Fenster und Raumklima: Untersuchungen über Sonnenschutzanordnung und raumklimatische Bedingungen in der warmen Jahreszeit

Autor(en): **Grandjean, Etienne**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87 (1969)**

Heft 35

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-70754

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

87. Jahrgang Heft 35 SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG 28. August 1969

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Fenster und Raumklima

DK 729.385 : 628.8

Untersuchungen über Sonnenschutzanordnung und raumklimatische Bedingungen in der warmen Jahreszeit

Von Prof. Dr. med. **Etienne Grandjean,** Direktor des Instituts für Hygiene und Arbeitsphysiologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich

Einleitung

In den letzten Jahrzehnten hat die Architektur die Fensterflächen vergrössert. In Bürogebäuden betragen sie heute meistens 50 bis 100 % der Aussenwand.

Grosse Fenster stellen im Winter Kühlflächen und vom Frühjahr bis zum Herbst bei schönem Wetter Flächen mit starker Wärmeeinstrahlung dar. Die kurzwellige Wärmestrahlung der Sonne dringt nahezu ungehindert durch Klarglasfenster in die Räume und wird nach Absorption an Umschliessungsflächen und Gegenständen in Wärme umgewandelt. Die dabei entstehende langwellige Wärmestrahlung wird von den Fenstern aufgehalten, so dass im Rauminnern eine Wärmeakkumulation entsteht, die man «Treibhauseffekt» nennt. Aus diesem Grunde kann es im Rauminnern bei Sonnenstrahlung zu Lufttemperaturen kommen, die diejenigen der Aussenluft weit übersteigen.

Mit der relativen Vergrösserung der Fensterflächen nimmt das Risiko der unzumutbaren Erwärmung in den Räumen zu, und die Anwendung eines wirksamen Sonnenschutzes oder wirksamer Klimaanlagen drängt sich immer mehr auf.

Aus diesen Gründen wurden in den vorliegenden Untersuchungen einerseits die Wirkung verschiedener *Sonnenschutzanordnungen* auf das Raumklima in Modellräumen [1] geprüft und anderseits in einer Feldstudie *Erhebungen über die raumklimatischen Bedingungen* in einer grösseren Zahl von Büroräumen durchgeführt.

Über den Verlauf der Untersuchungen und ihre Ergebnisse lag am 6. März 1969 ein zusammenfassender Bericht vor:

Untersuchung verschiedener Sonnenschutzanordnungen

Methode und Bedingungen

Es standen uns sechs nebeneinanderliegende leere *Räume,* die in jeder Beziehung identisch waren, zur Verfügung. Sie lagen an einer Südwestfassade und hatten folgende *Masse:*

Rauminhalt	38,2 m³
Bodenfläche	13,5 m²
Aussenwand	9,45 m²
Totale Fensterfläche (zwei Fenster)	4,24 m²
Anteil Fensterfläche / Aussenwand	50 %
Anteil Fensterfläche / Bodenfläche	31 %

Das Gebäude war eine *Leichtbaukonstruktion:* die Aussenwände setzten sich von aussen nach innen aus einer Blauglasplatte, einer Isolierschicht und einer Betonplatte zusammen; zwischen den Räumen waren Holztrennwände angebracht und zwei Isolierschichten.

An zehn sonnigen Tagen vom *Juli bis September* wurden in den sechs Räumen gemessen:

- die Lufttemperatur auf Kopf- und Fusshöhe
- die Oberflächentemperaturen der Fensterinnenflächen (Fenstertemperaturen)
- die Temperaturen der Umschliessungsflächen (Wände, Decken und Böden)
- die Beleuchtungsstärke in Raummitte.

[1]) Der Firma Griesser & Cie., Aadorf, welche die Versuchsräume und die verschiedenen Sonnenschutzanordnungen zur Verfügung stellte, sei an dieser Stelle bestens gedankt. *E. G.*

Gleichzeitig wurden die Temperaturen der Aussenluft am Schatten und der Fassadenluft gemessen.

Folgende *Sonnenschutzsysteme* wurden miteinander verglichen:

a) Lamellenstoren aus Aluminium mit hellem Lacküberzug;
b) Stoffstoren von graugrüner Farbe, 15 mm vor dem Fenster aussen angebracht;
c) Reflexionsgläser (Stopray mit Reflexionsschicht an der Innenseite des äusseren Fensterglases);
d) Absorptionsgläser (äusseres Fenster aus Grünglas).

In fünf Räumen kamen doppelverglaste Fenster und in einem Raume ein dreifach verglastes Fenster zur Anwendung. Alle Fenster waren Kippfenster mit Drehpunkt in der Mitte.

Für weitere Einzelheiten der Methode und der Ergebnisse, sowie über einschlägige Literatur, siehe [1].

