

## **EINFLUSSGRÖßEN AUF DAS INNENKLIMA**

Dipl.-Ing. (FH) Cornelia Jacobsen  
Ingenieurbüro Hausladen GmbH  
Hausen 17, 85551 Kirchheim, Germany

### KURZFASSUNG

Der sommerliche Komfort in Gebäuden wird häufig über thermische Simulationen sichergestellt. Entscheidend für die Ergebnisse der Simulation sind die gewählten Randbedingungen. Im Rahmen dieses Beitrags werden die Einflussgrößen auf das Raumklima zusammengestellt und die Simulationsrandbedingungen diskutiert.

### ABSTRACT

Thermal building simulation is often used for verifying the thermal comfort during summer. The chosen input values can influence the results of the simulation tremendously. This article characterizes the different input values, which affect the climate in the room and discusses their impact.

### EINLEITUNG

Oft ist bei der Planung eines Gebäudes die Art der späteren Nutzung noch nicht genau bekannt, das gilt insbesondere bei Investorenbauten. Aber auch bei Gebäuden, bei denen der Nutzer schon feststeht, kann das Nutzerverhalten nicht immer vorhergesehen werden.

Der folgende Beitrag behandelt den Einfluss des Nutzers und weiterer Faktoren auf das Raumklima. Er stellt Planungsansätze für Fassade und technische Gebäudeausrüstung vor, mit denen unterschiedliche Nutzeransprüche berücksichtigt werden, der sommerliche Komfort optimiert und der Energieverbrauch minimiert werden kann.

### SPEKTUM DER NUTZUNGSARTEN

Die Art der Nutzung eines Raumes ist entscheidend für die Anforderungen, die an Raumtemperatur, Raumluftqualität und Beleuchtungsstärke gestellt werden.

In üblichen Bürogebäuden kommen folgende Raumtypen vor:

- Einzel/Doppelbüros
- Kombibüros
- Großraumbüros

- Besprechungsräume
- Verkehrsflächen/Atrien

Die Raumtypen unterscheiden sich hinsichtlich Raumgeometrie, Belegungsichte und der Höhe der internen und externen Lasten. Daher sind für die Raumkonditionierung dieser Raumtypen unterschiedliche Technikkonzepte erforderlich.

### NUTZEREINFLUSSMÖGLICHKEITEN

In den 70er Jahren errichtete man vollklimatisierte Gebäude, in denen der Nutzereinfluss so weit wie möglich minimiert wurde. Klimaanlage stellten eine gleich bleibende Raumtemperatur sicher und die Fenster konnten oft nicht geöffnet werden.

Heute weiß man, dass sich Nutzer in solchen Gebäuden oft nicht wohl fühlen. Dies ist nicht nur auf eine fehlerhafte Technik (z.B. zu hohe Luftgeschwindigkeiten, schlecht gewartete Lüftung etc.) zurückzuführen, sondern es hat sich gezeigt, dass der Nutzer sein Raumklima gerne selbst beeinflussen möchte. Das heißt, der Nutzer möchte sein Fenster öffnen können, auch wenn es dann zieht. Der Nutzer möchte die Raumtemperatur verändern können, er möchte die Automatik des Sonnenschutzes oder der Beleuchtungssteuerung übersteuern können. Dies bedeutet, dass bei der Planung berücksichtigt werden sollte, dass der Nutzer in sein Raumklima eingreifen kann.

Das tatsächliche Nutzerverhalten kann aber bei der Planung der technischen Gebäudeausrüstung im Voraus nur schwer abgeschätzt werden. Ein optimales Nutzerverhalten trägt zu einem guten Raumklima bei. Fehlerhaftes Nutzerverhalten kann zu erhöhtem Energiebedarf und zu Übertemperaturen im Sommer führen. Typische Nutzereinflussmöglichkeiten sind:

- Belegungszeiten
- Belegungsichte
- Ausstattung mit technischen Geräten
- Bedienung der technischen Geräte (z.B. PC bei Abwesenheit an/aus)
- Abschaltung des Kunstlichts

- Öffnung der Fenster
- Bedienung des Sonnenschutzes
- Wahl der Raumtemperatur

In der Realität werden sich alle Nutzer unterschiedlich verhalten und es wird sich in jedem Raum ein etwas anderes Raumklima einstellen. Die Erfahrung zeigt dabei, dass die Nutzer Abweichungen von den genormten Behaglichkeitsanforderungen leichter akzeptieren, wenn sie das Gefühl haben, dass sie das Raumklima selbst beeinflussen können.

### AUTOMATISIERUNG CONTRA MANUELLE BEDIENUNG

Es stellt sich bei der Planung die Frage, ob das Gebäude mit „einfacher“ Technik ausgestattet werden soll, die hauptsächlich manuell bedient wird, oder ob das Gebäude über eine Gebäudeleittechnik automatisch geregelt werden sollte.

