

Master-Thesis S. Lohmann:

„Erstellung und Validierung eines Simulationsmodells
für einen Wärmeerzeuger mit solarer Unterstützung
unter MATLAB® / Simulink® / CARNOT zur Durchführung von Jahressimulationen
mit dem Ziel der Ermittlung des Solaren Deckungsgrades“

Arbeitspakete:**1. Modellierung und Validierung der zentralen Komponenten:**

Thermischer Solarkollektor, Wärmespeicher, Gasbrennwertgerät,
Warmwasser- und Solar-Wärmeübertrager

2. Erstellung und Validierung des Systemmodells:

Hydraulische Verschaltung der Komponenten,
Systemregelung, Messwerterfassung und -auswertung

3. Normgerechtes Systemmodell nach DIN EN 12977:

Thermische Lasten durch Warmwassererzeugung und
Heizung nach Norm, Wetterdaten nach Norm

4. Jahressimulationen an Normstandorten

DIN EN 12977

VIESSMANN

climate of innovation



TÜVRheinland®

Genau. Richtig.

DIN EN 12977 Thermische Solaranlage und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen

- Prüfbedingungen Wärmespeicher [2]
- Definition [1]
 - der Lasten durch Warmwasserbereitung und Heizung
 - der Wetterdaten
 - des Solaren Deckungsgrades

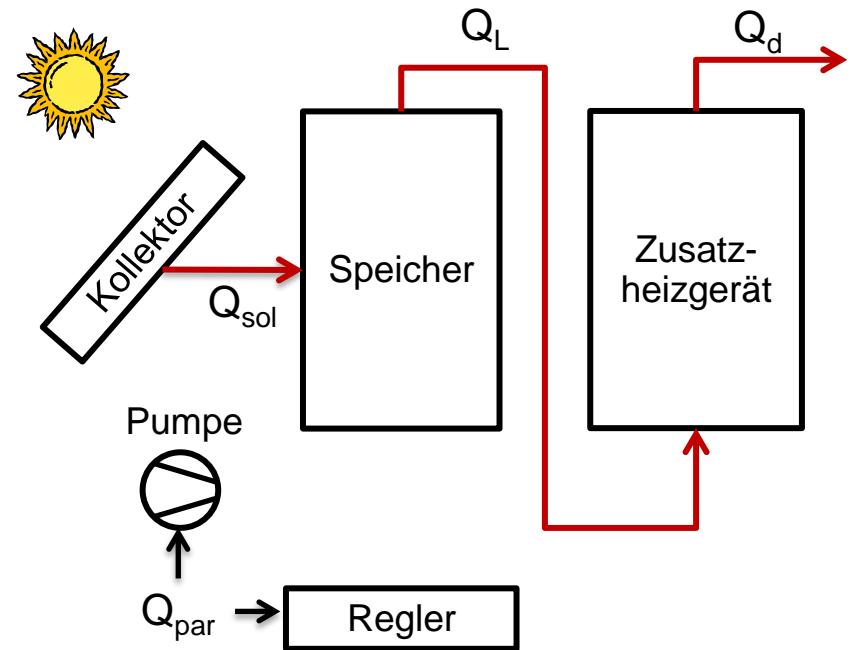
$$f_{sol} = \frac{Q_L}{Q_d} \cdot 100\%$$

f_{sol} Solarer Deckungsgrad [%]

Q_L gelieferte Wärme der solaren Heizungsanlage [MJ]

