



Herzo Base – Energiespeicherhäuser:

Ein energieflexibles Gebäude- und
Energiekonzept von morgen

Christina Betzold, Arno Dentel, Wolfgang Krcmar,
Felix Kugler, Günter Kießling, Kyriaki Koutrouveli

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

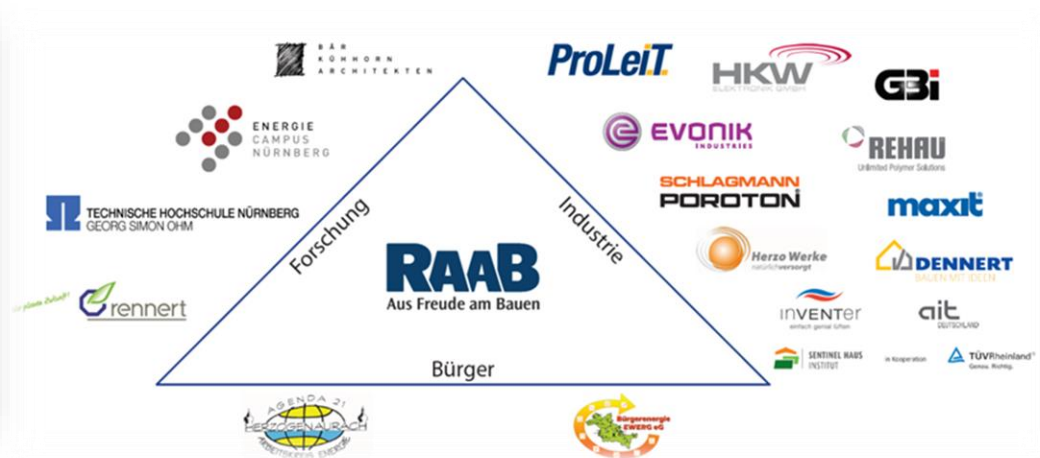
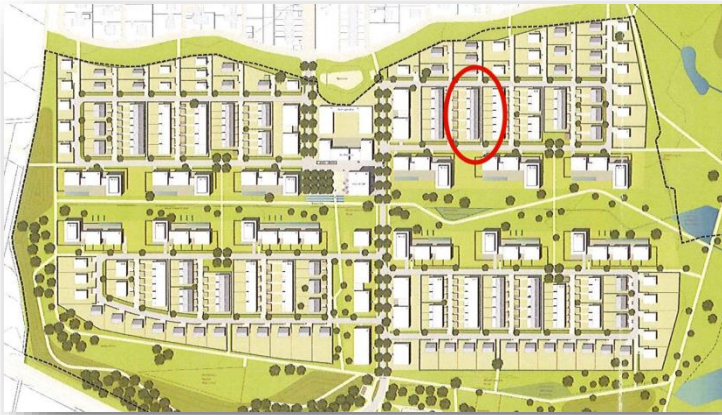
FK 03ET1364A

Agenda

1. Projektvorstellung
2. Schwerpunkte – aktive und passive Komponenten
3. Energiekonzept
4. Prädiktive Betriebsführungsstrategie
5. Monitoring
6. Zusammenfassung

1. Projektvorstellung

- Herzo Base ist ein neuer Stadtteil der Stadt Herzogenaurach
- Projektidee „Effiziente Gebäude“ wurde von den Bürgern angestoßen
- Forschungsbedarf identifiziert und Projektförderung durch das BMWI im Rahmen von EnOB
- 2016 bis 2017 wurden acht Reihenhäuser als KfW-Effizienzhaus 40 Plus errichtet



2. Schwerpunkte

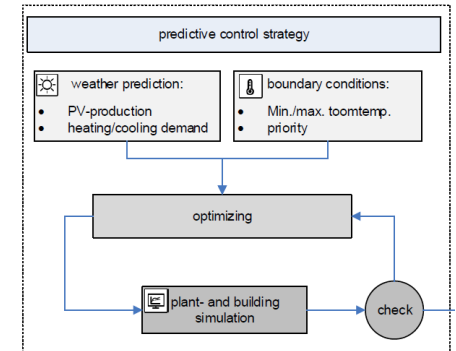
Passive Komponenten



Höchstwärmedämmende
Materialien



Aktive Komponenten



Prädiktive Betriebsführung

Projektziele:

- Erprobung neuer Baustoffe in der Praxis
- Steigerung des PV-Eigenverbrauchs durch Minimierung des Energiebedarfs und durch den Einsatz von Speichern und prädiktiven Betriebsführungsstrategien

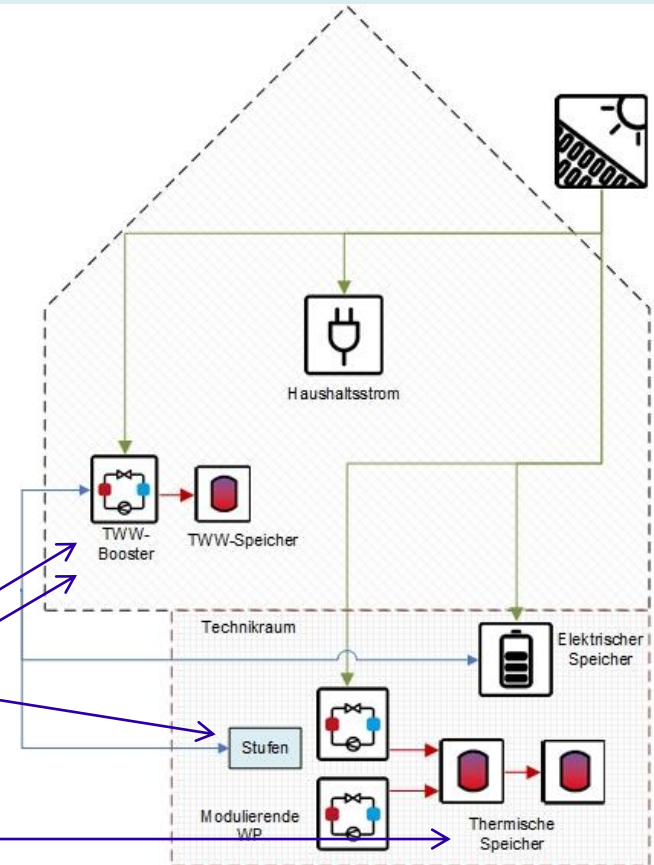
3. Energiekonzept

Anlagentechnik mit gemeinsamer Energiezentrale

- 2 geothermische Wärmepumpen
- 7 Erdwärmesonden mit passiver Kühlung
- 8 dezentrale Brauchwasser-Wärmepumpen
- Thermische Speicherkaskade
- Batterie (gemeinsame Nutzung)
- Regelungsstrategien

