

Status-Seminar «brenet» 2026

Prosumer im Reallabor, Anreizsysteme und Nutzung von Flexibilitäten in Gebäuden

Prof. Dr. David Zogg
Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Technik und Umwelt
Brugg-Windisch





Areal Möriken-Wildegg:

- 4 MFH, 35 Wohnungen, Minergie-P-Eco-Bauweise, Holz/Mischbau «Swisswoodhouse»
 - 4 Wärmepumpenanlagen mit Erdsonden und «Natural Cooling»
 - PV-Anlagen Ost/West, Fassaden, Terrassenbrüstungen, total 160 kWp
 - Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) mit Energiemanager (EMS)
- **Regelung des gesamten Areals mit verteilter Intelligenz und «Strombörse»**



- Automatisiertes Abrechnungssystem über interne Zähler



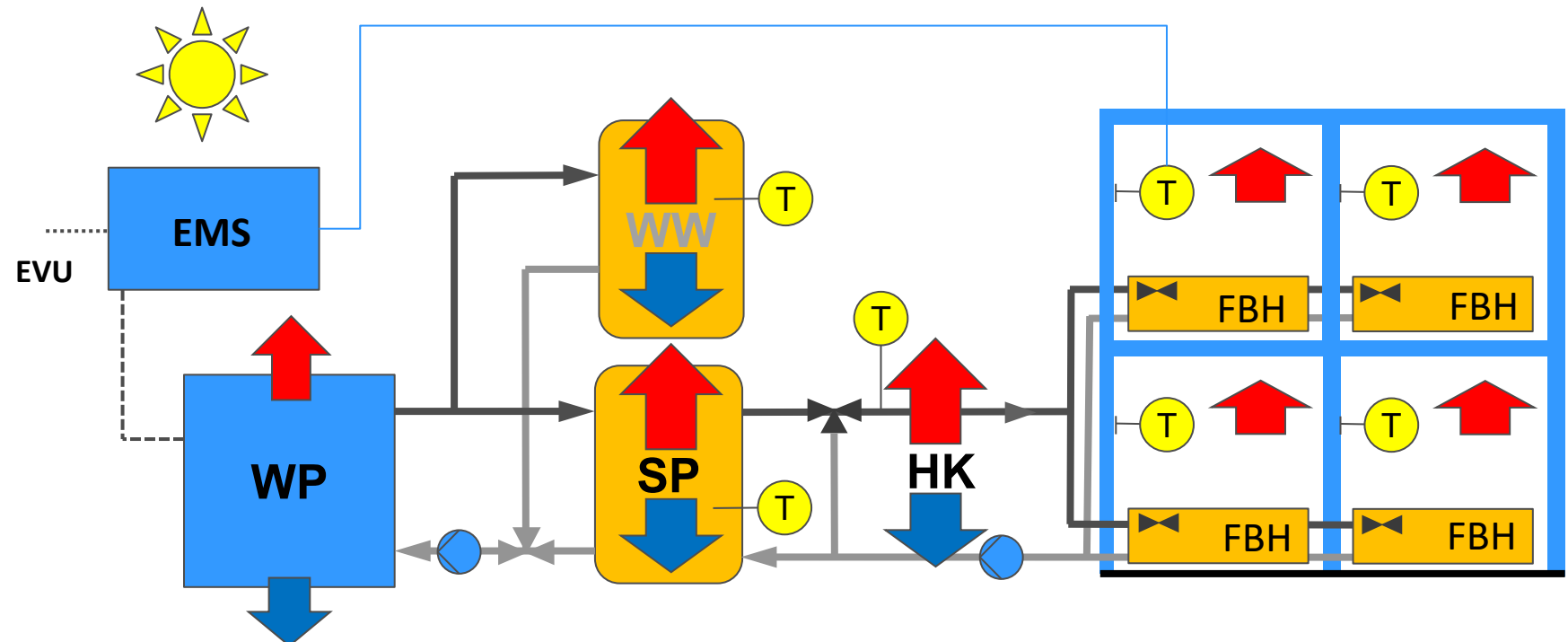
- Anreiz variabler Tarif / Solarstrom
- Energiestatistik für Bewohner
- Detailliertes Monitoring für Betreiber

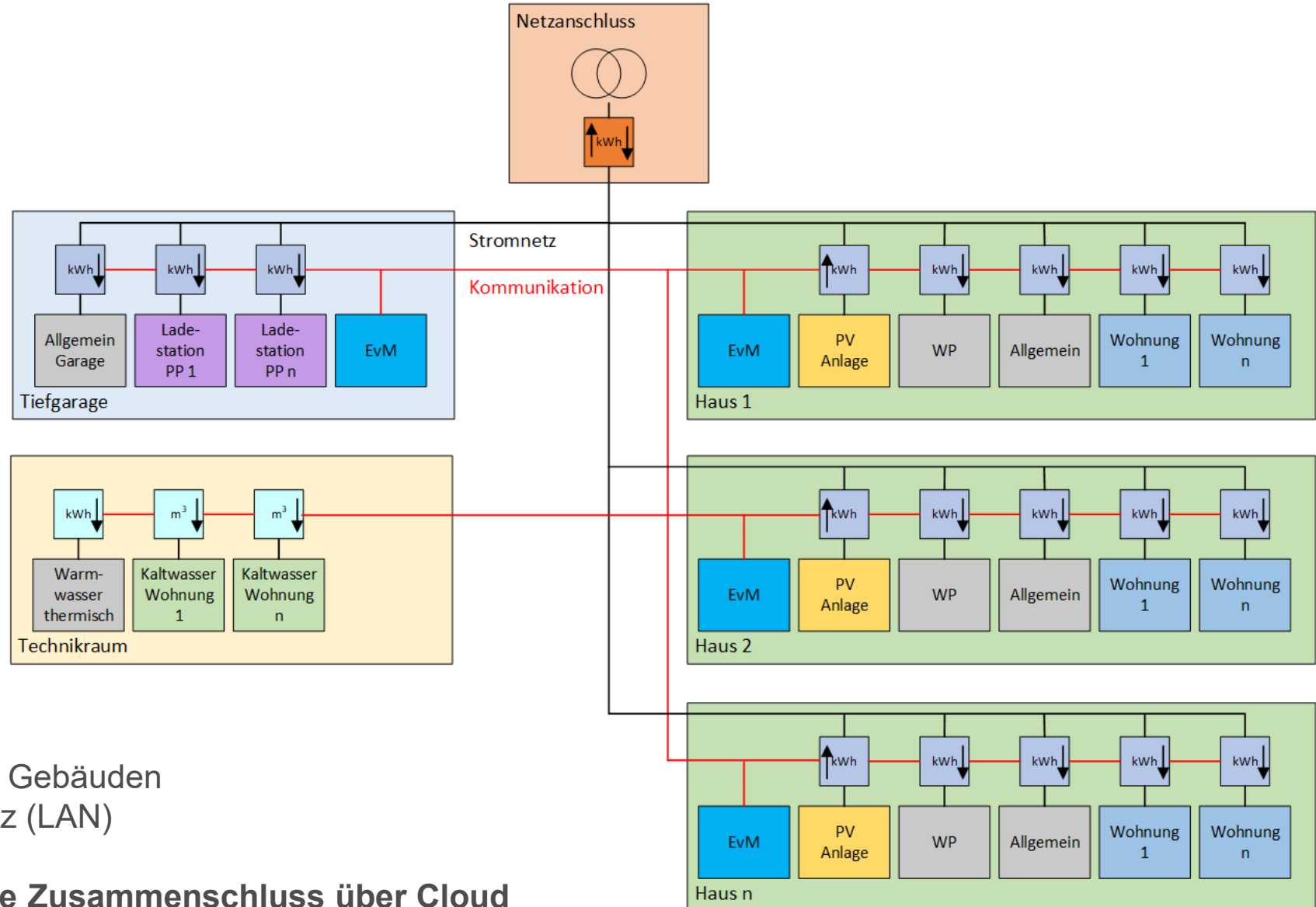


- Anzeige von Solarstrom über grüne «LED» (Anreizsystem)
- Solarsteckdose mit 100% Solarstrom
- Automatischer Betrieb der Haushaltgeräte über Solarstrom
- Leichte Beeinflussung der Raumtemperatur zur aktiven Einspeicherung von Energie in der Gebäudemasse
- Der Benutzer hat die volle Kontrolle