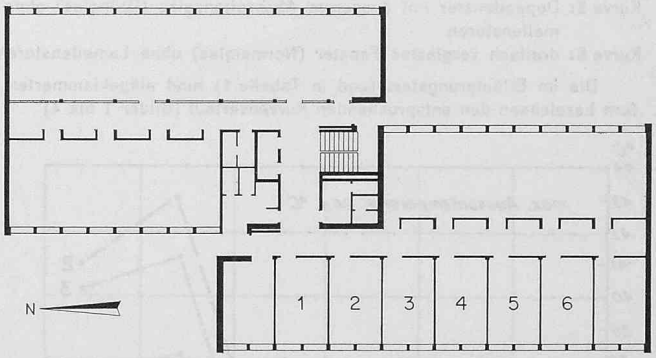
Ergebnisse

Von den zehn Versuchen seien zunächst die Einzelergebnisse des 2. und 6. Versuchs wiedergegeben:

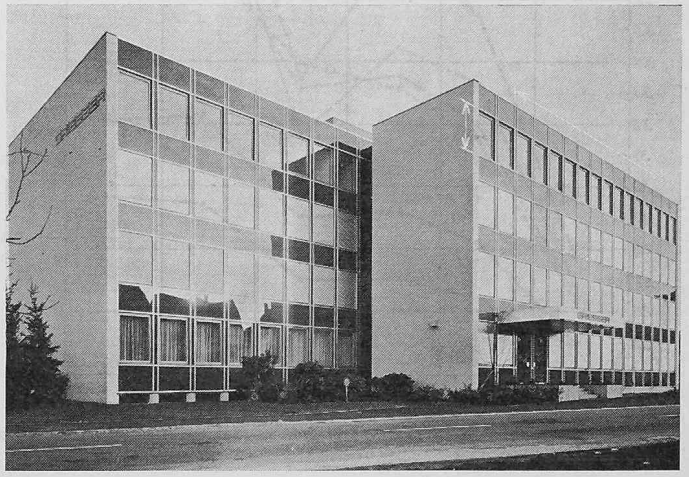
Der 2. Versuch

erfolgte an einem warmen Sonnentag mit gelegentlich leicht verschleierter Sonne. Die Aussentemperatur erreichte am Schatten ein Maximum von 26,4 ° C und in der Fassadenluft 31 ° C.

Bürogebäude der Firma Griesser AG, Aadorf. Drittes Obergeschoss 1:500 mit Angabe der sechs Versuchsräume



Westseite des Bürogebäudes mit Lagebezeichnung der Versuchsräume



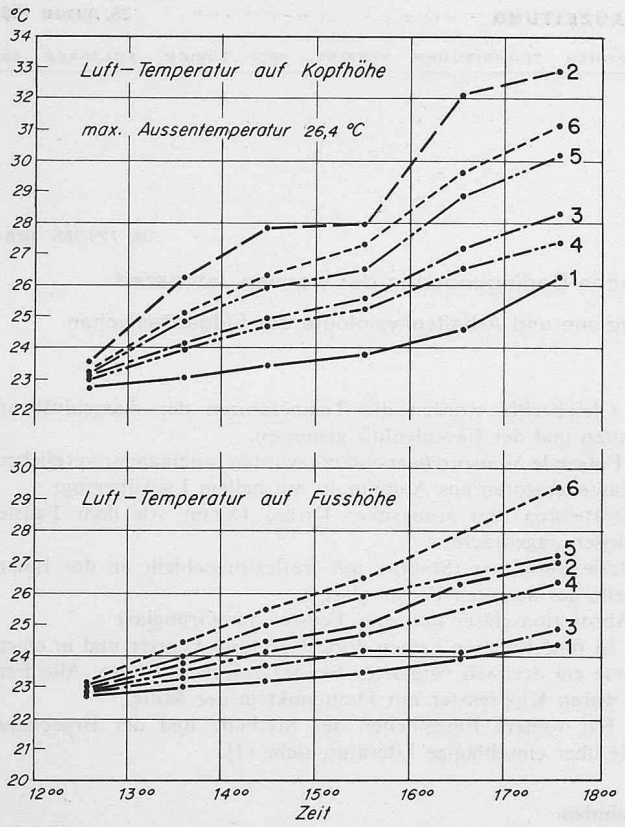


Bild 1. Verlauf der Lufttemperatur in Kopf- und Fusshöhe in den sechs Versuchsräumen. 2. Versuch

Bezeichnungen:

Kurve **1:** doppelverglastes Klarglasfenster (Normalglas) mit Lamellenstoren aussen

Kurve **2:** doppelverglastes Klarglasfenster (Normalglas) mit Lamellenstoren innen

Kurve **3:** doppelverglastes Klarglasfenster (Normalglas) mit Lamellenstoren zwischen den beiden Fensterscheiben

Kurve **4:** Doppelfenster mit äusserem Reflexionsglas (Stopray-Glas) ohne Lamellenstoren

Kurve **5:** Doppelfenster mit äusserem Absorptionsglas (Grünglas) ohne Lamellenstoren

Kurve **6:** dreifach verglastes Fenster (Normalglas) ohne Lamellenstoren

Die im Erläuterungstext (und in Tabelle 1) rund eingeklammerten Ziffern bezeichnen den entsprechenden Kurvenverlauf (Bilder 1 bis 4)

