

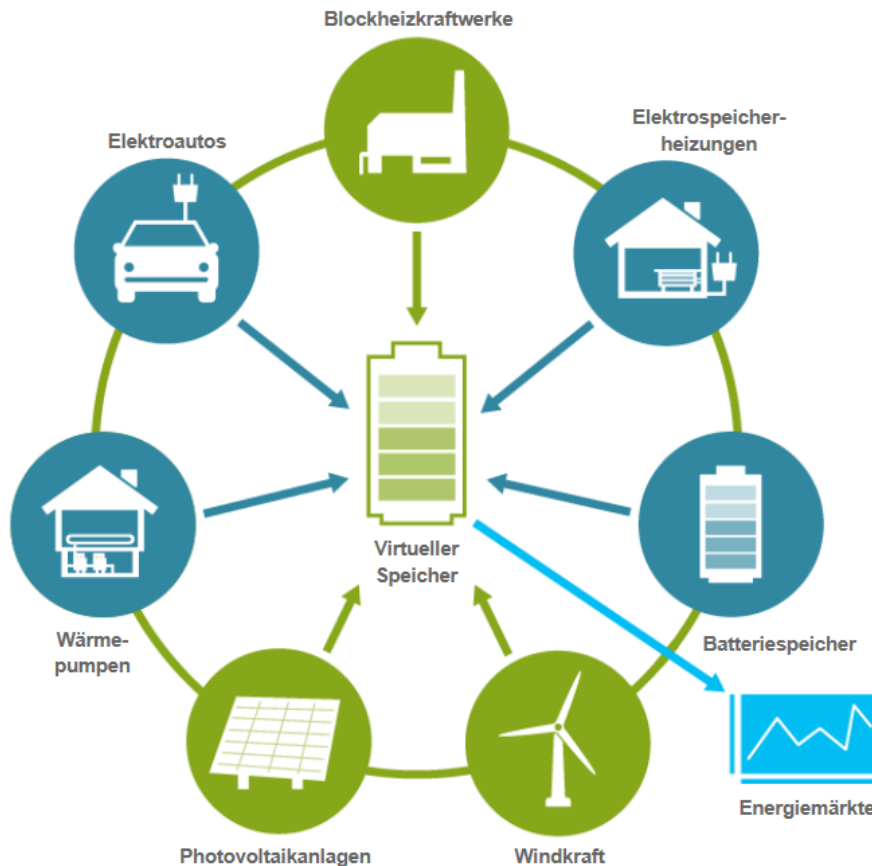
Kopplung dezentraler Strom-Wärme- Anlagen im städtischen Umfeld

4. Dialogplattform Power-to-Heat – VDE
11. - 12. Juni 2018, Berlin

Dr. Annedore Kanngießer, Leander Grunwald
Fraunhofer UMSICHT

Projekt „Die Stadt als Speicher“

Virtueller Speicher für Ausgleich schwankende EE-Einspeisung



- Projektidee:
Zusammenfassung vorhandener Flexibilitätspotenziale in Städten zu einem virtuellen Stromspeicher
- Verschiedene Strom-Wärmegekoppelte Anlagen beteiligt:
 - Wärmepumpen
 - Elektrospeicherheizungen
 - BHKWs
- Nutzung thermischer Speicher für zeitliche Entkopplung Wärmeproduktion von Stromerzeugung/-verbrauch
- Keine Komforteinbußen für Kunden!

Projekt „Die Stadt als Speicher“

Kurzübersicht



- **Projektlaufzeit:**
 - Gesamt: 12/2013 – 02/2018
 - davon Feldtest: 09/2016 – 09/2017 in Modellregionen Herten und Wunsiedel

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ENERGIESPEICHER

Forschungsinitiative der Bundesregierung

- **Projektpartner:**



Projekt „Die Stadt als Speicher“

Zielsetzung und Ergebnisse



Simulative Potenzialermittlung

- Theoretisches Flexibilitätspotenzial?
 - Einzelne Anlagentypen bzw. gesamte Stadtgebiete als virtueller Speicher
 - Heute bzw. zukünftig