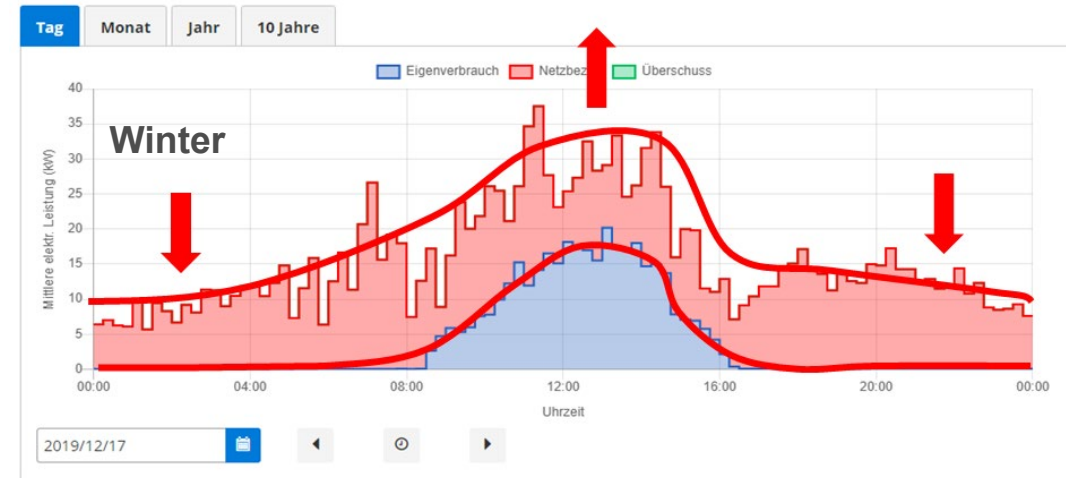
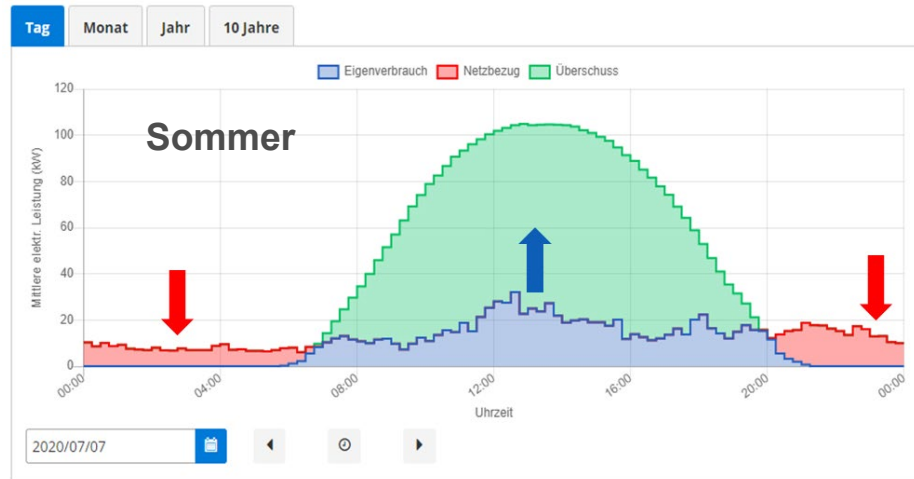


- Digitale Schnittstellen
- Thermomanagement
- Nutzung Flexibilitäten WP
- Regelung Pufferspeicher
- Regelung Vorlauf Gebäude
- Regelung einzelne Wohnungen

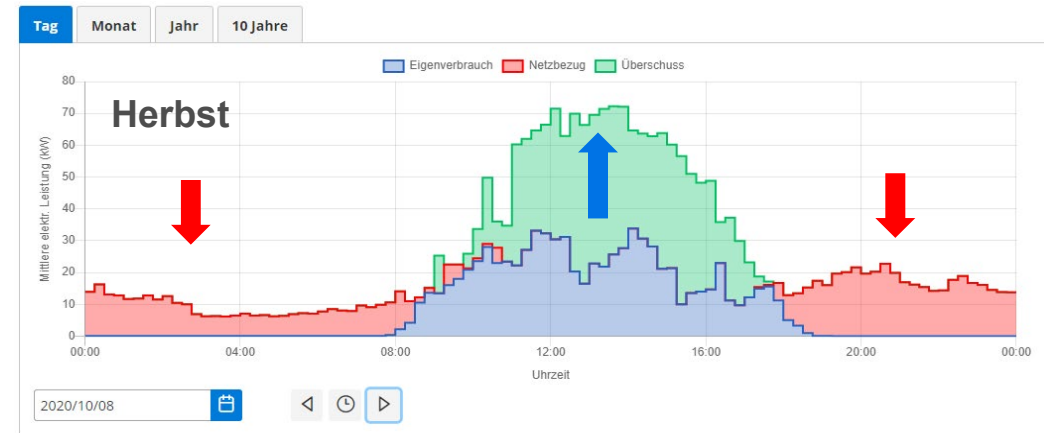
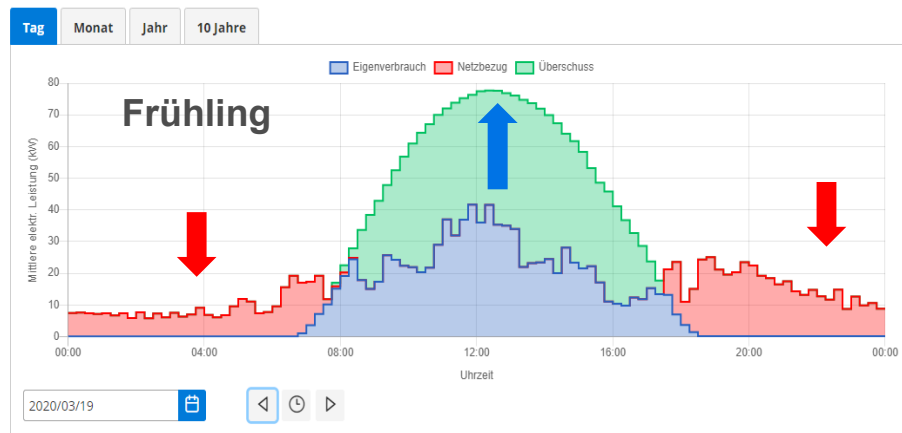




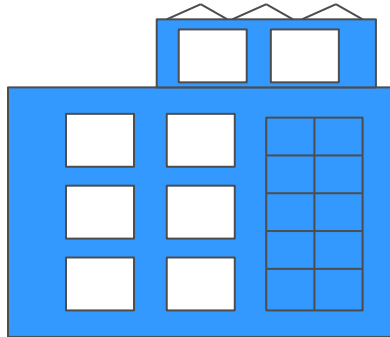
- verteilte Steuerungen in den Gebäuden
 - eigenes Kommunikationsnetz (LAN)
 - gestaffelte IBN möglich
- **vorbereitet für echt virtuelle Zusammenschluss über Cloud**



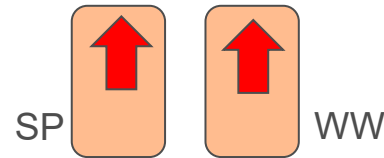
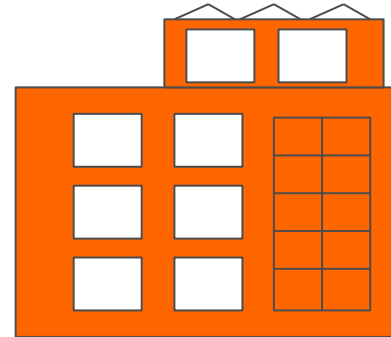
- Sommer: Hoher Überschuss wegen massiver PV, mehr Elektromobile wären vorteilhaft
- Winter: Gleichmässige Netzbelastung, Wärmepumpen sind grösste Verbraucher
- Grösstes Eigenverbrauchs-Potential in der Übergangssaison (Frühling/Herbst)



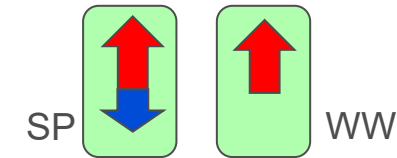
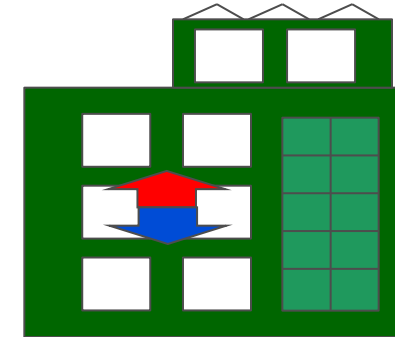
Gebäude 1