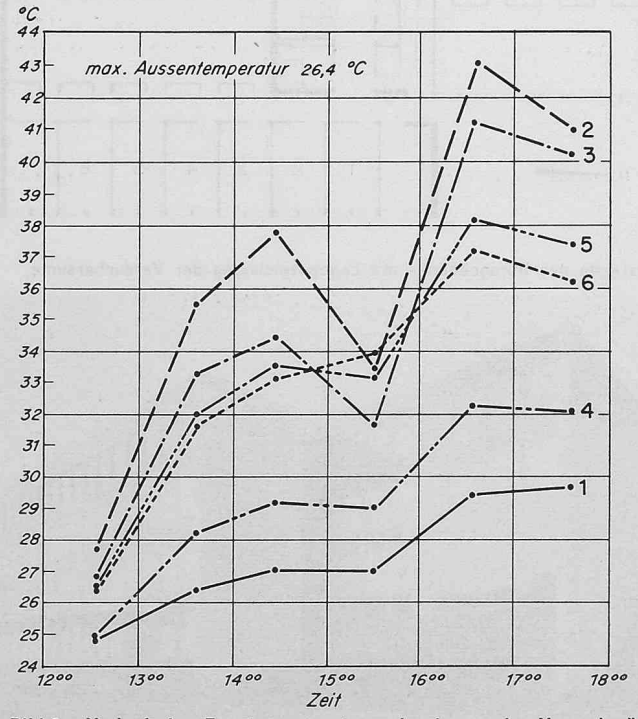


Bild 2. Verlauf der Fenstertemperaturen in den sechs Versuchsräumen. 2. Versuch (Bezeichnungen wie Bild 1)

In den *Bildern 1, 2 und 3* sind die Ergebnisse der Raumlufttemperaturen, der Fenstertemperaturen und der Beleuchtungsstärke wiedergegeben. Bei Lamellenstoren innen (2), beim Fenster ohne Sonnenschutz (6) und beim Absorptionsglas (5) herrschten Raumlufttemperaturen, welche die Temperatur der Aussenluft am Schatten deutlich übertrafen. Die Lufttemperaturen auf Fusshöhe (20 cm über Boden) waren tiefer als diejenigen auf Kopfhöhe (Bild 1). Auffallend waren die besonders starken Erhöhungen bei allen Varianten ohne Lamellenstoren (4, 5, 6): dies muss auf die Wärmeabsorption der Sonnenstrahlung im Fussboden zurückgeführt werden.

Die Fenstertemperaturen zeigten bei Lamellenstoren innen (2) *oder zwischen den Fensterscheiben* (3) *Spitzenwerte von 41 bis 43 °C.* Ebenfalls hohe Werte (37 bis 38 °C) erreichten Absorptionsgläser aus Grünglas (5) und das dreifach verglaste Fenster ohne Sonnenschutz (6). Die geringste Erwärmung (29,5 °C) ergab sich beim Doppelfenster mit Lamellenstoren aussen (1), Bild 2.

Die Sonnenschutzsysteme mit Lamellenstoren (1, 2, 3) bewirkten eine erhebliche Herabsetzung des Tageslichtes, das sich in diesen Räumen zwischen 300 und 950 lx bewegte. Demgegenüber liessen die beiden Sonnenschutzgläser (4, 5) erheblich höhere Beleuchtungsstärken zu (zwischen 1200 und 3400 lx), Bild 3.

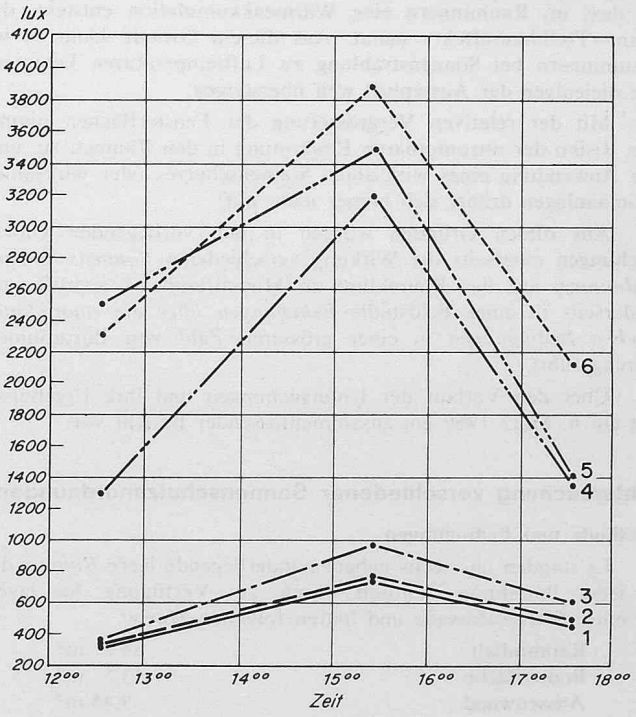


Bild 3. Verlauf der Beleuchtungsstärke in den sechs Versuchsräumen. 2. Versuch

(Bezeichnungen wie Bild 1)

Im 6. Versuch

wurde der Einfluss verschiedener Neigungswinkel der Lamellenstoren untersucht, wobei wiederum Doppelfenster mit aussen angebrachten Storen eingesetzt wurden (1). Am Versuchstag war der Himmel klar und wolkenlos bei nur mässig warmer Aussenluft.

Die Ergebnisse der Temperaturmessungen auf Kopfhöhe, sowie der Temperaturverlauf der Aussenluft am Schatten und der Fassadenluft sind in Bild 4 dargestellt.

