



Energiemanager zur angebots- und bedarfsgerechten
Zuschaltung von Energieträgern

Dr. Thomas Bernard, Fraunhofer IOSB

Gefördert durch:



Beteiligte Standards



Anforderungen und Zielsetzung

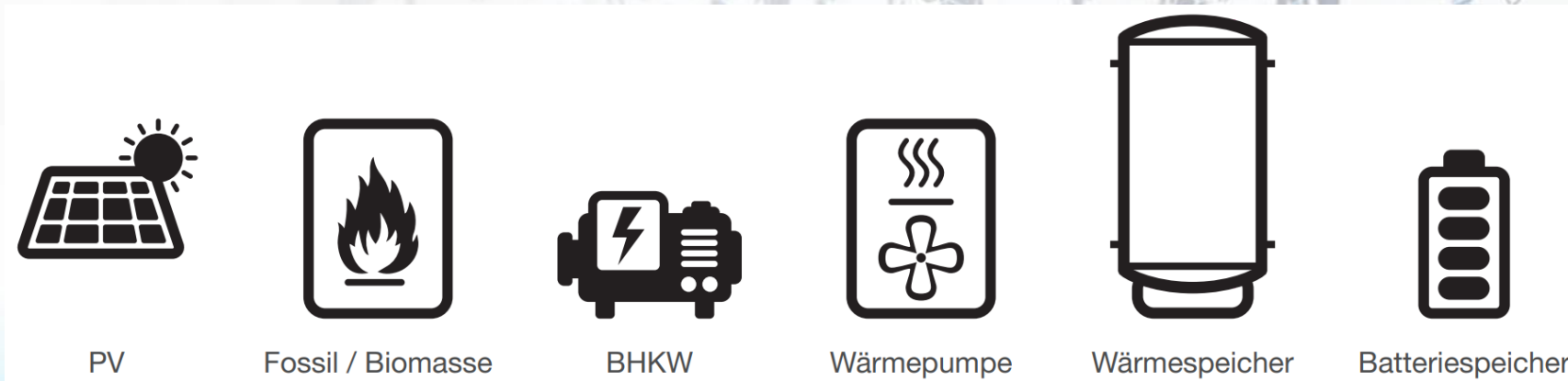
Anforderungen

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

Daher

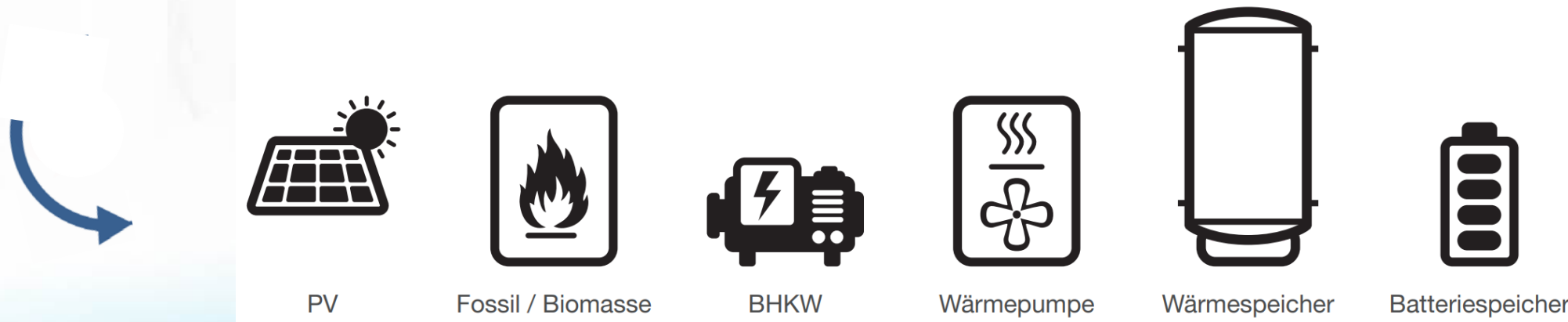
- Verschärfte nationale und europäische Verordnungen
- Erhöhte Anforderungen an die Gebäudetechnik (koordinierter und optimierter Betrieb)
- Forderung von wachsendem Anteil erneuerbarer Energien

Tendenz zu Multierzeugeranlagen mit hohem Anteil regenerativer Energien



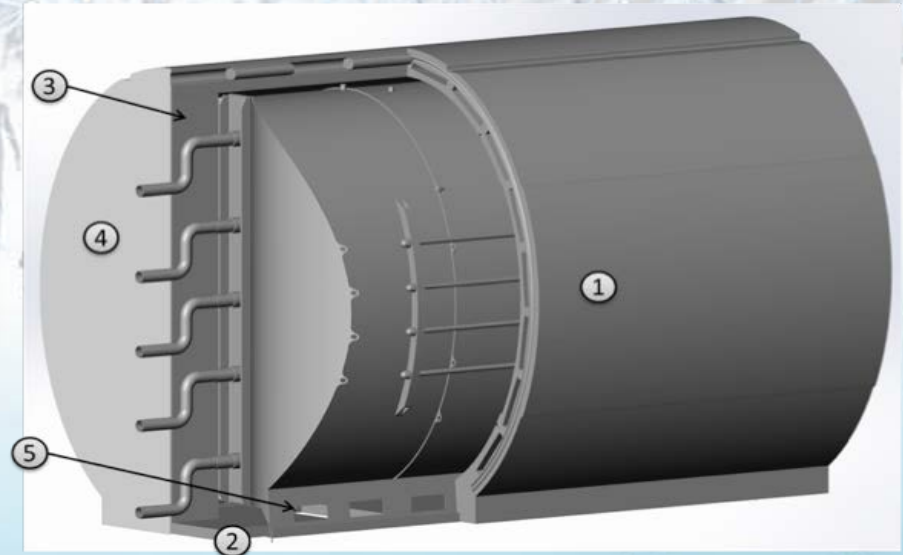
Projektziele

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.



