



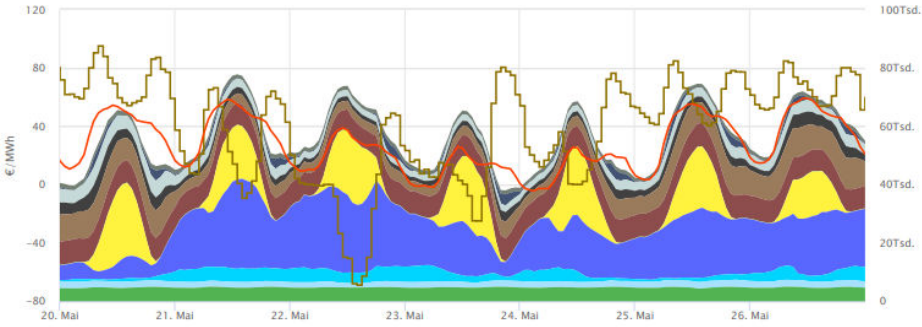
**flexE<sub>h</sub>ome**

**Modellprädiktive  
Regelung im  
FlexeEhome**

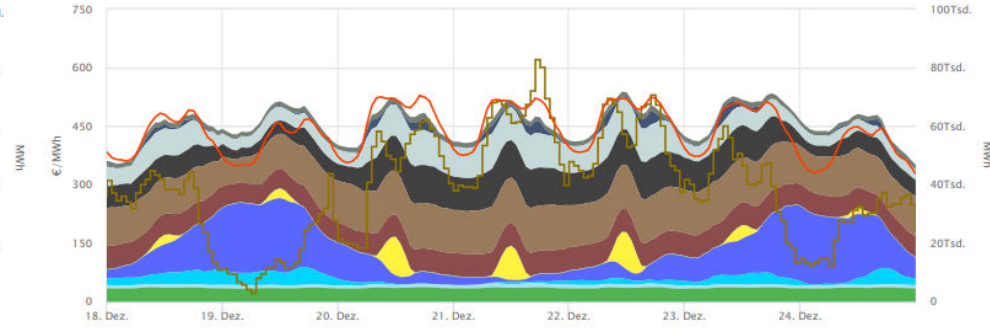
Niklas Kießling, M.Eng.

