



Energiemanager zur angebots- und bedarfsgerechten
Zuschaltung von Energieträgern

Dr. Thomas Bernard, Fraunhofer IOSB

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Beteiligte Standards



Anforderungen und Zielsetzung

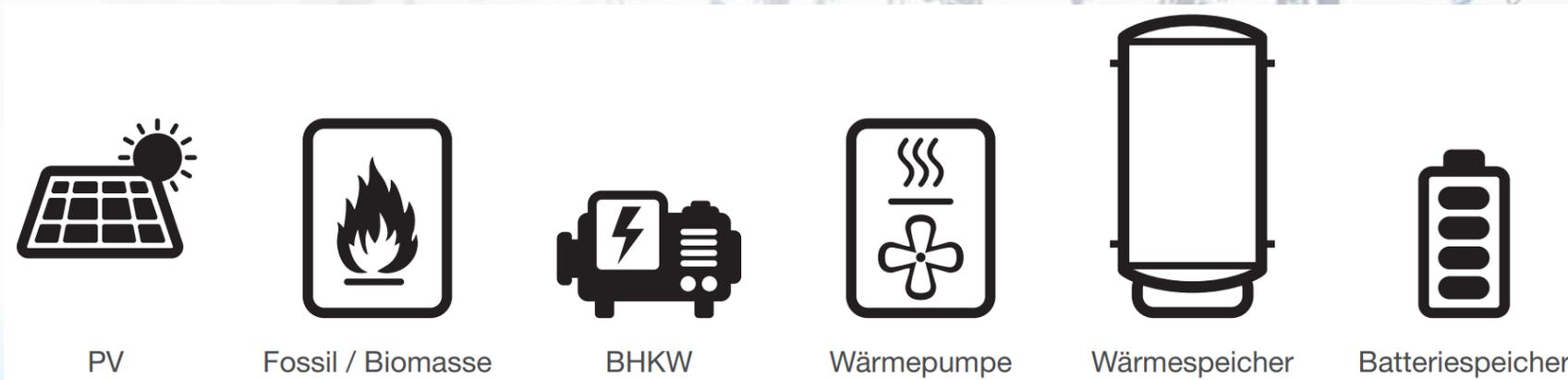
Anforderungen

Klimaneutralität bis 2035, um das deutsche CO₂-Budget zum Erreichen des 1,5-Grad-Ziels nach dem Pariser Abkommen nicht zu überschreiten

Daher

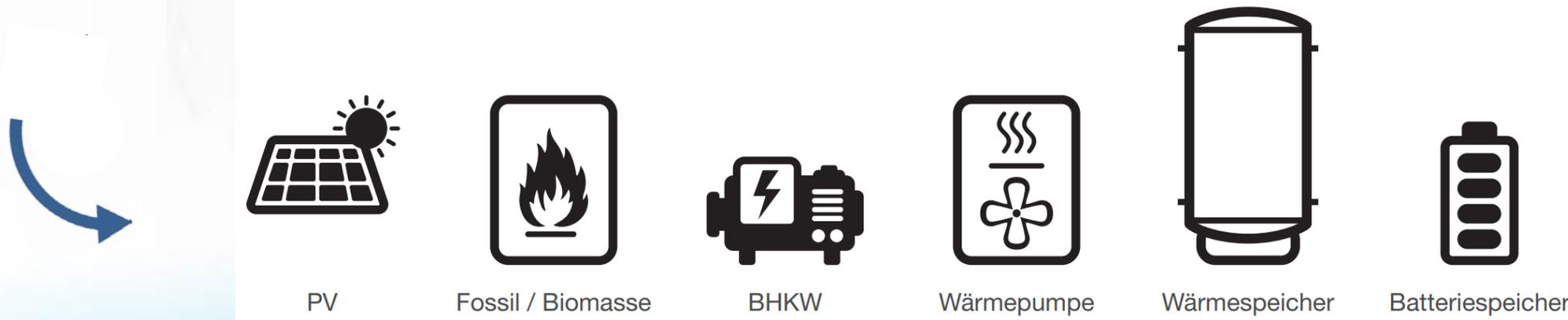
- Verschärfte nationale und europäische Verordnungen
- Erhöhte Anforderungen an die Gebäudetechnik (koordinierter und optimierter Betrieb)
- Forderung von wachsendem Anteil erneuerbarer Energien

Tendenz zu Multierzeugeranlagen mit hohem Anteil regenerativer Energien

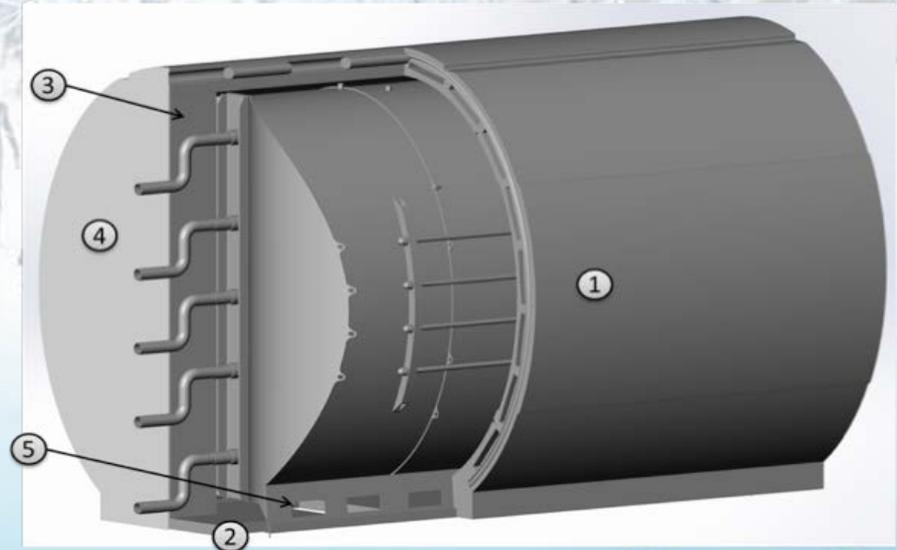


Projektziele

1. Entwicklung und Erprobung eines **dynamischen Optimierungsmoduls** zur angebots- und bedarfsgerechten Zuschaltung von Energieträgern in Liegenschaften.
2. Entwicklung und Erprobung einer neuen Generation von **hocheffizienten Mehrzonen-Schichtspeichern** für hohe Be- und Entladevolumenströme.

