

Arbeitshilfe zum Bedarfsnachweis Kühlung und Befeuchtung

1. Einleitung

Dieses Merkblatt wendet sich an Planerinnen und Planer sowie an die Vollzugsbehörden. Es enthält Ergänzungen zur Empfehlung SIA V 382/3 sowie die Erweiterung des Bedarfsnachweises auf weitere massgebliche Nutzungen.

Viele Kantone haben einen Bedarfsnachweis für Kühlung und Befeuchtung der Raumluft gemäss Empfehlung SIA V 382/3 in ihre Gesetzgebung aufgenommen. Das Merkblatt unterstützt die Erstellung und Beurteilung dieses Nachweises. Um den Planungsaufwand möglichst klein zu halten wird empfohlen, bei komplexeren Projekten vorgängig mit den zuständigen Vollzugsbehörden Kontakt aufzunehmen.

2. Bauliche Voraussetzungen für die Klimatisierung

Gemäss Empfehlung SIA V 382/3 haben zu klimatisierende Räume bestimmte bauliche Anforderungen zu erfüllen. Bei bestehenden Gebäuden kann von den baulichen Anforderungen abgesehen werden, wenn sie einen unverhältnismässigen Aufwand erfordern oder wenn andere öffentliche Interessen, z.B. solche der Denkmalpflege, überwiegen.

Als bauliche Voraussetzungen gelten insbesondere:

- **Wärmeschutz und Dichtheit der Gebäudehülle**
Der sommerliche und winterliche Wärmeschutz muss die Anforderungen gemäss Norm SIA 180 (inkl. Anhang 7) und allfälligen kantonalen Vorschriften erfüllen.
- **Wärmespeicherfähigkeit**
Erforderlich ist mindestens eine mittelschwere Bauweise mit einer speicherwirksamen Masse $\geq 350 \text{ kg/m}^2$ (Empfehlung SIA V 382/2, Ziffer 5.2). Bei einer Doppeldecke kann die thermische Masse der oberen Decke nur einberechnet werden, wenn die abgehängte Decke grossflächig (mind. 15%) offen ist.
- **Sonnenschutz**
Alle Fensterflächen von gekühlten Räumen müssen über einen Sonnenschutz verfügen, der zusammen mit der Verglasung einen Gesamtenergiedurchlassgrad $g \leq 0.15$ ergibt (Empfehlung SIA V 382/2, Ziffer 7.3.2). Davon ausgenommen sind Fassadenpartien, welche nach Norden ($\pm 20^\circ$) ausgerichtet sind oder während der Beobachtungsperiode zu $\geq 80\%$ durch festmontierte Beschattungselemente oder die Umgebung beschattet sind.

Die durch die Nordfenster einfallende, Globalstrahlung ist nicht generell vernachlässigbar. Unabhängig den vorgenannten Anforderungen ist daher im Einzelfall zu prüfen, ob ein Sonnenschutz für Nordfenster zweckmässig ist. Dies kann vor allem bei Spiegelung durch Nachbargebäude der Fall sein.

- **Unterschiedliche Nutzung**
Durch bauliche, technische und betriebliche Massnahmen sollen die zu kühlenden Bereiche möglichst klein gehalten werden.
- **Beleuchtung**
Die spezifische Anschlussleistung der Beleuchtung soll die in der SWKI Richtlinie 95-3 bzw. Empfehlung SIA 380/4 angegebenen Werte nicht überschreiten (vgl. Tabelle 1).

3. Bedarfsnachweis aufgrund spez. Anforderungen an das Raumklima

Der Bedarf für eine Klimaanlage (Kühlung und/oder Befeuchtung) gilt als erbracht, wenn die spezielle Zweckbestimmung des Raums (z.B. heikles Lagergut, spezielle Produktionsbedingungen) wesentlich engere Temperatur- und/oder Feuchtigkeitsgrenzen setzt als die für die thermische Behaglichkeit massgeblichen Grenzen (im Sommer: $22 - 28^\circ\text{C}$, $30 - 65\% \text{ r.F.}$; vgl. Empfehlung SIA V 382/1), oder wenn gesetzliche Vorschriften eine Kühlung und/oder Befeuchtung erfordern.

Gemäss den neusten Erkenntnissen kann die zulässige mittlere Raumlufttemperatur in Rechenzentren, EDV-Räumen und Telefonzentralen von den heute üblichen 22°C ohne Risiko auf neu 26°C erhöht werden. Damit wird bei der Raumkühlung zirka 16% elektrische Energie eingespart, also 4% pro $^\circ\text{C}$ Raumlufttemperaturerhöhung.

