

Man sollte meinen, dass sich das alte Thema „Kühldecken nur mit Fensterlüftung“ längst erledigt hat. Leider ist dies nicht so. Auch heute noch werden derartige Systeme installiert. Betreiber und Nutzer solcher Gebäude führt das in eine überaus gefährliche Sackgasse!

Fensterlüftung zwingt Kühldecke in die Knie

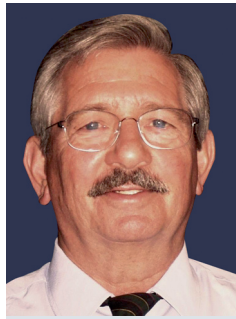
Kühldecken ohne RLT ist nicht Stand der Technik – von Dietrich Schröder



Bürogebäude werden häufig mit Kühldecken temperiert. Nutzer beurteilen das System und die Wirkung der behaglichen Strahlungskühlung überwiegend positiv mit einer hohen Akzeptanz- und Zufriedenheitsquote. Dazu sind aber die Regeln der Technik konsequent einzuhalten. Kühldecken sind sehr leistungsstark. Vermutlich auch deshalb wird in einzelnen Fällen immer noch versucht, auf eine ergänzende mechanische Lüftung zu verzichten.

Wenn die Feuchte steigt

Leistungsmessungen von Kühldecken sind nach DIN 4715 genormt. Die Nennleistung wird bei einer Temperaturdifferenz von 10 K zwischen der Kühldecken-Kaltwassertemperatur und der Raumtemperatur sowie einer Spreizung der Wassertemperatur von 2 K erreicht. Nimmt man eine Raumtemperatur von 26 °C und eine Kühlwasservorlauftemperatur von 15 °C an, ergibt sich dafür aus dem h,x-Diagramm ein Sättigungszustand der absoluten Raumluftfeuchte von 10,5 g/kg. Eine am Schreibtisch tätige Person gibt bei einer Raumtemperatur von 26 °C etwa 65 bis 70 g Wasser pro Stunde an die Raumluft ab. Bei einem Zuluftvolumenstrom von 40 m³/h je Person entspricht dies einer Feuchtezunahme in der Raumluft um 1,5 g/kg. Um Kondensation an einer kühlen Fläche zu vermeiden, ergibt sich aus 10,5 - 1,5 g/kg ein Grenzwert der Raumluftfeuchte von 9,0 g/kg. Diese Feuchtezunahme um 1,5 g/kg ist kein fixer Wert. Bei kleinerem Luftvolumenstrom oder zeitweise geschlossenen Fenstern – wie dies gerade bei Hitzeperioden anzunehmen ist – kann die Feuchtezunahme noch höher ausfallen. Prof. Thomas Jeschke, Hochschule Biberach, rechnet sogar mit einer Zunahme der Feuchte von 1,9 g/kg/1/. Bei dichter Besetzung, wie in Besprechungs- oder Schulungsräumen, können noch höhere Werte



*Dietrich Schröder, Kiefer Luft- und Klimatechnik, Stuttgart
Kontakt zum Autor:
dietrich.schroeder@cci-promotor.de*

aufzutreten. Deshalb sind in den einzelnen Räumen Kondensationsfühler zu betreiben. Eine generelle, für das gesamte Gebäude wirkende Begrenzung der Feuchte wäre zwar die billigste Lösung, doch dadurch würde die Leistung der Kühldecken unnötigerweise reduziert. Ihre Nennleistung erreicht eine Kühldecke nur, wenn die Luft im Raum, um Kondensation zu vermeiden, unter die Sättigungsgrenze abgekühlt und entfeuchtet wird. Dies entspricht einer Temperatur von ca. 12 °C. Wie aber soll das mit Fensterlüftung ganzjährig erreicht werden? Jeder Luftzustand über dem Feuchtegrenzwert von 9 g/kg führt zu einer Leistungsminderung der Kühldecke, weil dann die Wassertemperatur angehoben werden muss.

Halten wir fest: Eine geregelte Entfeuchtung der Raumluft ist zwingend erforderlich, um die Leistung einer Kühldecke zu gewährleisten. Dies ist in der Regel nur durch eine RLT-Anlage möglich.