Den besten Schutz gegen die Wärmeeinstrahlung boten Lamellenstoren aussen (1) bei Neigungswinkeln von 70 und 45 °. Dabei blieb die Temperatur der Raumluft deutlich unter derjenigen der Fassadenluft, dagegen erhöht gegenüber der Aussentemperatur am Schatten. Vergleichswert: Normalglas ohne Sonnenschutz (6).

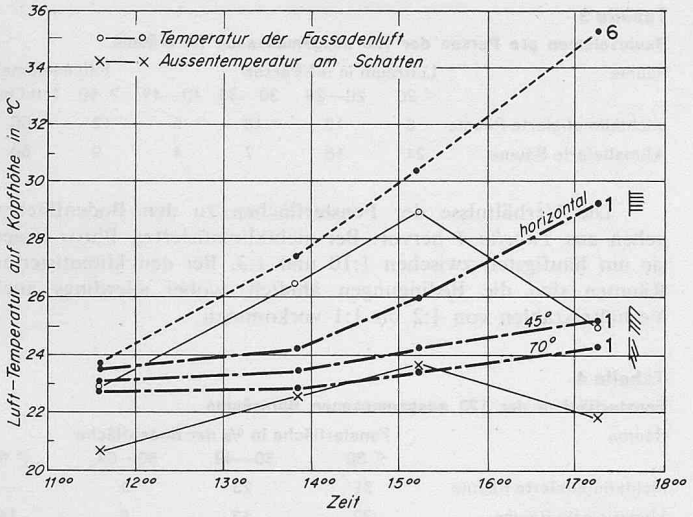


Bild 4. Verlauf der Raum- bzw. Aussenlufttemperatur bei verschiedenen Neigungswinkeln der aussen angebrachten Lamellenstoren

6. Versuch: Lamellen horizontal und unter Neigungswinkel 45 ° bzw. 70 °

Die übrigen Resultate des 6. Versuchs sind in *Tabelle 1* zusammengestellt. Dabei beruhen die angegebenen Erwärmungen auf den Differenzen der Messwerte zwischen 12 und 17 h. Die Beleuchtungsstärke wurde einmal – um 15.45 h – erhoben. Die Temperaturen der Umschliessungsflächen wurden dreimal – um 12 h, 14 h und 15.30 h – gemessen; die Durchschnittswerte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Schliesslich berechneten wir für die Zeit von 15.00 bis 15.30 h die Durchschnitte der Temperaturen der Raumluft auf Kopfhöhe (T_L) und der Temperaturen der Umschliessungsflächen (T_U). Diese Durchschnitte sind für die Beurteilung der Temperaturempfindung in einem Raum von ausschlaggebender Bedeutung.

Bei Berücksichtigung aller Werte der Temperatur und der Beleuchtungsstärke von Tabelle 1 muss die Anordnung «Lamellenstoren aussen» mit einem Winkel von 45 ° am besten beurteilt werden: die empfundene Temperatur von 24,8 ° C blieb deutlich unter der Temperatur der Fassadenluft, wobei eine genügende Beleuchtungsstärke von 1000 lx gewährt war.

Aus den übrigen Versuchen seien hier die folgenden Ergebnisse kurz erwähnt:

Im 4. und 5. Versuch

blieben während der ganzen Versuchszeit die Fenster mit einem Anstellwinkel von 20 ° geöffnet. Dies bewirkte ein Einströmen der warmen Fassadenluft in den Raum, was zu hohen Raumtemperaturen führte; dabei liessen sich zwischen den verschiedenen Sonnenschutzsystemen keine wesentlichen Unterschiede im Raumklima feststellen.

Im 8., 9. und 10. Versuch

wurden vergleichsweise auch Stoffstoren geprüft. Diese bewirkten einen guten Schutz gegen die Wärmeeinstrahlung, aber auch eine starke Herabsetzung der Beleuchtungsstärke. In *Tabelle 2* sind die Werte des 9. Versuchs aus den Räumen mit Stoffstoren aussen und Lamellenstoren aussen zusammengestellt.

Tabelle 2

Raumklima und Tageslicht in Räumen mit aussen angebrachten Stoffstoren bzw. Lamellenstoren

(9. Versuch) Bezeichnungen wie Tabelle 1

Messungen:	Doppelfenster Stoffstoren aussen	Doppelfenster Lamellenstoren aussen 45 °
Erhöhung der Raumtemperatur in Kopfhöhe (° C)	+ 2,5	+ 2
Erhöhung der Fenstertemperatur (° C)	+ 6,5	+ 4,3
$\frac{T_L + T_U}{2}$ 16.00 Uhr (° C)	24,8	24,4
Beleuchtungsstärke (lx)	340	470

Besprechung der Ergebnisse aus den Versuchsräumen

Aus den Resultaten lassen sich die geprüften Sonnenschutzanordnungen folgendermassen beurteilen:

Aussen angebrachte Lamellenstoren hielten in allen Versuchen die Wärmeeinstrahlung der Sonne wirksam auf. Besonders wirksam war die Kombination von Sonnenschutzgläsern mit Lamellenstoren aussen. In der Kombination mit normalen Klarglasfenstern waren aussen angebrachte Lamellenstoren ebenfalls gut wirksam: die Erhöhungen der Raumlufttemperatur bewegten sich zwischen 1,2 und 3,5 ° C; die maximal erreichten Werte schwankten bei der Raumluft zwischen 23,7 und 26,2 ° C und bei der Fenstertemperatur zwischen 26,7 und 30,1 °C. Dabei blieb die Beleuchtungsstärke noch im Rahmen der üblichen Empfehlungen für die Tageslichtbeleuchtung.