4. Bedarfsnachweis aufgrund der thermischen Behaglichkeit

4.1. Vereinfachter Nachweis für eine Kühlung aufgrund der internen Lasten nach Empfehlung SIA V 382/3, Ziffer 5.2.4

Der Bedarf für eine Kühlung wird als gegeben angenommen, wenn die totale interne Wärmelast einen der beiden nachfolgenden Grenzwerte übersteigt:

- für Innenräume und Räume, deren Fenster aus Immissions- und/oder Sicherheitsgründen nicht geöffnet werden können:
250 Wh/m²12h oder 350 Wh/m²24h
- für Räume, in denen Fensterlüftung möglich ist:
350 Wh/m²12h oder 450 Wh/m²24h

Als Bezugsgrösse dient bei diesen Grenzwerten die Energiebezugsfläche. Bei den spezifischen Leistungen und Wärmelasten sowie bei der Personenbelegungsdichte gilt hingegen die Nettogeschossfläche der betreffenden Räume als Bezugsgrösse. Das Verhältnis der Nettogeschossfläche zur Energiebezugsfläche wird mit einem Faktor 0.9 berücksichtigt (vgl. Empfehlung SIA 180/4, Ziffer 2 3 und Empfehlung SIA 380/4, Ziffer 3 3):

Wärmelast pro 12h-Tag (Wh/m²12h) = spezifische Wärmelast (W/m²) x Vollaststunden pro 12h-Tag (h/12h) x 0.9

Massgebend ist ein typischer Arbeitstag. Bei innerhalb der Woche unterschiedlichen Arbeitstagen, wie z.B. Abendverkauf, verlängerte Öffnungszeiten von Restaurants usw., kann der Arbeitstag mit der höchsten Wärmebelastung eingesetzt werden.

Als interne Wärmelast gilt die Summe von Personenwärme, Beleuchtungswärme und Abwärme von Arbeitshilfen und Maschinen.

4.1.1 Nachweis mit Standardwerten

In der SWKI Richtlinie 95-3 sind für 17 verschiedene Nutzungen Standardwerte für die internen Wärmelasten angegeben. Ebenfalls dargestellt sind die Tagesgänge der Wärmelasten für die Kühllastberechnung. Daraus können die Personen-Vollbelegungsstunden und die Vollaststunden der Arbeitshilfen und der Beleuchtung sowie die totalen internen Wärmelasten pro 12h-Tag resp. 24h-Tag berechnet werden (vgl. Tabelle 1). Diese Werte dienen als Standardwerte zum Vergleich mit den Grenzwerten.

Bei der Büronutzung werden für die Arbeitshilfen drei Lastfälle unterschieden (50, 100 und 150 W pro Person). Diese Angaben beziehen sich auf die durchschnittliche Last während der Präsenzzeit der betreffenden Person.

Die Präsenzzeit entspricht den Vollbelegungsstunden bzw. Vollaststunden (im Büro 9 h, bzw. 7 h, bzw. 6 h). Als Nutzungszeit eines Raums wird die Zeit, während welcher Personen anwesend sind, bezeichnet (im Büro 9 h bzw. 12 h). Das ist gleichzeitig die Einschaltdauer der Beleuchtung.

Der Unterschied zwischen der tiefen und mittleren Last besteht hauptsächlich aus dem unterschiedlichen Anteil von Bildschirmarbeit, d.h. aus dem Verhältnis von aktivem zu Standby-Betrieb des PCs.

Bei Arbeitsplätzen mit hohem Anteil Bildschirmarbeit sind daher 100 W pro Person, bei tiefem Anteil 50 W pro Person einzusetzen. Hohe Lasten (150 W/P) ergeben sich bei einer besonders starken Technisierung (mehr als 1 PC mit Bildschirm und Drucker pro Arbeitsplatz) kombiniert mit einem sehr hohen Anteil von Bildschirmarbeit.

Tabelle 1: Standardwerte für interne Wärmelasten

Alle in dieser Tabelle aufgeführten Standardwerte basieren auf der SWKI Richtlinie 95-3. Sie entsprechen dem heutigen Stand der Technik. Beim grösseren Teil der Standardnutzungen ist daher der Bedarf einer Raumluftkühlung aufgrund der internen Lasten nicht mehr gegeben.

