

Kühllastberechnung für Bauteilanlagen – Kurzfassung- von Dipl.-Ing. Norbert Nadler

Da die Thematik sehr komplex ist, soll diese Kurzfassung nur die wesentlichen „Merksätze“ wiedergeben. Der Originalaufsatz ist unter [3] erschienen.

Die Kühllastberechnung nach der VDI 2078 [1] geht von einer rein konvektiven Lastabfuhr aus, d.h. Abfuhr der Lasten mit einer RLT-Anlage. Die Berechnung der Lastabfuhr über Kühldecken ist erst jetzt mit dem C.A.T.S.-Kühllastprogramm möglich bzw. wird demnächst mit EDV-Programmen, die nach der VDI 6007 [2] programmiert werden, möglich sein.

In den neuen Programmen wird vom Anwender erwartet, dass er den Konvektivanteil der Kühlanlage angibt. Der Konvektivanteil beschreibt, wie hoch der Anteil der konvektiven Wärmeabfuhr der ausgewählten Anlage ist. Dieser Parameter ist im Folgenden ein Synonym für den Anlagentyp. Ein Konvektivanteil der Anlage von 100 % entspricht einer reinen RLT-Anlage. Je kleiner der Konvektivanteil ist, desto größer ist der Strahlungsanteil der Bauteilkühlung. Der Konvektivanteil von 0 % ist ein theoretischer Grenzfall, in dem die Bauteilanlage nur noch langwellige Strahlung aufnimmt. Kühlsegel besitzen einen höheren Konvektivanteil als eingebaute Kühldecken, da auch die raumabgewandte Seite des Kühlsegels zur konvektiven Raumluftkühlung beiträgt.

Weiterhin ist anzugeben, ob die Kühllast wie bisher für eine Soll-Raumlufttemperatur oder nunmehr für eine Soll-Operativtemperatur (empfundene Temperatur) zu berechnen ist.

Die Eingabe dieser beiden neuen Parameter erfordert vom Planer erhöhten Sachverstand, da durch die Auswahl die Effizienz der Anlage erheblich beeinflusst werden kann. Das soll anhand eines Beispiels in Bild 1 demonstriert werden. Aufgetragen ist jeweils auf der Abszisse der Konvektivanteil der Anlage und auf der Ordinate die max. Kühllast im eingeschwungenen Zustand bezogen auf die max. Belastung des Raumes. Dieses Verhältnis kann man als max. Kühllastfaktor bezeichnen, der sowohl Strahlung als auch Konvektion in den Leistungsangaben enthält. Bei einem max. Kühllastfaktor von 1 entspricht die zu installierende Anlagenleistung der Größe der Belastung. Ein max. Kühllastfaktor > 1 kann nach Bild 1 bzw. [3, Bild 2] bei Anlagen mit hohem Strahlungsanteil bei gleichzeitig hoher konvektiver Belastung auftreten. Das bedeutet, dass die Anlage für eine größere Leistung ausgelegt werden muss, als es durch die Höhe der Belastung vorgegeben ist. Eine Auslegung, bei der z.B. 1500 W Kühlleistung zu installieren wäre, um 1000 W Belastung abzuführen (max. Kühllastfaktor gleich 1,5), ist aus Energieeffizienzgründen abzulehnen.

Bild 1 wurde für den VDI-Typraum in Eckraumausführung und für den Zeichensaal der VDI 2078 berechnet. Um die Bauartschwere zu variieren, erfolgte die Berechnung jeweils für den Raumtyp Schwer (durchgezogene Linie) und für den Raumtyp Keine Speicherung (gestrichelte Linie). Durch den Schnittpunkt der durchgezogenen mit der gestrichelten Linie wird der Bereich der Bauartschwere in Form einer Schere aufgespannt. **In diesem Schnittpunkt entspricht der Konvektivanteil der Belastung dem Konvektivanteil der Anlage.** Die Bauartschwere hat hier keinen Einfluss mehr.