13.07.2023

Land: Deutschland, Zeitraum 20.05.2021 - 26.05.2021, Auflösung Stunde



Land: Deutschland, Zeitraum 18.12.2021 - 24.12.2021, Auflösung Stunde



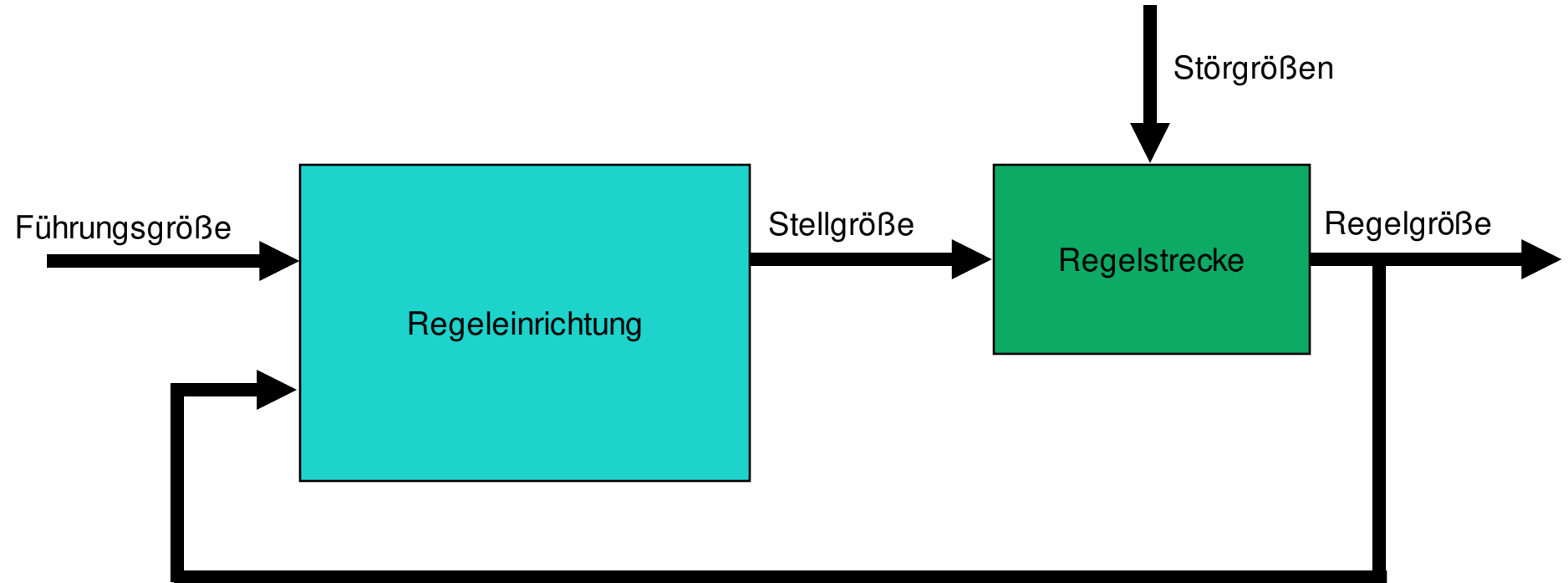
