

Lüftung & Klima

Damit Klimaanlage ein Wohlfühlklima schaffen können, müssen sie nach den Anforderungen der zu klimatisierenden Räume ausgelegt werden. Um zu erfahren welche Anlage in Frage kommt, sollte zuerst die Kühllast errechnet werden. Hierbei werden verschiedene Faktoren wie Raumgrößen, Fensterflächen und vieles mehr berücksichtigt.



SHK-Handwerksbetriebe, die eine fachgerechte Klimatisierung durchführen wollen, sollten sich nicht nur auf grobe Richt- oder Tabellenwerte der Hersteller bei der Bestimmung der Geräteleistung verlassen. Für einen energieeffizienten Betrieb der Klimaanlage ist die richtige Dimensionierung von entscheidender Bedeutung. Eine zu klein bemessene Anlage wird den Nutzer nicht zufrieden stellen und eine zu groß bemessene Anlage führt je nach System durch häufiges Takten zu frühzeitigem Verschleiß und unnötig hohem Energieverbrauch. Hierbei sind die meisten Klimaanlage sensibler als Heizungsanlagen, die im Teillastbetrieb sogar effizienter arbeiten können. Ein weiterer, wichtiger Unterschied zur Heizungsanlage besteht in der Berücksichtigung von Nutzereinflüssen.

Berechnung der Kühllast erfolgt analog der Heizlastrechnung

Während bei der Dimensionierung der Heizungsanlage die Nutzung weitgehend vernachlässigt werden kann, weil das Gebäude auch ohne innere und äußere Wärmegewinne auf Solltemperatur gehalten werden muss, sind diese Größen entscheidend für die Ermittlung der Raumkühlleistung. Von großer Bedeutung ist, ob der Kunde beispielsweise Sonnenschutz und Rollläden bei

Richtige Dimensionierung durch Kühllast-Berechnung

Weder frieren noch schwitzen

direkter Sonne schließen will oder kann. Auch ist wichtig zu wissen, ob er sein Schlafzimmer klimatisieren will, in dem er sich nur nachts aufhält, oder ob er im Home-Office einen PC betreibt. Schon vor der Dimensionierung sollten die Anforderungen des Kunden bekannt sein und bei der Planung berücksichtigt werden. Dies schließt auch die gewünschte Raumtemperatur mit ein. Denn manche Kunden beharren auf der Möglichkeit, 22° C selbst in der größten Hitzeperiode einstellen zu können, während anderen

in dieser Zeit 26–27° C genügen. Die eigentliche Berechnung der Kühllast erfolgt analog der Heizlastrechnung. Viele EDV-Programme haben eine Schnittstelle, so dass

Bauvorhaben				
Bearbeitungsstand	Phase	Datum		Bearbeiter

Bauvolumen V		m ³	Hüllfläche A		m ²
A/V		m ⁻¹	Höhe h		m
U _m km		W/m ² K	Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient		
Dichtheit	mit		ohne		Dichtheitsprüfung
Lage	innerstädtisch		offene Bebauung		

Außenklimadaten:

Winter:	ϑ_e		° C	$\phi_e \varphi_e$		%
	$\Delta \vartheta_e$	±	K	$\Delta \phi_e \varphi_e$	±	%
Windstarke Gegend			Abschlag durch Bauwerksmasse			K
Sommer:	ϑ_e		° C	$\phi_e \varphi_e$		%
	$\Delta \vartheta_e$	±	K	$\Delta \phi_e \varphi_e$	±	%
Abweichende Daten:	ϑ_e		° C	$\phi_e \varphi_e$		%
	$\Delta \vartheta_e$	±	K	$\Delta \phi_e \varphi_e$	±	%
Wetterdaten nach z. B.	TRY		Meteonorm			

Bild 1 Auszug aus einem Raumbuch



Unser Autor

Dipl.-Ing. Claus Händel

ist technischer Referent beim Fachinstitut Gebäude-Klima e.V., 74321 Bietigheim-Bissingen, Telefon (0 71 42) 5 44 98, Telefax (0 71 42) 6 12 98, E-mail: haendel@fgk.de, Internet: www.fgk.de

ein Großteil notwendiger Daten aus der Heizlastberechnung importiert werden kann und nur noch fehlende Daten ergänzt werden müssen. Neben vereinfachten Tabellenverfahren ist die Kühllastberechnung nach VDI 2078 weitgehend ein akzeptierter Standard, der in den meisten Programmen verwendet wird. Wesentliche Parameter für die Kühllast sind:

- Fensterflächen
- Sonnenschutz
- Außenwände und Dachanteile, insbesondere wenn sie direkt von der Sonne beschienen sind
- Innenwände z. B. zum warmen Dachgeschoss
- Interne Wärmequellen wie Computer, Beleuchtung und sonstige elektrischen Geräte
- Die Anzahl der Personen, die sich gleichzeitig im Raum aufhalten
- Der Luftwechsel (besonders wichtig bei Ladengeschäften)
- Die Bauweise (massiv oder leicht)
- Lokale und ggf. regionale Wetterdaten.