Gebäude 2



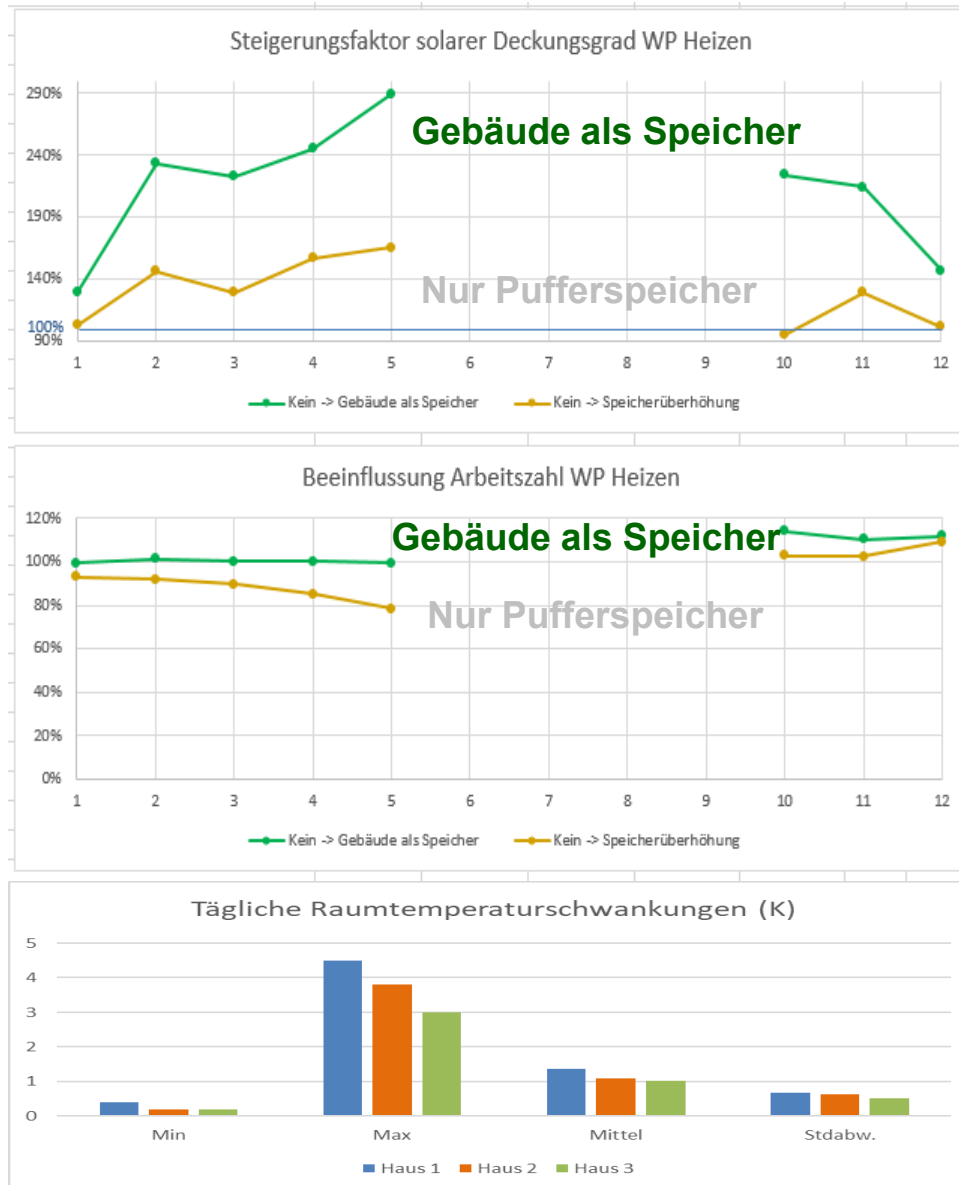
Gebäude 3



3 unterschiedliche Optimierungsalgorithmen für Kombination PV-WP:

- Gebäude 1: Keine Optimierung, nur WW-Produktion am Tag (festes Zeitprogramm)
- **Gebäude 2:** Einfache Optimierung mit **Überhöhung des Pufferspeichers** und WW-Produktion am Tag
- **Gebäude 3:** Vollständige Optimierung mit **aktiver Nutzung des Gebäudes als thermischer Speicher**

Jahresvergleich:

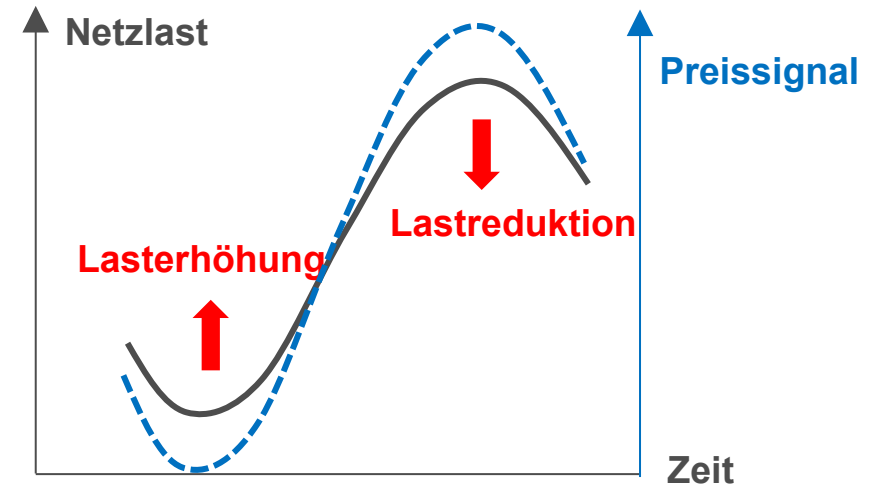
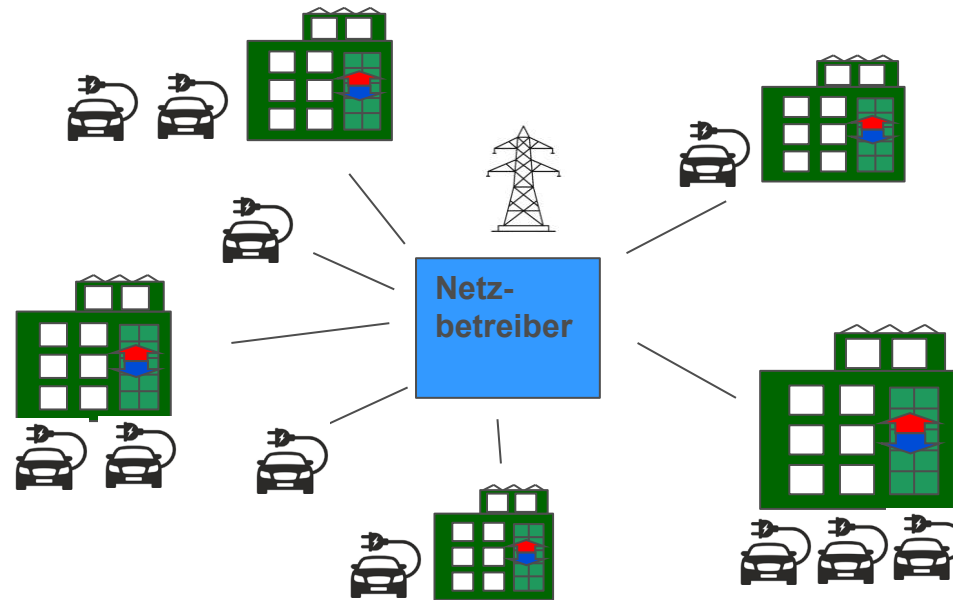


➔ Verdoppelung solarer Deckungsgrad (Faktor 2)
mit Gebäude als Speicher
(Pufferspeicher nur Faktor 1.3)

