

Power-to-Heat-Anlagen in Nahwärmenetzen zur Unterstützung der Elektrizitätsnetze

16.02.2018, 15. Symposium Energieinnovation, Graz/Austria

Steven Rink, Stefan Roth, Henri Oliveras, Ralf Levacher

Wärmespeicher und Power-to-Heat (Session F5)

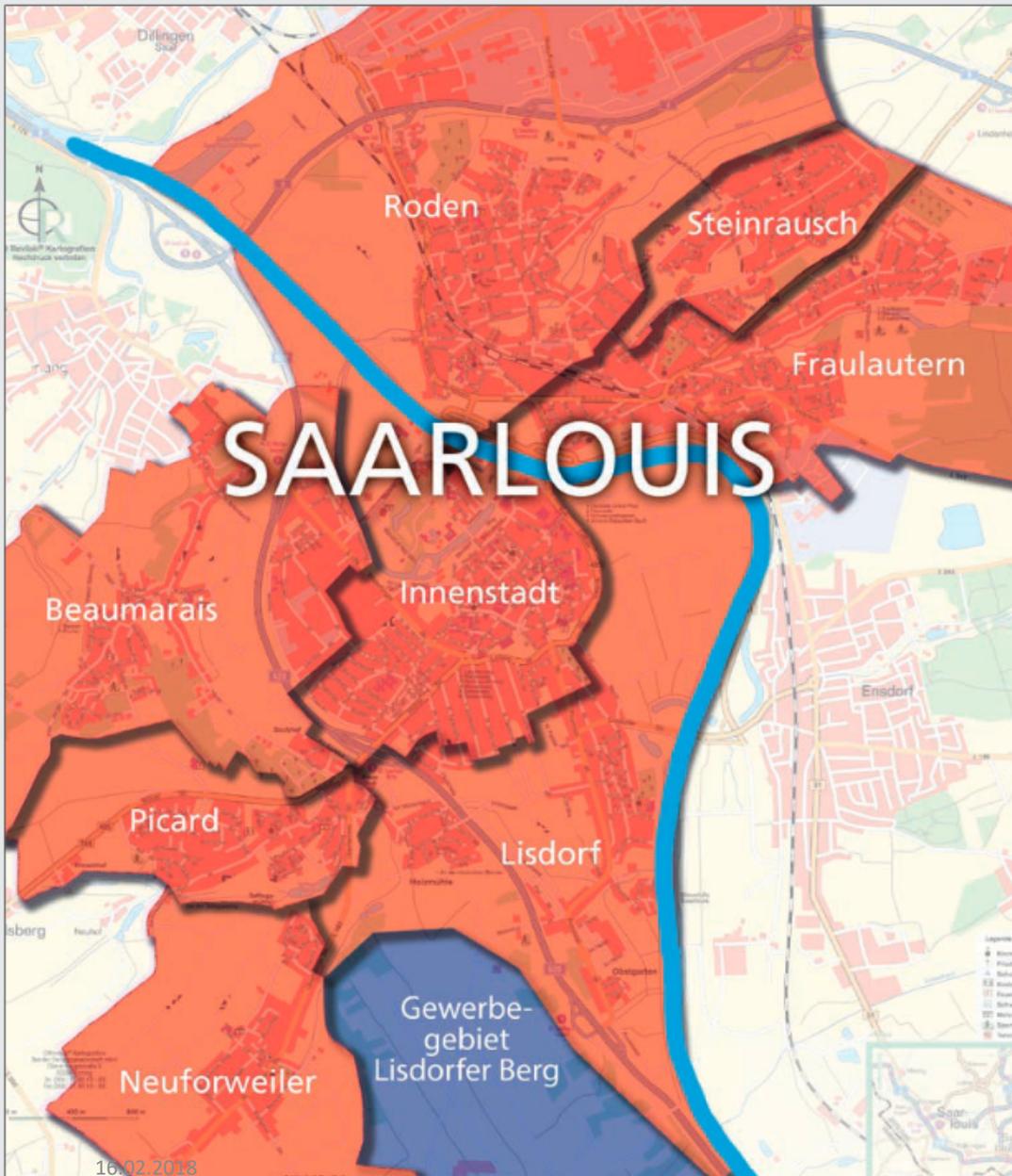
Inhaltsübersicht

1. Stadtwerke Saarlouis – Einordnung der P2H-Anlage in die Forschungslandschaft
2. Aufbau der P2H-Anlage
3. Feldtestgebiet
4. Unterstützung des lokalen Netzzustands
5. Unterstützung der regionalen Energiebilanz
6. Fazit und Ausblick

Stromnetzgebiet der Netzwerke Saarlouis GmbH

- 100 Mitarbeiter