Aus der Hitze-Grenzschicht in den Raum

Im Winter ist die Fensterlüftung die einfachste Form der Energieverschwendung, die teuer erzeugte Wärme wird hinausgelüftet. Im Sommer wirkt sich das Öffnen der Fenster noch stärker auf die Raumtemperatur aus. Irrtümlicherweise

wird häufig vereinfachend davon ausgegangen, dass bei geöffnetem Fenster Luft mit Außentemperatur in den Raum eintritt. Dies trifft aber so nicht immer zu. Die Sache ist etwas komplexer und deutlich fataler!

Die Sonneneinstrahlung auf vertikale Außenflächen beträgt rund 600 bis 750 W/m². Geht man von einer durchschnittlichen Geschosshöhe von 3,0 bis 3,6 m aus, so entsteht auf der Fassade ein durchschnittlicher Wärmestrom von etwa 2.200 W/m. Über zwei bis drei Geschosse addiert sich das auf einen Wert von 4.500 bis knapp 7.000 W/m Fassade. Diese gewaltige Wärmemenge bewirkt einen thermischen Auftrieb der Außenluft entlang der Fassade mit Temperaturen in der Grenzschicht von 40 bis 50 °C.

An windstillen heißen Tagen, wie das gerade bei extremen Wetterlagen typisch ist, kann die aufsteigende Thermik auch Spitzentemperaturen von 60 °C erreichen. In großflächig verglasten Doppelfassaden sind sogar Spitzentemperaturen von 80 °C gemessen worden /2/. Und nun tritt genau diese an der Fassade erwärmte Außenluft bei geöffnetem Fenster in den Raum ein – was passiert jetzt?

Erstens wird die Kühllast im Raum dadurch deutlich höher als bei der Berechnung mit geschlossenem Fenster.

Zweitens geht die Leistung der Kühldecke in die Knie: Sie kann bei verringerter Nennleistung die Standard-Kühllast und die zusätzlich durch Fensterlüftung eindringende Wärme nicht mehr aufnehmen – folglich steigt die Raumtemperatur.

Eine Kühldecke ist keine Klimadecke

Der Konkurrenzkampf zwischen etwa 40 bis 50 Herstellern von Kühldecken aller Art ist hart, teilweise skrupellos. Einige Firmen

nutzen den Marketingbegriff „Klimadecke“. Dies suggeriert, dass die Decken allein – also ohne begleitende Lufttechnik – in der Lage seien, einen Raum ausreichend zu temperieren. In der cci bezeichnete Dr. Manfred Stahl dies treffend als „Klimalüge“ /3/.

Beton, auch Gips, ist porös wie ein Schwamm. Argumentiert wird, dass diese Baumaterialien Spitzen der Raumluftfeuchte abpuffern. Das ist aber gefährlich. Rost kann die Bewehrung angreifen. Kondensation muss ausgeschlossen werden, auch wenn es nicht gleich zum sichtbaren Abtropfen kommt.

Der Fühler wird's schon richten

Kondensation an Kühldecken wird als unproblematisch dargestellt, weil sie ja durch Feuchtefühler und Hochfahren der Kühlwassertemperatur oder Schließen des Ventils sicher verhindert werden kann. Dadurch hervorgerufene Leistungseinschränkungen werden verantwortungslos und leichtfertig verharmlost mit der Behauptung, es handle sich dabei ja nur um wenige Stunden pro Jahr.

Wie häufig der Grenzwert der Raumtemperatur von 26 °C tatsächlich überschritten wird, kann nicht auf Basis der meteorologischen Daten der Außentemperatur zutreffend beurteilt werden. Nur eine thermische Simulation unter Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung und der Fassadenkonstruktion liefert zuverlässige Daten. Dabei muss auch die Erwärmung der Luft in der Grenzschicht an der Fassade berücksichtigt werden. Fraglich ist auch, ob die meteorologischen Daten der DIN 4710 aus dem Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 überhaupt noch zeitgemäß sind /4/. Untersuchungen zeigen, dass in den letzten Hitzeperioden Minderleistungen bei Anlagen von 20 bis 25 Prozent auftraten.

