

Entwicklung eines Systemmodells einer offenen Absorptionsanlage

W. Mandow, M. Mützel, D. Fleig, L. Völker und U. Jordan
Universität Kassel, Institut für thermische Energietechnik

UNIKASSEL
VERSITÄT

www.solar.uni-kassel.de

SOLAR
UNI-KASSEL.DE

Ziel

- Entwicklung eines **Systemmodells** zur Beschreibung eines offenen Absorptionsprozesses
- Validierung** des Modells durch Laborexperimente

TRNSYS-Modell

Es wurden numerische Modelle zur Berechnung des Wärme- und Stoffübergangs im Absorber und Regenerator entwickelt und in der Simulationsumgebung TRNSYS zu einem Systemmodell verschaltet.

Modellansätze für Wärme- und Stoffübertrager:

- Effektivitäts-NTU-Modell zur Berechnung der Temperatur und des LiCl_{aq} -Massenanteils an der Phasengrenze
- Globale Wärme- und Stoffübertragungskoeffizienten
- Luft und Salzlösung im Kreuzstrom

LiCl_{aq} -Speicher:

- Zwei Speicher-Knoten (konzentrierte & verdünnte Lösung, homogene Temperatur & homogener Massenanteil)

Offenes Flüssigsorptionssystem

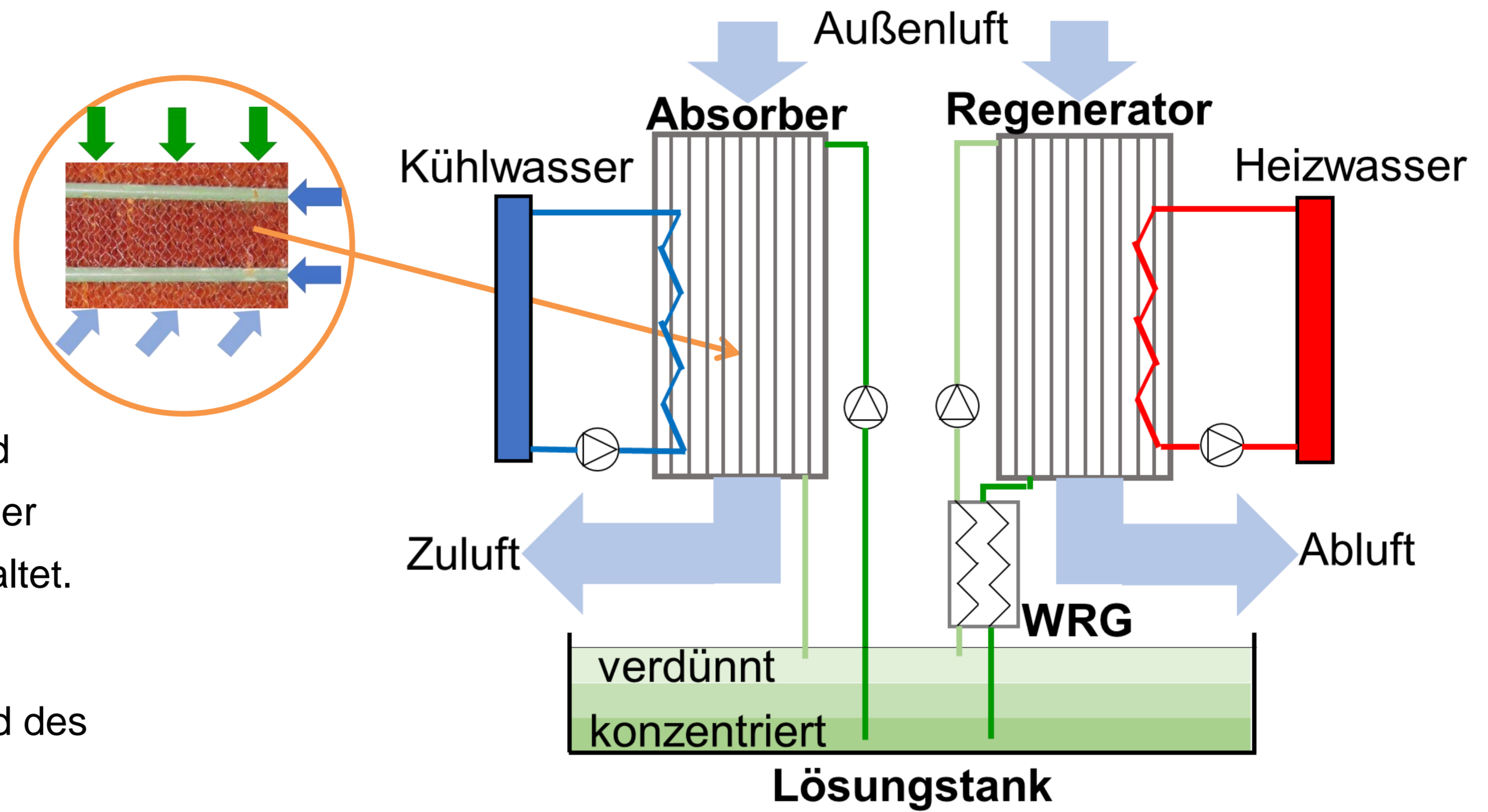


Abb. 1: Offenes Sorptionssystem mit Salzlösungsspeicher, Salzlösung-Wärmeübertrager (WRG) sowie intern gekühltem Absorptions- und intern erwärmtem Regenerationsprozess

Absorber

- Luft wird entfeuchtet & Salzlösung verdünnt
