

Fachtagung “Speicher und Netze”

Projekt smartBattery: Toolbox für die Netzverträglichkeit von Großbatteriespeichern

KI-basierte Betriebsoptimierung und Standortauswahl

Marco Obermeier | Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

16. Juni 2026, Osnabrück | Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

- **Motivation:** Großbatteriespeicher und das Netz
- **smartBattery:** Ziel, Rahmen, Partner und Projektpakete
- **Stand der Forschung:** flexible Netzanschlüsse (FCA) und Foundation-Modelle
- **Timeseries-Foundation-Modelle:** eine universelle Prognosemethode für Energiesysteme?
- **Publikation und Ausblick:** FETS-Benchmark und nächste Schritte

Motivation

Großbatteriespeicher und das Stromnetz

- > **720 GW** angefragt (BDEW 11/2025)
- ~ **78 GW** bereits genehmigt (BDEW 11/2025)
- ~ **3,2 GW** heute am Netz (Großbatteriespeicher ≥ 1 MW, MaStR 05/2026)

- Angefragt wird ein **Vielfaches** dessen, was angenommen wird (NEP 2037/2045: 88 bis 175 GW)

Offene Frage

Wie priorisieren, wie integrieren, und wie kommen wir dahin?

Quelle: BDEW 11/2025 | NEP Strom 2037/2045 (V2025) | MaStR (Bundesnetzagentur, eigene Auswertung 05/2026)

Projekt smartBattery


Ziel, Rahmen und Partner

Forschungsprojekt smartBattery

Netzverträglichkeit von Großbatteriespeichern

Ziel: smartBattery-Toolbox mit KI-basierter Betriebsoptimierung und Standortauswahl von Großbatteriespeichern zur Sicherstellung der Netzstabilität und potenziellen Reduktion des Netzausbaubedarfs.

Wichtige Daten:

- Projektbeginn: 01.10.2025 (3 Jahre)
- 1 Vollzeitstelle + WiHi
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Förderinitiative "Speicher und Netze"
- Assoziierter Partner:




Marco Obermeier

Wiss. Mitarbeiter Energie & KI



Prof. Florian Haselbeck

Smart Farming



Prof. Andreas Zeiselmaier

Digitale Energiewende



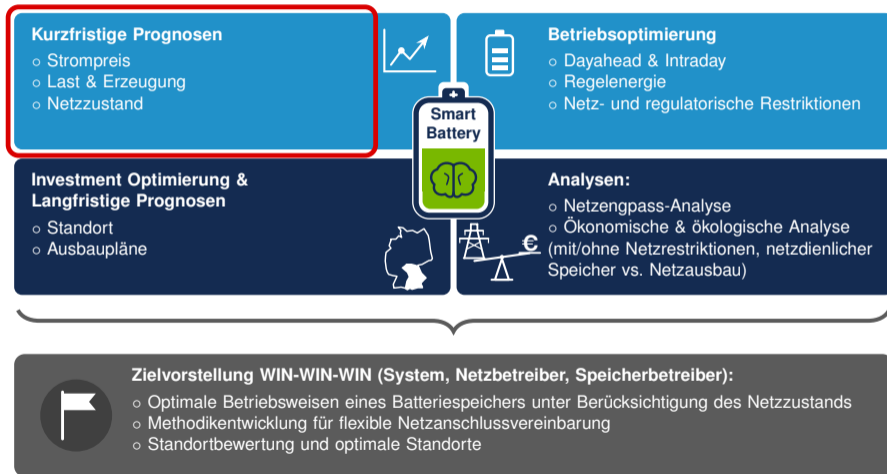
Projektteam HSWT

Projektbeirat:



Ziele des Projekts

Tools für Prognosen und Betriebsoptimierung



Stand der Forschung

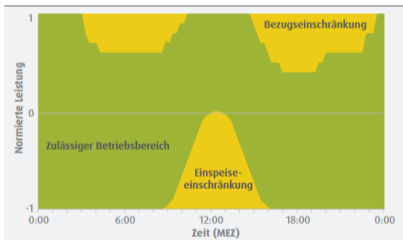
Flexible Netzanschlüsse und Foundation-Modelle

Flexible Netzanschlussvereinbarungen (FCA)

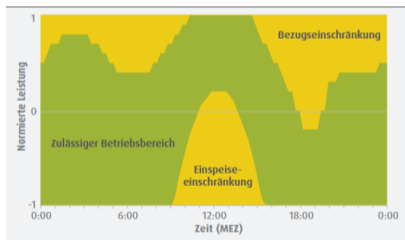
Research Status Quo: Pilotprojekte E.ON (Bayernwerk)

- Heutige Netzanschlüsse: **statisch**, feste Anschlussleistung unabhängig von der Netzsituation
- Zwei Bayernwerk-Piloten: **zeitvariable Betriebsbereiche (Hüllkurven)** als FCA
- Hüllkurven werden **zu Jahresbeginn festgelegt** und sehen **für jeden Monat anders** aus

02 Exemplarische Darstellung eines netzneutralen Betriebsbereichs an einem Sommertag



03 Exemplarische Darstellung eines netzdienlichen Betriebsbereichs an einem Sommertag

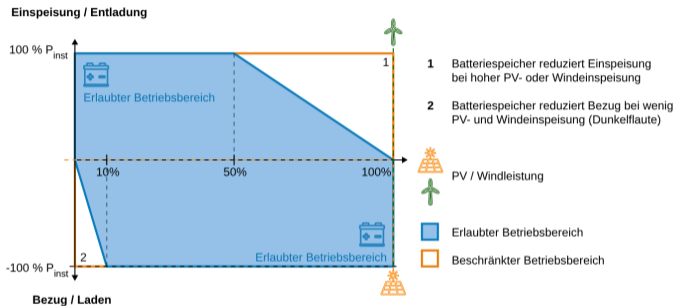


○ **Netzneutral:** Roßbach im niederbayerischen Landkreis Rottal-Inn (Mitte 2026)

○ **Netzdienlich:** Wutzldorf (Cham), § 11a EnWG

Quelle: Bayernwerk Netz / E.ON, [Positionspapier emw 25-1: Flexibilität im Stromnetz](#).

Beispiel: regelbasierter Betriebsbereich nach regionalem EE-Angebot



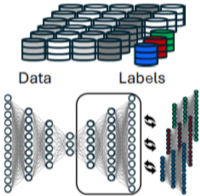


- Bayernwerk: Hüllkurven **im Voraus festgelegt** (Jahresbeginn, je Monat) **vs.** Schleswig-Holstein Netz: **regelbasiert** (siehe Webseite)
- Erlaubter Betriebsbereich steht hier nicht vorab fest, sondern folgt **laufend** dem **aktuellen regionalen PV- und Wind-Angebot**

Quelle: Schleswig-Holstein Netz, [FCA für Batteriespeicher \(sh-netz.com\)](https://www.sh-netz.com).

Von Experten-Systemen zu Foundation-Modellen

Research Status Quo: Trend

	Expert Systems	Machine Learning	Deep Learning	Foundation Model
	 Domain Knowledge Rules	 Data Labels Domain Knowledge	 Data Labels	 Data Labels
Model Size	Very small	Small	Large	Very Large
Features	Hand-designed	Hand-designed	Learnt	Learnt
Learning	None	Supervised	Supervised	Self-supervised
Data	Very few	Few labeled Data	Labeled data	Very large unlabeled + small labeled data
Adaptability	None	Little	Medium	Large