Bei Hitze sinkt die Kühlung

Kühldecken nur mit Fensterlüftung haben eine zum Kühlbedarf gegenläufige Leistungscharakteristik. Einer steigenden Kühllast durch höhere Außentemperaturen steht gleichzeitig eine reduzierte Leistung der Kühldecke gegenüber. Das bedeutet: Je wärmer und feuchter es im Raum wird, umso geringer ist die verfügbare Leistung. In Hitzeperioden, also wenn die Kühlung dringend notwendig ist, schaltet die Kühldecke wegen Kondensationsgefahr ab. Und das passiert nicht nur wenige Stunden pro Jahr, speziell in Hitzeperioden können dies Tage und Wochen sein. Im Sommer 2003 wäre in Karlsruhe eine Kühldecke an 41 Tagen abgeschaltet und ohne Funktion gewesen /1/.

Kühldecken nur mit Fensterlüftung sind eine Fehlinvestition, von der man dringend abraten muss. Bauvorhaben mit sehr aufwändigen Nachrüstungen oder sogar Investitionsruinen sind ausreichend bekannt /2/. Hinzuweisen ist noch auf die haftungsrechtliche Verantwortung des Planers im Hinblick auf das Bielefelder Klimaurteil.

Minderleistungen

Die bisherigen Aussagen sind nicht als Plädoyer für eine feste Verglasung zu verstehen. Die Fensterlüftung ist aus praktischen und psychologischen Gründen zweckmäßig. Ihre Nutzung ist aber zeitlich sehr eingeschränkt. Deshalb ist zusätzlich eine kontrollierte mechanische Lüftung erforderlich. Der Nutzer beansprucht die individuelle Freiheit, Fenster öffnen zu können und dafür auch Zeitpunkt und Dauer selbst zu bestimmen. Die positiv dargestellte, ach so „natürliche Fensterlüftung“ hat jedoch mehrere negative Auswirkungen. Sie zwingt die Nutzer, die Fenster auch bei ungeeigneter Witterung zu öffnen oder aber auf Lüftung zu verzichten. Die Leistungsfähigkeit

der Mitarbeiter nimmt dadurch in jedem Fall ab – entweder durch zu hohe Temperaturen oder durch Verzicht auf Lüftung und dadurch miefige Raumluft. Dazu kommen noch bei Fensteröffnung mögliche Beeinträchtigungen durch Lärm, Zugerscheinungen und schlechte Luftqualität.

Kühldecken die heizen, – ein Unding!

Kühldecken können auch heizen – leider! Irgendein Verkäufer hat den Slogan erfunden: „Gekühlt wird im Sommer, im Winter wird geheizt“. Weil dies so praktisch klingt, verzichtet man auf Heizkörper an der Fassade und heizt mit der Decke. Der Architekt begrüßt das, denn Heizkörper an den Fenstern stören seine Ästhetik. Ohne Heizkörper lässt sich die Kühldecke noch besser verkaufen.

Wer entscheidet nun aber, wann Sommer und wann Winter ist? In unserem gemäßigten Klima wechselt der Heiz-/Kühlfall täglich. Im Normalfall, d. h. an ca. 200 Tagen pro Jahr, muss die Heizung morgens das Büro aufheizen, um eine Starttemperatur von 20 bis 22 °C zu sichern. Nach Arbeitsbeginn steigen die inneren Wärmelasten durch Personen, Beleuchtung und PCs schnell an. Der Kühlfall stellt sich dann spätestens ein bis zwei Stunden nach Betriebsbeginn ein, bei Sonneneinstrahlung kann das noch schneller passieren. Die Folge ist, dass beim Übergang Heizen auf Kühlen jedes Mal durch Vermischen von Warm- und Kaltwasser hohe Mischverluste auftreten. Nur mit einem aufwändigen, jeder Raumgruppe zugeordneten 4-Leiter-System ist eine bedarfsgerechte Heizung oder Kühlung gewährleistet. Damit werden zwar die Verluste durch Vermischung reduziert, aber nicht beseitigt.

Besonders gravierend wirken sich diese Energieverluste bei der Bauteilaktivierung aus. Neben den Mischverlusten im Wasser ist auch

noch die Beton-Speicherkapazität von 180 bis 300 W/Km² zu überwinden. Dieser unnötige Energieverbrauch ist nicht akzeptabel. Der verantwortungsbewusste Planer wird derartige Lösungen ablehnen.