Lamellenstoren, die zwischen den Fenstern oder im Innern der Räume angebracht waren, hielten die Wärmeeinstrahlung ungenügend auf. In der Kombination mit Klarglasfenstern stiegen die Raumtemperaturen auf 28,2 bis 32,5 ° C und die Fenstertemperaturen auf 41,7 bis 44 ° C.

Normale Klarglasfenster ohne Sonnenschutz verursachten Raumtemperaturen von 29,9 bis 35,4 ° C und Fenstertemperaturen von 35,8 bis 39,6 ° C. Solche klimatischen Verhältnisse sind absolut unzumutbar.

Tabelle 1

Erwärmung, empfundene Temperatur und Beleuchtung in den sechs Versuchsräumen mit verschiedenen Lamellenneigungswinkeln und anderen Sonnenschutzmassnahmen

(6. Versuch)

Bezeichnungen

Winkelgrade: Lamellenstellung, bezogen auf die Horizontale

N.Glas L.St. a: doppelverglastes Klarglasfenster mit Lamellenstoren aussen

Stopray k.St.: Doppelfenster mit äusserem Reflexionsglas ohne Lamellenstoren

T_L: Temperatur der Luft

T_U: durchschnittliche Temperatur der Umschliessungsflächen

Grünglas k.St.: Doppelfenster mit äusserem Absorptionsglas ohne Lamellenstoren

3 × N.Glas k.St.: dreifach verglastes Fenster ohne Lamellenstoren

Messungen:	N. Glas L.St. a 70 °	N. Glas L.St. a 45 °	N. Glas L.St. a horizontal	Stopray k.St.	Grünglas k.St.	3 × N.Glas k.St.
Erhöhung der Raumlufttemperatur in Kopfhöhe (° C)	1,6	2,2	5,9	5,0	8,6	11,8
Erhöhung der Fenstertemperatur (° C)	3,5	5,1	9,0	8,4	21,3	14,4
Temperatur der Umschliessungsflächen (° C) (Durchschnitt 12.00—15.30 Uhr)	23,5	24,3	26,1	26,5	29,0	30,4
Empfundene Temperatur $\frac{T_L + T_U}{2}$	24,0	24,8	27,7	26,5	29,5	31,9
Beleuchtungsstärke um 15.45 Uhr (lx)	340	1050	2500	1900	3400	3800

Reflexionsgläser (Stopray-Glas) ohne zusätzliche Lamellenstoren gewährten einen wesentlichen Schutz gegen die Wärmeeinstrahlung der Sonne, der jedoch in allen vergleichbaren Situationen nicht so wirksam war wie bei normalen Klarglasfenstern mit aussen angebrachten Lamellenstoren. Dafür waren die Beleuchtungsstärken höher.

Absorptionsgläser (Grünglas) ergaben ohne zusätzliche Lamellenstoren einen ungenügenden Schutz gegen die Wärmeeinstrahlung der Sonne. Die Raumlufttemperaturen erreichten 28,7 bis 32 ° C und die Fenstertemperaturen 38,3 bis 46,2 ° C. Diese hohen Fenstertemperaturen, verursacht durch die Absorption der Sonneneinstrahlung, wirkten sich besonders ungünstig auf das Raumklima aus. Absorptionsgläser können nur in Betracht gezogen werden, wenn zusätzlich aussen angebrachte Lamellenstoren vorgesehen sind.

Aussen angebrachte Stoffstoren von graugrüner Farbe gaben einen guten Schutz gegen die Wärmeeinstrahlung. Die Raumtemperaturen erhöhten sich um 2,5 bis 2,6 ° C und erreichten 24,5 bis 24,6 ° C. Die maximalen Fenstertemperaturen schwankten zwischen 29,7 und 30,8 ° C. Einschränkend ist allerdings zu sagen, dass bei dieser Sonnenschutzanordnung die Beleuchtungsstärke sehr niedrig war (unter 400 lx) und meistens unter den empfohlenen Grenzwerten für die Tageslichtbeleuchtung lag.

Das Öffnen der Kippfenster hob teilweise die Wirkung der Sonnenschutzanordnung auf, was auf das Einströmen der warmen Fassadenluft zurückzuführen ist. Die Temperaturen der Fassadenluft bewegten sich zwischen 28 und 34,5 ° C.

Die Neigungswinkel der aussen angebrachten Lamellenstoren spielen für den Schutz gegen Wärmeeinstrahlung eine entscheidende Rolle. Wirksam sind Neigungswinkel von 70 ° bis 45 °; dagegen sind horizontale Einstellungen, die eine gute Sicht nach aussen zulassen, bezüglich des Schutzes gegen Wärmeeinstrahlung ungenügend.