Mit einfachen Tools die Kühllast berechnen

Zur Erfassung dieser Daten, zur Definition des Kundenwunsches und zur vertraglichen Fixierung dient ein Raumbuch, in dem wesentliche Randbedingungen fixiert werden können (Bild 1). Insbesondere die gewünschte Raumtemperatur muss vor dem Hintergrund der neuen DIN EN 13779 individuell vereinbart werden, weil die nationalen Rahmenbedingungen der DIN 1946 Teil 2 ab Herbst 2004 zurückgezogen werden. Sind Anforderungen und bauliche Rahmenbedingungen erst mal fixiert, kann es an die Berechnung der Kühllast gehen. Gerätehersteller und Softwarehäuser bieten Berechnungsprogramme an, die in Standardanwendungen integriert werden und dafür sorgen, dass möglichst viele Daten gemeinsam genutzt werden können und sich der Aufwand für Berechnung, Auslegung, Ausschreibung und Angebot reduziert. Doch auch mit einfachen Tools auf Basis von Excel kann die Kühllast schnell

und mit wenigen Schritten berechnet werden. Wichtig bei der Berechnung der Kühllast nach VDI 2078 ist, dass der notwendige Frischluftanteil normalerweise nicht direkt in der Lastberechnung enthalten ist. Dieser muss separat anhand des notwendigen Außenluftvolumenstromes (ca. 20–40 m³/h Person) und den Gerätekennwerten (Entfeuchtung) im h_x-Diagramm ermittelt werden (vereinfacht kann man mit der Formel $Q = m_L \cdot \rho_L \cdot 25 \text{ kJ/kg}_{\text{tr.Luft}}$ und damit ca. 160–250 W/Person rechnen).

Dies sollen die folgenden Beispiele verdeutlichen:

Privates Wohnzimmer

Im privaten Bereich bestimmen die äußeren Lasten über die Außenwände, die Fenster und die Anzahl der Personen die Höhe der Kühllast. Die inneren Lasten durch elektrische Geräte und die Beleuchtung sind meist von geringer Bedeutung. Wesentlich für die richtige Bemessung sind hierbei die Rahmenbedingungen durch die Nutzung

Lüftung & Klima

Raumdaten	Länge: 6 m; Breite: 7 m; Geschosshöhe: 2,7 m; Raumhöhe: 2,4 m Personenanzahl: 4; Tätigkeitsgrad: leicht gewünschte Raumtemperatur: 24 °C
k-Werte	Außenwand: 0,38; Flachdach: 0,35 W/m ² · K Innenwand: 1,74; Decke/Boden: 2,74; Fenster: 2,6 W/m ² · K
Raumtyp Klimazone	Raumtyp: M (mittel); Frankfurt/Main Stadtzentrum
Innere Lasten	Innere Lasten: 200 Watt; Beleuchtungswärme: 0 Watt
Nebenträume	Es ist ein Flachdach oberhalb
Wand	Himmelsrichtung: Süd; Länge: 6 m Fenstermaße: 1 x 1,3 m; Anzahl: 4; kein Sonnenschutz
Wand	Himmelsrichtung: Ost; Länge: 7 m Fenstermaße: 1 x 1,3 m; Anzahl: 2; kein Sonnenschutz

Bild 2 Kühllastberechnung Wohnzimmer: Raumdaten

Zeitpunkt der maximalen Kühllast im Juli um 14:00 Uhr	
Außentemperatur zum o.g. Zeitpunkt: 32,4 °C	
Kühllast infolge Sonnenstrahlung durch Fenster	713 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Fenster	170 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Außenwände	541 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Innenwände	1016 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (trocken)	252 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (feucht)	160 Watt
Kühllast infolge der Beleuchtungswärme	0 Watt
Kühllast infolge der inneren Lasten	168 Watt
Gesamte Raumkühllast	3021 Watt