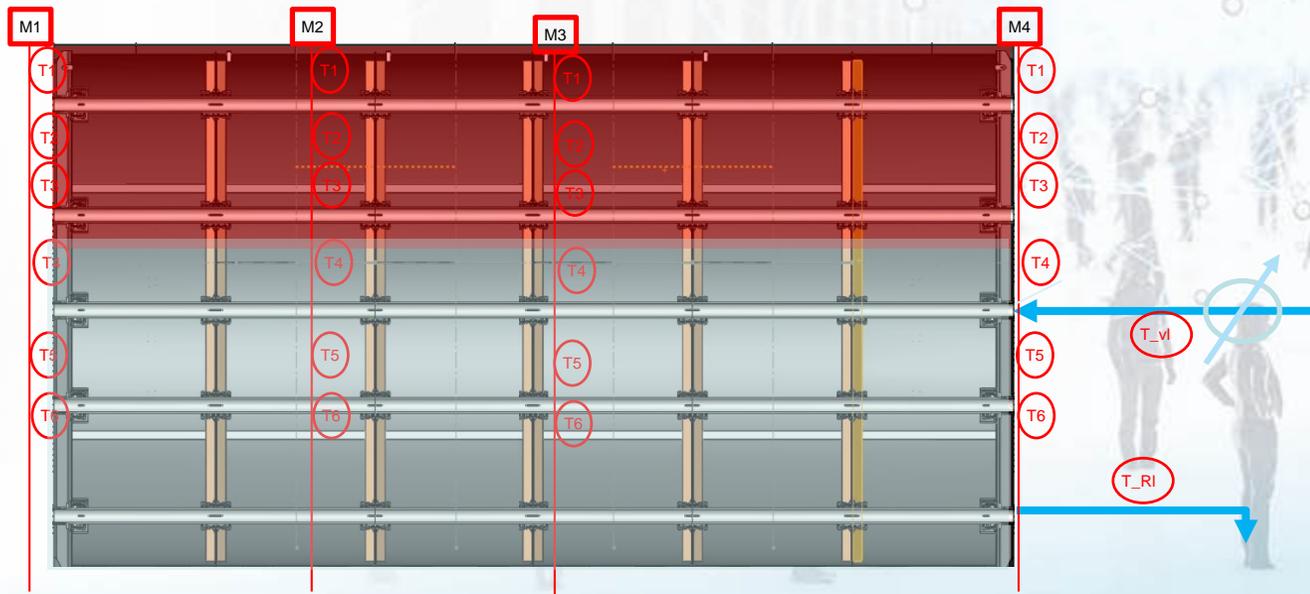


- **Ziel: Wärmespeicher für Leistungen 50 ... 250 kW (Volumenstrom bis 50 m³/h)**
- Eignung für Wärmepumpen mit hohen Durchflüssen
 - Vermischungsfreie Trennung von Warmwasser- und Heizungsbereich
- Für Mehrfamilienhäuser im Gebäudebestand
 - Anforderung: Kompakt, wenig Platzbedarf
- Basis: modularer Speicher VARICAL von Consolar



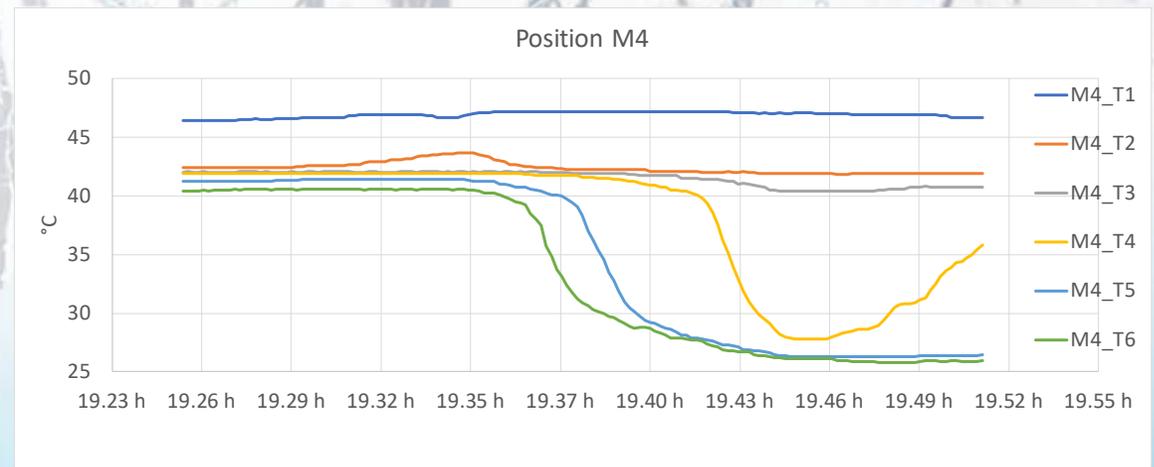
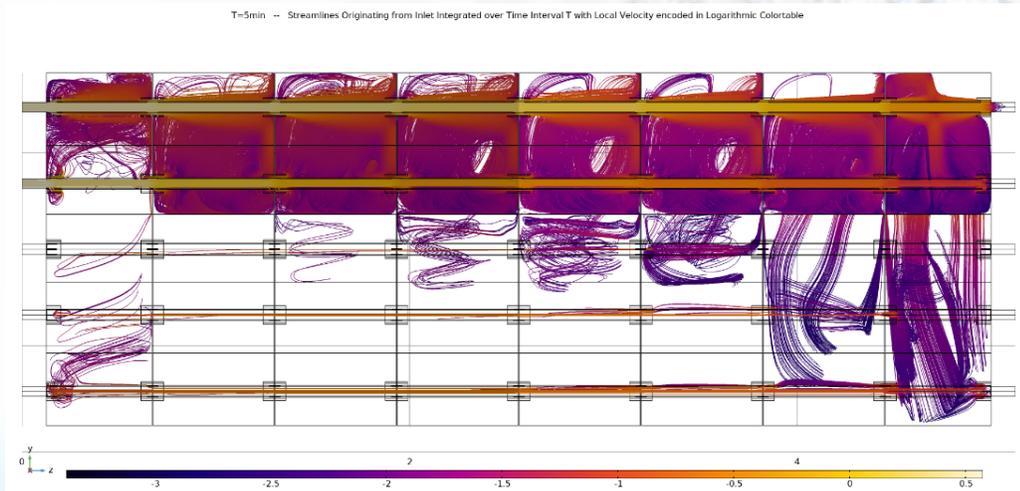
Hocheffiziente Mehrzonen-Schichtspeicher für hohe Be- und Entladevolumenströme

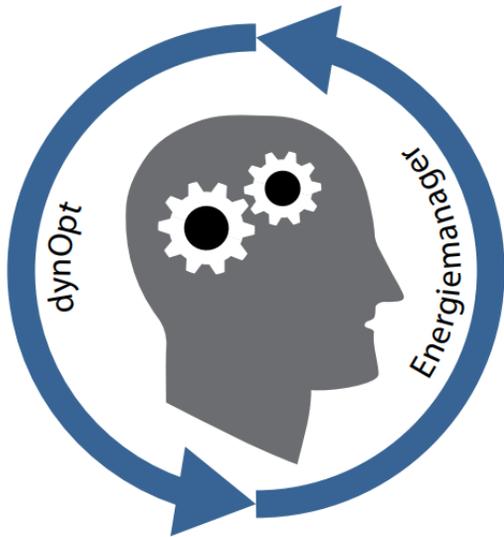
- **Ziel: Verifikation von CFD-Simulationsergebnissen mit realen Messungen**
- Vorkonditionierung der oberen Warmwasserzone mit warmen Wasser
- Durchmischung bei hohen Be- und Entladevolumenströme ($20 \text{ m}^3/\text{h}$) mit Kaltwasser.



