

Empfehlung Nachhaltiges Bauen 2008/2

## Bauen, wenn das Klima wärmer wird



### Turiner Temperaturen im Schweizer Mittelland

**Bauten werden für 50 und mehr Jahre geplant. Da bis ins Jahre 2050 mit höheren Temperaturen zu rechnen ist, stellt sich die Frage, ob unsere Bauten für den Klimawandel gerüstet sind. Denn nach glaubhaften Prognosen steigt innerhalb dieser Zeitspanne das Thermometer im Mittel um zwei bis drei Grad Celsius — wie im Sommer 2003. Das sind Werte, wie wir sie von Turin kennen.**

Die Frage richtet sich an Bauherrschaften und Gesamtleiter, aber auch an ihre Beauftragten, an Architektinnen und Gebäudetechniker. Beantworten lässt sich die Frage nur in Kenntnis der Parameter, die zu einem unbehaglichen Raumklima respektive zu einem sehr hohen Stromverbrauch führen. Diese Empfehlung listet die wichtigsten Faktoren auf und zeigt, wie unsere Häuser fit werden für warme Sommer.

# Es wird wärmer

Wenn wir heute neue Gebäude planen und bauen, interessiert uns, welches Klima sie erleben werden. Obwohl präzise Aussagen kaum im Voraus möglich sind, haben die Klimatologen eine Prognose erarbeitet und quantifizieren diese als Bandbreite.

Für die energetischen Belange der Gebäudeplanung sind vor allem die Entwicklung der Aussentemperaturen, der Feuchte und der Globalstrahlung wichtig. Was ist zu tun, dass unsere Häuser komfortabel bleiben? Und gleichzeitig wenig Energie brauchen?

## Wie viel wärmer wird es?

Bis 2050 wird es gegenüber den heute verwendeten Klimadaten von 1990 im Jahresmittel etwa 2°C bis 3°C wärmer. Temperaturen wie im extremen Sommer 2003 können zum Normalfall werden.

## Im Sommer und im Winter?

Die zusätzliche Erwärmung wird im Sommer stärker sein (etwa 2,5°C) als im Winter (etwa 1,5°C). Die Alpensüdseite und die Alpennordseite sind davon fast gleich betroffen. Das führt dazu, dass im Winter geringfügig weniger Heizenergie erforderlich ist, im Sommer dafür häufiger längere und wärmere Perioden auftreten. Das kann in bestehenden Bauten, die bisher im Sommer gerade noch komfortabel benutzbar waren, unangenehm hohe Temperaturen ergeben.

## Am Tag und in der Nacht?

Die erwartete Temperaturänderung wird die Nachttemperaturen stärker betreffen. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil damit Bauten nachts weniger auskühlen.

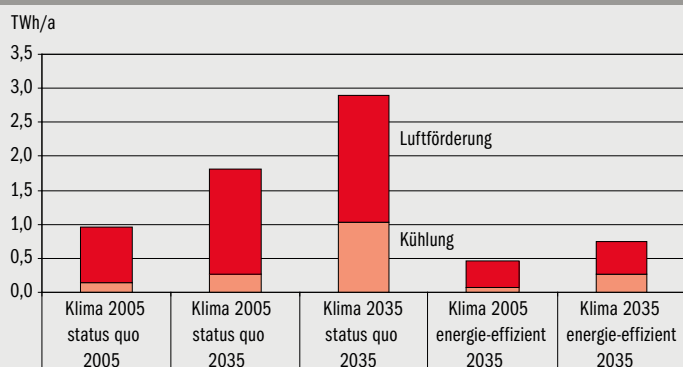
## Stadt und Land?

Städtische Räume sind weniger gut durchlüftet und stärker mit Wärme speichernden Flächen an Bauten und Strassen belegt. Deshalb sind städtische Räume zwar am Tag etwas kühler, dagegen sind die Nächte noch deutlich wärmer als in ländlichen Gegenden.