- Versorgung von 35T Einwohner mit Strom, Wasser, Gas, Telekommunikation
- 25T Zählpunkte Strom
- 244 Ortsnetzstationen
- 170km MS, 530km NS
- Stromabgabe 140GWh
- Ca. 7,5MWp PV

Stand: 2016



Motivation / Einordnung der P2H-Anlage in die Forschungslandschaft

2011

2014

2017

2018



NEMAR



DESIGNETZ
VERBUNDEN MIT KREATIVER ENERGIE



Resiliente Polynetze zur sicheren Energieversorgung

- Sektorkopplung
- Bildung von Holonen (dynamische Teilnetze)
- Robuster Netzbetrieb bei volatiler Einspeisung
- Reaktionen auf Störungen und Cyber-Angriffe (IKT-Sicherheit)

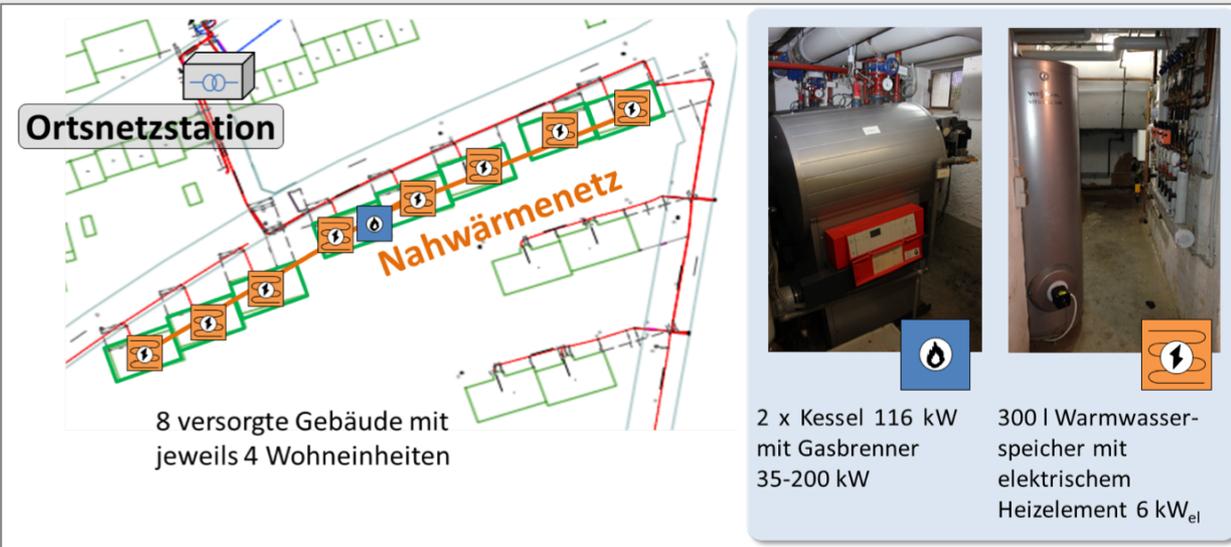
➤ Erschließung der P2H-Anlage und erste Feldtests