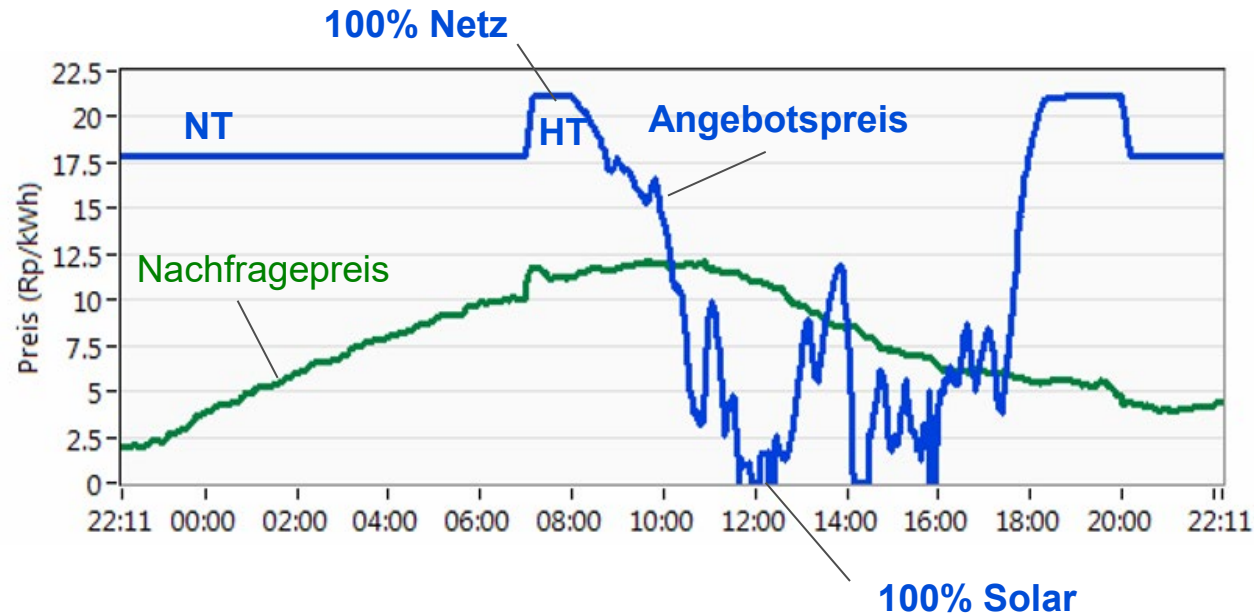
➔ Steigerung der Effizienz
mit Gebäude als Speicher
(kleinerer Temperaturhub)

➔ Erhöhung des Komforts
dank Raumtemperaturüberwachung
(und automatischem Schieben der Heizkurve)

Blick in die Zukunft: Netzstabilisierung über vorhandene Flexibilitäten



- ➡ Externe Vorgabe eines dynamischen Stromtarifs, abhängig von der Netzlast
- ➡ Gebäude als thermische Speicher nutzen → Lastenausgleich
- ➡ (Bidirektionale) Elektromobile als elektrische Speicher nutzen → Lastenausgleich, Peak-Shaving, ...
- ➡ Durch den Lastenausgleich in Gebäude&Mobilität können die Speicherseen entlastet werden (Reserve)!



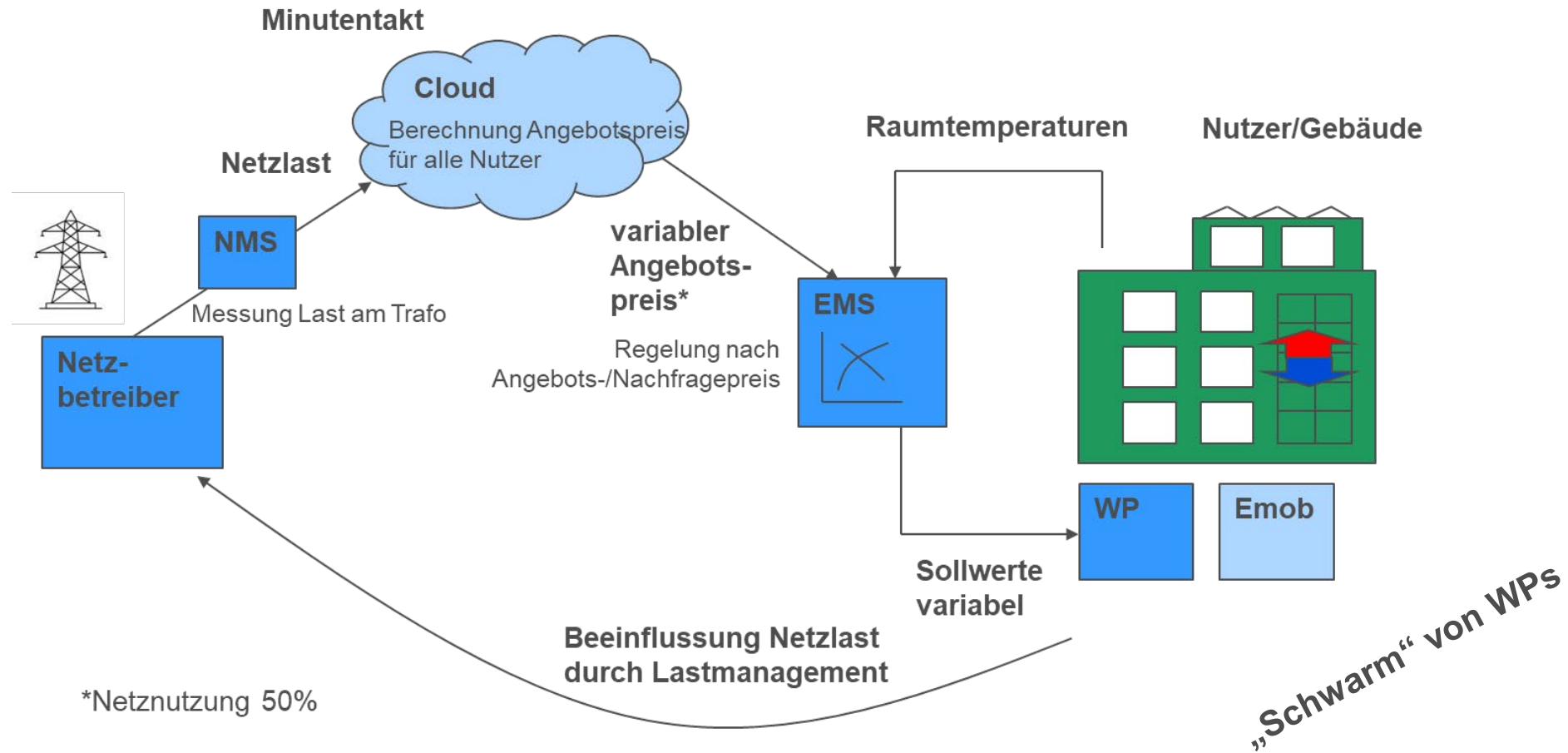
Funktionsprinzip «Real-Time-Pricing» für Gebäude mit Wärmepumpen:

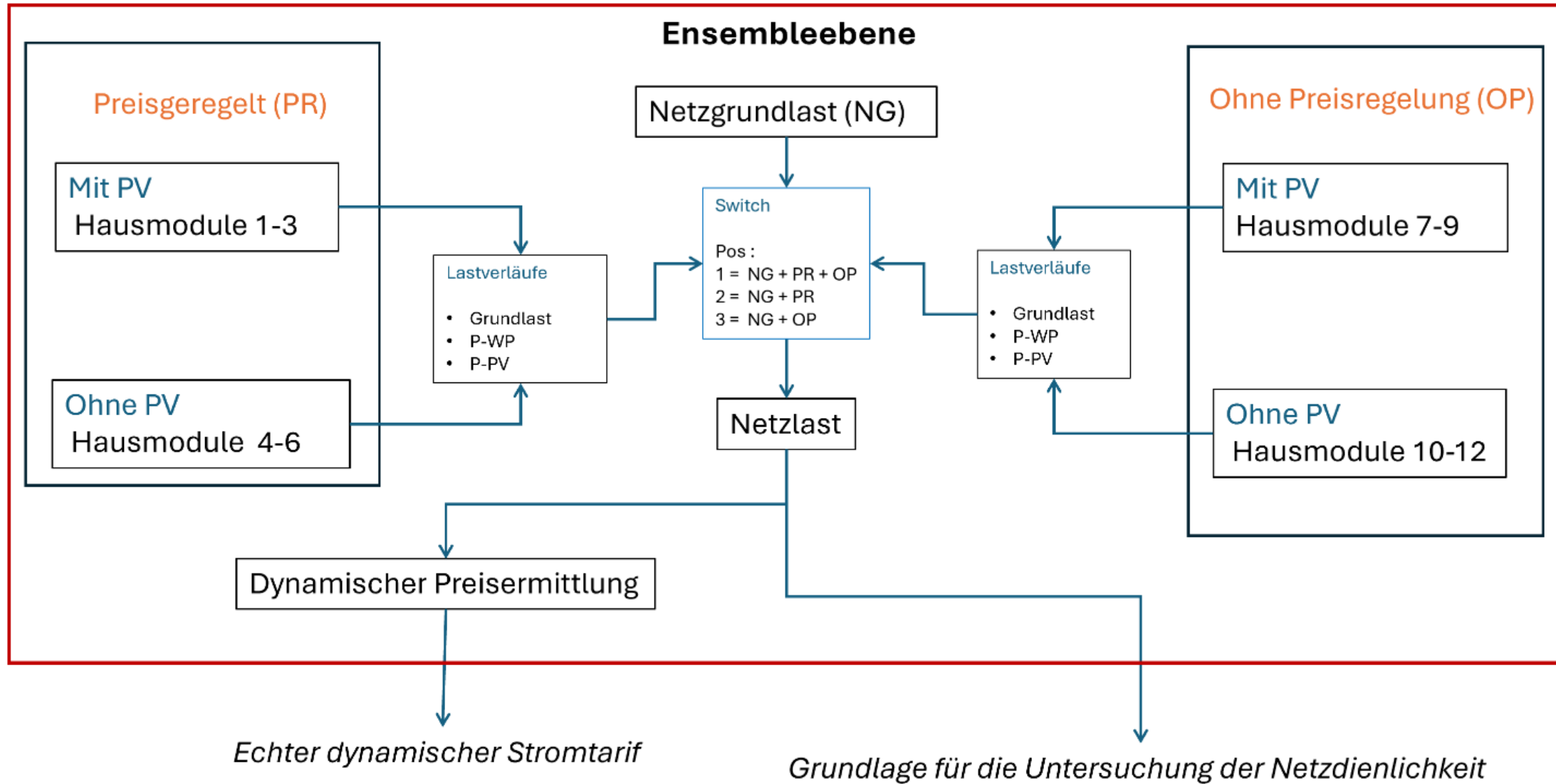
- Angebotspreis in Abhängigkeit der PV-Produktion (Mischtarif aus Netz- und Solaranteil)
- Nachfragepreis in Abhängigkeit der Raumtemperatur (hohe Nachfrage bei tiefer Temperatur)
- Automatische Optimierung der Wärmepumpen:
Hochfahren bei Nachfragepreis > Angebotspreis, Reduktion bei Nachfragepreis < Angebotspreis
- Zusätzliche Berücksichtigung der Wetterprognose im Nachfragepreis möglich

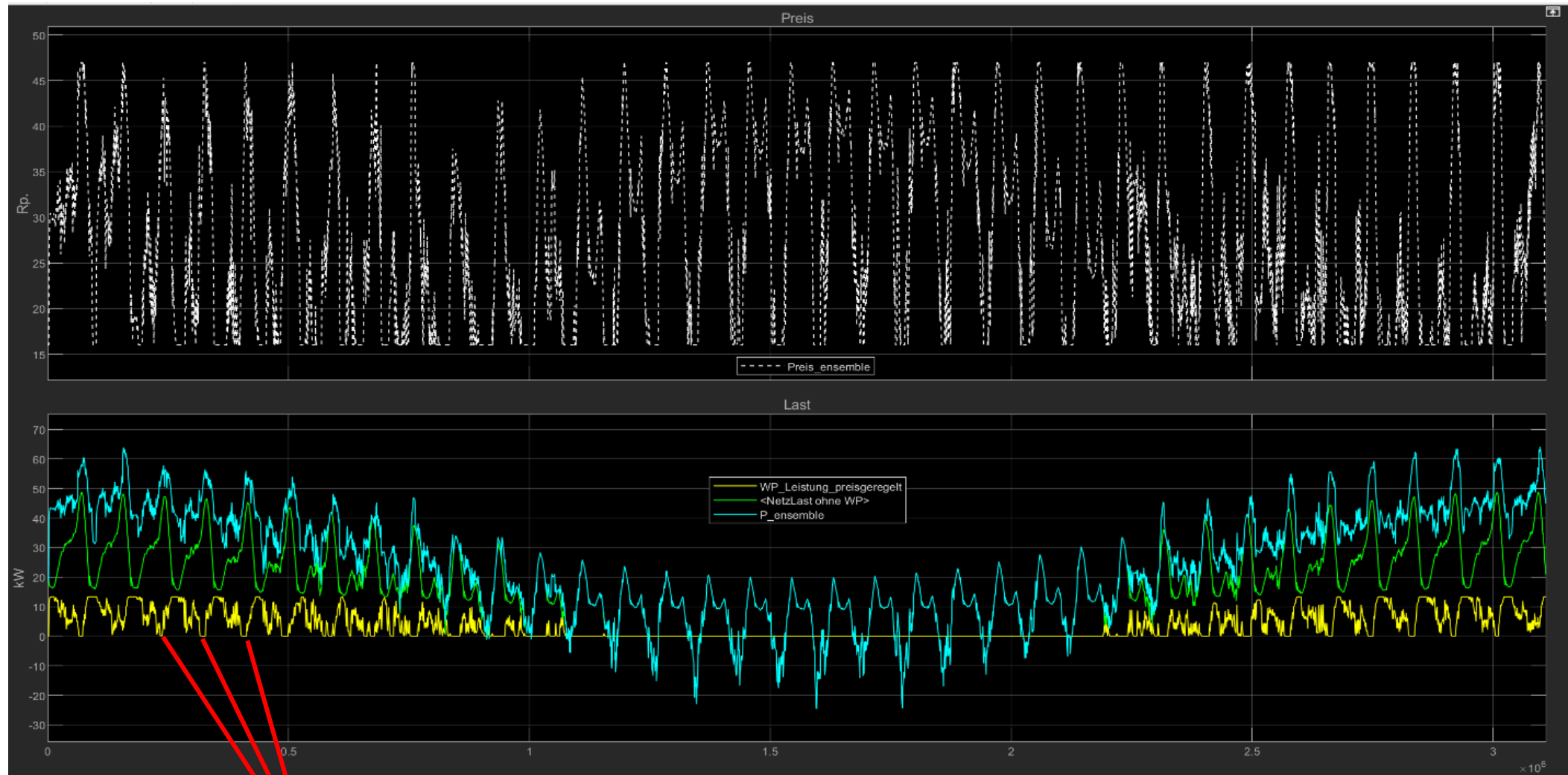


Kombination mit extern dynamischem Tarif des EVU für echte Netzentlastung!

