

Simulation von RLT-Geräten

Neue Wege zur Vorhersage von Leistungs- und Funktionsverhalten

Prof. Dr.-Ing. Michael Haibel, Prof. für Thermodynamik und Klimatechnik
Dipl.-Ing. Raimund Lang, Geschäftsführer

Die gesamte Lüftungs- und Klimabranche befindet sich schon seit längerem in einem kritischen Spannungsfeld zwischen den technischen Anforderungen und Erwartungen an die Lüftungs- und Klimasysteme einerseits und den dafür erzielbaren wirtschaftlichen Erträgen andererseits. Die Anforderungen und Erwartungen seitens Auftraggeber und Nutzer steigen nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Komplexität der gebäudeklimatischen Randbedingungen heutiger architektonischer Entwürfe stets und ständig, während die Bereitschaft adäquater Vergütungen überschaubar bleibt. Die aus dieser unglücklichen Situation schon fast zwangsläufig resultierende Folge ist in vielen Fällen ein stetiger Rückgang im Bereich der Qualität auf allen Ebenen von der Entwurfsplanung über die Detail- und Gewerkplanung bis hin zum Anlagenbau und zur Geräte- und Komponentenherstellung. Fatalerweise werden damit die Anforderungen und Erwartungen zusehends weniger erfüllt; ein weiteres Absinken der erwirtschafteten Erträge ist die Folge.

Diesen Teufelskreis zu durchbrechen und die wirtschaftliche Situation der Lüftungs- und Klimabranche langfristig zu verbessern erfordert daher einen schnellen und nachhaltigen Paradigmenwechsel im Qualitätsgedanken bei der Planung, der Ausführung und letzt-

Komponenten. Sie verlangt auch die Schaffung einer Übereinstimmung zwischen den Anforderungen und Erwartungen der Investoren und Nutzer mit den tatsächlichen Leistungen und Funktionen der real ausgeführten Systeme. Für den Bereich der Lüf-

Motivation für SIMULA-RLT®

Raumluftechnische Geräte stellen hochkomplexe Systeme mit vielen solitär geregelten Funktionseinheiten für die thermische Konditionierung von Luft dar. Dabei stellt sich immer wieder die Frage, wie diese Luftbehandlungsfunktionen zusammenwirken, und wie sich limitierende Faktoren – wie zum Beispiel maximale Heiz- und Kühlleistungen oder Temperaturniveaus der Heiz- und Kühlmedien –, aber auch Betriebs- und Regelungsstrategien – wie zum Beispiel Temperatur- und Feuchteregelung oder Frost- und Einfrierschutzregelungen – auf das Leistungsverhalten des RLT-Systems und somit auch auf die globalen Funktionalitäten auswirken. Um diese Fragen für jedes individuelle RLT-Gerät verifizieren zu können, haben die Autoren ein Simulationsprogramm mit der Bezeichnung SIMULA-RLT® entwickelt, mit Hilfe dessen das Leistungsverhalten und die Funktion von raumluftechnischen Anlagen und Systemen hinsichtlich der thermischen Luftbehandlung für diskrete Außenluftzustände qualifiziert vorhergesagt werden kann. Eines der Anwendungsziele dieses Produkts ist die Bestimmung und Verifikation von Leistungsgrenzen geplanter oder bestehender RLT-Anlagen bei einem Auftreten klimatischer Wetterextreme. Dadurch können Situationen völlig überlasteter raumluftechnischer Systeme, wie sie beispielsweise im Sommer 2003 beobachtet wurden, frühzeitig erkannt, deren Auswirkungen analysiert, verifiziert und bereits im Vorfeld Gegenmaßnahmen initiiert werden. Es können aber auch ganz alltägliche, aber nichtsdestotrotz entscheidende Dinge untersucht werden, wie beispielsweise die Auswirkungen der abluftseitigen Einfrierschutzsicherung von Wärmerückgewinnungssystemen auf die signifikante Minderung der Rückwärmehzahlen und die damit

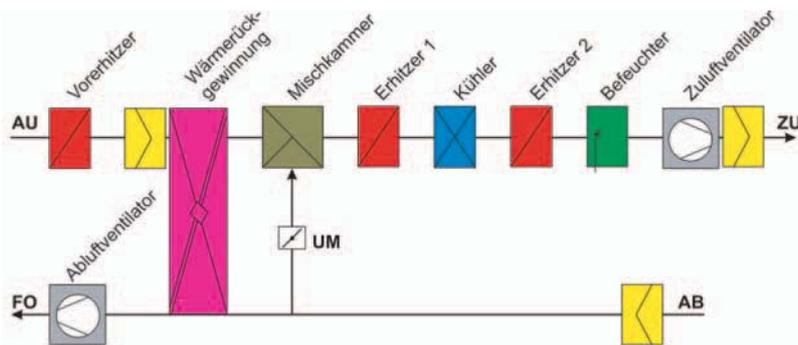


Abb. 1 Grundlegender Geräteaufbau für das Simulationsprogramm SIMULA-RLT®

lich auch bei dem Betrieb raumluftechnischer Anlagen und Systeme. Nur mit einer höheren Qualität und Zuverlässigkeit der Anlagen und Systeme können zukünftig wieder auskömmliche Erträge erwirtschaftet werden. Qualität bedeutet aber nicht nur die funktionsgerechte und handwerklich korrekte Ausführung von Systemen, Anlagen, Geräten und