## Und jetzt?

Architekten und Gebäudetechniker müssen heute schon bei der Planung das Klima von morgen in die Konzeption und Berechnung einbeziehen. Dafür sind neben den neuen Mittelwerten für Temperatur und Globalstrahlung auch neue Datensätze für warme Sommer vorhanden: SIA Merkblatt 2028, 2008, DRY warm (DRY: Design Reference Year). Werden die heute üblichen technischen Lösungen weiterhin eingesetzt, ist in den nächsten Jahren auch ohne Klimaerwärmung mit einer Zunahme des Elektrizitätsbedarfs für Kühlung und Luftförderung zu rechnen. Mit einer Klimaerwärmung wird diese Zunahme deutlich verstärkt. Die Untersuchungen im Forschungsprojekt «Bauen, wenn das Klima wärmer wird» zeigen, dass mit der Verwendung von angepassten und energieeffizienten Techniken nicht nur die allgemeine Zunahme des Elektrizitätsbedarfs, sondern auch die Zunahme durch ein wärmeres Klima aufgefangen werden können.

**Kühlung und Lüftung: 3-mal mehr Strom**



**Grafik 1:** Elektrizitätsbedarf für Kühlung und Luftförderung

Für den Elektrizitätsbedarf werden bis ins Jahr 2035 hohe Zuwachsraten prognostiziert (Grafik 1). Neben dem Klimawandel sind noch andere Faktoren relevant. Deshalb ist die Wahl von energieeffizienten Geräten und Systemen sowie eine sorgfältige Konzipierung des Sonnenschutzes von eminenter Bedeutung. Und dies nicht erst im Jahre 2035, wie der «Hitzesommer» 2003 deutlich zeigt.

Die wichtigsten Punkte für

# Bauherrschaften und Gesamtleiter

Bauherrschaften müssen ihr Planungsteam mit einer neuen, zusätzlichen Aufgabe betrauen. Die beiden wichtigsten Fragen dazu lauten:

- Wie verhält sich das Haus in 50 Jahren, bei wärmerem Klima?
- Ist die thermische Behaglichkeit gewährleistet, ohne zusätzliche Energie für die Raumkühlung zu verbrauchen?

## Vorgehen

1. Konzept und Planung des Gebäudes sollen zur Risikominderung beitragen.
2. Erst danach ist die Notwendigkeit einer Kühlung abzuklären (Tabelle 2).
3. Wenn Kühlung erwünscht oder notwendig, muss die Risikominderung durch guten Sonnenschutz, kleine interne Wärmelasten, geeignete Grundrissformen und Raumgeometrien sowie genügende thermische Gebäudemasse sichergestellt werden.
4. Falls eine Kühlanlage realisiert wird, muss eine effiziente Kälteerzeugung und Kälteverteilung vorgesehen werden. Fachgerecht geplante, gebaute und betriebene Anlagen sind ein Erfolgsfaktor.

## Notwendigkeit der Kühlung

Die Notwendigkeit einer Kühlung muss anhand von drei Elementen geprüft werden:

1. Interne Wärmequellen
2. Möglichkeit der Fensterlüftung
3. Raumlufttemperaturen

Eine grobe Beurteilung erlaubt die Tabelle 2 in der Norm SIA 382/1. Wenn die Beurteilung anhand der

keine Überschreitung	keine Kühlung notwendig
bis 100 h/pro Jahr	Kühlung erwünscht
mehr als 100 h/pro Jahr	Kühlung notwendig

**Tabelle 1:** Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung anhand der Anzahl Stunden über der Grenzkurve zur Behaglichkeit nach SIA 382/1

berechneten (thermische Simulationsrechnung erforderlich) oder bei bestehenden Bauten anhand der gemessenen Raumlufttemperaturen erfolgen kann, eignet sich die Norm SIA 382/1 ebenfalls zur Beurteilung. Das Verfahren beruht dann auf der Auszählung der Anzahl Stunden über einer Grenzkurve (Tabelle 1).

