

LastprofilTool ES2050

LastprofilTool ES2050 zur Beurteilung der zielorientierten Netzplanung (Energiestrategie 2050)

Berner Fachhochschule
BFH-Zentrum Energiespeicherung
Labor für Elektrizitätsnetze

► T. Novais

Nidau, 19.8.2020

Ausgangslage

Ausgangslage

- ▶ Das Stromnetz befindet sich in einem Wandel
 - ▶ Umsetzung der Energiestrategie 2050
 - ▶ Steigende Anzahl PV-Anlagen
 - ▶ Elektromobilität
 - ▶ Ersatz Kohlstoff-basierten Systemen -> Effiziente Wärmepumpen
- ▶ Fundierte Netzplanung nötig
 - ▶ Abschätzung des zukünftigen Lastflusses
 - ▶ Basierend auf die Entwicklungsszenarien der Energieperspektiven

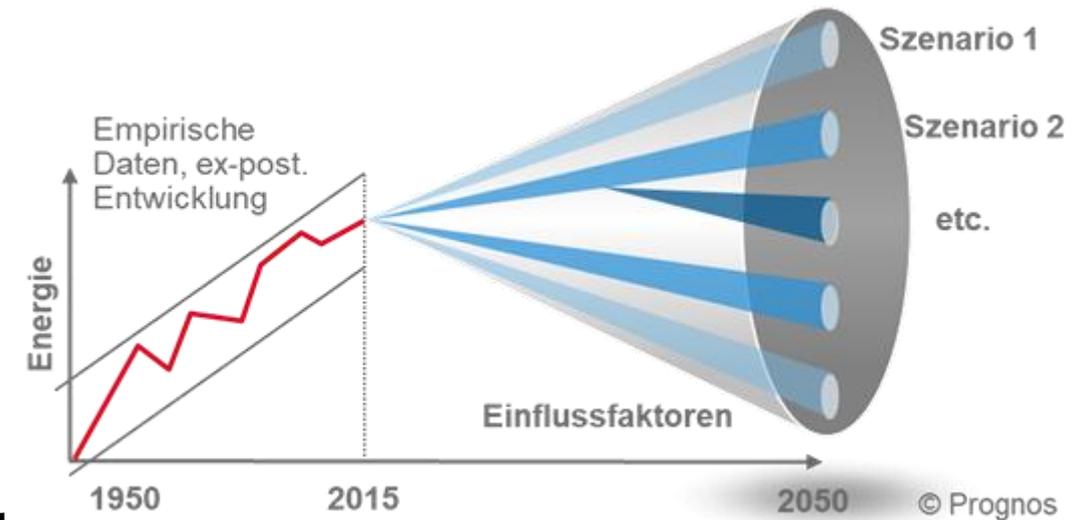


<https://www.cleanpng.com/png-planning-management-illustrator-jo-3792961/download-png.html>

Grundlage der Energieperspektiven 2050

▶ Entwicklungsszenarien (Keine Prognose sondern “Wenn-Dann-Aussagen”)

- ▶ WWB (Weiter wie bisher)
 - ▶ Anpassungen werden passiv übernommen
- ▶ POM (Politische Massnahmen)
 - ▶ Auswirkungen der dem Bundesrat vorgeschlagenen Massnahmenpakete
- ▶ NEP (Neue Energiepolitik):
 - ▶ Zielszenario des Bundesrates vom 25. Mai 2011
 - ▶ CO₂-Emissionen bis 2050 auf 1 bis 1.5t pro Kopf zu senken



▶ Energieperspektiven 2050+ (Herbst 2020)

COMING SOON

LastprofilTool ES 2050

LastprofilTool ES 2050

- ▶ Änderungen im Energiesektor basierend auf der ES2050-Szenarien zu quantifizieren
- ▶ Technologien:
 - ▶ Photovoltaik
 - ▶ Speichersystemen (Eigenverbrauch und Peak-Shaving)
 - ▶ Zentral/Dezentrale Speicher
 - ▶ Elektromobilität
 - ▶ Wärme/Kältesystemen
 - ▶ Wärmepumpen (Raumwärme)
 - ▶ Elektroboilern/Wärmepumpen (Warmwasser)
 - ▶ Kälteanlagen

LastprofilTool ES 2050

- ▶ Änderungen im Energiesektor basierend auf der ES2050-Szenarien zu quantifizieren
- ▶ Technologien:
 - ▶ Photovoltaik
 - ▶ Speichersystemen (Eigenverbrauch und Peak-Shaving)
 - ▶ Zentral/Dezentrale Speicher
 - ▶ Elektromobilität (Optimierung: Ladeleistungsbegrenzung)
 - ▶ Wärme/Kältesystemen
 - ▶ Wärmepumpen (Raumwärme) (Optimierung: Sperre)
 - ▶ Elektroboilern/Wärmepumpen (Warmwasser) (Optimierung: Rundsteuersignal)
 - ▶ Kälteanlagen

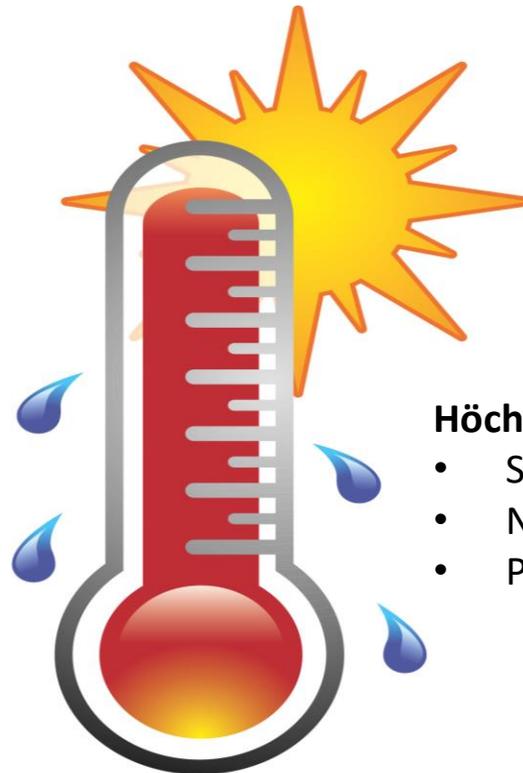
LastprofilTool ES 2050

Charakteristische Tage für die Beurteilung



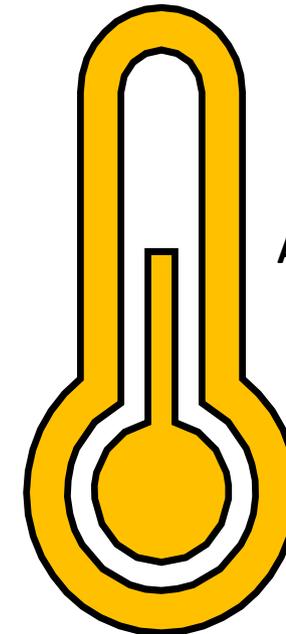
Höchste Last im Netz

- Winter Werktag
- Wärmebedarf am höchsten
 - Wärmepumpen [COP]
 - Elektroheizungen



