

Fragen:

- 1** Gibt es die Notwendigkeit, die Kältetechnik speziell auf die Bedürfnisse der Klimatechnik, ja sogar speziell auf die Anwendung zuzuschneiden?
- 2** Wie sollte das optimale Regelungskonzept für die Kältetechnik aussehen, um trotz der häufigen Stunden im Teillastbetrieb eine ausreichende Wirtschaftlichkeit zu erreichen?
- 3** Sind die Kältemittelsysteme (VRF) oder die Kaltwassersysteme besser für die Gebäudetechnik geeignet?
- 4** Welche Merkmale müssten neue Entwicklungen der Kältetechnik haben, um zukünftig stärker im Gebäudebereich vertreten zu sein? Stellen die offenen sorptionsgestützten Klimasysteme bereits eine ernsthafte Gefahr für die klassische Kältetechnik dar?

Heute diskutieren:



Dr.-Ing. Ulrich Arndt
Alfred Kaut GmbH + Co., Wuppertal
Niederlassung Dresden



Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz
Technische Universität
Hamburg-Harburg
Technische Thermodynamik



Prof. Dipl.-Ing. Eberhard Wobst
Institut für Luft- und
Kältetechnik gGmbH,
Dresden

Ein Forum für alle

Diese Spalten stehen allen Lesern der KI Kälte · Luft · Klimatechnik zur Verfügung. Hier werden von der Redaktion Fragen gestellt und Probleme der Branche aufgezeigt. Firmen und Fachleute sind eingeladen, sich jederzeit frei und uneingeschränkt dazu zu äußern.

Expertenumfrage

Die Kältetechnik für die Klimatechnik?

Behagliche Raumtemperaturen lassen sich in vielen Fällen kaum ohne die Nutzung von Kälteeffekten für die Temperaturabsenkung und die Luftentfeuchtung erzielen. Speziell im Bürobereich steht häufig keine Ganzjahresnutzung im Vordergrund. Zwar haben die inneren Lasten und der große Glasanteil der Fassaden schon zu einer längeren Nutzung der Kältetechnik geführt. Die Vollbenutzungsstunden sind jedoch nach wie vor eher gering. Anders als in vielen technologischen Bereichen sind die Temperaturanforderungen eher moderat, so dass häufig versucht wird, auch mit „natürlichen“ Kältequellen zu arbeiten. Für die traditionelle Kältetechnik ergeben sich damit neue Anforderungen an die Systemauslegung und das Regelungsverhalten.

Antwort zur Frage 1

Dr.-Ing. Ulrich Arndt

Ja, diese Notwendigkeit gibt es! Seit ca. 15 Jahren werden auch in Deutschland Raumklimasysteme zunehmend auf die speziellen Anforderungen im Büro, Hotel, in Banken und Verwaltungsgebäuden zugeschnitten. Die maßgeblichen Hersteller halten dafür sowohl Systeme der indirekten Kühlung, Kaltwassersysteme, als auch Systeme der direkten Kühlung, VRF-Systeme, bereit. Diese Grundprinzipien der Lastabführung werden für die „Zentrale“ (Kaltwasser) und „Dezentrale“ (Kaltwasser, VRF) Klimatisierung eingesetzt. Wenn es nun um die Zerschneidung auf spezielle Anforderungen der Raumklimatisierung geht sind zweifellos dezentrale Lösungen im Vorteil, wobei beide Klimatisierungsverfahren ihre volle Berechtigung haben und sich in der Praxis ergänzen.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz

Die Frage wird mit einem klaren Ja beantwortet. In Gebäuden dürfen Klimatechnik und Heizungstechnik zukünftig nicht mehr für sich isoliert gesehen werden. Die Klimatisierung wird aufgrund von verbesserter Wärmedämmung und dichterem Gebäudehüllen immer wichtiger. Ein Gebäude kann nicht deswegen als energieeffizient gelobt werden, weil im Winter beim Normauslegungsfall Solarenergie genutzt wird, im Sommer aber die Raumtemperatu-

ren auf über 40°C ansteigen. Gesucht ist eine „Goodyear®“ – Technik, die sowohl im Sommer als auch im Winter energieeffizient und komfortabel arbeitet und durch die der Primärenergiebedarf über das ganze Jahr betrachtet minimiert wird. Diese Anforderung begünstigt Wärmepumpensysteme, bei denen aber bisher vorwiegend der Heizfall im Vordergrund stand. Prinzipiell kann mit Wärmepumpen auch gekühlt werden, nur ist die Kälteleistung bei Auslegung für den Heizfall oft zu gering. Es müssen Wärmepumpensysteme entwickelt werden, die sowohl eine Grundkühlung des Gebäudes im Sommer als auch eine ausreichende Beheizung im Winter ermöglichen. Diese Wärmepumpensysteme sollten die speziellen Umgebungsbedingungen eines Gebäudes nutzen. Mit Wärmepumpen sind nicht nur elektrisch angetriebene, sondern vor allem auch zuverlässige, thermisch betriebene Wärmepumpen gemeint (z.B. Gasmotorwärmepumpen), da der verstärkte Einsatz von Klimaanlage im Sommer auch in Europa zukünftig zu Engpässen bei der Stromversorgung führen könnte.

Prof. Dipl.-Ing. Eberhard Wobst

Zweifellos. Die Kältetechniker bedauern, dass sich die Planung des kältetechnischen Teils von Klimakälteanlagen aus Aufwandsgründen oft auf den Griff zum Katalog beschränkt. Es kann als sicher angesehen werden, dass mit dieser Praxis Energieeinsparpotenzial verschenkt und die Betriebssicherheit gemindert werden.

Antwort zur Frage 2

Dr.-Ing. Ulrich Arndt

Hier sind nachfolgende Bedingungen zu erfüllen:

- Die Drehzahl der Kältemittelverdichter muss im Teillastbetrieb bis auf ca. 10% der Nennkälteleistung stufenlos heruntergeregt werden können.
- Hierbei kann der Antrieb über Elektromotor mit Frequenzumrichter oder aber über Gasmotor erfolgen. In Verbindung mit ihrem modularem Aufbau ist damit z.B. das ausgezeichnete Teillastverhalten von VRF-Systemen gegeben. (Anmerkung: Insofern sind die in der neuen DIN V18599 -Energetische Bewertung von Gebäuden- festgelegten Teillastfaktoren nicht immer nachvollziehbar!)
- Die DDC sollte die Struktur der Einzelraumregelung aufweisen.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz

Eine pauschale Antwort erscheint mir hier nicht möglich, da das Regelungskonzept im Zusammenhang mit der Anlagenkonfiguration zu sehen ist. Es sind hier die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Speicherung von thermischer Energie zu berücksichtigen. Kältespeicher auf der Basis von neuartigen PCM – Materialien (Phase Change Materials) ermöglichen eine bessere Integration natürlicher Wärmesenken in die Klimatechnik und stellen gleichzeitig eine Alternative zu aufwendigen Eisspeichern da.

Prof. Dipl.-Ing. Eberhard Wobst

Hinter dieser Frage verbirgt sich offensichtlich die Erwartung, dass die Regelung mehr leisten soll, als sie kann. Bei häufigem Teillastbetrieb kann eine noch so gute Regelung ein geeignetes Anlagenkonzept nicht ersetzen. Dieses sollte auf einer exakten Ermittlung der Kältebelastung (Tagesgang, Jahresgang) aufbauen, ggf. eine Aufsplittung der Kälteleistung auf mehrere Kältemaschinen vorsehen, die Frage der Installation von Speichern beantworten und ein stimmiges hydraulisches System beinhalten, um nur einige wichtige Punkte zu nennen. Auf dieser Basis werden die Regelungstechniker mit ihren heutigen Möglichkeiten den I-Punkt auf eine optimale Anlage setzen.