tungs- und Klimatechnik setzt dies wiederum die Existenz und die konsequente Anwendung von Methoden und Werkzeugen zur qualifizierten Vorhersage von Leistungen, Funktionen und zu erwartenden Betriebskosten von raumluftechnischen Systemen auch in klimatischen Extremsituationen, wie beispielsweise dem Sommer 2003, voraus.

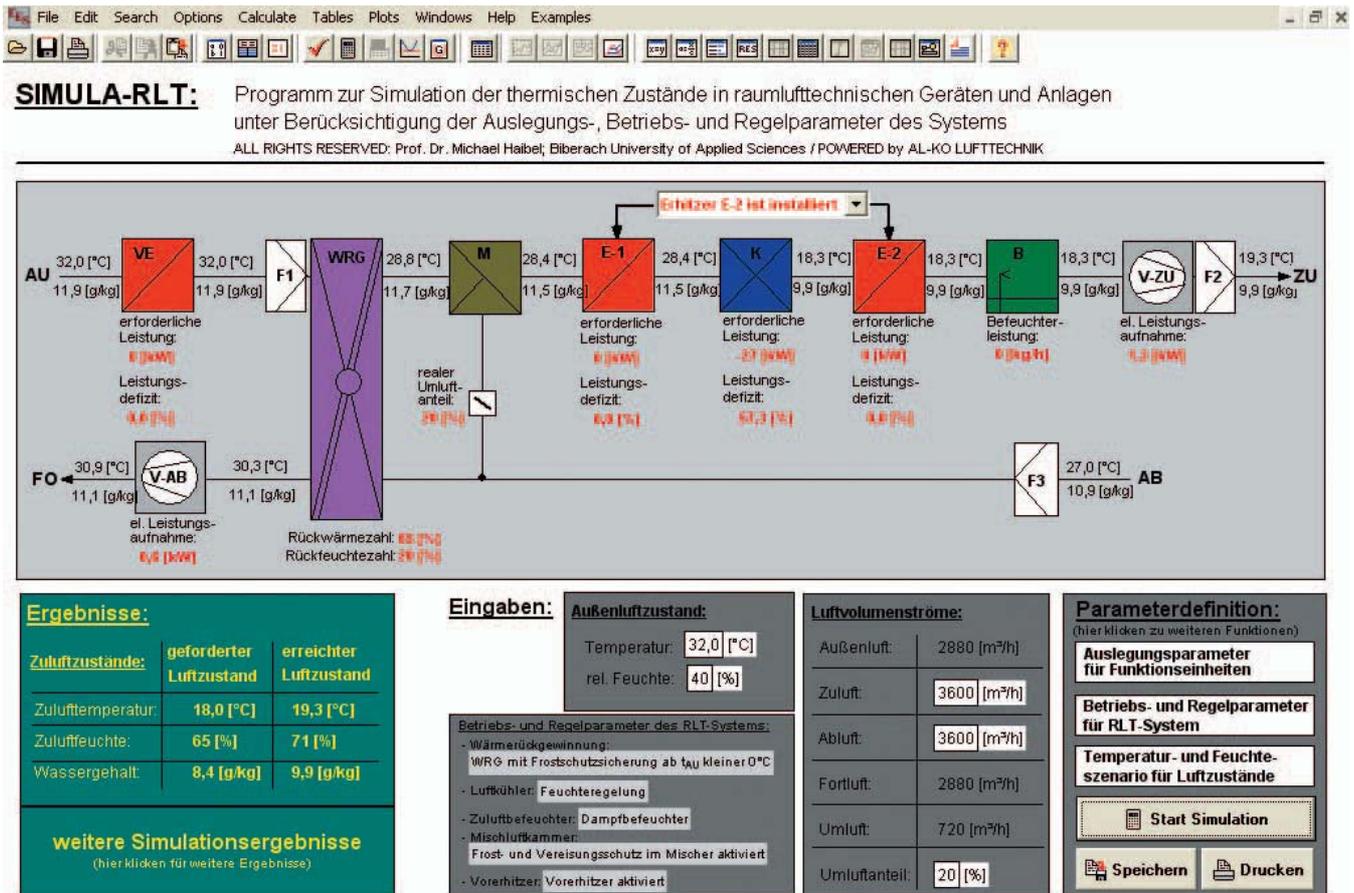


Abb. 2 Hauptmenü des Simulationsprogramms SIMULA-RLT® mit den wesentlichen Eingabeparametern u. Simulationsergebnissen