Die Blaupause für das Stromnetz der Zukunft

- Von Einzellösungen zum effizienten Gesamtsystem der Zukunft
- Erprobung innovativer Systemlösungen auf der Verteilnetzebene (z.B. Netzautomatisierungstechniken)
- Einbindung eines Flexibilitätsmarkts in übergeordnete Systeme (System-Cockpit)

➤ Integration in Automatisierungskonzepte und übergeordnete Systeme

Aufbau der P2H-Anlage



- 8 x 300l Warmwasserspeicher
- 48kW Flexibilitätspotenzial erschlossen
- In 6kW-Stufen schaltbar
- Gesamtleistung variabel in Abhängigkeit der installierten Heizelemente
- Bis zu 96kW möglich

Kommunikationsanbindung

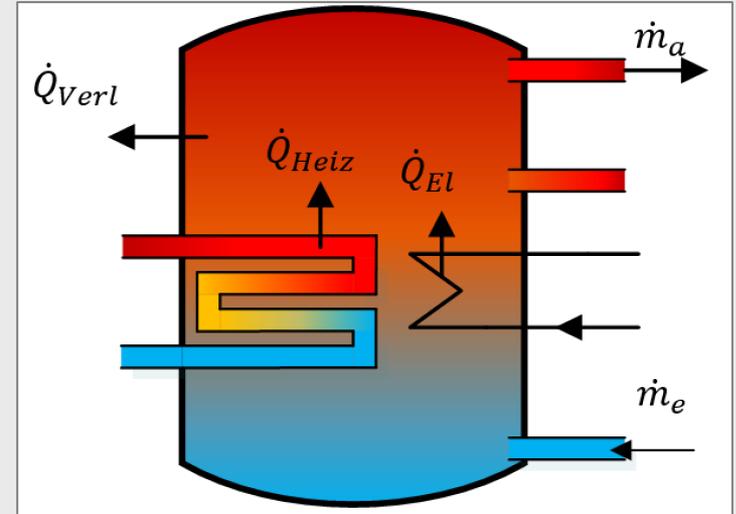
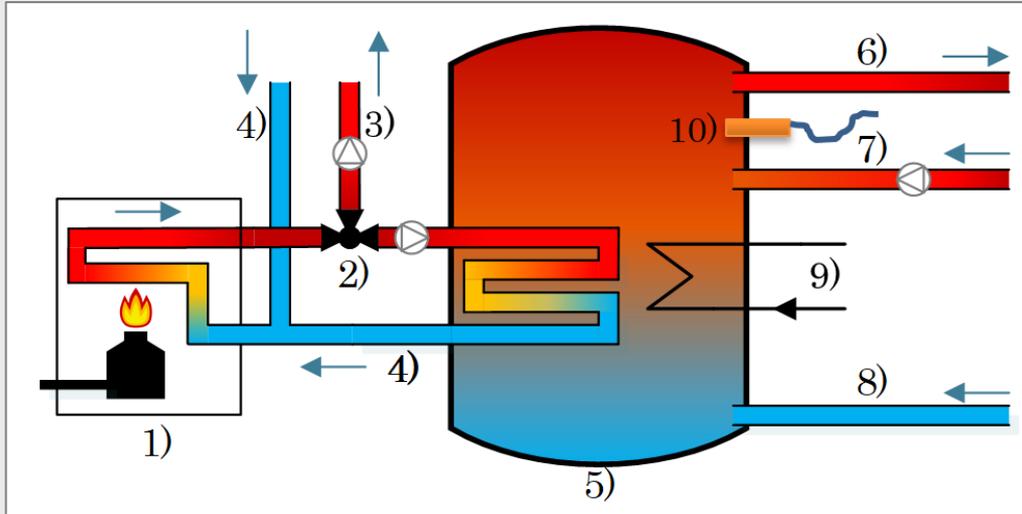
Fernwirktechnik
WAGO Kontakttechnik
mit RTU