Antwort zur Frage 3

Dr.-Ing. Ulrich Arndt

Vorangestellt sei die klare Aussage der Thermodynamik: Die z.B. in VRF-Systemen realisierte Direktverdampfung verläuft grundsätzlich energiewirtschaftlicher als die z.B. im Kaltwassersatz ablaufende indirekte Verdampfung, auch indirekte Kühlung!! Da durch die Entwicklung des Maschinen-, Apparate- und Anlagenbaus sowie der Mikroelektronik frühere Defizite der Direktverdampfung bei Gebäudeklima-Anwendungen behoben sind, gibt es auch keine Einseitigkeit mehr. Trotzdem werden beide Systeme weiterhin nebeneinander existieren. Es wird auch weiterhin Einsatzfälle geben, bei denen Vorteile auf der einen oder anderen Seite liegen können. Aber wenn man sich einmal die nachfolgend aufgeführten, herausragenden Eigenschaften der VRF-Systeme ansieht, wird klar, dass kaum ein anderes Klimasystem diese Anwendungscomplexität aufweist:

- Heiz- und Kühllasten werden direkt (über umweltfreundliche, ungiftige und nichtbrennbare Kältemittel, Ozonschädigungspotential ODP=0) durch im zu klimatisierenden Raum installierte lufttechnische Geräte (Inneneinheiten) abgeführt.
- Dezentrale Lastabführung **und** dezentrale Heiz- und Kühlenergiebereitstellung.
- **Eine Anlage – 3** Luftbehandlungsfunktionen: Heizen, Kühlen, Entfeuchten.
- Nutzung der Luft-/Luft-Wärmepumpe als Heizkomponente führt zu signifikanter Primärenergieeinsparung und Reduzierung der Schadstoffemission.
- Hohe Energieeffizienz, da Energietransport und –übertragung nur mit **einem** Wärmeträger erfolgen.
- Hohe Betriebssicherheit durch modularen Aufbau, optimierte Baugruppen und Komponenten sowie einen spezialisierten Anlagenbau.
- Die Anlagen bestehen aus Inneneinheiten (Wärmeübertragereinheiten) und elektrisch oder gasmotorisch angetriebenen Außeneinheiten (Wärmeübertrager/Kompressoreinheiten).
- Eine Außeneinheit kann über 40 Inneneinheiten versorgen.
- Energietransport zwischen Innen- und Außeneinheiten über Kältemittelleitungen kleinen Durchmessers; keine großdimensionierten Luftkanäle erforderlich.
- Ausführung als 2- und 3-Rohrsysteme (zeitgleiche Bereitstellung von Heiz- und Kühlleistung) mit Gesamtrohrnetzen von 300 bis 780 m je Außeneinheit.

- Durchgängige dezentrale Bauweise garantiert maximale Flexibilität bei Nutzung der klimatisierten Flächen.
- Große Versorgungsleistungen werden durch regelungstechnische Verknüpfung einzelner, schnellreagierender Kältekreise bzw. Außeneinheiten problemlos erreicht.
- Dezentrale Anordnung der Außeneinheiten führt zur Optimierung und Minimierung der Leitungswege zu den Inneneinheiten.
- Außenluftzufuhr entweder dezentral oder zentral aufbereitet über kleine Luftkanalquerschnitte.
- Komfortable Bedienungs- und Gebäudeklima-Managementsysteme gehören zum Anlagen-Know-How.
- Einzelraumregelung und Energie-Einzelraumabrechnung für jede Inneneinheit sind Standardausrüstung.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz

VRF-Systeme (Variable Refrigerant Flow) sind vor allem bei der nachträglichen Installation von Klimaanlage in bestehende Gebäude vorteilhaft, da der Installationsaufwand verringert wird. In neuen Gebäuden sind Kaltwassersysteme nach wie vor als die beste Wahl anzusehen. Durch die Entkopplung von Kälteerzeugung und Kälteverteilung können zukünftige Anforderungen an die Kältetechnik leichter und flexibler erfüllt werden. Bei neuen Anforderungen an Kältemittel, z.B. bezüglich des GWP-Wertes, braucht nur der Kaltwassersatz ausgetauscht werden.