Höchster Einspeisung ins Netz

- Sommer Wochenende
- Niedrigste Verbrauch
- PV-Anlagen



Anpassbares Szenario

**Erkennung der höchsten Auslastung der Netzelemente (Leitungen / Trafo)
und der maximalen und minimalen Spannungen**

LastprofilTool ES 2050

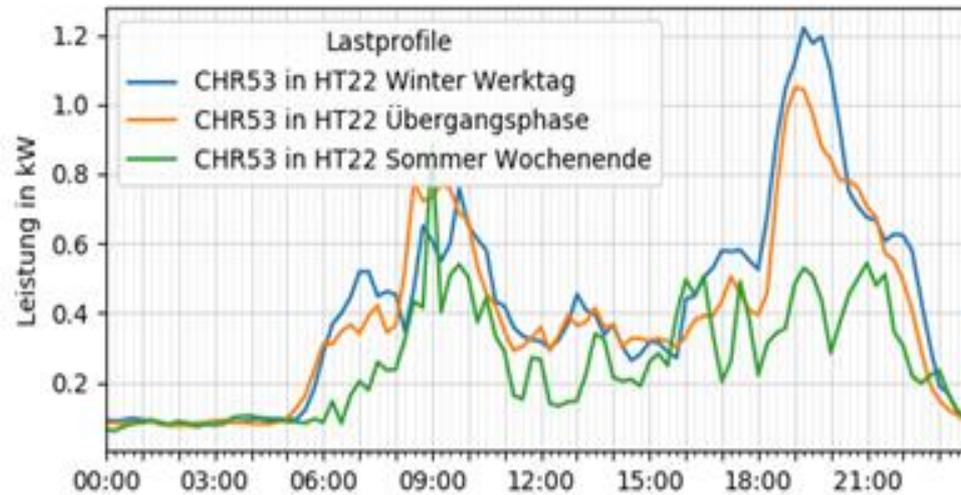
- Referenzprofile
- Technologien

LastprofilTool ES 2050

Referenzprofile

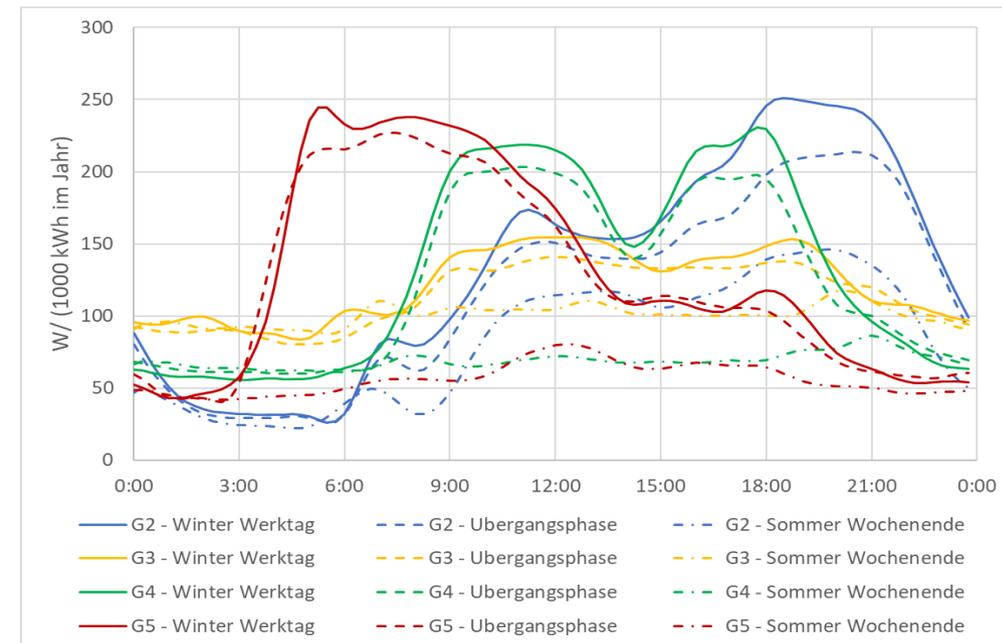
Privathaushalte:

- ▶ loadprofilegenerator.de (N. Pflugradt)
 - ▶ Basiert auf einem Modell aus der Psychologie



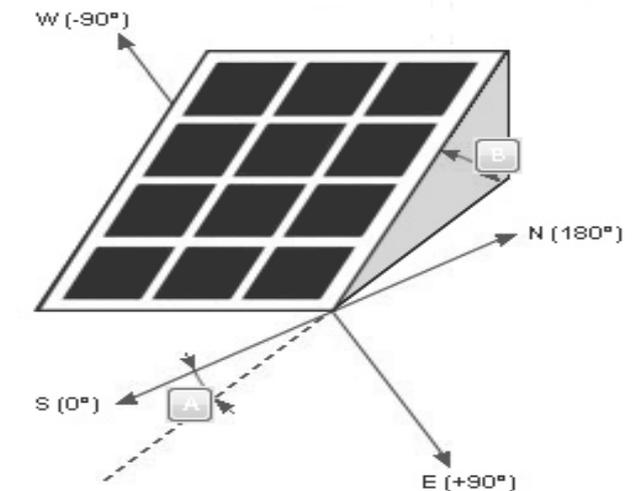
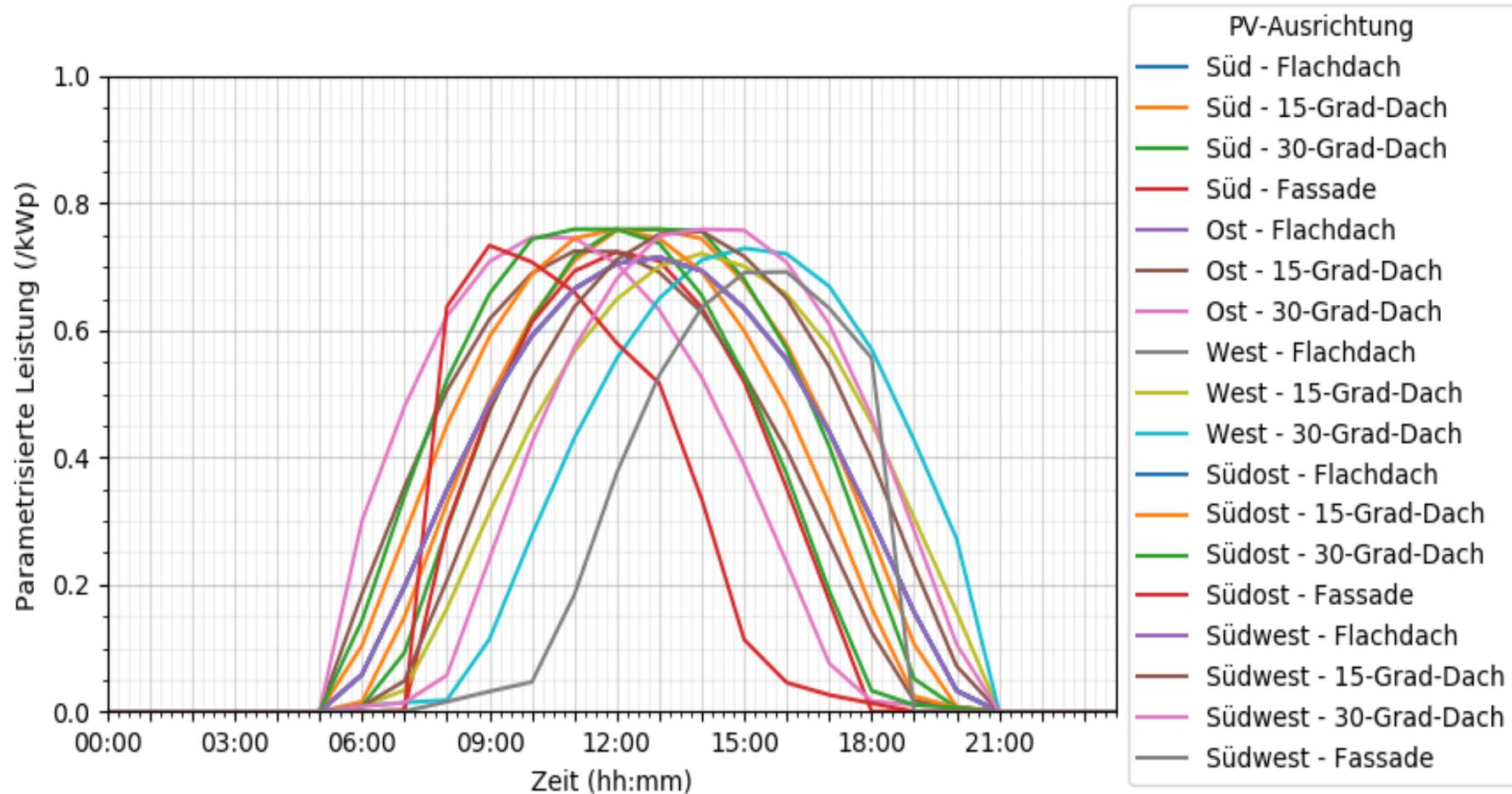
Gewerbe/Industrie:

- ▶ Standardlastprofile (BDEW)



LastprofilTool ES 2050 - Technologien

Photovoltaik-Profile (PolySun®)

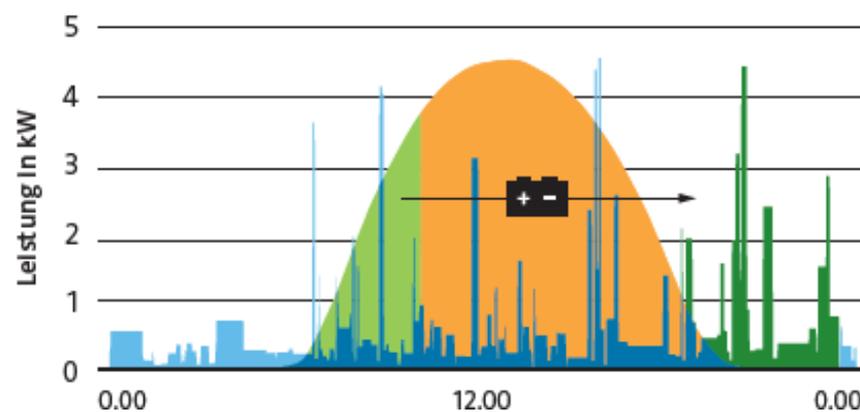


LastprofilTool ES 2050 – Technologien

Batteriesysteme - Betriebsmodi

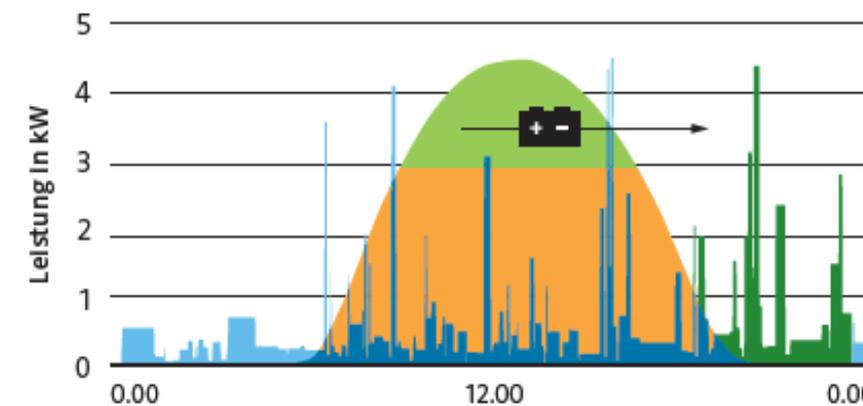
► Eigenverbrauchoptimierung

Speicherbetrieb: Maximierung Eigenverbrauch (a)