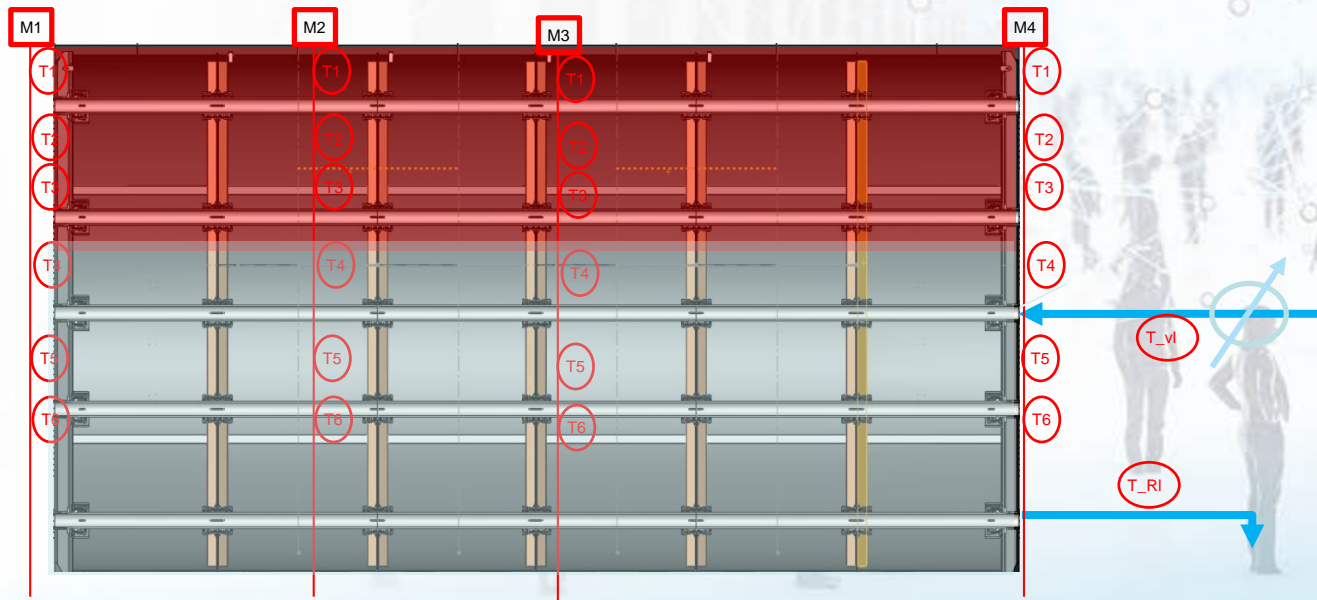
Hocheffiziente Mehrzonen-Schichtspeicher für hohe Be- und Entladevolumenströme

- **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



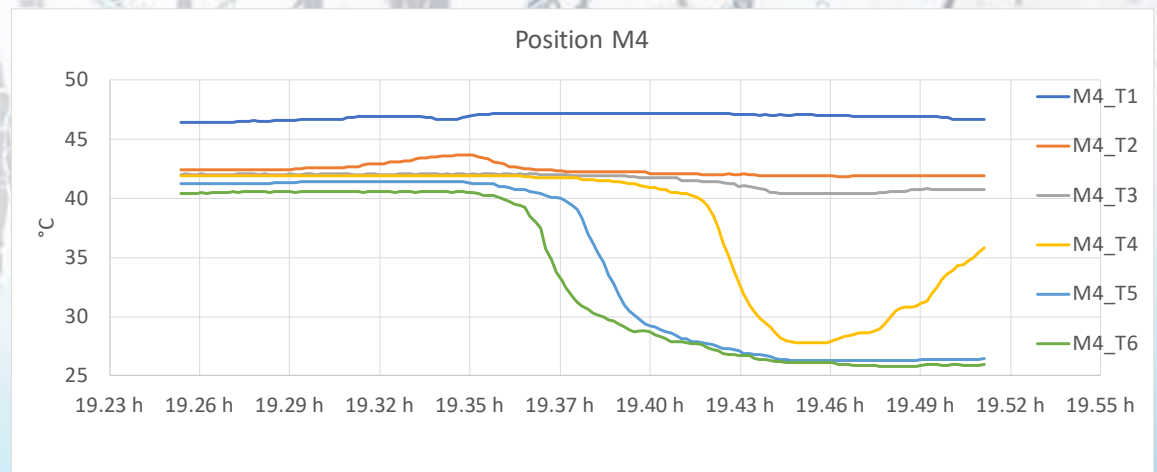
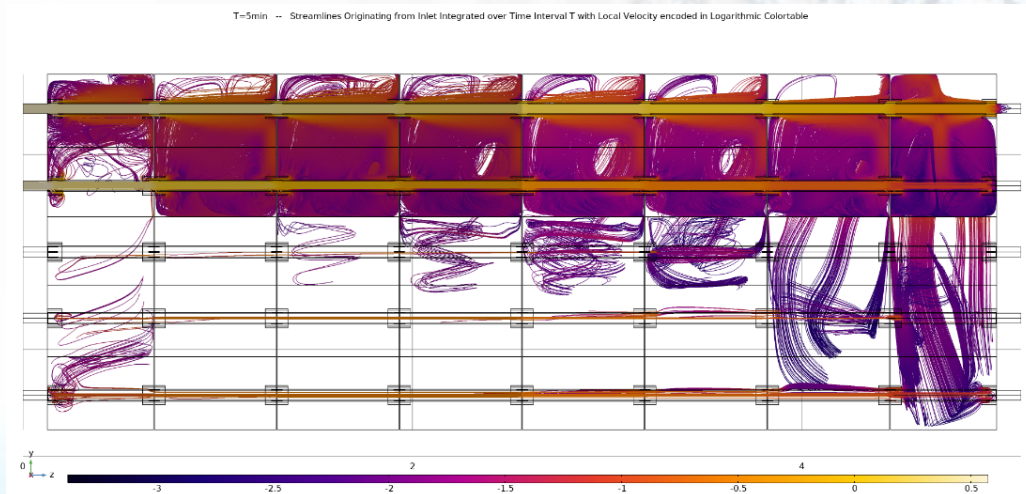
Hocheffiziente Mehrzonen-Schichtspeicher für hohe Be- und Entladevolumenströme

