

2.6. Klimatisierungsbedarf

2.6.1. Bedarfsträger

Als Klimatisierungsbedarf bezeichnet man jene Kältemenge, die einer Klimaanlage zur Verfügung gestellt werden muß, um in einem Raum einen vorgegebenen Luftzustand hinsichtlich Temperatur und Feuchte aufrechtzuerhalten. Standardmäßig wird von 22°C Raumtemperatur ausgegangen. Alternativ kann mit 24°C gerechnet werden. Der Maximalwert gemäß Arbeitsstättenrichtlinie beträgt 26 °C.

Der Klimatisierungsbedarf besteht aus drei Bestandteilen:

Die Kühllast gemäß VDI 2078 /62/ ist die sensible (fühlbare) Wärmeleistung, die aus einem Raum abgeführt werden muß, um vorgegebene Lufttemperaturen einzuhalten.

Die Lüftungskühllast ist die Wärmeleistung, die der Zuluft entzogen werden muß, um sie hinsichtlich Temperatur und Feuchte den Raumluftparametern anzupassen.

Die feuchte Kühllast ist die Kältemenge, die in der Klimaanlage umgesetzt werden muß, um die Entfernung der im Raum produzierten Feuchte zu gewährleisten.

Während Lüftungs- und feuchte Kühllast einfach zu bestimmen sind, besteht die Kühllast gemäß VDI 2078 aus mehreren Bestandteilen. Es sind dies zunächst die gebäudeinneren Lasten:

- Personen, Beleuchtung, Maschinen und Geräte
- in den Raum eingebrachte erwärmte Materialien
- benachbarte Räume

sowie die äußeren Belastungen:

- transmissiver Wärmetransport durch Außenwände
- Strahlung durch Fenster

2.6.1. Berechnungsmethoden

Da die Kühllast stark von Speichervorgängen im Gebäude beeinflusst wird, ist die Berechnung ein kompliziertes Problem. In Deutschland erfolgt sie üblicherweise nach der VDI 2078 "Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume". Das entgegen seinem Namen bereits sehr aufwendige Kurzverfahren basiert auf fest vorgegebenen Randbedingungen wie:

- konstante Raumtemperaturen
- periodische innere und äußere Belastungen
- 24 - stündiger Anlagenbetrieb
- konstanter Sonnenschutzfaktor der Fenster

Die Speichereffekte werden mittels eines komplizierten Systems von Kühllastfaktoren berücksichtigt:

- Anhand aller Umschließungs- und Innenwände wird eine raum- oder zonenspezifische Wärmekapazität bestimmt und die Bauweise anschließend in extraleicht, leicht, mittelschwer und schwer eingeteilt.
- Die Außenwände und Dächer werden anhand des Wandaufbaus in 6 Klassen eingeteilt.
- Es wird zwischen außen/ohne und innenliegender Verschattung unterschieden. Die Einstrahlung wird in acht Himmelsrichtungen differenziert.
- Durch unterschiedliche Außenwandfarben ergeben sich unterschiedliche Absorptionskoeffizienten. Es erfolgt eine Korrektur der äquivalenten Temperaturdifferenz.
- Deutschland wird in sechs Klimazonen eingeteilt, für die Karten und Tabellen existieren. Die neuen Länder wurden noch nicht berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt üblicherweise für einen kompletten Juli- und einen Septembertag, da Datum und Uhrzeit des Maximalbedarfs nicht im voraus bekannt sind.
- Es wird eine Zeitverschiebung berücksichtigt, die sich aus dem zeitlichen Abstand von Ein- und Ausspeicherung ergibt. Diese liegt zwischen -4 und +2 Stunden.

Das EDV-Verfahren bietet eine höhere Flexibilität der Randbedingungen:

- zeitveränderliche Sollwerte der Raumtemperatur
- wandernde Schatten
- variable Anlagenbetriebszeiten und -leistungen
- unterschiedliche Konvektions- und Strahlungsbestandteile

Das EDV-Verfahren ist nur in diesen Fällen einzusetzen. Bei Standardfällen sichert es keine höheren Genauigkeiten.