verbundene Erhöhung des Heizenergiebedarfs. Die Untersuchung des Funktions- und Leistungsverhaltens und die Verifikation von Leistungsgrenzen raumluftechnischer Systeme, sowie deren Auswirkungen auf die gebäudeklimatische Gesamtsituation stellen einen wesentlichen Meilenstein, sowohl bei der Qualitätsverbesserung von RLT-Systemen als auch bei der Kundenberatung dar, da bereits im Entwurfs- und Planungsstadium gebäudeklimatische Engpässe und deren Auswirkungen erkannt und offensiv behandelt werden können.

Aufbau und Struktur des Simulationsprogramms SIMULA-RLT®

Es ermöglicht die Modellierung eines individuellen RLT-Geräts mit allen thermodynamischen Funktionalitäten (Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten) inklusive der dafür notwendigen regelungstechnischen Funktionen. Der hierfür zugrunde gelegte Geräteaufbau ist in Abb. 1 dargestellt. Jede einzelne Funktionseinheit wird

mit ihren realen Auslegungsparametern versehen, so dass bei den Simulationsläufen nur deren tatsächliche Arbeits- und Leistungsbereiche berücksichtigt werden. Darüber hinaus können folgende Betriebs- und Regelparameter aktiviert bzw. freigesetzt werden:

- **Zulufttemperatur:** Der Verlauf der Zulufttemperatur kann über Stützwerte frei – in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur – vorgegeben werden.
- **Zuluftfeuchte:** Der Bereich der zu erreichenden Zuluftfeuchte kann über die minimal und maximal zulässige relative Feuchte, sowie über den maximalen Wassergehalt frei definiert werden.
- **Feuchtelasten:** Die spezifischen Feuchtelasten des Raums / Gebäudes können frei vorgegeben werden.
- **Ablufttemperatur:** Der Verlauf der Ablufttemperatur kann über Stützwerte frei in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur vorgegeben werden.

- **Umluft:** Freie Wahl des Umluftanteils.
- **Vorheizter:** Freie Eingabe der maximalen relativen Luftfeuchte zur Vermeidung mikrobieller Kontaminationen in nachfolgenden Sektionen.
- **Wärmerückgewinnung:** Aktivierung der Frostschutzsicherung und damit automatische, bedarfsorientierte Anpassung der Rückwärmezahl.
- **Mischkammer:** Aktivierung der Sicherung für Frost- und Vereisungsschutz und damit automatische, bedarfsorientierte Anpassung des Umluftanteils.
- **Kühler:** Auswahl der Kühlerregelung (Temperaturregelung, Enthalpieregulierung oder Feuchteregelung).

■ Ausschreibung
■ Vergabe
■ Abrechnung

Kostenlose Testversion
 Tel. 08031 - 40688-0 · Fax 40688 -11
 e-mail: info@orca-software.com · www.orca-software.com

Durch die beliebige Zu- oder Abwahl der einzelnen Funktionseinheiten kann



Auslegungs- und Betriebsparameter für Funktionseinheiten von RLT-Gerät:

Definition der Auslegungs-, Betriebs- und Regelungsparameter für die Luftbehandlungseinheiten des RLT-Geräts

Wärmeübertrager:

	Vorwärmer:	Luftkühler:	Luftwärmer:
Luftvolumenstrom:	3600 [m³/h]	3600 [m³/h]	3600 [m³/h]
Luft Eintrittstemperatur:	-10,0 [°C]	32,0 [°C]	-15,0 [°C]
Luft Eintrittsfeuchte:	80 [%]	40 [%]	80 [%]
Luft Austrittstemperatur:	2,0 [°C]	18,0 [°C]	20,0 [°C]
Luft Austrittsfeuchte:	Grenzfeuchte: 70 [%]	80 [%]	
Mediumvorlauftemperatur:		7,0 [°C]	
Mediumrücklauftemperatur:		12,0 [°C]	
Nennleistung:	14 [kW]	-17 [kW]	42 [kW]

Betriebs- und Regelparameter des RLT-Systems:

Vorwärmer: Vorwärmer aktiviert

Wärmerückgewinnung: WRG mit Frostschutzsicherung ab t_{AU} kleiner 0°C

Mischluftkammer: Frost- und Vereisungsschutz im Mischer aktiviert

Luftkühler: Feuchteregelung

Zuluftbefeuchter: Dampfbefeuchter



Ventilatoren:

	Zuluftventilator:	Abluftventilator:
interner Druckverlust:	400 [Pa]	300 [Pa]
externer Druckverlust:	500 [Pa]	200 [Pa]
Lufttransportwirkungsgrad:	72 [%]	68 [%]

Wärmerückgewinnung:

Rückwärmehzahl: 65 [%]

Rückfeuchtezahl: 20 [%]

Befeuchter Zuluft:

Dampfenthalpie: h_d = 2675 [kJ]

Wassertemperatur: t_w = 20,0 [°C]

Abb. 3 Untermenü „Auslegungsparameter für Funktionseinheiten“ und „Betriebs- und Regelparameter für RLT-System“ für die Eingabe der notwendigen Geräte- und Systemparameter

über die Editoren jede individuelle Gerätekonstellation abgebildet werden. Das Simulationsprogramm SIMULA-RLT® basiert auf rein thermo- und fluiddynamischen Berechnungsansätzen und verzichtet vollständig auf empirische Korrektur- und Korrelationsfaktoren.

Nach dem Start des Simulaprodukts öffnet das Hauptmenü, auf dessen Maske die Gerätekonfiguration, Schaltflächen für weitere Untermenüs sowie die wesentlichen Eingabeparameter und Simulationsergebnisse dargestellt werden, Abb. 2.

Über die Schaltflächen „Auslegungsparameter für Funktionseinheiten“ und „Betriebs- und Regelparameter für RLT-System“ wird ein Untermenü geöffnet, in dem alle für die Auslegung und den Betrieb notwendigen Parameter und Konditionen editiert bzw. ausgewählt werden, Abb. 3.

Im Untermenü „Temperatur- und Feuchteszenario für Luftzustände“, Abb. 4, werden die Verläufe der Zuluft- und Ablufttemperatur in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur durch frei editierbare Stützwerte definiert. Darüber hinaus kann der Bereich der zu erreichenden relativen Feuchte der Zuluft über die frei wählbaren Werte der minimalen und der maximalen relativen Feuchte sowie über den maximal zulässigen Wassergehalt definiert werden.

Im Ergebnisfeld des Hauptmenüs wird der erzielte Zustand der Zuluft dem geforderten Zuluftzustand hinsichtlich relativer Feuchte und Temperatur vergleichend gegenübergestellt. Des Weiteren werden in der Geräteskizze bei allen thermischen Funktionseinheiten die dort tatsächlich erreichten Luftzustände, die erforderlichen Leistungen sowie die eventuell vorhandenen Leis-

Temperatur- und Feuchteszenario:

Definition der Verläufe von Temperatur und Feuchte in der Zuluft und Abluft in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur

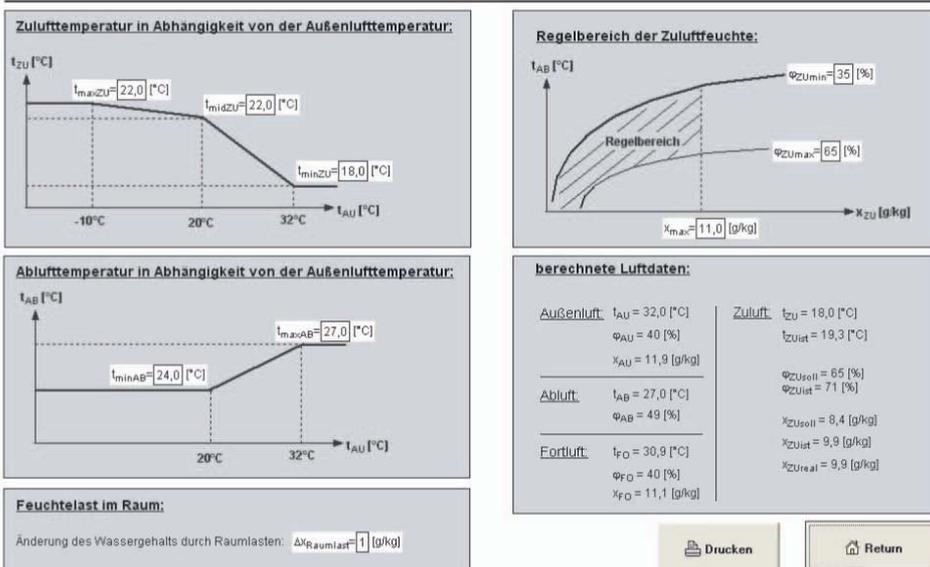


Abb. 4 Untermenü „Temperatur- und Feuchteszenario für Luftzustände“ für die Definition der Verläufe der Temperatur von Zuluft und Abluft als Funktion der Außenlufttemperatur sowie des Regelbereichs für die relative Feuchte der Zuluft

Abb. 5 Untermenü „weitere Simulationsergebnisse“ mit allen relevanten Ergebnissen des Simulationslaufs