Praktischer Feldtestbetrieb

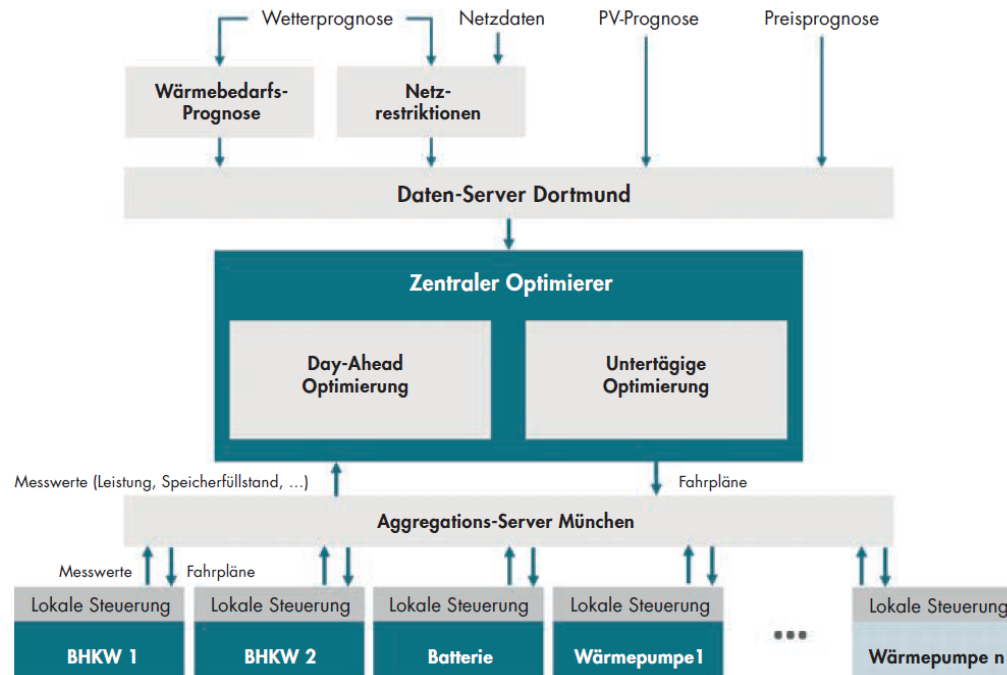
- Welches Koordinationsverfahren? (bspw. zentral vs. dezentral)
- Anbindung und Ansteuerung Anlagen?
- Systemarchitektur für Datenübertragung, -bearbeitung und -speicherung?
- Praktisch erzielbare Potenziale?

Analyse Vermarktungsoptionen

- Vermarktungsoptionen?
- Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen?
- Chancen und Hemmnisse für wirtschaftlichen Betrieb – heute bzw. zukünftig?