Alternativ kann die Kühllast mittels Simulation bestimmt werden. In Frage kommen neben TRNSYS auch Programme wie TAS, DOE und BLAST. Zumeist wird nicht nur das Gebäude, sondern auch die vorgesehene Anlagentechnik simuliert. Wetterdaten werden vorgegeben und die Anlage soweit variiert, bis ein befriedigender Verlauf der Raumluftparameter erzielt wird.

Liegen repräsentative Wetterdaten der gesamten Kühlperiode vor, kann auch der Jahreskältebedarf leicht bestimmt werden. Basiert die Berechnung nur auf der VDI 2078, wird der Jahreskältebedarf mit einer Vollbenutzungsstundenzahl von 300 bis 1000 h/a überschlägig bestimmt.

2.6.3. Kühltyp

Je nach Bauweise und Nutzung eines Gebäudes können sich die Einzelbestandteile des Klimatisierungsbedarfes in ihrem Verhältnis sehr unterscheiden. Besonders großen Einfluß hat dies auf die sinnvolle Realisierbarkeit einer solaren Klimaanlage. In Tabelle 9 sind die Haupttypen mit Beispielen aufgeführt. Jedes Beispiel wurde mittels Simulation untersucht. Es wurde jeweils ein Objekt mit einer Nutzfläche von 2000 m² zugrunde gelegt.

| Haupteinfluß | | Strahlung | Außentemperatur | | Innere Quellen |
|----------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------|
| Beispiel | | neues Bürohaus | altes Bürohaus | Kaufhaus ohne Fenster | NC-Maschinen-saal |
| Kubatur (L*B*H) | m | 25*20*16 | 32*12,5*15 | 26* 26*15 | 80*25*6 |
| Etagenhöhe | m | 4 | 3 | 5 | 6 |
| Menschen | Zahl | 150 | 150 | 400 | 100 |
| | kW | 13 | 13 | 58 | 14 |
| | kg/h | 7 | 7 | 32 | 8 |
| | Zeit | Mo-Fr | 8.00 - 17.00 | Mo-Fr 9.00-20.00 Sa 9.00-13.00 | Mo-Sa 6.00-22.00 |
| innere Quellen | kW | 15 | 15 | 40 | 200 |
| Fensterfläche | % | 75 | 25 | 0 | 25 |
| Luftwechsel | m ³ /h | 3.000 | 3.000 | 8.000 | 2.000 |
| Heizleistung | kW | 75 | 155 | 40 | 0 |
| Heizwärmebedarf | MWh/a | 125,8 | 323,1 | 12,7 | 0 |
| $\tau_{\text{voll,heiz}}$ | h/a | 1.677 | 2.085 | 318 | 0 |
| Kühllast | kW | | | | |
| Lüftungskühllast | kW | 8,1 | 8,1 | 21,6 | 5,4 |
| feuchte Kühllast | kW | 4,9 | 4,9 | 22,5 | 5,6 |
| Gesamtkühllast | kW | 60 | 50 | 80 | 180 |
| Jahreskältebedarf | MWh/a | 19,8 | 13,3 | 57 | 313 |
| $\tau_{\text{voll,kälte}}$ | h/a | 330 | 266 | 712 | 1.737 |
| solare Kälte | MWh/a | 17,54 | 9,07 | 42,4 | 196 |

Als Beispiele wurden ein altes Bürohaus mit schlechter Isolierung und wenig Fenstern, ein neues Bürohaus mit guter Isolierung und einem sehr hohen Fensterflächenanteil, ein Kaufhaus ohne Fenster, das sich durch große innere Quellen und hohen Luftwechsel auszeichnet, sowie ein Maschinensaal mit sehr großen inneren Quellen und geringem Luftwechsel untersucht. Es wird eine Lufttemperatur von minimal 20°C und maximal 22 °C angestrebt. Die Heiz- bzw. Kühlleistungen sind Ergebnis von Simulationsrechnungen. Bei den angegebenen Leistungen wird genau eine Stunde im Jahr eine Temperatur von 19°C unterschritten und genau eine Stunde im Jahr eine Temperatur von 24°C überschritten.

In Bild 44 ist der Jahresverlauf des Klimatisierungsbedarfs dargestellt. Während der Maschinensaal aufgrund der großen Wärmebelastung fast ganzjährig klimatisiert werden muß, ist dies in den anderen Objekten nur in den Monaten von Mai bis Oktober der Fall.