Prof. Dipl.-Ing. Eberhard Wobst

Beide Systeme haben Vor- und Nachteile. Den Hauptvorteilen der werkseitig komplett gelieferten Flüssigkeitskühler wie hohe Betriebssicherheit, kleine Kältemittelfüllmengen, geringe Leckage und optimierte Parameter steht der Aufwand für den sekundären Kältevertragskreislauf mit zusätzlichen Temperaturdifferenzen und Pumpen gegenüber. Vor Ort errichtete Anlagen erfordern auch bei weitestgehender Vorfertigung kältetechnische Arbeiten auf der Baustelle. Die Kältemittelfüllungen dieser Anlagen sind größer und die Dichtheit ist schwerer zu beherrschen. Aufgrund solcher Vergleiche fällt es schwer, ein System über das andere zu stellen. Es ist besser, die Existenz beider nebeneinander zu sehen und die Entscheidung im Einzelfall anhand der konkreten Bedingungen zu treffen.

Antwort zur Frage 4

Dr. Ulrich Arndt

Zeitgemäße RLT-Anlagenkonzepte sollten sich optimal auf die vielfältigen Anforderungen moderner Büro- und Geschäftsgebäude, Hotels usw. wie z. B. Nutzungsänderungen, Miet- und Mieterwechsel, Gebäudemanagement, Einzelraumregelung etc. anpassen lassen. Hierbei ist insbesondere der Nutzbarkeit bzw. Variabilität eines Gebäudes, einzelner Bereiche oder Räume zukünftig ein wesentlich höherer Stellenwert beizumessen. Das bedeutet, die Funktionsicherheit der Flächen möglichst uneingeschränkt zu gewährleisten. Der Begriff „Nutzbarkeit“ sollte deshalb weiter gefasst werden. Er muss neben den zu gewährleistenden Hygiene- und Behaglichkeitskriterien auch die Vielfalt der technischen und technologischen Randbedingungen stärker berücksichtigen. Beide Aspekte unterliegen mehr oder minder fortschreitenden kurzfristigen und langfristigen Änderungen.

Diese können z. B. begründet sein in:

- den sich verändernden Nutzungsbedingungen eines Gebäudes (Lebensdauer) und in einem Gebäude und den daraus resultierenden klimatechnischen Forderungen,
- den veränderlichen sommerlichen Außenklimabedingungen,
- den veränderlichen Ansprüchen der Nutzer hinsichtlich der thermischen, hygienischen, visuellen und akustischen Behaglichkeit und
- oft fehlenden frühzeitigen und unzureichenden oder mangelhaften Informationen im Planungsprozess an und zwischen Auftraggeber, Planer, Architekt und Nutzer.

Ein Klimasystem, das auf diese realen Praxisbedingungen sehr gut ausgerichtet werden kann, ist die VRF-Multisplitttechnik.

- Sie erlaubt dem Architekten eine weitgehendst harmonische Eingliederung der Anlagenkomponenten in die moderne Gebäudegestaltung.
- Sie ist für den Planer ein sehr gutes RLT-System unter raumlufttechnischen Aspekten, d. h. z. B. der Gewährleistung thermischer Behaglichkeitsanforderun-

gen, um auf veränderliche Nutzungsbedingungen in unterschiedlichen Räumen eines Gebäudes eingehen zu können.

- Sie bietet für den Vermieter eines Gebäudes Möglichkeiten, Räume variabel vermieten zu können.

Sinnvoll ist in diesem Zusammenhang der Einsatz von Wärmepumpen wenn man berücksichtigt, dass selbst im bivalenten Betrieb mit einer vorhandenen PWW-Heizung erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden können.