Hocheffiziente Mehrzonen-Schichtspeicher für hohe Be- und Entladevolumenströme

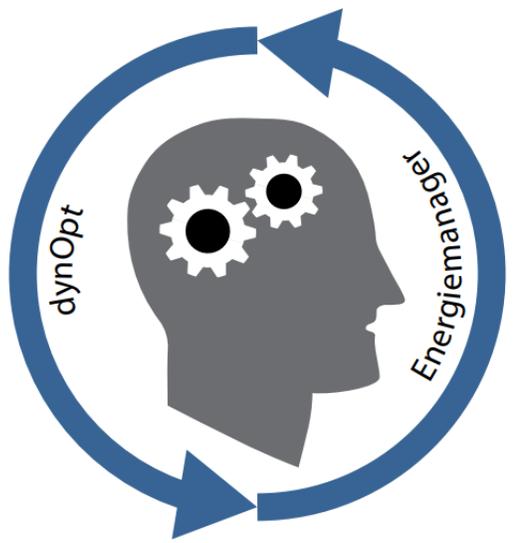
- Mit Trennblech gute Schichtentrennung zwischen WW-Bereich (oben) und Heizungsbereich (unten)
- aber: mit aktuellen Be- und Entladerohren ungleiche Entladung der Module
- **Neues Hydraulik-Konzept zur sicheren Zonentrennung entwickelt (Patent in Vorbereitung)**





- **dynOpt Energiemanager überwacht und optimiert die Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden und Quartieren auf Grundlage von hochauflösenden Zähler- und Sensordaten**
- **Fortlaufende Berechnung von Prognosen** für z.B. 36 Stunden unter Einbeziehung abrechnungsrelevanter Daten (Wärme-/Stromverbrauch) und Wettervorhersagen
- **Kosten- oder CO₂-Emissionen optimierte Steuerung** unterschiedlicher Wärme- oder Kälteerzeuger (Gastherme, Wärmepumpe, BHKW, PV-Anlagen)
Optimierungs-Zyklus z.B. 15 Minuten
- **Energiemanager als Onlineservice** → kaum Installationen vor Ort nötig
Steuerung der unterschiedlichen Erzeuger über vorhandene Schnittstellen der Hersteller
Alle Daten sind per Datenschnittstelle / API verfügbar

dynOpt Energiemanager - was ist das Besondere?



Prädiktiv

- Aktive und passive Solarwärmegewinne werden ohne spezielle Erfassung (Zähler) in Prognose berücksichtigt

Selbstlernend

- Keine aufwändige Parametrisierung:
Passt sich automatisch dem Gebäude an

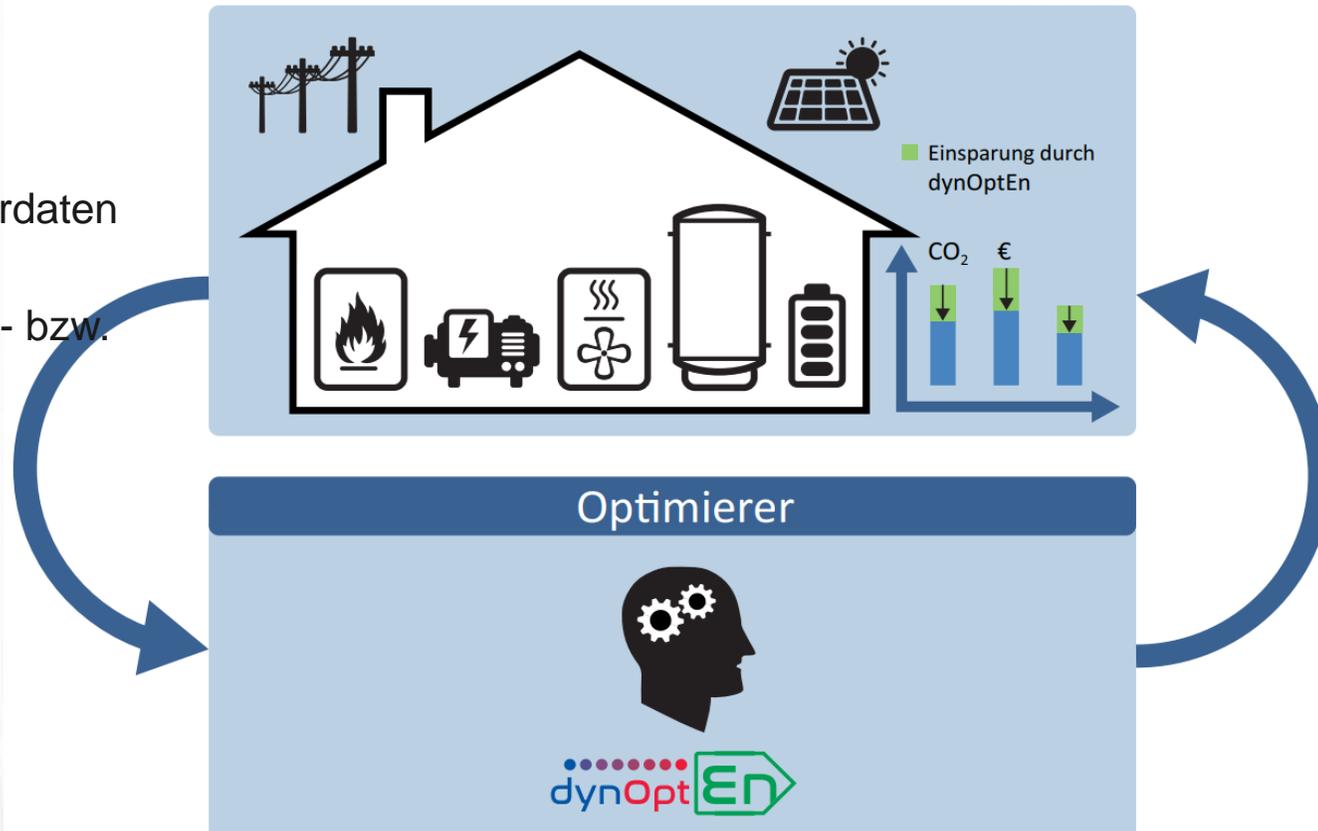
Universell

- Herstellerunabhängig
- Standardisierte Schnittstellen zu Wärmeerzeugern
- Kein Eingriff in Regler, keine Schnittstelle zum Wechselrichter
- Nutzung vorhandener Messtechnik

dynOpt Energiemanager - Grundprinzip

IN

- Zähler- und Sensordaten
- Wettervorhersage
- [Dynamischer CO₂- bzw. Energie-Preis]



OUT

- Steuersignale
- Monitoring & Reporting
- Datenschnittstelle für Bilanzkreismanagement