Saniert wird mit VRF

Nun zu einem aktuellen konkreten Beispiel. Der Verfasser hatte die Gelegenheit, die Kühl-Problematik in einem neu errichteten und gerade bezogenen Bürogebäude zu diskutieren. Auffällig war die gut gegliederte und ästhetisch ansprechende Form des Gebäudes. In die vollflächig verglaste Fassade ist ein technisch gut gelöster Sonnenschutz integriert. Das Gebäude ist ausgestattet mit Kühldecken und Fensterlüftung, aber ohne kontrollierte Lüftung. Bereits im Mai 2006 ergaben sich Raumtemperaturen bis zu 31 °C, die dann im Sommer sogar bis auf 39 °C anstiegen. Problematisch war zudem der sehr lange Zeitraum mit unzumutbaren Raumtemperaturen über 26 °C. Mit den Kühldecken wird hier auch geheizt. Ausgeführt wurde ein 2-Leiter-System ohne ausreichende Zonierung. Die Folge ist, dass

auch eine bedarfsgerechte Heizung und Kühlung nur zeitweise möglich ist.

Bedauerlich ist, dass ein ästhetisch so beeindruckendes Gebäude in der Nutzungsqualität durch die verfehlten Systemlösungen dermaßen eingeschränkt ist. Nach einer Untersuchung kam der TÜV zu dem Ergebnis, dass bei der gegebenen Situation eine Verbesserung nur unzureichend möglich ist. Der Bauherr stand vor der Frage, wie er die Temperierung des neuen, gerade bezogenen Gebäudes sanieren kann. Inzwischen werden Kühltrühen mit Direktverdampfern nach dem VRF-System installiert. Die komplette Umrüstung des gesamten Gebäudes dürfte etwa 2 bis 3 Mio. € kosten. Spannend wird nun die Frage, wer die Verantwortung trägt (und zahlt).

Ein Resümee

Das alles ist nicht neu. Schon auf dem ersten FGK-Kühldecken-Symposium im September 1990 hat Prof. Fritz Steimle klar Position bezogen: „Die Kühldecke ist eine integrale Komponente eines Gesamtsystems und ohne kontrollierte Lüftung zum Scheitern verurteilt!“

/5/. Seitdem gab es eine Vielzahl von Veröffentlichungen und Statements, die zum gleichen Ergebnis kommen. Trotzdem wird von Einzelnen – wider besseres Wissen – der Eindruck erweckt, die „natürliche Fensterlüftung“ sei der kontrollierten Lüftung mindestens gleichwertig und damit wirtschaftlich überlegen.

Viele Architekten hören das gerne. Der Auftrag ist sicher. Der Kunde wird vorsätzlich getäuscht. Der Nutzer muss es schwitzend aussitzen. Nach meiner Beurteilung ist das skrupellose Geschäftemachelei. Solche negativen Beispiele schädigen das Image der Branche. Eine Kühldecke ohne ergänzende mechanische Lüftung entspricht nicht dem Stand der Technik.

/1/ Thomas Jeschke. Kann bei Flächenheiz- und -kühlssystemen auf Raumlufttechnik verzichtet werden? HLH 5/2006.

/2/ Werner Eicke-Henning. Vieles nur Fassade. Glasarchitektur – Lehren aus einem Großversuch. Serie in cci 2/2004 bis 10/2004.

/3/ Manfred Stahl. Die Klimälüge. cci 10/2006

/4/ Karl-Josef Albers. Für heiße Sommer besser planen. cci 2/2007.

/5/ FGK-Symposium „Kühldecken und Raumlüftung“. cci 12/1990.

			
Zentralbibliothek Ulm	Hotel Royal Le Méridien, Hamburg	Teatro Carlo Felice, Genua	SAP Walldorf, Campus II
<h2>Neue Wege mit Luft</h2>			
<ul style="list-style-type: none"> ■ Komponenten - Luftdurchlässe - Kühldecken - Betonkerntemperierung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anlagenbau - Komfortklima - Industrieklima - Getränkeindustrie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dienstleistungen - Entwicklungslabor - Beratung & Planung - Montage & Wartung 	<p>Kiefer GmbH Luft- und Klimatechnik Heilbronner Str. 380-396 70469 Stuttgart Tel.: + 49 (0)711 / 8109-0 Fax: -205 E-Mail: info@kiefierklima.de Internet: www.kiefierklima.de</p>  <p>Seit 1877</p> <p>Kiefer Luft- und Klimatechnik</p>

3026_02/08