- Ggf. Wärmeabfuhr (Kühlwasser)

Regenerator

- Luft wird befeuchtet & Salzlösung regeneriert
- Wärmezufuhr (Heizwasser)

Randbedingungen

Modellvalidierung: Eintrittsparameter der Messungen

Prozess	$\dot{V}_{L,\text{in}}$ m ³ /h	$\dot{m}_{\text{Sor},\text{in}}$ kg/h	$\dot{m}_{\text{w},\text{in}}$ kg/h	$\bar{T}_{L,\text{in}}$ °C	$\bar{T}_{\text{w},\text{in}}$ °C	$\bar{x}_{L,\text{in}}$ g _w /kg _{tr,L}
Absorption	1000	320	2000	25	25	14
Regeneration	300	230	1000	25	50..80	12

\dot{V} : Volumenstrom; \dot{m} : Massenstrom; T: Temperatur; x: Wasserbeladung
L: Luft; Sor: Salzlösung; W: Wasser; tr,L: Trockenluft; in: Eintritt

Flüssigsorptionanlage

Stoffübertragungsfläche:
- Absorber: $A_{\text{abs}} = \text{ca. } 60 \text{ m}^2$
- Regenerator: $A_{\text{reg}} = \text{ca. } 27 \text{ m}^2$
 LiCl_{aq} -Speicher: $V = 80 \text{ Liter}$

Entfeuchtungsbreite

$$\Delta x = x_{L,\text{in}} - x_{L,\text{aus}}$$

Simulation: Parametervariation

Prozess	$\dot{V}_{L,\text{in}}$ m ³ /h	$\dot{m}_{\text{Sor},\text{in}}$ kg/h	$\dot{m}_{\text{w},\text{in}}$ kg/h	$\bar{T}_{L,\text{in}}$ °C	$\bar{T}_{\text{w},\text{in}}$ °C	$\bar{x}_{L,\text{in}}$ g _w /kg _{tr,L}
Absorption	1000	320	2000	Ref. 25 Var. 10-30	Ref. 25 Var. 5-30	Ref. 12 Var. 4-20
Regeneration	300	230	1000		Ref. 60 Var. 40-90	