Zentraler Koordinierungsansatz

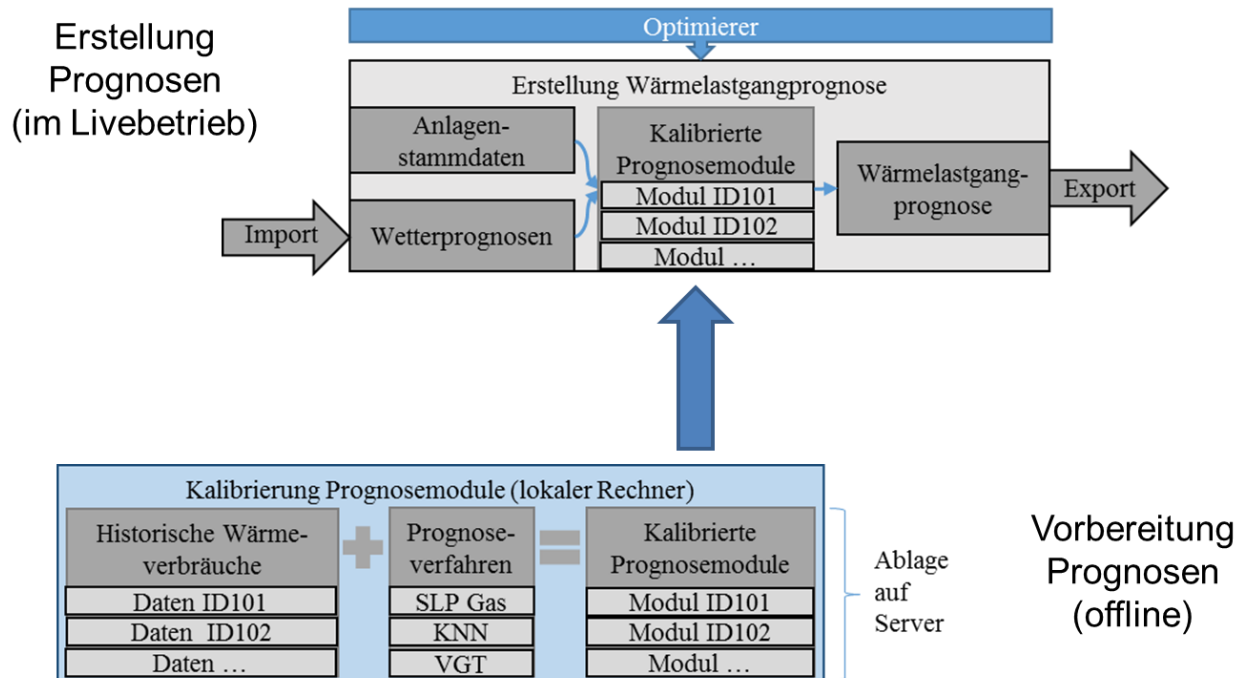
Überblick



- Gemischt-ganzzahlige, lineare Optimierung
- Zielfunktion: Optimierung Strombezug/-verkauf an Spotmarkt (Stunden/Viertelstunden)
- Über Zeitsteuerung erfolgte automatische, regelmäßige Neuoptimierung
- Sicherheitsmechanismus für Kundenkomfort: lokales Überschreiben der Fahrpläne