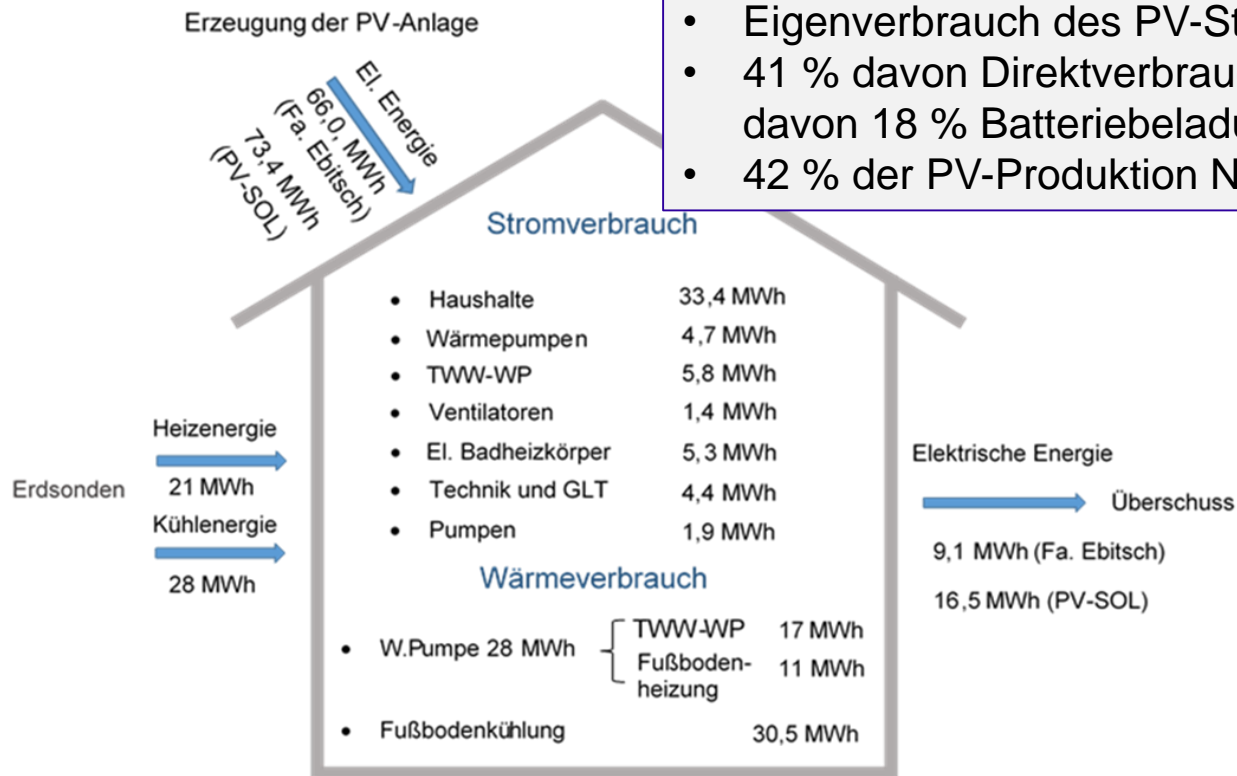
Vorteile:

- Verschiebung von elektrischen Lastspitzen
- Hygiene und Warmwassertemperatur
- Nutzung von PV-Überschuss



