

Jahresbericht 2001

Richtlinie für Gebäude mit hohem Glasanteil

Autor und Koautoren	Thomas Baumgartner, Daniel Brühwiler, Conrad U. Brunner, Thomas Frank, Urs Steinemann, Paul Schneiter
Beauftragte Institution	Büro CUB
Adresse	Lindenhofstrasse 15, CH 8001 Zürich
Telefon, E-mail, Internetadresse	01 226 30 70, cub@cub.ch, www.cub@cub.ch
BFE Verfügungs-Nummer	77 993
Dauer des Projekts (von – bis)	2001 bis 2002

ZUSAMMENFASSUNG

Gebäude mit hohem Glasanteil (über 30 % der Fassadenfläche) sind in Bezug auf Behaglichkeit und Energieverbrauch anspruchsvoll. Zur Klärung der notwendigen Voraussetzungen wurde ein Standardgebäude mit typischen Mittel- und Eckräumen sowie einer Innenzone in allen vier Orientierungen in einer Vielzahl von verschiedenen Varianten (Glastyp, Innenlasten, Lüftungsregime, etc.) mit Simulationen durchgerechnet und ausgewertet.

Dabei wurde einerseits die Erfüllung des Grenzwertes für den Heizwärmebedarf (sia 380/1 neu) und der Behaglichkeitsbedingungen (sia Norm 180) sowie der Kälteanlagen-Bedarfsnachweis (sia 382) überprüft.

Zudem wurden die notwendigen Voraussetzungen in Bezug auf Glas-Qualität (U-Wert, g-Wert, qi, Tageslichtdurchlass), Sonnenschutz (kombinierter g-Wert, Steuerungs- und Automatisierungsanforderungen), Innenlasten, Gebäudemasse und verschiedener Lüftungs- und Kühlungsstrategien untersucht und nach Gefährdungsklassen gruppiert.

Die abschliessende Untersuchung wird anhand einer Reihe von Sensitivitätsstudien (Raumgrösse, Klimastandort, Abstand des Sitzplatzes vom Fenster, Einbezug Fensterlüftung, Windeinwirkungen auf den Sonnenschutz, etc.) durchgeführt.

Anfang 2002 soll das Material in zwei Formen veröffentlicht werden: Arbeitsbericht mit ausführlichen Simulationsergebnissen für Fachpersonen sowie kurze und prägnante Richtlinie für Bauherrschaften, Behörden und GebäudenutzerInnen.

Projektziele

Grosse Dienstleistungsgebäude werden gegenwärtig häufig mit einem hohen Glasanteil an den Fassaden (über 30 % bis max. möglich ca. 80 %) realisiert. Dabei werden oft (aus Unachtsamkeit, aus Unkenntnis oder wegen mangelnder Koordination) Behaglichkeitsbedingungen der Benützerschaft im Winter und/oder Sommer verletzt, die nicht mehr durch späteren Haustechnikeinsatz korrigiert werden können.

Die vorliegende Arbeit will den unnötigen Energieverbrauch (Lüftung, Kälte, Heizung, Beleuchtung, Arbeitshilfen, etc.), resp. die falsche Haustechnikinstallation und Gebäudekonstruktion durch klare Vorgaben für Behörden, Investoren und BenützerInnen einerseits, PlanerInnen anderseits verbessern.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Mit einem standardisierten Gebäudeteil mit 10 Kombibüros und einer Innenzone (siehe Bild 1) wurden mittels Simulationsrechnungen (DOE 2, dry 1987 Kloten) eine Serie von 288 Variationen durchgerechnet und nach Behaglichkeitswerten (PPD und PMV) ausgewertet. Der Gebäude- und Raumtyp wurde so bestimmt, dass sie den aktuellen Trend zu relativ stark verdichteten Bürobauten darstellen. Die hohe Personenbelegung und die rel. kleinen Raumabmessungen zeigen die Probleme der thermischen Behaglichkeit deutlich.

In der Auswertung wurden die Mittel- und Eckräume separat nach dem Glasanteil (30 %, 50 %, 80 % Anteil an der projizierten Fassadenfläche) ausgewertet. Interessant sind insbesondere die Räume, die mit Lüftung ohne Zusatzkühlung (allerdings immer mit Nachtlüftung und meistens mit Primärluftkühlung) die Behaglichkeitsbedingungen ($PPD < 10$) während 99% der Arbeitszeit (ausser an den Hitzetagen mit Aussenlufttemperaturmaxima über 30°C) erfüllen.