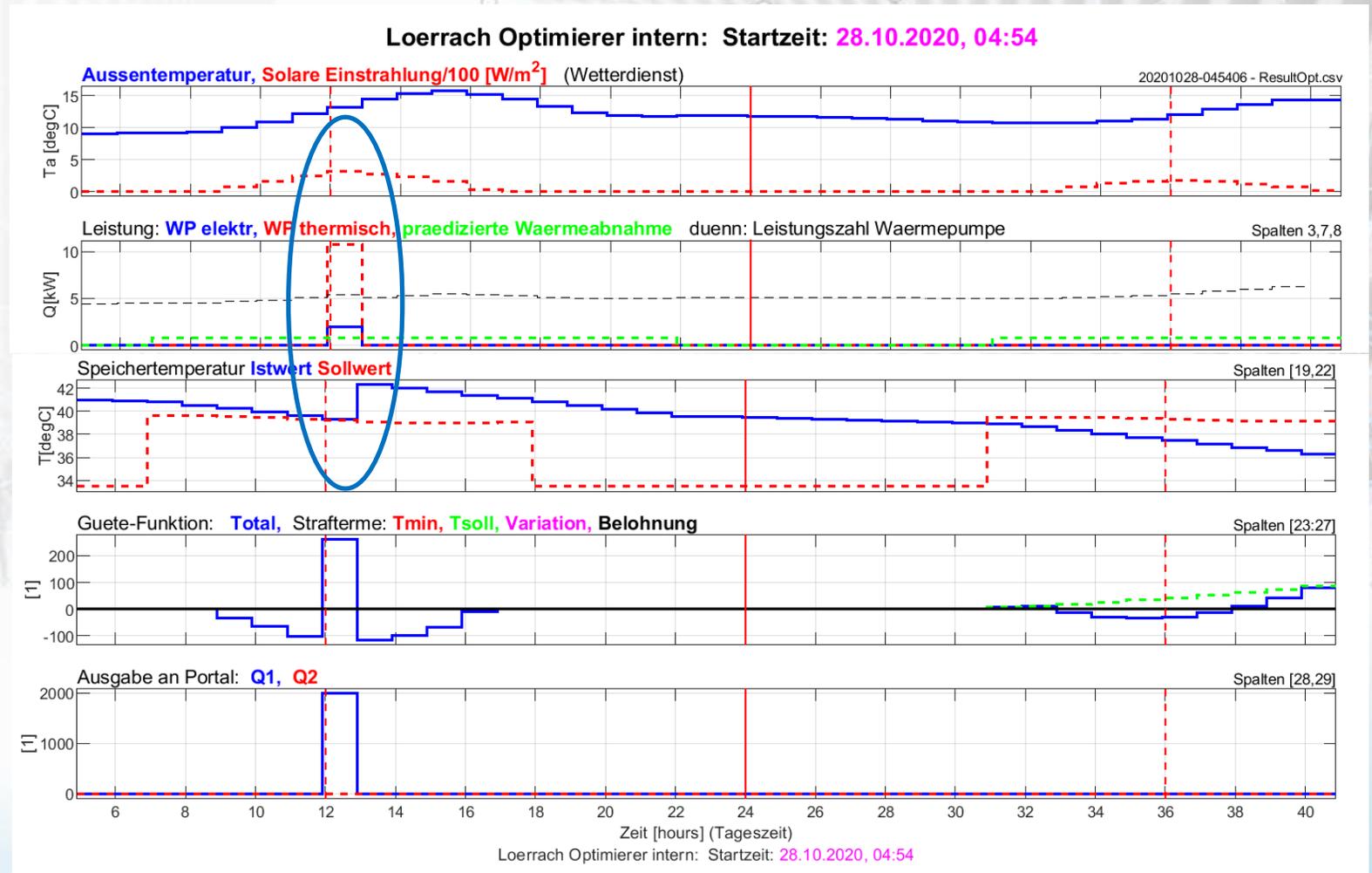
PROGNOSE

- Wärme- und Strombedarf
- PV-Ertrag

dynOpt Energiemanager - Grundprinzip

Modellprädiktive Regelung

- Interne Planung des Optimierers am 28.10.2020 um 5:00h (Planungshorizont 36h)
- Kostenoptimierte Aktivierung der Wärmepumpe entsprechend prädiziertem Wärmebedarf und PV-Angebot



Web-basierte Architektur

Energiemanager

Optimierer



Vorhersage



Messdienstleister



Comgy
Cloud



Liegenschaft



Ablauf der Optimierung (zyklisch alle 15 Minuten)

- Messdienstleister ruft Messdaten aus Liegenschaft sowie Wettervorhersage ab
- Daten werden an Energiemanager zur Optimierung übergeben
- Optimierungs-Ergebnis wird an Messdienstleister zurück geliefert
- Automatische Schaltung der Energieerzeuger

Welchen Daten werden benötigt?

Parameter (Konstanten)

- **Speichervolumen** Heizung, Warmwasserversorgung
- **Leistungsdaten, Effizienz** der Energie-Erzeuger
- **Energiepreise** Strom, Gas, ... (ggf. variabel, Tag, Nacht)
- **CO₂-Emissionen** pro Energieträger (für CO₂-optimierten Betrieb)

Mess- und Sensorwerte

- **Stromzähler** für Wärmepumpen-Strom (Heizen und ggf. Kühlen)
- **Gaszähler** oder alternativ **Wärmezähler** für Nah-/Fernwärme
- **Verbrauchszähler für Wärme, Wasser** (optional)
- **Speichertemperatur Heizung**
- **Speichertemperatur Warmwasser** (optional)
- **Info-Kontakt (z. B. von WP)** (optional: ob Wärmeerzeuger für Heizung oder Warmwasser läuft)

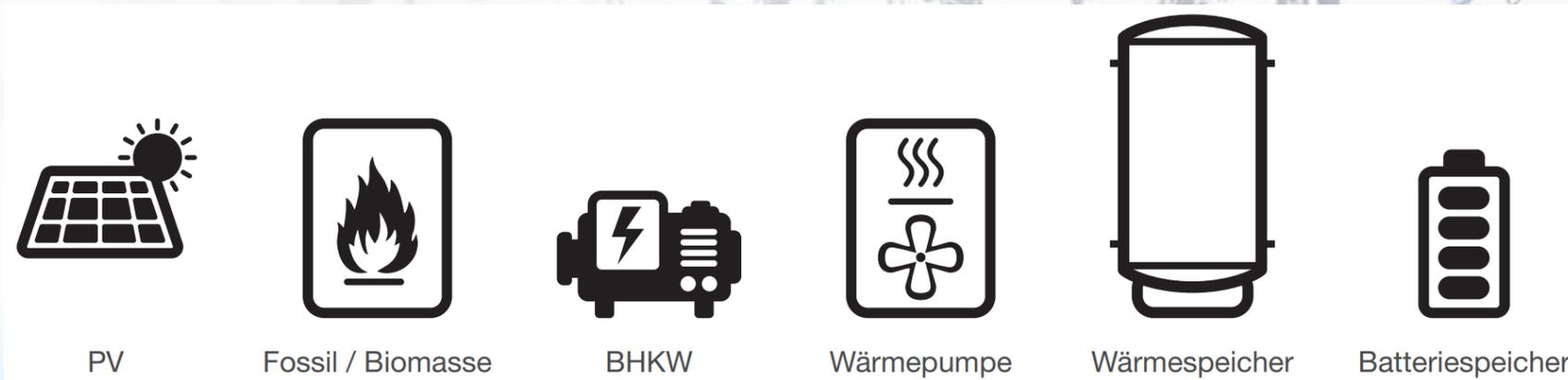
Prognose-Daten

- Prognose **Solarstrahlung** und **Außentemperatur**
- **Anreizsignal** (optional) z. B. von zentralem Modul oder Strompreis, CO₂-Mix

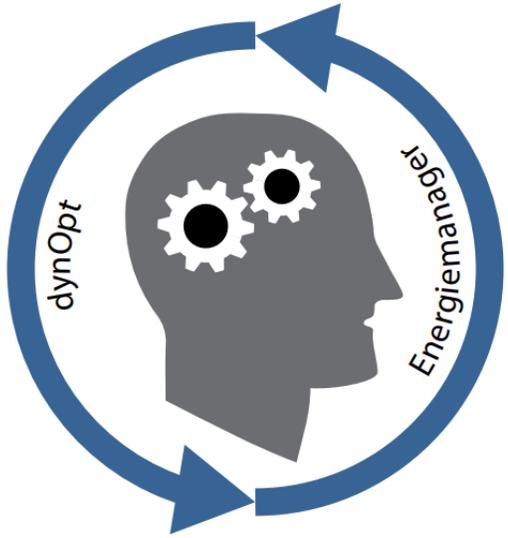
Anwendungsfälle

Kombinierte Systeme, z. B.