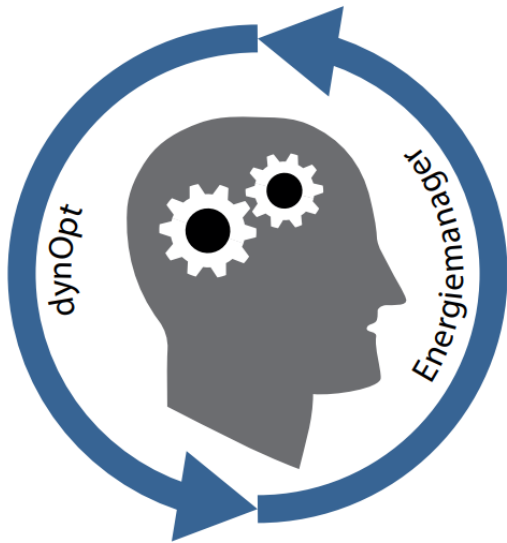
- **Ziel: Verifikation von CFD-Simulationsergebnissen mit realen Messungen**
- Vorkonditionierung der oberen Warmwasserzone mit warmen Wasser
- Durchmischung bei hohen Be- und Entladevolumenströme ($20 \text{ m}^3/\text{h}$) mit Kaltwasser.



Hocheffiziente Mehrzonen-Schichtspeicher für hohe Be- und Entladevolumenströme

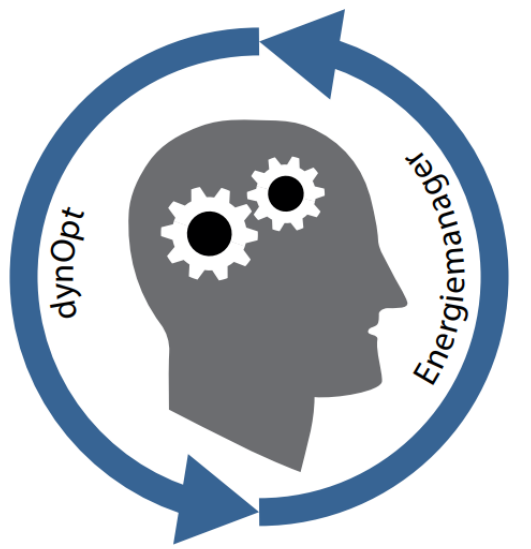
- Mit Trennblech gute Schichtentrennung zwischen WW-Bereich (oben) und Heizungsbereich (unten)
- aber: mit aktuellen Be- und Entladerohren ungleiche Entladung der Module
- **Neues Hydraulik-Konzept zur sicheren Zonentrennung entwickelt (Patent in Vorbereitung)**





- **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

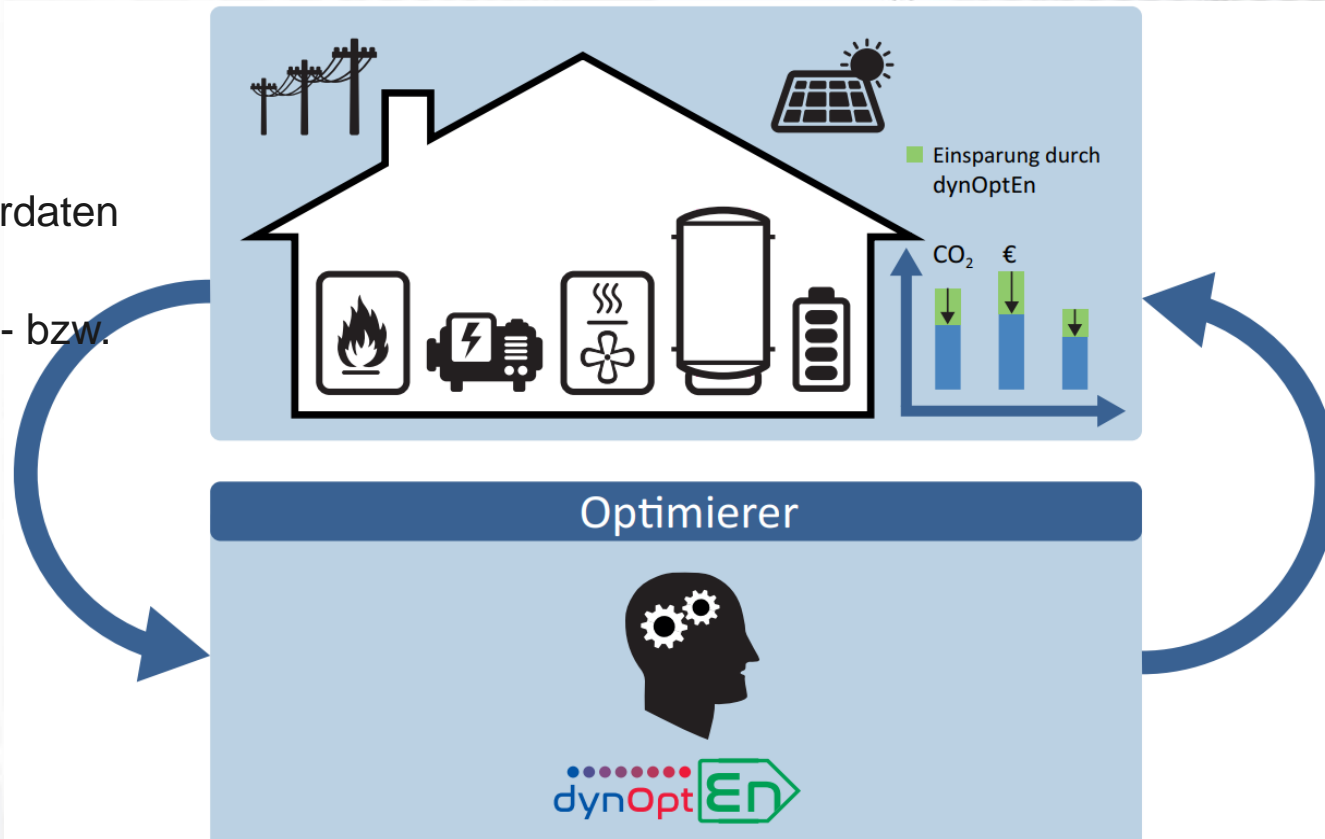
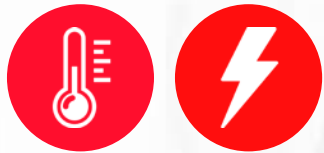
Universell