Vorteil der Automatisierung ist, dass „fehlerhaftes“ Nutzerverhalten vermieden wird. Ein optimales Raumklima ist auch sichergestellt, wenn der Nutzer nicht anwesend ist. Außerdem sind gewisse Schutzfunktionen für technische Einrichtungen und Gebäude (z.B. Wind- und Regenwächter) notwendig.

Nachteile der Automatisierung ist, dass sich die Einflussmöglichkeiten durch den Nutzer reduzieren. Dadurch steigen die Erwartungen des Nutzer an das Raumklima. Nachteilig ist außerdem, dass bei höherem Automatisierungsgrad die Anfälligkeit ansteigt. Zudem erhöhen sich die Investitions- und Wartungskosten.

Generell gilt: je stärker der Raum einer einzelnen Person zugeordnet ist, desto eher kann auf automatisierte Konzepte verzichtet werden (z.B. Einzelbüros). Dagegen ist es bei Räumen, die hauptsächlich von der Allgemeinheit genutzt werden, notwendig automatisierte Systeme einzusetzen.

### SOLARE WÄRMEGEWINNE

Das thermische Verhalten von Gebäuden im Sommer wird maßgeblich von der solaren Einstrahlung in den Raum und den internen Wärmelasten bestimmt. Einflussgrößen auf die Höhe der solaren Wärmegewinne sind:

- Fensterflächenanteil
- Orientierung der Fassade
- Verglasungsart
- Sonnenschutz

Der Strahlungseintrag ist direkt proportional zum Fensterflächenanteil. Insofern sind große Fensterflächen an strahlungsexponierten Fassaden zu

überdenken. An der Süd-, Ost- und Westseite sind große Fensterflächen nur in Kombination mit einem effizienten außen liegenden Sonnenschutz zu empfehlen.

Es ist sinnvoll, den Sonnenschutz über die Gebäudeleittechnik anzusteuern. Der Nutzer sollte zusätzlich die Möglichkeit haben den Automatikbetrieb zu übersteuern. Im Automatikbetrieb wird der Sonnenschutz geschlossen, wenn die Einstrahlung einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Dadurch ist sichergestellt, dass der Sonnenschutz immer zum richtigen Zeitpunkt geschlossen wird. Das heißt, auch wenn der Nutzer nicht im Raum ist, z.B. vor oder nach den Betriebszeiten oder auch am Wochenende, wird der Raum vor überhöhter Sonneneinstrahlung geschützt.

In Räumen, die eher selten genutzt werden, z.B. Besprechungsräume, kann die Stellung der Lamellen des Sonnenschutzes mit einem Präsenzmelder gekoppelt werden: Wenn der Raum genutzt wird, dann werden die Lamellen so geneigt, dass das Tageslicht optimal genutzt werden kann. Außerhalb der Nutzungszeiten werden die Lamellen im Sommer komplett geschlossen.

Bei außen liegenden Sonnenschutzsystemen muss über einen Windwächter die Windgeschwindigkeit erfasst und der Sonnenschutz bei zu hohen Windgeschwindigkeiten nach oben gefahren werden. Dadurch wird der Sonnenschutz vor Beschädigungen geschützt. Eine manuelle Bedienung ist bei Sonnenschutzsystemen generell nicht empfehlenswert. Ausnahme sind innen liegende Systeme, die hauptsächlich als Blendschutz dienen und deren Sonnenschutzwirkung ohnehin relativ gering ist.

### INTERNE WÄRMEGEWINNE

Neben den solaren Gewinnen spielen auch die internen Gewinne eine bedeutende Rolle. Im Gegensatz zu den solaren Gewinnen können diese aber nur bedingt durch die Planung beeinflusst werden, da die Höhe der internen Wärmegewinne zum größten Teil durch die Nutzung bestimmt ist. In einem Büro- und Gewerbegebäude setzen sich die internen Wärmegewinne aus folgenden Positionen zusammen:

- Wärmeabgabe der Personen
- Wärmeabgabe der Maschinen und Geräte
- Wärmeabgabe der Beleuchtung

Während der warmen Jahreszeit stellen die elektronischen Arbeitsmittel in der Regel die bedeutendste interne Last dar. Obwohl die elektrische Leistungsaufnahme der meisten EDV- und Bürogeräte in den letzten Jahren massiv reduziert wurde, hat die dem Raum zugeführte Wärmelast in der Regel eher zu- als abgenommen. Einerseits hat

sich die Gerätedichte erhöht, andererseits steigt die Leistungsfähigkeit der Geräte. Dennoch unterscheiden sich die Stromaufnahmen von Geräten der gleichen Leistungsklasse. Daher kann durch den Einsatz von energieeffizienten Geräten der Stromverbrauch reduziert werden. Auch durch den Einsatz von TFT-Monitoren anstelle von Röhrenmonitoren kann der Stromverbrauch deutlich verringert werden.

Des Weiteren lässt sich der Strombedarf von Computern dadurch minimieren, dass PC und Bildschirm automatisch in Standby-Betrieb gehen, wenn Maus und Tastatur über einen gewissen Zeitraum (z.B. 15 min) nicht benutzt werden.