(spez. Wärmelast x Vollaststunden pro 12h-Tag bzw. 24h-Tag x 0.9 = Wärmelast pro 12h-Tag bzw. 24h-Tag)

1. Einzelbüro (1-2 Arbeitsplätze)			
Arbeitshilfen tiefe Last	3 W/m ² x 9 h/12h x 0.9 =		24 Wh/m ² 12h
Personen (15 m ² /P)	5 W/m ² x 9 h/12h x 0.9 =		41 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 9 h/12h x 0.9 =		81 Wh/m ² 12h
Lastsumme tief			146 Wh/m²12h
Arbeitshilfen mittl. Last	7 W/m ² x 9 h/12h x 0.9 =		57 Wh/m ² 12h
Lastsumme mittel			179 Wh/m²12h
Arbeitshilfen hohe Last	10 W/m ² x 9 h/12h x 0.9 =		81 Wh/m ² 12h
Lastsumme hoch			203 Wh/m²12h
2. Gruppenbüro (3-6 Arbeitsplätze)			
Arbeitshilfen tiefe Last	4 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		25 Wh/m ² 12h
Personen (12 m ² /P)	6 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		38 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		108 Wh/m ² 12h
Lastsumme tief			171 Wh/m²12h
Arbeitshilfen mittl. Last	8 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		50 Wh/m ² 12h
Lastsumme mittel			196 Wh/m²12h
Arbeitshilfen hohe Last	13 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		82 Wh/m ² 12h
Lastsumme hoch			228 Wh/m²12h
3. Grossraumbüro (mehr als 6 Arbeitsplätze)			
Arbeitshilfen tiefe Last	5 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		27 Wh/m ² 12h
Personen (10 m ² /P)	7 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		38 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		108 Wh/m ² 12h
Lastsumme tief			173 Wh/m²12h
Arbeitshilfen mittl. Last	10 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		54 Wh/m ² 12h
Lastsumme mittel			200 Wh/m²12h
Arbeitshilfen hohe Last	15 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		81 Wh/m ² 12h
Lastsumme hoch			227 Wh/m²12h
4. Sitzungszimmer			
Arbeitshilfen	2 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		11 Wh/m ² 12h
Personen (2.5 m ² /P)	28 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		151 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		63 Wh/m ² 12h
Lastsumme			225 Wh/m²12h
5. Schalterhalle			
Arbeitshilfen	5 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		36 Wh/m ² 12h
Personen (10 m ² /P)	7 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		50 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	13 W/m ² x 11 h/12h x 0.9 =		129 Wh/m ² 12h
Lastsumme			215 Wh/m²12h
6. Einfacher Verkaufsladen (Food/Non-Food)			
Kühlvitriolen (Food-Ber.)	5 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		54 Wh/m ² 12h
Personen (8 m ² /P)	9 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		57 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		108 Wh/m ² 12h
Lastsumme Food-Bereich			219 Wh/m²12h
Lastsumme Non-Food-Bereich			165 Wh/m²12h
7. Grösseres Verkaufsgeschäft (Food/Non-Food)			
Kühlvitriolen (Food-Ber.)	10 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		108 Wh/m ² 12h
Personen (5 m ² /P)	14 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		88 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	16 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		173 Wh/m ² 12h
Lastsumme Food-Bereich			153 Wh/m²12h
Lastsumme Non-Food-Bereich			261 Wh/m²12h
Abwärme der Kühlvitriolen wird extern abgeführt.			
8. Grösseres Verkaufsgeschäft (Einkaufszentrum, Warenhaus)			
Personen (3 m ² /P)	23 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		165 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	16 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		173 Wh/m ² 12h
Lastsumme			338 Wh/m²12h
9. Schulzimmer (Volksschule, Gewerbeschule, Gymnasium)			
Personen (3 m ² /P)	20 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		126 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		63 Wh/m ² 12h
Lastsumme			189 Wh/m²12h
10. Hörsaal, Auditorium (Hochschulen)			
Arbeitshilfen	2 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		14 Wh/m ² 12h
Personen (0.8 m ² /P)	88 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		634 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		72 Wh/m ² 12h
Lastsumme			720 Wh/m²12h
11. Kantine			
Maschinen	1 W/m ² x 6 h/12h x 0.9 =		5 Wh/m ² 12h
Personen (1.2 m ² /P)	58 W/m ² x 3 h/12h x 0.9 =		157 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	6 W/m ² x 8 h/12h x 0.9 =		43 Wh/m ² 12h
Lastsumme			205 Wh/m²12h