Die hier beobachteten Wirkungen der Sonnenschutzanordnungen auf das Raumklima stimmen recht gut überein mit Literaturangaben über den Durchgang der Sonnenwärme durch Fenster. Als Beispiel seien hier die Werte von *Loudon* [3] aufgeführt:

Fenster- und Sonnenschutzsysteme	*Wärmeübergang* [2] *bezogen auf totale eingestrahlte Sonnenwärme*
Einfaches Klarglasfenster	77 %
Doppelverglastes Klarglasfenster	67 %
Doppelfenster	
— mit Lamellenstoren innen	46 %
— mit Lamellenstoren dazwischen	28 %
Klarglas + Stopray-Glas Doppelfenster	25 %
— mit Lamellenstoren aussen	12 %
— mit Rollstoren aussen	11 %

Bezüglich des Wärmeschutzes ist die Rangfolge der vergleichbaren Sonnenschutzsysteme in der Reihe von Loudon die gleiche wie bei unsern Versuchen.

Bezüglich des Tageslichtes wären an und für sich die Reflexionsgläser den heruntergezogenen Lamellenstoren überlegen; doch haben Lamellenstoren den Vorteil, dass man sie bei bewölktem Himmel hochziehen und in dieser Situation somit eine höhere Beleuchtungsstärke erzielen kann.

Erhebung raumklimatischer Bedingungen in Büroräumen

Methode und untersuchte Gebäude

Diese Erhebung fand in der warmen Jahreszeit in 318 Büro-Büroräumen statt. Dabei wurden an jedem Arbeitsplatz die Lufttemperaturen auf Kopfhöhe gemessen. Ausserdem wurden in 120 Räumen die Temperaturen der Umschliessungsflächen, die freie Luftbewegung und die relative Feuchtigkeit gemessen. Zusammen mit den raumklimatischen Erhebungen wurden auch die Störwirkungen durch Aussenlärm, durch Aussenlamellengeräusche und durch Bürolärm untersucht.

[2]) Diese Wärmetransmissionen umfassen die eindringende kurzwellige Wärmestrahlung und die sekundär abgegebene Wärme nach Absorption an Fenstern und Lamellenstoren.

Tabelle 3

Raumvolumen pro Person der 120 ausgemessenen Büroräume

Räume	Luftraum in m³/Person					Raumvolumen
	< 20	20—29	30—39	40—49	> 50	total m³
nichtklimatisierte Räume	6	18	18	5	13	60
klimatisierte Räume	24	16	7	4	9	60

Die Verhältnisse der Fensterflächen zu den Bodenflächen gehen aus *Tabelle 4* hervor. Bei nichtklimatisierten Büros liegen sie am häufigsten zwischen 1:10 und 1:3. Bei den klimatisierten Räumen sind die Bedingungen ähnlich, wobei allerdings auch Verhältniszahlen von 1:2 bis 1:1 vorkommen.

Tabelle 4

Fensterflächen der 120 ausgemessenen Büroräume

Räume	Fensterfläche in % der Bodenfläche			
	< 30	30—49	50—69	> 50
nichtklimatisierte Räume	31	23	3	—
klimatisierte Räume	22	13	6	14

Im ganzen wurden 1191 Büroangestellte (605 Frauen und 586 Männer) mit einem Fragebogen über ihre Erfahrungen und Urteile bezüglich des Raumklimas befragt. Für weitere Einzelheiten siehe [3].

Ergebnisse

Die untersuchten Räume

Tabelle 3 gibt das Raumvolumen pro Person der 120 untersuchten Büros an. Daraus ist ersichtlich, dass im Bürobau im allgemeinen mit grossen Luftvolumen pro Person gerechnet wird. Bei nichtklimatisierten Räumen sind diese Volumina grösser als bei klimatisierten.

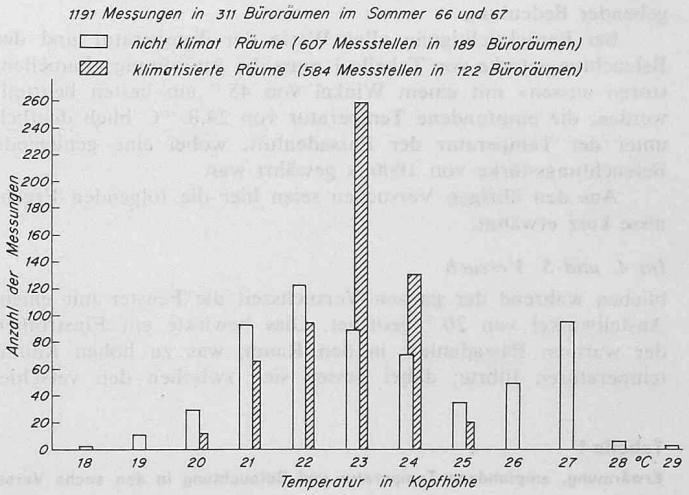


Bild 5. Häufigkeitsverteilung der Lufttemperaturen, die bei jeder befragten Person in Kopfhöhe gemessen wurden

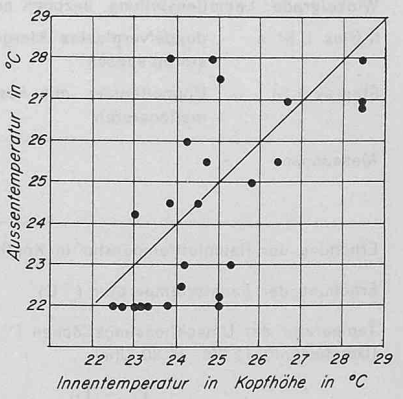


Bild 6. Beziehungen zwischen Aussen- und Innentemperaturen in 25 nichtklimatisierten Räumen

Die Gerade entspricht gleichen Innen- und Aussentemperaturen

Die Lufttemperatur

Die in Kopfhöhe gemessenen Lufttemperaturen sind in *Bild 5* zusammengestellt. In den klimatisierten Räumen lag die Mehrheit (zwei Drittel) der Temperaturen zwischen 23 und 24 ° C. In den nichtklimatisierten Räumen war die Streuung der Werte erheblich grösser (mehrheitlich zwischen 21 und 27 ° C).