3. Energiekonzept

Jahresenergiebilanz

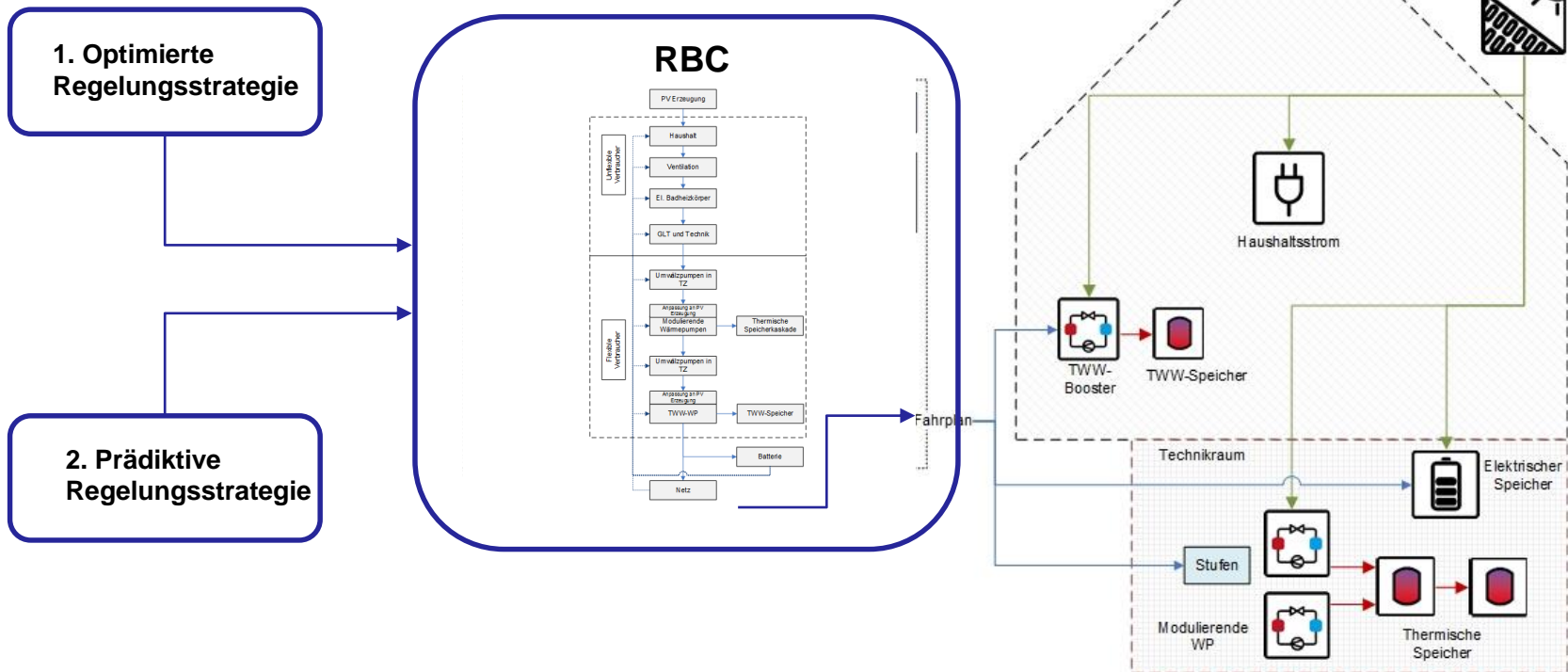


- Eigenverbrauch des PV-Stroms 59 %
- 41 % davon Direktverbrauch im Haus, davon 18 % Batteriebeladung
- 42 % der PV-Produktion Netzeinspeisung

Gesamtenergetische Bewertung in TRNSYS 17

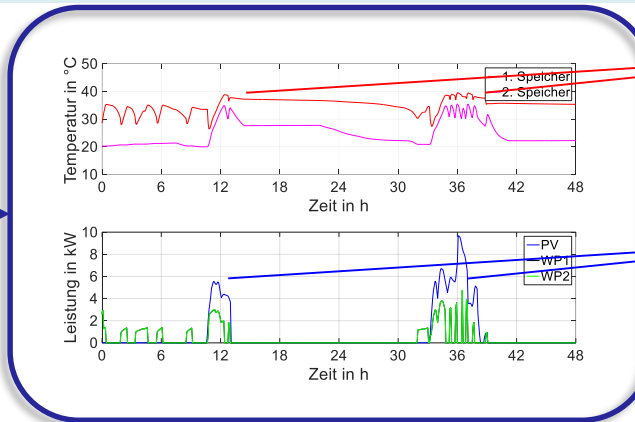
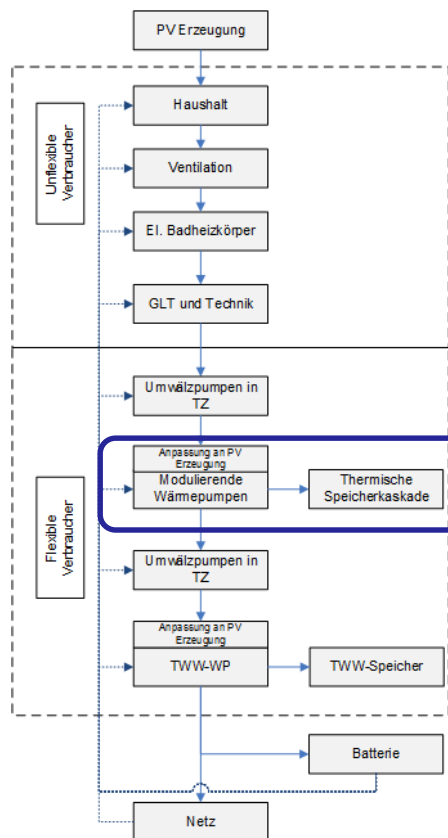
3. Energiekonzept