Werden bei einem Glasanteil $> 50\%$ Sonnenschutzgläser eingesetzt, muss die Kombination von U- und g-Wert sorgfältig gewählt werden. Insbesondere bei 2-IV-Gläsern ($U\ 1,3\ \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$) besteht sonst die Gefahr, dass der Grenzwert des Heizenergiebedarfs nach der Norm 380/1 „Thermische Energie im Hochbau“ nicht eingehalten werden kann. 2-IV-Sonnenschutzgläser zeigen auch eine verstärkte Gefahr der Unterkühlung im Sommer. Tiefe g-Werte von 3-fach Sonnenschutzgläser sind den Wärmeschutzgläsern nur in gewissen Konstellationen überlegen. Auch bei tiefen Glas-g-Werten (um 0,3) muss der äussere Sonnenschutz immer bei ungefähr $150\ \text{W}/\text{m}^2$ Globalstrahlung auf die Glasfassade gesenkt werden. Der kombinierte g-Wert Glas und Sonnenschutz muss deutlich unter 0,15 liegen.

Die höchste Gefährdungsklasse 3 umfasst vor allem

- Eckräume (Verglasung auf beiden Fassaden),
- Räume mit unvollständigem oder ungenügend wirksamem Sonnenschutz,
- Fenster mit zu hohem U-Wert ($> 1,3\ \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$) und
- sehr kleine Räume mit hohem Verglasungsanteil.

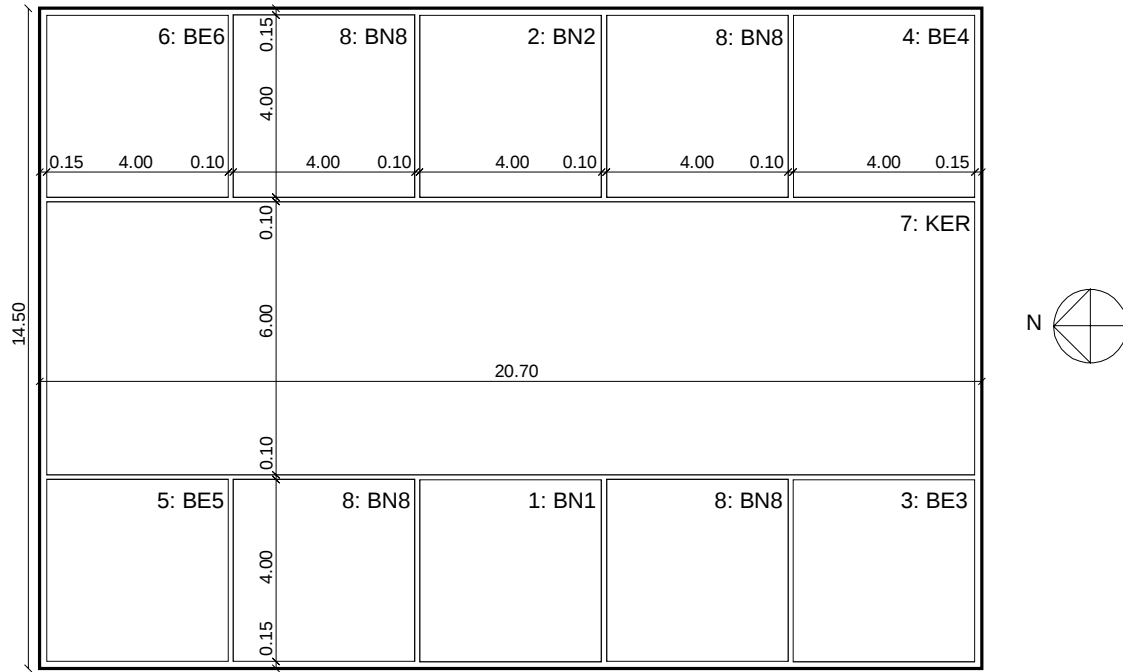
Die zusätzliche Verschlechterung durch mittlere vs. tiefe Innenlasten hat im Moment noch keine klare Auswirkungen gezeigt. Immerhin bringt sie in Grenzfällen das Fass zum Überlaufen, dass heisst, es ist unbehaglich warm im Raum. Ebenso ist die positive Wirkung einer grossen thermisch aktiven Gebäudemasse noch nicht klar quantifizierbar.

Die grosse Bedeutung der thermischen Wirkung der Bekleidung (clo-Werte) auf das Behaglichkeitsgefühl der Benützerschaft hat sich besonders stark gezeigt: Neben der jahreszeitlichen Unterschiede der Bekleidung wurden auch signifikante clo-Variationen im Tagesgang definiert: Insbesondere sind im Sommer Variationen (morgens kühl, mittags warm) nötig, die genauer beziffert und modelliert werden müssen.

Für diese Modellierung sind weder in den sia Normen 180 und 382 noch im „State of the Art“ der Haustechnik klare Regeln vorhanden.