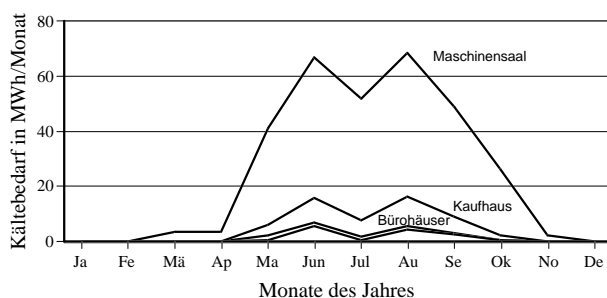


Bild 44: Jahresgang des Klimatisierungsbedarfs

Die Bürogebäude verhalten sich einander sehr ähnlich, das Kaufhaus weist einen etwa doppelt so hohen Klimatisierungs- und fast keinen Heizwärmebedarf mehr auf. Der Maschinensaal besitzt einen extrem hohen Klimatisierungs- und keinen Heizwärmebedarf. Der Bedarf ist in Bild 45 als geordnete Jahresganglinie dargestellt. Die Vollbenutzungsstundenzahl liegt zwischen 300 h/a in Bürogebäuden und 1700 h/a im Maschinensaal.

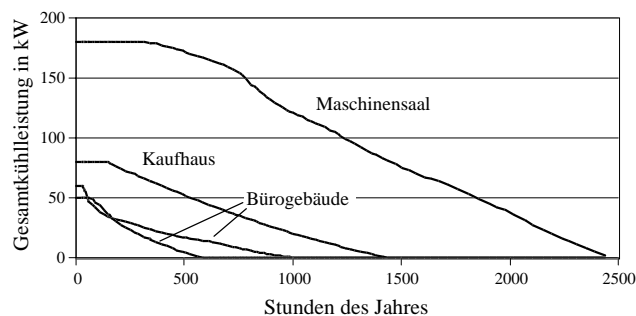


Bild 45: Geordnete Jahresganglinie des Klimat.-bedarfs

Abschließend sei noch zu untersuchen, inwiefern die genannten Objekte solar klimatisiert werden können. Es wird von einer sehr einfachen Variante ausgegangen. Die solare Klimaanlage soll bei einer Einstrahlung von 500 W/m^2 die Gesamtkühlleistung abdecken können. Bei geringerer Einstrahlung sinkt die erzielbare Kühlleistung proportional ab, bei höherer Einstrahlung bleibt die Leistung konstant. Dieses Verhalten entspricht in grober Näherung einer photovoltaisch versorgten Kompressionskältemaschine.

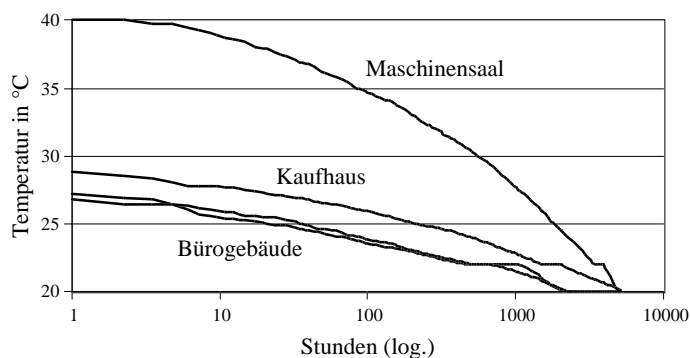


Bild 46: Geordnete Jahresganglinie bei solarer Klimatisierung

In Bild 46 sind die sich einstellenden Temperaturen der besseren Übersichtlichkeit halber geordnet und mit logarithmischer Zeitachse dargestellt. Die gemäß Arbeitsstättenrichtlinie maximal zulässige Temperatur von 26 °C wird in den Bürohäusern in 8 Stunden, im Kaufhaus in 85 Stunden und im Maschinensaal in 1400 Stunden überschritten. Die Büros sind also gut, das Kaufhaus bedingt und der Maschinensaal nicht solar klimatisierbar.

Generell kann um so besser solar klimatisiert werden, je geringer der Einfluß innerer Quellen ist. Oft wird allerdings durch innere Quellen die Klimatisierung erst notwendig. Eine Unterscheidung nach Strahlungs- und Temperatureinfluß muß nicht getroffen werden. Offensichtlich sind diese beiden Größen im Sommer hinreichend gekoppelt.