Regelungsstrategien



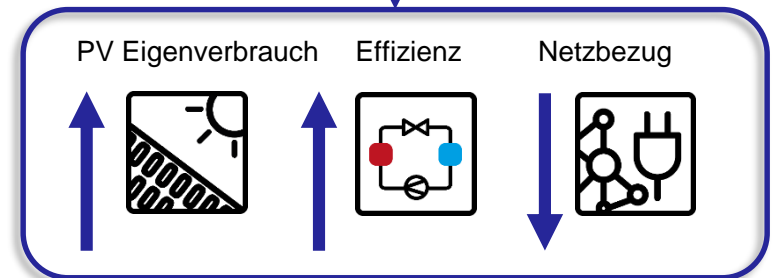
3. Energiekonzept

Optimierte Regelungsstrategie - modulierende Wärmepumpen



Speicherladung

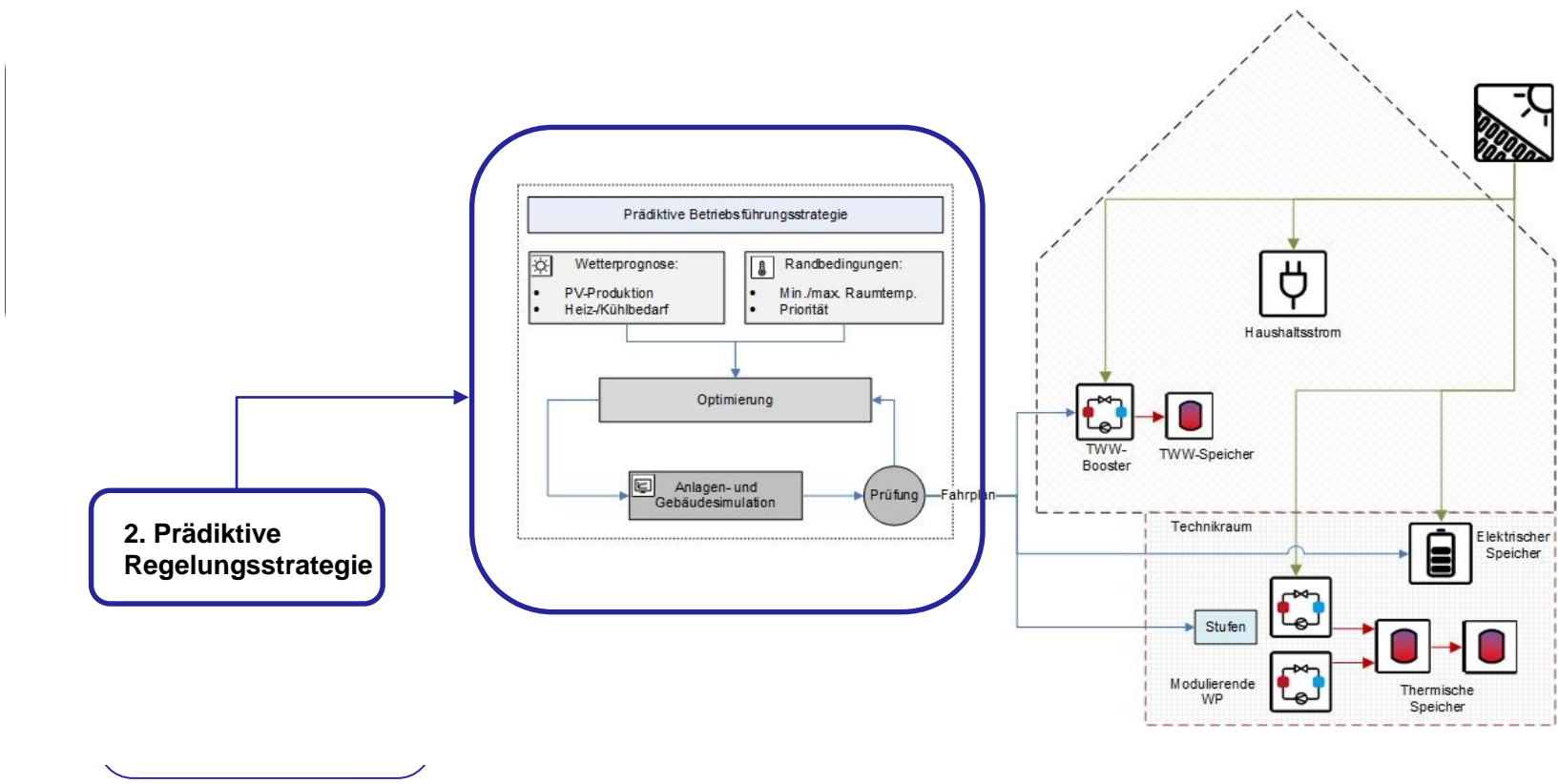
PV-Überschuss



1. Erhöhung der PV Eigenverbrauchs um 21 %
2. Reduzierung der maximalen Lastspitze um 24 %

4. Prädiktive Regelungsstrategie

Betriebsführung durch Model Predictive Control (MPC)



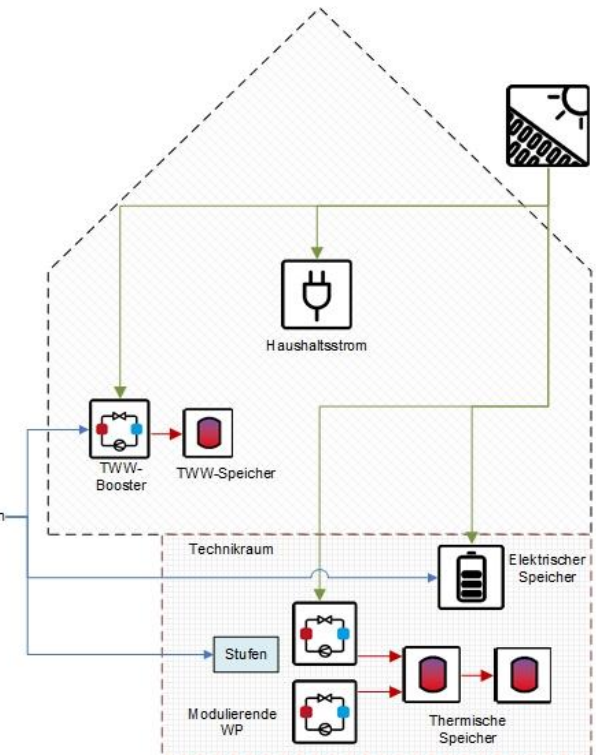
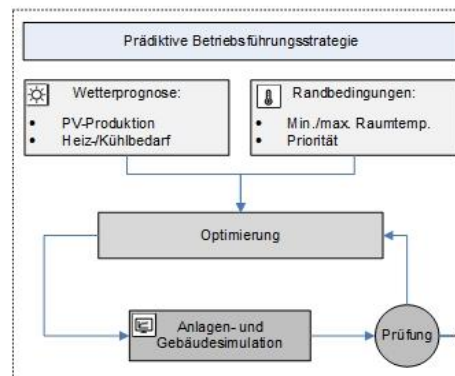
4. Prädiktive Regelungsstrategie

Optimierter Betrieb der Anlagentechnik von Herzo Base

Optimierung von:

- 2 modulierenden Wärmepumpen
- 8 Boostern
- 1 Batterie

- **Vorausschauender Betrieb**
- **Aufteilung der PV-Produktion**
- **Kostenoptimiert**
- **Unsicherer Betrieb (Wetterprognose)**
- **Ziel: Einsparung um ca. 5%**