Ergebnisse der Simulation: Darstellung aller Berechnungsergebnisse

Luftzustände:

Außenluft	Zuluft	gefordert	erreicht	Abluft	Fortluft
Temperatur: 32,0 [°C]	Temperatur: 18,0 [°C]	19,3 [°C]		Temperatur: 27,0 [°C]	Temperatur: 30,9 [°C]
rel. Feuchte: 40 [%]	rel. Feuchte: 65 [%]	71 [%]		rel. Feuchte: 49 [%]	rel. Feuchte: 40 [%]

Luftbehandlungs- und Funktionseinheiten:

Vorwärmer VE: Heizleistung: benötigte Leistung: 0 [kW] erreichte Leistung: 0 [kW] Leistungsdefizit: 0 [kW] = 0,0 [%] Lufterhitzer E1: Heizleistung: benötigte Leistung: 0 [kW] erreichte Leistung: 0 [kW] Leistungsdefizit: 0 [kW] = 0,0 [%] Lufterhitzer E2: Heizleistung: benötigte Leistung: 0 [kW] erreichte Leistung: 0 [kW] Leistungsdefizit: 0 [kW] = 0,0 [%]	Luftkühler K: Kühlleistung: benötigte Leistung: -27 [kW] erreichte Leistung: -17 [kW] Leistungsdefizit: 10 [kW] = 57,3 [%] Kondensatanfall: 7 [kg/h]	Wärmerückgewinnung WRG: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>maximal</th> <th>tatsächlich</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rückwärmezahl:</td> <td>65 [%]</td> <td>65 [%]</td> </tr> <tr> <td>Rückfeuchtezahl:</td> <td>20 [%]</td> <td>20 [%]</td> </tr> <tr> <td>übertragene Wärmeleistung:</td> <td>-4 [kW]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kondensatanfall:</td> <td>0 [kg/h]</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		maximal	tatsächlich	Rückwärmezahl:	65 [%]	65 [%]	Rückfeuchtezahl:	20 [%]	20 [%]	übertragene Wärmeleistung:	-4 [kW]		Kondensatanfall:	0 [kg/h]	
	maximal	tatsächlich															
Rückwärmezahl:	65 [%]	65 [%]															
Rückfeuchtezahl:	20 [%]	20 [%]															
übertragene Wärmeleistung:	-4 [kW]																
Kondensatanfall:	0 [kg/h]																
	Befeuchter B: Befeuchterleistung: 0 [kg/h]	Mischkammer M: vorgegebenes Umluftverhältnis: 20 [%] tatsächliches Umluftverhältnis: 20 [%]															
	Ventilatoren V: Leistungsaufnahme: Zuluftventilator: 1,3 [kW] Abluftventilator: 0,6 [kW]	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">Drucken</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">RETURN</div> </div>															

tungsdefizite aufgezeigt. Damit wird direkt ersichtlich, ob und inwieweit das RLT-System der thermischen Konditionierung der Zuluft bei einem diskreten Außenluftzustand gerecht wird, und welche Regeleinstellungen an der Wärmerückgewinnung und an der Umluftmischkammer vorliegen.

Über die Schaltfläche „weitere Simulationsergebnisse“ können sämtliche Ergebnisse des Simulationslaufs abgerufen werden, Abb. 5.

Beispielhafte Modellrechnungen

Das Simulationsprogramm SIMULARTL® bietet ein umfangreiches An-

wendungsspektrum für die thermische Analyse raumluftechnischer Geräte und Systeme, Abb. 6. zeigt beispielhaft die Temperaturverläufe im

- Ausschreibung
- Vergabe
- Abrechnung

ORCA AVA® ist das Komplettprogramm zur Kostenschätzung, Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung. Einfache Installation und die übersichtliche, komfortable Bedienung durch die bekannten Windows-Elemente erleichtern Ihnen den Einstieg in die Arbeit mit **ORCA AVA®**.

Die Leistungsfähigkeit und die zahlreichen Schnittstellen machen **ORCA AVA®** schnell zum unverzichtbaren Werkzeug in Ihrem Büro.

Überzeugen Sie sich selbst und bestellen Sie jetzt mit der Antwortkarte Ihre **ORCA AVA®** Testversion.

Die Bestellpostkarte ist schon weg? Kein Problem. Rufen Sie uns einfach an oder besuchen Sie uns auf unserer Homepage www.orca-software.com.