## Risikominderung

Vier Faktoren vermindern das Risiko einer Überwärmung im Sommer, respektive des unnötigen Energieeinsatzes zur Raumkühlung:

1. Guter Sonnenschutz
2. Kleine interne Wärmelasten
3. Geeignete Grundrissformen und Raum- und Fassadengeometrien
4. Genügende thermische Masse

### Wettbewerbe und Auswahl von Projekten

Die Vorgaben für zukunftsfähige Bauten müssen für die Auswahl eines Projekts mit entscheidend sein. Dieser Input hat in der Vorstudienphase zu erfolgen, bei Wettbewerben in Form des Programms, bei Direktaufträgen als Teil des Projektpflichtenhefts. Dies gilt insbesondere für:

- **Ideenwettbewerbe** Hier sind von der Jury die grundsätzlichen Parameter der Fassadenorientierung und -verglasung, der Gebäude- und Raumgeometrie zu beurteilen (siehe Seite 4).
- **Projektwettbewerbe** Hier können die Fassade mit der Befensterung und dem Sonnenschutz, die Raumgeometrie und die thermische Masse sowie die Voraussetzungen für eine optimale Gebäudetechnik beurteilt werden (siehe Seiten 4 und 5). Dazu sind entsprechend detaillierte Angaben im Ausschreibungsprogramm zu verlangen.
- **GU-Wettbewerbe** Hier sind Materialien, Konstruktionen und Anlagen der Gebäudetechnik beschrieben. Hier müssen also präzise und bei der Abnahme überprüfbare Vorgaben für den Sonnenschutz, die thermisch aktive interne Gebäudemasse und die energetische Qualität von Lüftungs- und Klimaanlage folgen (siehe Seiten 5 und 6). Die Nachweise in der Planung und bei der Abnahme sind detailliert zu verlangen (siehe Seite 4).

Summe der internen Wärmequellen pro Tag in Wh/m <sup>2</sup> Tag						
< 80	80–120	120–160	160–200	200–240	> 240	
nicht notwendig		erwünscht		notwendig		Fensterlüftung Tag und Nacht möglich
nicht notwendig		erwünscht		notwendig		Fensterlüftung nur am Tag möglich
nicht notwendig	erwünscht		notwendig			ohne Fensterlüftung

**Tabelle 2:** Erste Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung anhand der internen Wärmequellen und der Fensterlüftung

## Die wichtigsten Punkte für Architekten

Die bauliche Konzeption hat einen grossen, ja entscheidenden Einfluss auf die Sommerverträglichkeit eines Gebäudes. Prägende Merkmale der baulichen Konzeption lassen sich in der Regel nicht mit Gebäudetechnik korrigieren, ohne grosse Abstriche an der Behaglichkeit des Raumklimas, ohne zusätzlichen Investitions- und Betriebsaufwand und ohne unnötig hohe Energiekosten in Kauf zu nehmen.

### Gebäude: Geometrie, Raumtiefe und Raumhöhe

Tiefe Gebäudegrundrisse (über 30 m), wie wir sie von mächtigen alten öffentlichen und modernen hohen Bürogebäuden kennen, sind günstig, weil sie das Verhältnis der stark bestrahlten Aussenzone zum gesamten Volumen verkleinern. Raumtiefen über 6 m und Raumhöhen um 3 m sind ebenfalls günstig. Eine Differenzierung von Zonen nach unterschiedlichem Raumklima innerhalb des Gebäudes und ein Windfang gegen aussen sind erwünscht.

### Fassade und Dach

Alle opaken Flächen brauchen einen guten Wärmeschutz, der durch die winterliche Witterung bestimmt wird. Ein guter U-Wert ist auch im Sommer von Vorteil.