► Peak-shaving

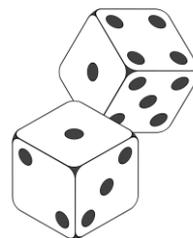
Speicherbetrieb: Netzentlastung (b)



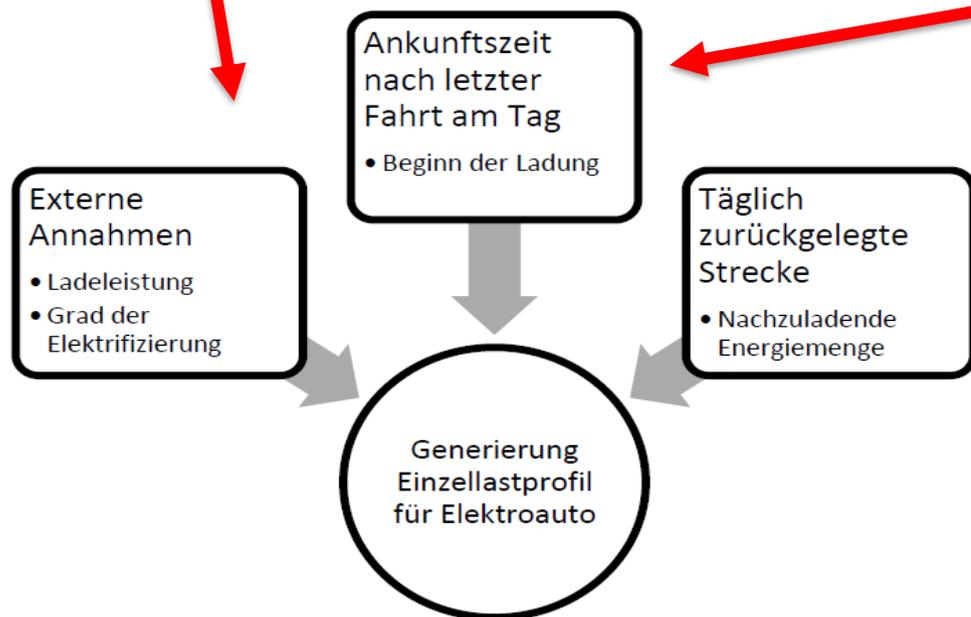
■ PV-Rückspeisung ■ Speicher laden ■ Speicher entladen
■ Netzbezug ■ Eigenverbrauch

LastprofilTool ES 2050 – Technologien

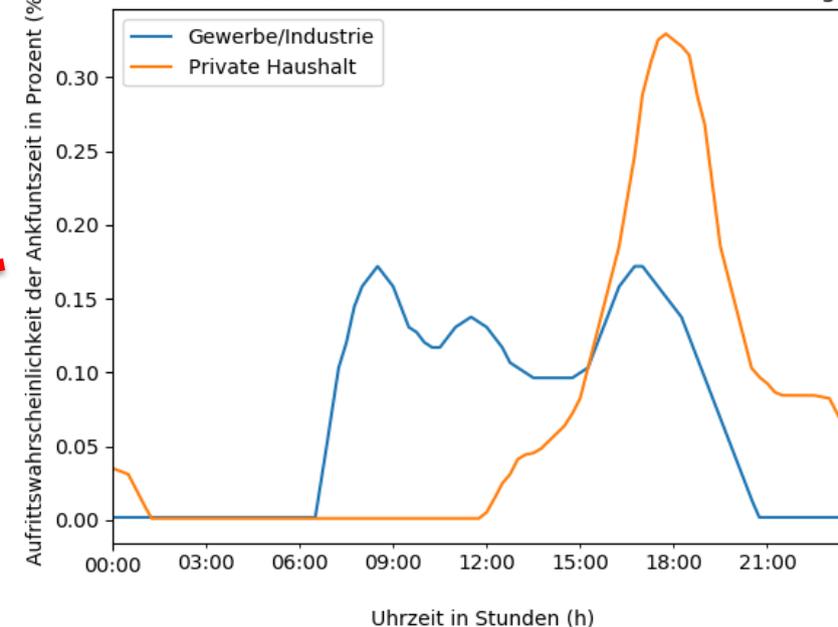
Stochastische Elektromobilitätsprofile



Energieperspektiven 2050



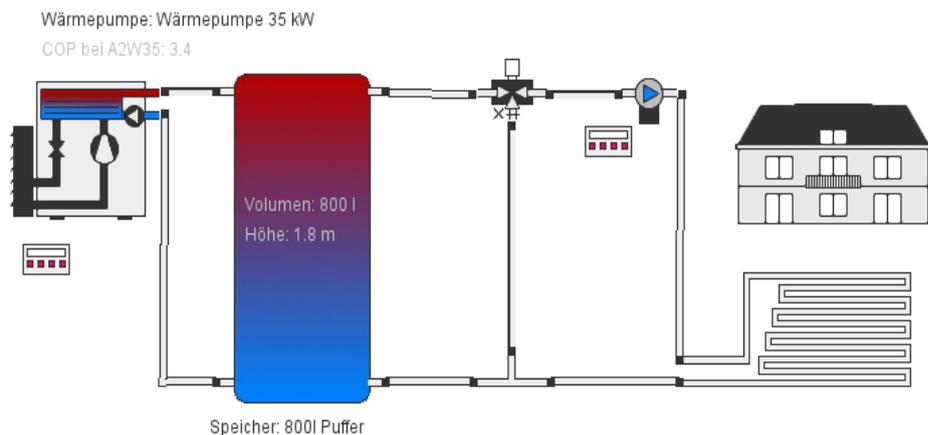
Wahrscheinlichkeitsdichte der Ankunftszeit deutscher Fahrzeughalter



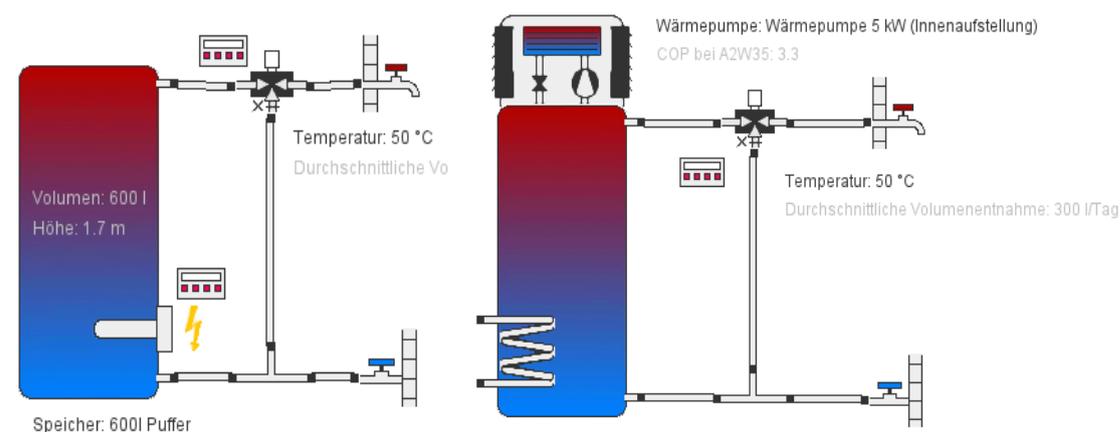
Strecke in km	0-1	1-10	10-20	20-40	40-65	65-100	100-200	200+
Umfrage in %	3,5	24,3	18,0	20,9	12,9	8,7	6,7	4,5
Pareto Fit in %	3,5	24,6	17,9	20,6	12,8	8,6	7,9	3,3

LastprofilTool ES 2050 – Wärme/Kälte-Profile (PolySun[®])

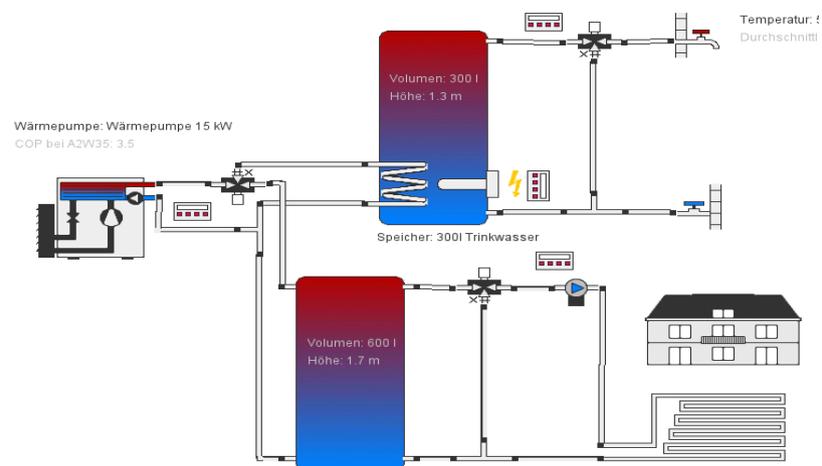
Raumwärme (WP)