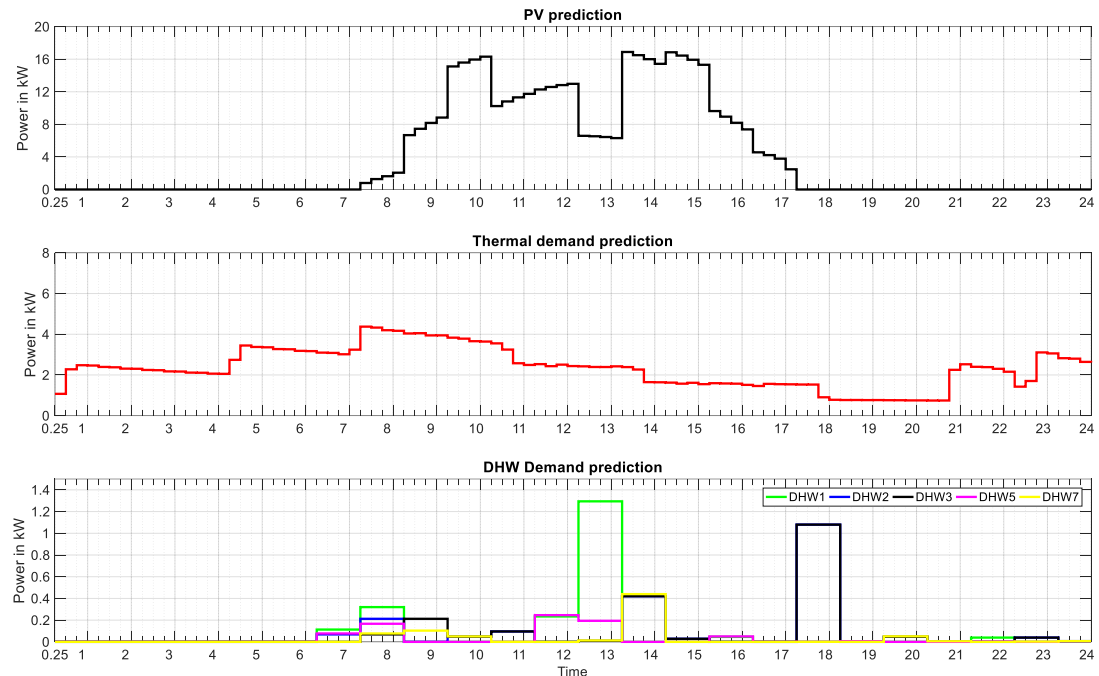
4. Prädiktive Regelungsstrategie

Optimierter Betrieb der Anlagentechnik von Herzo Base

Daten aus TRNSYS Simulation des Tages 19. Februar

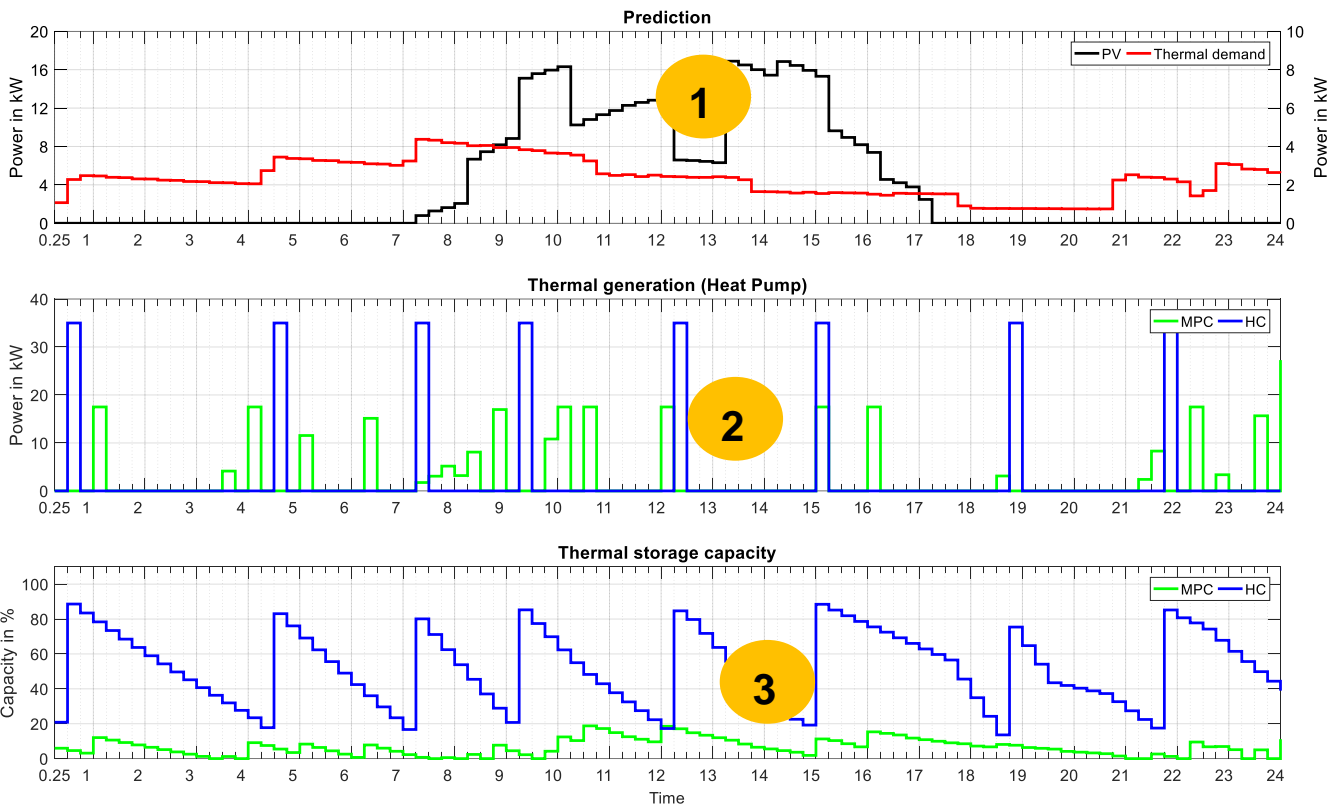
Thermische Last	56,4	kWh
Warmwasserbedarf	7,7	kWh
Elektrische Last	23,4	kWh
PV-Erzeugung	99,8	kWh

Netzstrompreis	0,28	€/kWh
PV/Bat.- Strompreis	0,12	€/kWh
Einspeisevergütung	0,11	€/kWh



4. Energieeffizienz und Speicherung im Wohngebäude

Daten aus TRNSYS Simulation des Tages: 19. Februar



1. Weniger PV-Produktion
2. Keine Wärmeerzeugung
3. Nutzung des Speichers

Einsparung 12 %

MPC: Model predictive control (2800 l Speicher), HC: Heat control (800 l Speicher), Startbedingung: 2.78 kWh im therm. Speicher, 5 kWh in Batterie