Zentraler Koordinierungsansatz

Wärmebedarfsprognose



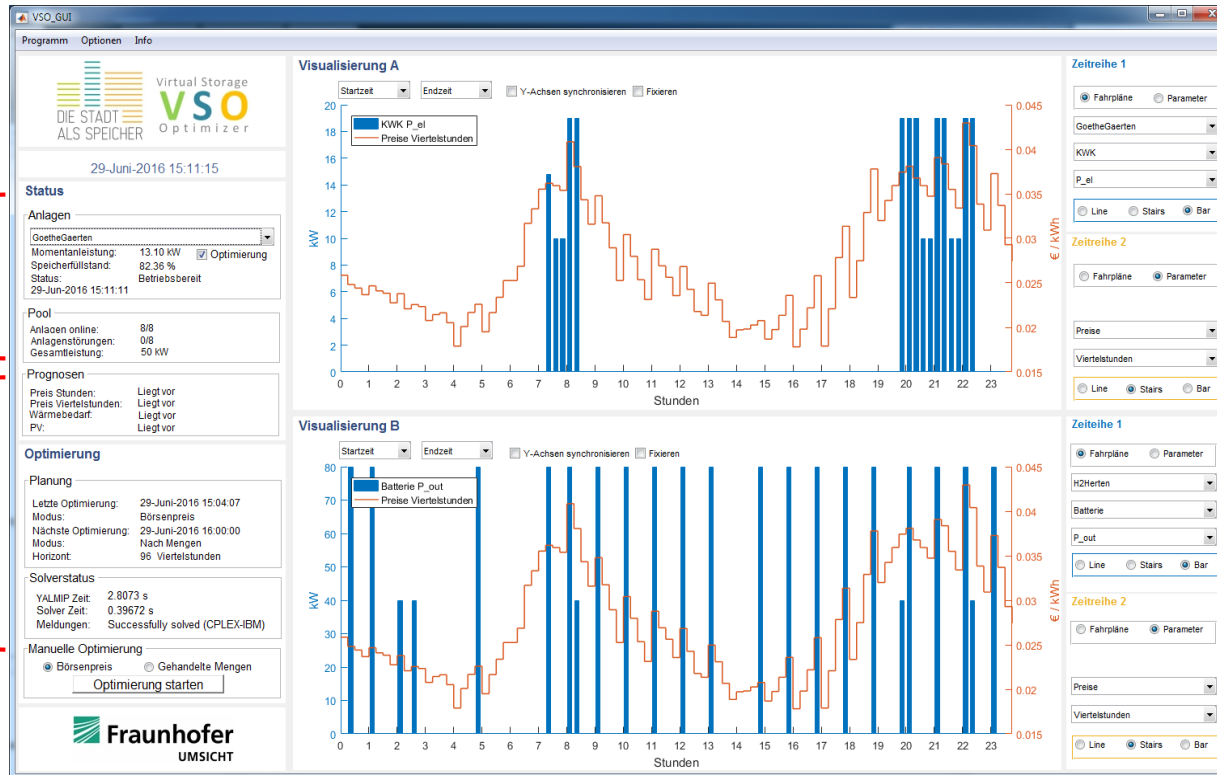
- Zuverlässige Prognose der Tages- und Stundenwerte des Wärmebedarfs
- Neukalibrierung mit aktuellen Messdaten verbesserte Prognosegüte
- Je kleiner der Wärmespeicher, desto wichtiger ist eine hohe Prognosegüte