### Fenster

Der Glasanteil der Fenster soll 30 % bis 40 % der Energiebezugsfläche der dahinter liegenden Räume nicht übersteigen. Über Eck befensterte Räume sind ungünstig. Fenster unterhalb der Tischhöhe tragen kaum zur Tageslichtnutzung bei, sind aber für den Wärmeeintrag relevant. Hochliegende Fenster sind in Bezug auf Tageslichtnutzung und Einstrahlung besser geeignet.

Alle Fenster brauchen einen sehr guten Fenster-U-Wert (unter  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), vor allem um die Verluste im Winter und den Kaltluftabfall zu mindern. Der Tageslichtdurchlass (Lichttransmission  $\tau$ ) soll im offenen Zustand des Sonnenschutzes für das Glas allein 60 % erreichen. Für Arbeitsplätze in Fensternähe ist ein leicht verstellbarer, innerer Blendschutz empfehlenswert. Für eine wirksame Fensterlüftung muss die freie Öffnung – Fenster oder Lüftungsklappen – mindestens 3 % der Nettogeschossfläche des betrachteten Raumes betragen.

### Sonnenschutz

Alle bestrahlten Fensterflächen brauchen einen leistungsfähigen, beweglichen und möglichst aussenliegenden Sonnenschutz. Ein Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) von Glas und Sonnenschutz zusammen von 0,07 bis 0,15 ist, je nach Orientierung, einzuhalten (siehe Grafik 2).

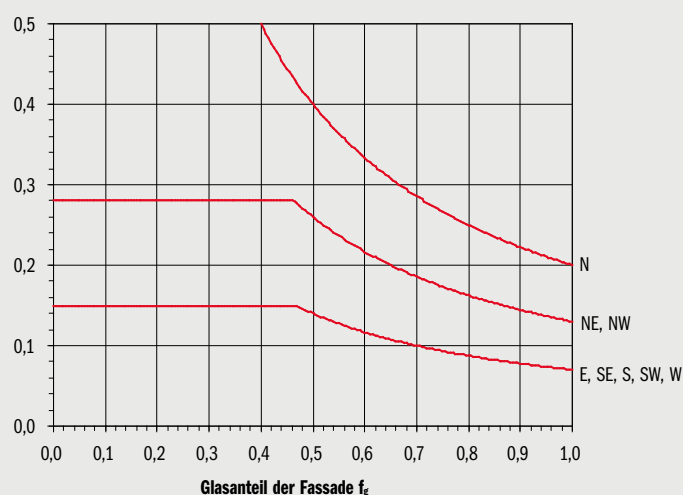
Unbewegliche horizontale, geneigte oder vertikale Sonnenschutzelemente sind in unseren Breitengraden nicht empfehlenswert, weil sie nicht bei jedem Sonnenstand voll wirksam sind, aber eine dauernde Einbusse der verfügbaren Tageslichtnutzung bewirken. Zur Minimierung der internen Lasten ist der Zu-

#### Nachweise

Die wesentlichen Einflussfaktoren des Kühlbedarfes und der effizienten Kälteerzeugung und -verteilung sowie die Risikominderung müssen in den Untersuchungen der Architekten und Fachingenieure nachgewiesen und dokumentiert werden:

1. Sonnenschutz in Abhängigkeit von Glasanteil und Orientierung (SIA 382/1, Ziffer 2.1.3)
2. Wärmespeicherfähigkeit (SIA 382/1, Ziffer 2.1.4)
3. Total installierte Leistung für Medienförderung und -aufbereitung (SIA 382/1, Ziffer 5.5)
4. COP der Kälteerzeugung inkl. Rückkühlung (SIA 382/1, Ziffer 5.6)
5. Energieeffizienzklassen für Raumklimageräte (mindestens A)

Gesamtenergiedurchlassgrad g



Grafik 2: Neue Anforderungen an den g-Wert in Abhängigkeit vom Verglasungsanteil an der Fassade und der Fassadenorientierung (Quelle: SIA 382/1 (2007))



sammenhang von Sonnenschutz und Beleuchtung zu beachten: Der Sonnenschutz soll so viel Tageslicht durchlassen oder so eingestellt werden können, dass die Beleuchtung nicht eingeschaltet werden muss und deren Abwärme sich nicht negativ auswirkt bzw. weggekühlt werden muss. Generell gilt aber: Der Solarertrag ist in der Regel gewichtiger als die Abwärme einer effizienten Beleuchtung.

