

Schlussbericht 2002

Gebäude mit hohem Glasanteil

Autor und Koautoren	Conrad U. Brunner ¹ , Thomas Baumgartner ² , Daniel Brühwiler ³ , Thomas Frank ⁴ , Urs Steinmann ⁵ , Paul Schneiter ⁶
beauftragte Institution	¹ CUB, 8001 Zürich, ² Baumgartner + Partner, Dübendorf; ³ Brühwiler Energietechnik, Fällanden, ⁴ EMPA, Dübendorf; ⁵ Steinemann, Ingenieurbüro Wollerau, ⁶ Ingenieurbüro, Hedingen
Adresse	Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich
E-mail, Internetadresse	cub@cub.ch
BFE Vertrags-Nummer	77'993
Dauer des Projekts (von – bis)	2001 - 2002

ZUSAMMENFASSUNG

Gebäude und Räume mit hohem Glasanteil (über 50 % Glasanteil an der Fassade und über 30 % Glasfläche pro EBF) sind in Bezug auf Behaglichkeit und Energieverbrauch besonders anspruchsvoll. Zur Bestimmung der Voraussetzungen für ein optimales, d.h. behagliches und energieeffizientes Gebäude wurde eine Parameterstudie an einer typischen Bürohauskonfiguration durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Parameter variiert und in der Simulation für das Klima Zürich durchgerechnet: Glasanteil, Glastype, Sonnenschutztyp, Orientierung, Innenlasten, Beleuchtung, Lüftungs- und Kühlungsintensitäten, etc.

Die Analyse zeigt klare Risikogruppen: Kaltluftabfall am Fenster im Winter erfordert sehr gute Glas-U-Werte; die Erfüllung des Grenzwertes für den Heizwärmebedarf nach SIA 380/1 erfordert gute Glas- und Rahmen- U-Werte (3-fach Glas). Der sommerliche Wärmeschutz erfordert einen tiefen g-Wert des Sonnenschutzes (Kombination Glas und Sonnenschutz g unter 0,1), der automatisch nach Fassadenorientierung bei Strahlungswerten über 150 W/m² im Funktion sein muss. Die Gesamtwärmelast (solare und innere Wärmelasten) müssen frühzeitig abgeschätzt und daraus die richtigen Schlüsse für die Intensität der Haustechnik (Lüftung, Nachtlüftung, Primärluftkühlung, Zusatzkühlung) gezogen werden.

Projektziele

Die frühen Projektentscheide von Bauherren, Planern und Behörden erfordern bei Gebäuden mit hohem Glasanteil eine einfache erste Risikoabschätzung für die Behaglichkeit und den Energieverbrauch. Durch die Parameteruntersuchung konnte ein einfaches Verfahren definiert werden, mit dem die Optimierung zwischen Architekten und Haustechnikplanern in einer frühen Entwurfsphase erleichtert wird.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Parameterstudie des Modellgebäudes wurde Ende 2001 nach umfangreichen Simulationen (288 Gebäudekonfigurationen mit DOE 2.1E) abgeschlossen. Anfang 2002 wurden die Daten nach Behaglichkeits- und Energiekriterien ausgewertet und die nötigen Sensitivitätsuntersuchungen (Klima Lugano, Fenster zum Öffnen) durchgeführt und einige Annahmen und Ergebnisse in einer Einzelraumanalyse überprüft (Helios).

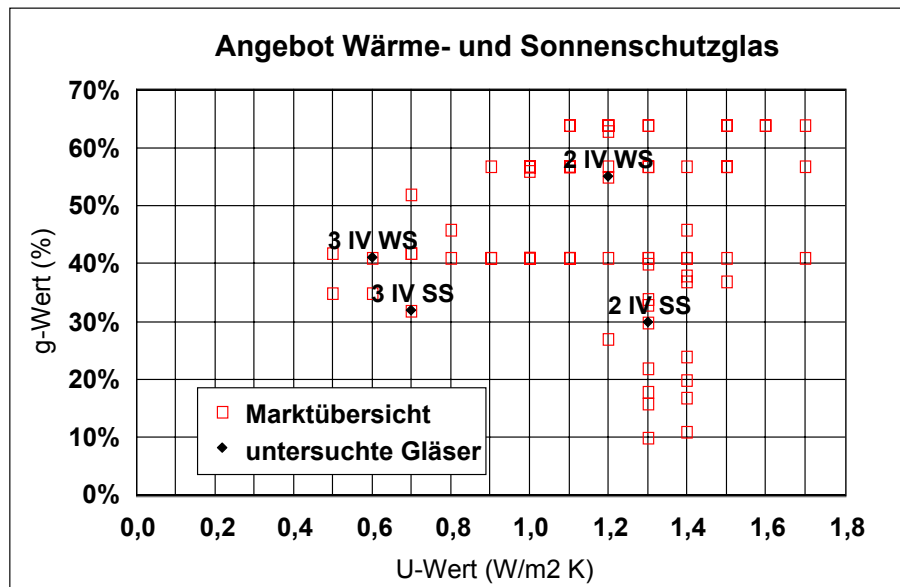


Bild 1: Auswahl der vier untersuchten Glastypeen aus dem gegenwärtigem Marktangebot