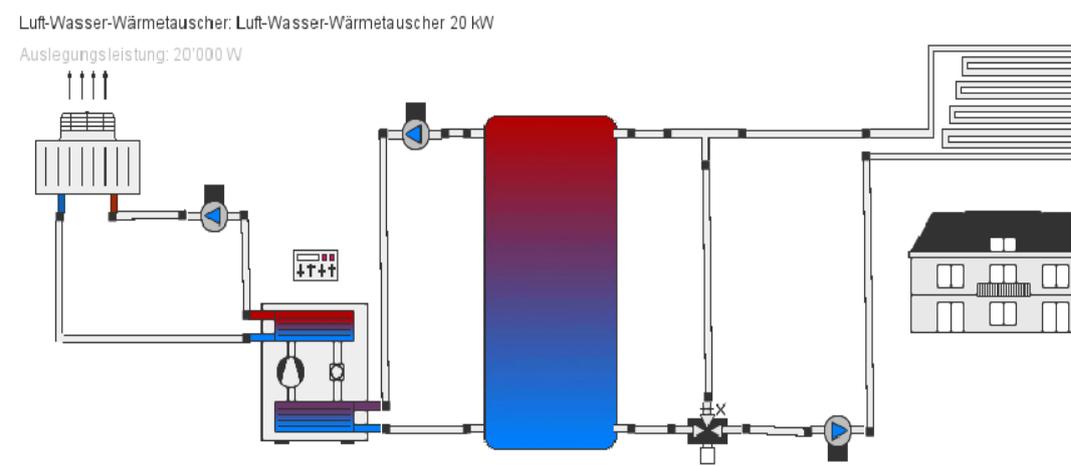
Warmwasser (Elektroboiler / WP)



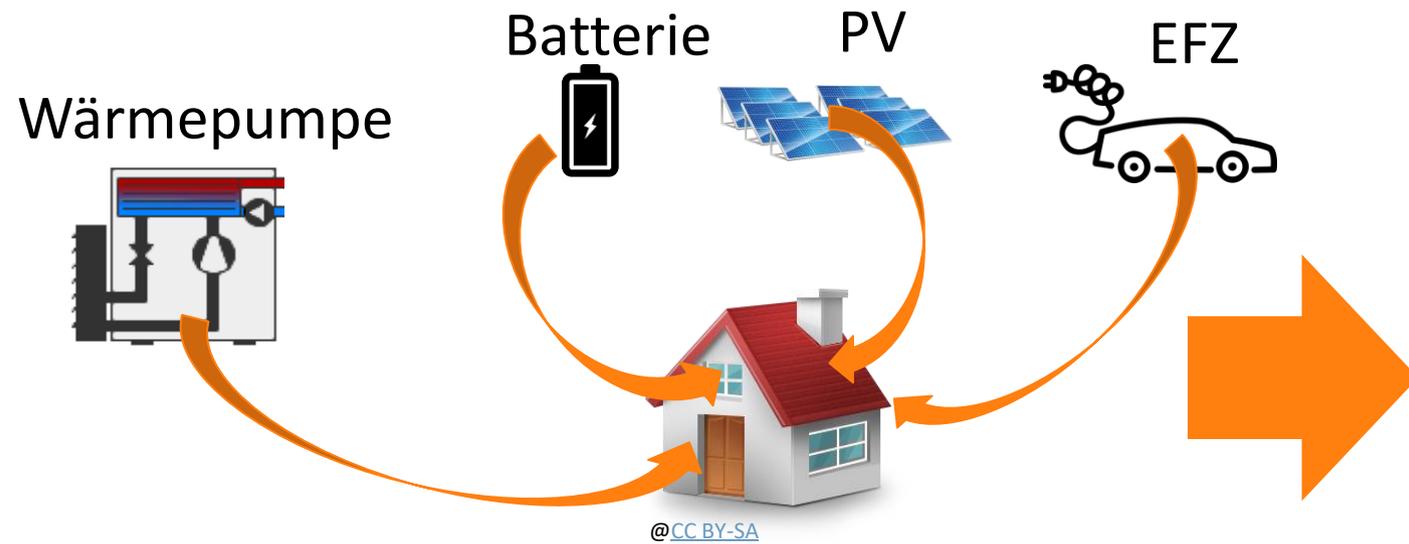
Raumwärme/Warmwasser (WP/Elektroboiler)



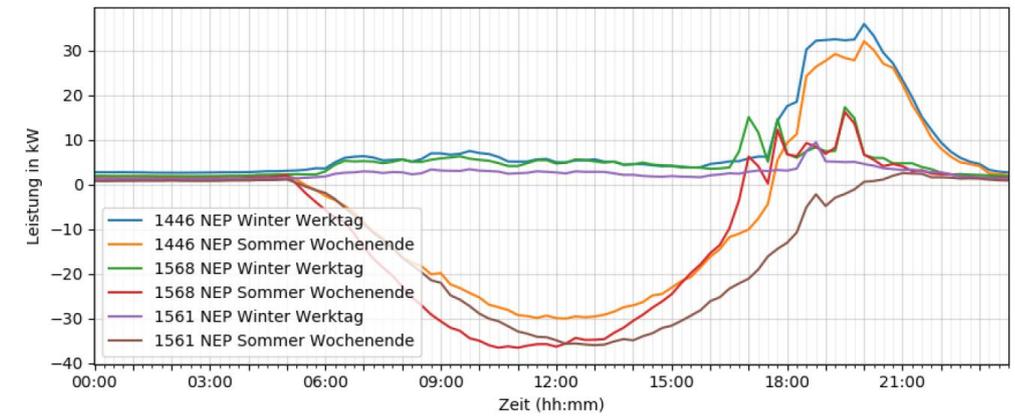
Kälteanlage (WP)