Stromerzeugung - Realisierte Erzeugung



Stromerzeugung - Realisierte Erzeugung



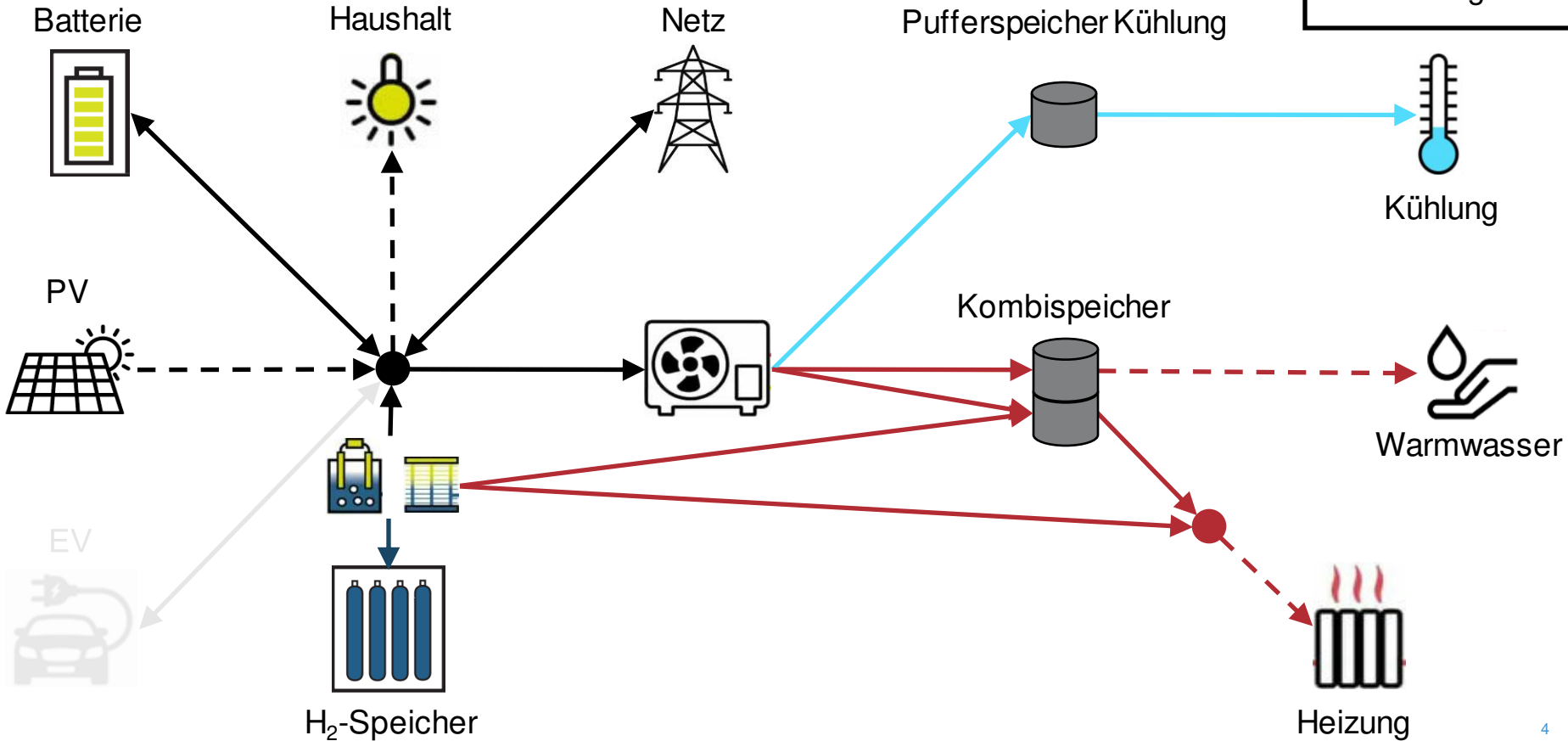


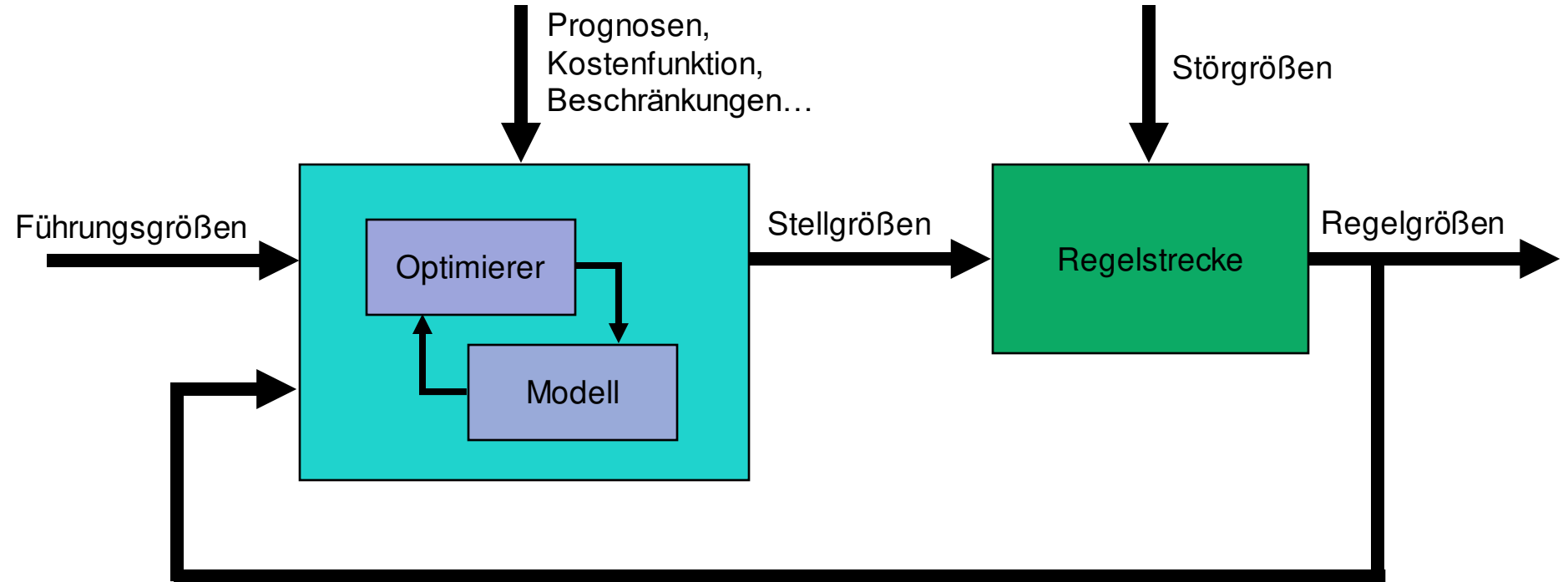