Kostenlose
Testversion

ORCA®
SOFTWARE GMBH

Kunstmühlstraße 16
83026 Rosenheim
Tel. 08031-40688-0
Fax 08031-40688-11
info@orca-software.com
www.orca-software.com

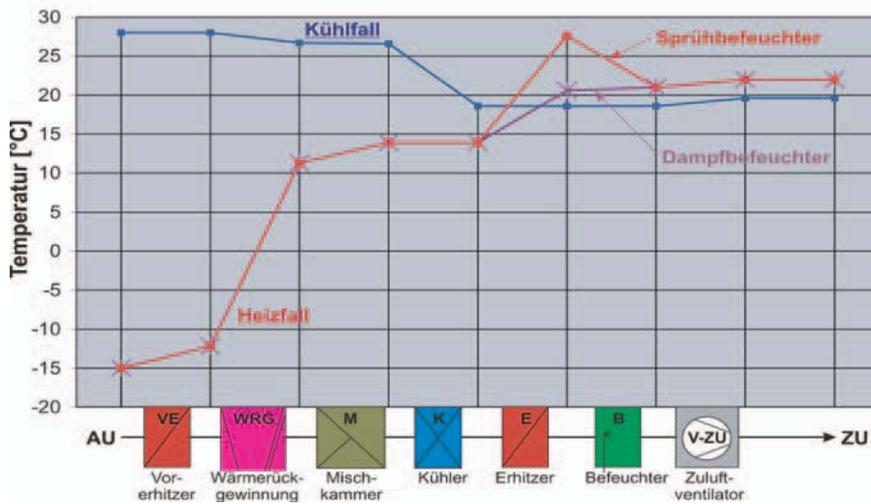


Abb. 6 Verlauf der Temperaturen im Zuluftstrang eines RLT-Systems im Heizfall ($t_{AU} = -15^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 90\%$) und im Kühlfall ($t_{AU} = 28^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 60\%$); für den Heizfall sind die beiden Verläufe für die Dampf- und Sprühbefeuchtung dargestellt.

Zuluftstrang (fWRG = 65%; Umluftanteil = 20%) für einen typischen Heizfall ($t_{AU} = -15^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 90\%$) und für einen typischen Kühlfall ($t_{AU} = 28^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 60\%$). Für den Heizfall sind zusätzlich die beiden Temperaturverläufe für die Befeuchtung mit Dampf und für die mit Wasser dargestellt. Abb. 7 zeigt die Temperaturverläufe im Kühlfall eines RLT-Systems bei zwei

gangen. Für einen Außenluftzustand gemäß Auslegungsvorgabe ($t_{AU} = 32^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$) wird der geforderte Zuluftzustand mit $t_{ZU} = 18^{\circ}\text{C}$ knapp erreicht. Bei einem klimatischen Extremwert von $t_{AU} = 36^{\circ}\text{C}$ / $\phi_{AU} = 40\%$, wie er an heißen Sommertagen immer wieder vorkommen kann, liegt die erzielte Zulufttemperatur mit $22,4^{\circ}\text{C}$ 4 K über dem Vorgabewert von 18°C . Dies

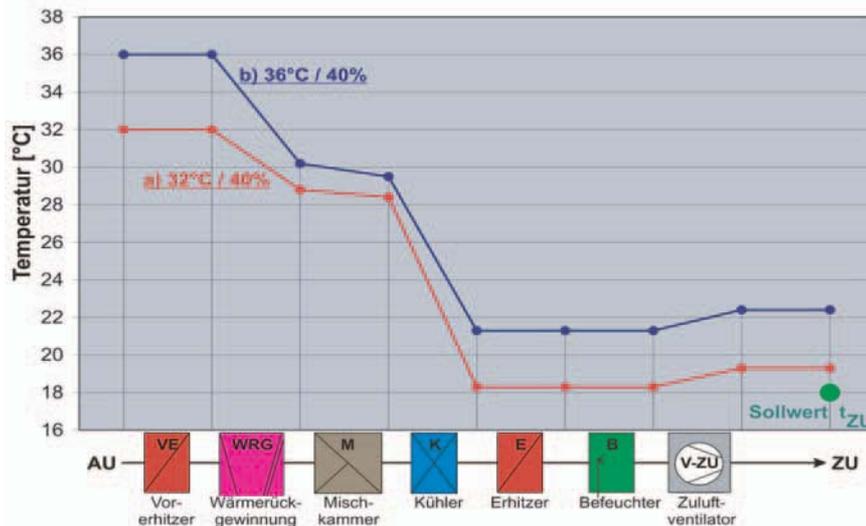


Abb. 7 Vergleichende Gegenüberstellung der Temperaturverläufe im Zuluftstrang eines RLT-Systems im Kühlfall a) Außenluftzustand: $t_{AU} = 32^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$ b) Außenluftzustand: $t_{AU} = 36^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$

Außenluftzuständen. Bei der Simulation wurde von einem Luftkühler ausgegangen, dessen luftseitige Auslegungsdaten mit $t_{Eintritt} = 32^{\circ}\text{C}$, $\phi_{Eintritt} = 40\%$, $t_{Austritt} = 18^{\circ}\text{C}$ und $\phi_{Austritt} = 80\%$ gegeben waren. Darüber hinaus wurde von Pumpenkaltwasser 7/12 ausge-

bedeutet, dass die branchenüblichen Kühlerauslegungen mit Außenluftauslegungszuständen von $32^{\circ}\text{C}/40\%$ bei extremen klimatischen Bedingungen zu einer Überhitzung der Zuluft führen können. Dieses Überhitzungsproblem kann vergleichsweise einfach dadurch

gelöst werden, dass die Kühler bezüglich ihrer Leistung überdimensioniert werden. In der Praxis verlangt dies in der Regel einen Aufschlag von ca. 2 zusätzlichen Rohrreihen.