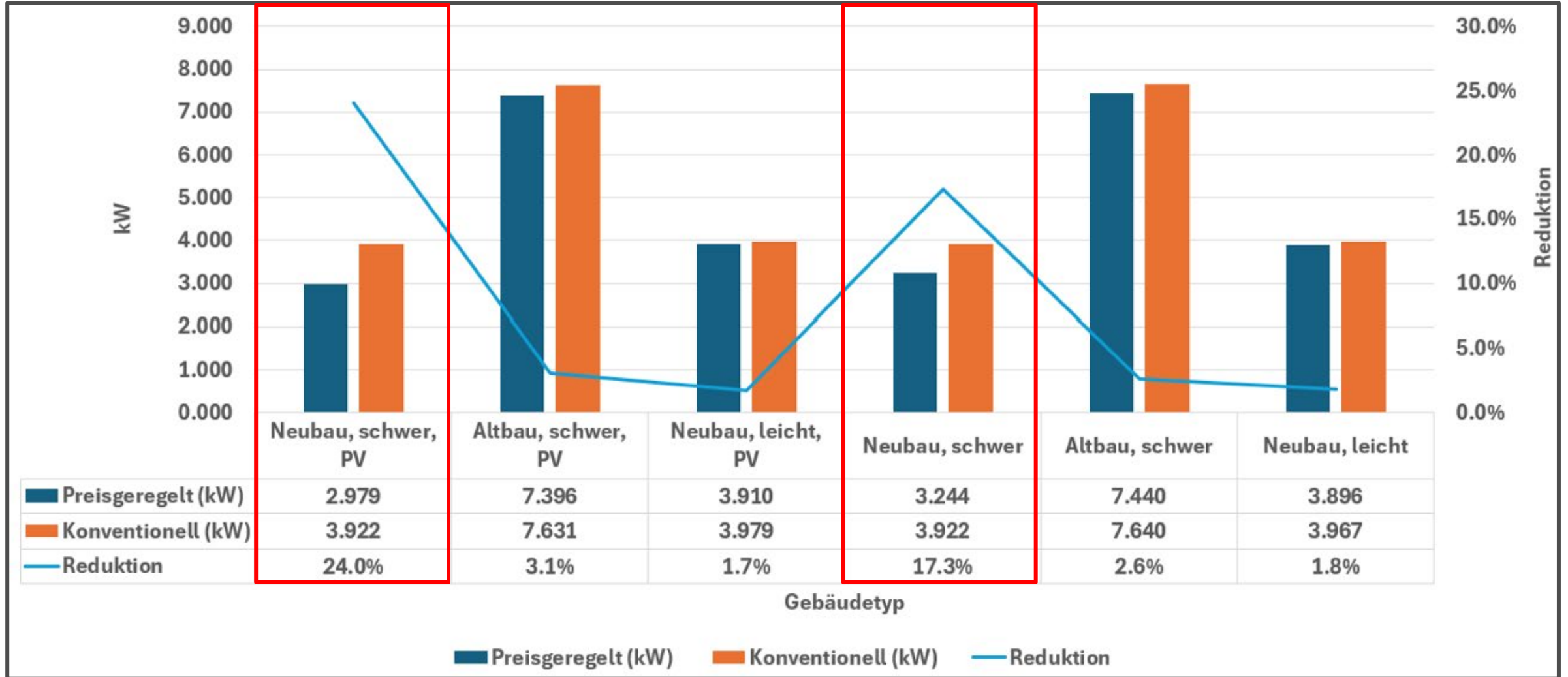
«Real Time Pricing» zur Entlastung des Stromnetzes







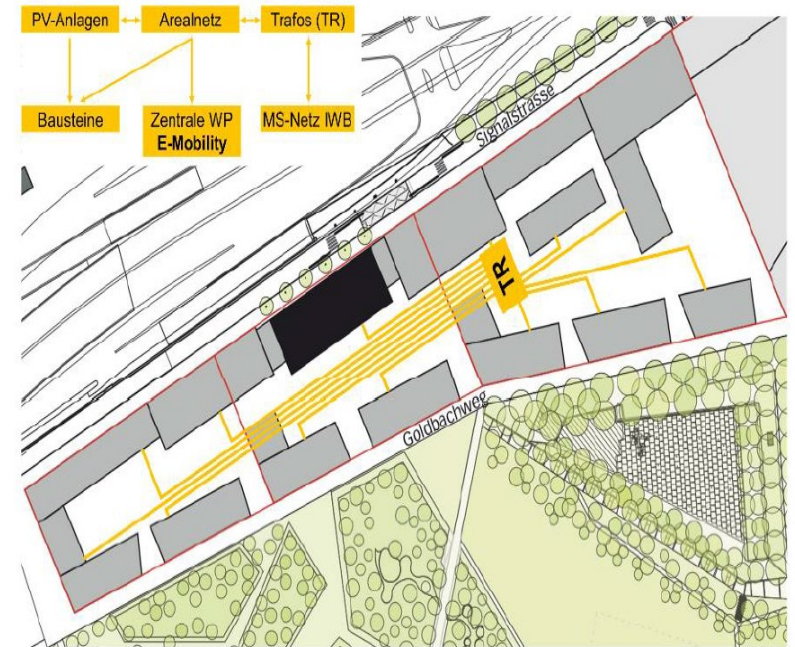
Reduktion der Peak-Leistung durch preisgeregelte WPs



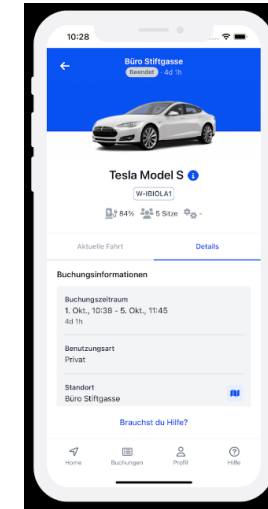
Reduktion der Last-Peaks durch preisgeregelte WPs (insbesondere bei gut gedämmten Gebäuden mit viel Masse)

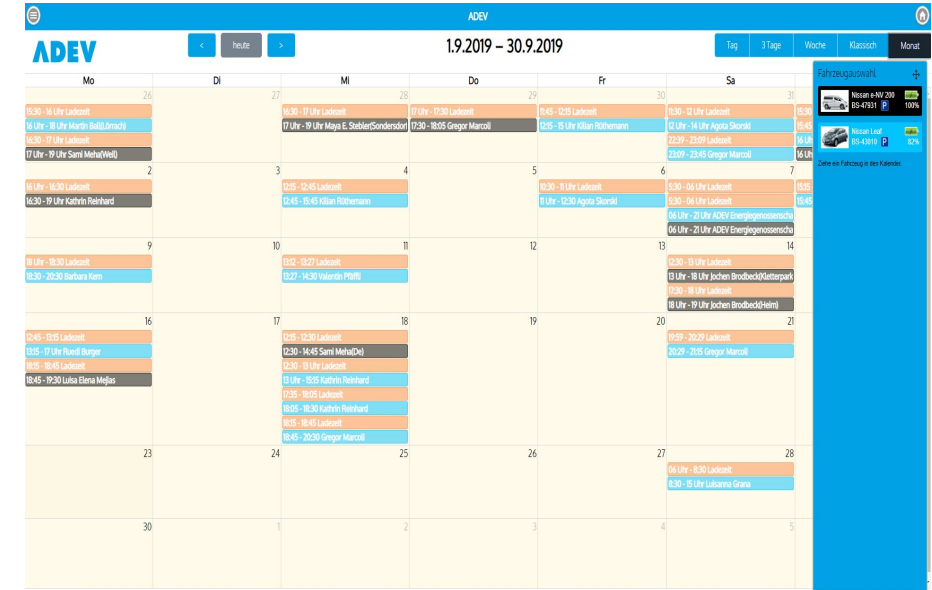
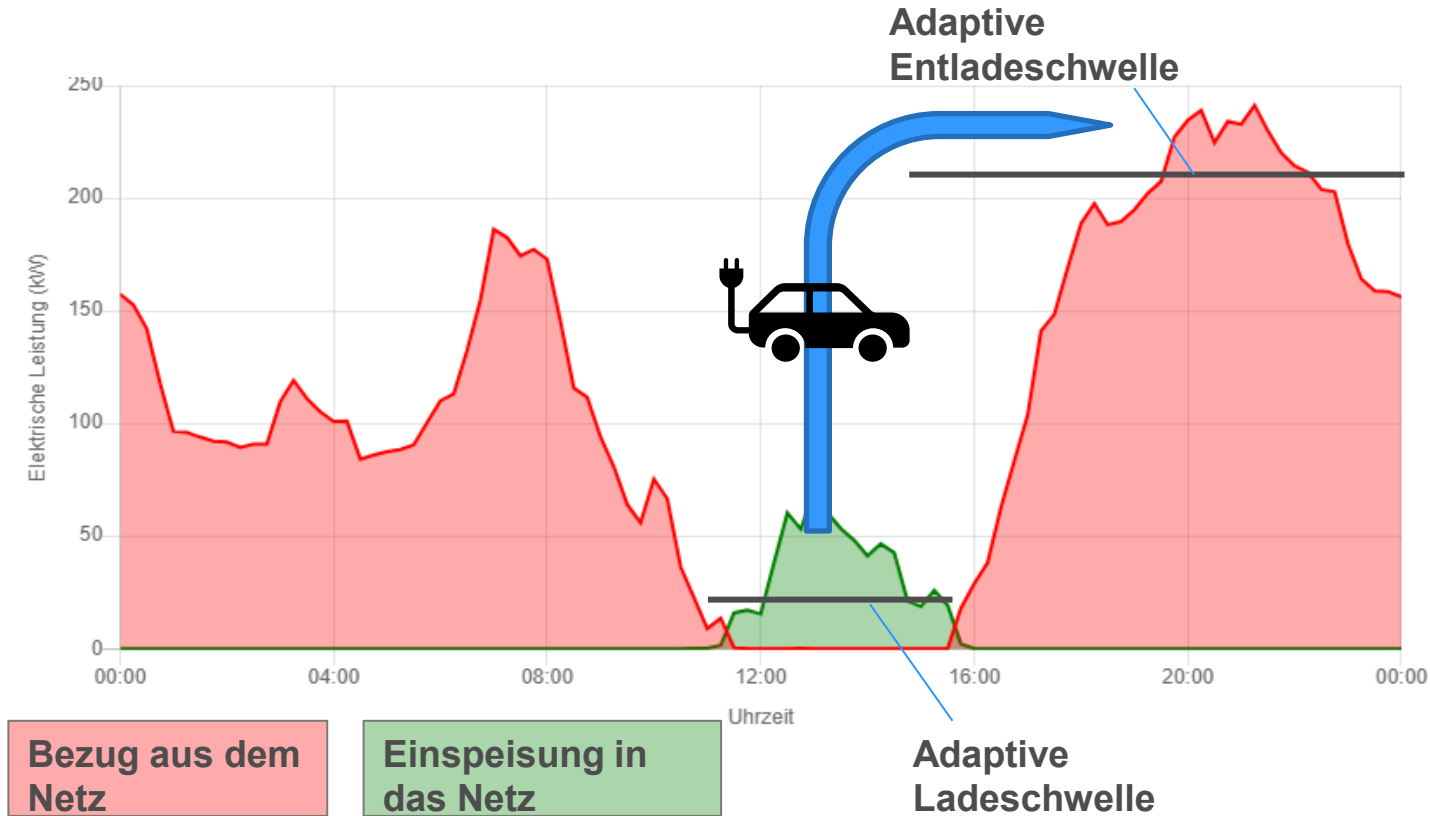


