



Technische Hochschule
Ingolstadt

Institut für
neue Energie-Systeme

Messtechnische Untersuchung und Betrieboptimierung realisierter Solarthermieanlagen im Wärmenetz

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Beckenbauer 10.10.2017



Agenda

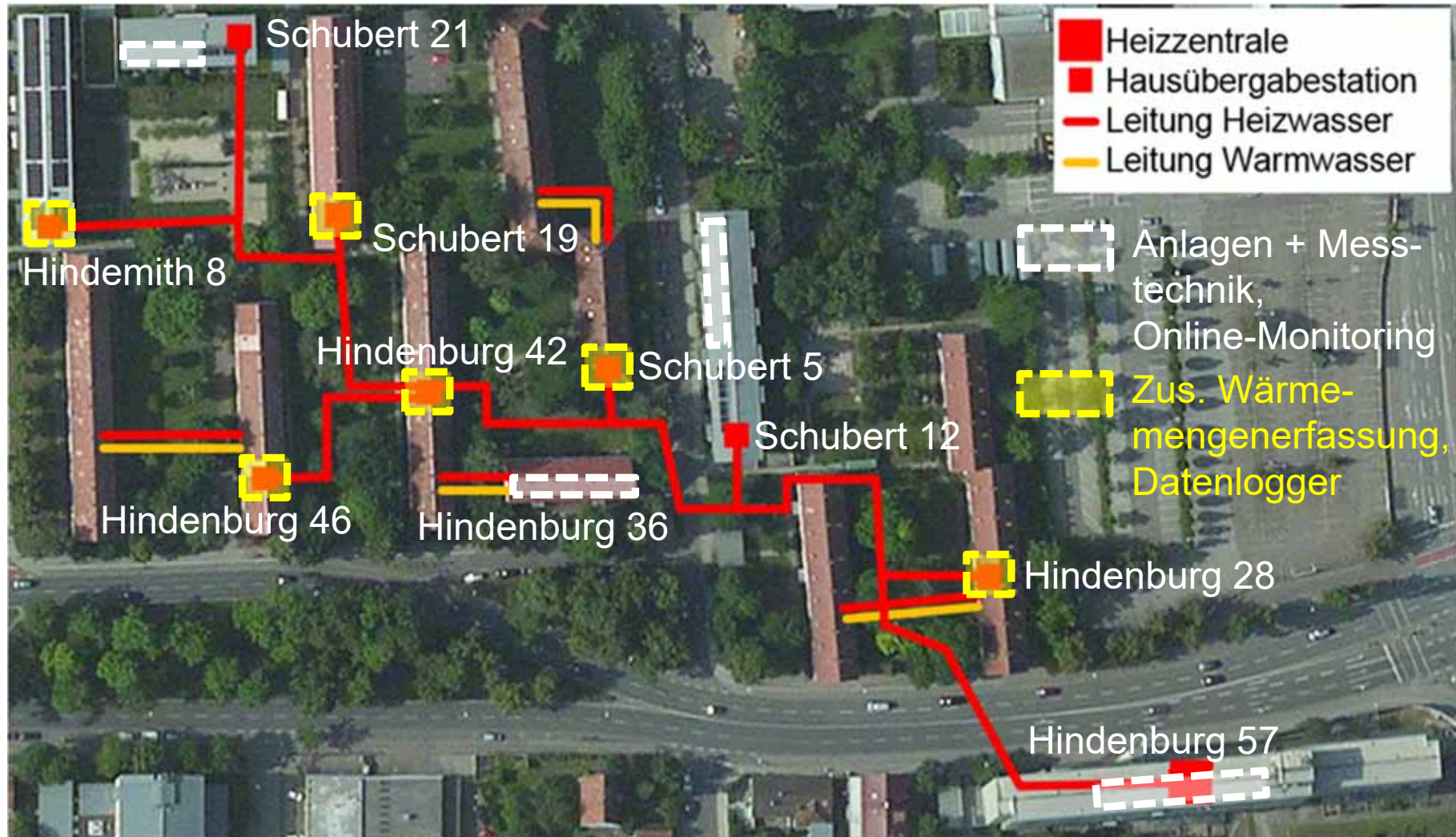
- Reale Umsetzung
- Messergebnisse
- Modellvalidierung
- Jahresprognose und Optimierung

Agenda

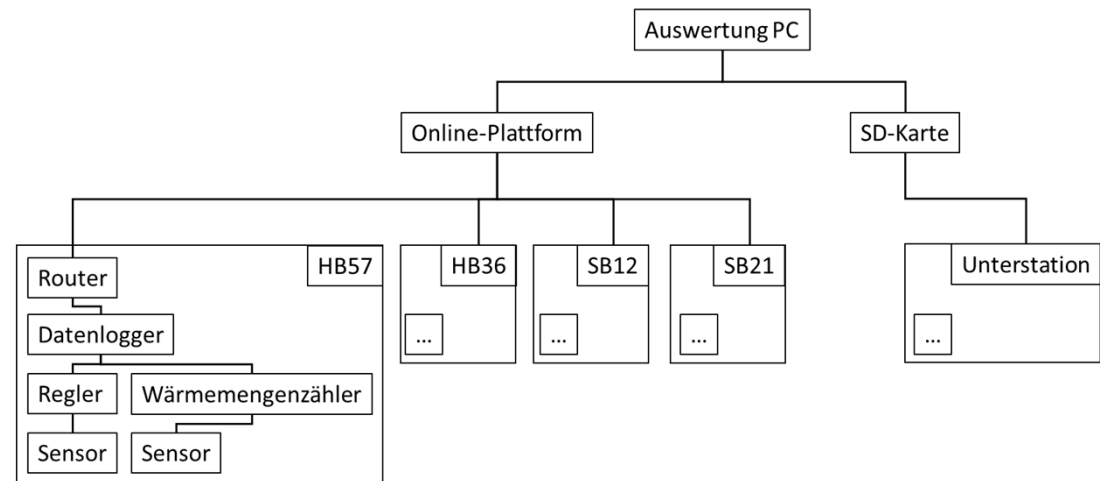
- Reale Umsetzung
- Messergebnisse
- Modellvalidierung
- Jahresprognose und Optimierung

