

Sonderdruck aus  
CCI.Print 4/2004

InfoSystem  
GebäudeTechnik



**cci**



**Print** Große  
FachZeitung

Promotor Verlag Borsigstraße 3 D-76185 Karlsruhe Fon 07 21/5 65 14-0  
Fax 07 21/5 65 14-50 www.cci-promotor.de Verlag@cci-promotor.de

Woher kommen z. B. Minderleistungen und Luft im System?

# Typische Probleme bei Kühldecken und deren Lösung

Von Walter  
Ruschel

In den letzten Jahren hat sich in der modernen Komfortklimatechnik die stille Kühlung unter Einsatz von Kühldecken durchgesetzt. Meist werden dem Bauherrn solche Systeme in Verbindung mit ergänzenden raumluftechnischen Anlagen angepriesen, Hauptargumente dabei sind die vielen Vorteile im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und die Steigerung der thermischen Behaglichkeit. Doch oft ist beim Investor die Ernüchterung umso größer, wenn schon nach kurzer Betriebszeit Probleme auftreten und die in das Klimasystem gesetzten hohen Erwartungen nicht erfüllt werden. Ursachen dafür sind häufig Fehler, die in der Auslegung oder im Betreiben der Anlagen liegen. Einige nachfolgend ausgeführte Beispiele sollen helfen und dazu beitragen, diese Fehler zu erkennen, sie künftig zu vermeiden oder sie zu beheben.

**Heidelberg.** Ein Fehler, der häufig bei der Begutachtung von Kühldeckensystemen festzustellen ist, liegt in der (unbewusst) falschen Dimensionierung der Kühldecke. Als Beispiel hierfür soll ein Verwaltungsgebäude in Süddeutschland dienen, dessen Längsfassaden in Ost-/Westrichtung ausgerichtet sind. Trotz intensiver Beratungen durch den TGA-Planer war der Architekt

nicht davon zu überzeugen, auf den innenliegenden Sonnenschutz zu verzichten und stattdessen einen außenliegenden Sonnenschutz anzubringen. „Es werden ja RLT-Anlagen mit einem 2,5-fachen Luftwechsel sowie zusätzliche Kühldecken installiert und betrieben, die das kompensieren sollen“, so lautete das Architekten-Argument.