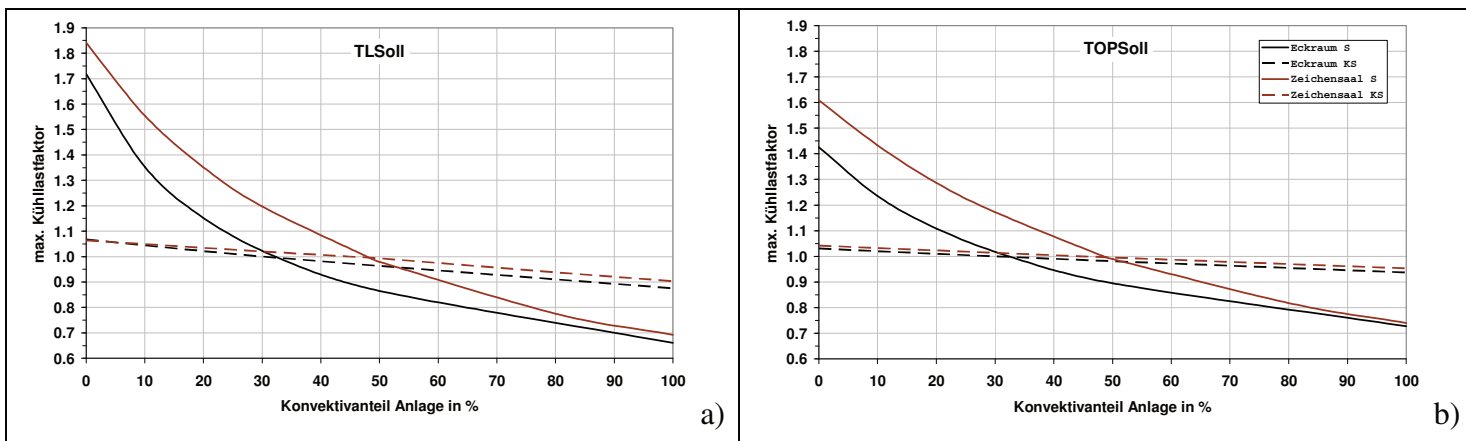


Bild 1: Maximaler Kühllastfaktor für die Sollwertart

a) Raumlufttemperatur (TLSoll = 24 °C) und b) Operativtemperatur (TOPSoll = 24 °C) für eine reale Belastung im Eckraum und Zeichensaal unter Variation der Speicherfähigkeit

Galt früher noch der Grundsatz „je schwerer die Bauweise, desto geringer die Kühllast“, ist links von diesem Schnittpunkt eine Umkehrung dieser Aussage zu verzeichnen. Grundsätzlich wird bei der konvektiven Raumkühlung eine geringere Leistung benötigt (s. Bild 1). Bei einer Gesamtbetrachtung ist jedoch der weitaus höhere Aufwand für die Förderung und Kühlung der Luft gegenüber der Wasserkühlung zu berücksichtigen.

Für eine effiziente Auslegung von Anlagen zur Bauteilkühlung muss nicht nur die Höhe sondern auch die Art der Belastung Beachtung finden. **Der Konvektivanteil der Anlage sollte so gewählt werden, dass er mindestens dem Konvektivanteil der Belastung entspricht**, damit der Auslegungspunkt rechts vom Schnittpunkt liegt. Daraus resultiert die Empfehlung für die Bauteilkühlung:

Räume mit hoher konvektiver Belastung (z.B. Kopierlüfter, Personen)	→ Kühlsegel oder offene Kühldecke
Räume mit hoher Strahlungsbelastung (z.B. durch große Fensterflächen)	→ auch geschlossene Kühldecke möglich

Ist eine derartige Auswahl nicht möglich, sind Leichtbauweisen zu bevorzugen bzw. dem Architekten zu empfehlen. In den EDV-Programmen wäre ein Warnhinweis bei ineffizienter Auslegung vorteilhaft.

Durch den Vergleich von Bild 1a und 1b ist zu erkennen, dass der Anstieg des max. Kühllastfaktors mit abnehmendem Konvektivanteil der Anlage geringer ausfällt, wenn die Operativtemperatur als Sollwert gewählt wird. Die Kurven unter TOPSoll verlaufen flacher als unter TLSoll, wodurch die Bauteilanlage mit hohem Strahlungsanteil eine geringere Leistung benötigt.

Die Auswahl der Zielvorgabe für die Kühllastberechnung (Soll-Raumlufttemperatur oder Soll-Operativtemperatur) sollte sich nach Art des Raumtemperaturreglers (Luft- oder Globusfühler) richten. In jedem Fall muss überprüft werden, ob die Ist-Temperaturen während der Anlagenbetriebszeit noch im Behaglichkeitsbereich liegen und keine Taupunktunterschreitung stattfindet.

Literatur

- [1] VDI 2078 Ausgabe Juli 1996: Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume (VDI-Kühllastregeln).
- [2] VDI 6007 Ausgabe Oktober 2007: Berechnung des instationären thermischen Verhaltens von Räumen und Gebäuden –Raummodell–.
- [3] Nadler, Norbert: Kühllastberechnung für Bauteilanlagen. C.A.T.S.-Newsletter Dezember 2007. HLH Bd. 59 (2008), Nr. 2, S. 49-52