Reale Umsetzung

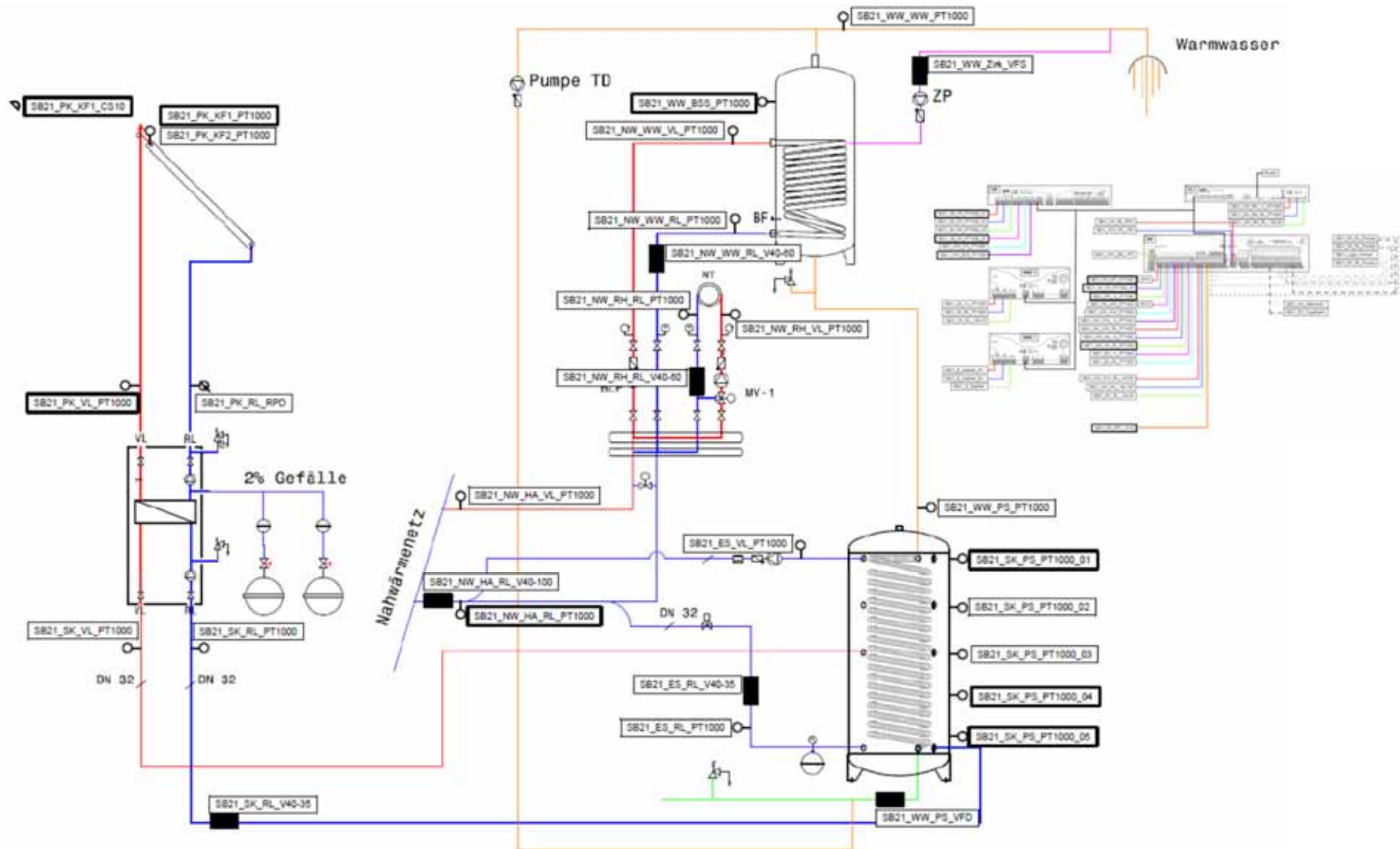
Überblick umgesetzte Anlagen



- Basis: RESOL Regler/Datenlogger + Vbus.net
- Internetanschluss in Kellern der Gebäude mit Solaranlagen
- Erfassung aller Wärmeströme in den Anlagen
- Erfassung Stromaufnahme Solaranlagen
- Nutzung der Wetterstation an THI (Globalstrahlung, Außentemperatur)
- Einstrahlungssensoren in Kollektorebene
- Zusätzliche Wärmemengenmessung in den Gebäuden ohne Solaranlage