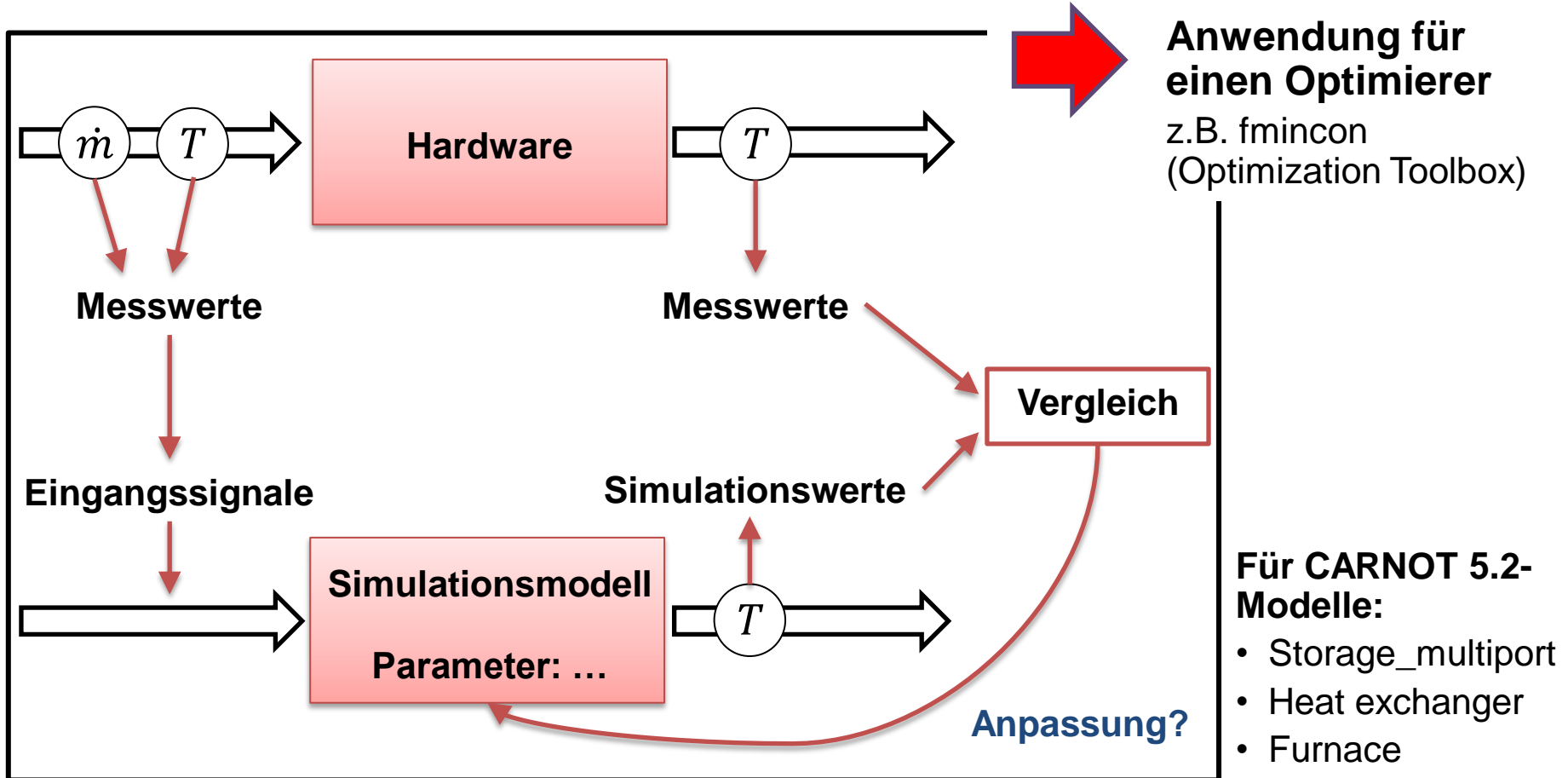
Q_d Wärmebedarf (Warmwasser + Heizung) [MJ]

Wärmeerzeuger mit solarer Unterstützung



Q_{par} elektrische Hilfsenergie für Pumpen und Regeleinrichtungen des Solarteils des Systems [MJ]