- 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



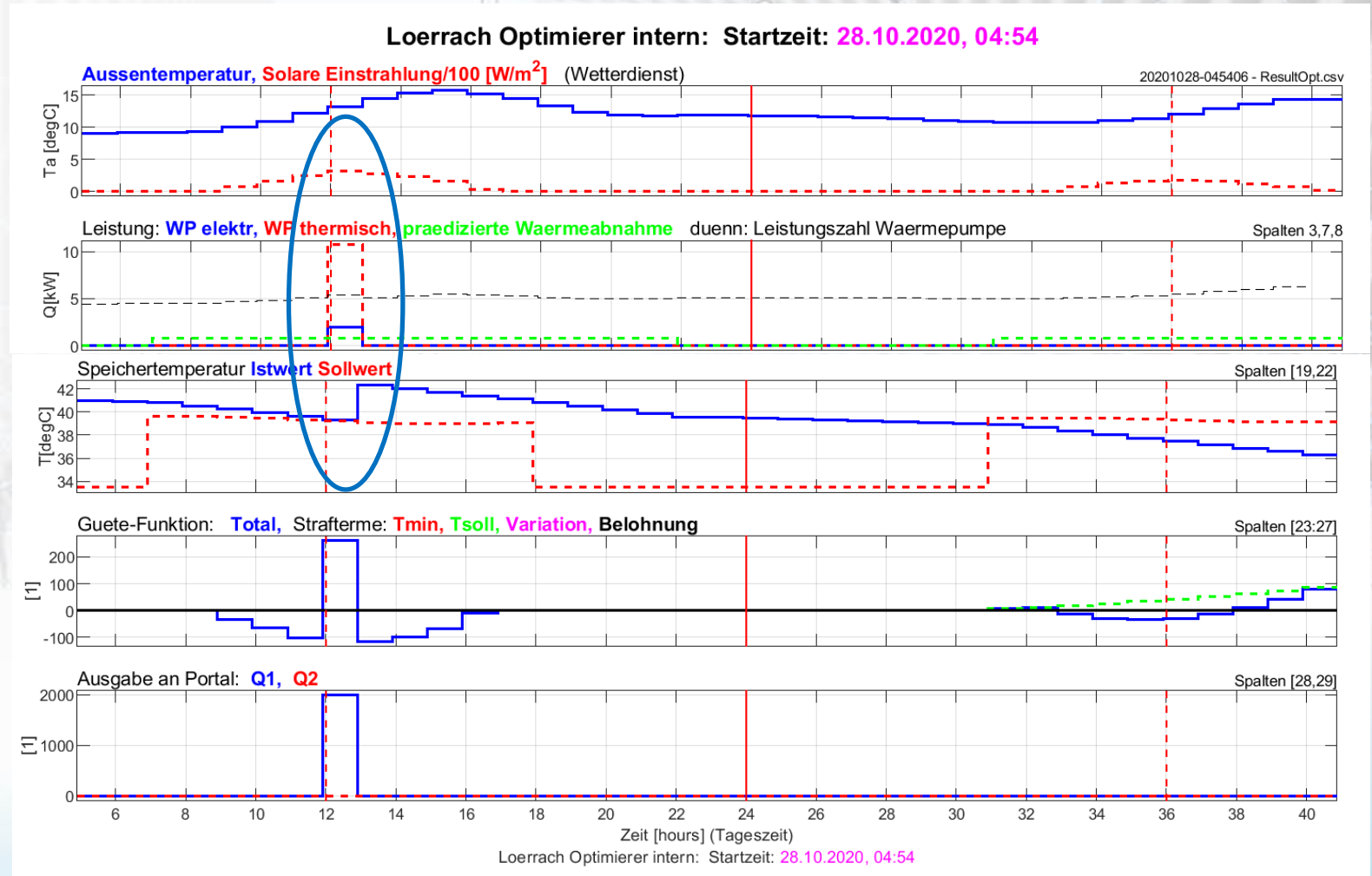
PROGNOSE

- 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)