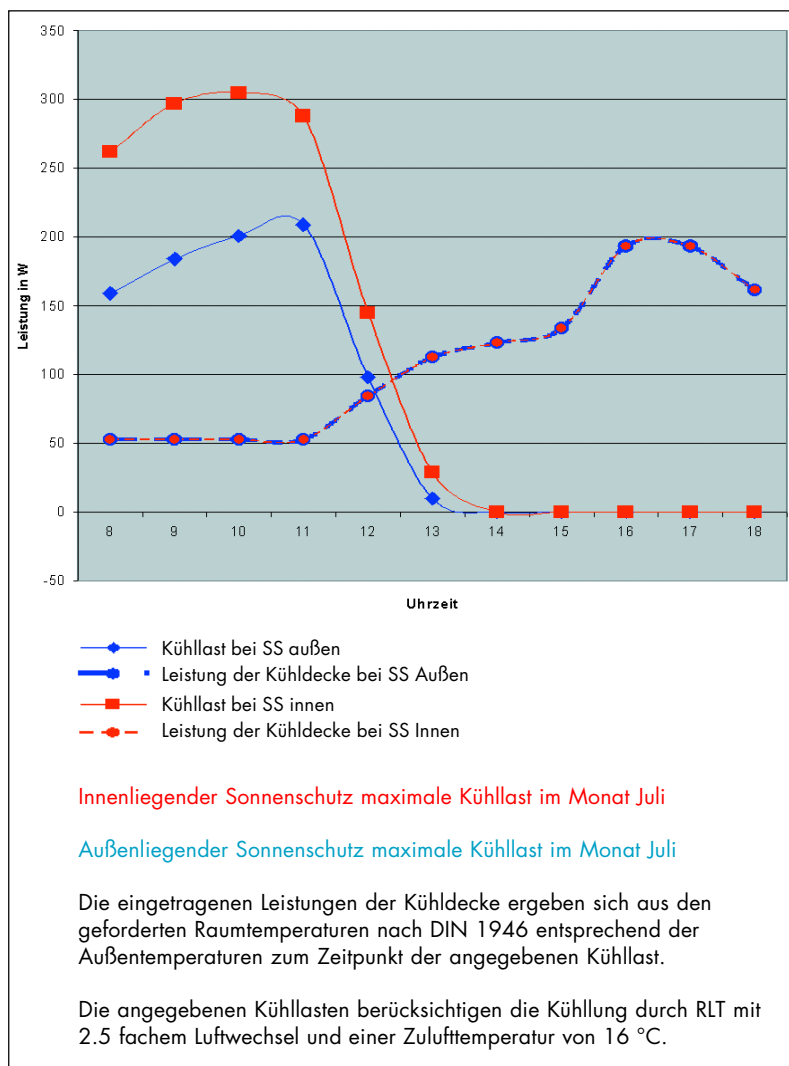
## **Zu warme Büros schon um 10 Uhr**

Natürlich wurde für das Gebäude eine Kühllastberechnung gemäß VDI 2078 durchgeführt. Dabei ergaben sich maximale Kühllleistungen von ca. 500 Watt pro Büro, und auf Basis dieser Ergebnisse sowie auf einer Soll-Raumtemperatur von maximal 26 °C wurden



dann die Kühldecken ausgelegt. Das böse Erwachen kam schon kurz später: Bereits im ersten Betriebsjahr gab es Beschwerden der Raumnutzer, denen es in ihren schicken Büros schon am Morgen zu

warm wurde. Und über die Aufzeichnungen der Gebäudeleittechnik konnte festgestellt werden, dass sich die vom Planer und Anlagenbauer zugesagten Raumtemperaturen nicht eingestellt haben. Bei einer Begutachtung der



**Abb. 2**  
**Die Last- und Leistungsprofile für einen Ost-Raum**  
**(zulässige Raumtemperatur 22 bis 26 °C)**

Anlage haben wir dann Folgendes analysiert:

Die Kühllastberechnung war korrekt durchgeführt worden. Allerdings hatte der Planer dabei nicht berücksichtigt, dass die maximale Kühllast aufgrund der dann einfallenden Solarstrahlung bereits zwischen 8 und 10 Uhr morgens anfällt (Abb. 2). In dieser Zeit liegt die Außentemperatur in einer Größenordnung von 20 bis 23 °C, und gemäß DIN 1946 Teil 2 sollte dann die Raumtemperatur maximal 25 °C betragen. Gewünscht werden jedoch aus Behaglichkeitsgründen Raumtemperaturen, die näher an der Außentemperatur liegen, also bei 22 bis 23 °C. Bei dieser Raumtemperatur ist jedoch die Leistung der Kühldecke erheblich geringer als bei einer Raumtemperatur von 26 bis 27 °C. Der Grund hierfür ist einleuchtend: Bei einer mittleren Oberflächentemperatur der Kühldecke von ca. 19 °C und einer Raumtemperatur von ca. 27 °C beträgt die Temperaturdifferenz 8 K. Bei gleicher Kühldecken-Oberflächentemperatur von 19 °C und einer Raumtemperatur von ca. 22 °C beträgt die Temperaturdifferenz nur ca. 3 K. Somit beträgt die Leistung der Kühldecke nur ca. 50 Prozent der eigentlich benötigten Leistung. In der Praxis führte dies in unserem Beispiel zu einem Anstieg der Büro-Raumtemperatur bis auf 28 °C.