Ref.: Referenz; Var.: Variation

Ergebnisse

Modellvalidierung: Stationärer Zustand

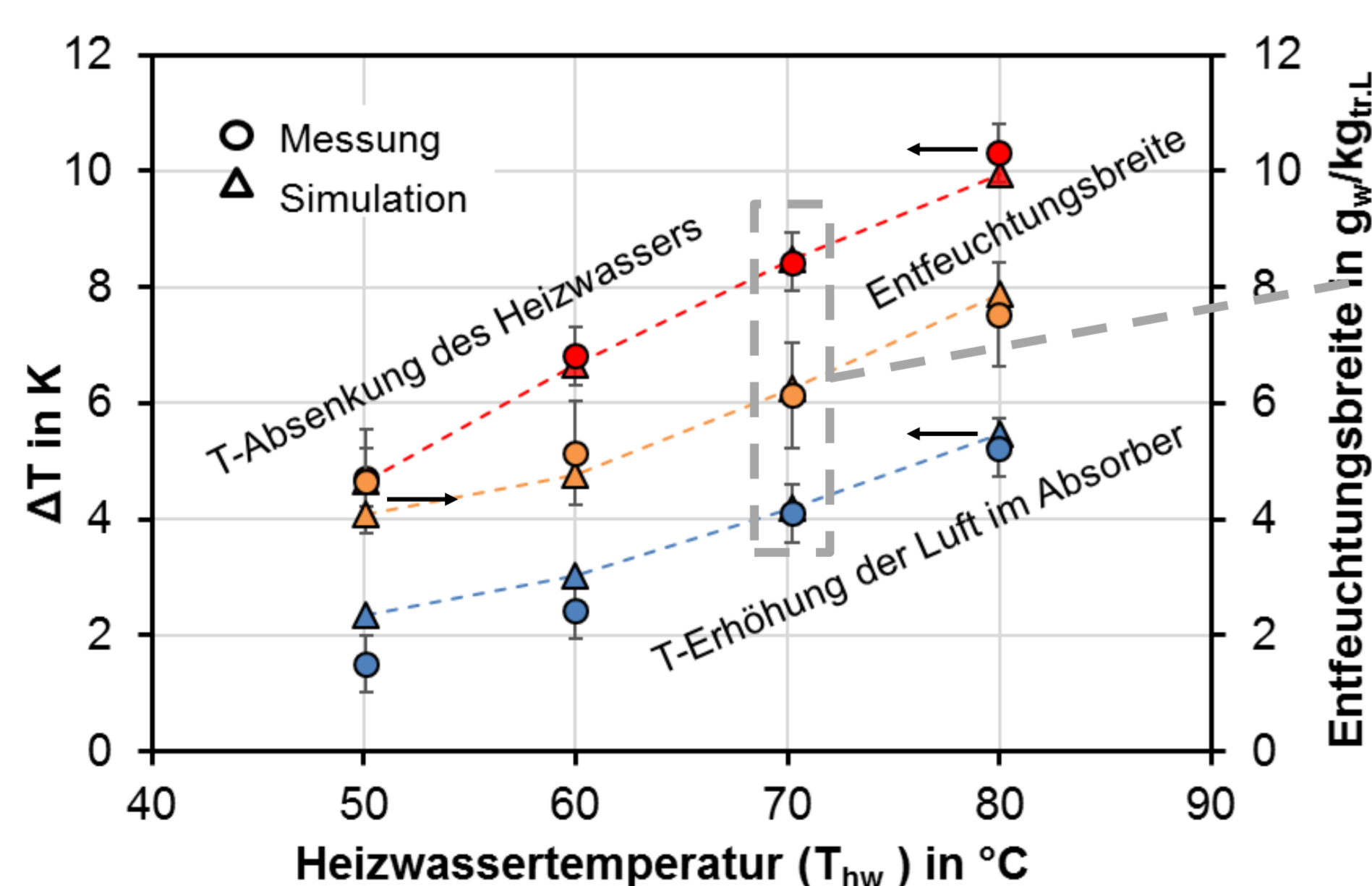


Abb. 2: Gleichgewichtszustände der Temperaturerhöhung der Luft, der Temperaturabsenkung des Heizwassers sowie der Entfeuchtungsbreite (Δx). Vergleich von Mess- und Simulationsergebnissen, Variation der Heizwassertemperatur (T_{hw})