Zentraler Koordinierungsansatz

Grafische Nutzeroberfläche Optimierer

Live-Daten
Anlagen &
Pool

Status und
Performance
Optimierung &
Prognosen

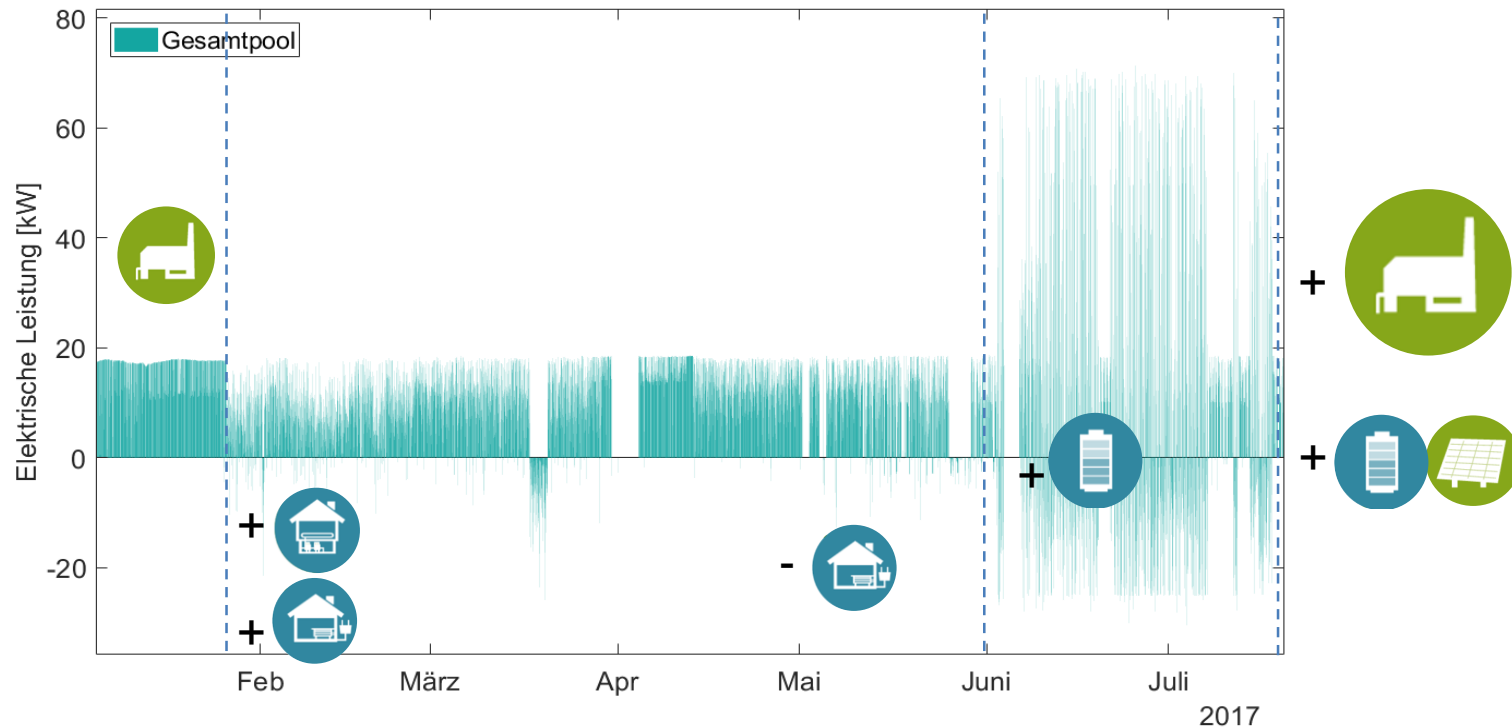


Anzeige-
Optionen
für Fahr-
pläne,
Preiszeit-
reihen etc.

- Einbindung aktueller Messdaten in GUI vorteilhaft zum schnellen Erkennen von Fehlfunktionen (auch außerhalb des Fahrplanbetriebs)

Fahrplanbetrieb virtueller Gesamtspeicher

Variierende Leistung über Feldtestzeitraum

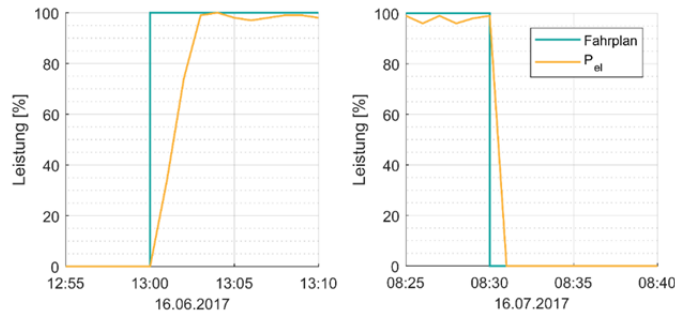


- Zu-/Abschalten verschiedener Anlagen während Feldtestzeitraum
- Gründe: Heizperiode, allgemeine Anlagenverfügbarkeit für Feldtest, Wartungs-/Umbauarbeiten, IKT-Ausfälle / allg. Anlagenstörungen

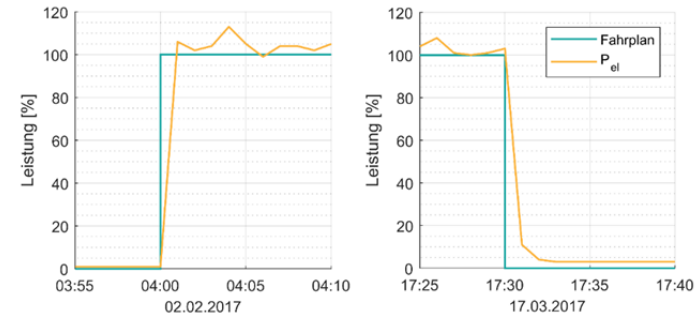
Gesammelte Erkenntnisse aus dem Feldtest