Steuerbox
Intelligentes Messsystem

Anbindung der Mess- und Steuerungssysteme ans LWL-Netz der Stadtwerke

Aufbau der P2H-Anlage



Zustandsbeschreibung durch den 1. Hauptsatz der Thermodynamik

$$\frac{dU_i}{dt} = \sum \dot{Q}_i + \sum P_i + \sum \dot{m}_e \cdot \left(h_e + \frac{c_e^2}{2} + g \cdot z_e \right) - \sum \dot{m}_a \cdot \left(h_a + \frac{c_a^2}{2} + g \cdot z_a \right)$$

Maximal mögliche Temperaturhysterese: 45-70°C

$$W_{el} = 0,00116 \frac{kWh}{l \cdot K} \cdot 300 l \cdot 25 K = 8,7 kWh$$

$$t_{1K} = 0,00116 \frac{kWh}{K \cdot l} \cdot \frac{300 l}{6 kW} = 0,058 \frac{h}{K} = 3,48 \frac{min}{K}$$

$$t_{max,P2H} = 3,48 \frac{min}{K} \cdot 25 K = 87 min$$

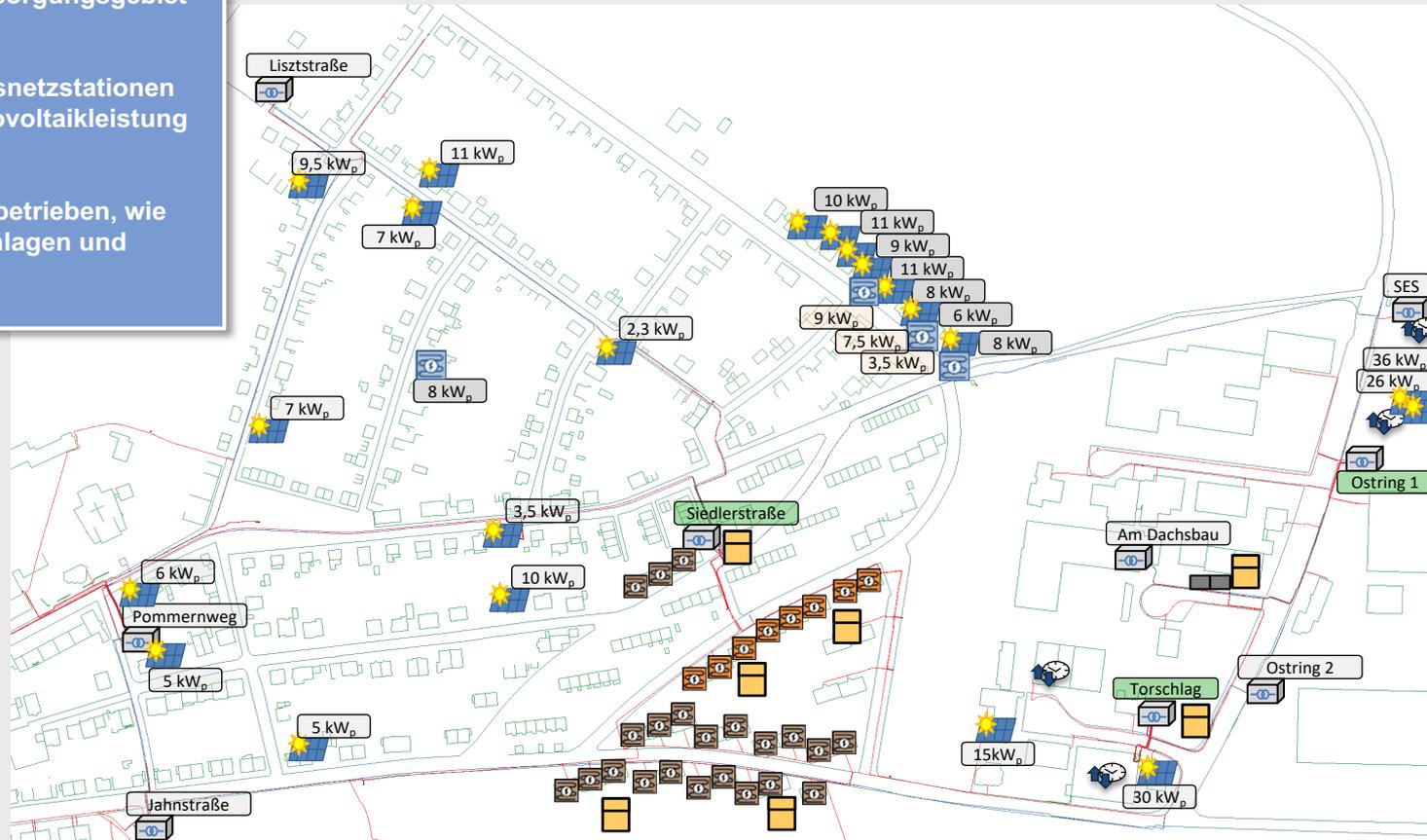
$$\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{1}{t_{1K}} = 0,287 \frac{K}{min}$$