Grundlagen der Modellvalidierung



**Anwendung für
einen Optimierer**

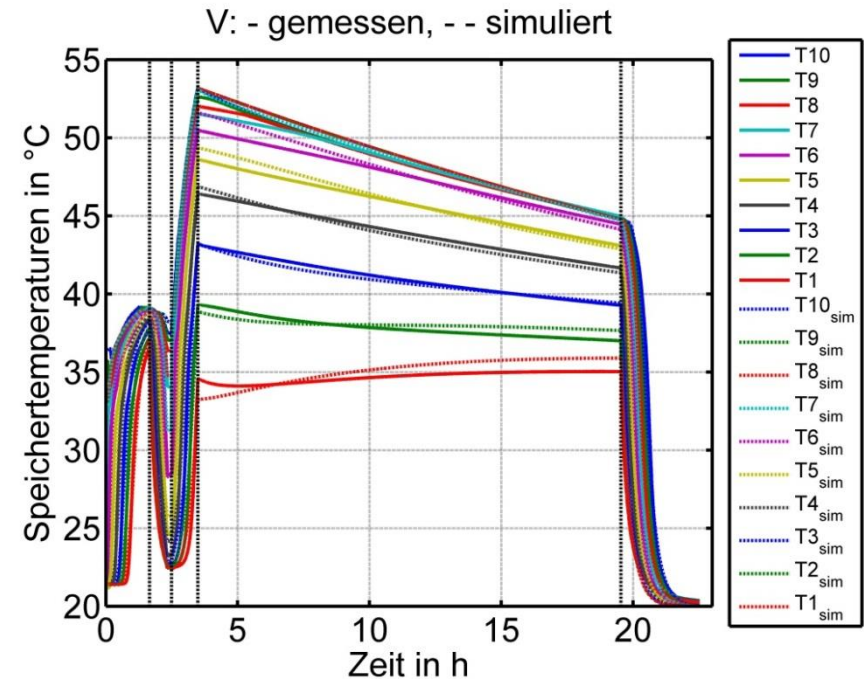
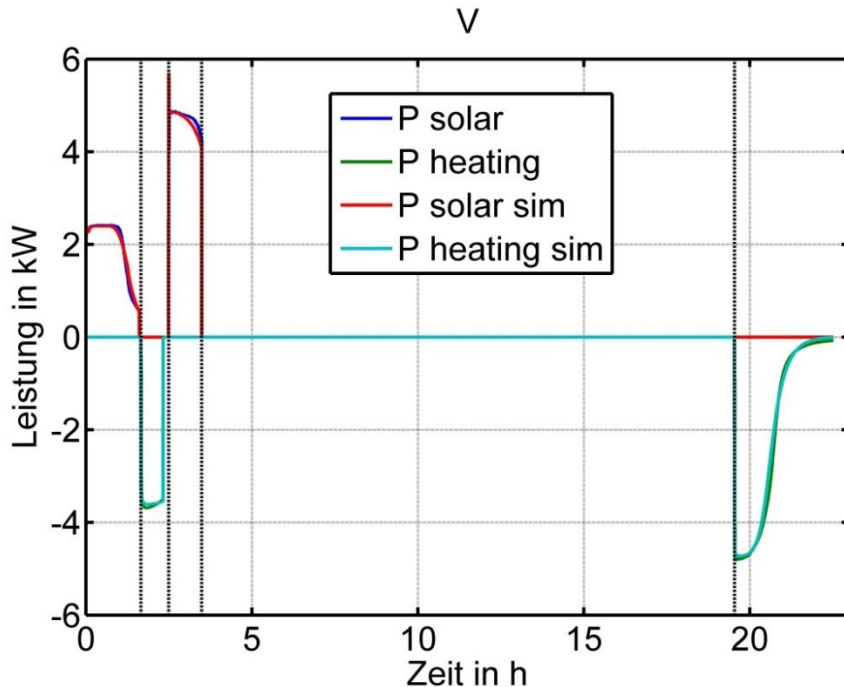
z.B. fmincon
(Optimization Toolbox)

**Für CARNOT 5.2-
Modelle:**

- Storage_multiport
- Heat exchanger
- Furnace

Speichermodell-Validierung: Verifizierung mit Test V (12977-3) [2]