Verhalten der Anlagen bei An-/Abfahrvorgängen

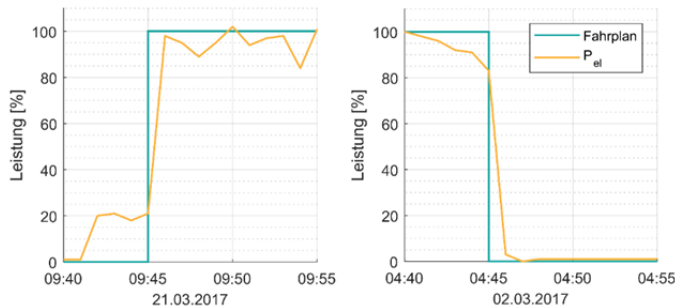
BHKW in Nahwärmenetz



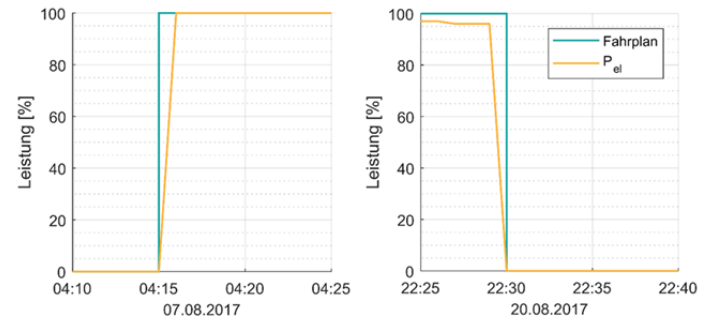
Wärmepumpe



Elektrospeicherheizung



Unabhängiger Batteriespeicher

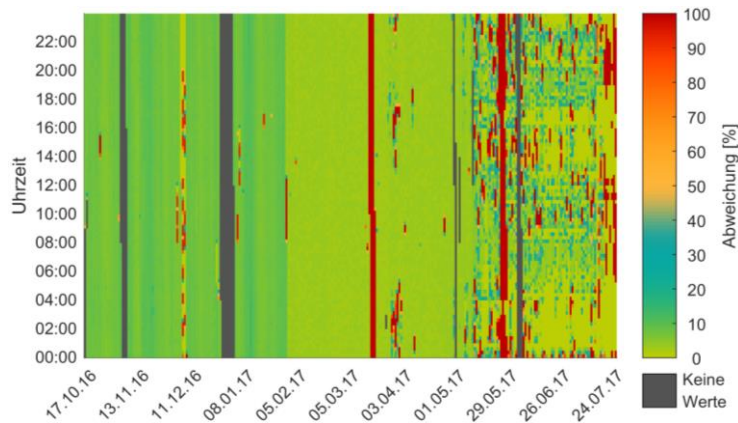


- Alle Anlagen fahren zügig hoch und runter (1 – 5 Minuten)
- Messungen teilweise unpräzise, da weitere Geräte auf demselben Zähler erfasst

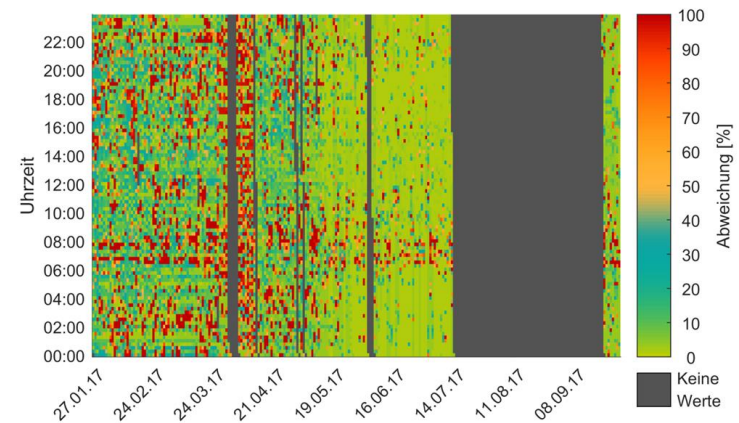
Gesammelte Erkenntnisse aus dem Feldtest