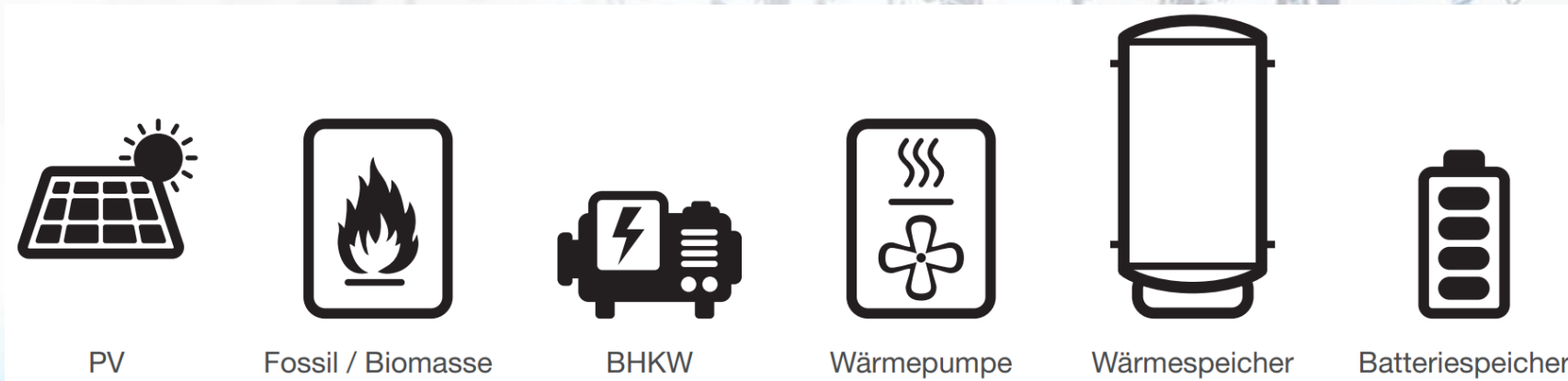
Prognose-Daten

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

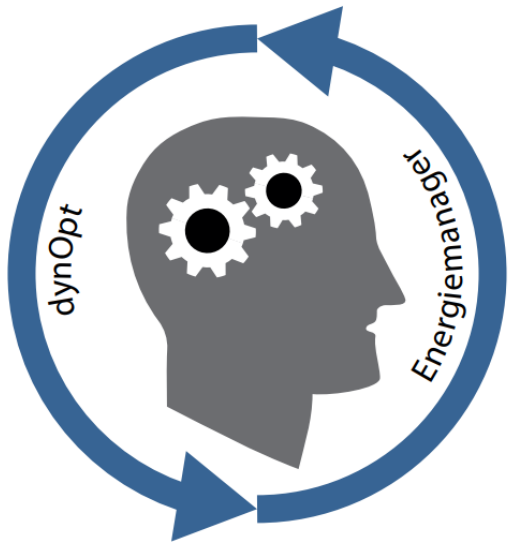
Anwendungsfälle

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

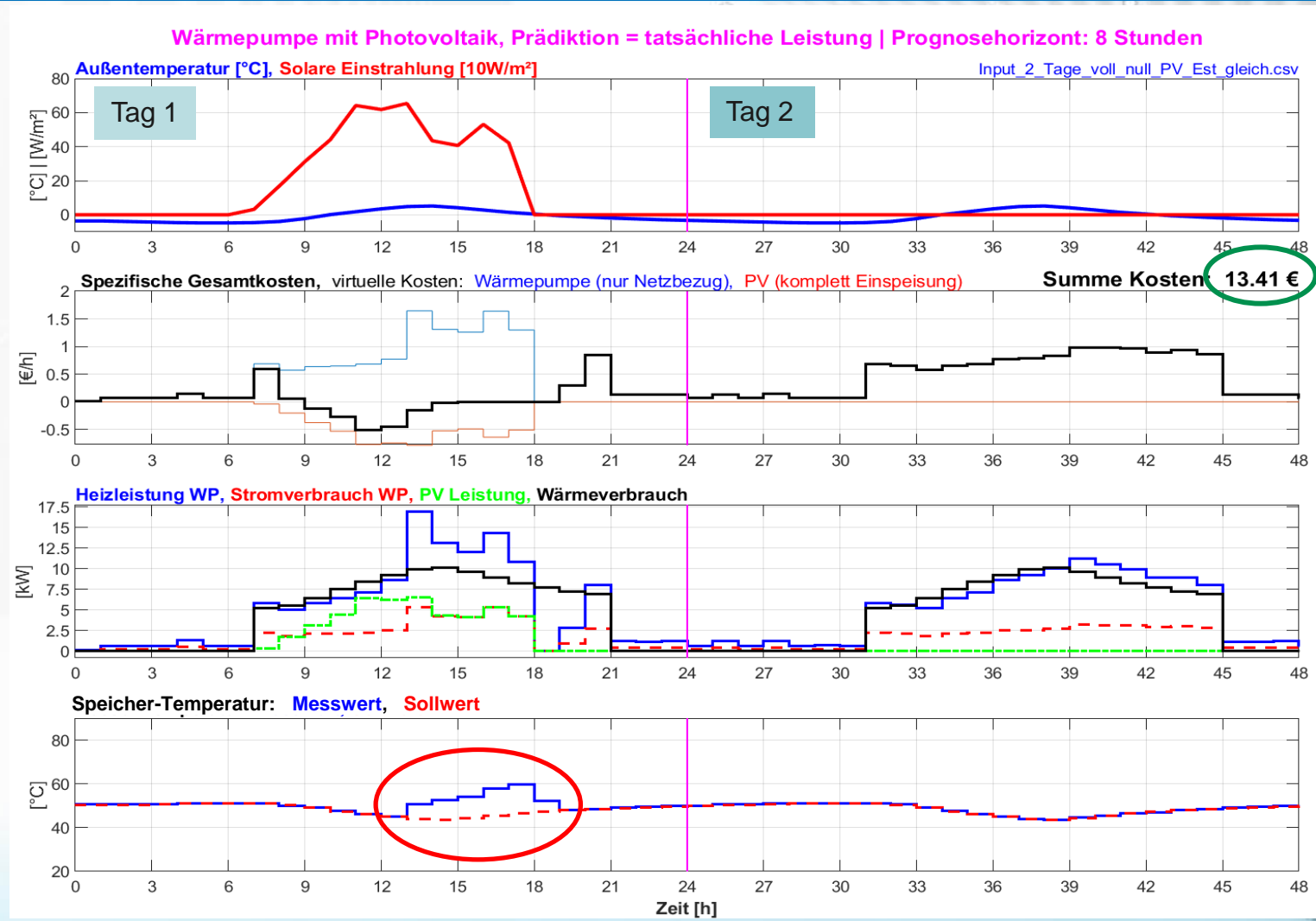
- **Höhere PV-Netzeinspeisung**
- **Heizleistung reduziert**
- **niedrigere Gesamtkosten**