LastprofilTool ES 2050



Synthetische Lastprofile

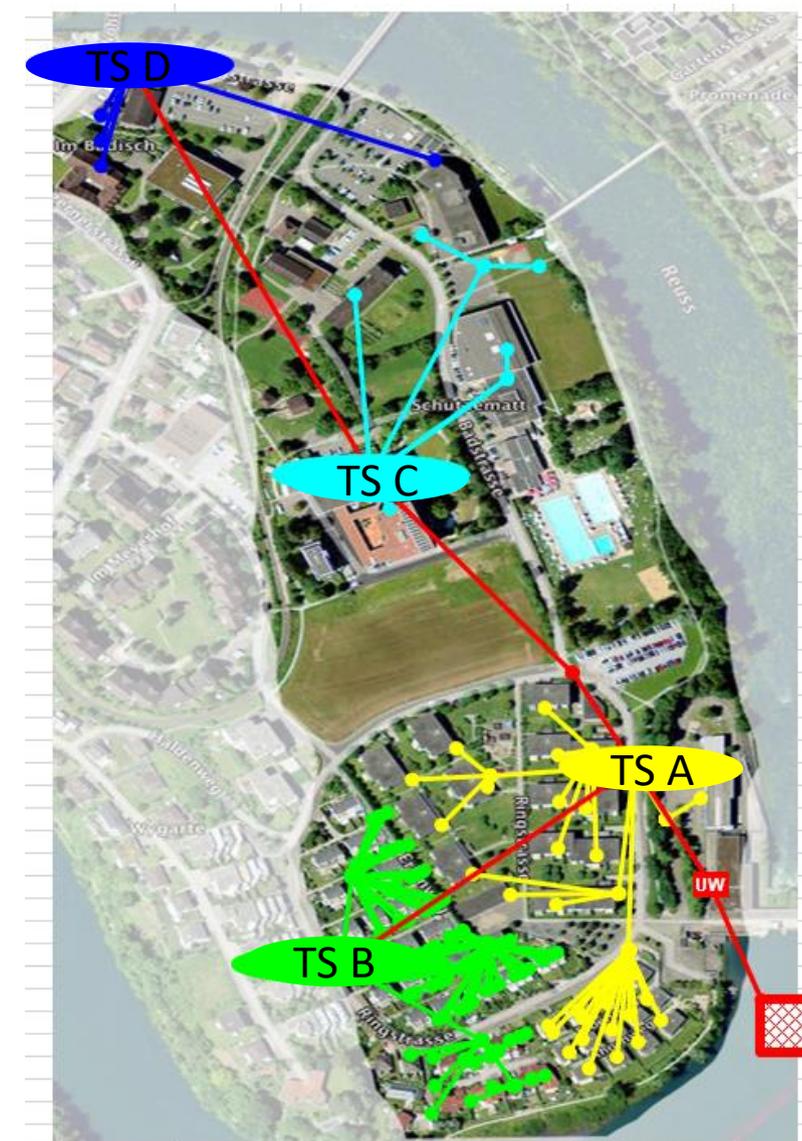


LastprofilTool ES 2050

Validierung in einem realen Netz

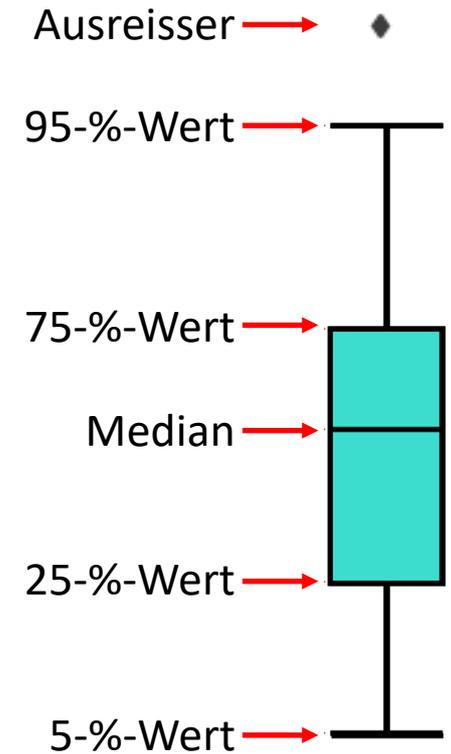
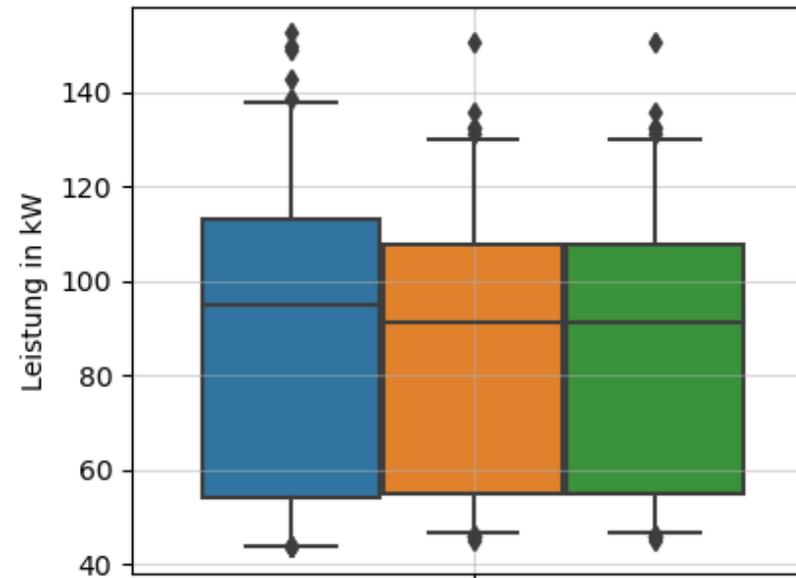
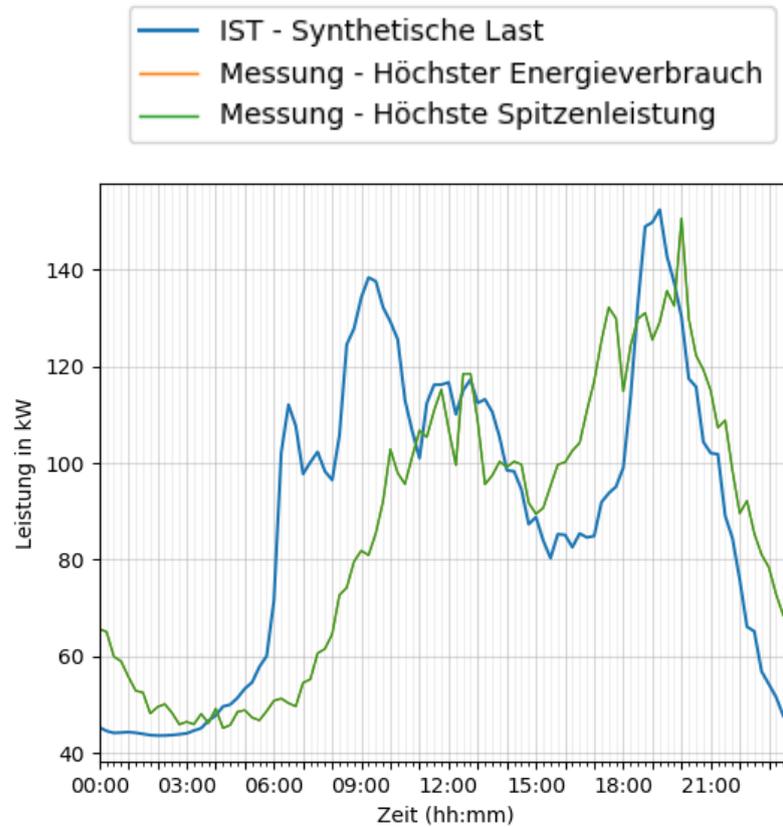
Validierung in einem realen Netz

- ▶ Validierungsnetz
- ▶ Messungen (30.08.2019 – 10.09.2019)
 - ▶ Bachelor-Thesis (Jannik Weber)
- ▶ 4 Trafokreise (NS-Netze)



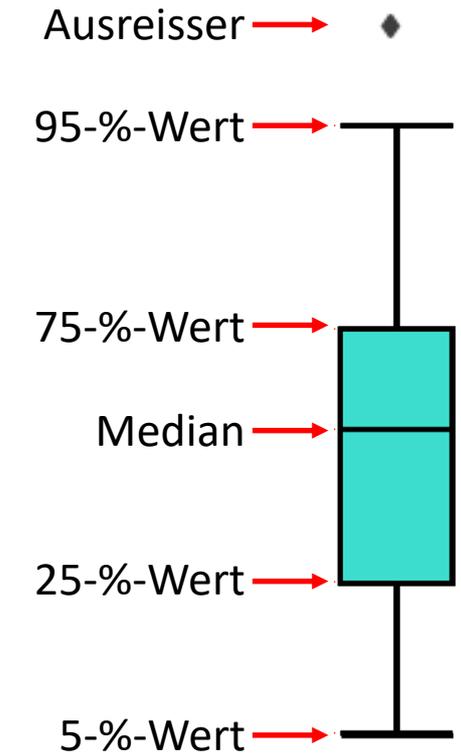
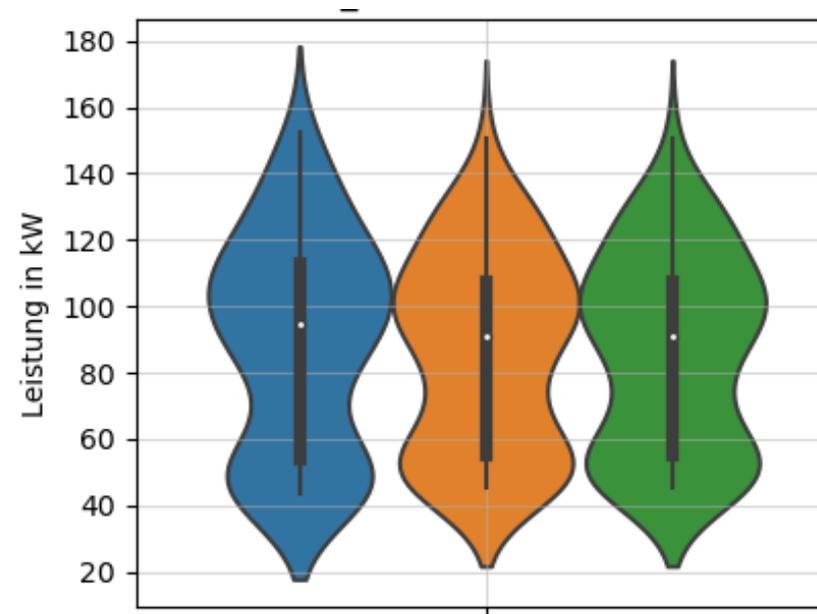
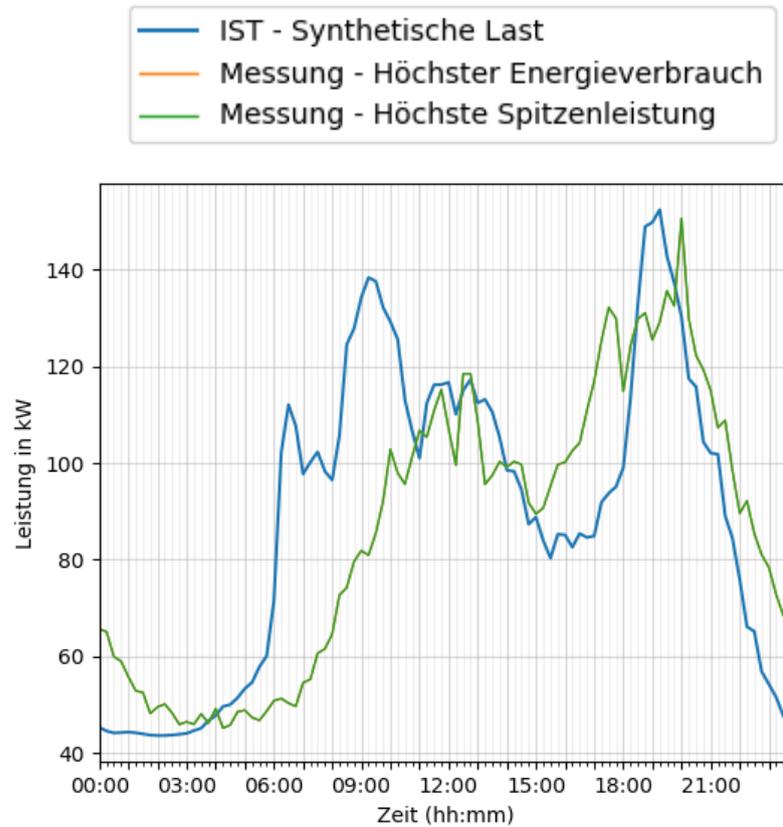
TS A