- PV/PVT und Wärmepumpe (Eigenverbrauchsmaximierung)
- Wärmepumpe + PV/PVT und Spitzenlastkessel
- BHKW und Spitzenlastkessel + PV/PVT
- Solarwärmanlage und konventioneller Wärmeerzeuger
- Wärmespeicher in Verbindung mit unterschiedlichen Wärmeerzeugern
- Management von Kühlung (insbesondere in Verbindung mit PV)
- Freigabe von elektrischen Verbrauchern in wählbaren Zeitfenstern
- Management von Batteriespeicher



Simulationsergebnis | Einfluss PV-Einspeisevergütung // mit Gas



- **Anlagenkonfiguration: Wärmepumpe mit PV-Strom oder Netzbezug**
- **Kosten:** Strom 31 ct/kWh
Gas 6 ct/kWh
- **Szenarien:** PV-Einspeisevergütung **12** ct/kWh vs. **24** ct/kWh

Ergebnis

Bei höherer Einspeisevergütung

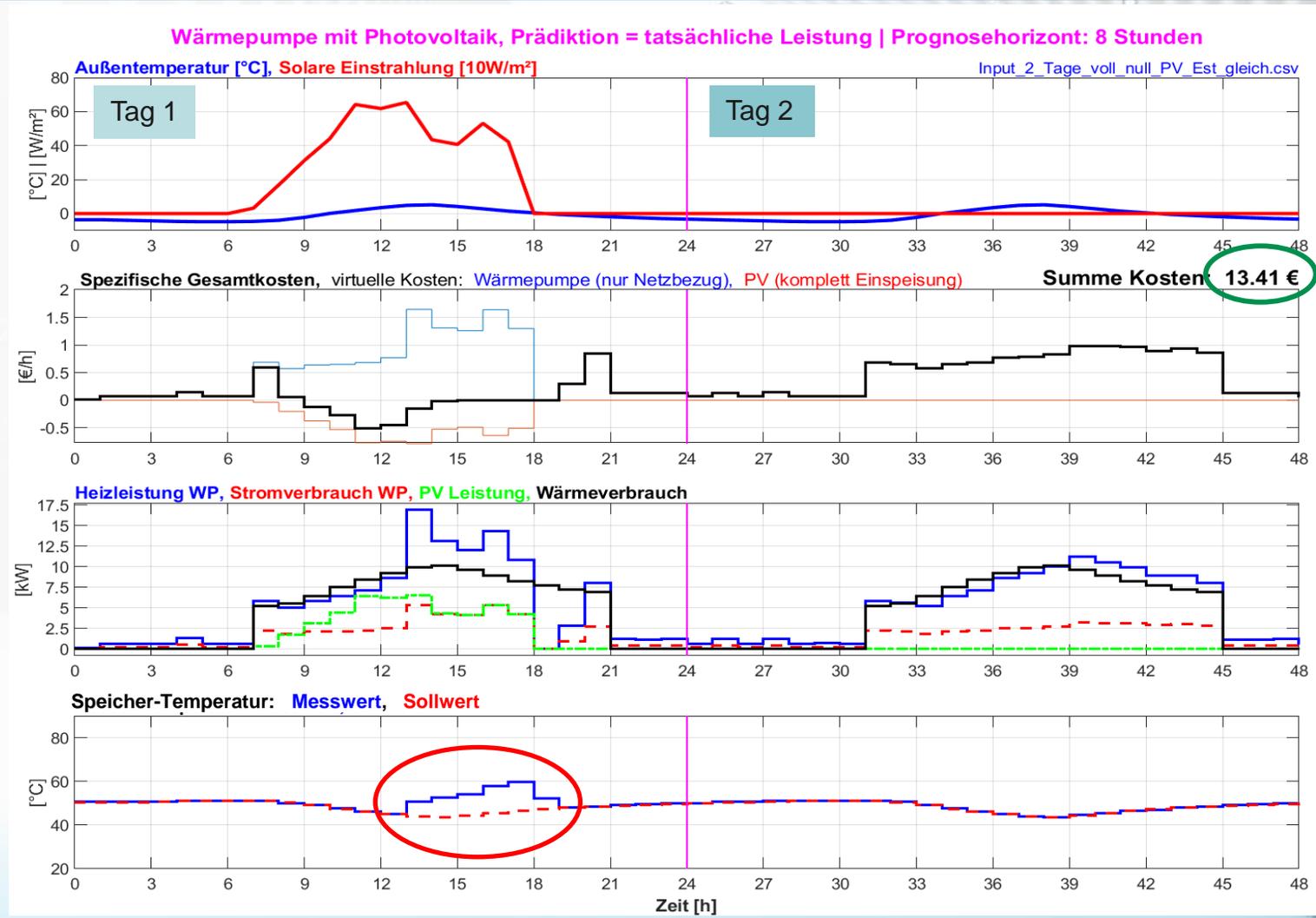
- **Höhere PV-Netzeinspeisung**
- **Heizleistung reduziert**
- **niedrigere Gesamtkosten**