### Hohe Gebäude

Aussenliegende Sonnenschutzanlagen müssen bis 75 km/h Böenspitzen unbeschädigt überdauern. Bei Gebäuden über 30 m Höhe ist dies selten möglich. Deshalb müssen hier komplexere und aufwändigere Sonnenschutzmittel, die leider weniger wirksam sind, eingesetzt werden:

1. Sonnenschutz innerhalb der Isolierverglasung im Scheibenzwischenraum fest einbauen.
2. Doppelfassaden mit belüftetem Zwischenraum. Zusätzlicher Aufwand für Doppelfassade.

3. Kombination von tiefem g-Wert des Glases (0,3 bis 0,4) und innenliegendem Sonnenschutz. Nachteil für Tageslichtnutzung.

### Speicherfähigkeit

Die Wärmespeicherfähigkeit sollte grösser als  $30 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$  sein. In den Räumen sollte zudem eine für die Wärmespeicherung aktivierbare Oberfläche (Wände, Decke, Boden) verfügbar sein, die rund 100 % der Energiebezugsfläche entspricht (keine Teppiche, abgehängte Decken, etc.).

### Phasenwechselmaterial

Mit geeignetem Phasenwechselmaterial lässt sich eine zusätzliche Wärmemenge am Tag einspeichern und in der Nacht entladen. Allerdings ist dessen Herstellung mit einem grossen Aufwand an grauer Energie verbunden. Deshalb sollten diese Materialien nur dort zum Einsatz kommen, wo andere Lösungen nicht sinnvoll oder nicht möglich sind.

Die wichtigsten Punkte für

# Haustechnikplaner und Energiefachleute

## Minimierung externer Wärmelasten (Sonnenschutz)

- Qualität Sonnenschutz
- Optimaler Betrieb des Sonnenschutzes, wenn möglich über Leitsystem:
  - Steuerung fassadenweise vorsehen
  - Aspekte der Tageslichtnutzung einbeziehen
- Dachflächenfenster nicht vergessen

## Minimierung interner Wärmelasten

- Effiziente Geräte und Beleuchtung reduzieren interne Lasten.
- Intelligente Steuerung respektive Regelung vorsehen.

## Anlagenkonzept

- Wenn immer möglich, ergänzende Fensterlüftung vorsehen.
- Durchlüftung der Räume mittels Fenster ermöglichen.
- Aussenluftstrafe gemäss SIA 382/1, z. B. 36 m<sup>3</sup> pro Stunde und Person
- Diese Rate generell möglichst tief halten.
- Die Abführung von Wärme und Schadstoffen über die Lüftungsanlage ist ineffizient. Besser eignet sich die direkte Abführung.

- Schachtkonzept und Lage der Lüftungszentralen in einer frühen Phase festlegen; genügend Platz vorsehen (dadurch reduziert sich der Leistungsbedarf).
- Vor- und Nachteile von zentralen und dezentralen Anlagekonzepten sorgfältig gegeneinander abwägen.