12. Restaurant (mittlerer Standard)			
Maschinen	1 W/m ² x 10 h/12h x 0.9 =		9 Wh/m ² 12h
Personen (1.2 m ² /P)	58 W/m ² x 3 h/12h x 0.9 =		157 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	9 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		97 Wh/m ² 12h
Lastsumme			263 Wh/m²12h
13. Restaurant (gehobener Standard)			
Maschinen	1 W/m ² x 11 h/12h x 0.9 =		10 Wh/m ² 12h
Personen (2.0 m ² /P)	35 W/m ² x 3 h/12h x 0.9 =		95 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	14 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		151 Wh/m ² 12h
Lastsumme			256 Wh/m²12h
14. Küche zu Restaurant (mittlere Wärmelast)			
Maschinen	180 W/m ² x 7 h/12h x 0.9 =		1'134 Wh/m ² 12h
Personen	10 W/m ² x 10 h/12h x 0.9 =		90 Wh/m ² 12h
Beleuchtung	10 W/m ² x 12 h/12h x 0.9 =		108 Wh/m ² 12h
Lastsumme			1'332 Wh/m²12h
15. Küche zu Restaurant (hohe Wärmelast)			
Maschinen	250 W/m ² x 10 h/24h x 0.9 =		2'250 Wh/m ² 24h
Personen	10 W/m ² x 13 h/24h x 0.9 =		117 Wh/m ² 24h
Beleuchtung	10 W/m ² x 17 h/24h x 0.9 =		153 Wh/m ² 24h
Lastsumme			2'520 Wh/m²24h
16. Bettzimmer (Spital, Pflegeheim)			
Personen (15 m ² /P)	5 W/m ² x 24 h/24h x 0.9 =		108 Wh/m ² 24h
Beleuchtung	6 W/m ² x 6 h/24h x 0.9 =		32 Wh/m ² 24h
Lastsumme			140 Wh/m²24h
17. Hotelzimmer (gehobener Standard)			
Minibar (50 Watt)	2.5 W/m ² x 24 h/24h x 0.9 =		54 Wh/m ² 24h
Personen (10 m ² /P)	7 W/m ² x 10 h/24h x 0.9 =		63 Wh/m ² 24h
Beleuchtung	10 W/m ² x 4 h/24h x 0.9 =		36 Wh/m ² 24h
Lastsumme			153 Wh/m²24h
18. Lager, Archiv (für Büromaterial, Getränke, Akten)			
Keine internen Wärmelasten, da Personen nur sporadisch anwesend sind und die Beleuchtung über Bewegungsmelder geschaltet ist.			

4.1.2 Nachweis von höheren internen Lasten

Wenn höhere Werte als die Standardwerte geltend gemacht werden, sind die einzusetzenden Werte durch Belegungspläne bzw. Gerätelisten (mit Angaben über die effektive Leistung in Betrieb und Standby sowie über die Betriebs- und Standbyzeiten usw.) nachzuweisen.

Für die Bürogeräte kann dabei ohne speziellen Nachweis im Maximum von folgenden Werten (Stand 1996) ausgegangen werden:

Gerät	aktiv	Standby/Sleep	Aus
PC	60 W	10 W	5 W
Bildschirm	90 W	5 W	-
PC mit Bildschirm	150 W	15 W	5 W
Drucker: Laser	190 W	2 W	1 W
übrige	20 W	2 W	1 W
Kopierer	1'100 W	27 W + 3.23 x Kop./Min	1 W
Fax: Laser	80 W	2 W	-
übrige	20 W	2 W	-

Ohne speziellen Nachweis können im Maximum folgende Anteile für aktiven Betrieb angenommen werden:

PC/Bildschirm:

Arbeitsplatz mit hohem Anteil Bildschirmarbeit 60% der Präsenzzeit

Arbeitsplatz mit niedrigem Anteil Bildschirmarbeit 20% der Präsenzzeit

Drucker: 2% der Präsenzzeit pro angeschlossenen Arbeitsplatz

Kopierer: 1 h pro Arbeitstag

Fax: 0.5 h pro Arbeitstag

Wenn diese Leistungswerte und Anteile für aktiven Betrieb kombiniert werden, ergeben sich folgende durchschnittliche Wärmelasten (mittl. Leistungsaufnahme):

PC/Bildschirm:

Arbeitsplatz mit hohem Anteil Bildschirmarbeit:

$$0.6 \times 150 \text{ W} + 0.4 \times 15 \text{ W} + 0.02 \times 190 \text{ W} + 2 \text{ W}^*) = 102 \text{ W}$$