Vergleich gemessenen und synthetischen Lastprofilen



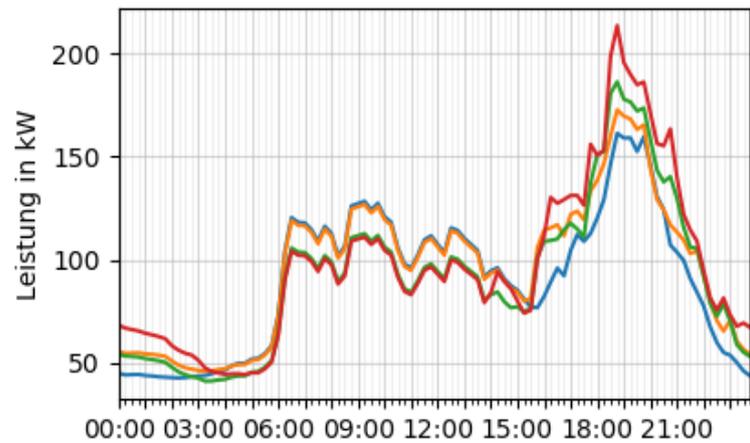
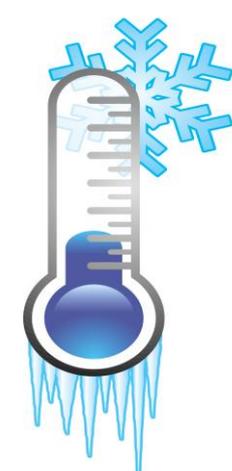
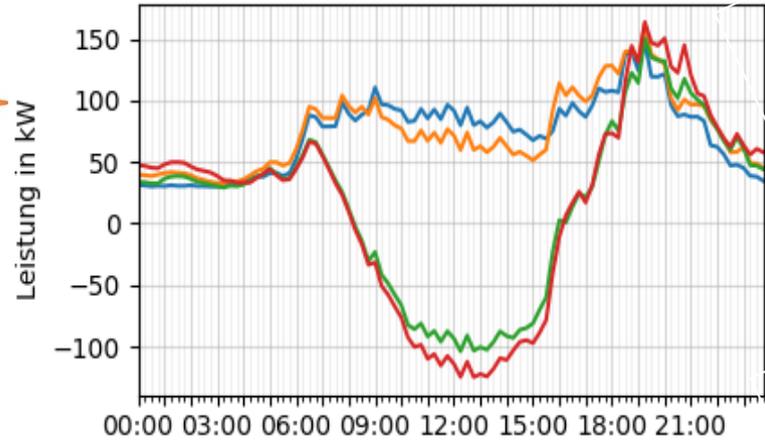
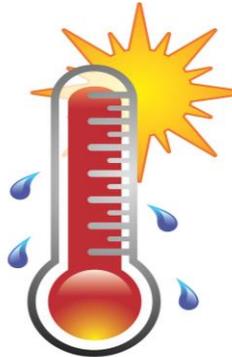
TS A

Vergleich gemessenen und synthetischen Lastprofilen



TS A

Synthetische Profile

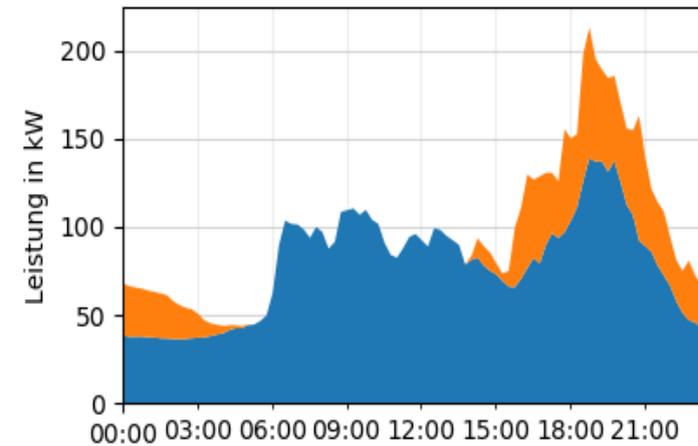
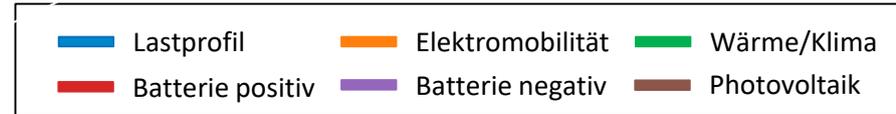
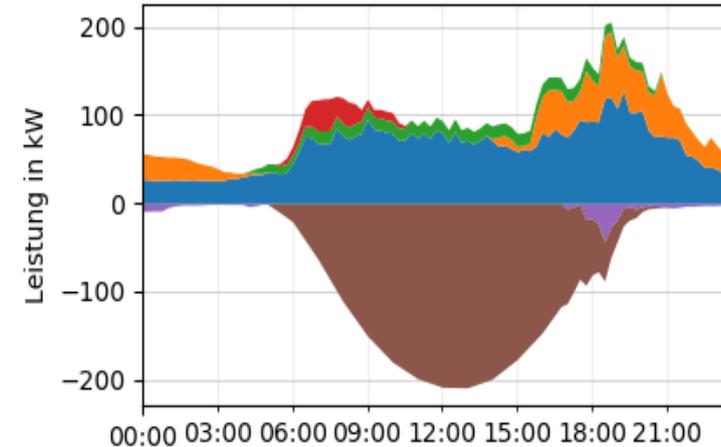


PV
 +44 kWp
 +257 kWp
 +288 kWp

Elektromobilität
 (Anzahl EFZ)
 11
 23
 40

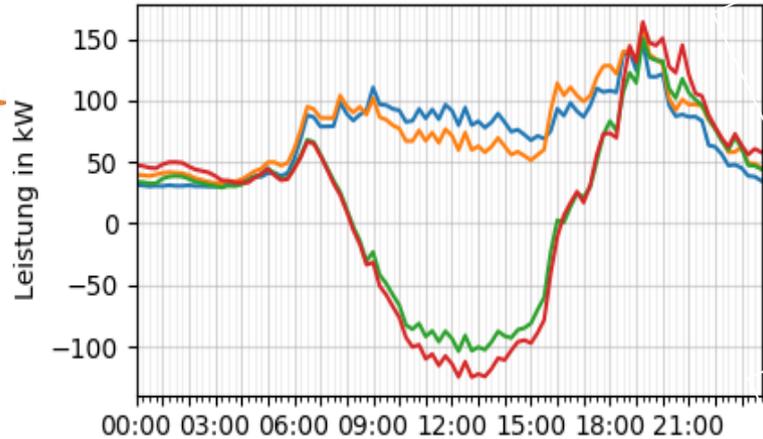
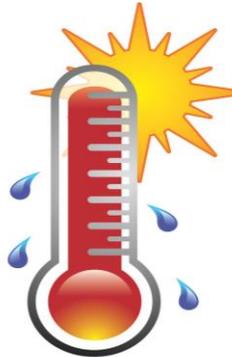
NEP-2035

Gestapelte Leistungsprofile

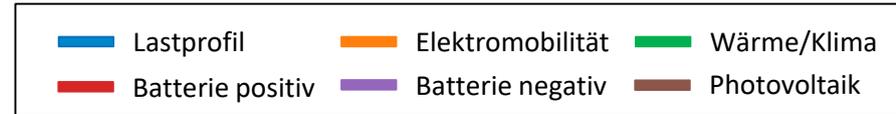
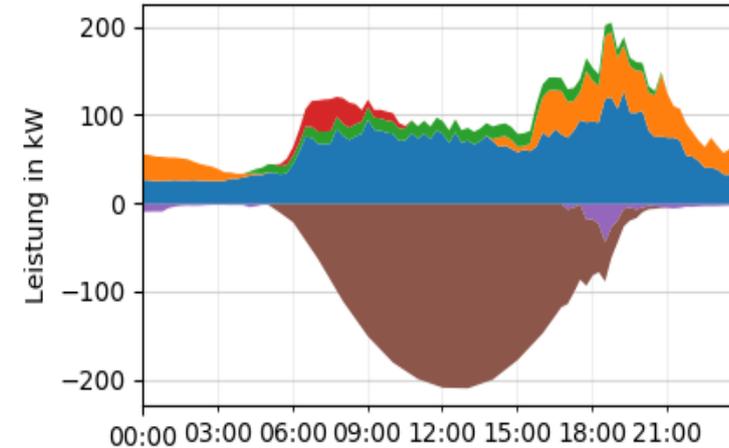


TS A

Synthetische Profile

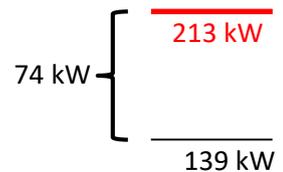
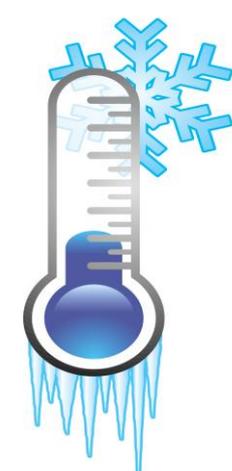


NEP-2035 Gestapelte Leistungsprofile



PV
 +44 kWp
 +257 kWp
 +288 kWp

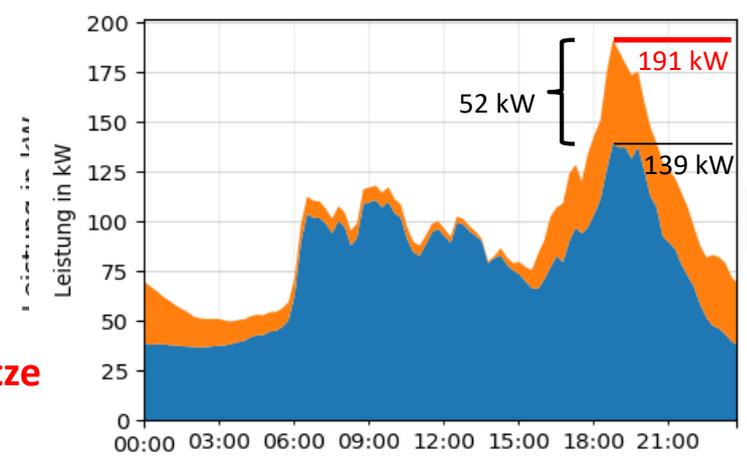
Elektromobilität
 (Anzahl EFZ)
 11
 23
 40