# ENERGIEFLÜSSE IM FLEXEHOME

vereinfachte Übersicht

Legende	
—	Stellgröße
- - -	Störgröße



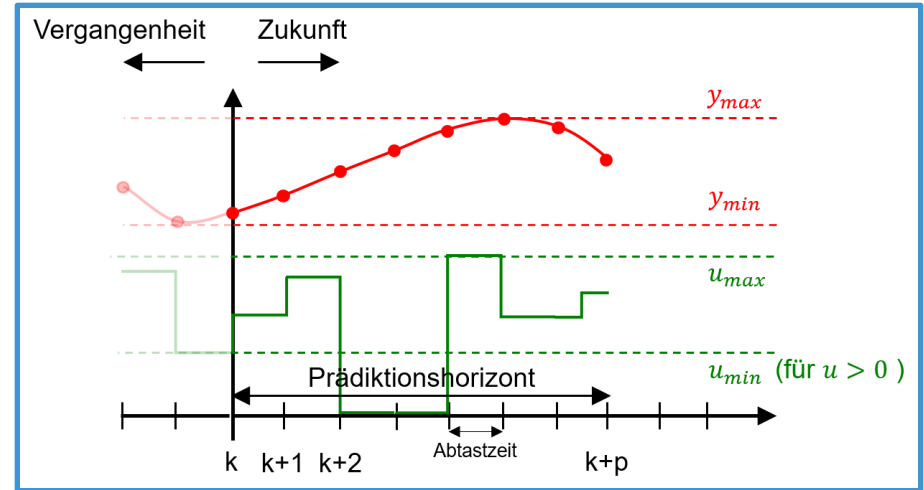
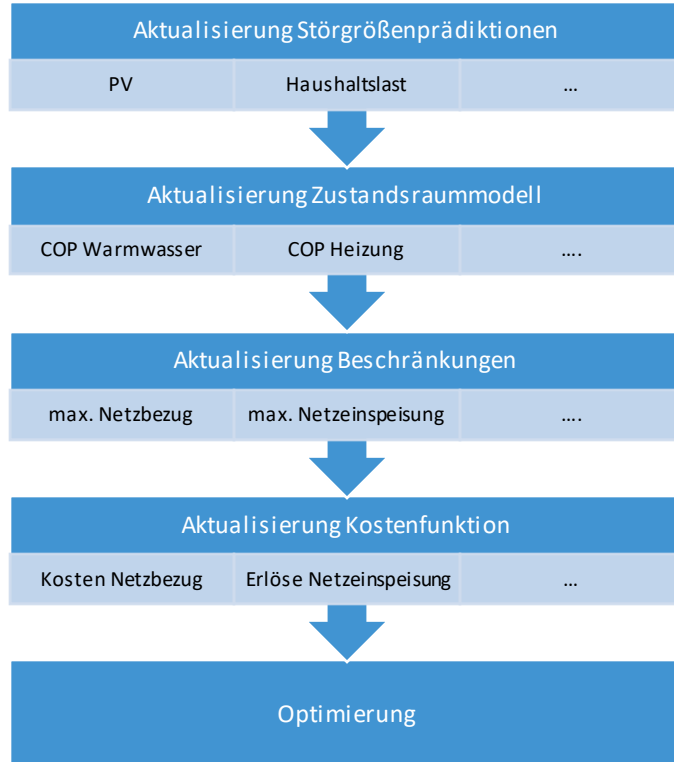