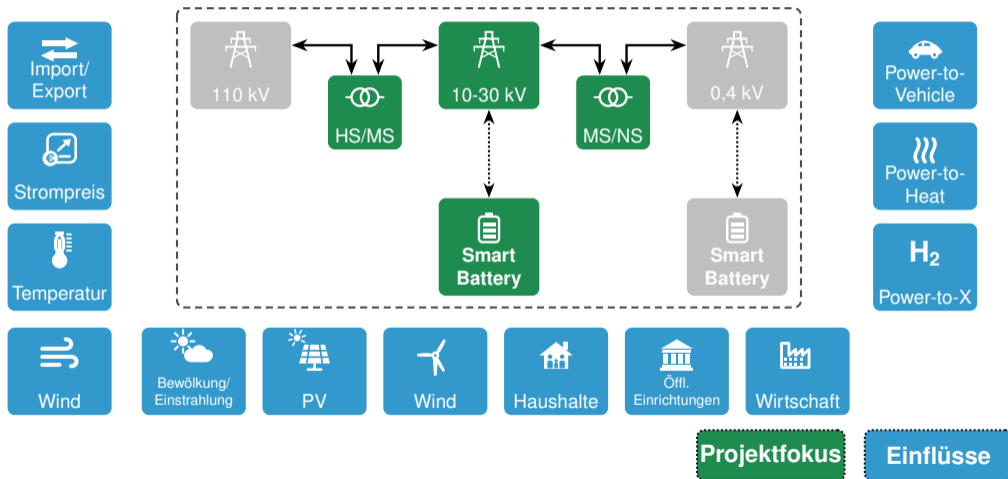
Quelle: Hamann et al., "Foundation Models for the Electric Power Grid" (GridFM), arxiv.org/abs/2407.09434.

Timeseries-Foundation-Modelle

Eine universelle Prognosemethode für Energiesysteme?

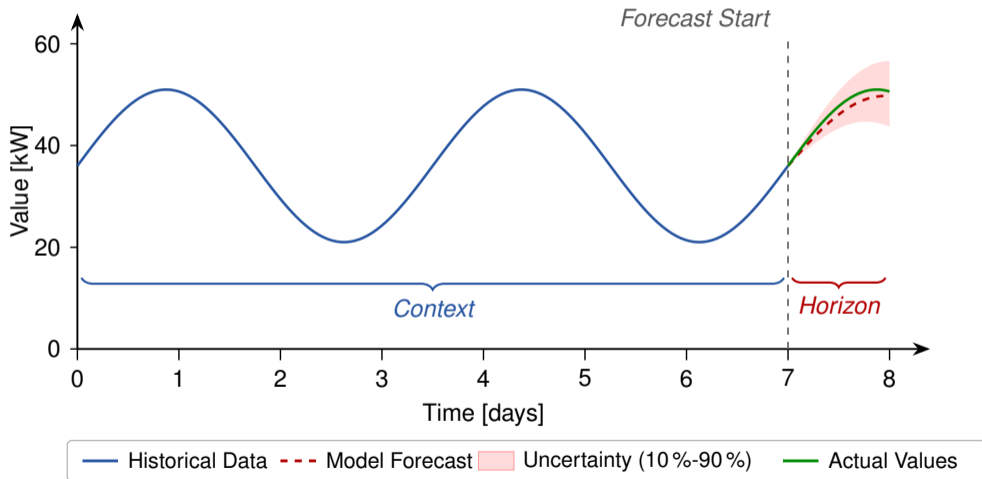
Warum Prognosen?