Durch
 Ladeleistungsbegrenzung
 (11 kW auf 3.7 kW)



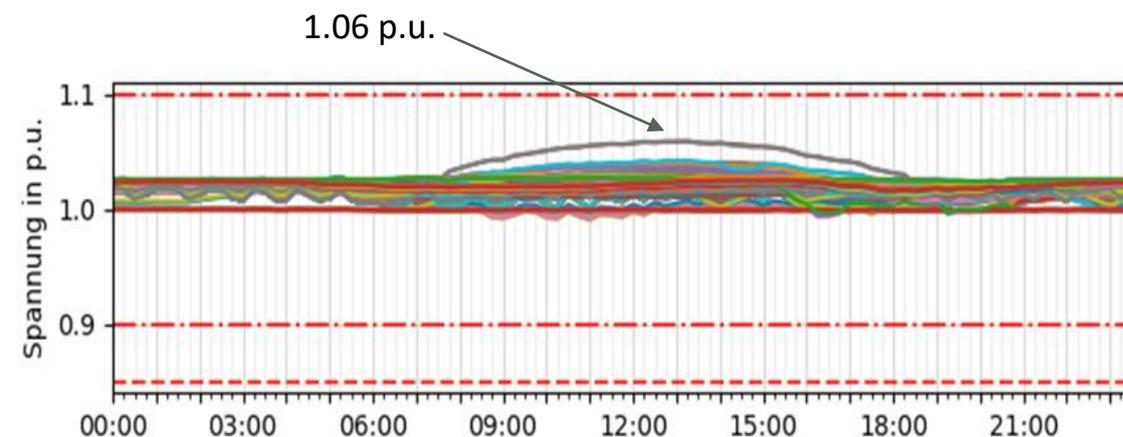
10 % Reduktion Lastspitze



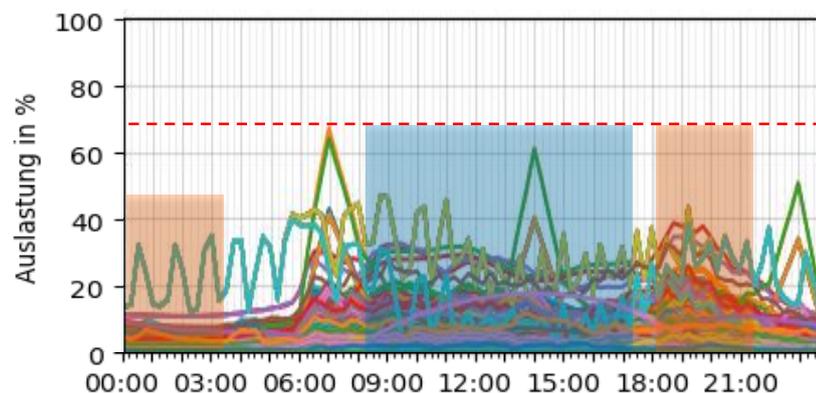
TS A

► Spannungshaltung (EN50610)

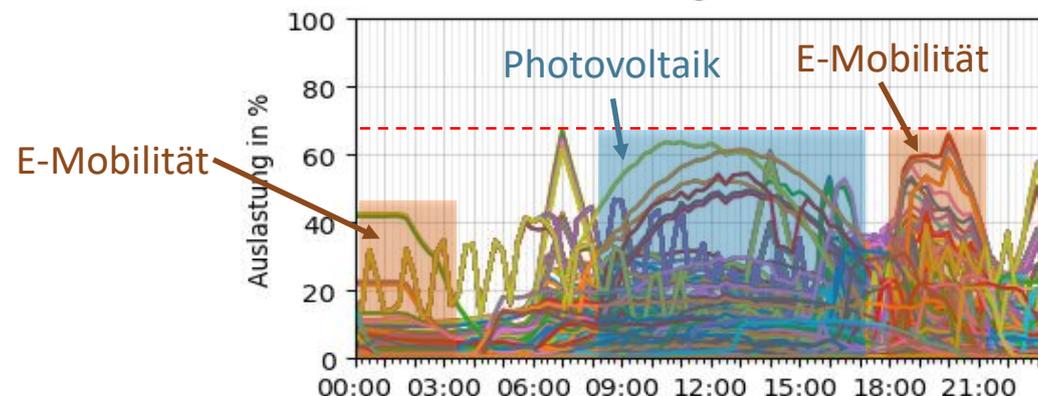
- $U_{Nenn} + 10 \% \geq U_{Mess_{95\%-Wert}} \geq U_{Nenn} - 10 \%$
- $U_{Nenn} + 10 \% \geq U_{Mess_{100\%-Wert}} \geq U_{Nenn} - 15 \%$



► Auslastung der Netzelemente Ist-Situation



Entwicklungsszenarien



Schlussbetrachtung & Ausblick

Schlussbetrachtung

- ▶ Erstellung von Lastprofilen auf Einzelverbraucherebene ✓
- ▶ Quantifizierung von Lastentwicklungsszenarien ✓
 - ▶ Anpassbaren Entwicklungsszenarien (Energieperspektiven 2050+)
 - ▶ Unterstützt Szenario basierend Entscheidungen auf einer fundierten Grundlage zu treffen
 - ▶ Erkennung von Hotspots im Netz
- ▶ Kostenlos zur Verfügung – Open Source Software ✓  
 - ▶ Bedienungsanleitungen/Video Tutorials mit Anwendungsbeispiele ✓
- ▶ Bereits in Industrieprojekten erfolgreich durch mitarbeitenden der BFH angewendet ✓

Ausblick

- ▶ Thermische Systeme:
 - ▶ Entwicklung eines mathematischen Modells zur Erstellung der thermischen Profile
- ▶ Elektromobilität:
 - ▶ Lastprofilen für öffentliche Ladestationen unter Berücksichtigung der Nutzung
- ▶ GUI (Benutzeroberfläche):
 - ▶ “Not Responding” Meldung, obwohl es Berechnungen durchführt (> 100 Anschlusspunkte)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Thiago Raitz Novais (thiago.novais@gmail.com)

BFH-Zentrum Energiespeicherung
Labor für Elektrizitätsnetze
Aarbergstrasse 5
CH-2560 Nidau

Thiago Novais

thiago.novais@gmail.com

Photovoltaik

- ▶ **Swissolar Faktenblatt (April 2020):**
 - ▶ **Jährliche Stromerzeugung in der Schweiz: 2400 GWh**
 - ▶ **Installierte PV-Leistung: 2517 MW (ca. 19'000'000 m²)**



- ▶ **Potenzial gemäss Swissolar – Dach und Fassaden: 67 TWh**

▶ Energiestrategie Perspektiven

Energieperspektiven 2050		Jährliche Stromerzeugung in GWh (% von Solarpotenzial)		
Szenario	Variante	2020	2035	2050
WWB	C	256 (0.38)	2440 (3.64)	5839 (8.7)
POM	C & E	434 (0.65)	4355 (6.5)	11036 (16.5)
NEP	E	434 (0.65)	4355 (6.5)	11036 (16.5)



Elektromobilität

► Anteil Elektroautos in der Fahrzeugflotte

E-mobilität

E-Autos in der Fahrzeugflotte Verteilung der Leistung der Ladestationen

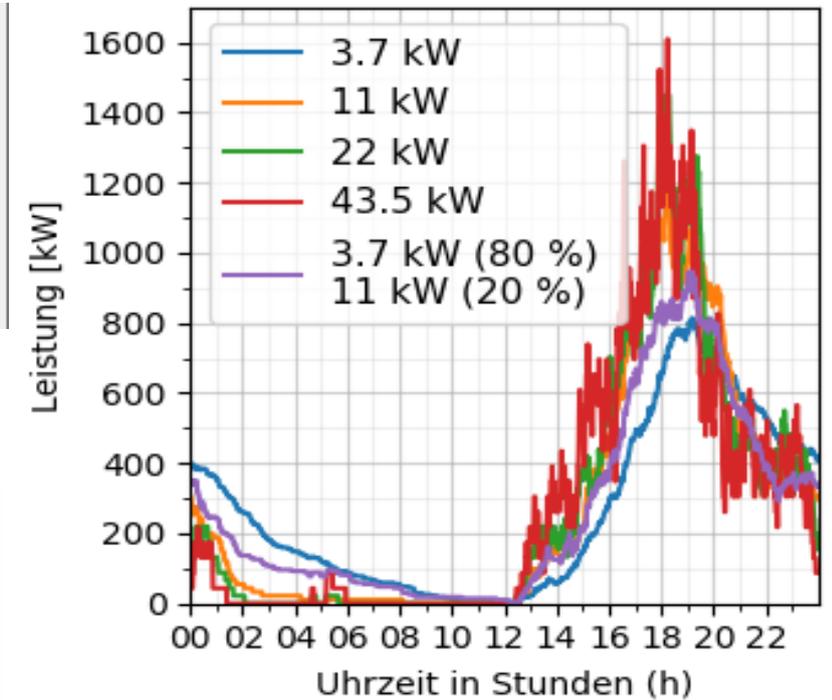
E-Autos in der Fahrzeugflotte (%)	IST	WWB		POM		NEP	
		2035	2050	2035	2050	2035	2050
0.0	13.0	30.0	19.5	42.5	26.0	55.0	