Modellvalidierung: Dynamische Simulation

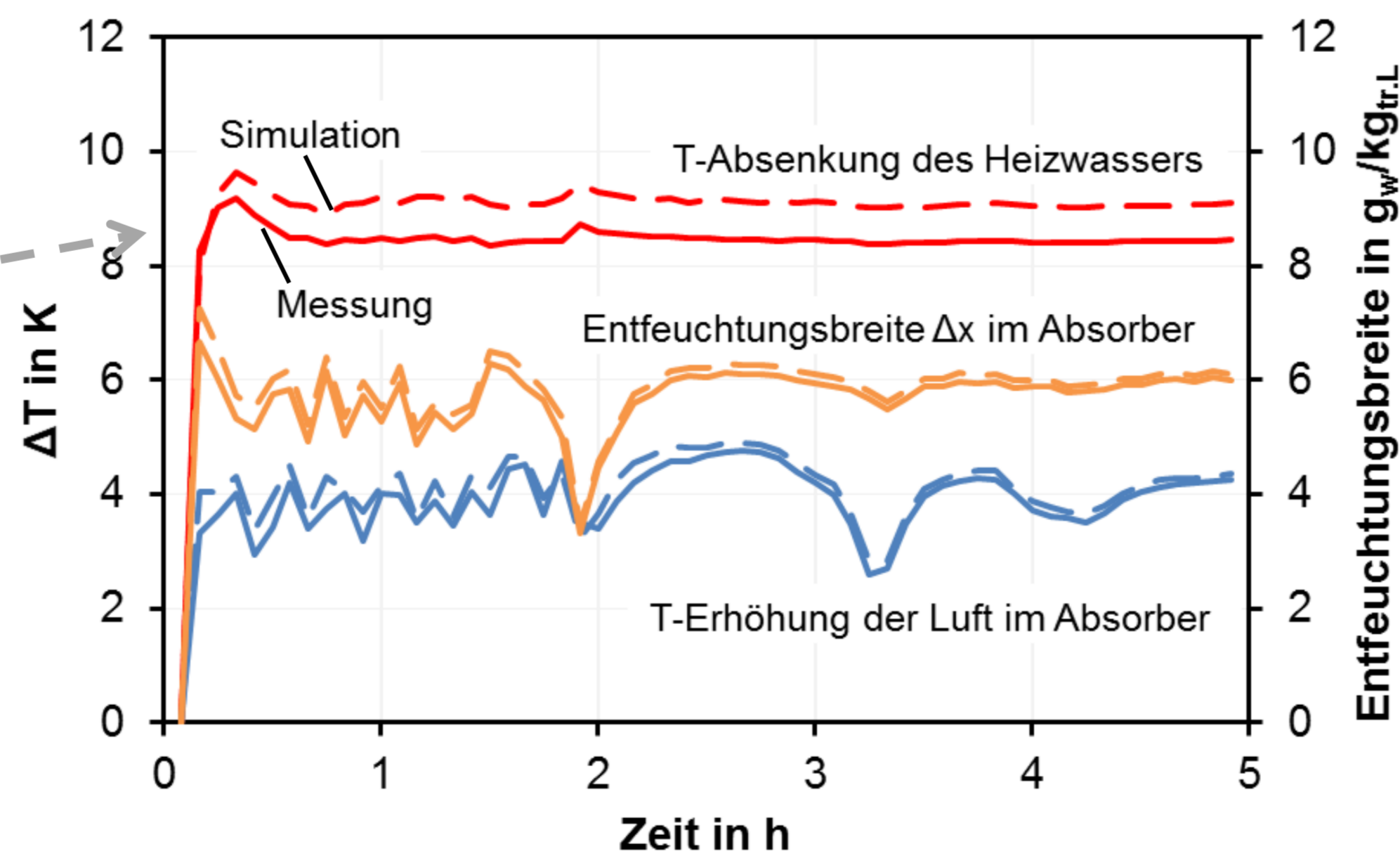


Abb. 3: Temperaturerhöhung der Luft, Temperaturabsenkung des Heizwassers & Entfeuchtungsbreite im zeitlichen Verlauf. Vergleich von Mess- und Simulationsergebnissen, $T_{\text{hw}}=70^\circ\text{C}$