Abb. 8 zeigt die Auswirkung einer Kühlerüberdimensionierung bei der Entfeuchtung von Luft. Hierbei werden wieder zwei unterschiedliche Außenluftzustände ($t_{AU} = 32^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$ und $t_{AU} = 36^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$) betrachtet. Im Fall einer standardmäßigen, exakten Kühlerauslegung können in beiden Zuständen die Zielgröße für den Wassergehalt der Zuluft mit $8,4\text{ g/kg}$ (entspricht $t_{ZU} = 18^{\circ}\text{C}$ und $\phi_{ZU} = 65\%$) nicht erreicht werden. Dies gelingt nur bei einer signifikanten Überdimensionierung der Kühlerleistung (73% bei $x_{AU} = 11,9\text{ g/kg}$; 135% bei $x_{AU} = 15,0\text{ g/kg}$).

Neben der thermischen Leistung der Kühler ist aber auch das Temperaturniveau des Kühlmediums entscheidend für die erfolgreiche Entfeuchtung. Das in Abb. 8 dargestellte Beispiel wurde für Pumpenkaltwasser 7/12 simuliert. Wie der Abbildung zu entnehmen ist, kann auch bei überdimensionierten Kühlern die geforderte Entfeuchtungsleistung nicht vollständig erbracht werden, da die durch das Kühlmedium induzierte effektive Kühleroberflächentemperatur nicht hinreichend gering ist. Durch das Absenken der Medientemperaturen kann dieses Manko behoben werden. Die Auswirkung der fortluftseitigen Vereisungsschutzsicherung der Wärmerückgewinnung auf die erzielten Rückwärmehzahlen ist in Abb. 9 dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass, abhängig vom Abluftzustand, bei Außenlufttemperaturen zwischen -5°C und -10°C die realisierbaren Rückwärmehzahlen signifikant abnehmen. Dieser Umstand hat einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Energiebedarfsermittlungen und auf das Energiemanagement im Heizfall. Die hier dargestellten Beispiele zeigen nur ein kleines Spektrum der Analyse- und Verifikationsmöglichkeiten, die das Simulaprodukt für RLT-Systeme bietet.

Zusammenfassung

Die ständige Verbesserung der Qualität raumlufttechnischer Geräte und Systeme hinsichtlich Entwurf, Planung, Ausführ-

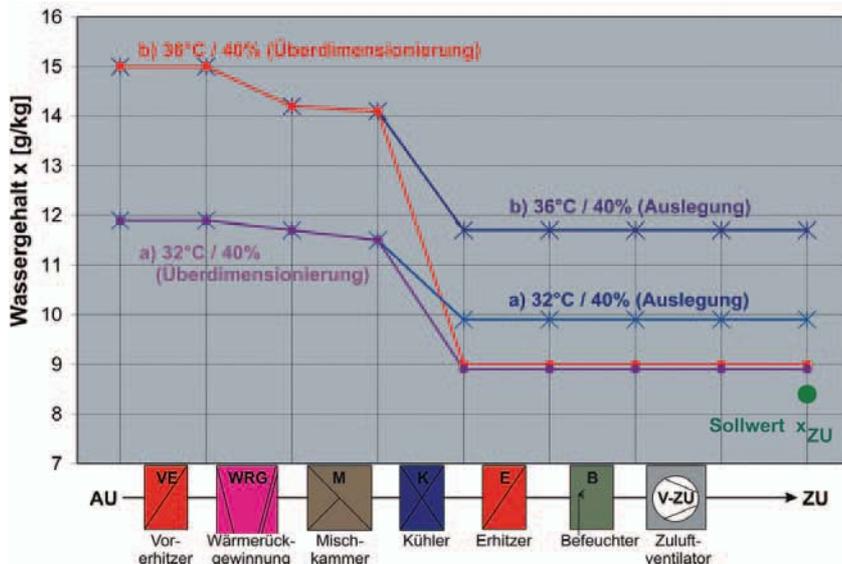


Abb. 8 Vergleichende Gegenüberstellung der Verläufe der Wassergehalte im Zuluftstrang eines RLT-Systems im Entfeuchtungsfall bei exakt dimensionierten und bei überdimensionierten Luftkühlern mit Pumpenkaltwasser 7/12
 a) Außenluftzustand: $t_{AU} = 32^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$ ($x_{AU} = 11,9 \text{ g/kg}$)
 - Kühlerleistung = 100% (Auslegung)
 - Kühlerleistung = 173% (Überdimensionierung)
 b) Außenluftzustand: $t_{AU} = 36^{\circ}\text{C}$; $\phi_{AU} = 40\%$ ($x_{AU} = 15,0 \text{ g/kg}$)
 - Kühlerleistung = 100% (Auslegung)
 - Kühlerleistung = 235% (Überdimensionierung)