Arbeitsplatz mit niedrigem Anteil Bildschirmarbeit:

$$0.2 \times 150 \text{ W} + 0.8 \times 15 \text{ W} + 0.02 \times 190 \text{ W} + 2 \text{ W}^*) = 48 \text{ W}$$

*) Rundungswert von 0.98 x 2 W

Kopierer: (mit 40 Kopien/Min.):

$$1/12 \times 1'100 \text{ W} + 11/12 \times 160 \text{ W} = 238 \text{ W}$$

Fax: $1/24 \times 80 \text{ W} + 23/24 \times 2 \text{ W} = 5.3 \text{ W}$

PC und Bildschirme sind ausserhalb der Präsenzzeit auf «Aus», ebenso Arbeitsplatzdrucker. Gemeinsame Kopierer und Drucker sind ausserhalb der Nutzungszeit (im Büro 12 h) auf «Aus». Der Fax ist nie abgeschaltet.

4.2 Bedarfsnachweis Kühlung aufgrund der maximalen sommerlichen Raumlufttemperatur nach Empfehlung SIA V 382/3, Ziffer 5 2 5

Der Bedarfsnachweis für eine Raumluftkühlung kann, auch wenn der Kühlbedarf aufgrund der internen Lasten nicht gegeben ist, über die maximale sommerliche Raumlufttemperatur geführt werden. Mit einer differenzierten Wärmehaushaltsimulation des betreffenden Raums oder Zone ist nachzuweisen, dass ohne Kühlung unzumutbare Raumlufttemperaturen auftreten würden.

Für den Bedarfsnachweis sind die Simulationsprogramme DOE-2.1E und HELIOS mit den von der EMPA zur Verfügung gestellten Standardinputs zu verwenden; andere Programme sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass damit vergleichbare Resultate erzielt werden. Mit dem Nachweis sind den Prüfbehörden die vollständigen Eingabedaten einzureichen. Ein vollzugtaugliches EDV-Werkzeug (IDEA) zum Bedarfsnachweis Kühlung wird vom Zentralschweizerischen Technikum, Horw, angeboten.

Für die internen Lasten und die Aussenluftfrate sind die Werte gemäss Standardnutzungen der SWKI Richtlinie 95-3 (mit Standard-Tagesgang für die Kühllastberechnung) anzuwenden. Abweichungen von den Standardnutzungen sind zu begründen und detailliert auszuweisen.

Der konvektive Anteil der Personenwärme beträgt 50%. In einer 5 m tiefen Aussenzone wird keine Beleuchtung angenommen. Der konvektive Anteil der Abwärme der Arbeitshilfen beträgt 60%.

Bei Simulationsrechnungen für den Bedarfsnachweis Kühlung dürfen ausser der Fensterlüftung nur Lüftungsstrategien eingesetzt werden, die eine aktive Nachtauskühlung beinhalten. Das bedeutet: Ausserhalb der Nutzungszeit erfolgt eine Nachtlüftung, evtl. mit doppelter Luftmenge, solange die Innentemperatur um 2 K höher als die Aussen-temperatur und grösser als 24 °C ist (Betrachtung im 1 h-Schritt). Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, wird ausserhalb der Nutzungszeit ein Luftwechsel von 0.2 h⁻¹ angenommen.

Die Betriebszeit der Lüftungstechnischen Anlagen ist gleich der Nutzungszeit. Diese ist in der SWKI Richtlinie 95-3 für die Standardnutzung definiert.

Angrenzende Räume, für welche der Bedarfsnachweis erbracht werden kann, werden als auf der Auslegungstemperatur liegend angenommen (vgl. Empfehlung SIA V 382/3, Figur 5.2 mit Aussen-temperatur der vor-

hergehenden Stunde statt Tageshöchsttemperatur). Alle andern angrenzenden Räume werden mit gleicher Temperatur wie der Testraum angenommen, d.h. die Innenflächen werden als adiabat betrachtet.