In den meisten Fällen sind aber durchaus Planungsreserven vorhanden, weil die Ermittlung der Kühllast nach VDI 2078 beim Einsatz strahlungsabsorbierender Systeme eher zu hohe Ergebnisse liefert. Andererseits zeigen die Erfahrungen mit innenliegendem Sonnenschutz aber auch, dass der Rechenansatz mit  $b = 0,5$  in vielen Fällen als zu optimistisch angenommen wird. Die Oberflächen von innenliegenden Sonnenschutzzeineinrichtungen heizen sich nämlich bei direkter Sonneneinstrahlung stark auf und werden dadurch zu einer perfekten Strahlungsheizung, leider zur unpassenden Zeit. Ein ähnlicher Effekt wurde übrigens auch bei Doppelfassaden mit zwischen den Doppelscheiben liegenden Sonnenschutzlamellen beobachtet.

## **Lösung: Kühlwasser-temperatur absenken**

Abhilfe bei diesem Problem kann eine Absenkung der Kühlwasser-Vorlauftemperatur der Kühldecke auf bis zu 14 °C bringen, wobei aber die Taupunkttemperatur der Außenluft zur Vermeidung einer Kondensatbildung an der Kühldecke nicht unterschritten werden sollte (dies gilt besonders dann, wenn die Fenster zum Lüften geöffnet werden können). Die Kaltwasser-Vorlauftemperatur wird also in Abhängigkeit von der aktuellen Raumlast und von der Taupunkttemperatur der Außenluft gleitend zwischen 14 bis 18 °C geregelt. Damit kann die maximale Kühlleistung auch bei niedrigeren Raumtemperaturen bereitgestellt werden. Ergänzend ist zu erwähnen, dass in unserem Beispiel natürlich ein außenliegender Sonnenschutz bauphysikalisch die beste Lösung gewesen wäre.

## **Winterprobleme**

Ähnliche Situationen ergeben sich häufig auch in Räumen, in denen die Kühllasten weniger durch äußere als vielmehr überwiegend durch innere Lasten wie Beleuchtung, Personen, Geräte usw. dominiert werden. Eine RLT-Anlage sorgt hier normalerweise für die Sicherstellung der benötigten Außenluftfrate, wogegen dem Kühldeckensystem die Aufgabe zufällt, die thermische Behaglichkeit zu sichern.

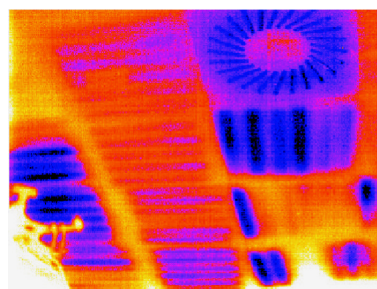
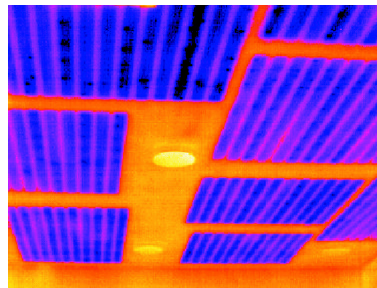
Auch bei solchen Anlagensystemen und Betriebsbedingungen ist häufig festzustellen, dass die Auslegung der Kühldecke bei einer Raumtemperatur von 26 °C erfolgte. Da aber im Sommer wie im Winter annähernd ähnlich hohe innere Lasten vorliegen, und hier im Winter eine Raumtemperatur von 22 °C gewünscht ist, sind die Deckensysteme oft unterdimensioniert. So kann häufig im Winter die vorgesehene Raumtemperatur von 22 °C nicht eingehalten werden und wird überschritten.

Gemäß DIN 1946 Teil 2 sind zwar kurzfristige Raumtemperaturen bis 26 °C zugelassen, jedoch führt dies

dann bei den Nutzern zu massiven Klagen, da im Winter üblicherweise der Dämmwert der Kleidung höher ist als im Sommer und hier ein Verweis seitens der Planer und Anlagenbauer auf die DIN-konformen Temperaturen beim Nutzer auf höchstes Unverständnis stößt.