Als klare Risikogruppe haben sich gezeigt:

- ▶ Räume mit 2-fach-Isolierverglasung und einem Glasanteil über 50 % an der Fassade (Grenzwert Heizwärmebedarf nicht erreicht).
- ▶ Eckräume (beide Seiten verglast über 30 % Glasanteil) haben in praktisch allen Konfiguration ein Behaglichkeitsproblem.
- ▶ Wenig tiefe Räume (4 m) haben in vielen Fällen Behaglichkeitsprobleme, die eine Zusatzkühlung erfordern.
- ▶ Räume mit festen Arbeitsplätzen in Fensternähe (< 2 m Abstand vom Glas).
- ▶ Räume mit ungenügendem Sonnenschutz (kombinierter $g > 0,1$, nicht Wind-feste Konstruktion, nicht automatisch gesteuert, nicht fassadenorientiert, nicht Strahlungs-gesteuert).

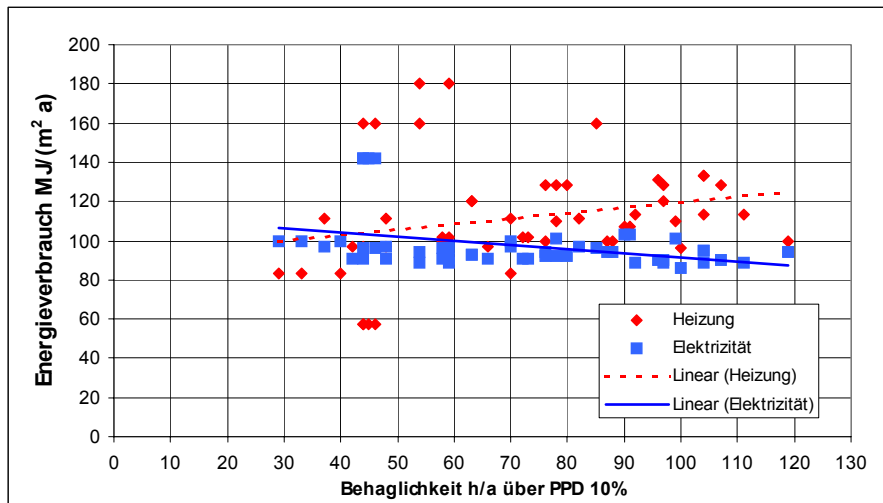


Bild 2: Systematische Auswertung der Räume mit den besten Behaglichkeitswerten (tiefe Innenlasten mit effizienten Büroapparaten): Der gesamte elektrische Energieverbrauch für Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung und Apparate streut relativ wenig, der Wärmeverbrauch streut stärker. Für die ökonomische Bedeutung ist der elektrische Energieverbrauch entscheidend.

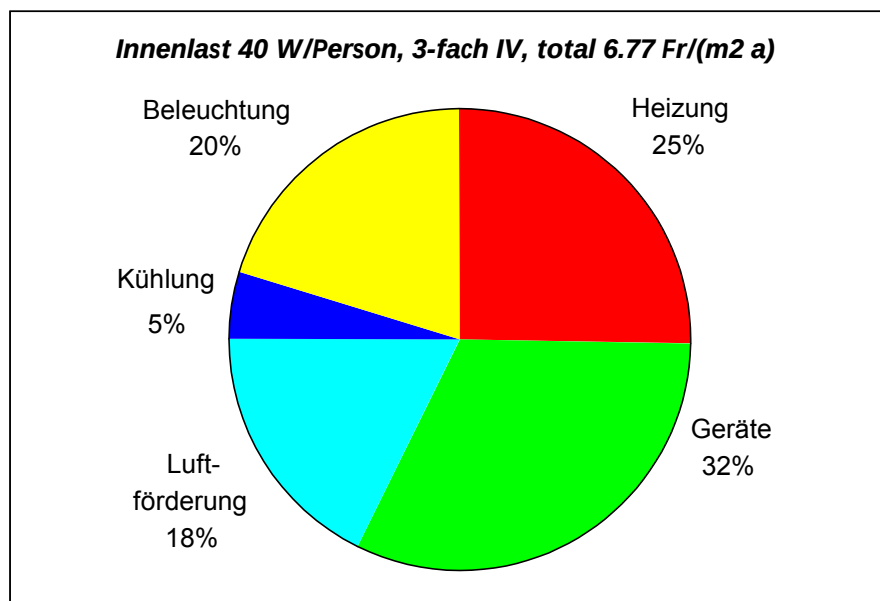


Bild 3: Die typischen Jahresenergiekosten eines Gebäudes mit hohem Glasanteil (und effizienten Bürogeräten und Beleuchtungssteuerung) bestehen zu 75 % aus elektrischer Energie