Simulation: Parametervariation

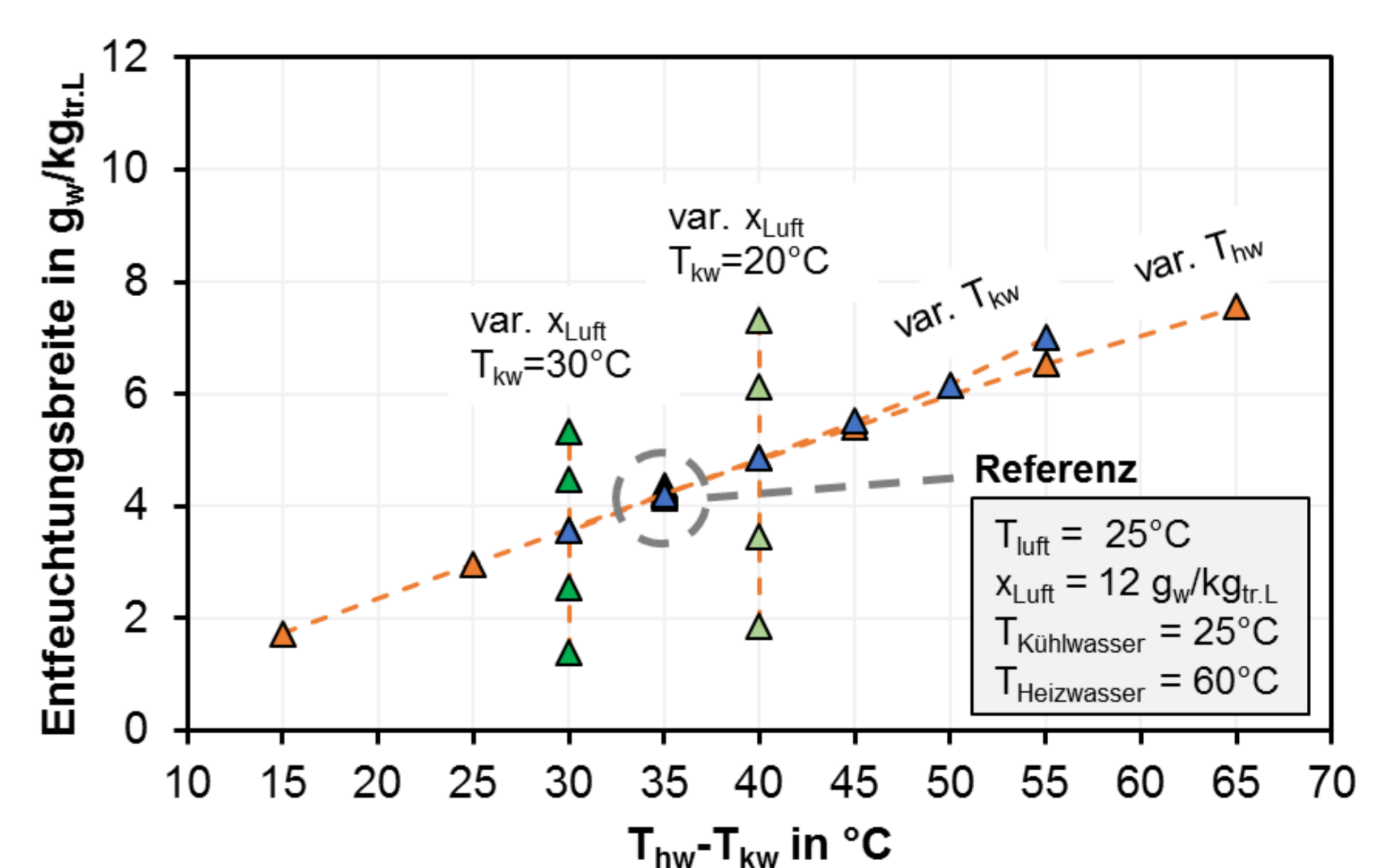


Abb. 4: Entfeuchtungsbreite in Abhängigkeit von der Differenz der Eintrittstemperaturen des Heiz- und Kühlwassers $T_{\text{hw}} - T_{\text{kw}}$. Variation von Eintrittswasserbeladung und -Temperatur der Luft sowie der Temperaturen des Kühl- sowie Heizwassers

- Steigende Heizwassertemperatur ($50^\circ\text{C} \rightarrow 80^\circ\text{C}$)
⇒ Anstieg Δx von 4,7 auf 7,5 g_w/kg_{tr,L}
- Sehr gute Übereinstimmung zw. Messungen und Simulationen: $\Delta \Delta x / \Delta x < 12\%$

- Sehr gute Übereinstimmung zwischen Messungen und Simulationen: Abweichungen der Entfeuchtungsbreite sowie der Heiz- und Lufttemperaturänderungen kleiner als 7%

- Annähernd linearer Verlauf der Entfeuchtungsbreite als Funktion von $T_{\text{hw}} - T_{\text{kw}}$
- Geringer Einfluss der Lufttemperatur
- Entfeuchtungsbreite bis ca. 7,5 g_w/kg_{tr,L}