## **Schon nach kurzer Zeit: 50 % inaktive Flächen**

Im zweiten Sommer nach der Inbetriebnahme unseres Beispiel-Bürogebäudes wurden die Kühldecken mit einer Thermokamera auf ihre Funktionstüchtigkeit hin überprüft. Das Ergebnis war frustrierend, denn fast die Hälfte der aktiven Flächen wurden dabei als funktionsuntüchtig festgestellt. Die Ursachen dafür lagen sowohl bei defekten Stellan-



**Abb. 3**  
**Thermografische Aufnahmen der Kühldecken, bei Inbetriebnahme (oben), nach zwei Jahren (unten). Die stark verringerten blauen (kühlen) Flächen (unten) zeigen deutlich den Leistungsverlust.**

trieben der Kühldeckenregelungen als auch in der Anwesenheit von Luft in den Kühldeckenwasserkreisläufen begründet, die das ordnungsgemäße Durchströmen des Kühlwassers durch die Kühldeckenregister teils deutlich verminderte. Dieses Problem ist uns auch aus Gebäuden bekannt, in denen thermisch aktivierte Betondecken eingesetzt wurden. Bei unserem Beispielgebäude waren besonders die Systeme in den obersten Geschossen mangels Möglichkeit einer ordentlichen Entlüftung nicht mehr funktionsfähig. Dass bei diesem Bürogebäude die Luft erst im Laufe des Betriebes in die Register gelangt ist, konnte durch thermografische Aufnahmen der Anlage belegt werden, die zur Inbetriebnahme erstellt wurden und die ordnungsgemäße Funktion zum damaligen Zeitpunkt nachwies (Abb. 3). Da dieser Fall häufiger auftreten dürfte, bieten mehrere Kühldecken-Hersteller einen jährlichen Check-up zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Kühldecken an. Per Thermokamera wird dann die Kühldeckenfunktion geprüft, und so können Störungen in der Anlage leicht erkannt und beseitigt werden.

## **Ablösen von eingeklebten Kühlregistern**

In der Vergangenheit haben sich Kühldecken mit eingeklebten Registern nach längerer Betriebszeit als anfällig erwiesen. Dies gilt besonders dann, wenn die Register (meistens auf der Baustelle) auf das innenliegende Akustikvlies aufgeklebt wurden. Aber auch die werkseitig beim Plattenhersteller durchgeführte Klebeverbindung zwischen Akustikvlies und Deckenplatte ist nicht auf eine Zugbelastung ausgelegt, die sich dann ergibt, wenn sich die Durchbiegung (Dehnungskoeffizient) der Registerprofile von der der Deckenplatte unterscheidet. Es kommt zu Ablösungen mit der Folge einer reduzierten Kühlleistung, solches tritt in vielen Fällen erst Jahre nach der Inbetriebnahme auf. Mit einer Verfügbarkeitskontrolle per Thermografie können auch solche Mängel leicht festgestellt

werden. Nach mehreren Betriebsjahren kann auch der Zustand der Wasserkreisläufe eine weitere Quelle für Störungen sein.

### **Schlamm und Rost im Kühlsystem**

In den heutigen hydraulischen Anlagen kommen oft eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien zum Einsatz. Über Dichtungen kann Sauerstoff in den Kreislauf eindringen. Dann kommt es zur allmähli-

chen Bildung von Korrosion in den Stahlleitungen, in dessen Folge sich Schwarzschlamm bildet. Da es heute praktisch keine Schlammspeicher mehr gibt, setzen sich die Korrosionsprodukte sowohl in den Leitungen als auch in der Kühldecke ab. Im schlimmsten Fall kann Sauerstoff in Verbindung mit Eisenoxiden in Kupferrohren zur Lochkorrosion führen.

Um dies zu verhindern, haben wir gute Erfahrungen mit dem Einbau von Feinstschlammabscheidern ge-

macht, die mittels Hochleistungsdauermagneten sämtliche im System zirkulierenden Partikel ausfiltern und damit Korrosionsträger dauerhaft aus dem Verkehr ziehen. Gleichzeitig werden die Oberflächen metallischer Rohrleitungen passiviert.

*Dipl.-Ing. Walter Ruschel,  
geschäftsführender Gesellschafter  
NEK Ingenieure, Heidelberg*

---