

Flexibilität flächendeckend - Wieviel Flexibilität ist in meinem Netz?

Thomas Gall
ASGAL Informatik GmbH

Olivier Gisiger, Curtis Meister, Andreas Melillo,
Sarah Schneeberger, Philipp Schütz
Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Kompetenzzentrum Thermische Energiespeicher

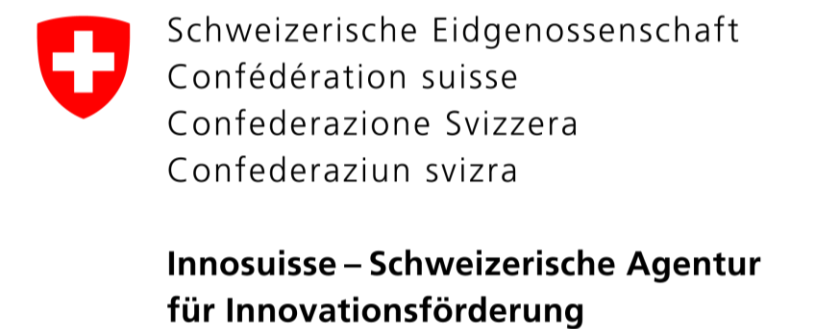
TECHNIK UND ARCHITEKTUR

August 19, 2026

FH Zentralschweiz

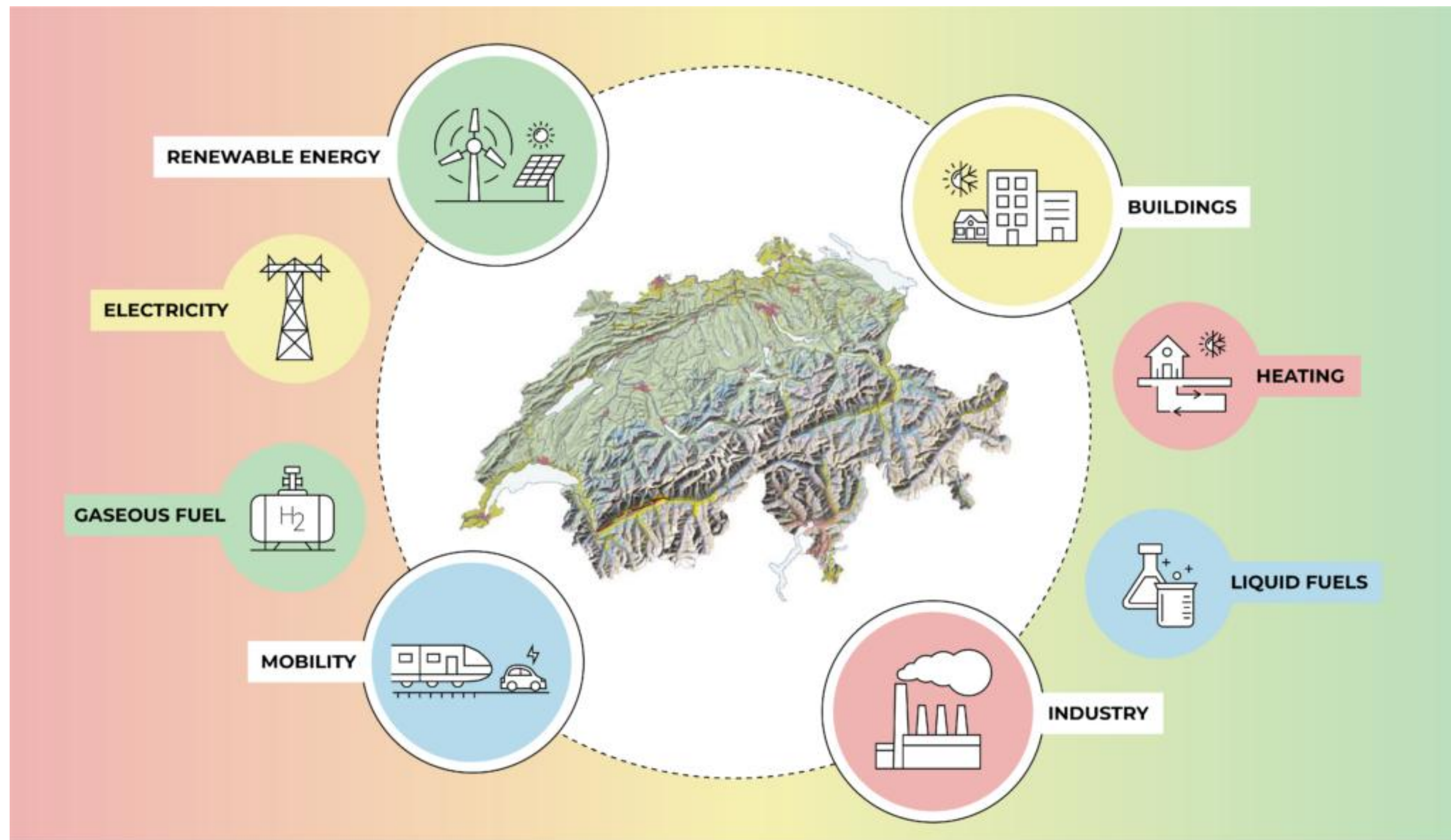


Agenda



- Welche Typen von Flexibilität?
- Wie Wärmepumpen-Flexibilität schätzen **ohne Messdaten**?
- Wo gibt es wieviel Flexibilität?
- Wärmepumpe /Boiler in Smart-Meter Daten erkennen
- Wärmepumpen-Profil aus Smart-Meter Daten
- Was bietet der ASGAL Smart Energy Manager?
- Feldstudie mit TB Vilters-Wangs, EW Sennwald, Elektra Gams

SWEET PATHFNDR



Forschungsprojekt mit 8 Forschungs-
25 Praxispartner mit dem Ziel

Mehr Erneuerbare Energien durch

- Verbesserte Effizienz
- Ermöglichen von Flexibilität
- Verstärken der Sektorkopplung

Forschungspartner:

ETH zürich

Empa
Materials Science and Technology

PAUL SCHERRER INSTITUT
PSI

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaft
zhaw

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
**HOCHSCHULE
LUZERN**

**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

EPFL

TU Delft

Flexibilität: Definition und Bedürfnisse

Definition

Flexibilität die **Fähigkeit des Energiesystems, erwartete oder unerwartete Schwankungen** von Stromangebot und Stromnachfrage auf unterschiedlichen Zeitskalen – von sehr kurzen bis hin zu langfristigen Zeiträumen – **durch Anpassungen** bei Energieangebot, Energieumwandlung, **Nachfrage, Speicherung** sowie beim Energieaustausch mit benachbarten Systemen zu bewältigen.

Referenz: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000641177>

Bedürfnisse

Application requiring flexibility	Time scale	Type of action / operational procedure	Driver	Spatial scale
Maintaining frequency stability	Seconds (including sub-second)	• Inertial response • Primary frequency control	Loss of large generator or interconnector	System-wide (entire synchronous area)
Keeping voltages within acceptable limits	Minutes	Voltage regulation	Increase in power flow in a certain direction: • Progressive: driven by change of demand or supply • Sudden: driven by loss of branch or generator	Local
Avoiding thermal overloading of branches	Minutes to hourly	Power flow control (by means of redispatch or active power flow devices)		Mostly local, action shall have impact on branch under question
Power balancing	Minutes to hourly	• Redispatch of generation and storage units • Demand side management	• Variability of demand and intermittent generation • Forecast errors	Wide-area (country or part of country, cross-country exchange can also be used)
Unit commitment, Scheduling availability of flexibility resources	Daily	• Decision of which generation units are on per hourly slot • Commitment of flexibility providers to be available	• Expected residual demand per hour • Ensuring that enough reserve is available to counteract contingencies and forecast errors	Wide-area (typically, several countries via market clearing) In future, might be relevant also to local
Adequacy of power & energy supply	Long-term	• Seasonal scheduling of hydro reservoirs and long-term storage, such as thermal, natural gas and hydrogen storage (if any) • Ensuring investments in adequate generation and storage capacities	• Seasonal pattern of energy demand (e.g., winter or summer peaks) and availability of energy supply (hydro, wind, solar) • Long-term expected evolution of energy demand	Typically happening at country level, considering the neighboring countries

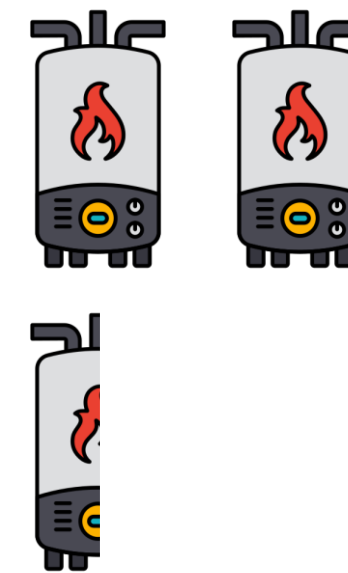
Wieso ist ein Haus auch ein Speicher?



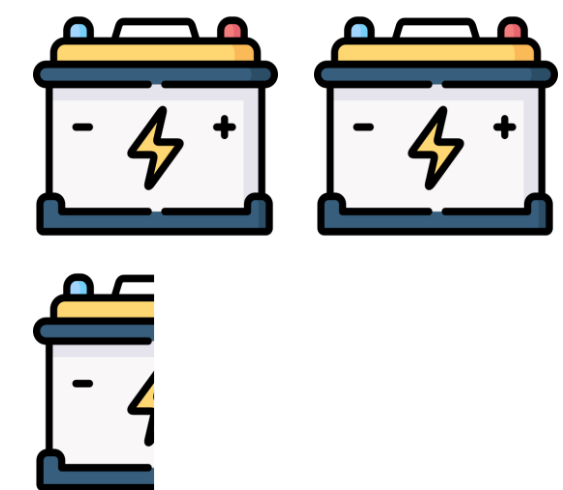
- Die meisten Gebäude haben eine grosse **thermische Masse** (Zement, Backsteine, Putz)
 - Höhere Masse + bessere Isolation = höhere **thermische Trägheit**
 - Träge Gebäude kühlen nur wenig aus, sodass Sie **mehrere Stunden ohne Heizen** auskommen → **thermischer Speicher**
- Möglichkeit durch "Schieben" der Wärmepumpenaktivität das elektrische Netz zu entlasten!



Typisches EFH, 200 m²,
mittelschwere Bauweise:
33 kWh

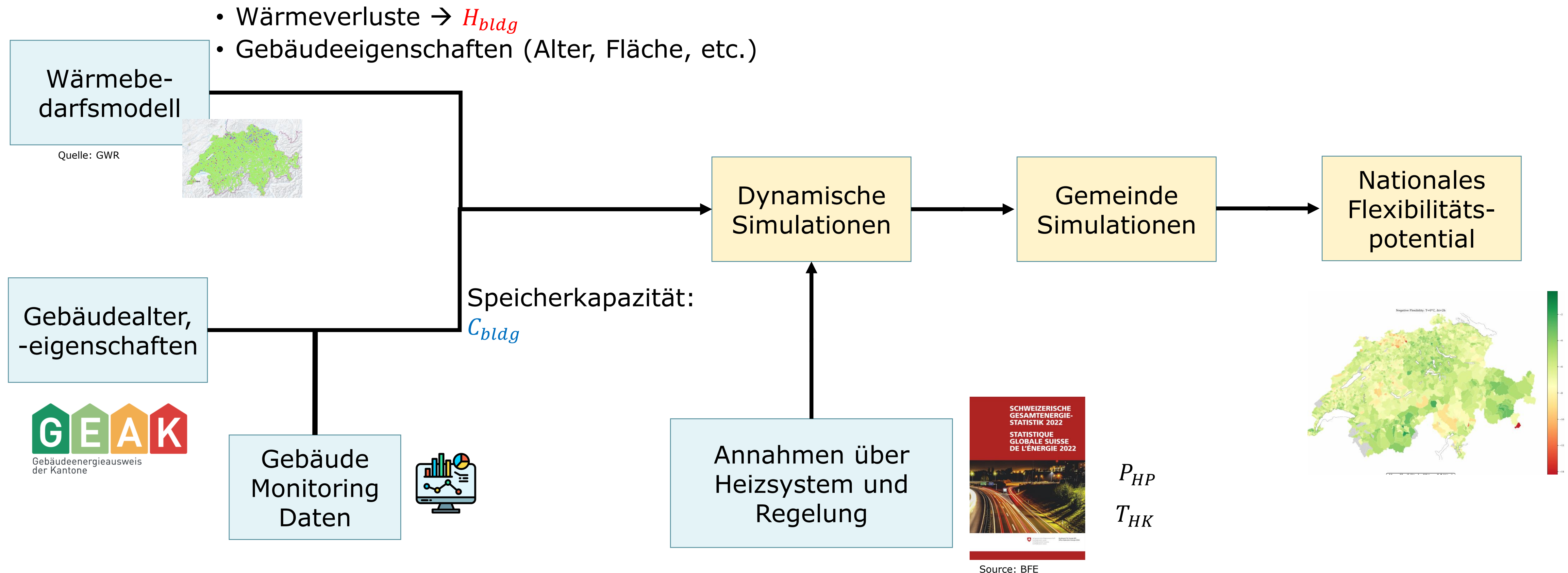


2-3 Warmwasser
Speicher

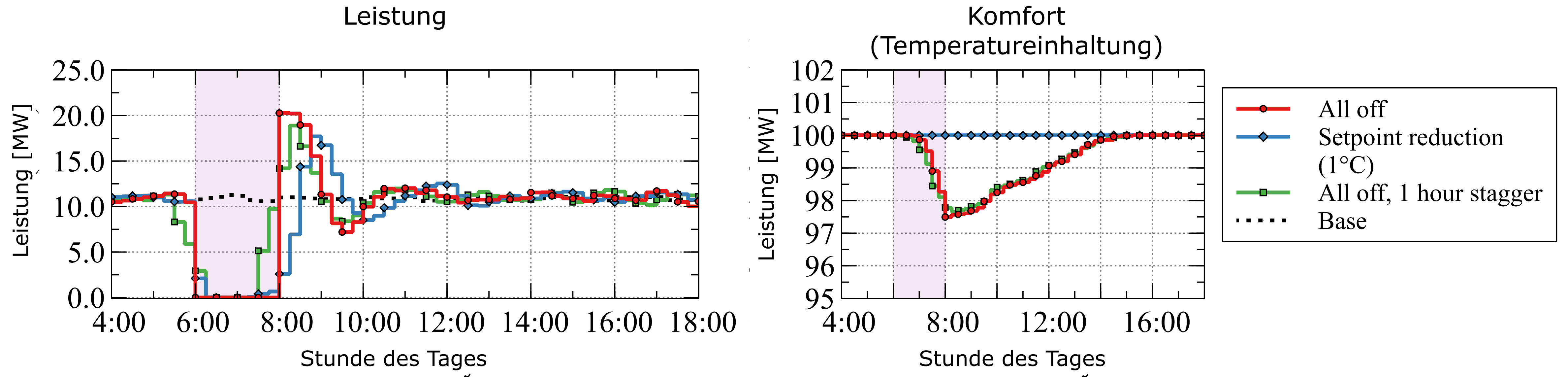


2.5 Batterien in
Wohnhäusern

Wie schätzen wir Speicherkapazität und Flexibilität ohne weitere Angaben?



Simulationsergebnisse für eine Gemeinde (Liestal, 3000 Gebäude, 0 °C aussen)



Vergleich der Regelstrategien:

- **Komplette Blockade** ("all off")
- **Zieltemperatur anpassen um 1 °C**

→ 100 % Lastreduktion
→ ~90% Lastreduktion,
keine Komfortminderung

Wie ist die Flexibilität schweizweit verteilt?

Karte:

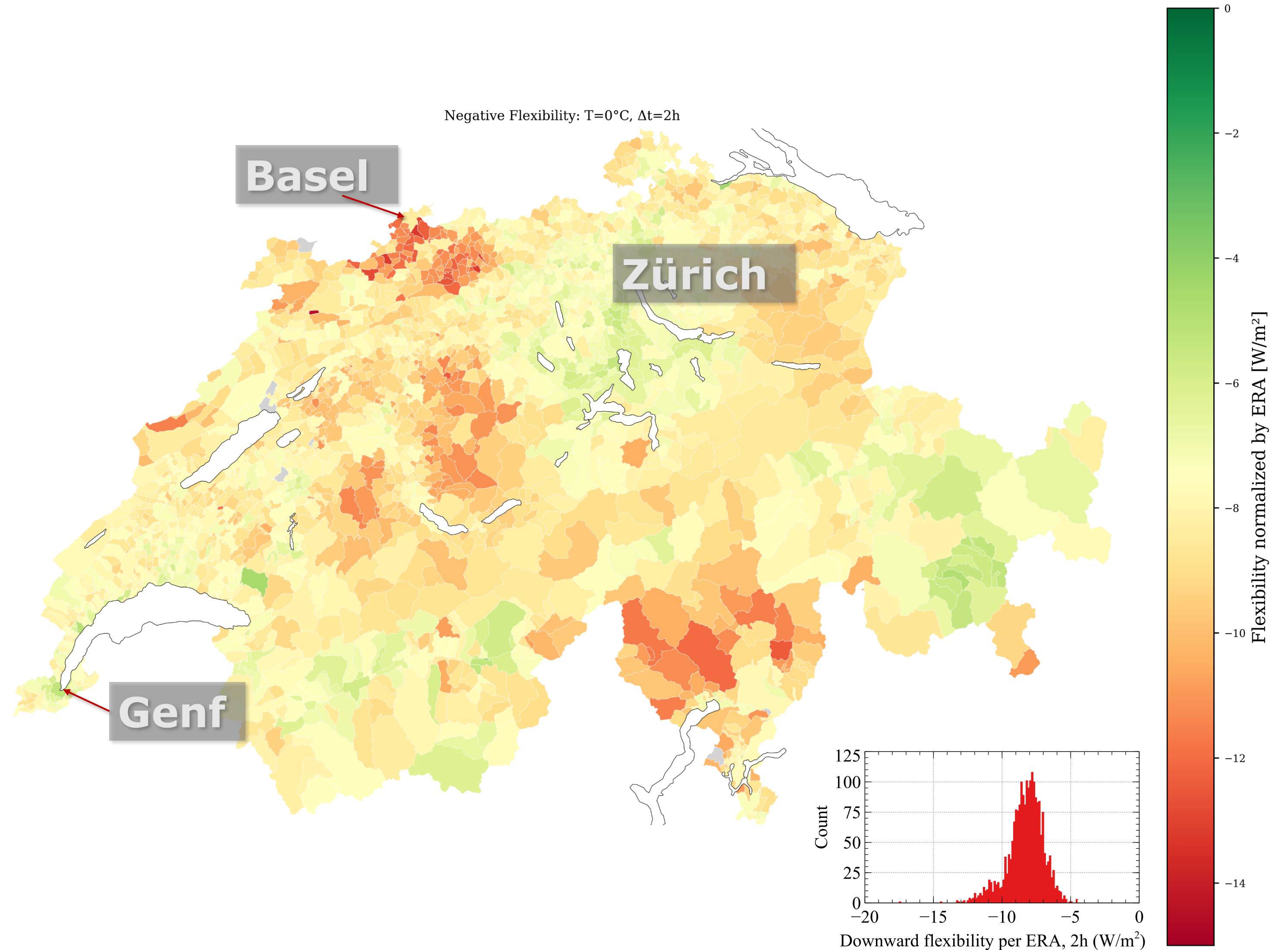
Verschiebbare Last pro m² Wohnfläche

Beobachtung:

Höhere Werte bei Vororten

Hypothese:

- Hohe Wärmebedarfsdichte
- Älterer Gebäudepark



Können wir Wärmepumpen / PV / Elektromobilität in Smart-Meter Daten erkennen?

Verfahren:

1D-CNN (beste Lösung aus 3 Verfahren)

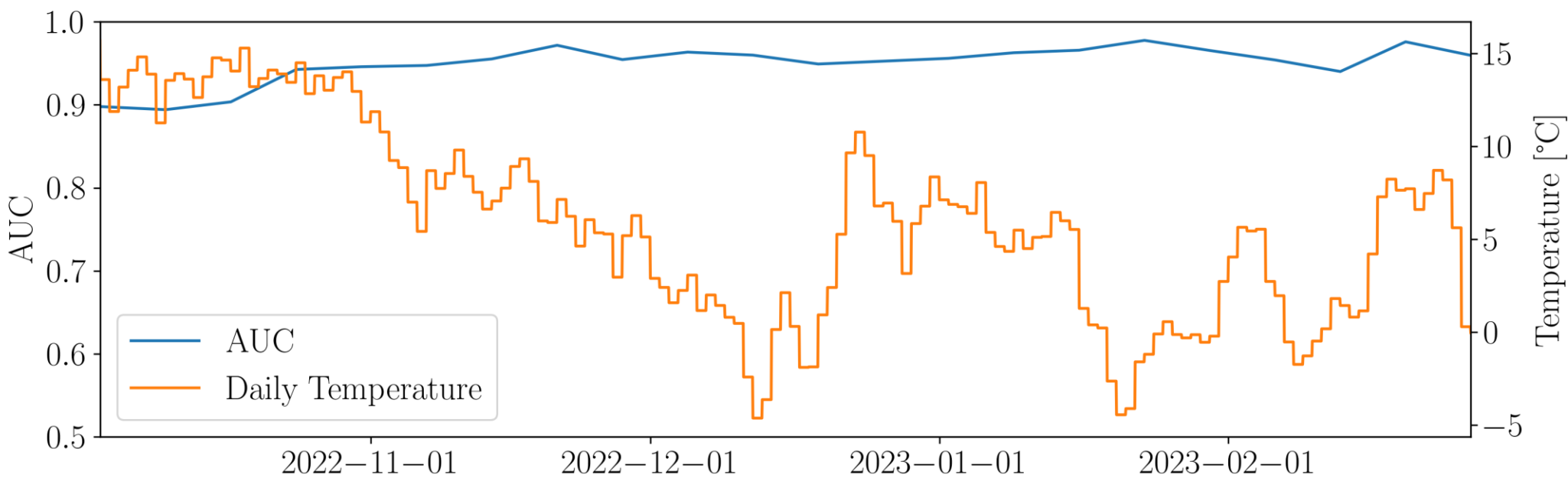
Validierung:

- 15 min Messdaten von 14'000 Gebäude, 7'000 mit Wärmepumpe
- Messperiode: Oktober 2022 – März 2023, approx. 180 Tage