Feldtestgebiet

Repräsentatives städtisches Versorgungsgebiet in Saarlouis:

- Mittelspannungsring mit 9 Ortsnetzstationen
- rund 250 kW_p installierte Photovoltaikleistung
- mehreren Wärmepumpen und Nahwärmesysteme
- Disponible Lasten in Gewerbebetrieben, wie Druckluftsysteme, Lüftungsanlagen und Staplerladung

-  Messsysteme
-  Ortsnetzstationen
-  Photovoltaikanlage
-  Heizelement 6 kW in Nahwärmesystem
-  Wärmepumpe
-  Disponible Lasten
-  Kabelverteiler



Feldtestgebiet



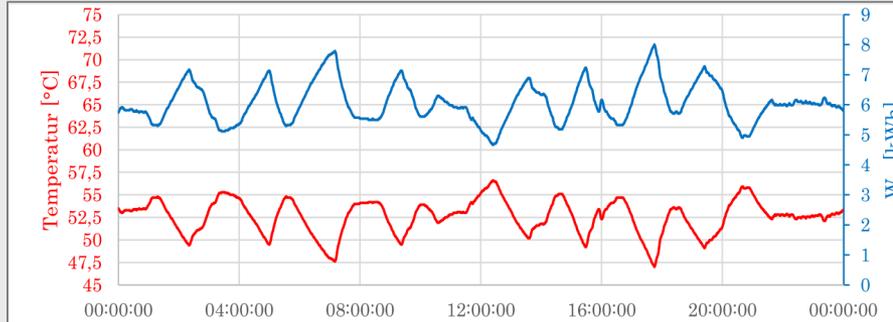
- Messung von Leistungen, Strömen, Spannungen und weiteren Netzqualitätsparametern



- Datenübertragung über Glasfasernetz oder Mobilfunk
- Vergleich der Datenkommunikationswege und Abgleich mit Anforderungen an dezentrale Steuerungssysteme