## Dimensionierung und Optimierung

- Für die Dimensionierung sind die im SIA-Merkblatt 2028 verfügbaren Klimadaten des «warmen» Referenzjahres (DRY warm) zu verwenden.
- Rückkühler genügend gross dimensionieren, um ausreichend Reserve für höhere Aussentemperaturen zu gewährleisten.
- Für die Luftförderung auf geringe Druckverluste achten durch kurze Wege, geringe Luftgeschwindigkeiten, strömungsgünstige Formgebung der Kanäle.
- Hohe Wirkungsgrade von Ventilatoren anstreben (Tabelle 3).
- Leistungszahlen von Kälteanlagen sind in Tabelle 4 aufgeführt.
- Elektrische Motoren immer mit mindestens Effizienzklasse 1 (IE2) oder Premium (IE3) verlangen (Tabelle 3).

## Anlagen mit kleinem elektrischen Leistungsbedarf

- Anlagen bis zu einem Leistungsbedarf von 7 W/m<sup>2</sup> (gekühlte Nettogeschossfläche) gelten als energieeffizient; ein Bedarfsnachweis für die Kühlung ist deshalb nicht notwendig. Für bestehende und sanierte Anlagen liegt die Limite bei 12 W/m<sup>2</sup>.

## Bedarfsgerechter Betrieb

- Regelung über CO<sub>2</sub>- oder Mischgasfühler ist bei stark variabler Nutzung sinnvoll. Dies setzt einen individuellen Betrieb pro Raum oder Raumgruppe voraus.
- Anlagen an die sich häufig ändernden Nutzungsbedingungen anpassen.

Nennluftstrom m <sup>3</sup> /h	Gesamtwirkungsgrad	
	Grenzwert	Zielwert
≤ 100	0,04	0,25
250	0,20	0,40
500	0,30	0,48
1000	0,40	0,55
2500	0,50	0,64
5000	0,56	0,70
10000	0,63	0,77
15000	0,67	0,82
≥ 20000	0,70	0,85

Tabelle 3: Minimale Gesamtwirkungsgrade von Ventilatoren (382/1)

Gesamtleistung der Anlage in kW bei 100 %		1	10	20	50	100	200	500	1000
Minimale Leistungszahl bei Teillast 50 % (inkl. Rückkühlung)	Grenzwert	3,2	4,4	4,8	5,5	6,0	6,2	6,2	6,2
	Zielwert	4,0	5,2	5,8	6,6	7,3	8,0	8,2	8,2
Minimale Leistungszahl bei Vollast 100 % (inkl. Rückkühlung)	Grenzwert	3,2	3,3	3,5	3,8	4,1	4,2	4,2	4,2
	Zielwert	4,0	4,1	4,3	4,6	4,9	5,0	5,0	5,0

Tabelle 4: Minimale Leistungszahlen von Kälteanlagen inkl. Rückkühlung (Pumpen und Ventilatoren) Norm SIA 382/1

# Folgen für bestehende Bauten

Bestehende Bauten können nicht ohne weiteres für ein wärmeres Klima umgerüstet werden. Ihre Lage, Orientierung, Geometrie, Befensterung, Masse, etc. sind kaum veränderbar. Allenfalls können innere Oberflächen, Fenster, Sonnenschutz und Gebäudetechnik angepasst und nachgerüstet werden.

## Anpassungen an Fassaden

Bestehende Fenster samt dazugehörige Läden können ersetzt werden. Dabei kann der winterliche und der sommerliche Wärmeschutz gleichzeitig verbessert werden. Wenn ein Ersatz möglich ist, gelten dieselben Anforderungen wie bei Neubauten (Seite 4). Allenfalls können bestehende Fenster mit einer besseren Verglasung nachgerüstet werden. Unter Umständen kann ein in der Verglasung integrierter Sonnenschutz verwendet werden. Der bestehende äussere Sonnenschutz kann repariert, gereinigt und allenfalls motorisiert werden. Ein zusätzlicher innerer Blendschutz ist für Arbeitsplätze am Fenster immer empfehlenswert. Eine Begrünung von Dach und Fassade ist zu prüfen. Vor der bestrahlten Fassade liegende reflektierende Hartplätze sind zu vermeiden. Der Gebäudeeingang kann mit einem Windfang ausgerüstet werden.