Reale Umsetzung Regelungskonzept



Reale Umsetzung Heizungskeller



Reale Umsetzung Kollektorfelder

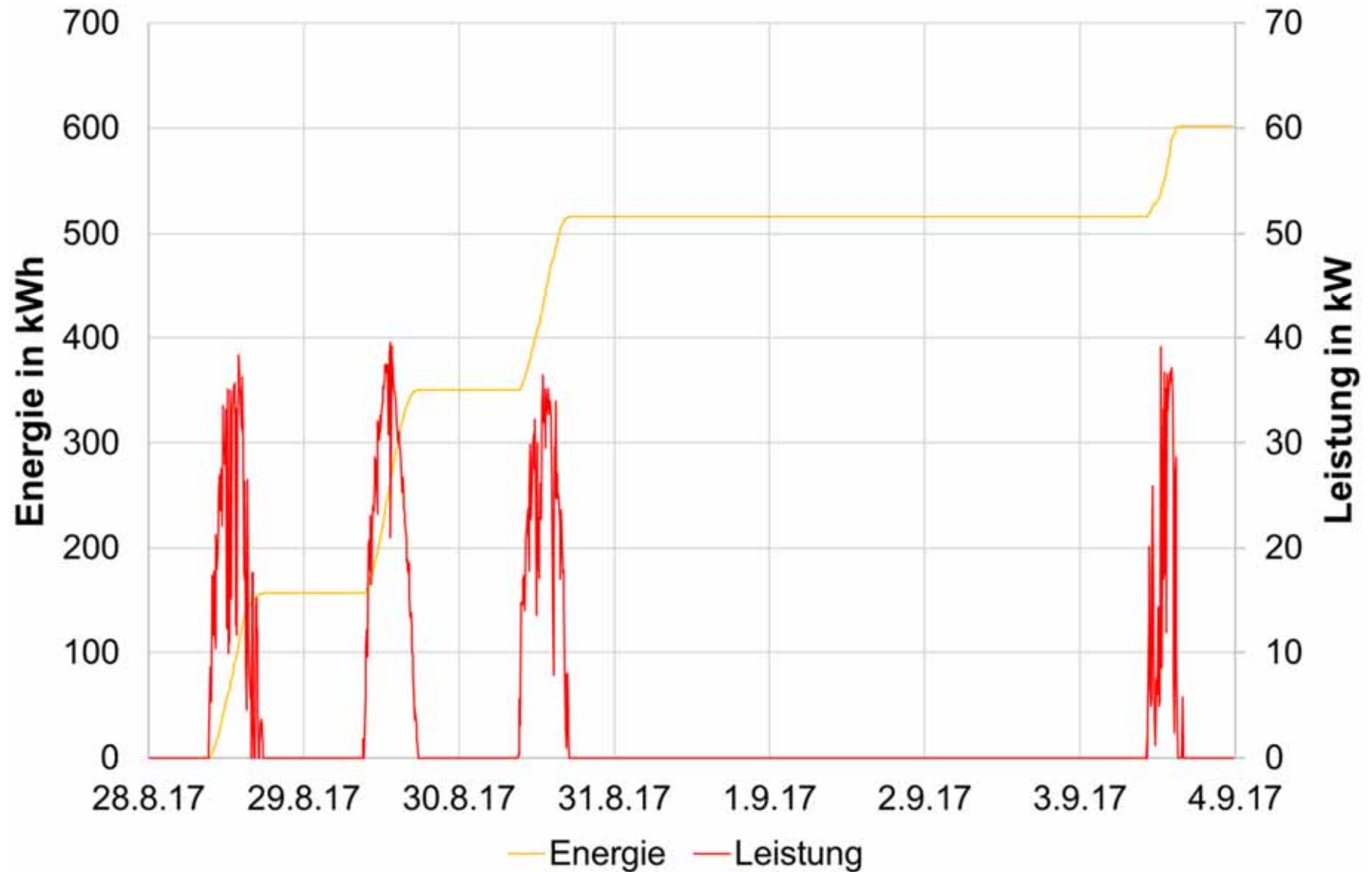


Agenda

- Reale Umsetzung
- **Messergebnisse**
- Modellvalidierung
- Jahresprognose und Optimierung