4. Prädiktive Regelungsstrategie

Optimierter Betrieb der Anlagentechnik von Herzo Base

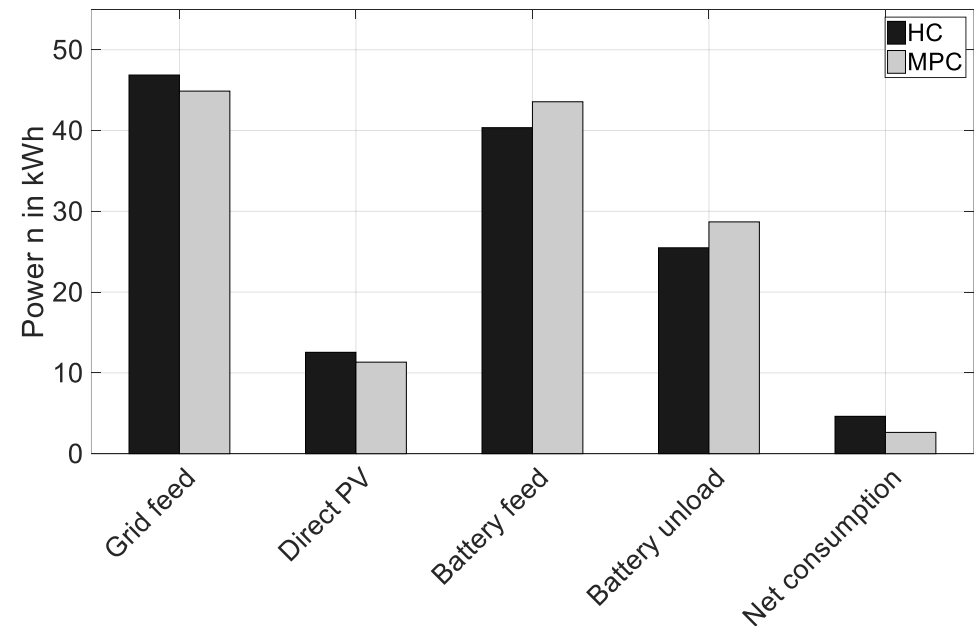


MPC: Model predictive control (2800 l Speicher), HC: Heat control (800 l Speicher), Startbedingung: 2.78 kWh im therm. Speicher, 5 kWh in Batterie

4. Prädiktive Regelungsstrategie

Optimierter Betrieb der Anlagentechnik von Herzo Base

- Erhöhung der Batterienutzung um 8 % und 13 %
- Reduzierung der PV Direktnutzung um 10 %
- Reduzierung der Netzeinspeisung um 4 %
- Reduzierung des Netzbezugs 43 %

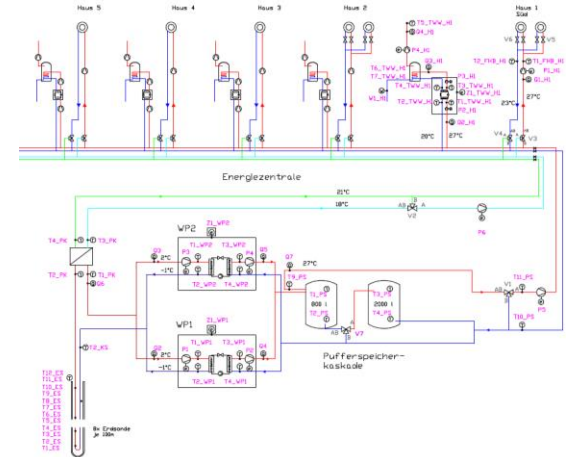
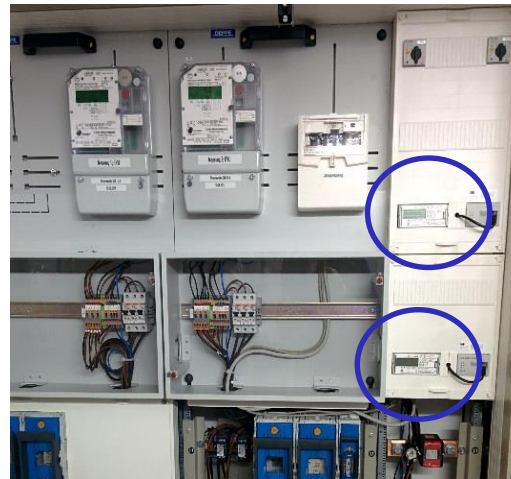


→ Herzo Base: Eine Kostenersparnis von 12 %

MPC: Model predictive control (2800 l Speicher), HC: Heat control (800 l Speicher), Startbedingung: 2.78 kWh im therm. Speicher, 5 kWh in Batterie

5. Monitoring

- Ab November 2017 einjähriges Intensivmonitoring mit Betriebsoptimierung
- Messstellen in den Gebäuden
- Raumtemperatur und Raumluftfeuchte
- Strom- und Wärmemengenzähler für Bilanzgrenzen
- Messstellen in den Bauteilen (Wärmestrom, Temperatur, Feuchte)
- Monitoring von 2 EWS mit je 6 Messstellen