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



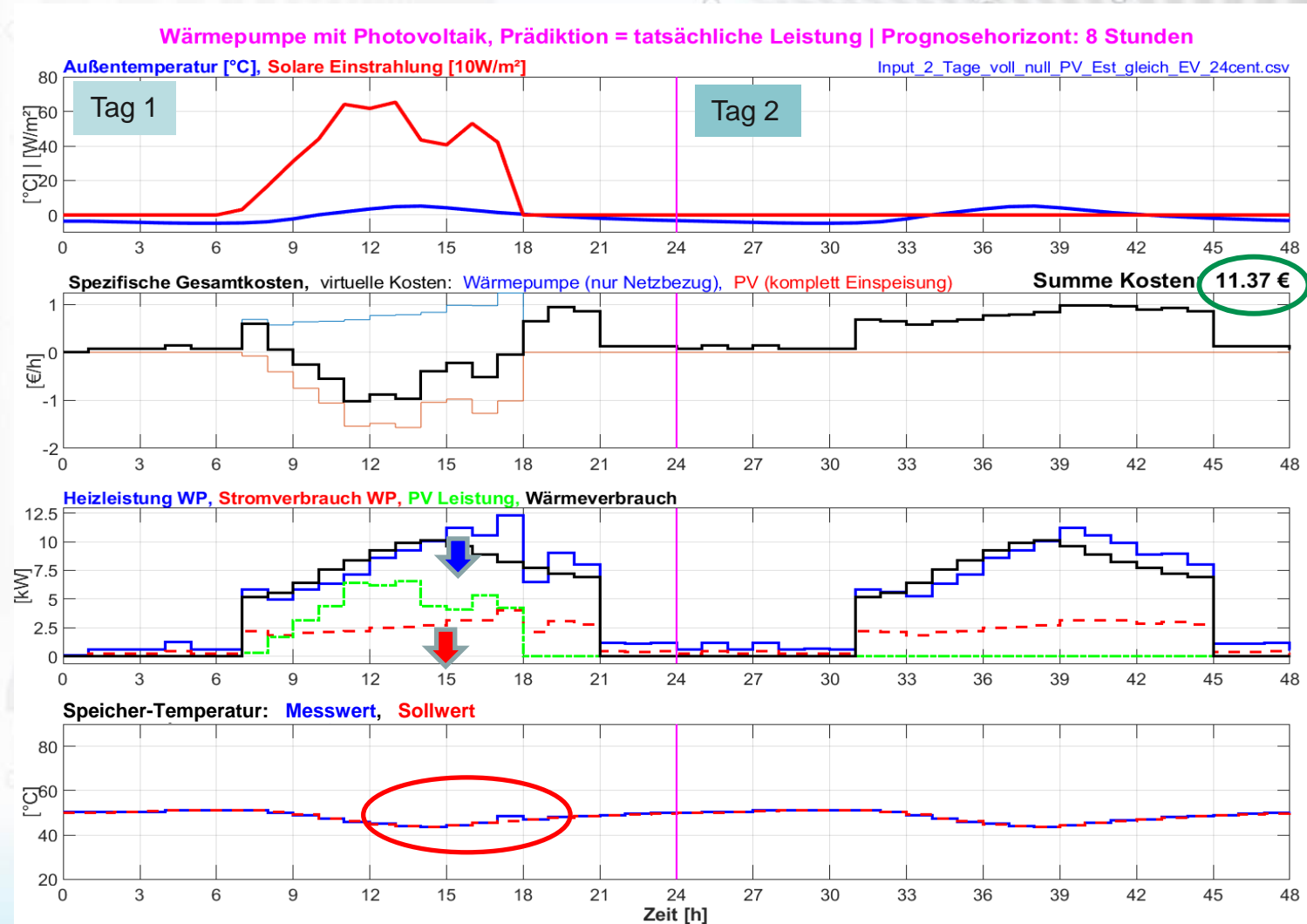
Simulationsergebnis | Einfluss PV-Einspeisevergütung

Tag 1: hohe Solarstrahlung
 Tag 2: keine Solarstrahlung

PV-Einspeisevergütung:
24 ct/kWh

Ergebnis:

- Höhere PV-Netzeinspeisung
- Heizleistung reduziert
- niedrigere Gesamtkosten

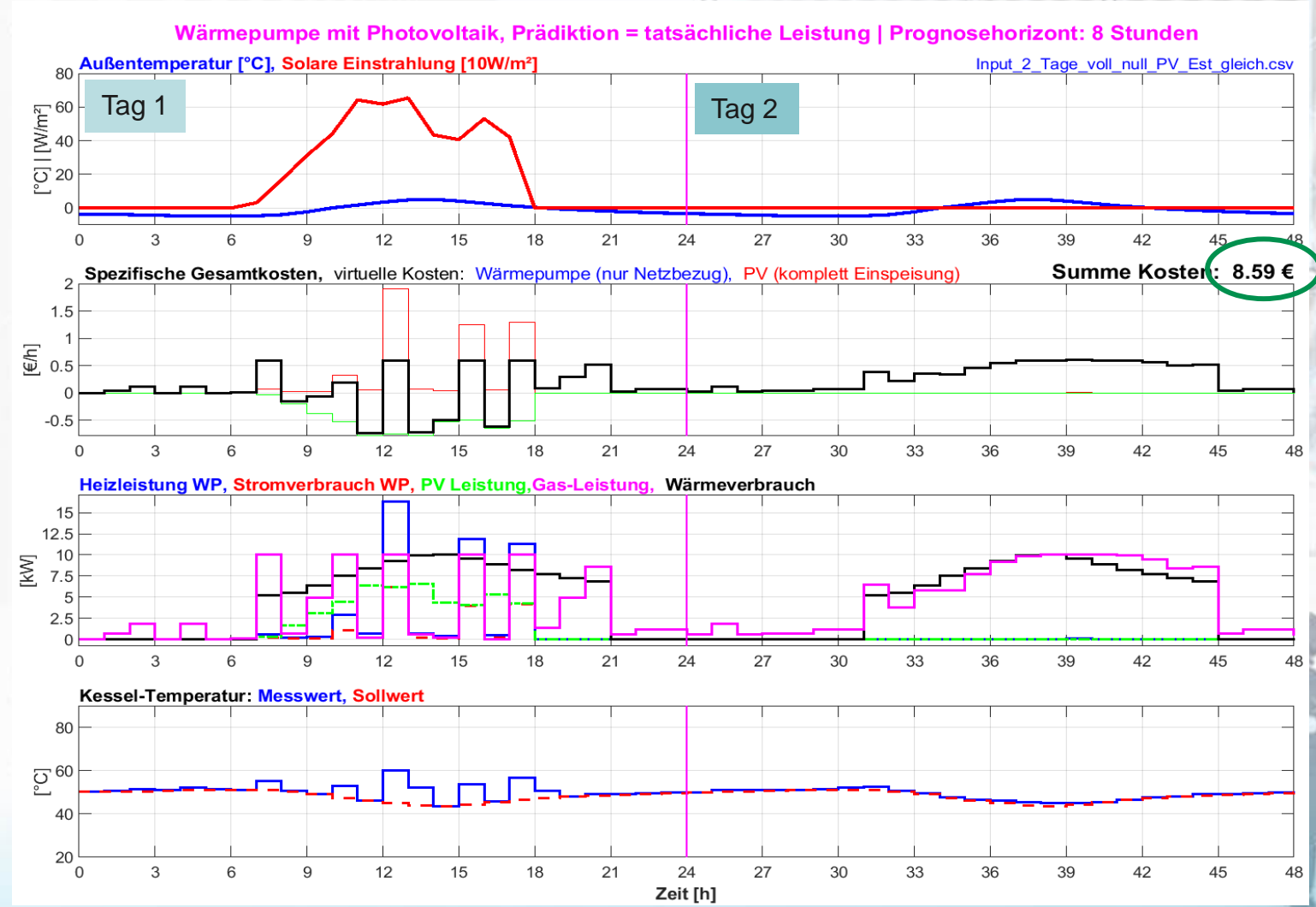


Simulationsergebnis | Einfluss PV-Einspeisevergütung + Gas verfügbar

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)

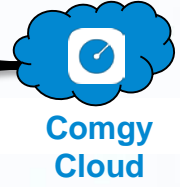


Stromzähler Gesamt

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

Montage-Übersicht

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 illustrates the energy flow and components of the demonstrator. It shows various energy sources (solar, wind, biomass) and storage units (batteries, thermal storage) connected to a central energy management system (EMS) and distributed energy resources (DER) like heat pumps and chillers.

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 building named 'Liegenschaft: DynOptEn_Loerrach-MultiConnect-9244'. The interface is divided into a left sidebar and a main content area.

Left Sidebar (Navigation):