Tageshistogramm der Kühllast

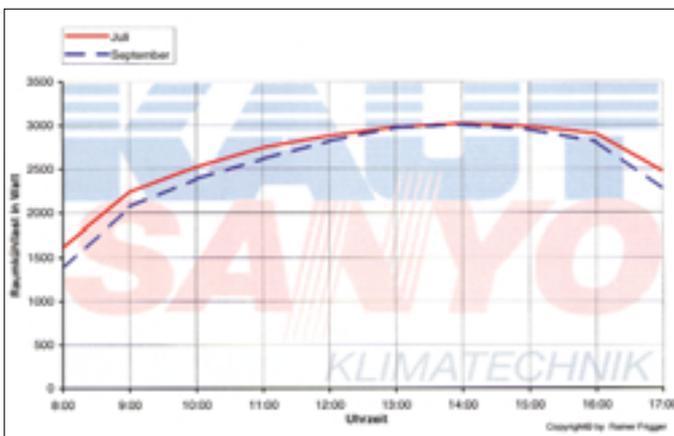


Bild 3 Wohnzimmer: Raumkühllast und Kühllastverlauf ohne Sonnenschutz

Zeitpunkt der maximalen Kühllast im Juli um 16:00 Uhr	
Außentemperatur zum o.g. Zeitpunkt: 33 °C	
Kühllast infolge Sonnenstrahlung durch Fenster	75 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Fenster	182 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Außenwände	607 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Innenwände	1016 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (trocken)	258 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (feucht)	160 Watt
Kühllast infolge der Beleuchtungswärme	0 Watt
Kühllast infolge der inneren Lasten	172 Watt
Gesamte Raumkühllast	2472 Watt

Bild 4 Wohnzimmer: Raumkühllast mit Außenjalousie

und der Sonnenschutz (Bild 2 bis 4). Wenn der Nutzer fordert, dass der Raum auch bei vollständig geöffnetem Sonnenschutz auf der gewünschten Raumtemperatur von 24 °C bleibt, errechnet sich eine Kühlleistung von ca. 3000 W. Kann der Nutzer jedoch sicherstellen, dass der Sonnenschutz über den ganzen Tag geschlossen ist, reduziert sich die notwendige Leistung auf ca. 2500 W. Zusätzlich verschiebt sich der Zeitpunkt des Maximums von 14:00 auf 17:00 Uhr (Sonnenszeit). Je nach Randbedingungen kann auch der Zeitpunkt des Maximums bei der Dimensionierung eine Rolle spielen. Nun muss noch die notwendige Leistung für die Außenluft hinzugefügt werden. Im Wohnbereich ist davon auszugehen, dass bei Betrieb des Klimagerätes die Fenster meist geschlossen bleiben und nur ab zu gelüftet wird. Rechnet man mit 20 m³/h Person und 4 Personen, dann ergeben sich zusätzlich nach der vereinfachten Formel 650 W. Ohne Berücksichtigung des Sonnenschutzes ist also ein Gerät mit einer Kühlleistung von ca. 3600 W notwendig.

Büroraum

In einem Büroraum innerhalb eines größeren Gebäudes sind die Außenwände meist von geringerer Bedeutung, weil der Anteil relativ gering ist. Aber manchmal sind gerade die obersten Etagen besonders kritisch, weil diese oft nicht mehr aus einer massiven Betondecke, sondern aus einer Leichtbaukonstruktion bestehen (z. B. Trapezblech) und mit viel Glasanteil ständig der Sonne ausgesetzt sind. Im Büro bestimmen also die Glasflächen, der Sonnenschutz, und die inneren Lasten durch Geräte und Be-

Raumdaten	Länge: 5,2 m; Breite: 5 m; Geschosshöhe: 3 m; Raumhöhe: 2,7 m Personenanzahl: 4; Tätigkeitsgrad: mittel gewünschte Raumtemperatur: 24 °C
k-Werte	Außenwand: 0,42; Flachdach: 0,35 W/m ² · K Innenwand: 0,35; Decke/Boden: 2,74; Fenster: 2,6 W/m ² · K
Raumtyp Klimazone	Raumtyp: L (leicht); Frankfurt/Main Stadtzentrum
Innere Lasten	Innere Lasten: 600 Watt; Beleuchtungswärme: 150 Watt
Nebenträume	Es sind klimatisierte Räume oberhalb Es sind klimatisierte Räume nebenan Es sind klimatisierte Räume unterhalb
Wand	Himmelsrichtung: West; Länge: 5,2 m Fenstermaße: 1,2 x 1,7 m; Anzahl: 4; Jalousie außen