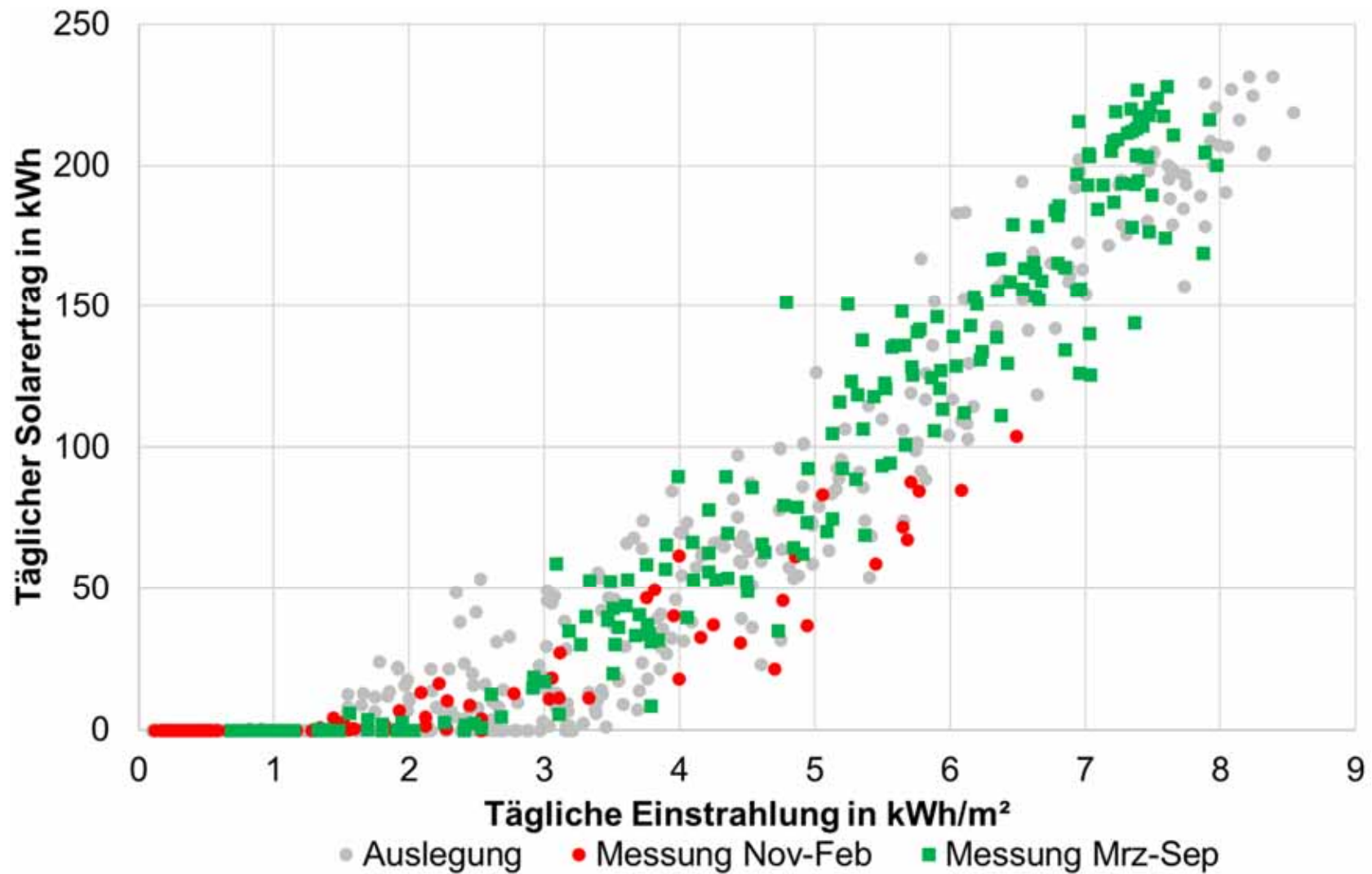
Messergebnisse

Hindenburgstraße 36 - Kollektorleistung



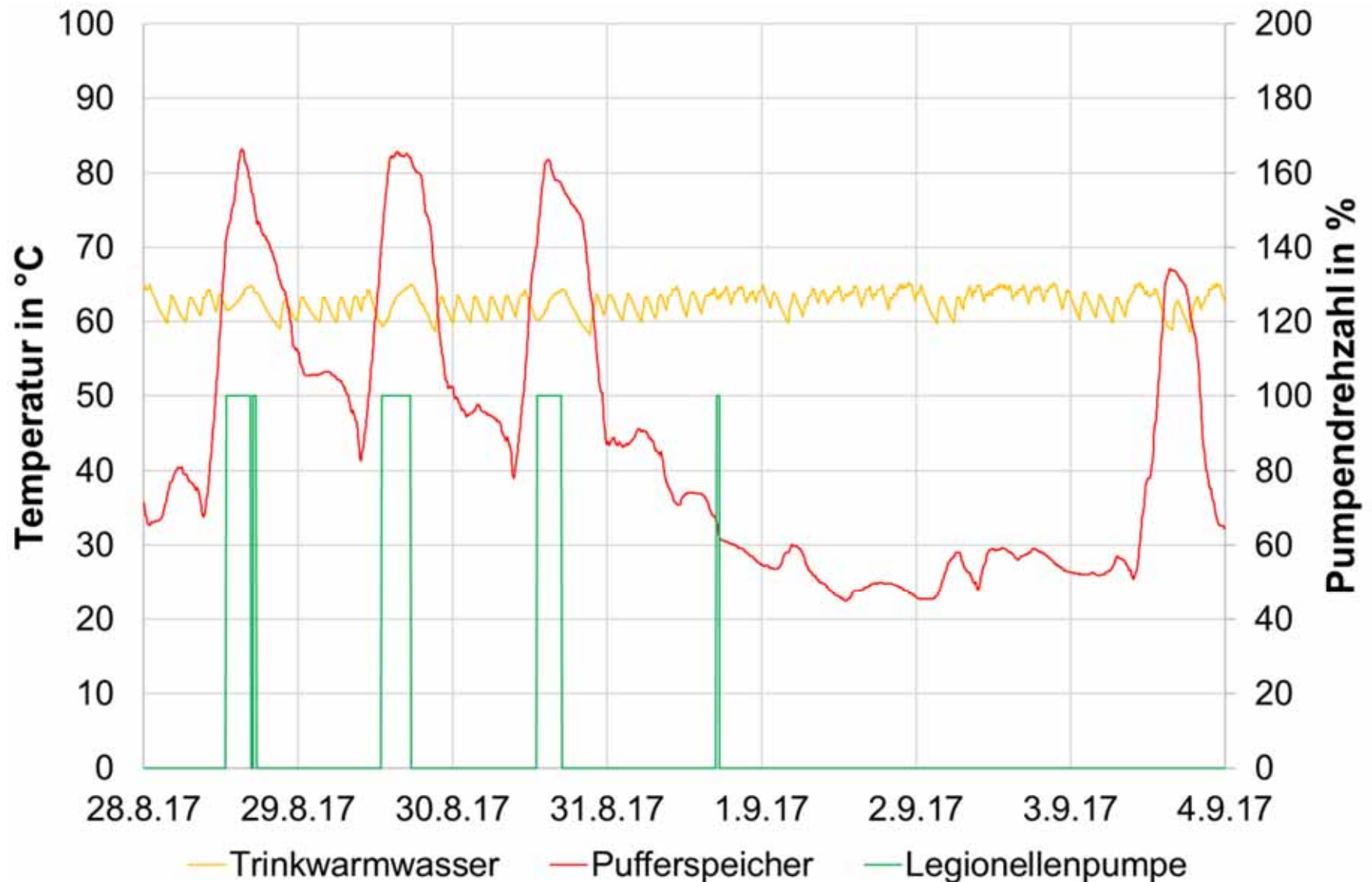
Messergebnisse

Hindenburgstraße 36 - Erträge



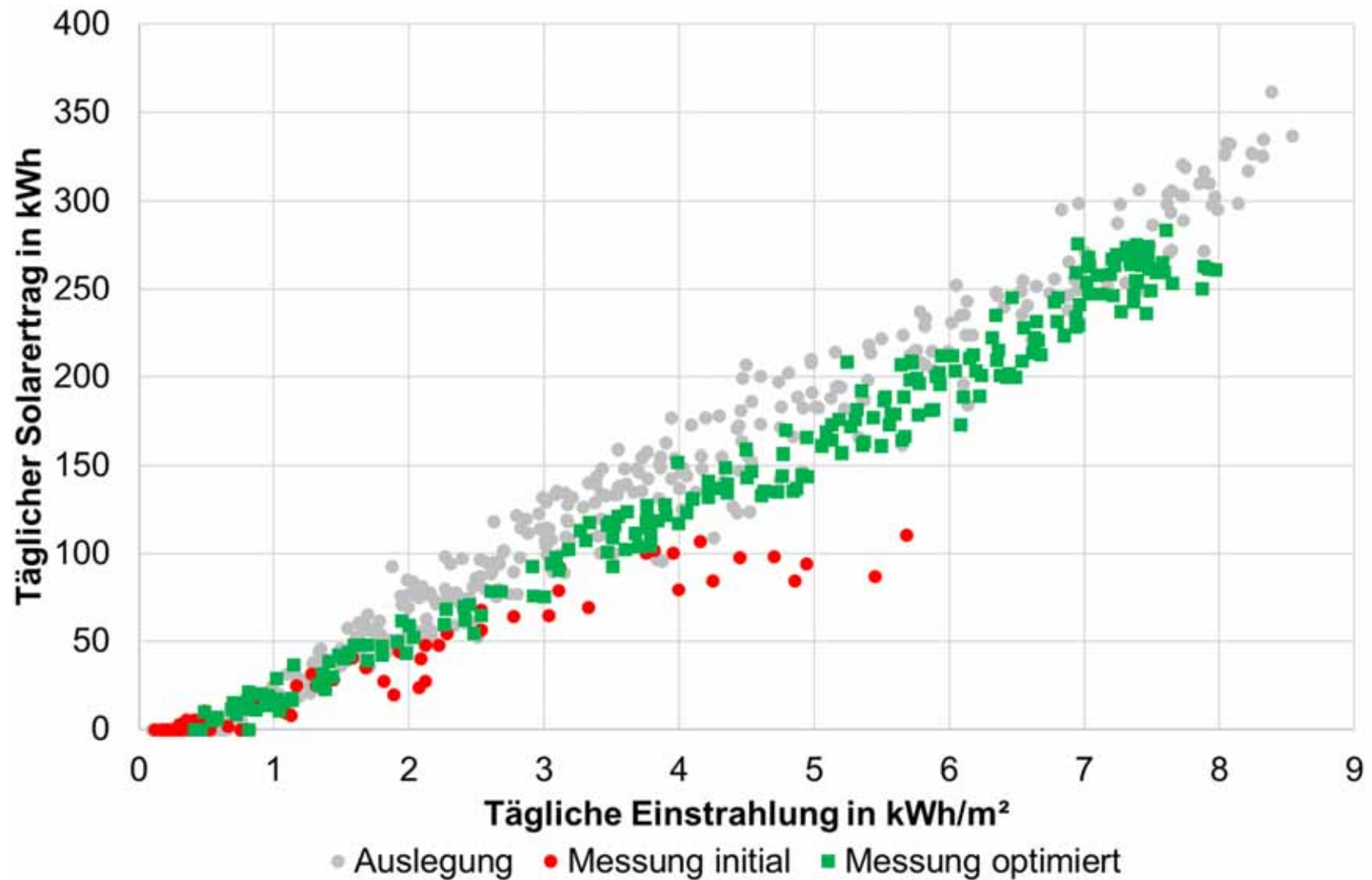
Messergebnisse