Detektionsmetriken:

Model	N	AUC	Precision	Recall	F_1
A1	672	*	0.896 (.008)	0.895 (.010)	0.895 (.002)
A2	672	0.927 (.002)	0.936 (.002)	0.917 (.005)	0.927 (.003)
A3	672	0.950 (.003)	0.953 (.005)	0.947 (.010)	0.950 (.003)

Abhängigkeit von Aussentemperatur

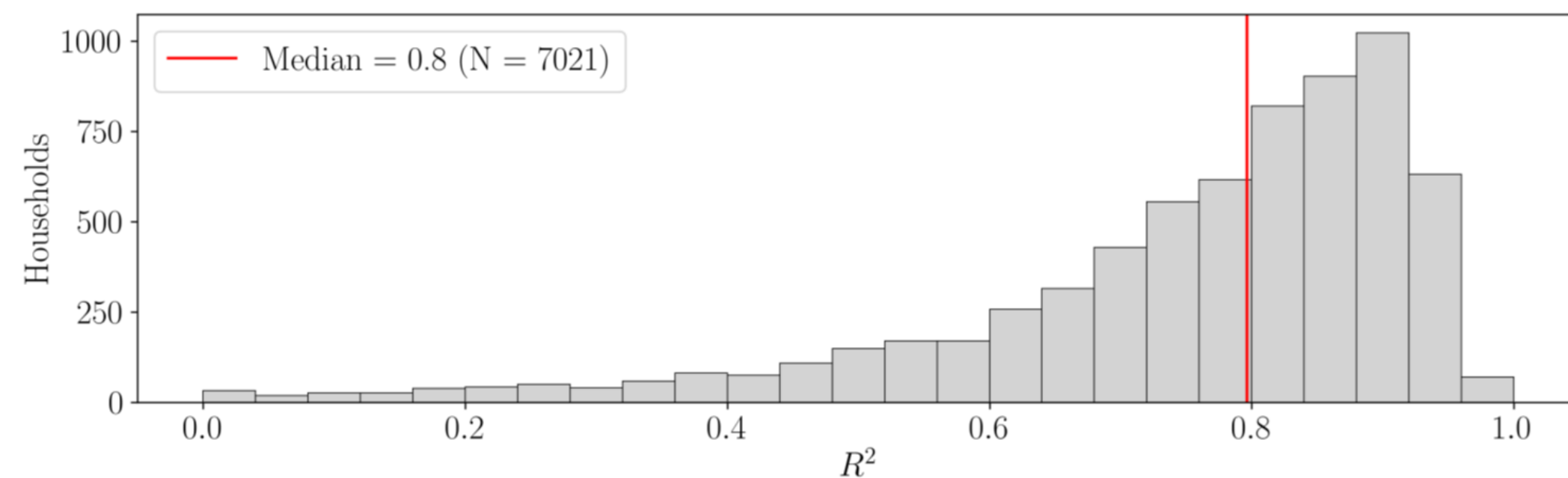


Extraktion von Wärmepumpen(WP)-Profilen aus Smart-Meter Daten

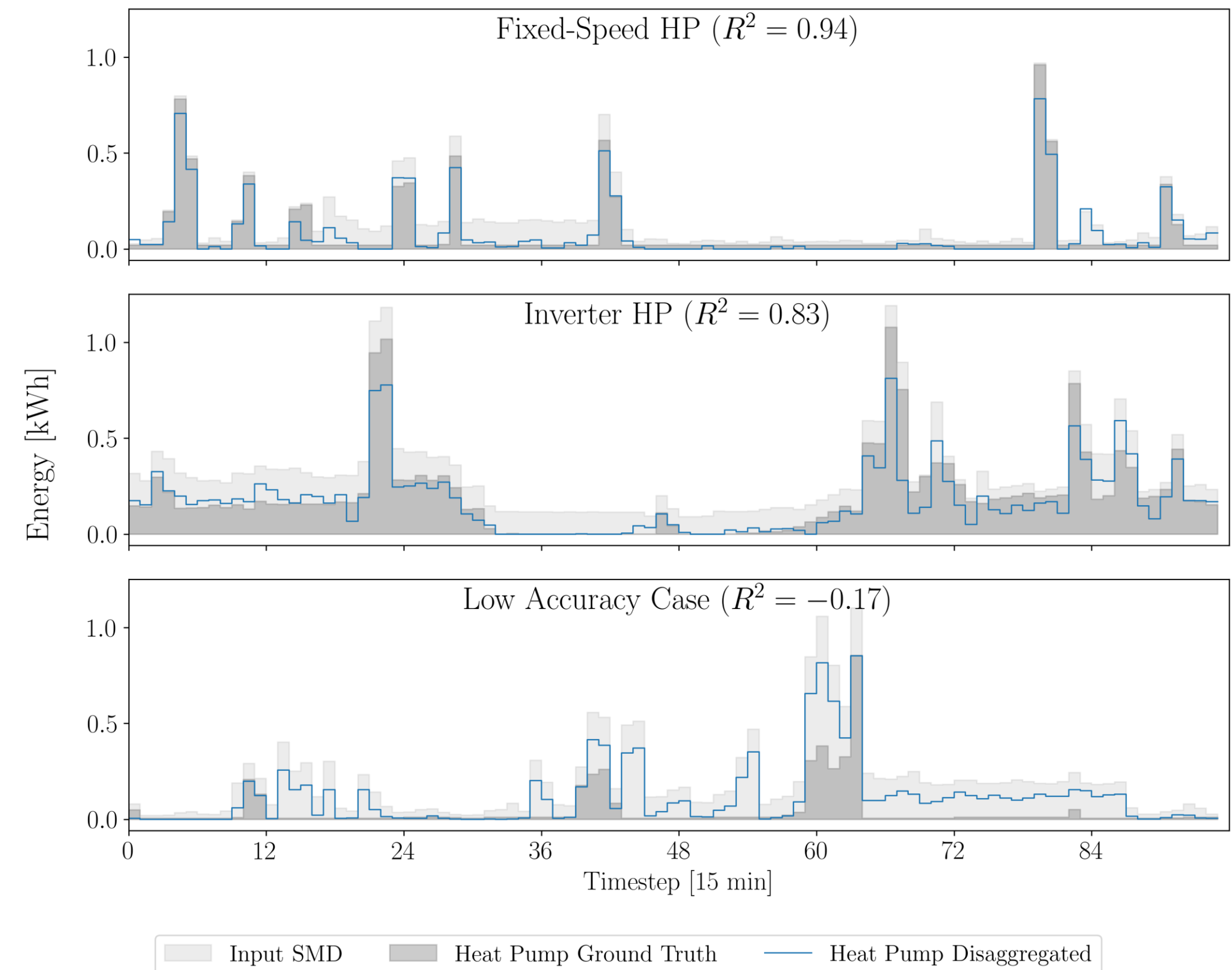
Verfahren: 1D-CNN (beste Lösung aus 5 Methoden)

Validierung:

- 15 min Daten von 7021 gemessenen WP (CKW)
- Messperiode: Oktober 2022 – März 2023, approx. 180 Tage



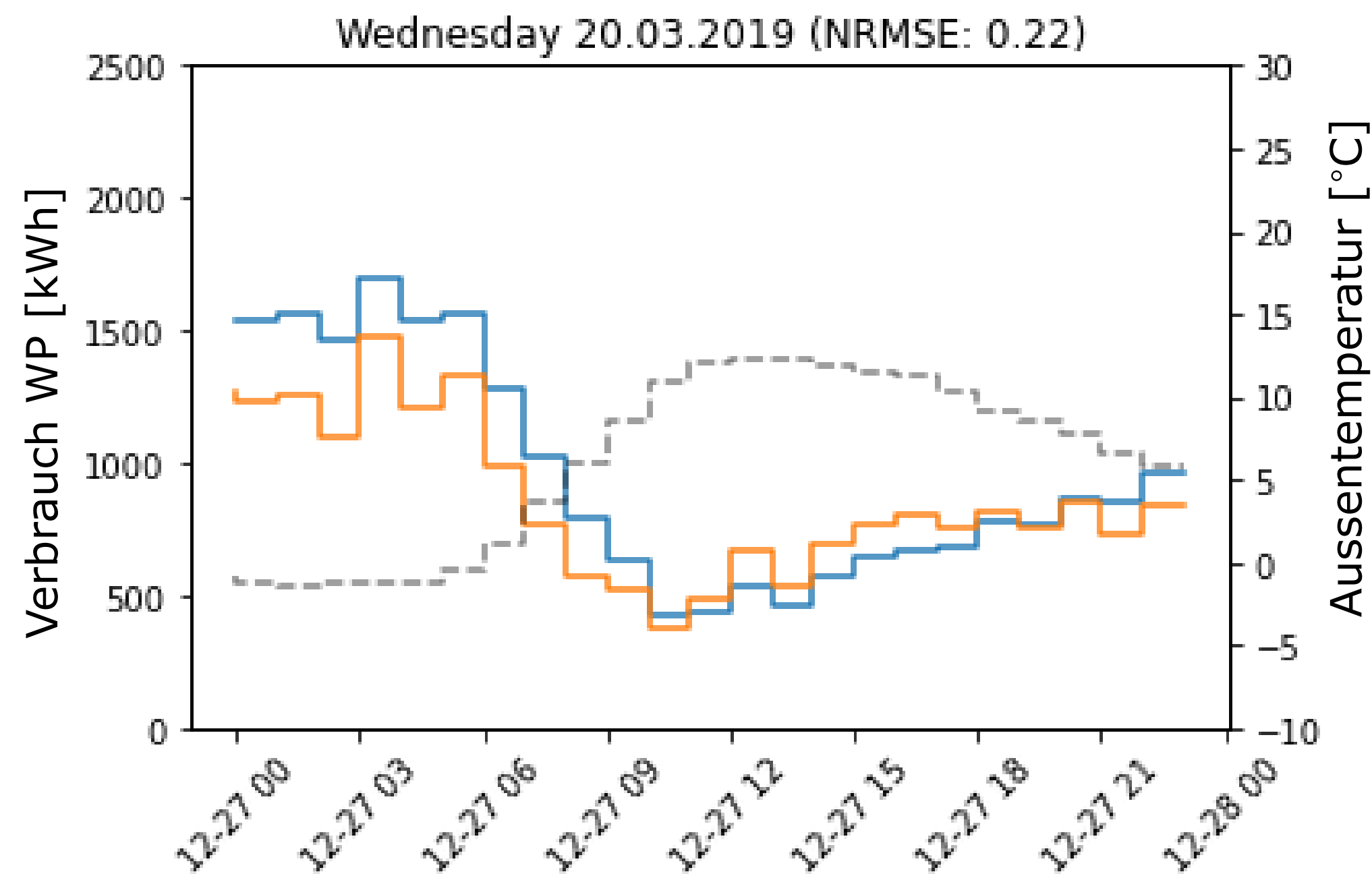
Ergebnisse der Disaggregation



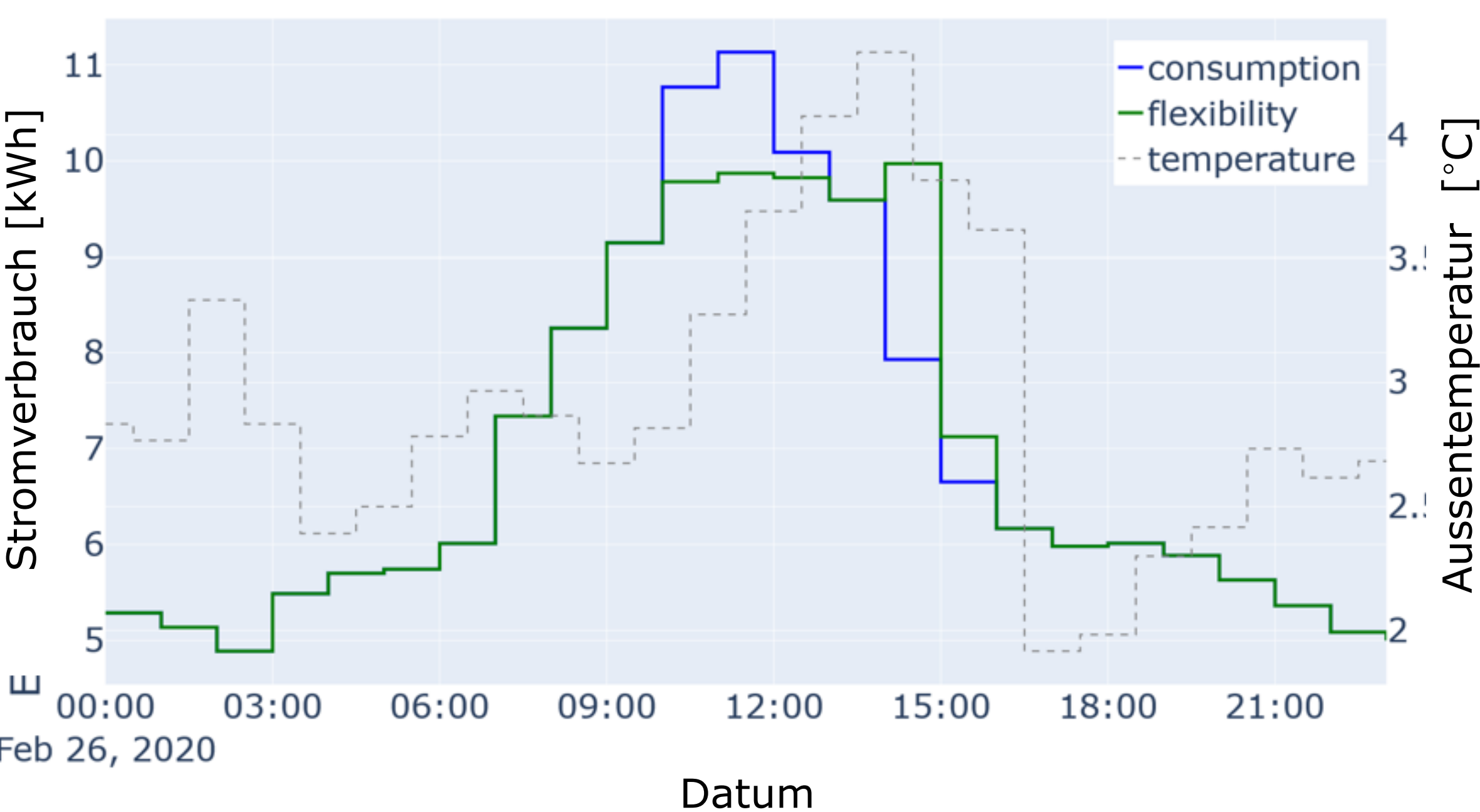
Reduktion der Spitzenlast dank Aktivitätsverschiebung

Vorhersage der Wärmepumpenaktivität mittels eines digitalen Zwillings und Reduktion der Spitzenlast

Vorhersage Last

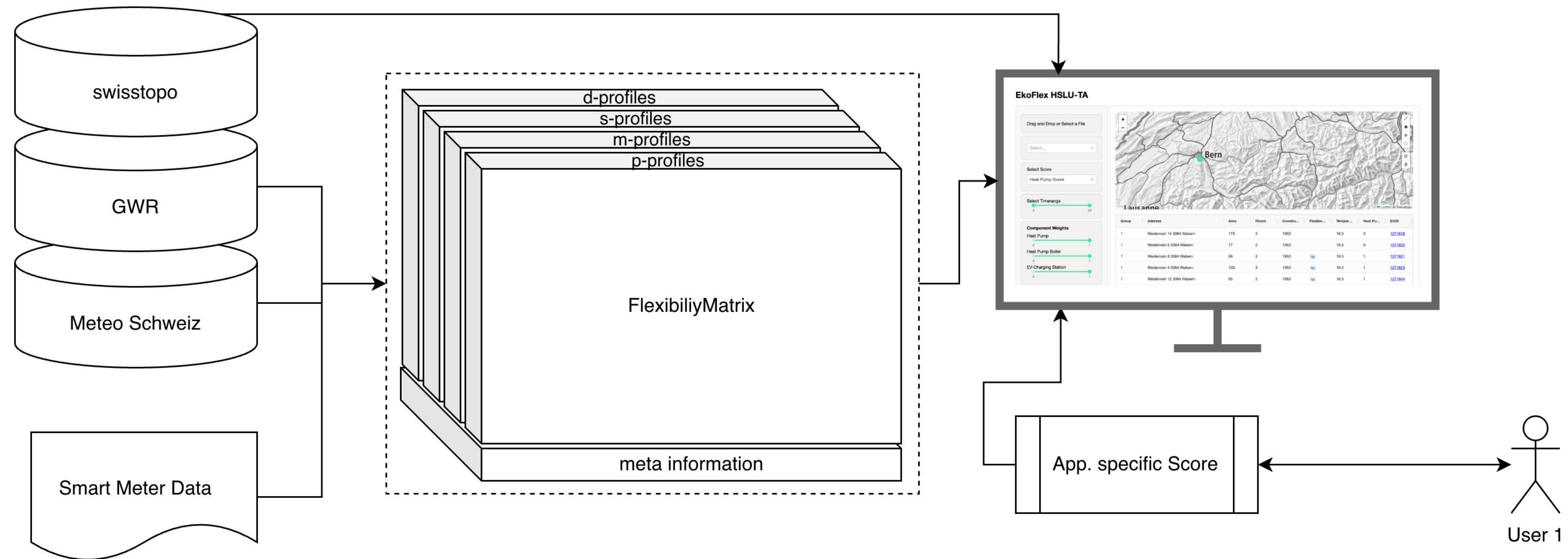


Spitzenlastreduktion durch Aktivitätsverschiebung



Flexibilitätslabel für das Clustering von Gebäuden

Methodik um jedem Gebäude ein Wärmepumpenaktivitätsprofil zuordnen zu können



Innosuisse und BFE-Projekte

Innosuisse und Bundesamt für Energie (BFE) Projekte

- 2026 APALEO: Agentic Process Automation for Load and Energy Optimization
- 2024 EkoFlex: [Endkundenoptimiertes Flexibilitätsmanagement](#)
- 2022 GIASSES: [Ganzheitlich Integrierendes Adaptives Smart Energy System](#)
- 2020 NILM4Bal: [Non-Intrusive Load-Monitoring für Last- und Lastspitzenmanagement](#)