Projekt: Gebäude mit hohem Glasanteil

Zoneneinteilung für die DOE2-Simulation



11. 01. 2001 / db 29. 03. 2001 / db

Bild 1: Standardgrundriss für Kombibüros mit Mittel- und Eckräumen sowie Innenzone

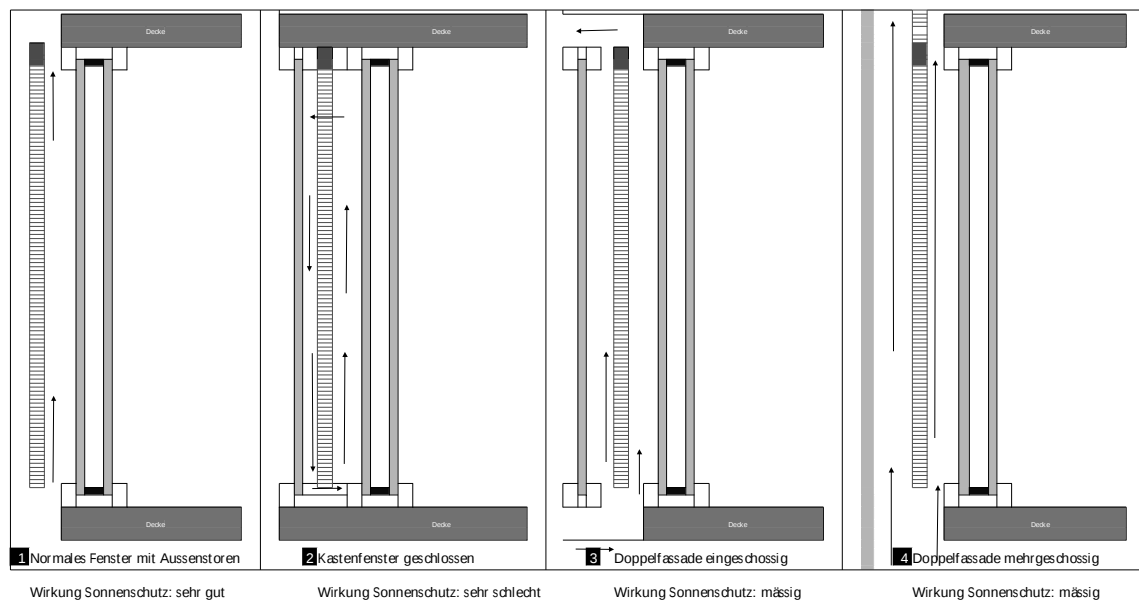


Bild 2: Verschiedene Formen der Anordnung des Sonnenschutzes

Die quantitativen Behaglichkeitsanalysen sind abgeschlossen und ausgewertet. Die Schlüsse aus den statistischen Auswertung sind aber in der empirischen Praxis noch nicht erhärtet: Sind die 10 % Unzufriedenen (nach sia 180 und Fanger) richtig? Bezieht sich das auf alle Personen in allen Räumen während der gesamten Arbeitszeit oder nur auf einen statistischen Mittelwert?

Die energetischen Auswertungen (Lüftung, Kälte, Heizung, Beleuchtung, Arbeitshilfen) folgen jetzt für die verschiedenen Fassadenkonfigurationen und Haustechniksysteme. Die abschliessende Verdichtung in einfacher Form soll als Entwurf bis Ende 2001 vorliegen.

Nationale Zusammenarbeit

Die Untersuchungen werden in Absprache und mit fachlicher und teilweise finanzieller Unterstützung von den Fachverbänden SZFF, VSR und sia getätigt.

Mitbeteiligt sind 5 Kantone (ZH, ZG, SG, BE und BS).

Mit den beteiligten Fachverbänden und Kantonen wird im Jahr 2002 ein umfangreiches Schulungs- und Einführungsprogramm entwickelt.

Durch die Mitarbeit von Thomas Frank wurde ein intensiver Austausch mit Empa Dübendorf, resp. mit parallelen nationalen und internationalen Projekten mit berührenden Themen möglich.

Internationale Zusammenarbeit

Bisher keine. Auswertung und Kontakte zu pendenten CEN-Normenprojekten im Bereich der Raumlüftung, -heizung und -kühlung.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Arbeiten sind umfangreicher und detaillierter als ursprünglich angenommen. Insbesondere ist die Kombinatorik der verschiedenen Optimierungsvarianten sehr anspruchsvoll. Ebenso sind die Auswertungsarbeiten, d.h. die Übersetzung der Simulationsergebnisse auf einfache, nachvollziehbare Erkenntnisse, sehr anspruchsvoll.

Auf dem Zeitplan ist ein Rückstand von ca. 3 bis 6 Monaten eingetreten.

Im Anschluss an die Umsetzungsprogramme soll ein Verifikationsprogramm mit der Auswertung von Mess- und Befragungsergebnissen gemacht werden.

Ferner ist ein Zusatzprogramm zum Life Cycle Assessment von Gebäude mit hohem Glasanteil geplant.

Referenzen

Publikationen:

Conrad U. Brunner: Gebäude mit hohem Glasanteil, in: 11. Status Seminar Energie- und Umweltforschung, ETH-Z, 2000, Zürich