Hindenburgstraße 57 - Umschichtung



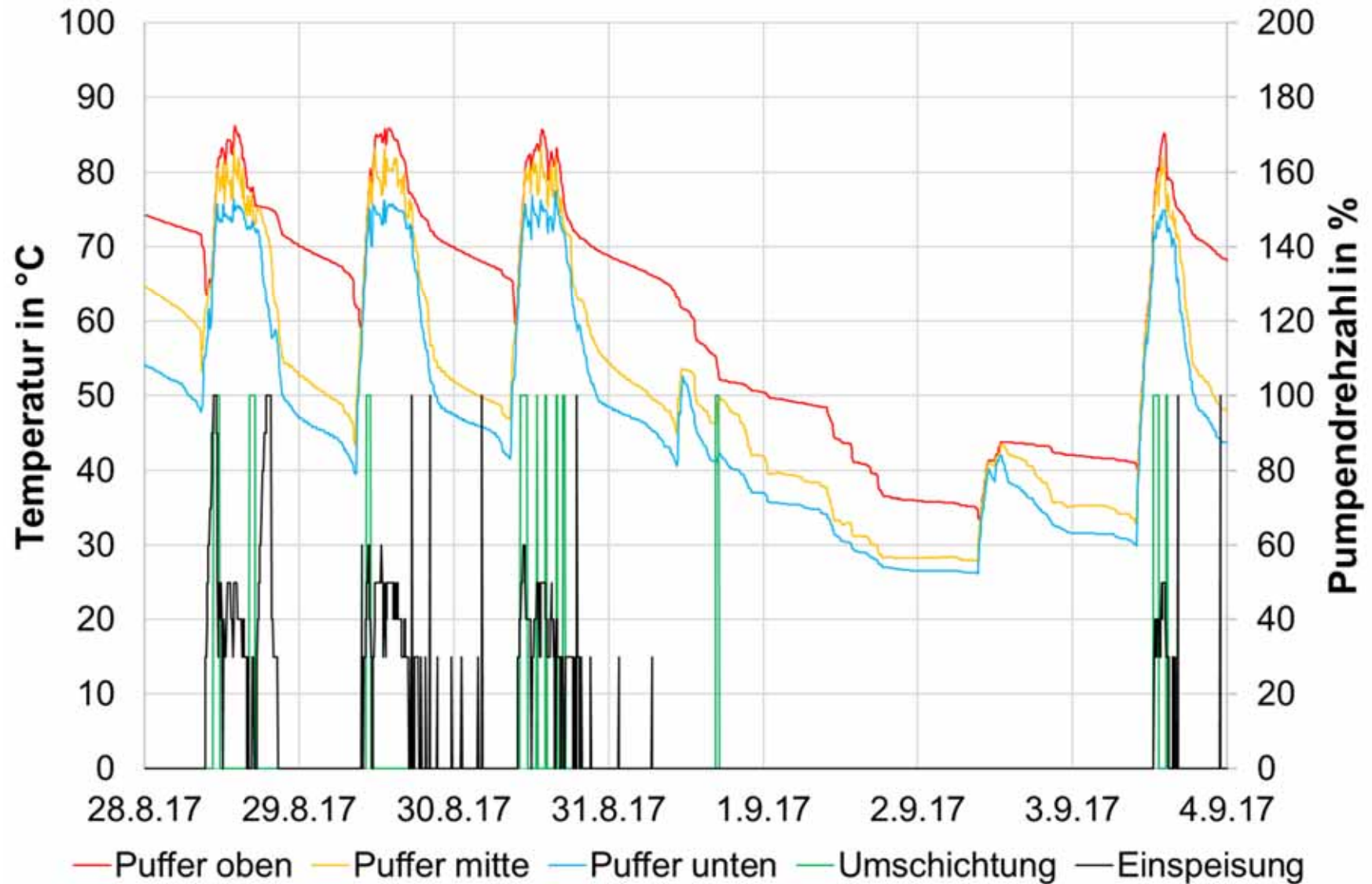
Messergebnisse

Hindenburgstraße 57 - Erträge



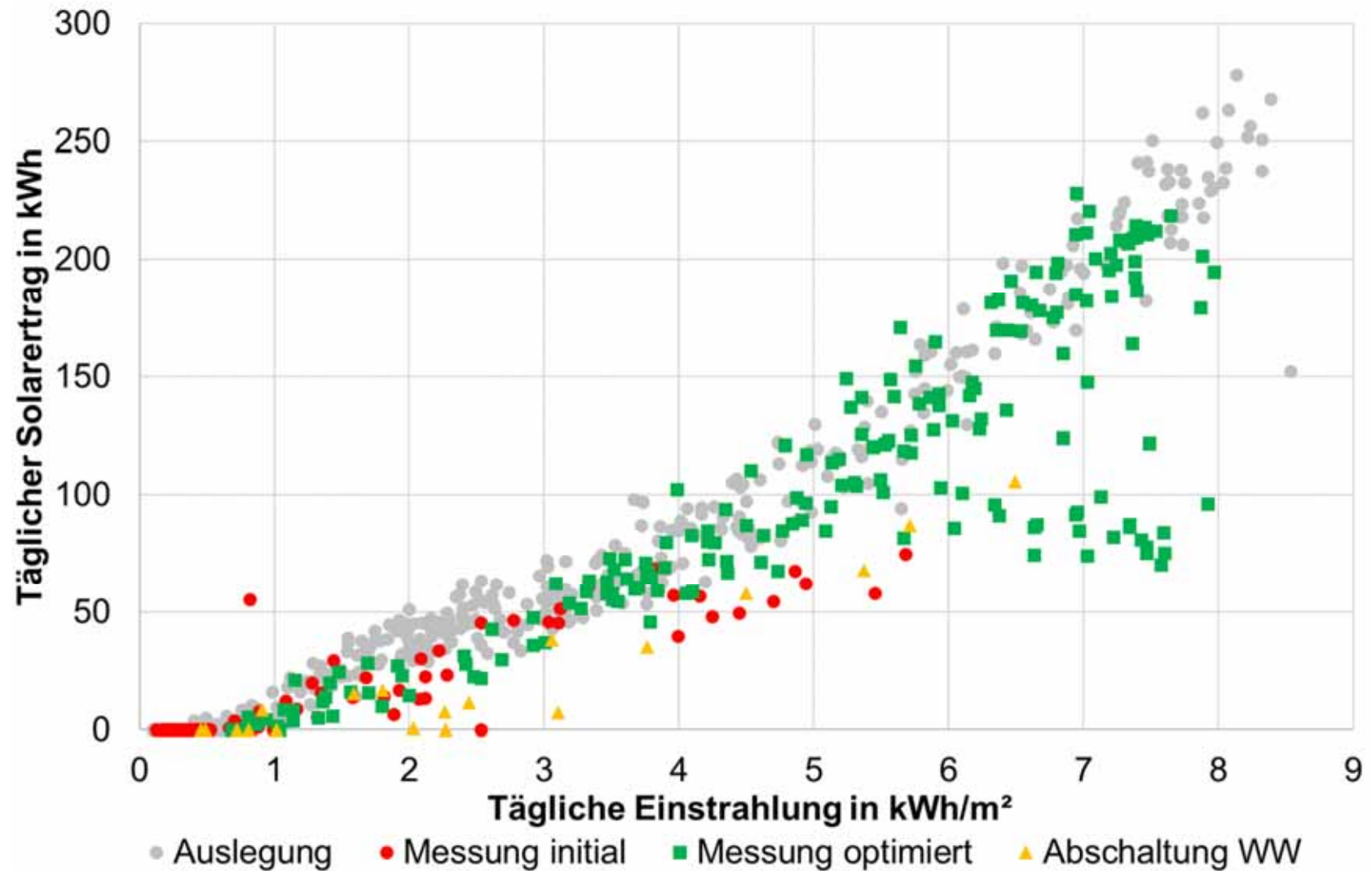
Messergebnisse

Schubertstraße 21 - Einspeisung



Messergebnisse