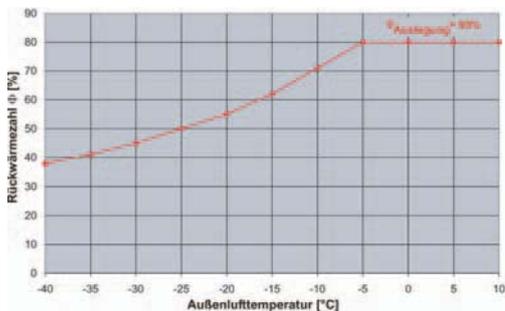


Abb. 9 Darstellung des Verlaufs der Rückwärmezahl in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur bei Einsatz einer Vereisungsschutzsicherung

nung und Betrieb ist wesentlich für die Zukunftssicherung der Gebäudeklimatik. Innerhalb dieses globalen Qualitätskontextes ist die zuverlässige, belastbare, situations- und nutzergerechte Vorhersage thermischer Luftzustände in raumluftechnischen Anlagen und Gebäuden ein wesentlicher Meilenstein.

Das Simulationsprogramm SIMULA-RLT® dient als Werkzeug zur Analyse und Verifikation der thermischen Luftkonditionierung in raumluftechnischen Geräten und Systemen unter Berücksichtigung von individuellen Betriebs- und Regelparametern. Das Programm,

das auf reinen thermo- und fluiddynamischen Berechnungsansätzen basiert und vollständig auf empirische Korrektur- und Korrelationsfaktoren verzichtet, bietet eine Vielzahl von Eingabe- und Variationsmöglichkeiten, so dass die Modellierung individueller Anwendungssituationen problemlos erfolgen kann. Die vorgestellten Beispiele und Simulationen zeigen, dass aufgrund der Systemzusammenhänge in RLT-Geräten und -Anlagen sowie aufgrund der zunehmenden Wahrscheinlichkeiten für klimatische Extreme die bisherige Auslegungspraxis für raumluftechnische Komponenten überdacht werden sollte. Das SIMULA-Programm, das als installationsfreies EXE-file vorliegt, kann von Interessenten kostenfrei bezogen werden über die ALKO Lufttechnik. E-Mail: klima.technik@al-ko.de

*Autor: Prof. Dr.-Ing. Michael Haibel
 Prof. für Thermodynamik und Klimatechnik,
 Biberach University of Applied Sciences,
 Biberach
 Dipl.-Ing. Raimund Lang, Geschäftsführer
 AL-KO Therm, Jettingen
www.al-ko.de*

Air - Quality

bioclimatic - das bedeutet seit über 25 Jahren Kompetenz und Erfahrung auf dem Gebiet hochqualitativer Luftaufbereitungs- und Entkeimungssysteme. Innovative Systemlösungen in den unterschiedlichsten Lebens- und Produktionsbereichen ist der Mittelpunkt unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

Luftionisationssysteme

Gesunde, keimarme, geruchsneutrale Luft für optimale Arbeits-, Hygiene- und Lagerbedingungen.

- Inaktivierung von Keimen und Geruchsmolekülen durch aktivierten Sauerstoff
- Elektronisch gesteuerte, bedarfsgerechte Dosierung
- Verschiedene Geräteserien für vielseitige Anwendungsgebiete

Abluft-Reinigungssysteme

Das innovative Abluft-Reinigungssystem PHOENIX ist die optimale Kombination von Photo-Oxidation und Katalysator und ermöglicht eine nahezu 100 %ige Reinigung von belasteter Abluft.



- Abbau von Schadstoffen, Gerüchen und lösungsmittelhaltiger Luft
- Einhaltung der gesetzlichen Auflagen
- Variable, bedarfsgerechte Systemgrößen für unbegrenzte Einsatzmöglichkeiten
- Niedrige Betriebskosten



bioclimatic GmbH
 Im Niedernfeld 4
 D-31542 Bad Nenndorf
 Telefon +49 57 23 - 94 40 - 0
 Telefax +49 57 23 - 94 40 - 30
 E-Mail: info@bioclimatic.de
www.bioclimatic.de