Quelle: ADEV Energiegenossenschaft



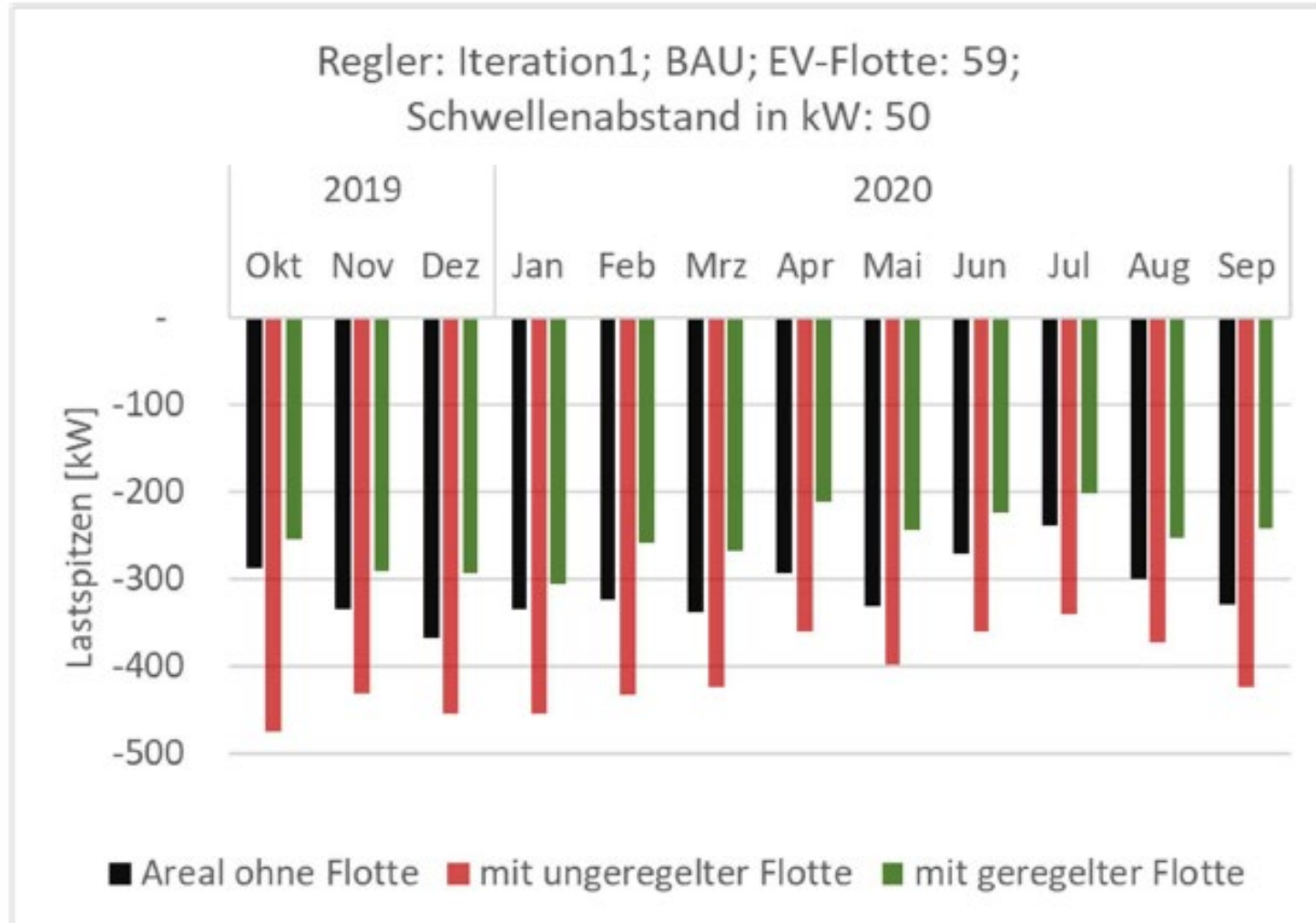
- Nissan Leaf und e-NV, je ca. 40 kWh Kapazität, ein Teil davon für V2X genutzt
- Lokales Car-Sharing mit Buchungsplattform
- 2 Bidirektionale DC-Ladestationen von EV-Tec mit +/- 10 kW Leistung
- Intelligente Ladelösung mit vorausschauender Planung aufgrund der Buchungen
- Areal mit 1 Netzanschlusspunkt auf Netzebene 5 (2x 630 kVA)
- 3 zentrale WPs mit total 1 MW Wärmeleistung
- 13 Gebäude mit ca. 200 Wohnungen und 500 Bewohnern (im Endausbau)
- 650 kWp PV-Anlage auf Dächern verteilt





- Laden bei Tieflast oder mit überschüssigem PV-Strom
- Entladen bei Hochlast → Reduktion der Bezugs-Peaks und Stromkosten (Leistungstarif)
- Adaptive Algorithmen mit Berücksichtigung von Lastprognose, Wetterprognose, Fahrzeug-Buchungen

17



Quelle: ZHAW, T. Dzukowski

- massive Reduktion der Lastspitzen durch Regelung
- Lastspitzen können sogar reduziert werden im Vergleich zum Areal ohne Emobile!



19



- Echte Leistungsflüsse mit PV- und Lastsimulatoren
- Reale Batteriespeicher, Wechselrichter, Ladestationen, Zähler, etc.
- Bidirektionale Ladestation EV-Tec für reale Fahrzeuge, aus V2X-Suisse-Projekt
- Professionelle Messtechnik zur Erfassung der Netzlasten (Wirk-/Blindleistung, Strom, Spannung, Frequenz, usw.)
- Festes Labor für angewandte Forschungsprojekte