5. Monitoring

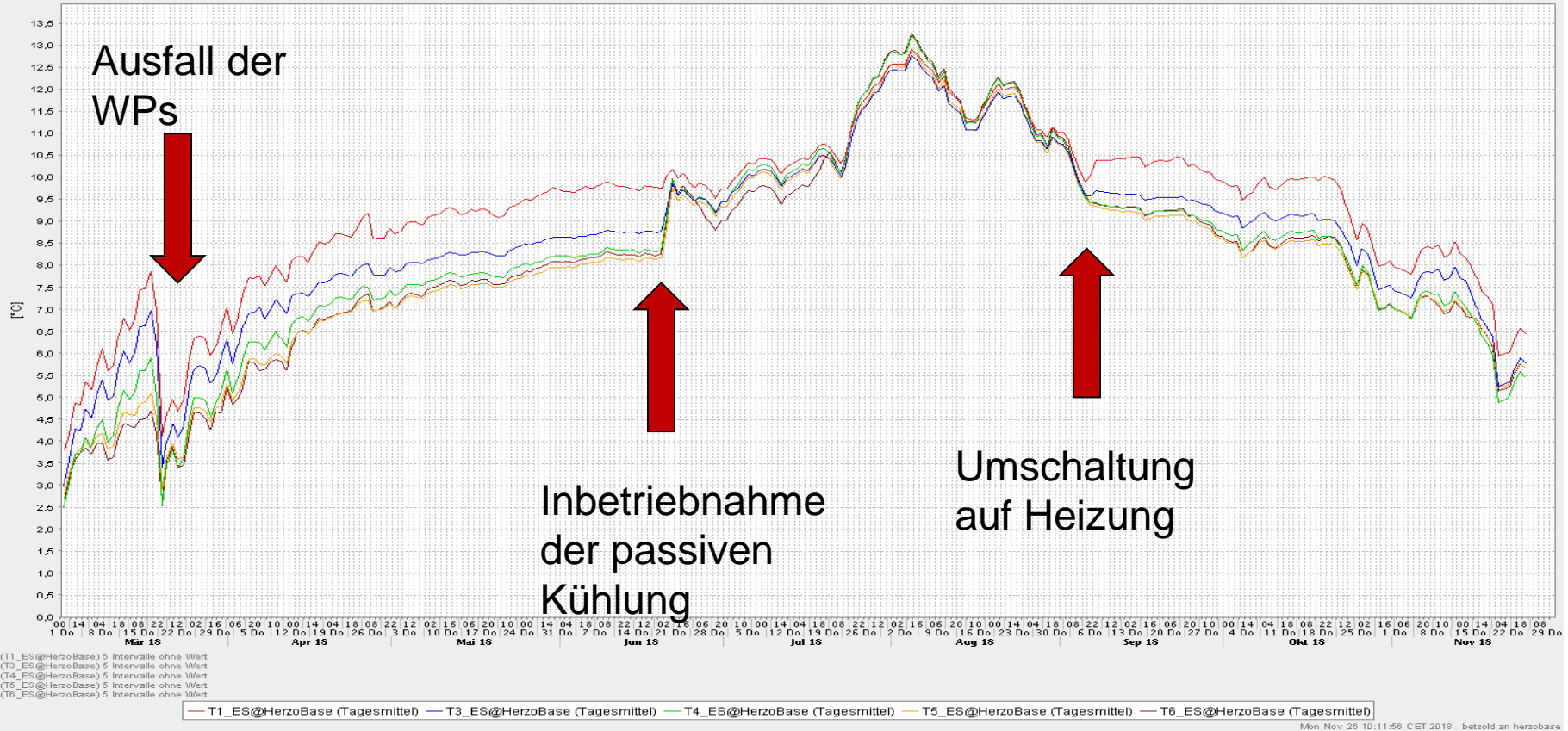


Monitoring von zwei Erdsonden

5. Monitoring

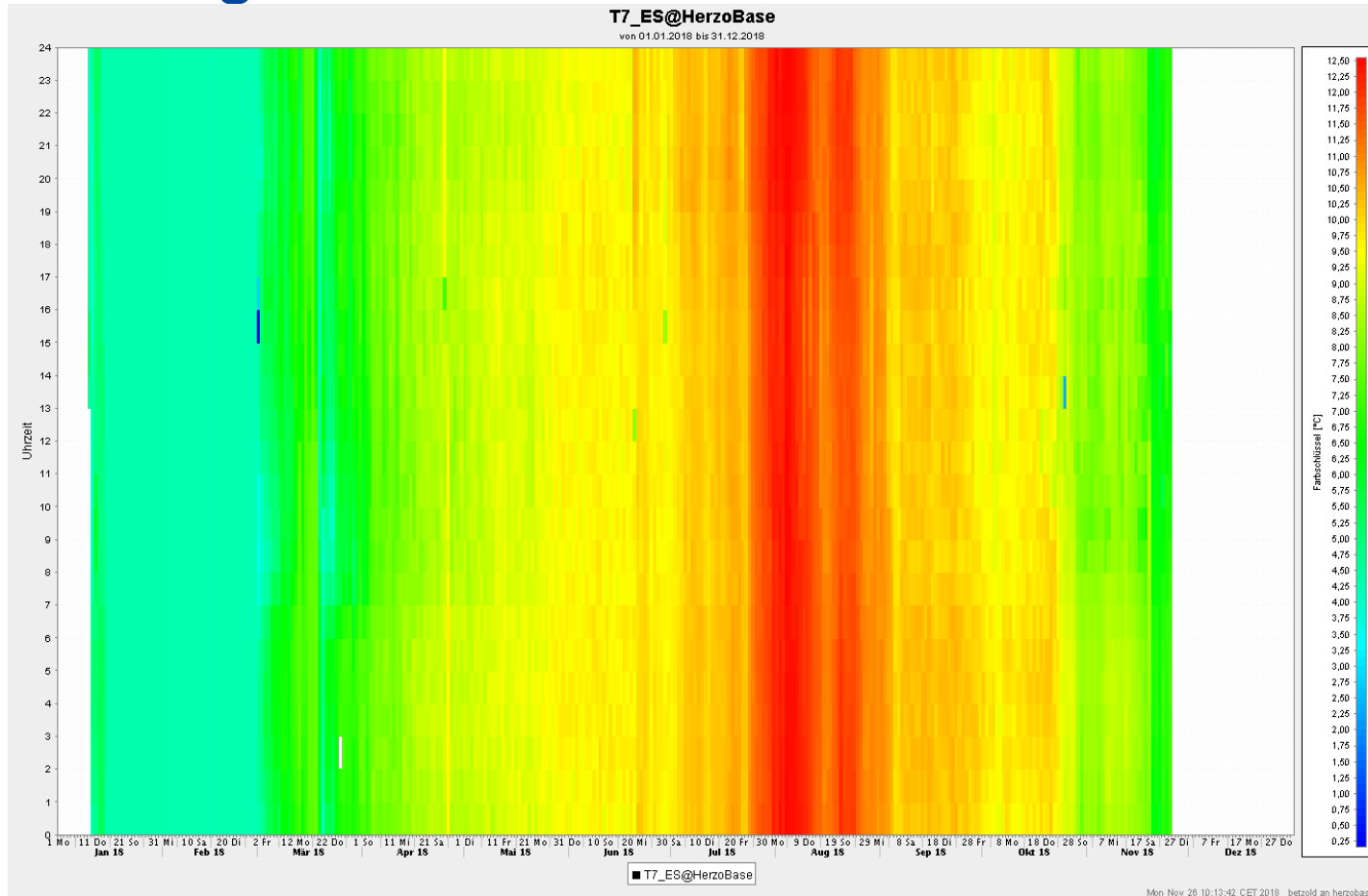
T1_ES@HerzoBase, T3_ES@HerzoBase, T4_ES@HerzoBase, T5_ES@HerzoBase, T6_ES@HerzoBase