Der Bedarfsnachweis ist erbracht, wenn mit der Simulationsrechnung nachgewiesen wird, dass die obere Grenzkurve des Temperaturbereichs von Empfehlung SIA V 382/3, Figur 5.2 während mehr als 30 Kelvinstunden pro Jahr überschritten wird. Zur Auszählung der Stundenwerte gelten folgende Randbedingungen:

- Klimadaten: Design Reference Year der nächstgelegenen Klimastation, für welche Daten verfügbar sind, oder nach kantonalen Angaben
- Beobachtungsperiode vom 16.4. bis 15.10.1987
- Nutzungszeit (Zeit während welcher Personen im Raum anwesend sind) gemäss SWKI-Richtlinie 95-3
- die Raumlufttemperaturen sind den Tagesmaxima der Aussenlufttemperatur des betreffenden Tages zugeordnet
- alle Werte an Hitzetagen ($t_{a,max} > 30\text{ °C}$) werden in der Auszählung nicht berücksichtigt

4.3 Bedarfsnachweis Befeuchtung

Bei einer richtig dimensionierten Lüftungsanlage werden die Behaglichkeitsgrenzen für die relative Luftfeuchtigkeit (30 - 65% r.F.) im allgemeinen ohne Befeuchtung eingehalten. Der Bedarfsnachweis für eine Befeuchtung aufgrund der Behaglichkeit ist daher nur in Spezialfällen, z.B. bei technisch erforderlichen hohen Luftwechselzahlen, möglich. In diesen Fällen muss gemäss Empfehlung SIA V 382/3, Ziffer 5.3 nachgewiesen werden, dass bei Dimensionierungsbedingungen die relative Feuchte unter 30% fallen würde (stationäre Berechnung).

5. Allgemeine Hinweise

- Die Abwärmenutzung ist bei Lüftungs- und Klimaanlage besonders zu beachten; sie ist in den meisten Kantonen auch Vorschrift. In der Regel ist die Abwärmenutzung wirtschaftlich, wenn im Sommer ein wesentlicher Warmwasserbedarf vorhanden ist oder wenn in der Heizperiode einzelne Räume mit sehr hohen internen Lasten gekühlt werden müssen. Die Abwärmenutzung hat aus energetischer Sicht Vorrang vor der freien Kühlung.
- Im Normalfall ist auf einen Umluftbetrieb zu verzichten. Wenn die anfallende Wärmelast mit Zuluftströmen, die den notwendigen Aussenluftstraten entsprechen, nicht abgeführt werden kann, ist der Einsatz eines Wassersystems zu prüfen.
- Zur Erreichung eines niedrigen Energieverbrauchs kann bei variabler Nutzung eine entsprechend angepasste Variation der Luftströme und ebenso der Kälteleistung mit bedarfsabhängiger Regelung zweckmässig sein.
- Wenn immer möglich sollen konzentriert anfallende Wärme, Schadstoffe oder Feuchte direkt abgeführt werden, damit sie das Raumklima möglichst wenig belasten und der Kühlleistungsbedarf minimiert werden kann.

- Soweit keine Abwärmenutzung erfolgen kann, sind die Möglichkeiten zur freien Kühlung auszunutzen.
- Für Räume mit unterschiedlichen Anforderungen an das Raumklima muss das Anlagenkonzept einen individuellen Betrieb ermöglichen.
- Die Kaltwassertemperatur soll den effektiven Bedürfnissen angepasst und möglichst hoch gewählt werden.
- Kältemittel- und Kaltwasserleitungen sollen nicht nur gegen Schwitzwasser, sondern auch für möglichst geringen Kälteverlust wärmegeklämt werden.
- Das Anlagenkonzept und die Regulierung sollen gewährleisten, dass ein gleichzeitiges Heizen und Kühlen pro Raum und pro Zone nicht möglich ist.
- Innerhalb der Grenzen soll ein freies Schwingen der Temperatur- und Feuchtwerte erlaubt werden.

6. Literaturhinweise

Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein SIA

- Norm SIA 180 *Wärmeschutz im Hochbau*;
- Empfehlung SIA 180/4 *Energiekennzahl*;
- Empfehlung SIA 380/4 *Elektrische Energie im Hochbau*;
- Empfehlung SIA 382/1 *Technische Anforderungen an lüftungstechnische Anlagen*;
- Empfehlung SIA 382/2 *Kühlleistungsbedarf von Gebäuden*;
- Empfehlung SIA 382/3 *Bedarfsermittlung für lüftungstechnische Anlagen*

Bezugsquelle: SIA, 8039 Zürich, Tel. 01 283 15 60

Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieuren SWKI

- SWKI Richtlinie 95-3 *Jährlicher Energiebedarf von lüftungstechnischen Anlagen, Teil 1*

Bezugsquelle: SWKI, 3018 Bern, Tel. 031 992 10 00



Bundesamt für Energiewirtschaft BEW

- Merkblatt *Luftförderung mit kleinem Energiebedarf*, 1997, Bestell-Nr. 805.162 d

Bezugsquelle: EDMZ, 3000 Bern, Fax 031 322 39 75.