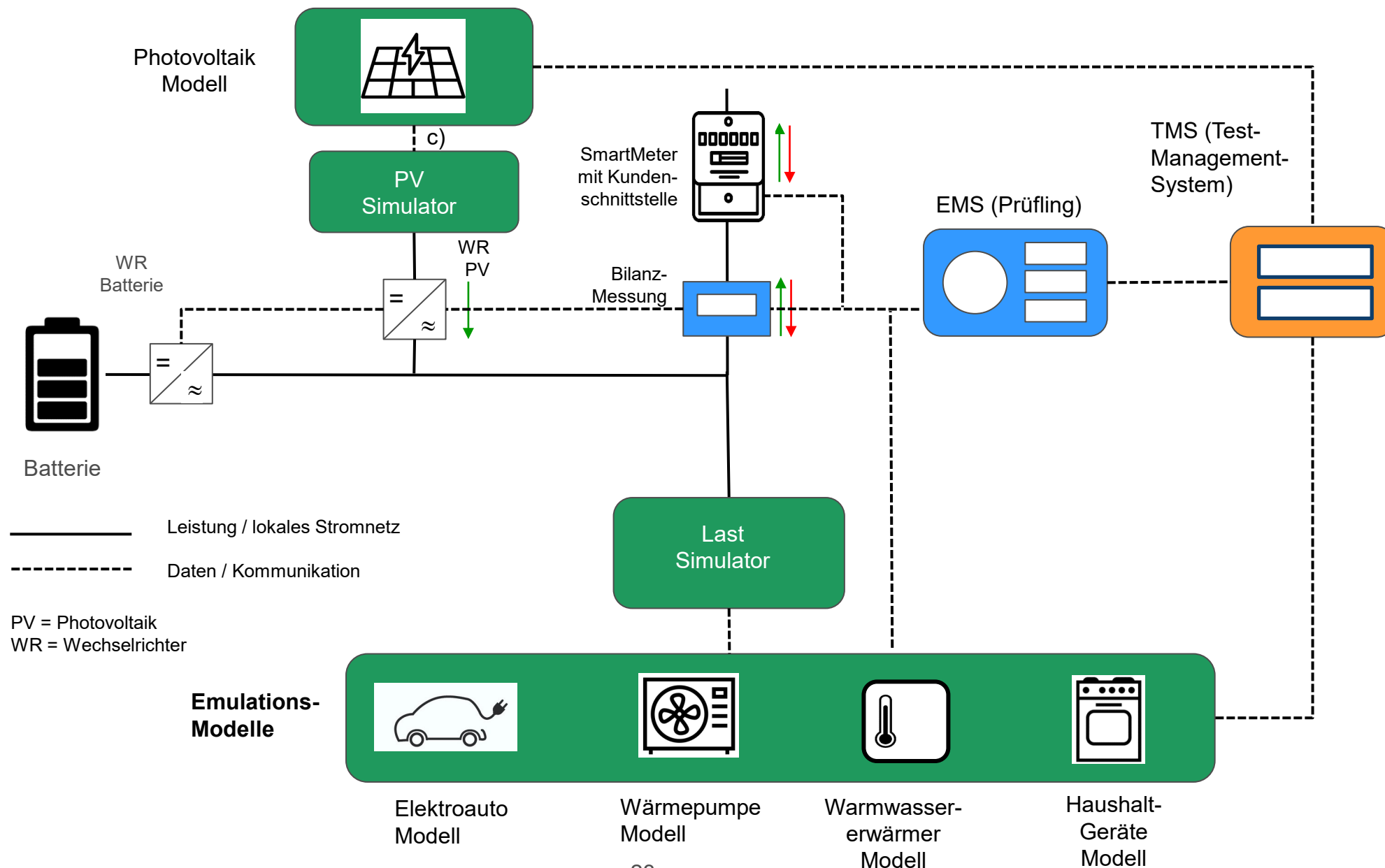
<https://www.fhnw.ch/de/technik-umwelt/forschung-dienstleistungen/zusammenarbeit/dienstleistungen/prosumerlabor>



- Automatisierte Schnittstellen-Tests
- Reale EMS, Zähler, WP-Controller, AC-Ladestationen, SmartMeter, Adapter, etc.
- Emulationsmodelle für Wärmepumpen, Boiler, Ladestationen, PV-Anlage, Haushalt, etc.
- Mobiles Labor für Schulungszwecke und Kurse

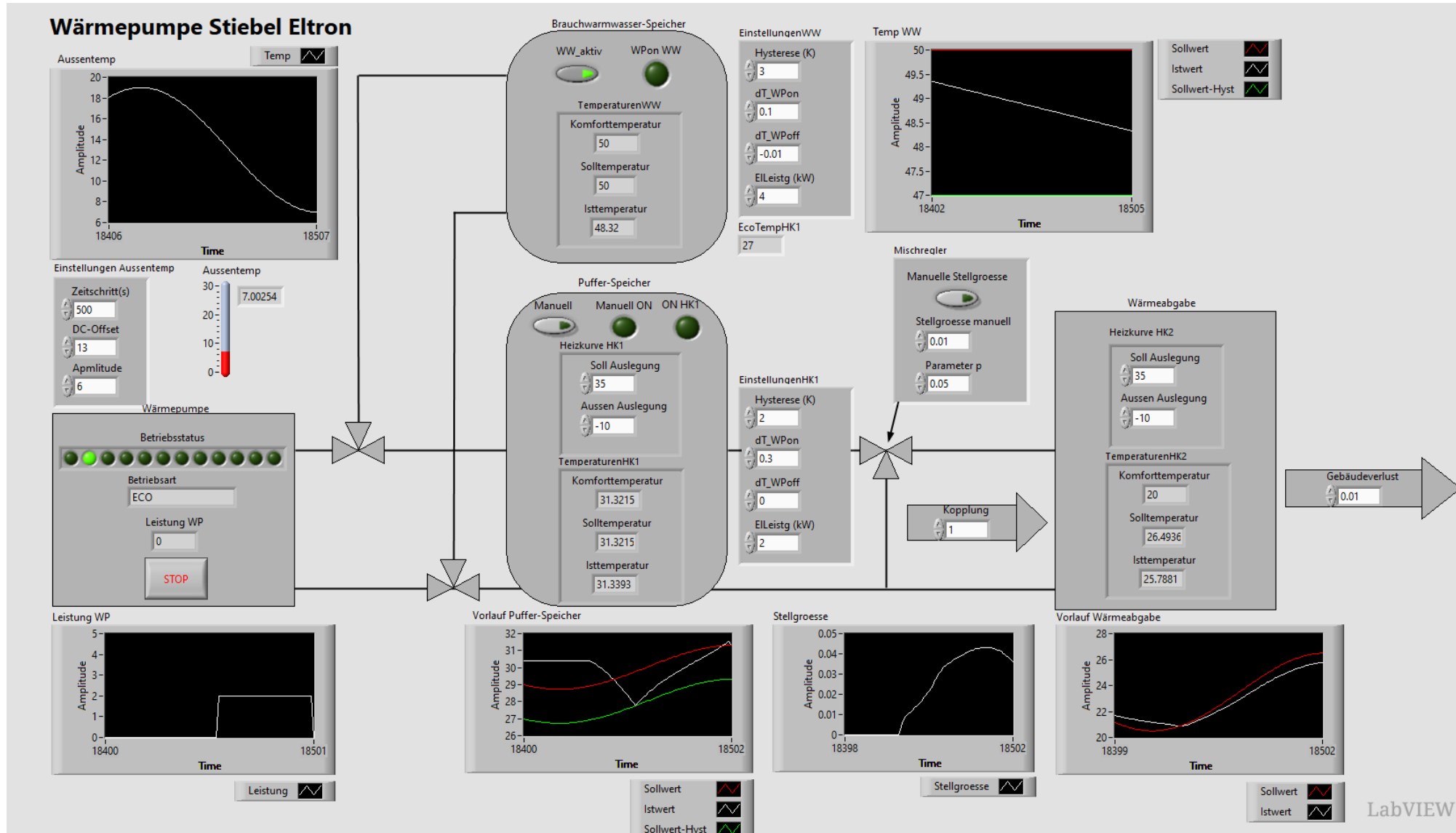
<https://www.fhnw.ch/de/technik-umwelt/forschung-dienstleistungen/zusammenarbeit/dienstleistungen/smartgridready-testlabor>





Beispiel eines Emulationsmodells: Wärmepumpe

Basierend auf physikalischen DGL, Regler-Logik wie reales Gerät, Modbus-Schnittstelle



- Erfahrung aus zahlreichen realen Installationen
- Speicherung von Energie in Gebäudemasse ist regelungstechnisch problemlos machbar
- Nutzung der thermischen Speicher in Gebäuden ist nachhaltiger als Batteriesysteme
- Nutzung von (überdimensionierten) Batteriespeichern in Fahrzeugen zur Stabilisierung des Stromnetzes
- Dynamische Tarife sind genau der richtige Anreiz und bereits heute verfügbar (24h-day-ahead)
- Dynamische Tarife in Echtzeit erhöhen die regelungstechnische Robustheit des Gesamtsystems
- Labortests als Ergänzung zu den realen Systemen sind sehr sinnvoll
- Emulation für höhere Reproduzierbarkeit mit exakt definierten Modellen möglich
- Kombination aus Modell und echten Leistungsflüssen möglich
- Schnittstellen und Standardisierung als Schlüssel zum Erfolg
- Energiemanagementsysteme können im Labor unabhängig getestet werden