► Verteilung der Ladeleistung

E-mobilität

E-Autos in der Fahrzeugflotte Verteilung der Leistung der Ladestationen

Ladeleistung		3.7 kW	11 kW	22 kW	43.5 kW
Verteilung in %	Privatehaushalt	80.0	20.0	0.0	0.0
	Gewerbe/Industrie	0.0	0.0	100.0	0.0



Wärmeerzeugungs Anlagen

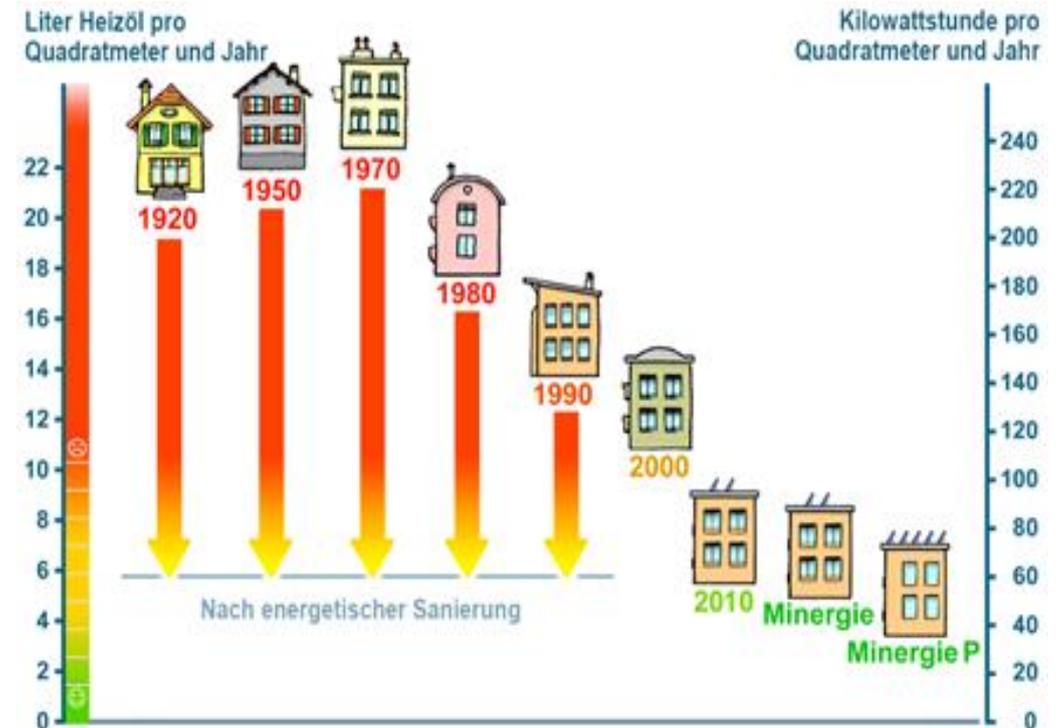
▶ Anteil Wärmepumpe erhöht



▶ Heizwärmebedarf sinkt

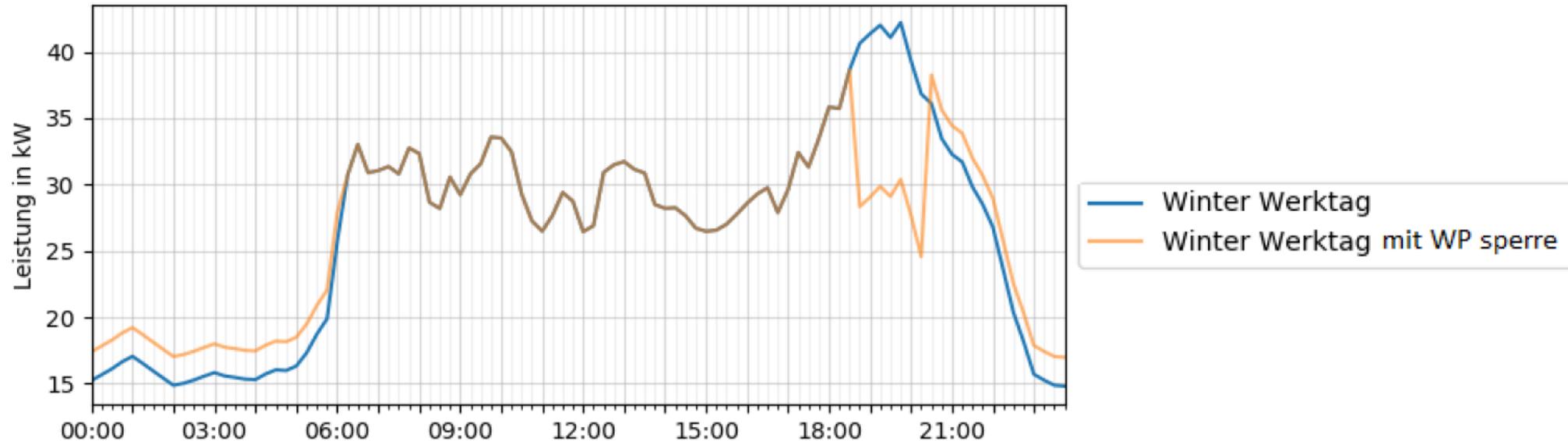


	[% von Gesamtwohnbestand]					
	2035			2050		
	WWB	POM	NEP	WWB	POM	NEP
Elektrische Heizung (Ohne WP)	2.6	1.7	1.6	1.5	0.5	0.5
Wärmepumpen	28.9	32.5	38.3	34.9	40.8	51.13



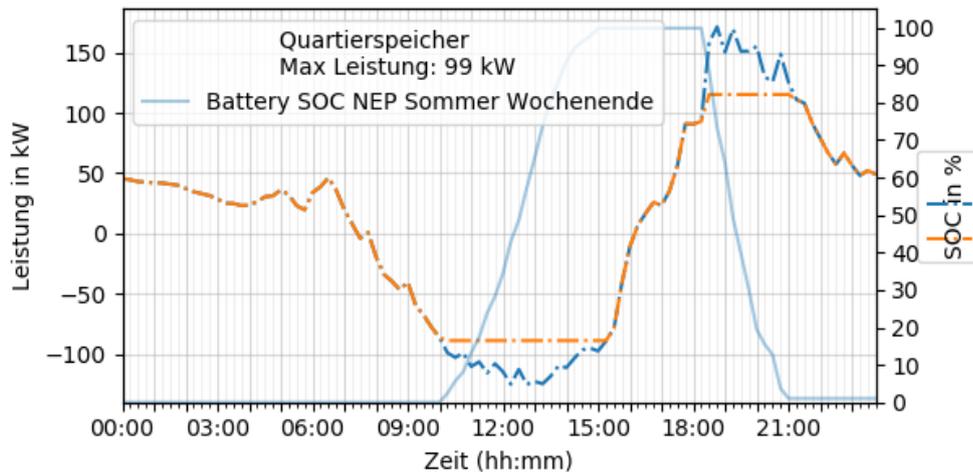
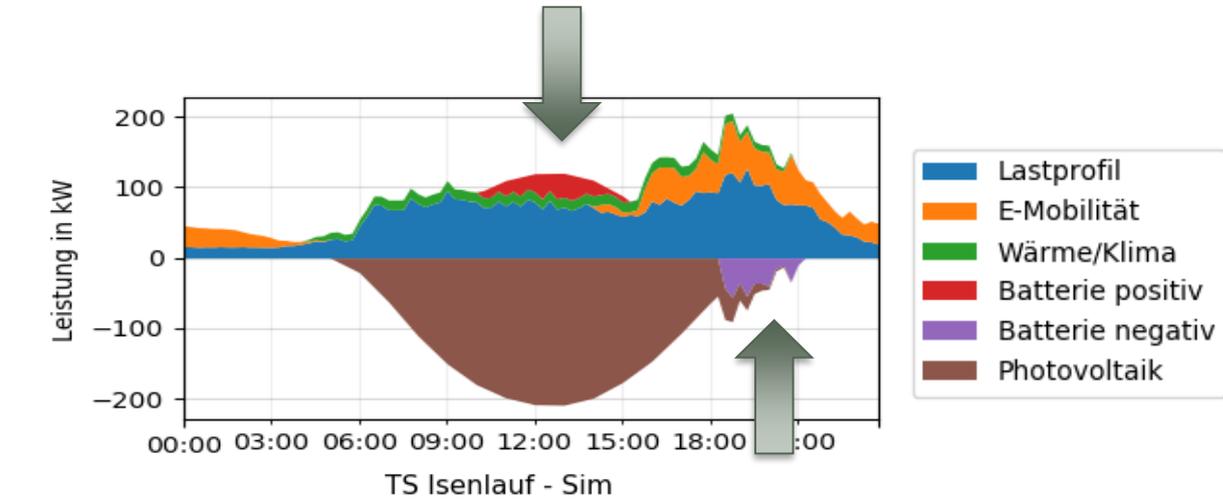
Wärmepumpensperre

- ▶ Wärmepumpenprofil Sperren
 - ▶ Sperre interval: 15, 30, 45, 60, 75, 90 min.
 - ▶ Zeitpunkt: Ab 08:00 (15 min intervall bis 23:45)



Speichersystemen – «Quartierspeicher»

Peak-Shaving



Eigenverbrauch

