



[T.T.-Prof. Dr. Benjamin Schäfer // Daten-getriebene Analyse komplexer Systeme (DRACOS)]

Benjamin Schäfer forscht zu Methoden des maschinellen Lernens und der daten-getriebener Analyse für komplexe Systeme, wie das Energiesystem. Er studierte 2008 bis 2014 Physik an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und promovierte anschließend 2017 an der Georg-August-Universität Göttingen und dem Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbst-Organisation in Göttingen. Dabei war er zuerst Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes und anschließend Gewinner eines „GGNB Excellence Stipends“ zur Finanzierung des Studiums bzw. der Doktorarbeit.

Schon während der Promotion war er für Forschungsaufenthalte in London an der Queen Mary University of London (QMUL) und der University of Tokyo tätig. Nach der Promotion folgte ein Postdoc an der TU Dresden, eine EU-finanzierte Marie Skłodowska-Curie Fellowship an der QMUL in London zum Thema „With data-driven modelling towards a successful energy transition (DAMOSET)“ und ein Aufenthalt als Associate Professor an der Norwegian University of Life Science (NMBU) in Ås.

Seit Anfang 2022 arbeitet er am KIT: Zunächst leitete er ausschließlich eine Helmholtz-Nachwuchsgruppe „Daten-getriebene Analyse komplexer Systeme (DRACOS)“ am Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI) und der Fakultät für Informatik. Mitte 2022 erhielt er dann zusätzlich einen Ruf auf die Professur „Künstliche Intelligenz für das Energiesystem“ an der Fakultät für Informatik.

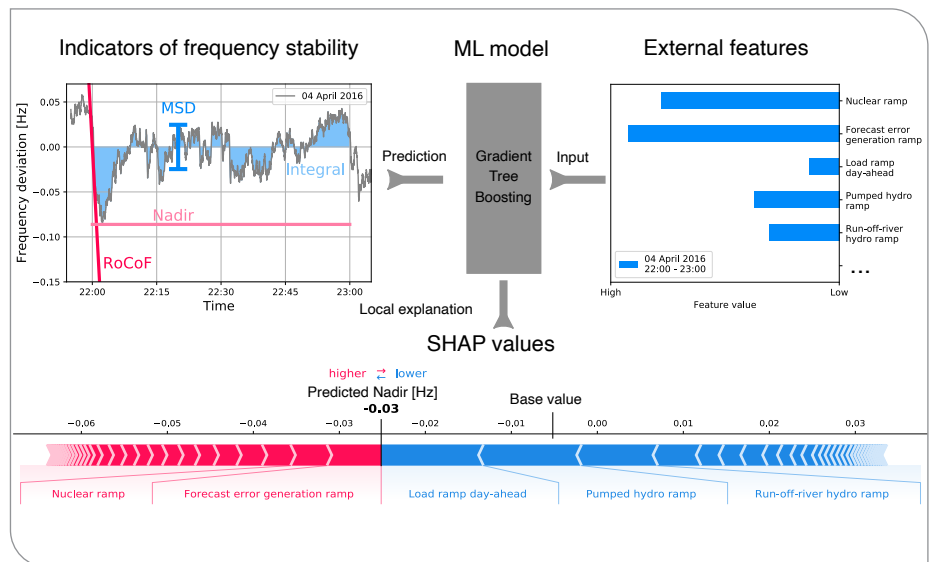
// Überblick und Allgemeines

Die Forschung der Arbeitsgruppe wird geleitet von der Frage: „Wie können moderne Methoden der Datenanalyse, des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz (KI) genutzt werden um komplexe Systeme, wie das Energiesystem, besser zu beschreiben, zu verstehen und zu kontrollieren?“

Durch die Energiewende wird das aktuelle Stromsystem fundamental umgebaut, denn ehemalige zentrale Stromerzeugung in konventionellen Großkraftwerken wird zunehmend durch dezentrale und volatile Erzeugung ersetzt. Gleichzeitig entstehen enorme Mengen an Betriebsdaten in allen Sektoren in technischen Systemen, sowie in ökonomischen Systemen. Smart Meter liefern Daten und Steuer-Möglichkeiten in Haushalten, Preisdaten von Strommärkten sind zugänglich und der Zustand des Stromnetzes (Ströme, Spannungen, Frequenzen) wird mit zahlreichen Sensoren überwacht.

Genau diese verfügbar werdenden Daten werden innerhalb der Gruppe genutzt und damit rein daten-basierte Modelle generiert und somit ein alternativer Ansatz zu menschlichen Modellierungen geschaffen. Ein zentraler Punkt ist hierbei die Interpretierbarkeit der Ergebnisse: Es werden möglichst keine black-box Modelle genutzt, sondern so-

Abb.1:
Energiesystemmodellierung mittels
interpretierbarem maschinellen Lernen.



nanntes „interpretable machine learning“ oder „explainable artificial intelligence (XAI)“ erlaubt transparente Modelle und damit Einblick in das zugrundeliegende komplexe System, wie z.B. das Stromnetz.

// Einblicke in die Forschung

In den letzten Jahren wurden erste Grundsteine gelegt wie XAI im Energiesystem angewendet werden kann, siehe auch Abb. 1: Die Stabilität der Stromnetz-Frequenz (einer wichtigen Größe zur Regelung des Stromnetzes) kann mittels Gradient Tree Boosting Modellen ausschließlich mittels Daten beschrieben werden und das Modell wird anschließend mittels SHAP Werten interpretiert.

Weitere Arbeiten zielten darauf ab, Energiesystemdaten, wie die Stromnetz-Frequenz, offen zu teilen, wofür eine Datenbank geschaffen und mit ersten Messungen gefüllt wurde. Außerdem wurde der Stromverbrauch von Haushalten analysiert und vorhergesagt.

Ziel der nächsten Jahre wird es sein die noch junge Gruppe weiter aufzubauen, den Kontakt mit Studierenden durch Lehre und Abschlussarbeiten zu suchen und unser Verständnis des Energiesystems mittels KI zu verbessern.

// Ausgewählte Publikationen

M. Anvari*, E. Proedrou*, B. Schäfer*, C. Beck, H. Kantz and M. Timme, Data-driven load profiles and the dynamics of residential electricity consumption, *Nature Communications* 13, 4593, 2022 (*contributed equally).

E. Cramer, L.R. Gorjão, A. Mitsos, B. Schäfer, D. Witthaut, M. Dahmen, Validation Methods for Energy Time Series Scenarios from Deep Generative Models, *IEEE Access* 10, 8194 – 8207, 2022.

J. Kruse, B. Schäfer, D. Witthaut, Exploring deterministic frequency deviations with explainable AI, 2021 *IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (SmartGridComm)*, 2021.

J. Kruse, B. Schäfer*, D. Witthaut*, Revealing drivers and risks for power grid frequency stability with explainable AI, *Patterns*, 100365, 2021 (*contributed equally).

L. R. Gorjão, R. Jumar, H. Maass, V. Hagenmeyer, G. C. Yalcin, J. Kruse, M. Timme, C. Beck, D. Witthaut, B. Schäfer, Open data base analysis of scaling and spatio-temporal properties of power grid frequencies *Nature Communications*, 11, 6362, 2020.

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftliches Personal

Hadeer El Ashhab
Hallah Butt
Sebastian Pütz
Ulrich Oberhofer
Xinyi Wen

// Website

https://www.iai.kit.edu/gruppen_4102.php