Sorptionsgestützte Klimasysteme stellen also keine Gefahr für die heutzutage hochentwickelte „Kältetechnik für Klimatechnik“ dar (s. o.). Vielmehr können auch sie in dem wachsenden deutschen Klimamarkt als Bereicherung der klimatechnischen Lösungsmöglichkeiten gesehen werden. Ihr Einsatz ist auf Grund des erheblichen apparativen Aufwandes vorrangig auf dem Neubausektor und für große Vollklimaanlagen einzuordnen. Mitentscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist hierbei auch, dass die Energie für den Nachheizer-Wärmeübertrager über eine thermische Solaranlage oder Abwärme bereitgestellt werden kann.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz

Vorherrschende Meinung in der Architektur ist, dass „gut“ gestaltete Gebäude keine Klimatisierung benötigen. In der Realität haben solche Bürogebäude dann auf Grund des Kühlbedarfs im Sommer einen jährlichen Primärenergiebedarf von 500 kWh/m²a und mehr. Um die Akzeptanz von Klimaanlagen zu erhöhen, ist die Entwicklung von ökologisch verträglicheren Techniken zur Klimatisierung wichtig. Dazu gehört nicht nur die Ausnutzung natürlicher Wärmesenken wie Erreichkühlung oder Nachtkühlung, sondern auch die Verbreitung von Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln und die Entwicklung von effizienten Techniken zur Speicherung von Kälte. Die sorptionsgestützte Klimatisierung mit Hilfe von Sorptionsrädern (Desiccant Wheels) oder in Form von etwas aufwändigeren offenen Sorptionssystemen wird ohne Zweifel deutlich an Bedeutung gewinnen, da sie die – im Vergleich zu Absorptionskälte-

anlagen – einfachere Nutzung von thermischer Energie wie Gas, BHKW-Abwärme, Fernwärme oder solarthermisch erwärmtes Wasser zur Klimatisierung im Sommer ermöglicht. Der Einsatz der Sorptionstechnik erleichtert zudem die Nutzung natürlicher Wärmesenken, da der Taupunkt nicht mehr unterschritten werden muss. Die Sorptionstechnik wird aber nicht als Gegensatz sondern eher im Zusammenhang mit klassischer Kältetechnik gesehen, d. h. nach der sorptiven Entfeuchtung und Kälterückgewinnung bzw. Verdunstungskühlung erfolgt eine Wärmeabfuhr in einem konventionellen Kühler. Von einer ernststen Gefahr kann daher nicht gesprochen werden, im Gegenteil, Sorptionssysteme können eine sinnvolle Ergänzung zur klassischen Kältetechnik bilden und helfen, die Akzeptanz von Klimatisierungssystemen zu erhöhen.

Prof. Dipl.-Ing. Eberhard Wobst

Für Einführung neuer Entwicklungen in den Markt ist die Wirtschaftlichkeit der entscheidende Faktor. Dabei wird die Möglichkeit, höhere Investitionskosten durch Betriebskosteneinsparungen zu refinanzieren, noch zu wenig akzeptiert.

Innovationen werden sich zukünftig häufig auf schon bekannte und technische Lösungen und Verfahren stützen. Der Schwerpunkt liegt auf der Weiterentwicklung und Kombination bekannter Verfahren unter Nutzung der immer besseren interdisziplinären technischen Möglichkeiten. Auf diesem Weg sind innovative Entwicklungsergebnisse, die hohen Ansprüchen genügen, erreichbar. Gewaltiges Verbesserungspotential kann beim Zusammenspiel von „Erzeuger“ und „Verbraucher“ unter Einbeziehung einer Vielzahl von Möglichkeiten wie Nutzung der Außenluftenthalpie, Einsatz regenerativer Energien, Erzeugung von Kälte aus Abwärme mittels Ad- und Absorptionskälteanlagen, zentrale und dezentrale Anlagen, ... erschlossen werden. Die Lösungsvielfalt wird damit langfristig immer breiter gefächert sein. Dass dabei ein System eine existentielle Gefahr für die klassische Kältetechnik darstellt, ist dabei weder zu erkennen noch zu erwarten. ■