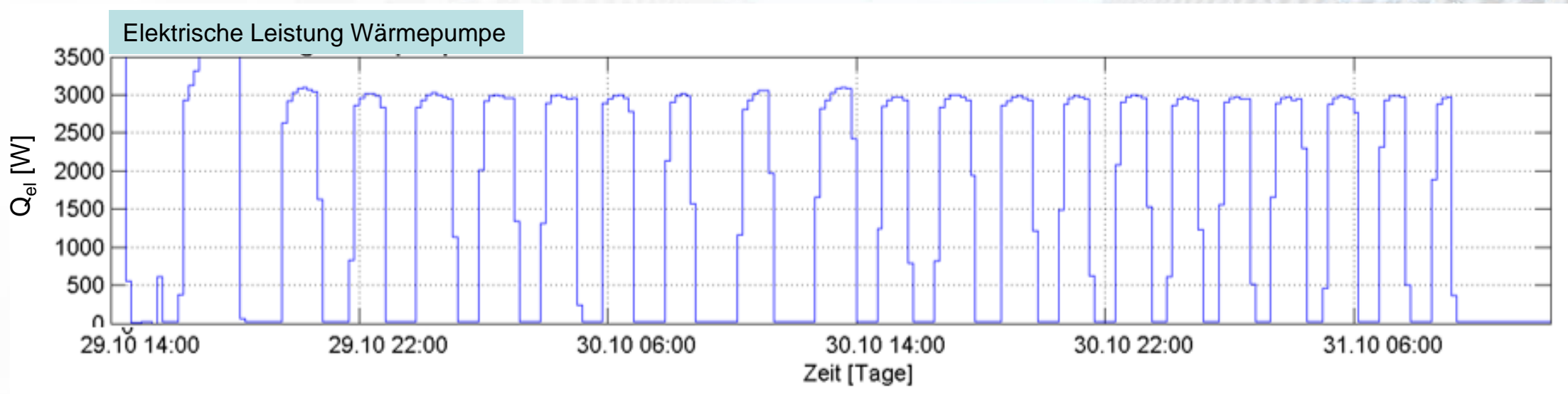
- Consolar
- Liegenschaften
 - Montage
 - Abrechnung
- Montage
 - Gateways
 - Zähler
 - Sensoren
- Disposition
 - Termine-Manager
 - Heizkörperbewertung
 - Gerätemanager
 - Monteure
 - Gerätemodelle
 - Probleme-Manager
- Automation
 - Datenroboter
 - Alarmregeln
- DE Deutsch

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 --

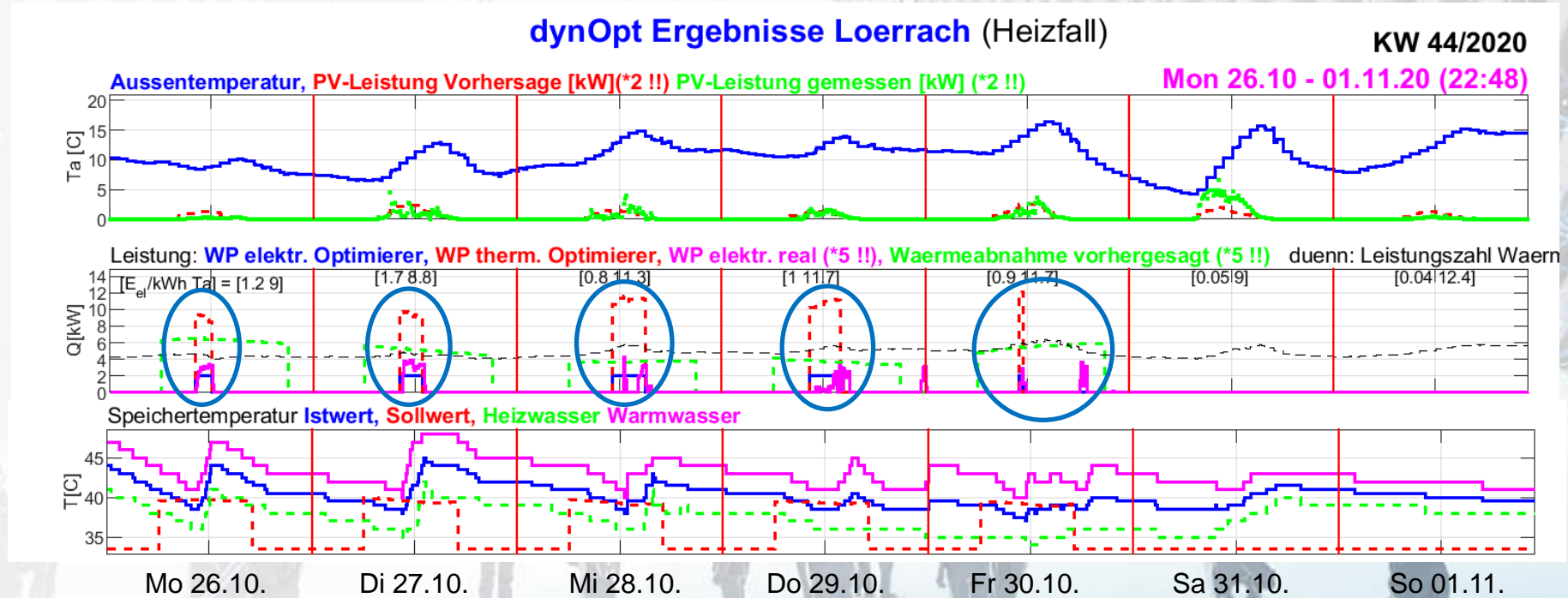
Nicht optimierter Betrieb der Wärmepumpe (29. – 31.10.2019)



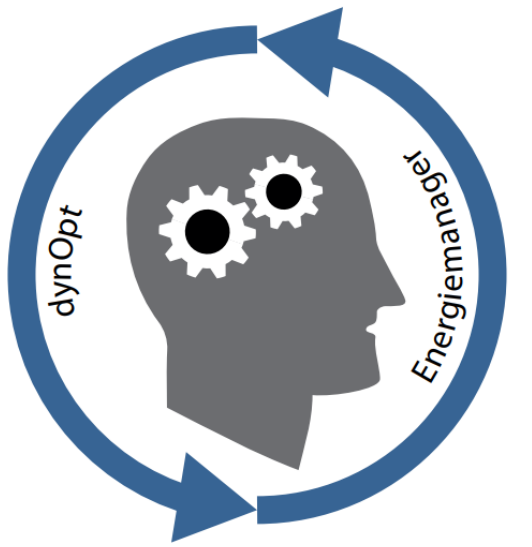
optimierter Betrieb

(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>