- Alle Phasen: Leistungsanpassung gut
- Standby-Phase: Temperaturanpassung gut



Validierung Warmwasser-Wärmeübertrager

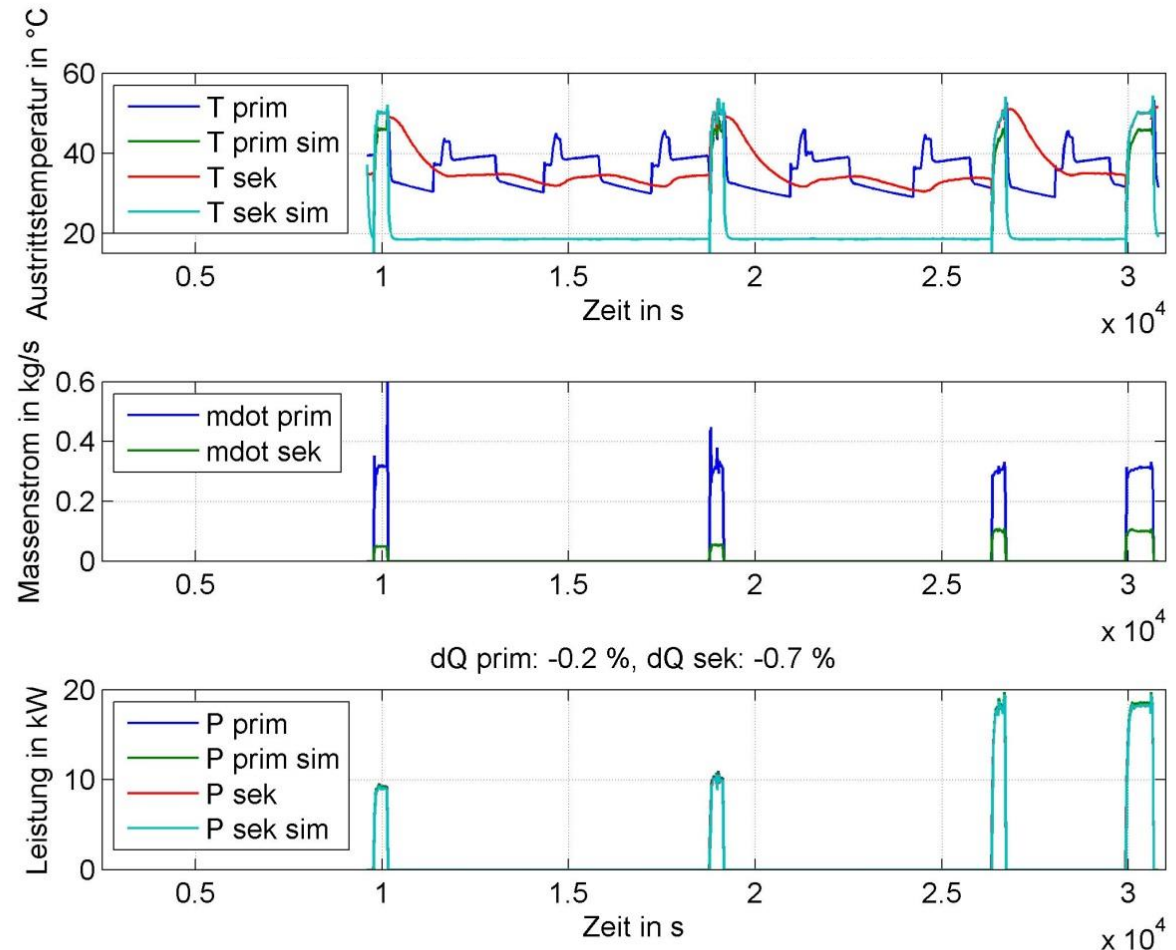
Vier Betriebe

- Gute Übereinstimmung der Temperaturen und Leistungen bei vorhandenen Massenströmen
- Rel. Energieabweichung dQ
-0,2% / -0,7 %

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$Q = \sum \dot{Q} \cdot \Delta t$$

$$dQ = \frac{Q_{sim} - Q_{mess}}{Q_{mess}} \cdot 100\%$$



Systemvalidierung: Nutzenergieausbeute Energie

$Q = Q_{WW} + Q_{Heizung}$ (negative Auftragung, da aus dem System austretend)

- $Ges = \text{Summe aller Tage}$

Fehler der übertragenen Energiemengen gemäß DIN 12977-3 [2]

$$\varepsilon_{x,Q} = \frac{Q_p - Q_m}{Q_m} \cdot 100\%$$

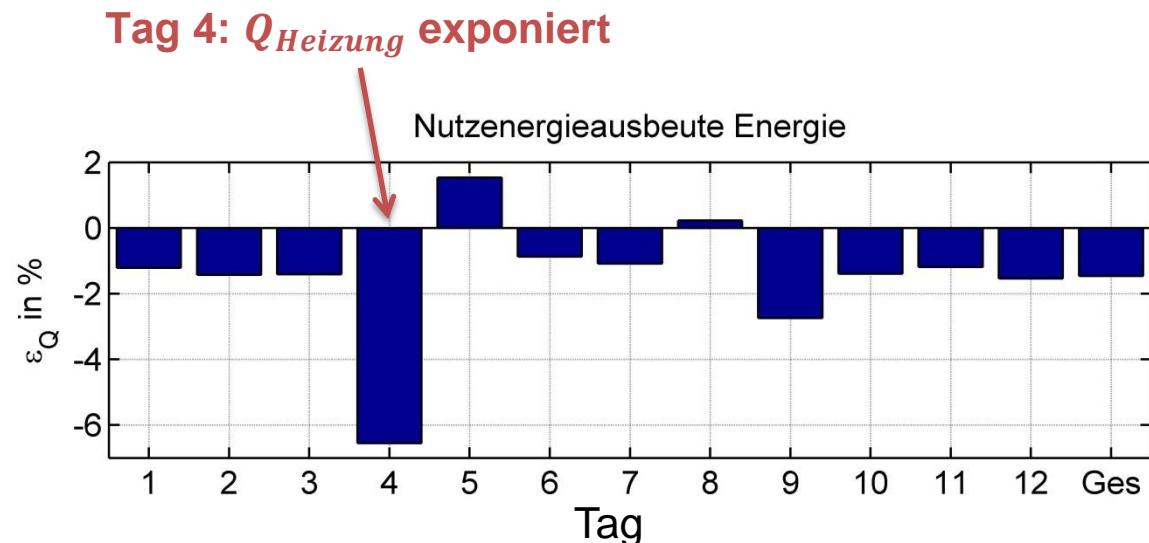
wobei

$$Q_m = Q_{m,WW} + Q_{m,Heizung}$$

$$Q_p = Q_{p,WW} + Q_{p,Heizung}$$

m gemessen

p simuliert



Quellen

- [1] DIN EN 12977-2:2012, Thermische Solaranlage und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 2: Prüfverfahren für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen.
- [2] DIN EN 12977-3:2012, Thermische Solaranlage und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen.