die **Energieagentur Nordbayern** für die Aufarbeitung!
- Vielen Dank an die Beitragenden aus den 3 Projekten
 - **Hochschule Coburg:** Sebastian Bottler, Prof. Christian Weindl
 - **Uni Würzburg:** Leo Strobel, Paul Benz, Prof. Marco Pruckner
 - **FAU, Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik:** Natalia Luna-Jaspe Roa, Nora Elhaus, Prof. Jürgen Karl
 - **FAU, Optimization under Uncertainty & Data Analysis:** Dr. Kevin Aigner, Prof. Frauke Liers
 - **FAU, Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme):** Dr. Peter Bazan, Alexander Sommer, Jonathan Fellerer, Dr. Daniel Scharrer (ehemals, jetzt N-Ergie)