von 01.03.2018 bis 30.11.2018



Temperaturverlauf der Erdsonden von März bis November 2018

5. Monitoring



Temperaturverlauf in 99 m Tiefe von Januar bis November 2018

5. Monitoring

Arbeitszahlen der Wärmepumpen für **Oktober 2018**

- WP1: 4,4
- WP2: 4,5
- Wärmepumpenanlage: 4,3
- Wärmequellenanlage: 87

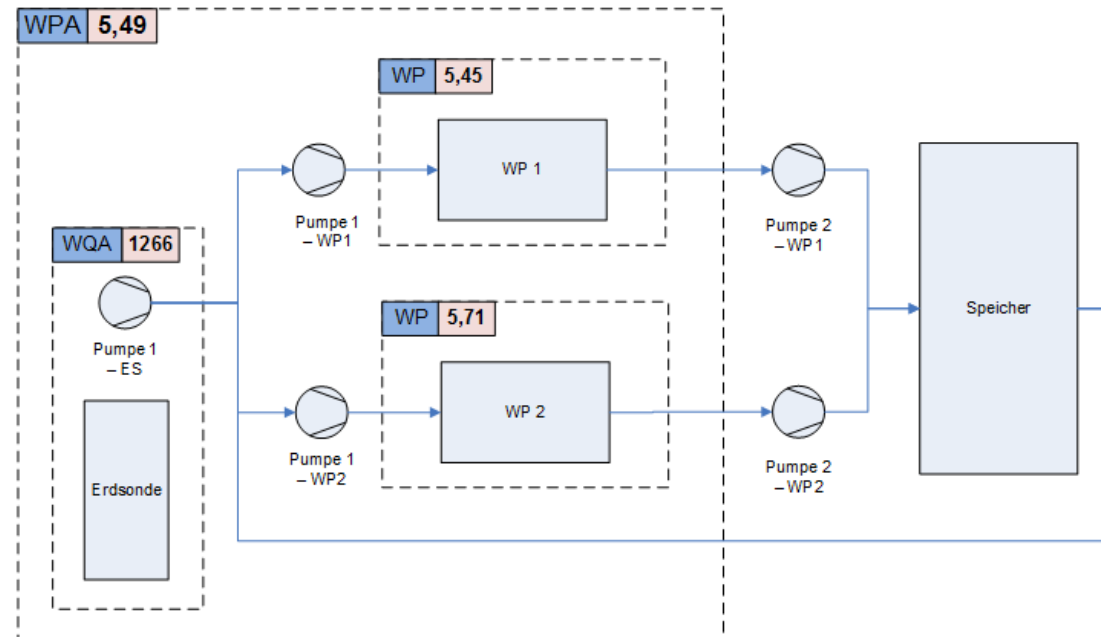
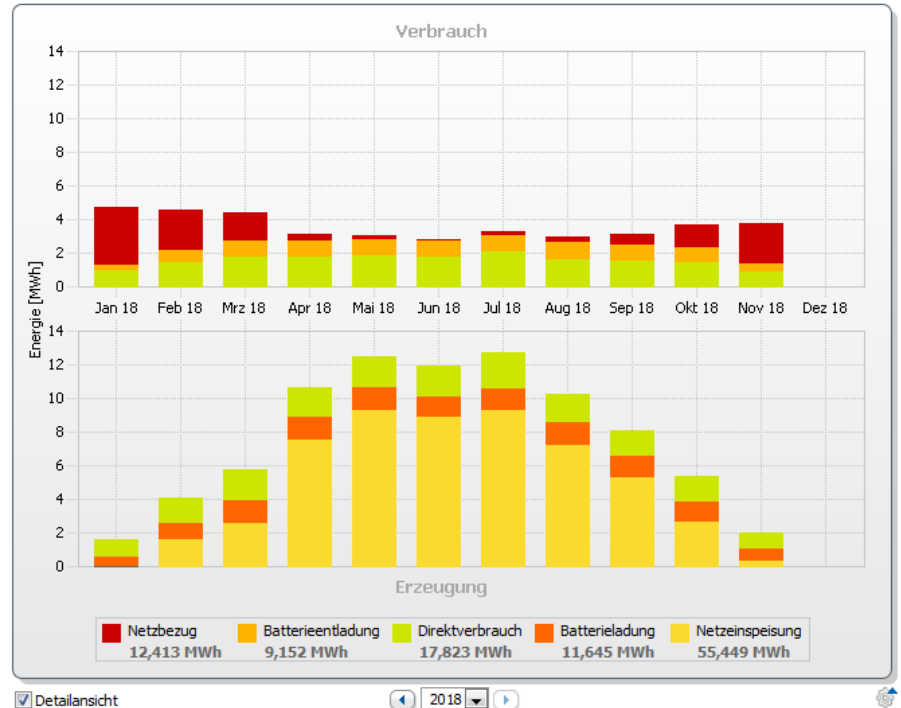


Abb: JAZ aus der Simulation mit Trnsys 17

5. Monitoring

- Auswertung Januar 2018 bis Oktober 2018
- Einzugsphase von Dezember 2017 bis April 2018
- RBC ist aktuell in der Betriebsoptimierung
- Autarkiequote: 68 %
- Jahresverbrauch: 39,4 MWh
- Jahresertrag: 84,7 MWh



▼ Bilanz

■ Jahresverbrauch	39,387 MWh	■ Jahresertrag	84,674 MWh
■ Netzbezug	12,413 MWh	■ Eigenverbrauch	29,300 MWh
■ Eigenversorgung	26,974 MWh	■ Batterieladung	11,645 MWh
■ Batterieentladung	9,152 MWh	■ Netzeinspeisung	55,449 MWh
■ Direktverbrauch	17,823 MWh		
Autarkiequote 68 %		Eigenverbrauchsquote 35 %	
		Direktverbrauchsquote 21 %	

Stand: 26.11.2018

6. Zusammenfassung

Fazit

- 8 Reihenhäuser als KfW-Effizienzhaus 40 Plus mit gemeinsamer Energiezentrale
- Einsatz von optimierter Betriebsführung steigert PV-Eigenverbrauch um 21% und reduziert Lastspitzen um 24%
- Prädiktive Regelstrategie bietet weiteres Optimierungspotential
- Systemintegration der Einzelkomponenten sehr aufwendig und langwierig

Ausblick

- Erprobung der modellprädiktiven Regelstrategie
 - Erprobung von innovativen Baustoffen
- Praxistest an den Herzo Base - Energiespeicherhäusern

Vielen Dank für das Zuhören!



Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

EnCN Building – Energieeffiziente Systeme der Gebäudetechnik

Christina Betzold (M. Eng.)

E-Mail: christina.betzold@th-nuernberg.de

Telefon: + 49 911/5880-3123

Telefax: + 49 911/5880-7120

EnCN „Auf AEG“:

Fürther Straße 250

90429 Nürnberg