Die installierte Beleuchtungsleistung beträgt in einem modernen Büroraum normalerweise ca. 11 – 15 W/m<sup>2</sup><sub>Bürofläche</sub>. In einem bestehenden Bürogebäude mit veralteter Beleuchtungstechnik können diese Werte aber auch doppelt so hoch liegen. Auch in Räumen mit Effektbeleuchtung (z.B. Halogenleuchtlampen) liegt die installierte Leistung deutlich höher.

Die Beleuchtung kann, aber muss nicht zu großen Wärmelasten führen. Entscheidend ist vor allem, dass die künstliche Beleuchtung auch wirklich bedarfsabhängig ein- und ausgeschaltet wird und nicht einfach den ganzen Tag brennt. Die entscheidende Voraussetzung für die Nutzung von Tageslicht ist die Wahl eines Sonnenschutzsystems, das auch im geschlossenen Zustand die Nutzung von Tageslicht ermöglicht (z.B. Lamellen-Sonnenschutz, Tageslichtlenkung im Oberlichtbereich). Eine weitere Voraussetzung ist, dass das Kunstlicht auch tatsächlich abgeschaltet wird, wenn die Sollbeleuchtungsstärke erreicht ist.

## LÜFTUNG

Die Frischluftversorgung kann in Büroräumen entweder rein natürlich über Fenster/Klappen oder über eine mechanische Lüftungsanlage erfolgen.

Bei einer Fensterlüftung wird die erzielte Luftwechselrate allein durch das Nutzerverhalten bestimmt. Gerade für die thermische Simulation des sommerlichen Verhaltens eines Raumes spielt die erzielte Luftwechselrate jedoch eine entscheidende Rolle. Für ein optimiertes Lüftungsverhalten ist es vorteilhaft, wenn das Fenster verschiedene Funktionen übernehmen kann, z.B. verstellbarer Lüftungsquerschnitt, Witterungsschutz, schalldämmtes Lüftungselement etc.

In Großraumbüros ist aufgrund der Raumtiefen, der Zugscheinungen bei Querlüftung und der fehlenden Zuordnung eines Fensters zu einem Arbeitsplatz auf jeden Fall eine mechanische Lüftung erforderlich. Auch Besprechungsräume sollten aufgrund der hohen Belegungsichten mit mechanischer Lüftung ausgerüstet werden. In Fluren oder Atrien wird meist auf eine mechanische Lüftung verzichtet. Stattdessen

werden in Verkehrsflächen mit hohen Fensterflächenanteilen Lüftungsklappen mit Motorantrieb vorgesehen, mit denen Übertemperaturen im Sommer nach außen abgelüftet werden.

## KÜHLUNG

Der Strombedarf zur Abfuhr der Kühllasten ist stark systemabhängig (vgl. Abbildung 1). Bei passiven Kühlsystemen, wie z.B. Nachtlüftung über Klappen oder Bauteiltemperierung mit Freikühlbetrieb ist der Stromaufwand zur Abfuhr der Kühllasten relativ gering. Bei Systemen mit aktiver Kühlung über eine Kältemaschine erhöht sich der Kühlaufwand erheblich, wenn die Wärmelasten steigen. Das heißt, die Reduzierung des Stromverbrauchs von Bürogeräten oder Beleuchtung wirkt sich doppelt aus: Zum einen wird der Stromverbrauch direkt und zum anderen der Stromaufwand für Kühlung eingespart.

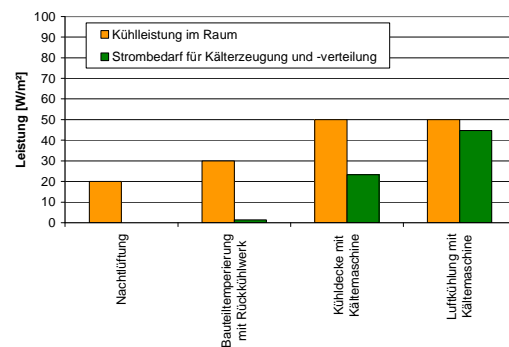


Abbildung 1 Kühlleistung und Strombedarf unterschiedlicher Kühlsysteme

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine gute Gebäudeplanung zeichnet sich dadurch aus, dass die solaren und internen Lasten auf ein Minimum reduziert werden. Architekt und Bauherr können durch die Wahl der Fassaden die Höhe der solaren Gewinne beeinflussen und mit einem moderaten Fensterflächenanteil und einem guten Sonnenschutz ein „gutmütiges“ Gebäude bauen.

Denn: Je höher die internen und solaren Lasten, desto größer ist der technische Aufwand zur Kühlung des Gebäudes. Bei niedrigeren Wärmelasten reichen oft passive Kühlsysteme aus (z.B. Nachtlüftung, Bauteiltemperierung), dagegen sind bei höheren Kühllasten Kühldecken oder Klimaanlage notwendig.

## LITERATUR

/HAU 04/ Hausladen, Gerhard: ClimaDesign Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können, 2004