Schubertstraße 21 - Erträge

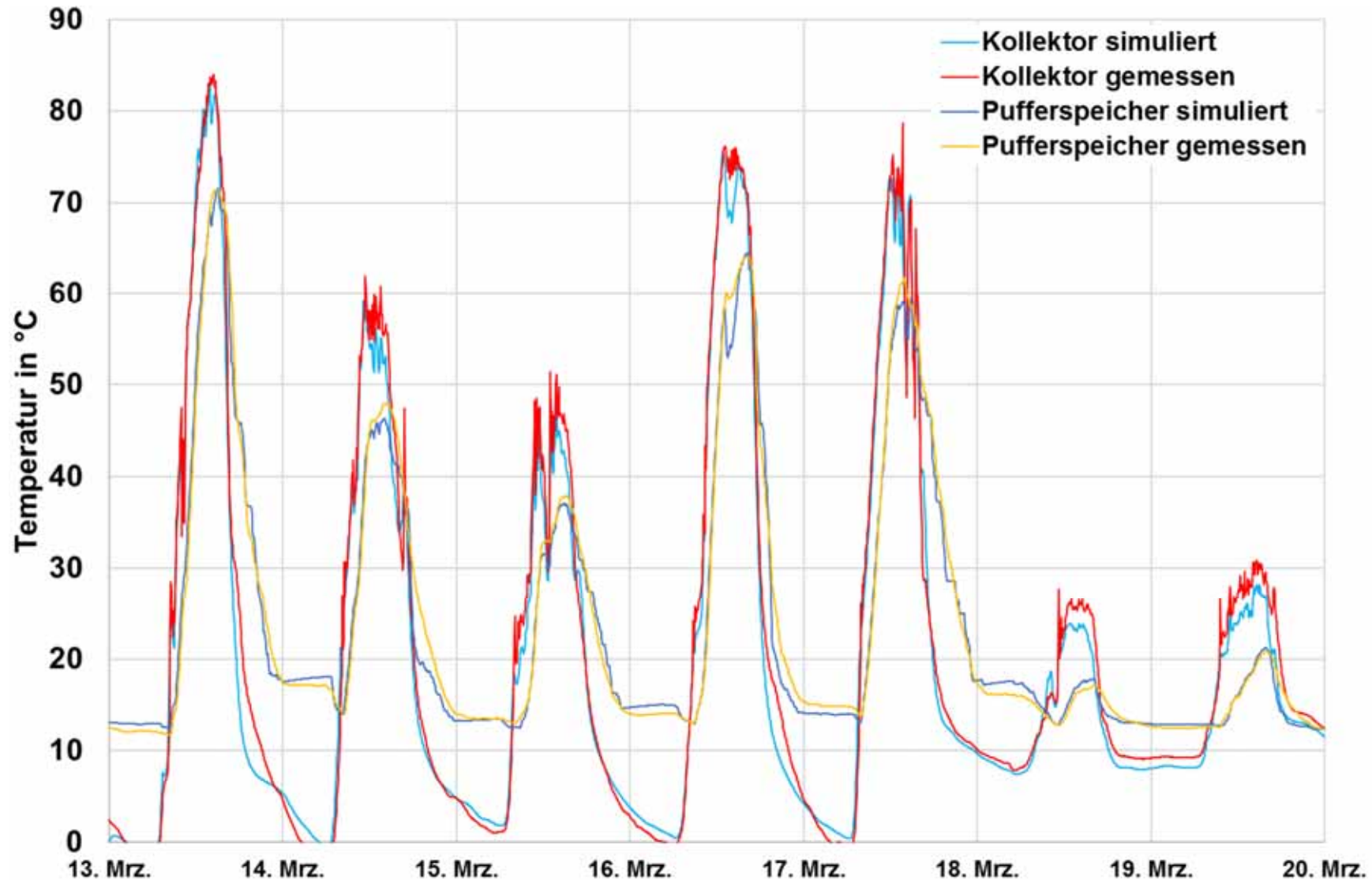


Agenda

- Reale Umsetzung
- Messergebnisse
- **Modellvalidierung**
- Jahresprognose und Optimierung

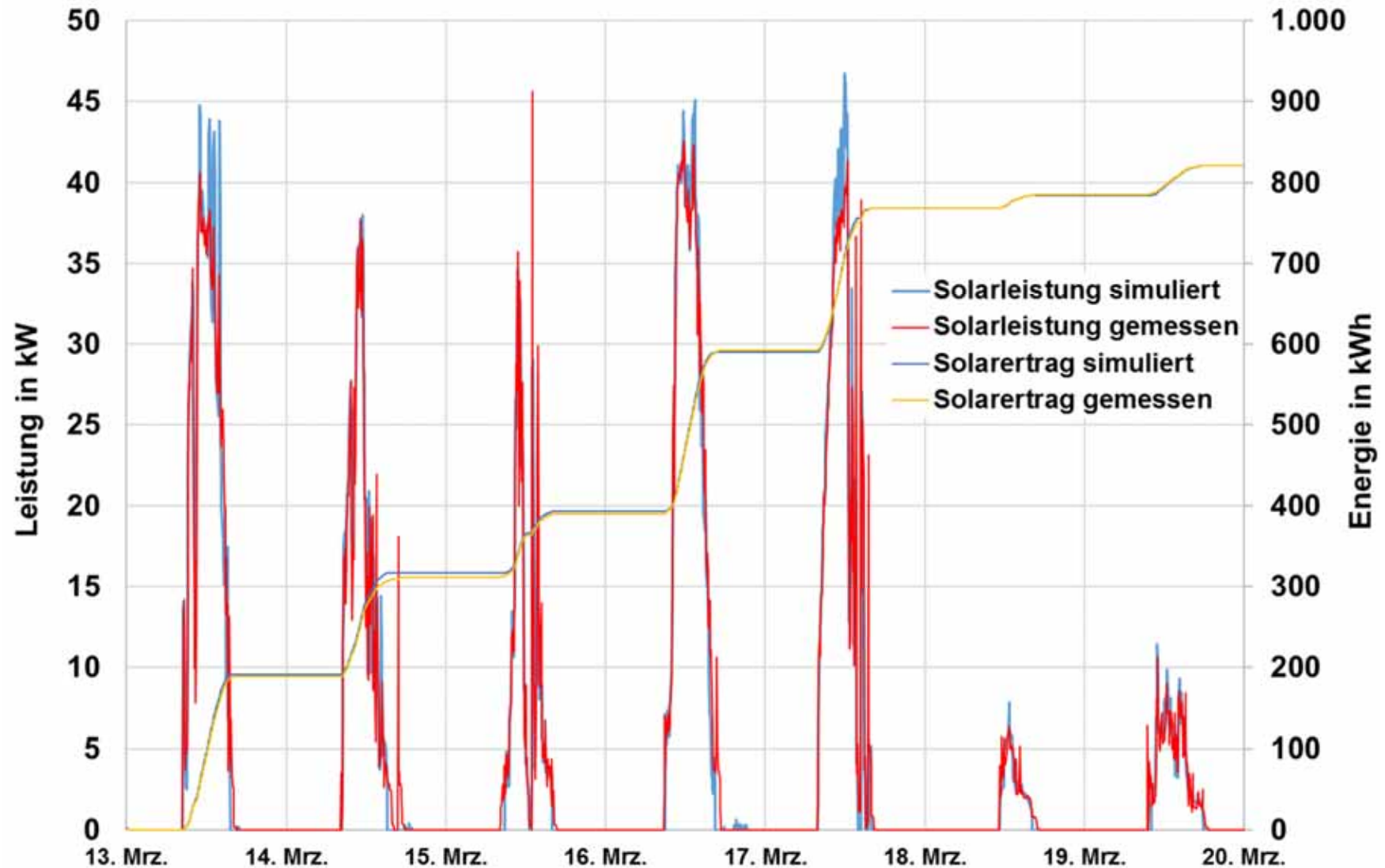
Modellvalidierung

Anlagenverhalten Beispiel Hindenburgstraße 57



Modellvalidierung

Anlagenverhalten Beispiel Hindenburgstraße 57



Modellvalidierung

Fehler nach Validierung

KW	Mittlere Außentemperatur in °C	Einstrahlungssumme in kWh/m ²
16	4,6	23,9
20	16,1	46,1