Abstrahierte Sicht und Einflüsse



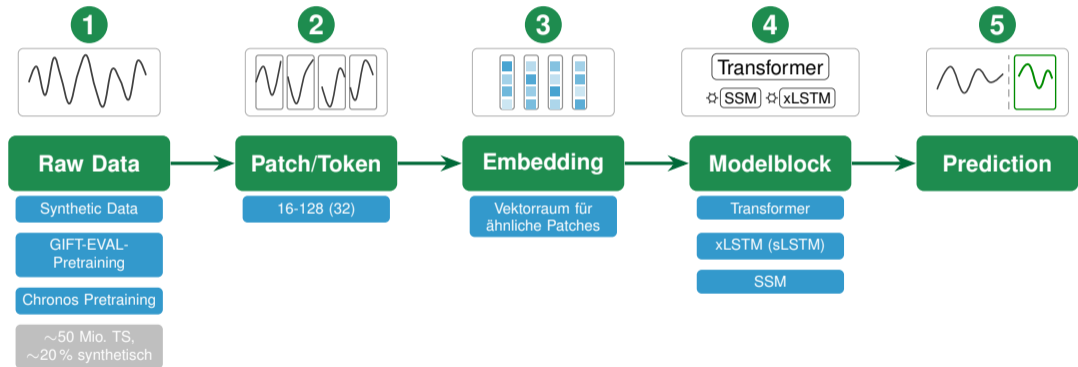
Konzept: Timeseries Foundation Modell

Zero Shot, Univariate



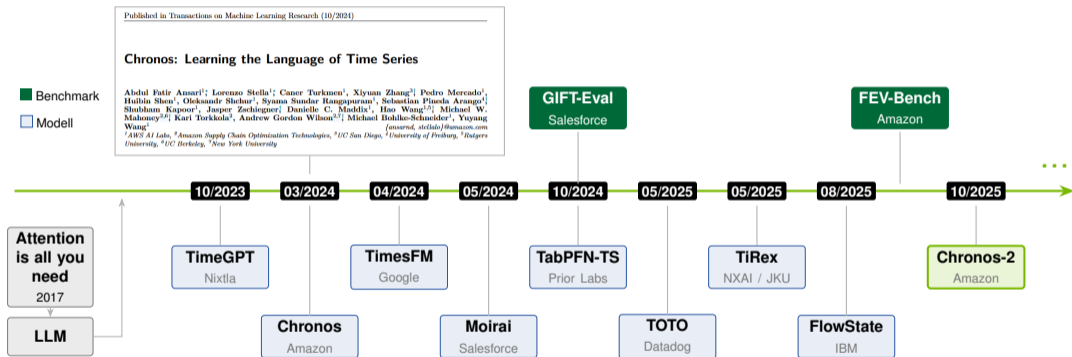
Abstrakte Sicht einer typischen TSFM Architektur

Deep Dive: Timeseries Foundationmodelle



Technologieentwicklung TSFM

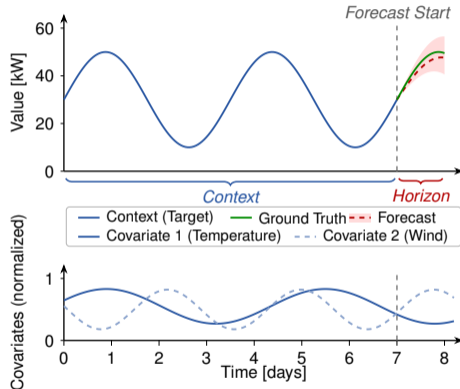
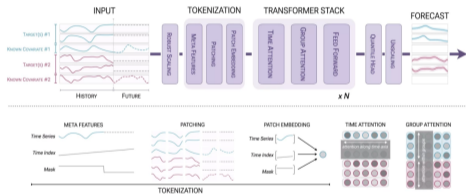
Von “Attention is all you need” zu Chronos-2



- o Zahlreiche Time-Series-Foundation-Modelle in wenigen Jahren, begleitet von einigen Benchmarks

Quelle: Releases der Anbieter; Benchmarks [GIFT-Eval](#) und [FEV-Leaderboard](#).

Deep Dive: Timeseries Foundationmodelle



Quelle: links: Ansari et al., "Chronos-2", arxiv.org/abs/2510.15821; rechts: Setup-Darstellung nach Obermeier et al., "FETS Benchmark", arxiv.org/abs/2604.22328.