In *Bild 6* sind die Beziehungen zwischen Aussentemperatur (22 ° C) und Innentemperaturen in 25 nichtklimatisierten Räumen dargestellt. In acht Räumen war die Aussentemperatur, in 16 Räumen die Innentemperatur höher.

Die Verteilung der Antworten auf die Frage «Ist Ihnen die Temperatur in diesem Raum *jetzt* angenehm, zu kalt oder zu warm?» ist für die einzelnen gemessenen Temperaturen in *Abbildung 7* graphisch dargestellt. Bis zu einer Innnentemperatur von 240 ° C beurteilten bei jeder Stufe nahezu 80 % die Temperatur als angenehm. Bei höheren Temperaturen trat die Antwort «zu warm» häufiger auf. Diese Zunahme ist nicht regelmässig: bei 25 bzw. 27 ° C sind die Urteile «zu warm» häufiger (54 bzw. 69 % der Befragten) als bei 26 ° C (26 % der Befragten). Wir fanden keinen Grund für diese Unregelmässigkeit und vermuten, dass diese in erster Linie auf den Zufall der Auslese der Befragten zurückzuführen ist.

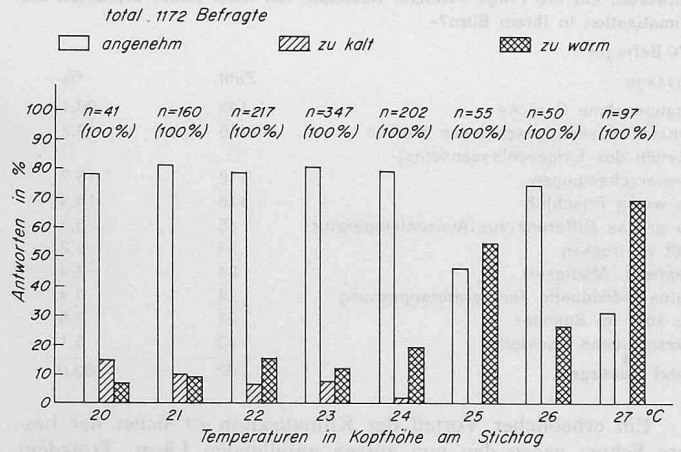


Bild 7. Die subjektiven Beurteilungen der Raumlufttemperaturen
n = Zahl der Befragten pro Temperaturstufe

Wir ziehen aus diesen Erhebungen den Schluss, dass *Büroangestellte im Sommer Temperaturen von 20 bis 24 ° C mehrheitlich als angenehm empfinden, während bei höheren Temperaturen das Klima häufig als zu warm beurteilt wird.*

Auf die Frage «Ist vom Mai bis September die Temperatur im allgemeinen zu warm» konnten die Befragten antworten mit «nie», «selten» (1mal/Monat), «gelegentlich» (2—3mal/Monat) oder «häufig» (4mal/Monat und mehr). Die Antworten verteilen sich wie folgt:

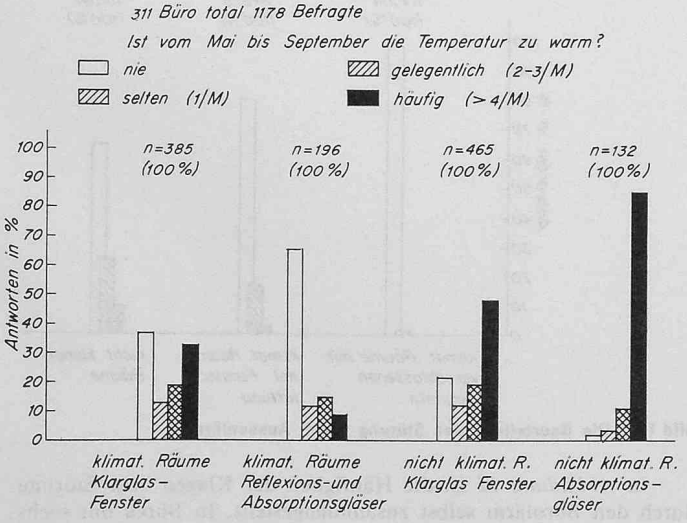


Bild 8. Allgemeine Beurteilung der Raumtemperatur im Sommer
n = Zahl der Befragten je Bedingungsgruppe

Räume	*nie*	*selten*	*gelegentlich*	*häufig*
nichtklimatisiert	101	59	102	335
klimatisiert	268	71	101	141

In *Abbildung 8* ist die Verteilung der Antworten nach vier Arten des Wärmeschutzes dargestellt. Wenn ausser der Klimaanlage auch Sonnenschutzgläser Anwendung fanden, dann fielen die Urteile günstiger aus als bei Klimaanlagen mit Klarglasfenstern. Aus diesem Resultat lassen sich jedoch keine ursächlichen Zusammenhänge ableiten, da Gebäude mit Sonnenschutzgläsern moderner und teilweise sicher auch mit besseren Klimaanlagen ausgerüstet sind.