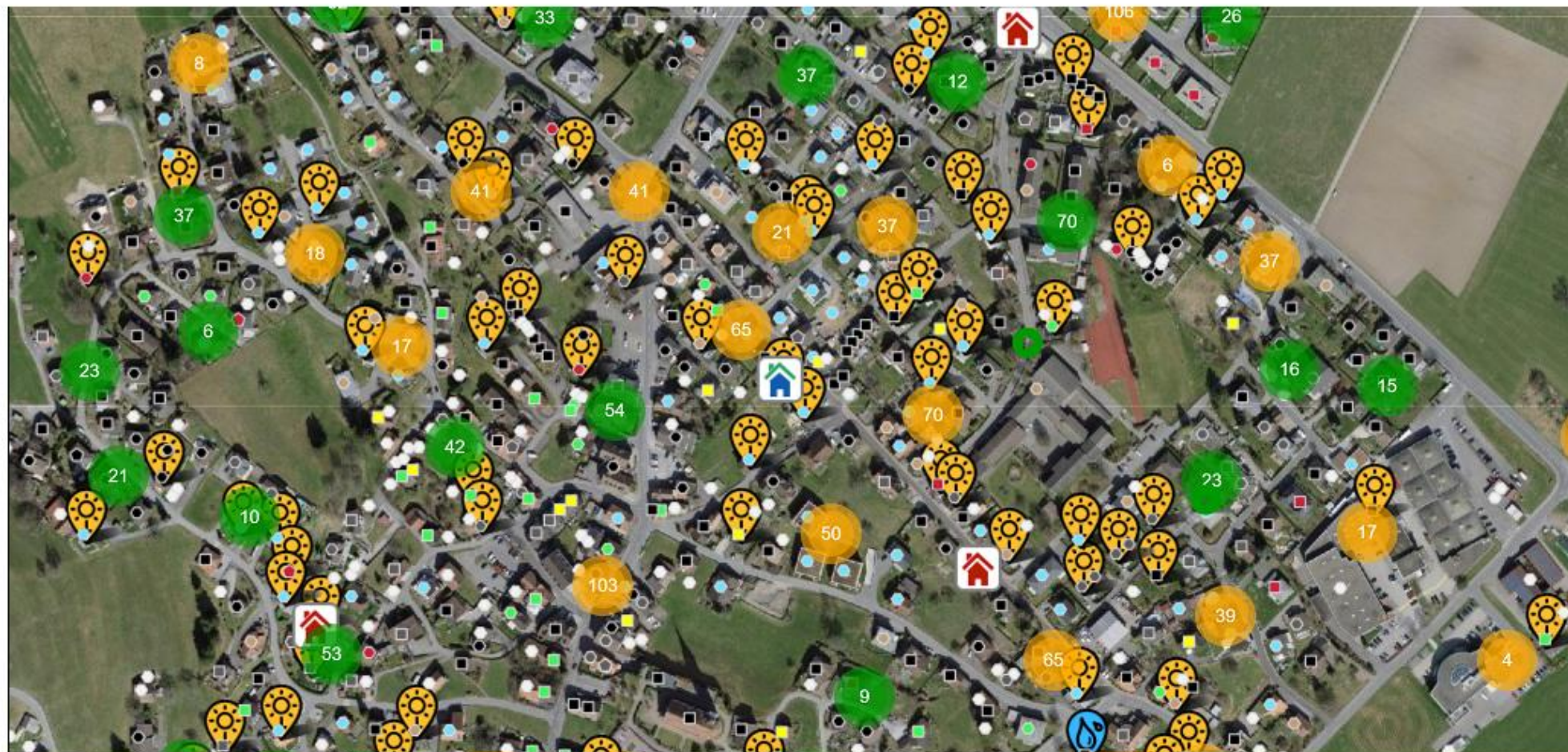
HSLU Hochschule
Luzern



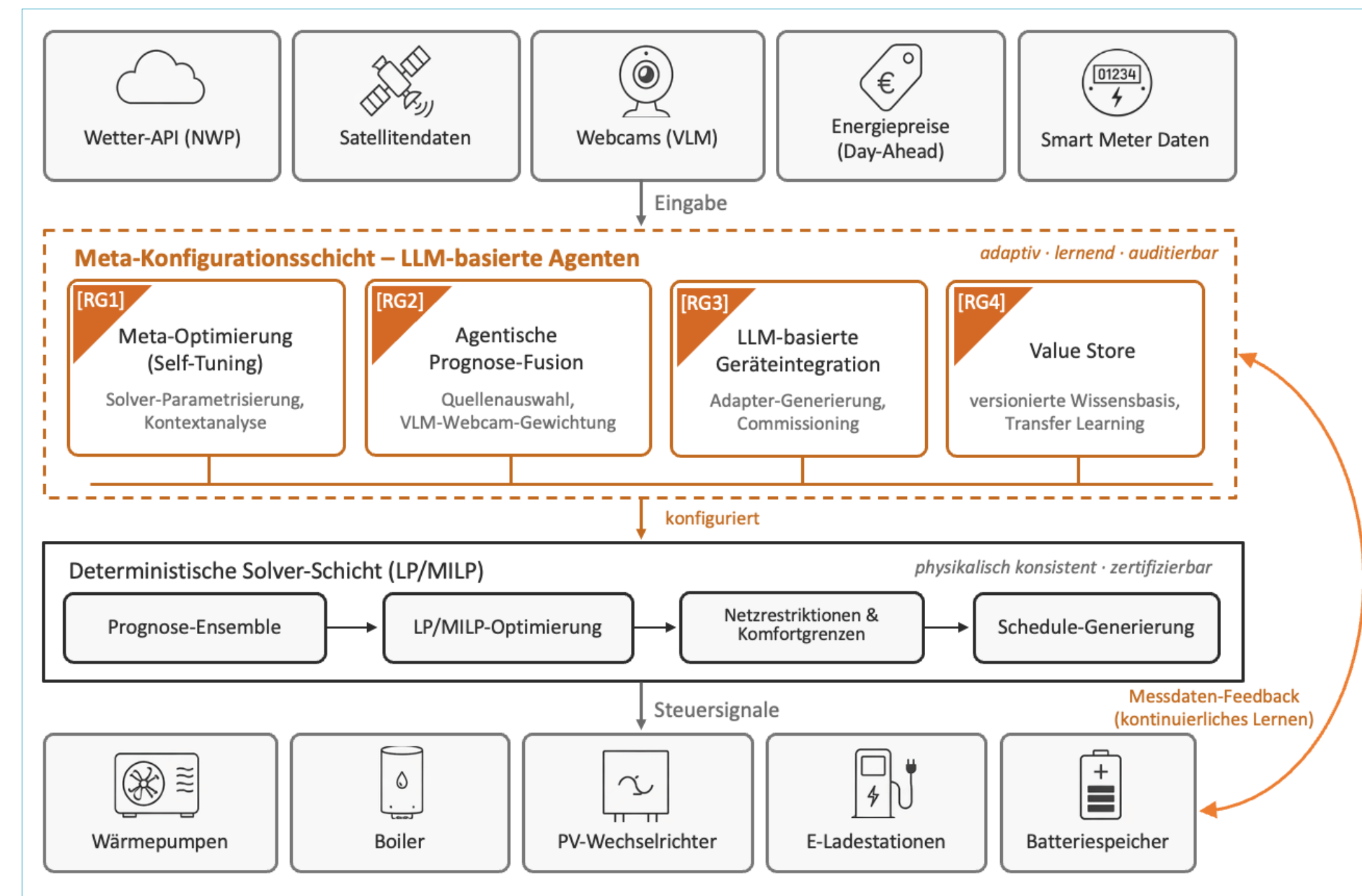
Funded by  Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Bundesamt für Energie BFE

EkoFlex

Endkundenoptimiertes Flexibilitätsmanagement



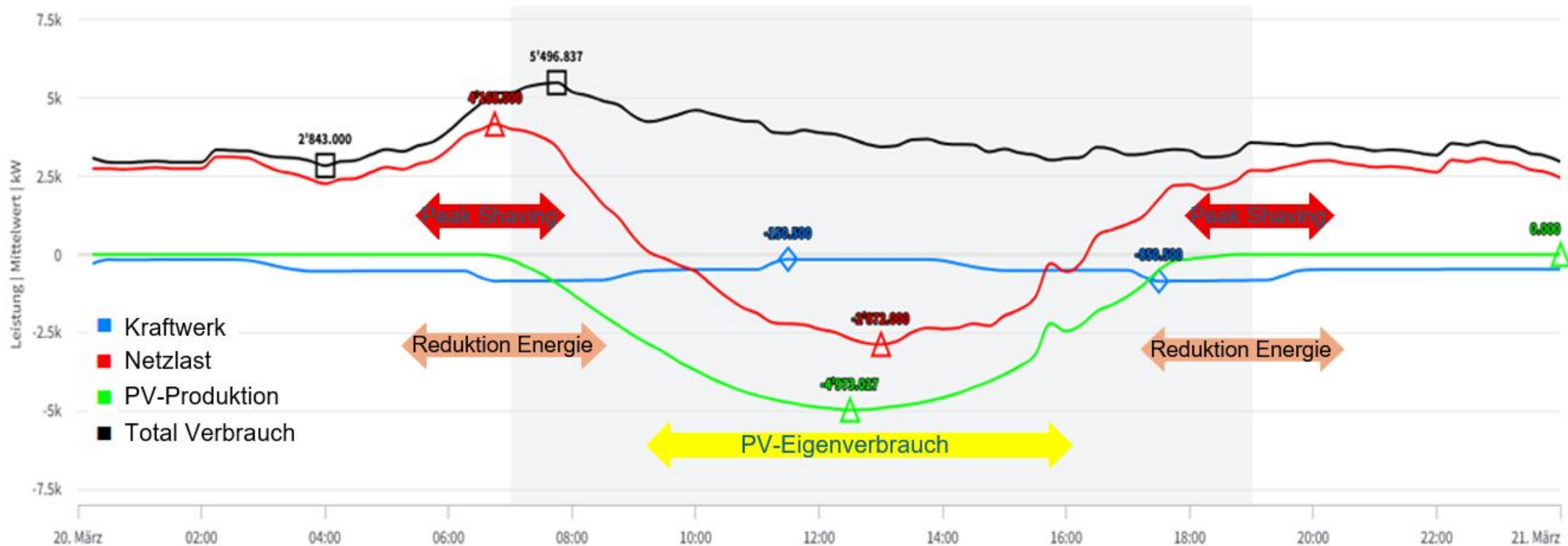
Ausschnitt des Verteilnetzes der TB Vilters-Wangs mit einer Übersicht der erneuerbaren Energieanlagen, Smart Meter und Gebäudedaten.



Flexibilitäten: Potential / Verfügbarkeit

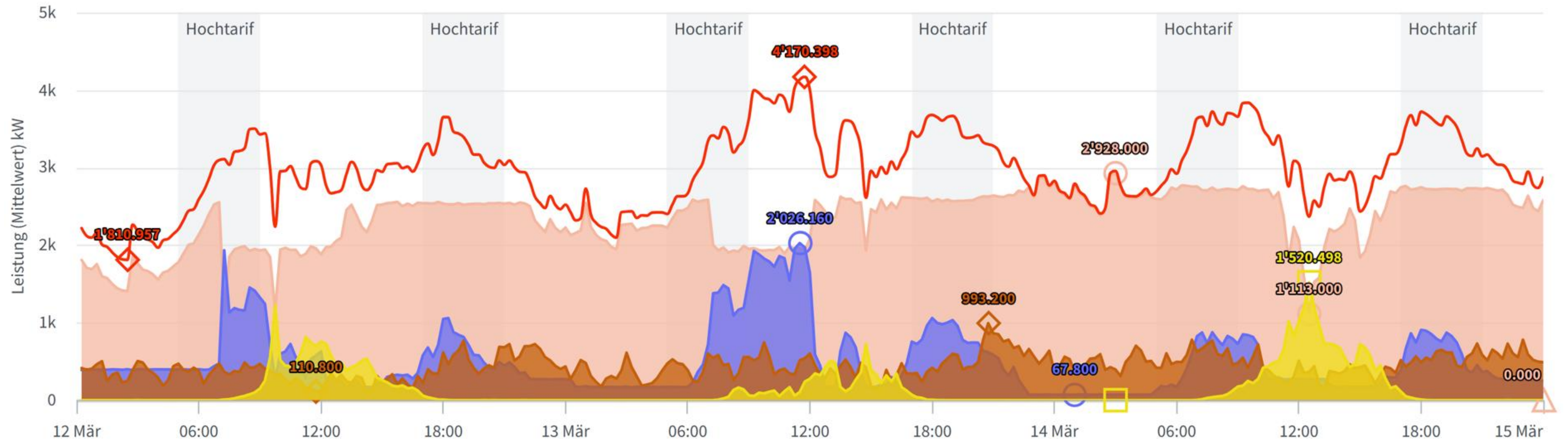
Anzahl	Flexibilität	Potential	Verfügbarkeit			
		Leist. [kW]	5 - 9 Uhr	9 - 17 Uhr	17 - 21 Uhr	21 - 5 Uhr
484	Wärmepumpen	2'236	500	300	300	1'677
246	Boiler	1'230	-	1'107	-	1'230
43	Elektro-Speicherheizungen	430	-	430	-	430
3	Öffent. E-Ladestationen	250	-	-	-	-
57	Private E-Ladestationen	627	-	125	-	125
12	MFH E-Ladestationen	264	-	53	-	53
45	Private Batterien, Total 573 kWh	324	32	324	250	
4	Wasserkraftwerke	2'284	2'284	300	2'284	300
3	Trinkwasser- Kraftwerke	288	140	140	140	140
299	PV-Anlagen	6'987	-	6'987	-	-
1'196	Total Flexibilitäten	14'920	2'956	9'766	2'974	3'955
	Flexibilität (Leistung)		reduzieren	laden	reduzieren	laden

Flex-Management: Steuerung der Flexibilitäten





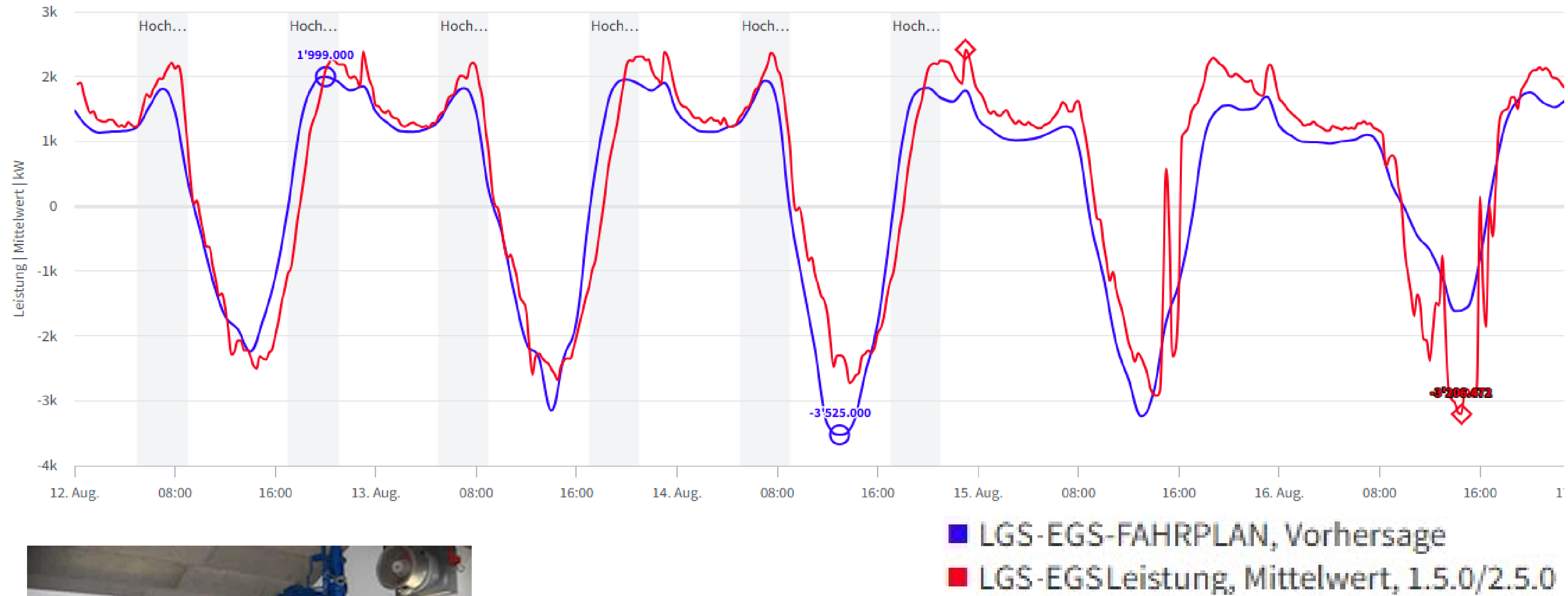
Echtzeitdaten sind das Kapital der Zukunft