Als wichtiges Ergebnis kann die Erkenntnis formuliert werden, dass bei Einhaltung weniger Schlüsselbedingungen Gebäude mit hohem Glasanteil gebaut und betrieben werden können, die die Behaglichkeitsbedingungen im Winter und im Sommer einhalten und einen mässigen Energieverbrauch für Wärme und Elektrizität (Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung, elektrische Apparate). Der technische Aufwand ist allerdings beachtlich: Eine Lüftung mit Nachtlüftung plus eine Primärluftkühlung ist unbedingt erforderlich, sobald die Gesamtwärmelast an typischen Sommertagen über 250 Wh/(m²·d) steigt. Eine zeitweise mögliche individuelle Fensterlüftung verbessert die thermische Situation bei mittleren sommerlichen Temperaturen und gibt den Benützern ein besseres Behaglichkeitsgefühl.

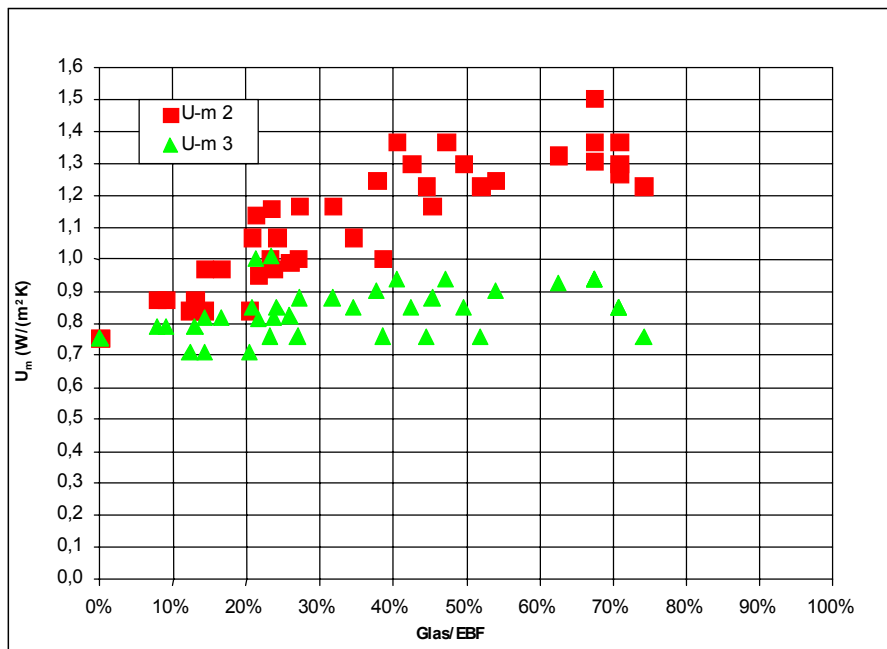


Bild 4: Mögliche mittlere Fassaden U_m -Werte (Glas, Rahmen, Paneel) in Abhängigkeit vom Verhältnis Glas zu EBF. Der geforderte Grenzwert von $U_m < 0,9 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ erfordert über 30 % Glas/EBF eine thermisch ausgezeichnete 3-fach Isolierverglasung.

Nationale Zusammenarbeit

Die Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit 5 Kantonen (ZH, ZG, SG, BE und BS) sowie mit den massgebenden Verbänden (SZFF, VSR und SIA) durchgeführt.

Internationale Zusammenarbeit

Durch die Mitarbeit von Thomas Frank Empa Dübendorf wurde eine Reihe von Kontakten mit parallelen internationalen Forschungsprojekten und Normierungsvorhaben ermöglicht.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Arbeiten sind abgeschlossen. Die Auswertung ist erfolgt. Nach schwierigen Absprachen (Verbände, ETH-Z) konnte ein einfaches Verfahren erarbeitet und veröffentlicht werden [1].

Die Umsetzungsarbeiten wurden durch verschiedene Einführungsveranstaltungen (Kantone ZH, BS und GL), die Präsentation am Statusseminar ETH-Z 2002 [3] und den geplanten weiteren Veröffentlichungen in den Fachmedien [4] vorangetrieben.

Eine Anschlussarbeit für die messtechnische Überprüfung an Glasbauten im Betrieb wurde formuliert.

Referenzen

- [1] SIA Merkblatt 2021: Gebäude mit hohem Glasanteil, Behaglichkeit und Energieeffizienz, Zürich 2002, (auch französisch)
- [2] SIA Dokumentation 176: Gebäude mit hohem Glasanteil, Behaglichkeit und Energieeffizienz, Zürich 2002
- [3] C.U. Brunner et al.: Gebäude mit hohem Glasanteil, Status Seminar Energieforschung ETH-Z, Zürich 2002
- [4] Veröffentlichungen erscheinen Ende 2002 und 2003 in tec21, Hochparterre, Gebäudetechnik, Die Fassade