Bild 5 Kühllastberechnung Büroraum: Raumdaten

Zeitpunkt der maximalen Kühllast im Juli um 16:00 Uhr	
Außentemperatur zum o.g. Zeitpunkt: 33 °C	
Kühllast infolge Sonnenstrahlung durch Fenster	344 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Fenster	190 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Außenwände	14 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Innenwände	0 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (trocken)	342 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (feucht)	380 Watt
Kühllast infolge der Beleuchtungswärme	135 Watt
Kühllast infolge der inneren Lasten	540 Watt
Gesamte Raumkühllast	1946 Watt

Bild 6 Büroraum: Raumkühllast mit Außenjalousie

Raumdaten	Länge: 8 m; Breite: 10 m; Geschosshöhe: 4 m; Raumhöhe: 3,4 m Personenanzahl: 15; Tätigkeitsgrad: mittel gewünschte Raumtemperatur: 24 °C
k-Werte	Außenwand: 0,38; Flachdach: 0,35 W/m ² · K Innenwand: 1,74; Decke/Boden: 2,74; Fenster: 2,6 W/m ² · K
Raumtyp Klimazone	Raumtyp: L (leicht); Frankfurt/Main Stadtzentrum
Innere Lasten	Innere Lasten: 500 W; Beleuchtungswärme: 1200 W
Wand	Himmelsrichtung: Süd-West; Länge: 8 m Fenstermaße: 2 x 2 m; Anzahl: 4; Jalousie außen

Bild 7 Kühllastberechnung Ladengeschäft: Raumdaten

Zeitpunkt der maximalen Kühllast im Juli um 16:00 Uhr	
Außentemperatur zum o.g. Zeitpunkt: 33 °C	
Kühllast infolge Sonnenstrahlung durch Fenster	685 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Fenster	374 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Außenwände	23 Watt
Kühllast infolge Transmission durch Innenwände	3624 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (trocken)	1282 Watt
Kühllast infolge Personenwärme (feucht)	1425 Watt
Kühllast infolge der Beleuchtungswärme	1080 Watt
Kühllast infolge der inneren Lasten	450 Watt
Gesamte Raumkühllast	8945 Watt

Bild 8 Ladengeschäft: Raumkühllast

leuchtung wesentlich die Kühllast. Im Büro kann selbst bei vollständig geschlossenem Sonnenschutz wegen der hohen Sehaufgaben oft nicht auf eine zusätzliche elektrische Beleuchtung verzichtet werden. In den Bildern 5 und 6 sind Randbedingungen und Ergebnisse für einen typischen Büroraum mit 25 m², vier Personen und den zugehörigen Gerätelasten angegeben. Durch die Orientierung nach Westen, ergibt sich die maximale Kühllast mit 1950 W im Juli gegen 16:00 Uhr am späten Nachmittag.

Ladengeschäft

Ladengeschäfte sind flächenmäßig meist größer und weniger fassadenorientiert, weil die Gebäudetiefe größer ist. Auch sind die

Schaufenster normalerweise gut beschattet. In diesen Nutzungstypen dominieren die inneren Lasten aufgrund der Beleuchtung (sehr oft auch Effektbeleuchtung mit großer elektrischer Leistung) und der Personenanzahl. Speziell wenn auch im Sommer die Ladentüren wegen der Laufkundschaft offen stehen sollen, können erhebliche Lasten aufgrund der sich einstellenden Luftwechsel entstehen. In dem Beispiel Bild 7 und 8 steigt die Kühllast für das Ladengeschäft auf ca. 9000 W. Hinzu würde insbesondere bei offenen Türen noch ein Anteil für die Frischluft kommen, der durchaus den 2fachen Luftwechsel ausmachen kann. Je nach Geräteausführung kommen noch 4000 bis 5000 W für Abkühlung und Entfeuchtung der Frischluft hinzu.

Die geschilderten Beispiele verdeutlichen, dass die Berechnung der Kühllast und die Dimensionierung von Klimageräten nicht wesentlich komplizierter als die Berechnung der Heizlast ist. Man geht mit den gleichen Größen um. Der einzig wesentliche Unterschied liegt darin, dass die Anforderungen und Gewohnheiten der Nutzer detaillierter erfasst und dokumentiert werden sollten. Dann ist sichergestellt, dass alle Beteiligten mit der installierten Technik zufrieden sind. *

Anzeige