Detektions- und Disaggregations- Services überwachen das Verteilnetz:

AI- und Maschine-Learning- Algorithmen erkennen Unregelmässigkeiten und optimieren den netzdienlichen Einsatz der Flexibilitäten anhand von Prognosen und Metadaten.

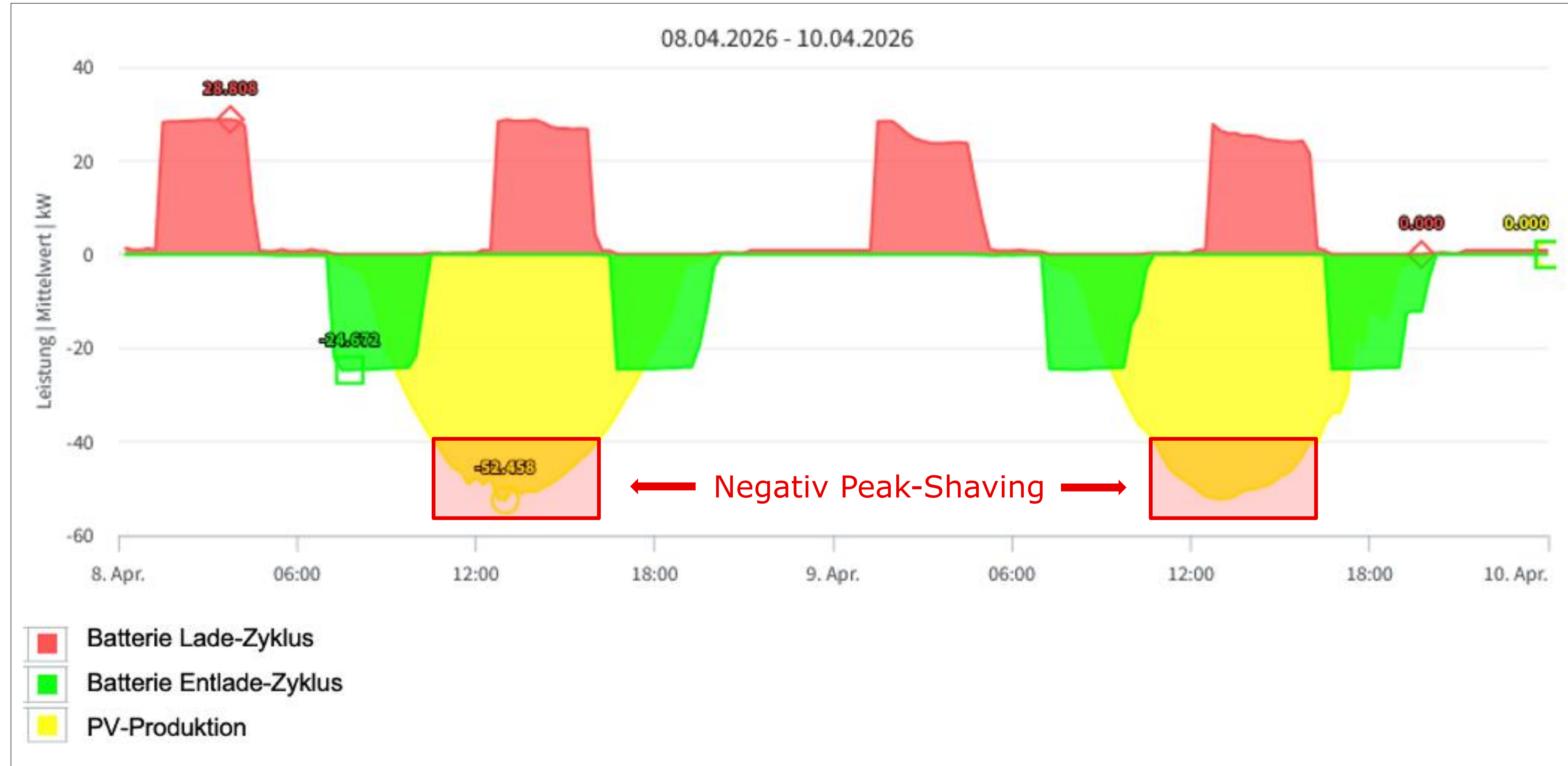
Ausgleichs-Energie



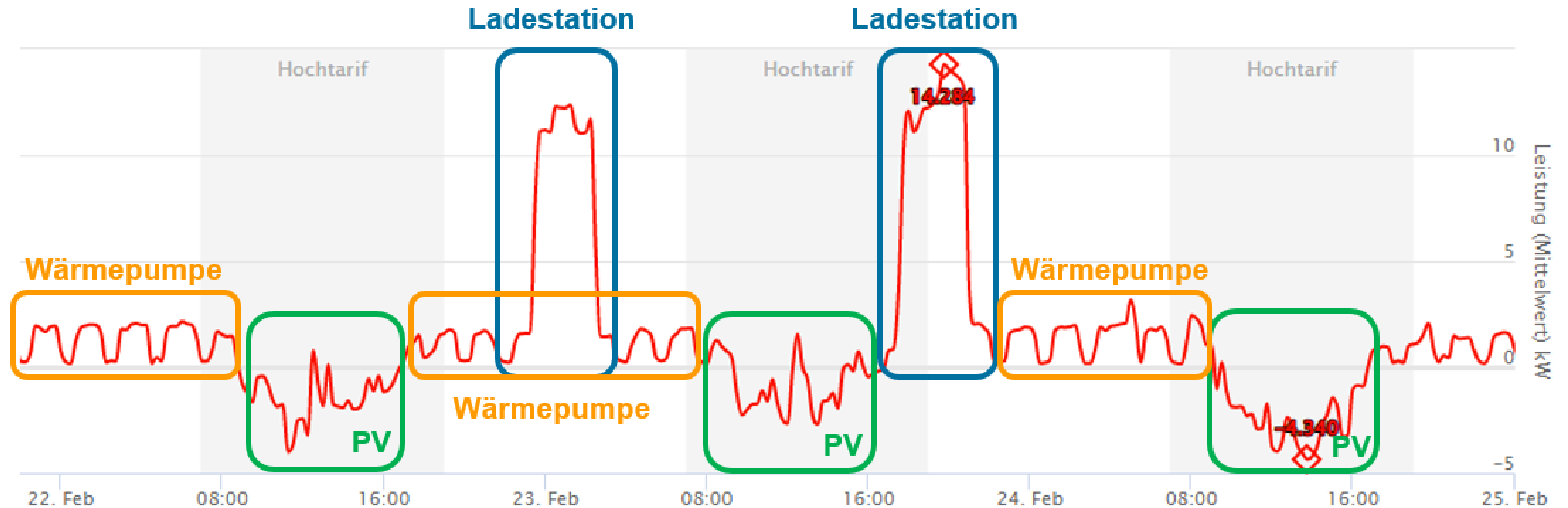
Minimierung der Ausgleichs-Energie mit Flexibilitäten

Optimierung des Vertriebslastganges in Bezug zum Energieeinkaufs-Lastgang.

«Negativ» Peak-Shaving



Wie werden Flexibilitäten erkannt?