## Innere Anpassungen

Oft sind bestehende Bauten über die Jahre mit Oberflächen beschichtet worden, die für den sommerlichen Behaglichkeitszustand sehr ungünstig sind: Wandbeschichtungen mit Isoliertapeten, heruntergehängte Decken, Schallschluckmaterialien, Teppichbodenbeläge, Doppelböden, etc.

Die innere Gebäudemasse kann im Sommer nur erfolgreich zum Ausgleich von Tag- und Nachttemperaturen genutzt werden, wenn die Speichermassen und ihre Oberflächen thermisch aktivierbar sind, d.h. nicht durch wärmedämmende Schichten thermisch vom Raum getrennt sind.

In vielen Fällen können diese Schichten ersatzlos entfernt werden. In anderen Fällen kann hier der auf Seite 5 erwähnte Einsatz von Phasenwechselmaterial in Gipskartonplatten geprüft werden.

## Anpassungen im Betrieb

Alle Anlagen für Beleuchtung, Lüftung und Kälte müssen bedarfsgerecht betrieben werden. Innere Wärmelasten von Bürogeräten, Unterhaltungselektronik, etc. müssen reduziert und bei Nichtgebrauch abgeschaltet werden.

Die Solltemperaturen für Lüftungs- und Klimageräte im Sommer sollen für einen grossen Schwankungsbereich ( $24^{\circ}\text{C} +6/-3^{\circ}\text{C}$ ) eingestellt werden. Allenfalls können Präsenzsensoren, Thermostaten, Schaltuhren und Regler für einen bedarfsabhängigen Betrieb nachgerüstet werden.

Ein gezieltes Regime für die Nachtlüftung bei Aussen-temperaturen unter  $20^{\circ}\text{C}$  bringt erheblichen Nutzen.

## Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung

Bei bestehenden Bauten sind die Möglichkeiten des sommerlichen Wärmeschutzes häufig eingeschränkt und die Umrüstung von bestehenden Anlagen auf eine verstärkte und energieeffiziente Kühlung ist nicht ohne weiteres möglich.

Zudem ist in bestehenden Bauten im Allgemeinen eine höhere Toleranz gegenüber wärmeren Raumtemperaturen vorhanden. Dies gilt vor allem für Räume mit Fensterlüftung.

Messungen in Büroräumen der Stadt Zürich und des Kantons Zug zeigen, dass die auf Seite 3 in Tabelle 1 aufgeführten Beurteilungskriterien gelockert werden können (Tabelle 5).

## Nachrüstung Gebäudetechnik

- Bestehende Decken- und Bodenheizungen können im Sommer als Kühlflächen genutzt werden.
- Überprüfung und Sanierung bestehender Lüftungs- und Klimaanlage.
- Gezielter Einsatz von Raumklimageräten in wichtigen Räumen (siehe Seite 8).

bis 200 h pro Jahr	keine Kühlung notwendig
201 h bis 400 h/pro Jahr	Kühlung erwünscht
mehr als 400 h/pro Jahr	Kühlung notwendig

**Tabelle 5:** Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung bei bestehenden Bauten (gleiche Grenzkurve wie für Tabelle 1).

# Beschaffung von Geräten

Für ein angenehmes Raumklima im Sommer sind neben den baulichen Voraussetzungen auch gerätetechnische Vorkehrungen zu treffen: einerseits zur Verminderung der internen Lasten, andererseits bei Klimageräten, sofern solche überhaupt erforderlich sind.

## Energieeffiziente Bürogeräte

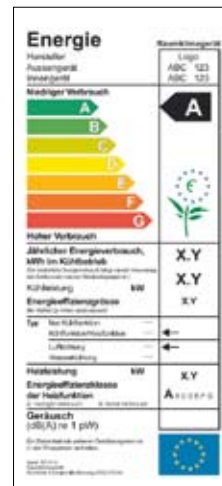
Die gesamte von Bürogeräten und Beleuchtung verbrauchte Elektrizität wird im Raum als Wärme frei und trägt zu unerwünschter Erwärmung im Sommer bei. Pflichtenhefte für die Beschaffung von Bürogeräten müssen auch die Energieeffizienz berücksichtigen. Eine Liste von Bestgeräten findet sich auf [www.topten.ch](http://www.topten.ch).