<h3 style="text-align: center;">FlexHome Kostenfunktion (Auszug Netzanschluss)</h3> $\min \begin{bmatrix} \vdots \\ c_{Grid,export} \\ c_{Grid,import} \end{bmatrix}_k^T \begin{bmatrix} \vdots \\ P_{Grid,export} \\ P_{Grid,import} \end{bmatrix}_k \quad \text{u.d.N.} \quad \begin{bmatrix} \vdots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_k \leq \begin{bmatrix} \vdots \\ \dots & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}_k \begin{bmatrix} \vdots \\ P_{Grid,export} \\ P_{Grid,import} \end{bmatrix}_k \leq \begin{bmatrix} \vdots \\ P_{Grid,export,max} \\ P_{Grid,import,max} \end{bmatrix}_k$	<h3 style="text-align: center;">allgemeine Formulierung</h3> $\min \quad c_k^T u_k \quad \text{u.d.N.} \quad lb_k \leq \Omega u_k \leq ub_k$
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<h3 style="text-align: center;">FlexHome Zustandsraummodell (Auszug thermisches Teilsystem)</h3> $\begin{bmatrix} E_{DHW} \\ E_{SH} \\ \vdots \end{bmatrix}_{k+1} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{UA_{DHW,el} + kA_{DHW,SH}}{C_{DHW}} & \frac{kA_{DHW,SH}}{C_{SH}} & \dots \\ \frac{kA_{DHW,SH}}{C_{DHW}} & 1 - \frac{UA_{SH} + kA_{DHW,SH}}{C_{SH}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{DHW} \\ E_{SH} \\ \vdots \end{bmatrix}_k + \begin{bmatrix} COP_{HP,DHW} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & COP_{HP,SH} & \eta_{Elyth} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{HP,DHW,el} \\ P_{HP,SH,el} \\ P_{Ely,el} \\ \vdots \end{bmatrix}_k + \begin{bmatrix} -v_{DHW} & 0 & UA_{DHW} & \dots \\ -(1-v_{DHW}) & -1 & UA_{SH} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_{DHW} \\ Q_{SH} \\ t_j \\ \vdots \end{bmatrix}_k$	
$\begin{bmatrix} t_{DHW} \\ t_{SH} \\ \vdots \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} \frac{1}{C_{DHW}} & 0 & \dots \\ 0 & \frac{1}{C_{SH}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{DHW} \\ E_{SH} \\ \vdots \end{bmatrix}_k$	<div style="text-align: center;"> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Zustandsgrößen</p> <p style="color: green; font-weight: bold;">Stellgrößen</p> <p style="color: yellow; font-weight: bold;">Störgrößen</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">Regelgrößen</p> </div>
<h3 style="text-align: center;">allgemeine Formulierung</h3> $x_{k+1} = Ax_k + B_k u_k + E_k d_k$ $y_k = Cx_k$	