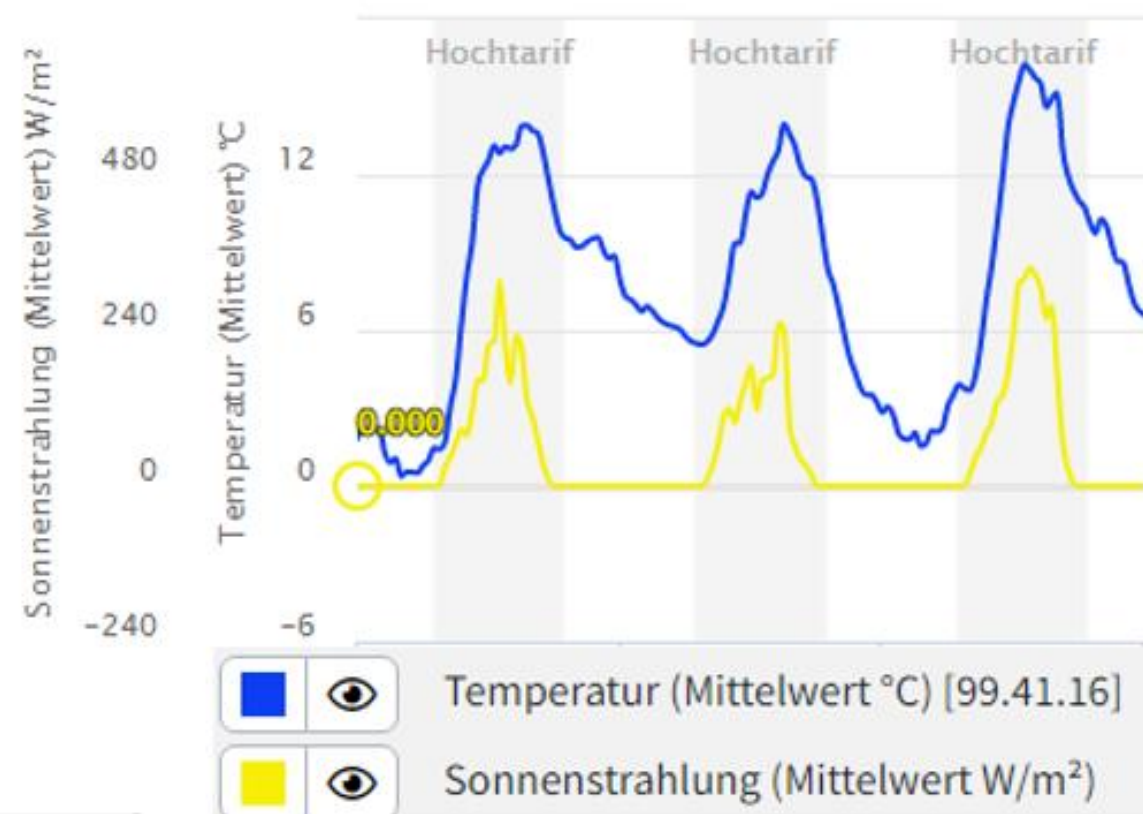


Rot: Lastgang eines Einfamilienhauses mit PV, Wärmepumpe und Ladestation

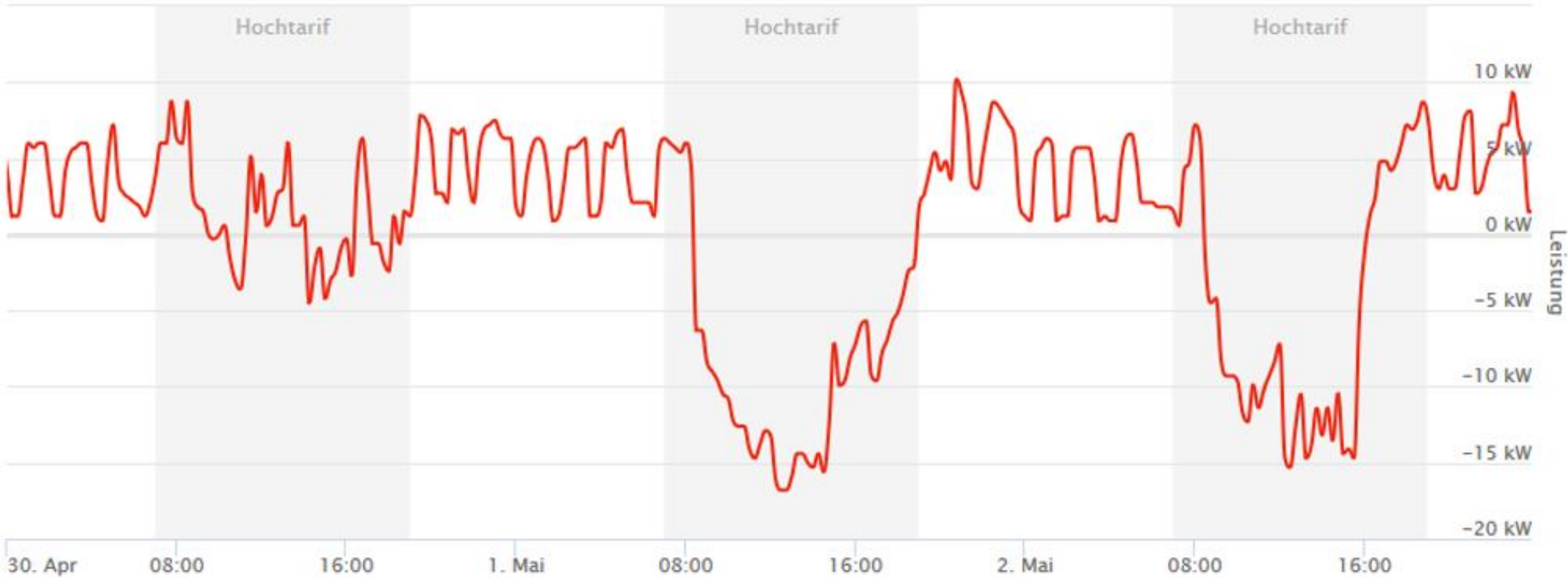
Flexibilitäten detektieren



Wetterdaten:
Temperatur und Einstrahlung



Mehrfamilienhaus



Einspeisepunkt: Lastgang des Mehrfamilienhauses



Flexibilitäten erkannt

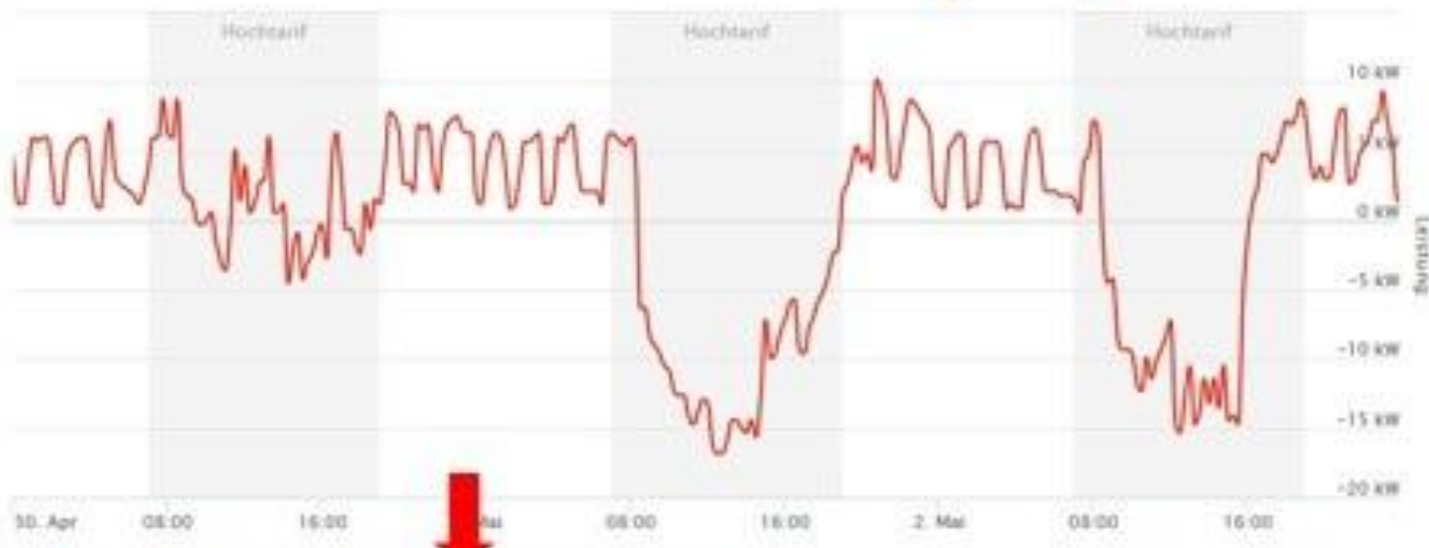
Gerätetyp	Gewissheit I	Installiert	Abweichung	Erkannt	Gewissheit E
Boiler	Sicher Ja	12.900 kW	-5 %	12.310 kW	0.913
Wärmepumpe	Sicher Ja	12.000 kW	-24 %	9.141 kW	0.963
PVA	Sicher Ja	29.800 kW	-16 %	24.925 kW	1.000



Disaggregation



Mehrfamilienhaus: Netzübergabepunkt



Gerätetyp- Erkennung

Gerätetypen-Erkennung

Ergebnis

Gerätetyp	Leistung	Gewissheit	Abweichung
Photovoltaikanlage	23 kW	1.000	3.418
Wärmepumpe	9 kW	0.990	0.798

Erkennen

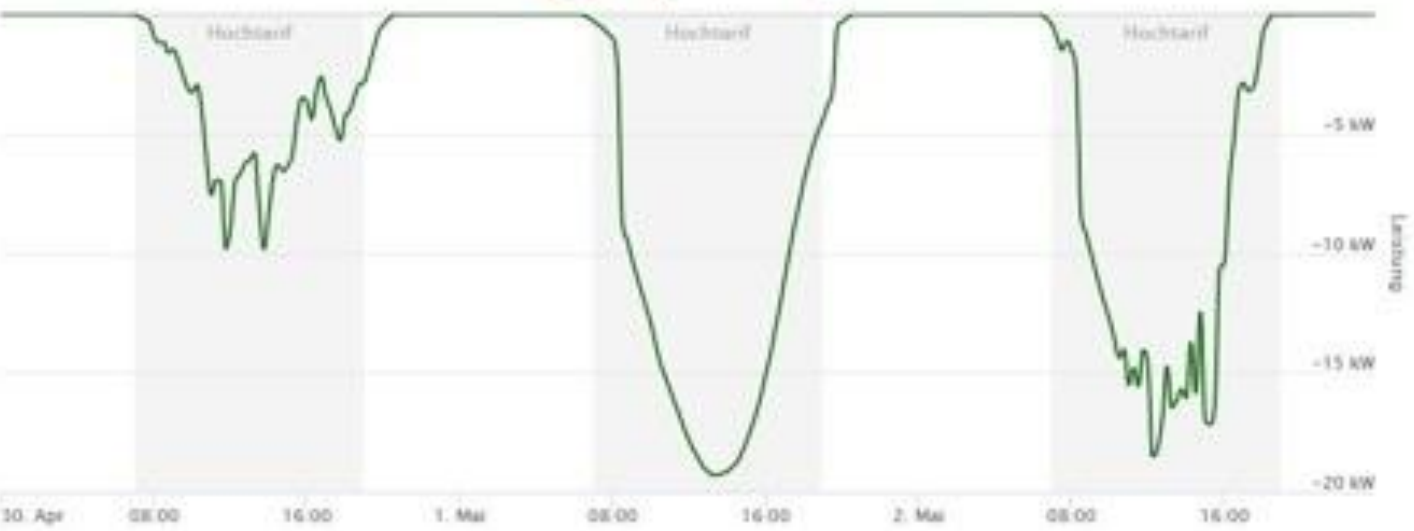
Abbrechen



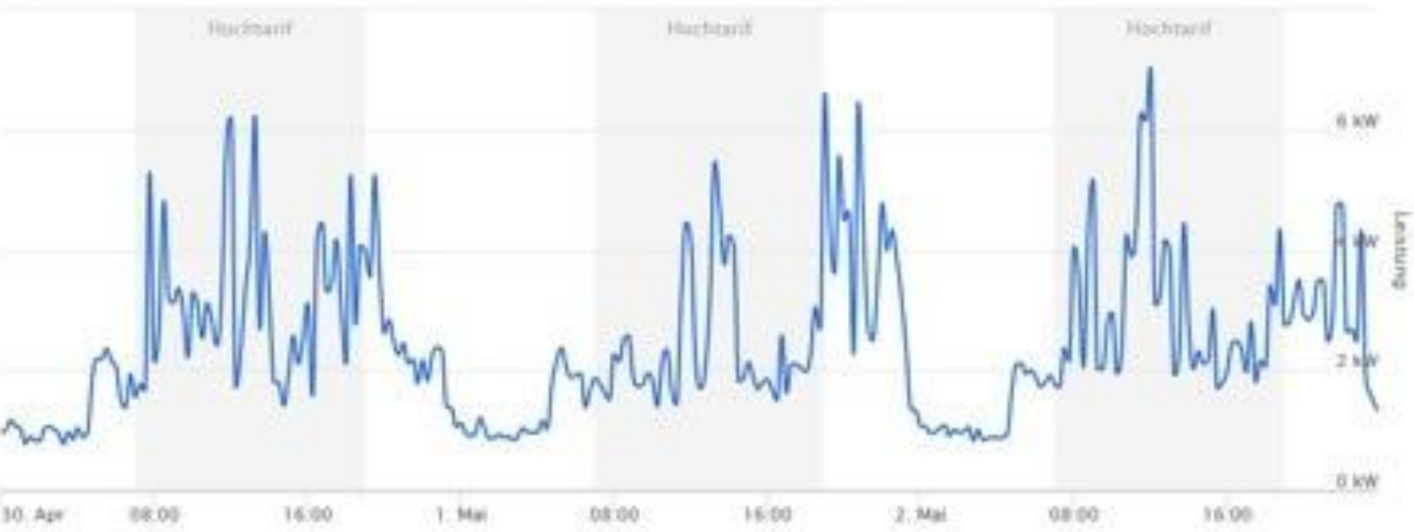
Wärmepumpe (WP)