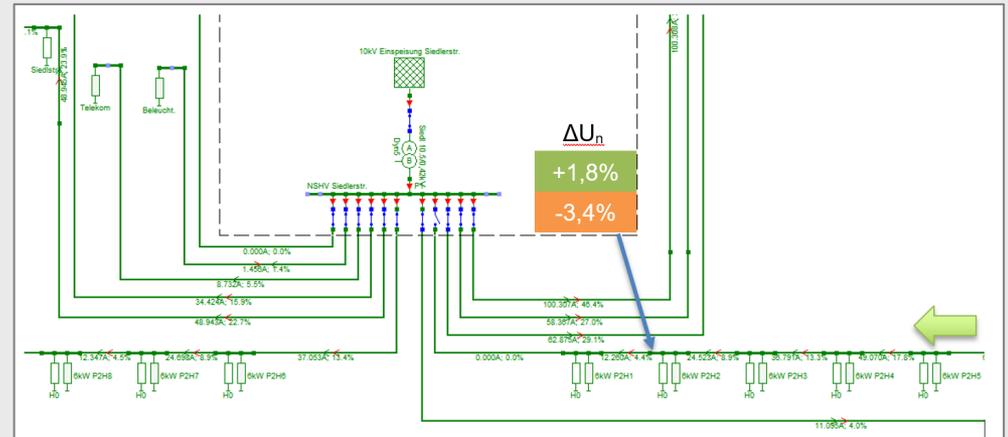
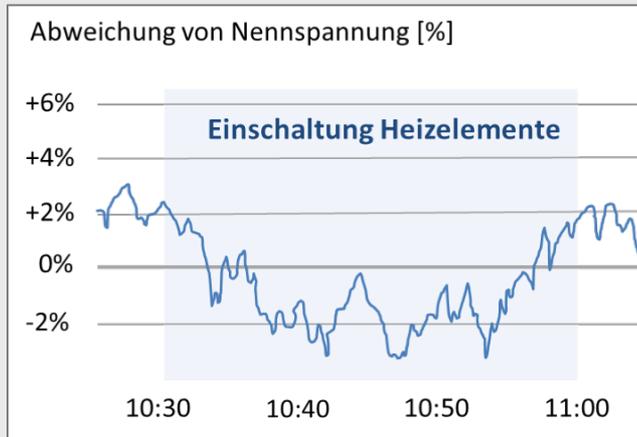
Unterstützung des lokalen Netzzustands

Temperaturüberwachung der Wärmespeicher



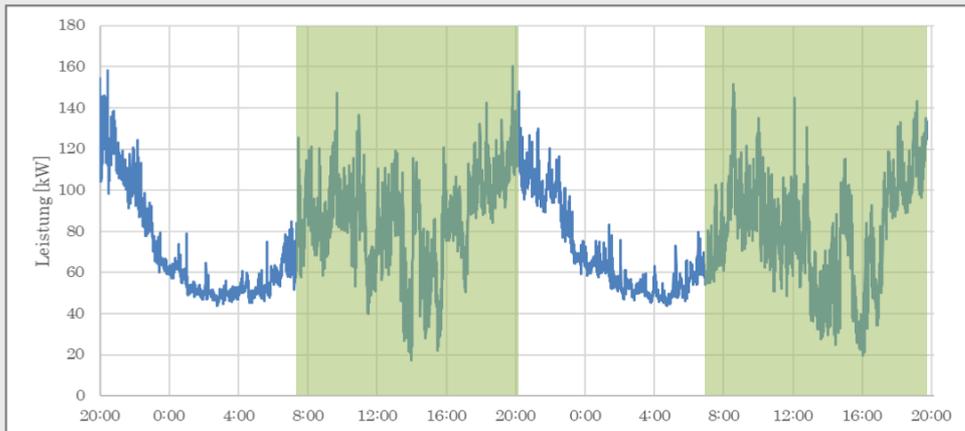
- Flexibilitätspotenzial sehr volatil
- Integration in Netzregelungskonzept oder Flexibilitätsmarkt erfordert zuverlässige Prognose zur erwartenden Speichertemperatur