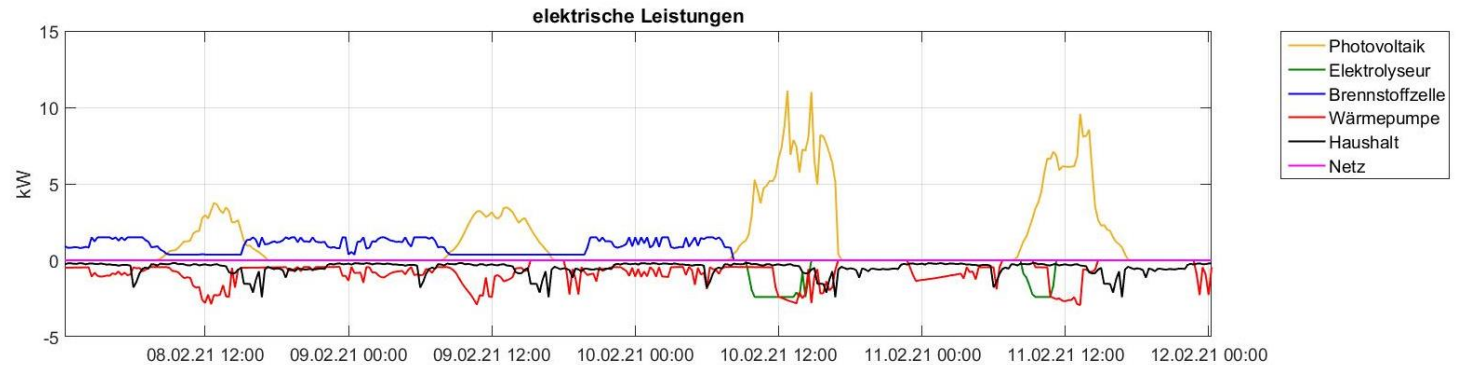
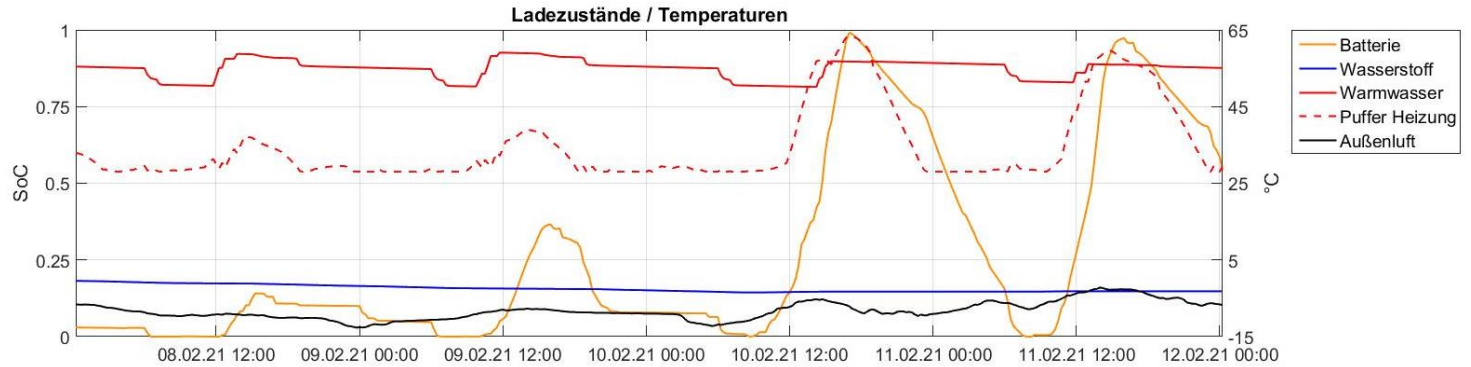
# MODELLPRÄDIKTIVE REGELUNG

## Funktionsablauf innerhalb eines Zyklus



# MODELLPRÄDIKTIVE REGELUNG

## Beispiel niedrige Außentemperaturen





### Herausforderung 1

**Das Angebot regenerativer Energien ist zu Dunkelflauten und im Winter häufig niedriger als der Bedarf.**

**Modellprädiktive Regelung verringert durch maximal effiziente Anlagenbetriebsführung sowie optimales Speichermanagement die für eine energetische Vollversorgung erforderliche saisonale Speichergröße und reduziert Stromkosten resp. THG-Emissionen.**

### Herausforderung 2

**Der Ausbau von regenerativen Energieerzeugern, Wärmepumpen und E-Mobility stellt erhöhte Anforderung an das Energiesystem und Verteilnetz.**

**Die modellprädiktive Regelung ist durch Kostenfunktion und Stellgrößenbeschränkung in der Lage, mithilfe von Lastverschiebung, bzw. Speichermanagement sowohl auf planbare variable Stromtarife als auch Reduzierungen der maximalen Einspeise- und Bezugsleistung optimal vorausschauend einzugehen, um somit neben der eigenen auch die übergreifende Versorgungssicherheit zu sichern.**



## KONTAKT

Niklas Kießling, M. Eng.

HPS R&D Engineer EMS

[niklas.kiessling@homepowersolutions.de](mailto:niklas.kiessling@homepowersolutions.de)

030 235914 315