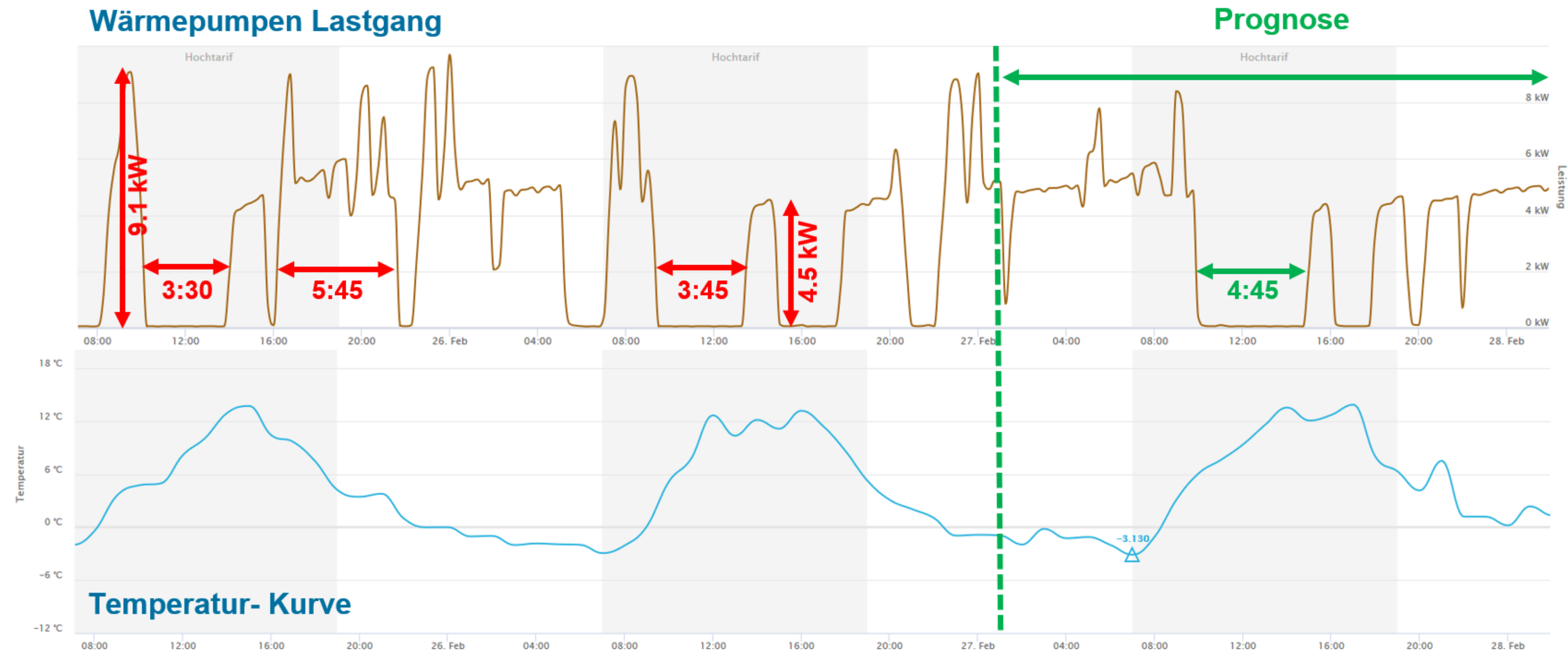
Photovoltaikanlage (PVA)



Verbraucher (Wohnungen, Allgemein)



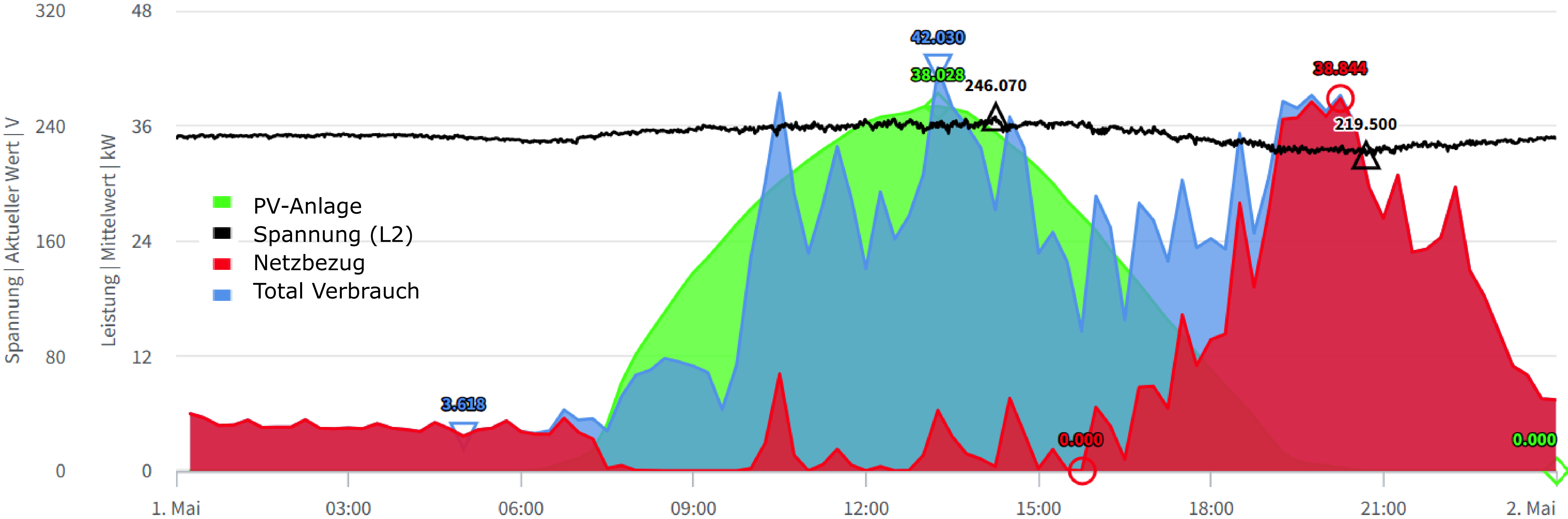
Prognose von Flexibilitäten



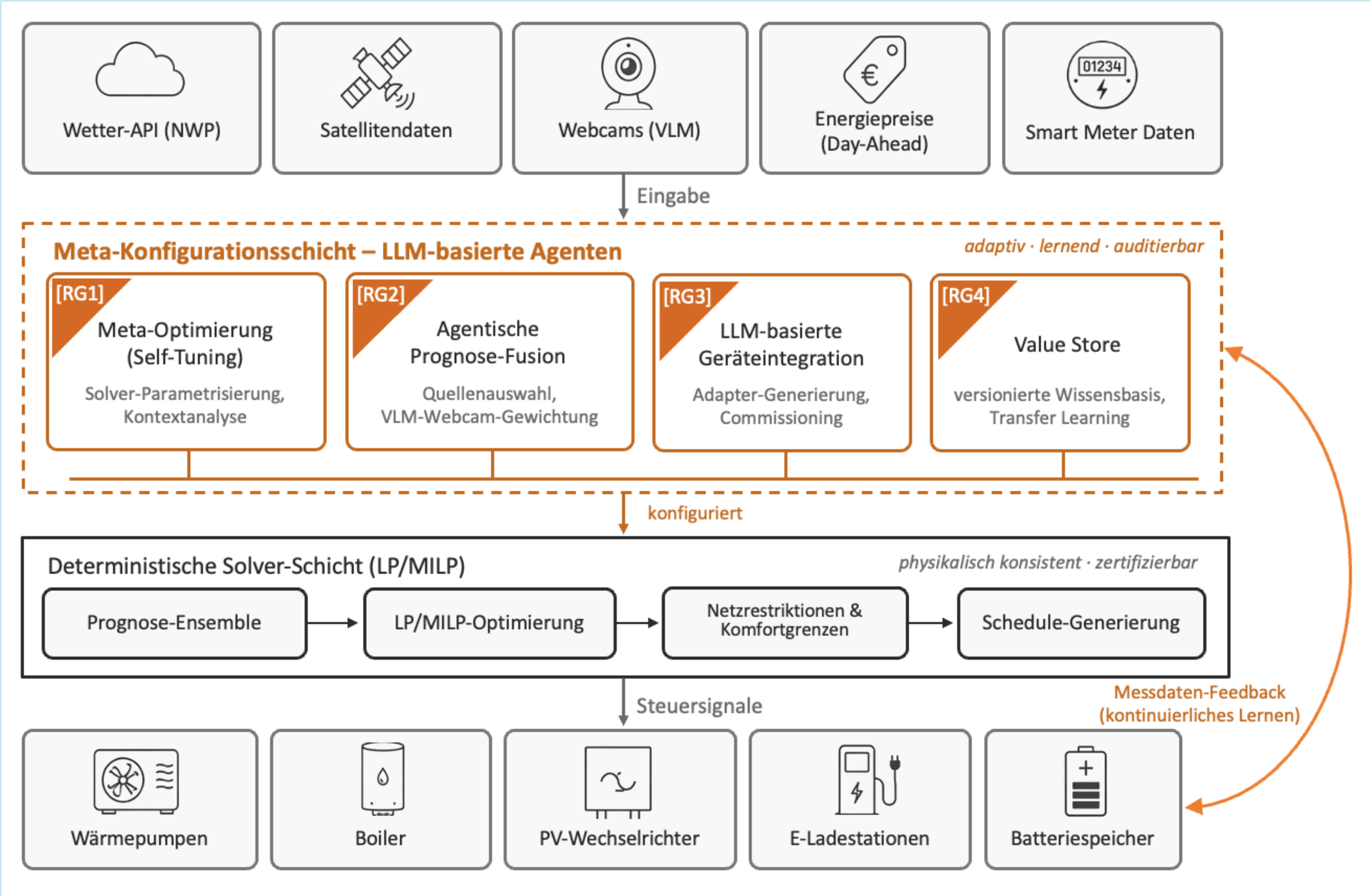
Metadaten

- Maximale Leistungsaufnahme pro Stufe
- Ein- / Aus- Schaltdauer in Abhängigkeit der Aussentemperatur
- Warmwasseraufbereitung: Energie [kWh/Tag]
- Lastgang Prognose für die nächsten 24 - 36 Stunden

Netzstabilität: Spannungsüberwachung



Innosuisse Projekt APALEO (2026-2028)



EVUs	4
Messpunkte	11'421
Flexibilitäten	Anzahl
Wärmepumpen	2'190
Boiler	1'288
Elektro-Heizungen	184
E-Ladestationen	278
Batterien	231
Kraftwerke	11
PVA	1'263
Total Flexibilitäten	5'445

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Hochschule Luzern – Technik und Architektur
Institut für Maschinen- und Energietechnik IME
Prof. Dr. Philipp Schütz
Leiter Forschungsgruppe

Telefon +41 76 510 21 60
philipp.schuetz@hslu.ch
www.hslu.ch/TES

ASGAL Informatik GmbH

Thomas Gall
CEO

Telefon +41 81 710 20 30
thomas.gall@asgal.ch
www.asgal.ch