Simulationsergebnis | Einfluss PV-Einspeisevergütung

Tag 1: hohe Solarstrahlung
 Tag 2: keine Solarstrahlung

PV-Einspeisevergütung:
 12 ct/kWh

Ergebnis:
 Nutzung PV-Energie zu
 Überladen des Speichers



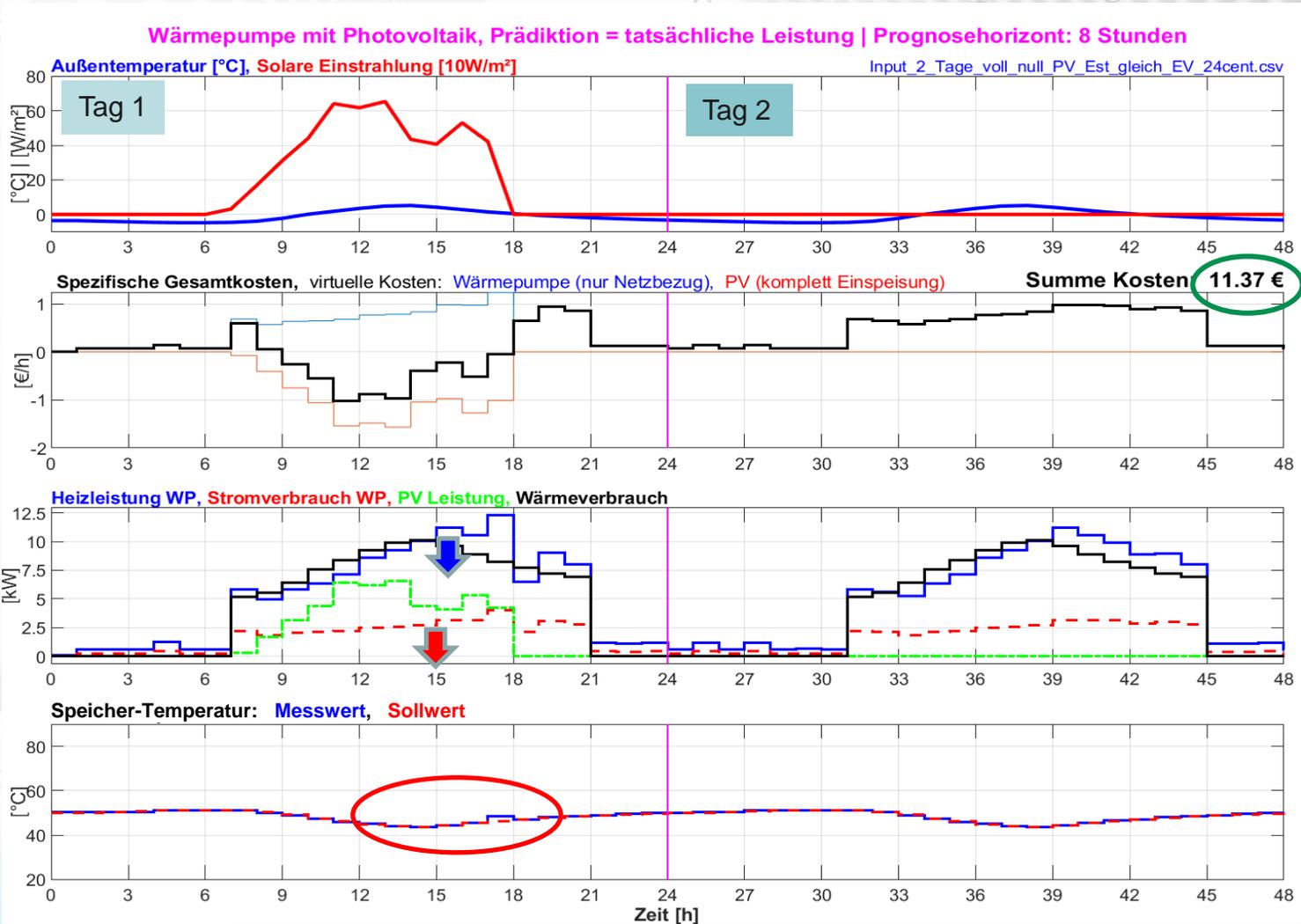
Simulationsergebnis | Einfluss PV-Einspeisevergütung

Tag 1: hohe Solarstrahlung
 Tag 2: keine Solarstrahlung

PV-Einspeisevergütung:
24 ct/kWh

Ergebnis:

- Höhere PV-Netzeinspeisung
- Heizleistung reduziert
- niedrigere Gesamtkosten

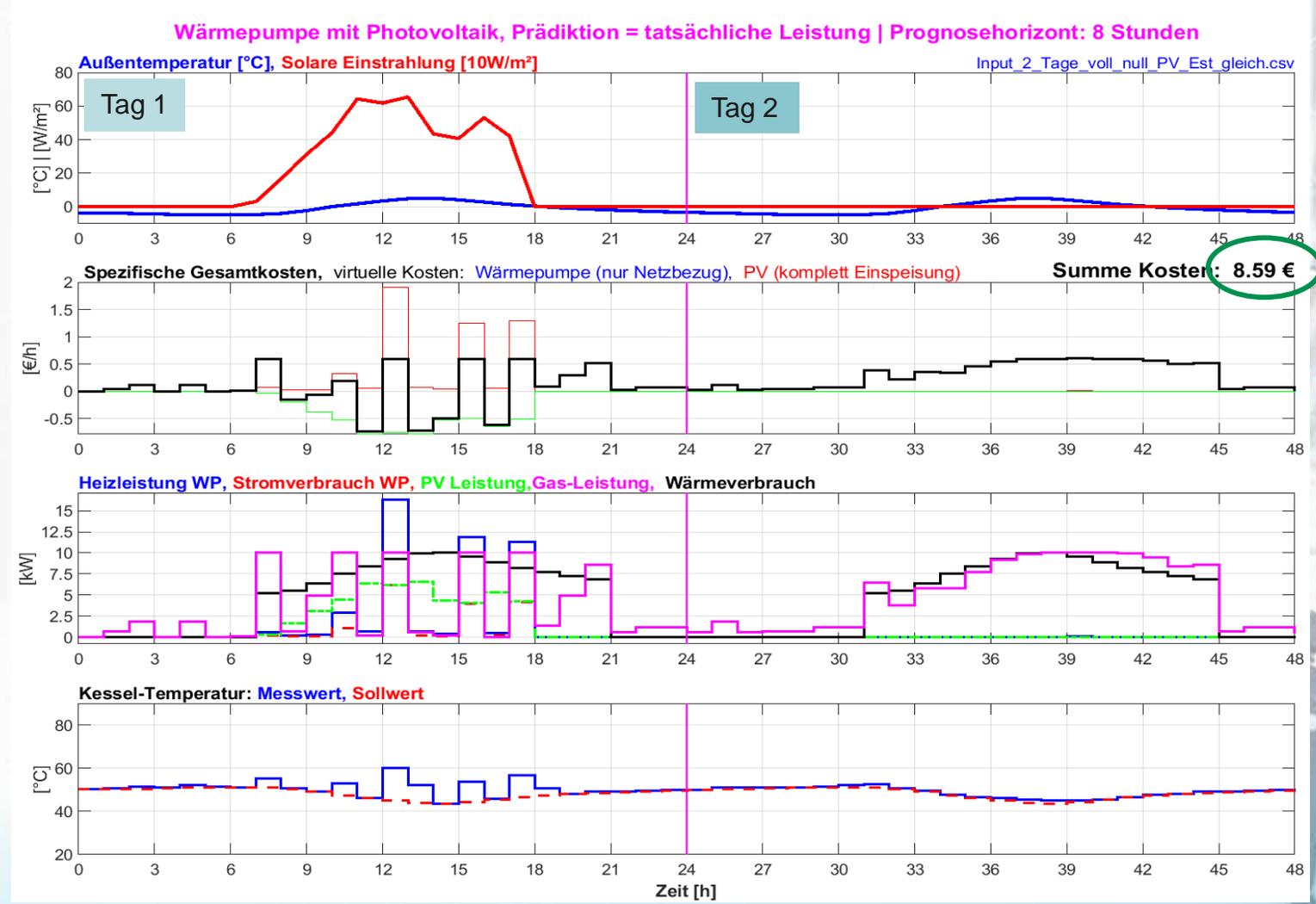


Simulationsergebnis | Einfluss PV-Einspeisevergütung + Gas verfügbar

Tag 1: hohe Solarstrahlung
 Tag 2: keine Solarstrahlung

PV-Einspeisevergütung:
12 ct/kWh
zusätzlich Gas (6 ct/kWh)