Ergebnisse der Feldtests

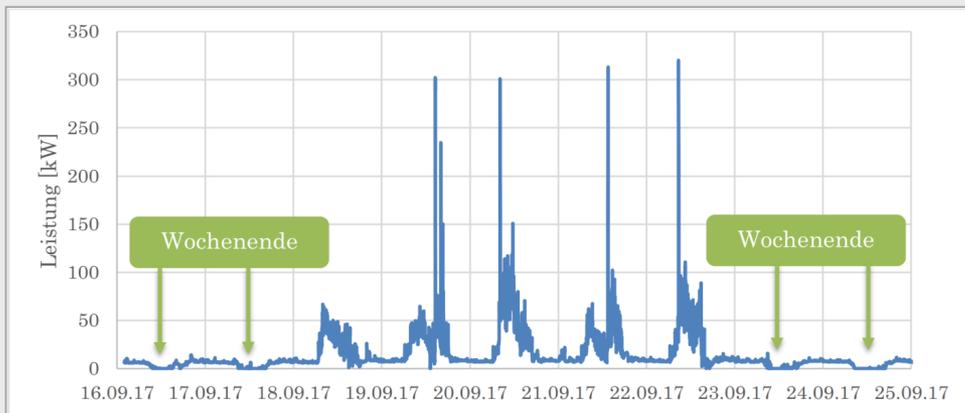


- Einfluss auf die Netzparameter in Abhängigkeit der Netztopologie
- Einflussparameter: Kurzschlussleistung am NAP, Betriebsmittelparameter (z.B. Leitungsbeläge)
- Spannungssenkung von über 5% möglich ($\pm 10\% U_n$ erlaubt)
- Abgleich mit Simulationsmodell erlaubt Verifizierung und Skalierung auf andere Netzgebiete

Unterstützung des lokalen Netzzustands



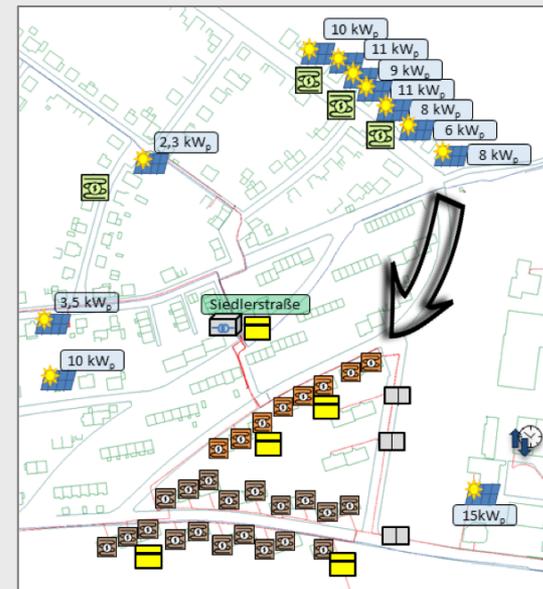
Lastgang einer Ortsnetzstation im Wohngebiet



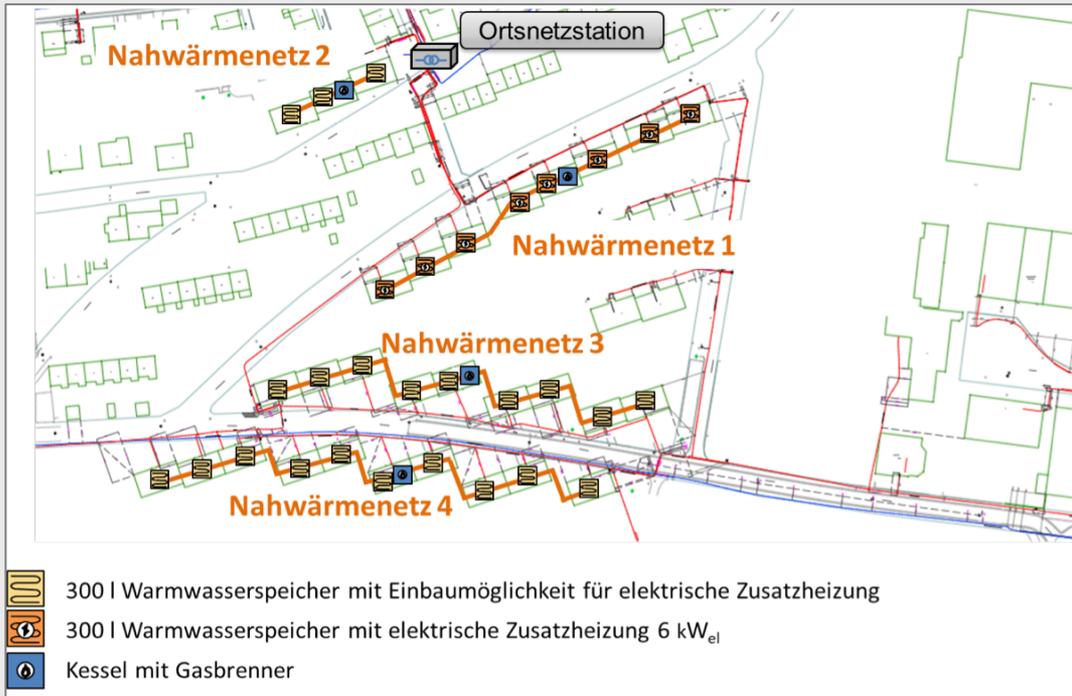
Lastgang einer Ortsnetzstation im Industriegebiet