## Komfortventilatoren

Zur Überbrückung kurzer Hitzeperioden eignen sich Komfortventilatoren, welche pro Arbeitsplatz rund 20-mal weniger elektrische Leistung benötigen als Klein-Klimageräte. Sie sind als Tisch-, Stand- und Deckenventilatoren erhältlich.

## Raumklimageräte

Dezentrale Raumklimageräte können lokale Überwärmungsprobleme lösen, z. B. für einen Server- oder Kopierraum, oder sogar den Verzicht auf eine zentrale Klimatisierung (mit Kältemaschine) erlauben, indem die Wärmelast kritischer Räume gezielt abgeführt wird. Wenn Raumklimageräte zum Einsatz kommen, dann sollten wenn immer möglich Split- oder Multisplitgeräte vorgesehen werden. Falls Gründe dagegen sprechen: Energetisch sehr gute Zweileitungs-kompaktgeräte für festen Einbau einsetzen; Einleitungs-kompaktgeräte unbedingt vermeiden. Bei der Beschaffung sollen generell Effizienz-Vorgaben gemacht werden, mindestens Energieetikette Klasse A.



### EMPFEHLUNG «BAUEN, WENN DAS KLIMA WÄRMER WIRD»

#### Herausgeber (Vertreten durch \*)

KBOB Fachgruppe nachhaltiges Bauen c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern, Internet: [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch), Publikationen

Reinhard Friedli\*, Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern

Markus Jauslin, armasuisse, Bern

Michael Quetting, ETH-Rat, Zürich

Ernst Ursenbacher\*, Bundesamt für Bauten und Logistik, Haustechnik, Bern

Verena Steiner, Bundesamt für Wohnungswesen, Grenchen

Andreas Eckmanns\*, Bundesamt für Energie, Bern

Robin Quartier, Bundesamt für Umwelt, Bern

Daniel Wachter, Amt für Raumentwicklung, Bern

Heinrich Gugerli\*, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kanton Zürich, [www.energie.zh.ch](http://www.energie.zh.ch)

Christoph Gmür\*

UGZ Umwelt- und Gesundheitsschutz, Stadt Zürich, [www.stadt-zuerich.ch/ugz](http://www.stadt-zuerich.ch/ugz)

Toni Püntener\*

**Autoren:** Conrad U. Brunner, Urs Steinemann, Jürg Nipkow

**Lektorat und Seitenherstellung:** Oerlikon Journalisten

**Bilder:** Titelseite: [www.wordpress.com](http://www.wordpress.com), Seite 5: Schenker Storen

**Bezug:** [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch), Publikationen, Empfehlungen Nachhaltiges Bauen

### FORSCHUNGSARBEIT

Der Inhalt dieser Empfehlung stützt sich auf Ergebnisse der Forschungsarbeit «Bauen, wenn das Klima wärmer wird» von Conrad U. Brunner, Urs Steinemann und Jürg Nipkow.

### Diese Forschungsarbeit wurde finanziell unterstützt von:

Bundesamt für Energie, Bern, Forschungsprogramm Energie in Gebäuden

Kanton Basel-Stadt, Amt für Umwelt und Energie, Basel

Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes, Bern

Stromsparfonds der Stadt Zürich, Zürich

**Bezug:** Das Buch mit 100 Seiten «Bauen, wenn das Klima wärmer wird» ist für 50 Fr. beim Faktor Verlag erhältlich. [www.faktor.ch](http://www.faktor.ch), Tel. 044 316 10 62