FETS Benchmark: Foundation Models Outperform
Dataset-specific Machine Learning in Energy Time Series
Forecasting

Marco Obermeier^{a,b,c}, Marco Pruckner^a, Florian Haselbeck^{b,1}, Andreas Zeiselmair^{c,1,*}

Benchmark-Design

- 54 Datensätze in 9 Datenkategorien, entlang typischer Stakeholder-Use-Cases
- 5 Foundation-Modelle (Chronos-2, TimesFM, TiRex, FlowState, TabPFN-TS) vs. XGBoost + Random Forest
- ✓ Chronos-2 (kovariat): 20 % Wins, XGBoost 9 %, RF 6 % (trotz vollem Training auf der Ziel-Zeitreihe)

Kernergebnis: Median-NRMSE gesamt

Setting	Bestes Modell	NRMSE
Univariat (zero-shot)	Chronos-2	0,575
Kovariat (zero-shot)	Chronos-2	0,421
Training / Fine-Tuning	XGBoost	0,603

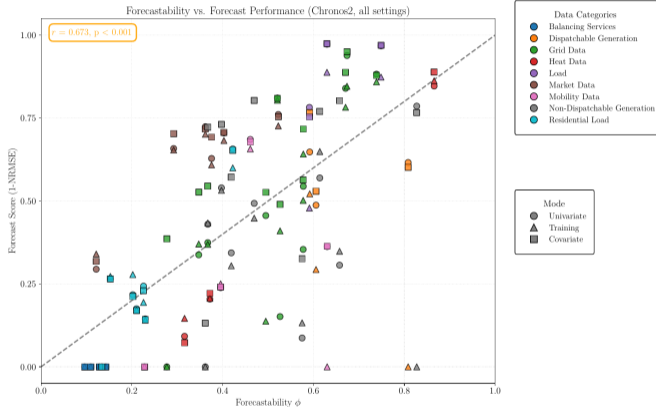
🔄 **Status** Preprint, in Review:

arxiv.org/abs/2604.22328

Quelle: Obermeier, Pruckner, Haselbeck, Zeiselmair, "FETS Benchmark", arXiv:2604.22328 (24.04.2026), Titelseite + Tab. 4 (Overall-Zeile)

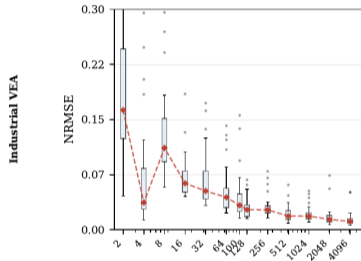
FETS Benchmark: Wo funktioniert es am besten?

Forecastability und Aggregationslevel



Regelmäßigere Signale (höherer Forecastability-Index ϕ) werden besser prognostiziert ($r = 0,673$)

Quelle: Obermeier, Pruckner, Haselbeck, Zeiselmaier, "FETS Benchmark", arXiv:2604.22328 (24.04.2026), Fig. 7 + Fig. 10



Industrielast: Fehler sinkt mit dem Aggregationslevel (Anzahl aggregierter Profile), Summenprofile glätten, **Analogie Standardlastprofile**

- **Echte Transformator-Lastgänge (Bayernwerk):** mit der Benchmark-Methodik untersuchen, zur Bestimmung **voll dynamischer FCAs**, perspektivisch auch dynamischer Netzentgelte
- **Kopplung mit Netz- und Multimarktmodellen:** dynamische FCA-Hüllkurven treffen auf Markt-Optimierung, um echte Potenziale zu ermitteln
- **Standort-Ranking:** netzdienliche Hotspots vs. Erlös-Potenzial
- **Validierung** gegen Markt-Benchmarks und institutionelle Studien (BET/IAEW, Hirth, Agora)

Vielen Dank!

Fragen und Diskussion

Marco Obermeier | Hochschule Weihenstephan-Triesdorf | Projekt smartBattery