Überschüssiger PV-Strom verursacht durch Lastflussumkehr in überlagerte Netzebenen zusätzliche Verluste & Komplikationen beim Netzschutz

- Lokale Nutzung dezentral erzeugter Energie
→ Vermeidung einer Lastflussumkehr in höhere Spannungsebenen
- Vermeidung von Spannungsbandverletzungen
→ Beitrag zur lokalen Netzstabilität
- Verbrauch von Überschussenergie
→ Minderung der Abregelung von EE-Anlagen
- Reduzierung der Netzausbaukosten



Unterstützung der regionalen Energiebilanz



- Aggregation erlaubt Unterstützung der regionalen Wirkleistungsbalance (z.B. Regelleistung, Flexibilitätsmarkt)
- Lokale Netzsteuerung kann Flexibilitätpotenzial zu überlagerten Systemlandschaften „weitergeben“

Maximales Flexibilitätpotenzial (theoretisch)

	Leistung	Energie
Pro Speicher	2-12kW	8,7kWh
1 Nahwärmenetz	48kW*	70kWh
Alle Nahwärmenetze	180kW*/360kW**	261kWh

*6kW Heizstäbe **12kW Heizstäbe

Fazit und Ausblick

Power-to-Heat in Nahwärmenetzen als Baustein der Energiewende ...

Netzbetreiber

- Zusätzliche Flexibilität zum netz- und systemdienlichen Einsatz
 - Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Balancierung an der Basis
 - Ggf. Vermeidung von Netzausbaumaßnahmen

Anlagenbetreiber

- Zusatzerlöse im zukünftigen Flexibilitätsmarkt und bei negativen Strompreisen
- Einsparung von Energiekosten durch Erhöhung des Eigenverbrauchs von PV-Anlagen
 - Steigerung der Wertschöpfung aus PV-Anlagen, die aus der EEG-Vergütung fallen
 - Unabhängiger von volatilen Preisen für fossile Brennstoffe

Gesamtheitlicher Beitrag zur Energiewende

- Vorantreiben der Sektorkopplung
 - Elektrifizierung des Wärmesektors
 - Dekarbonisierung durch Substituierung fossiler Energieträger
- Verbrauch von Überschussenergie
- Vermeidung der Abregelung von EE-Anlagen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Projektwebsites:

www.polyenergynet.de

www.designetz.de



Kontakt:

Steven Rink
Stadtwerke Saarlouis
srink@swsls.de

Henri Oliveras
Stadtwerke Saarlouis
oliveras@swsls.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) für die Fördermittel im Rahmen der Bundesforschungsprojekte „PolyEnergyNet“ und „Designetz“ sowie dem Projektträger Jülich (PtJ) für die Betreuung der Projekte.