Ergebnis:
 An Tag 2 wegen Ziel
 Kostenminimierung
 ausschließlich billiges Gas
 verwendet



Demonstrator | Bürogebäude Rauch Consulting (Aulendorf)

Gas, PV, Wärmepumpe



Projektdaten

Rauch Consulting	
Bürogebäude	
Baujahr	2017
Nutzfläche	75 m ²
Heizleistung	4,4 kW / 3,8 kW
Gesamtwärmebedarf	5000 kWh/a
PV-Anlage	20 kWp Ost/West 15° DN
Deckenstrahlplatten	18 m ²
Wärmepumpe	Rotex Splitgerät compact HPSU 504
(Inverter) Wärmeleistung max. 4,3 kW 500 l Puffer	

Demonstrator | Bürogebäude Rauch Consulting (Aulendorf)



Stromzähler Gesamt

Stromzähler WP

Stromzähler PV

2 x Speichertemperatur



Comgy Cloud



Comgy Gateway

SG Ready



Kühlen

Heizen

Warmwasser



PV-Strom

Umweltwärme



Demonstrator | generationHof (bei Magdeburg)

Gas, PV, BHKW, Batterie



Projektdaten

Wohnanlage generationHof

Direktversorgung mit Wasser, Wärme, Strom für Mikro-Quartier
Dezentrale Wärmeerzeuger, gemeinsames Stromnetz

Baujahr	2006 - Heute
Nutzfläche	1664 m ²
Gesamtwärmebedarf	253 MWh/a
PV-Anlage mit Speicher	In Planung 18 kWp
Blockheizkraftwerk	Senertec Dachs SE Plus
Gas Brennwertkessel	Buderus, Vaillant

Demonstrator | Firma Consolar (Lörrach)

Gas, PV, Wärmepumpe, Eisspeicher



Projektdaten

Consolar	
Heizung und Kühlung für Bürofläche, Gewerbe	
Baujahr	2018
Nutzfläche	90 m ²
Heizleistung	7,4 kW
Gesamtwärmebedarf	8000 kWh/a
PVT-Anlage	3,4 kWp
PVT-Wärmepumpe	Waterkotte EcoTouch Geo Inverter
Gaskessel für Spitzenlast 6 – 18 kW	
Modularer Pufferspeicher VARICAL 2800 I	
300 I - Eisspeicher	

Konfigurations-Portal

- Konfiguration Anlagen-Schema
- Parametrierung des Energiemanagers

The screenshot displays the 'MGM - Meter Gateway Manager' interface for a specific property: 'Liegenschaft: DynOptEn_Loerrach-MultiConnect-9244'. The main view is the 'Montage-Übersicht' (Installation Overview) for the 'ENERGIEMANAGER (DYNOPT)'. It features a sidebar with navigation options like 'Montage', 'Abrechnung', and 'Geräte-manager'. The central area shows a 'Parameter' list and a 'Schema: demonstrator Lörrach' diagram. The diagram illustrates the energy flow between various components like heat sources, meters, and storage units. The right-hand panel provides 'Liegenschaft-Info' (Property Information) and 'Kostenabrechnung' (Cost Accounting) details.

Parameter

- Active: true
- Connected: true
- Prediction Horizon: 36
- Time Discretization: 60
- Penalty Fall Below Min Temperature: 0.5
- Penalty Deviation From Set Point: 3
- Penalty Variation Of Energy: 0
- Cost Weighting: 1000
- Time Weighting: 0
- Constant Power Week Day: 200
- Reward: 1
- Minimum Epopa: 100

Schema: demonstrator Lörrach

The schematic diagram shows a complex energy network. It includes icons for power plants, solar panels, wind turbines, and various energy storage and conversion units. Red lines indicate the primary energy flow paths, while yellow lines represent secondary or specific energy flows. The diagram is a detailed representation of the building's energy management system.

Liegenschaft-Info

- Name: DynOptEn_Loerrach-MultiConnect-...
- Adresse: Gewerbestraße 7, 79539 Baden-W...
- Kunde: -
- Interne Kennung: DE02015295
- Copper: [PROJEKT HINFÜGEN](#)

Kostenabrechnung

- Jahresstichtag: 31.12
- Servicequalität:

Stand: KR 20.05.2020

Konfigurations-Portal

- Konfiguration der Messstellen

The screenshot shows the 'MGM - Meter Gateway Manager' interface for a specific property: 'Liegenschaft: DynOptEn_Loerrach-MultiConnect-9244'. The interface is divided into a left sidebar and a main content area.

Left Sidebar (Navigation):

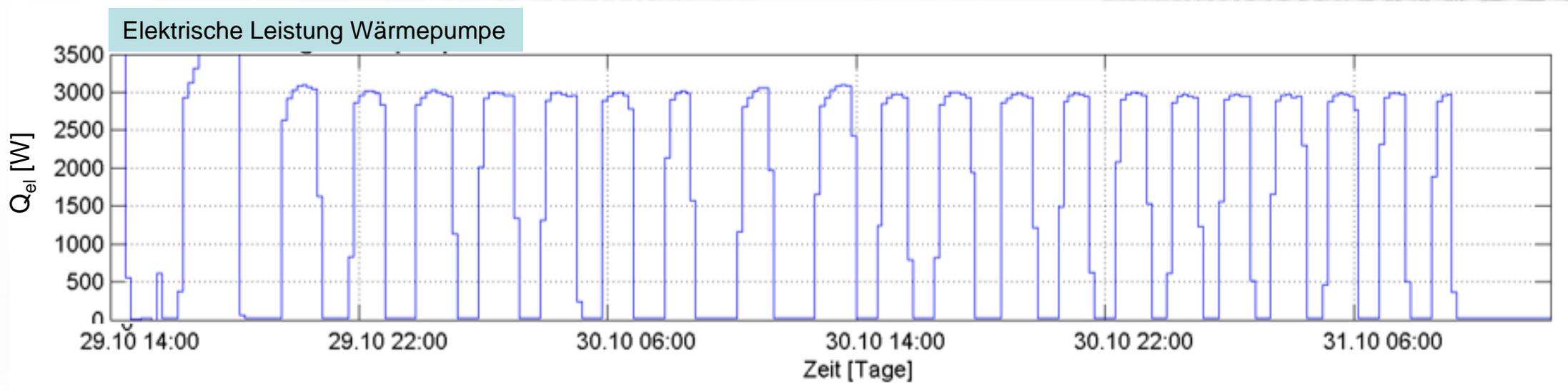
- Consolar
- Liegenschaften
 - Montage
 - Abrechnung
- Montage
 - Gateways
 - Zähler
 - Sensoren
- Disposition
 - Termine-Manager
 - Heizkörperbewertung
 - Gerätemanager
 - Monteure
 - Gerätemodelle
 - Probleme-Manager
- Automation
 - Datenroboter
 - Alarmregeln
- DE Deutsch