Einhaltung Fahrplanvorgaben

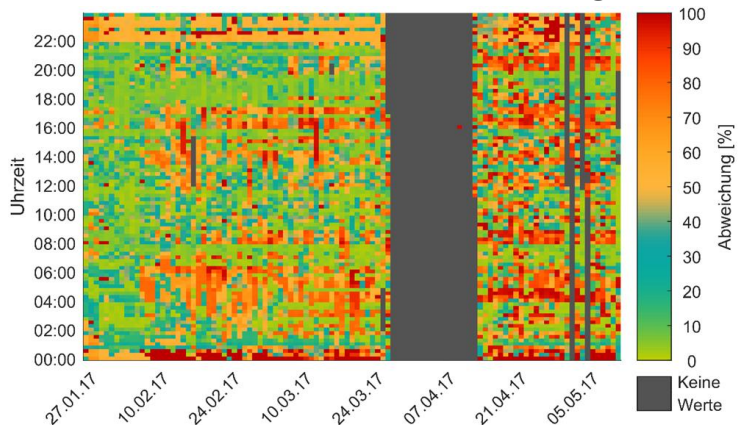
BHKW in Nahwärmenetz



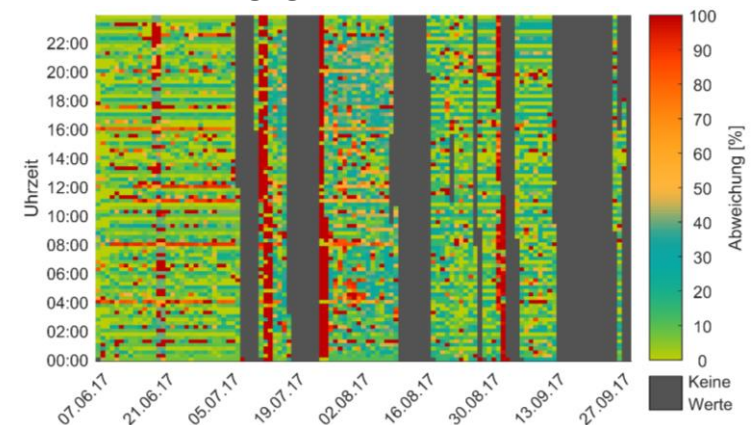
Wärmepumpe



Elektrospeicherheizung



Unabhängiger Batteriespeicher



Gesammelte Erkenntnisse aus dem Feldtest

Praktisches Verschiebepotenzial BHKWs



- Hohes Verschiebepotenzial der im Feldtest betrachteten BHKWs (Nahwärmenetz, Schwimmbad, Freizeitbad)
- Ganzjährige Flexibilisierung möglich, wenngleich saisonal unterschiedlich ausgeprägt
- Alternative Wärmeerzeuger sorgen für notwendige Flexibilität, sollten aber auch in Optimierung und Steuerung berücksichtigt werden, da sie ansonsten den optimierten BHKW-Betrieb stören
- Nutzung Schwimmbecken als Pufferspeicher grundsätzlich möglich, jedoch müssen Effekte des Badbetriebs (Zu- und Abschaltung von Becken) mitberücksichtigt werden -> Veränderung max. Wärmespeicherkapazität (Prognose wäre sinnvoll)

Gesammelte Erkenntnisse aus dem Feldtest

Praktisches Verschiebepotenzial Wärmepumpen

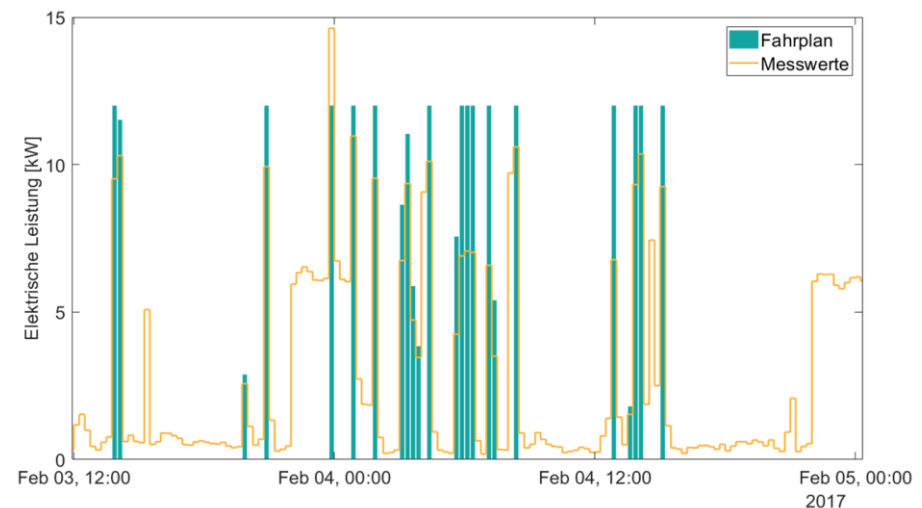


- Im Feldtest zeigte die Wärmepumpe mit 1000 l Pufferspeicher eine deutlich höhere Fahrplanteue als die mit 400 l Pufferspeicher, da Abweichungen in der Wärmebedarfsprognose besser abgefangen werden konnten
- Schwierig: vergleichsweise kleine Wärmespeicherkapazität führt bei hoher Nachfrageleistung zu schnellen SOC-Änderungen
- Es wurde außentemperaturabhängiger Mindest-SOC eingeführt, um den Nutzerkomfort zu jeder Zeit sicherzustellen -> deutliche Einschränkung der Flexibilität in Optimierung, vor allem im Winter
- Im Sommer praktisch kein Verschiebepotenzial vorhanden (Ausnahme: Warmwasserbereitung)