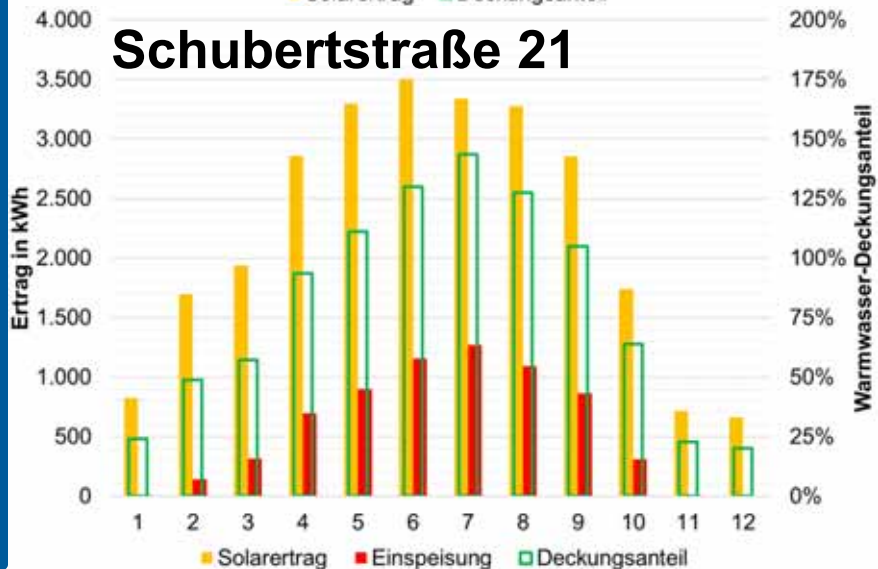
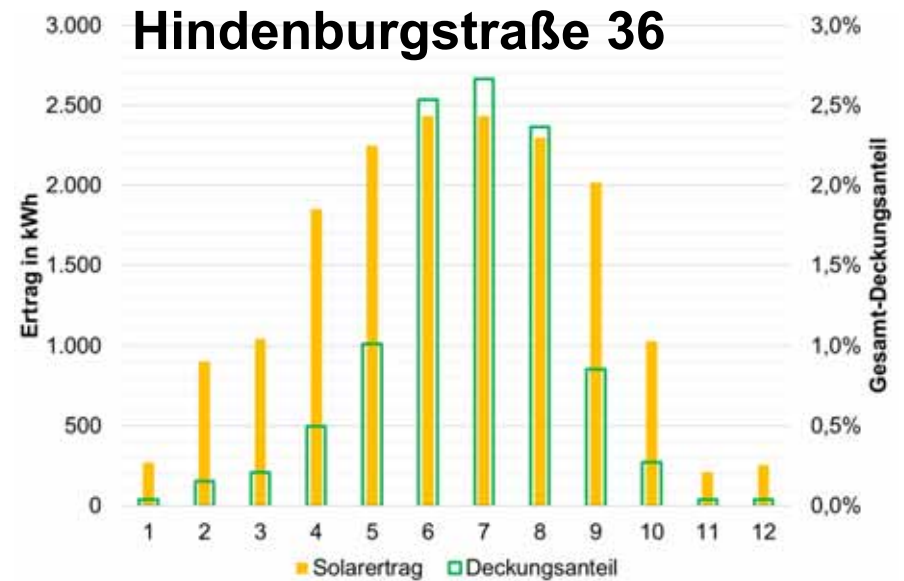
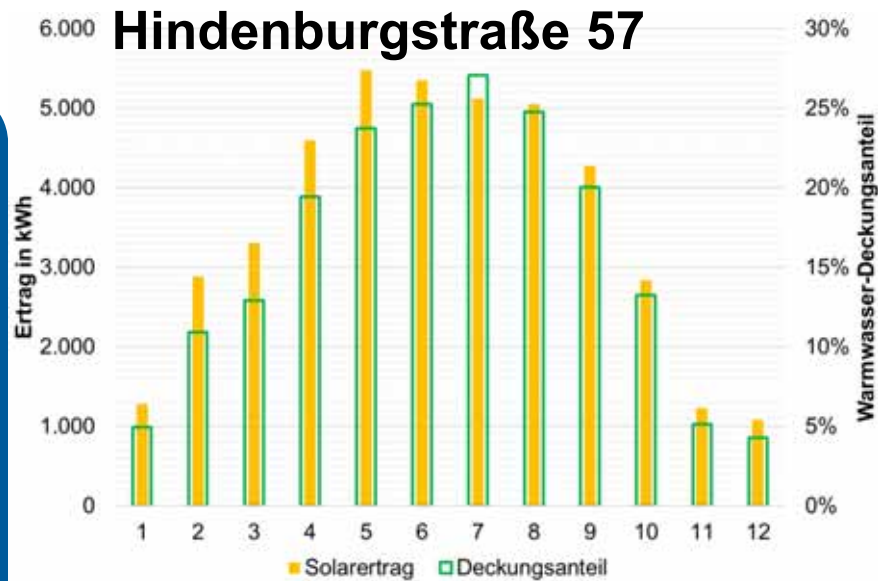
	Messung in kWh	Simulation in kWh	Abweichung in %
Ertrag KW16 HB36	253	251	-0,8
Ertrag KW20 HB36	1.033	1.041	0,8
Ertrag KW16 HB57	671	693	3,3
Ertrag KW20 HB57	1.492	1.499	0,5
Ertrag KW16 SB21	386	381	-1,3
Ertrag KW20 SB21	591	611	3,4

Agenda

- Reale Umsetzung
- Messergebnisse
- Modellvalidierung
- Jahresprognose und Optimierung

Jahresprognose und Optimierung

Simulierte Monatserträge



- Deckungsanteil aller Anlagen am Wärmenetz ca. 2 %
- Im Sommer bis zu 140 % Deckungsanteil einzelner Anlage
- Überschusseinspeisung funktioniert

	Investitionskosten Solarthermie in €	Solarertrag in kWh	Wärmegestehungskosten in Ct/kWh	
			ohne Förderung	mit Förderung
HB36	52.755	17.000	18,9	11,9
HB36 optimiert		23.200	13,8	8,7
HB57	82.727	42.500	11,8	8,5
HB57 optimiert		42.500		
SB12	59.443	32.000	11,7	8,4
SB12 optimiert		32.500	11,5	8,3
SB21	62.527	26.000	14,8	10,7
SB21 optimiert		26.600	14,4	10,4

- Investitionskosten ohne weitere Maßnahmen an Gebäuden
- Optimierung des Netzbetriebs auf Simulationsbasis
 - Geringere Vorlauftemperaturen im Sommer (75 °C statt 80 °C)
 - Angepasste Volumenströme für höhere Temperaturspreizung (20 °C) in Unterstationen

- Technisch weitestgehend unproblematische Integration der Solarthermieanlagen
- Dezentrale Netzeinspeisung funktioniert reibungslos und stellt zuverlässige Lösung für vergleichbare Netze mit geringen solaren Deckungsanteilen dar
- Außerhalb von Forschungsprojekten idealerweise Kombination mit Sanierungsmaßnahmen zur Kostensenkung und Zeitersparnis
- Vorhandene Dokumentation (z.B. Dachkonstruktion) vorteilhaft
- Betriebsoptimierungen des Wärmenetzes dringend zu empfehlen (Vorlauftemperatursenkung, Spreizung in den Unterstationen)

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**