Main Content Area (Device Configuration Grid):

The grid displays eight configuration cards for different energy components:

- Natural Gas:** Import Meter (Unbekannt (Gas)), 17.11.17:28, 6865.145 m3, Cost Per Unit 0.06, Emission Per Unit --
- Photovoltaics:** Import Meter (00012599 (Electricity_in_out)), No recent values, Peak Power 3.6, Tilt Angle 45, Azimuth Angle 122
- Mains Power:** Export Meter (00012604 (Electricity_in_out)), No recent values; Import Meter (00012604 (Electricity_in_out)), No recent values; Revenue Per Unit 0.12, Cost Per Unit 0.31, Emission Per Unit --
- Gas Boiler1:** Consumption Meter --, Max Power 0, Min Power 0, Efficiency 0
- Heat Pump:** Heating Or Cooling Case Sensor (00000002 (Electricity)), No recent values; Heating Or Domestic Hot Water Sensor --; Consumption Meter (00012602 (Electricity_in_out)), No recent values; Heating Or Cooling Case false
- Heat Reservoir:** Hot Water Temperature Sensor (83454063 (Heat)), No recent values; Heating Temperature Sensor (83454063 (Heat)), No recent values; Ambient Temperature Sensor (85080004 (Heat_cost_allocator)), No recent values; C 4.182
- Cold Reservoir:** Temperature Sensor (85080004 (Heat_cost_allocator)), No recent values; Ambient Temperature Sensor --; C 4.182, Mass 280, Min Temperature --
- Heating:** Inlet Temperature Sensor --, Return Temperature Sensor --, Mode Limit Temperature 17, Virtual Set Point Line 0.7, Virtual Temperatur --

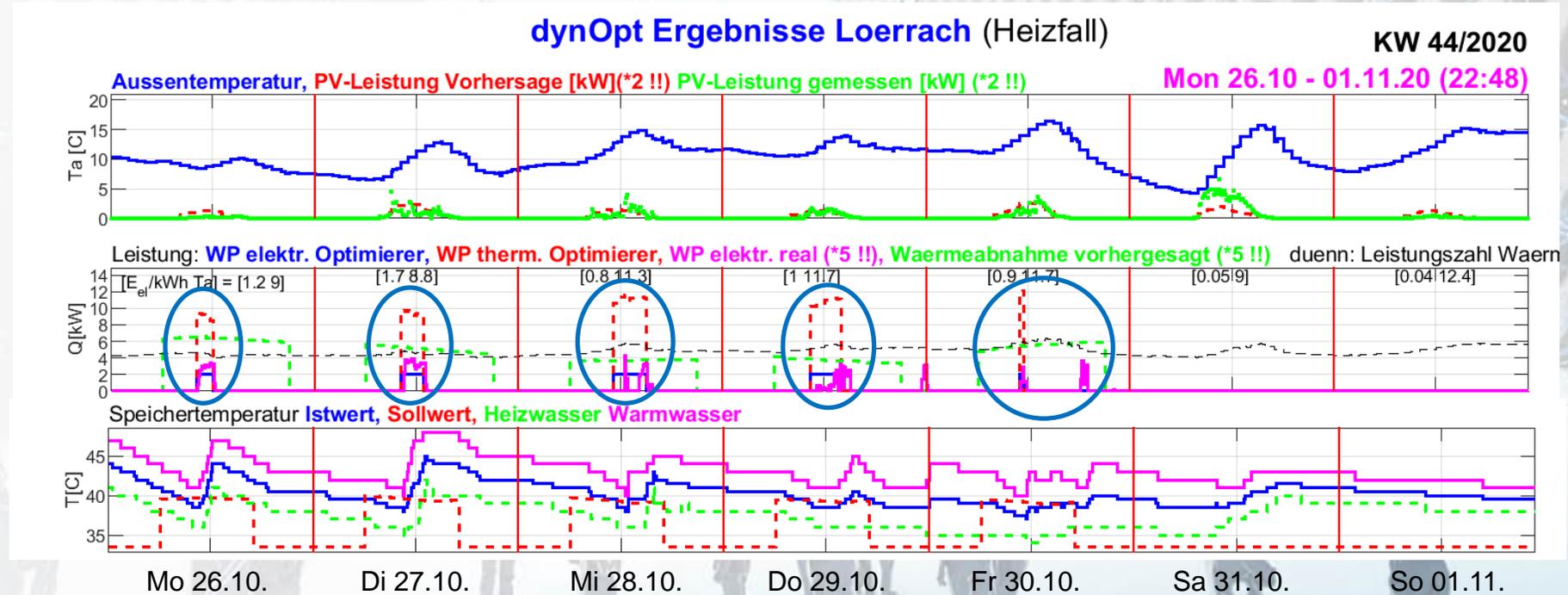
Nicht optimierter Betrieb der Wärmepumpe (29. – 31.10.2019)



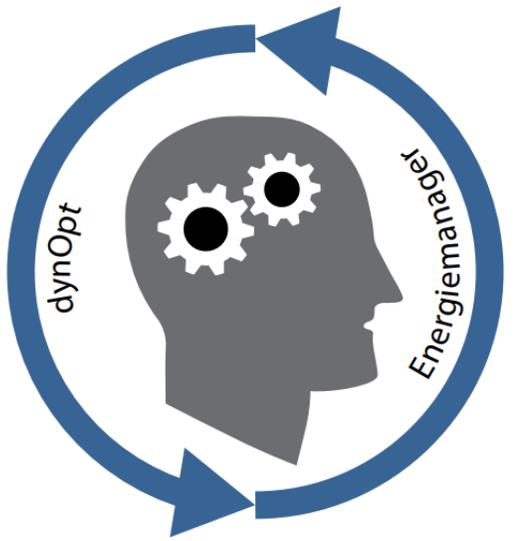
optimierter Betrieb

(26.10. – 1.11.2020)

→ bedarfsgerechte, kostenoptimierte Aktivierung der Wärmepumpe



Zusammenfassung und Ausblick



- **Energiemanager (Optimierer mit Verbrauchsprädiktion) als web-basierter Service implementiert**
- Konfiguration mit Wärmepumpe, PV, Gas, BHKW in verschiedenen Szenarien per Simulation untersucht
- Energiemanager seit 2019 an zwei Demonstratoren im Einsatz → gute Ergebnisse
- Aktuell Inbetriebnahme bei Mehrfamilienhaus mit BHKW, Gas, Batteriespeicher
- Kommerzielle Umsetzung in 2021 geplant

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Fraunhofer-Institut IOSB

Dr. Thomas Bernard

Fraunhoferstr. 1

76131 Karlsruhe

Tel. +49 721-6091-360

Mail thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de

Web www.iosb.fraunhofer.de/MRD

Consolar GmbH

Consolar Solare Energiesysteme GmbH

Gewerbestraße 7

79539 Lörrach

Tel. +49 30 5490 670 0

Mail ulrich.leibfried@consolar.de

Web <https://www.consolar.de>

Comgy GmbH

Simon Stürtz

Köpenicker Straße 154A

Aufgang D, 3. OG

10997 Berlin

Tel. +49 30 5490 670 0

Mail info@comgy.io

Web <https://comgy.io>