Gesammelte Erkenntnisse aus dem Feldtest

Praktisches Verschiebepotenzial Elektrospeicherheizungen

- Die Elektrospeicherheizungen zeigten ein hohes Verschiebepotenzial (außer im Sommer!), da der Energiebezug ab 22 Uhr erfolgreich auf den Tag verteilt werden konnte
- Nutzerkomfort dabei tendenziell gestiegen
- Steuerung durch Überschreiben des Rundsteuersignals grundsätzlich einfach und robust (aber Gefahr, dass Steuergeräte einzelner Öfen unbeeinflusst bleiben)
- Messung der Elektrospeicherheizungen sollte unabhängig von weiteren Haushaltsgeräten erfolgen



- Erfolgreiche Funktionsweise des virtuellen Stromspeichers wurde gezeigt
-> viele praktische Erkenntnisse zu Einbindung verschiedener Anlagentypen
- Strom-Wärme-gekoppelte Anlagen haben starke saisonale Unterschiede im Flexibilitätspotenzial
 - => Ausblick: Hinzunahme von Kälteanlagen für Potenzialerhöhung im Sommer?!
- Empfehlungen für die Praxis bzgl. Aufbau virtueller Stromspeicher
 - Separate Zähler für alle zu steuernden Anlagen notwendig
 - Auch alternative Wärmerzeuger modellieren und steuern
 - Kalibrierung Anlagenmodelle und Wärmebedarfsprognose nach erstem Betrieb sinnvoll (idealerweise abgesichert über Wärmemengenmessungen)
 - Elektrospeicherheizungen sind mit simpler Steuerung einfach flexibilisierbar
 - BHKW sind komplexer von Ansteuerung, bieten aber in Abhängigkeit der Versorgungsaufgabe sehr großes Verschiebepotenzial (Achtung: innovative Dimensionierung empfehlenswert!), ggf. individuelle Schnittstellen denkbar
 - Wärmepumpen besitzen geringes Verschiebepotenzial bei bisher hohem Einbindungsaufwand, zukünftig nur denkbar bei standardisierten Schnittstellen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie Fragen?



Kontaktdaten:

Fraunhofer UMSICHT

Osterfelder Straße 3

46047 Oberhausen

E-Mail: info@umsicht.fraunhofer.de

Internet: <http://www.umsicht.fraunhofer.de>

Dr.-Ing. Annedore Kanngießner

Gruppenleiterin Energiesystemoptimierung

Telefon: 0208-8598-1373

E-Mail: annedore.kanngiesser@umsicht.fraunhofer.de

Projekt „Die Stadt als Speicher“

Weiterführende Informationen



- **Gemeinsamer Abschlussbericht**
→ wird diese Woche online gestellt (beziehbar u.a. über die Technische Informationsbibliothek oder <http://publica.fraunhofer.de/>)

- **Auswahl bisheriger Veröffentlichungen rund um das Projekt:**
 - Leander Grunwald; Sebastian Ruthe; Christian Rehtanz: „Entwicklung und Vergleich eines zentralen und dezentralen Koordinationsansatzes für virtuelle Energiespeicher“. In: VGB Powertech – International Journal for Electricity and Heat Generation, Ausgabe 10/2016, S.51-56.
 - Stefan Kippelt, Michael Winkel: „Stochastic simulation of thermal load profiles“. ENERGYCON 2016, Leuven (Belgien), 04.-08. April 2016. DOI: 10.1109/ENERGYCON.2016.7513894.
 - Stefan Kippelt; Michael Winkel, Christian Rehtanz: „Modellierung und Optimierung unterschiedlicher Flexibilitätsoptionen als Virtueller Energiespeicher“. VDE Kongress 2016, 07.-08. November 2016, Mannheim.
 - Andreas Dietrich; Christoph Weber: „Marktorientierter Betrieb von Wärmepumpen: Fallstudienbasierte Evaluierung von Flexibilitäts- und Kosteneinsparpotenzialen aus dem Projekt Die Stadt als Speicher“. EnInnov 2018, 14.-16.02.2018, Graz.