Interessant war bei den nichtklimatisierten Räumen die grosse Zahl ungünstiger Urteile (85 % «häufig zu warm»), wenn Absorptionsgläser verwendet wurden. In dieser Gruppe waren drehbare Doppelfenster mit wahlweiser Innen- oder Ausseneinstellung der Lamellenstoren installiert. In der Regel wurden bei Sonneneinstrahlung die Lamellenstoren nach aussen gewendet. Die Vergleichsgruppe der klimatisierten Räume mit Klarglasfenstern, bei welcher bessere Temperatururteile vorkamen, war mit aussen angebrachtem Sonnenschutz ausgestattet. Auch hier möchten wir keine Schlüsse ziehen, da wir vermuten, dass die ungünstigen Urteile in den Räumen mit Absorptionsgläsern teilweise auf unsachgemässer Bedienung und teilweise auf der besondern Exposition der Räume beruhten.

Tabelle 5

Die Angaben «häufig zu warm» bei verschiedenen Fensterflächen-Anteilen
Nichtklimatisierte Räume an Ost-, Süd- oder Westfassaden
Zahl der Befragten pro Flächengruppe = 100 %

Anteil Fensterfläche/Aussenwand	Anzahl Räume	Anzahl Befragte	«häufig zu warm» %
weniger als 30 %	6	52	5,8
30 % und mehr	18	72	59,7

In *Tabelle 5* sind Antworten «häufig zu warm» und die Anteile der Fensterflächen gegenübergestellt.

In einer weiteren Untersuchung prüften wir die Frage, ob in nichtklimatisierten Räumen eine Beziehung bestehe zwischen Aussenwandorientierung und Häufigkeit der Angaben «häufig zu warm». Wir erhielten folgendes Ergebnis:

Aussenwandorientierung	*Angabe «häufig zu warm» in % der Befragten*
Vorwiegend nach Osten	69
Vorwiegend nach Süden	40
Vorwiegend nach Westen	71
Vorwiegend nach Norden	69

Das Ergebnis ist überraschend: Wegen des verhältnismässig hohen Sonnenstandes zur Mittagszeit ergaben die nach Süden orientierten Büros die kleinste Zahl von Angaben «häufig zu warm». Das unerwartete Ergebnis aus den nach Norden orientierten Räumen dürfte darauf zurückzuführen sein, dass reine

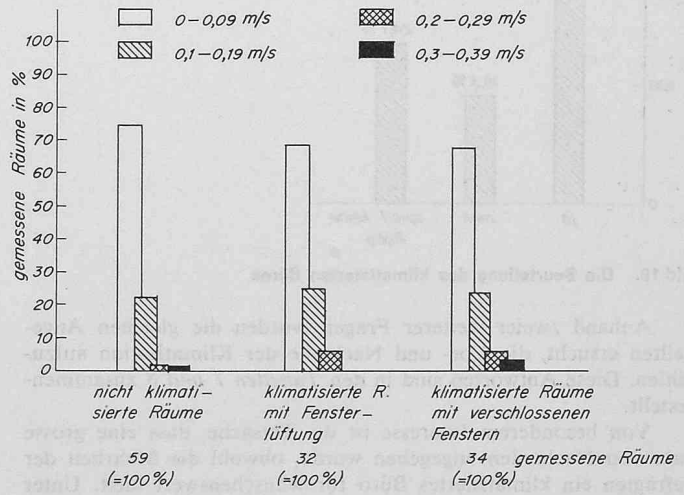


Bild 9. Die Luftbewegung in 125 Büroräumen
Durchschnittswerte aus mehreren Messungen pro Raum

Nordräume nur selten vorkamen, weil die meisten auch einige Fenster nach Osten oder Westen aufwiesen.

Die Luftbewegung

Abbildung 9 zeigt die Durchschnittswerte aus 125 Büroräumen, wobei pro Raum 4 bis 8 Einzelmessungen vorgenommen wurden.

In zahlreichen Räumen kamen Werte von mehr als 0,2 m/s vereinzelt vor, meistens in der Nähe von schwellenlosen Türen, Fenstern und Zuluftaggregaten der Klimaanlage. Die Durchschnittswerte der Luftbewegung blieben jedoch mehrheitlich unter 0,1 m/s. Werte zwischen 0,1 und 0,2 m/s kamen in fast einem Viertel der Räume vor, Werte über 0,2 m/s in 7 (5,6 %) der untersuchten Räume.

Tabelle 6

Häufigkeit der Angaben über unangenehme Zugserscheinungen

durchschnittliche Luftbewegung m/s	Anzahl Befragte	Anteil der Angaben über unangenehme Zugserscheinungen %
0 —0,09	363	22,3
0,1—0,19	304	27,6
0,2 und mehr	117	27,3

In *Tabelle 6* sind die Angaben über Wahrnehmung von Luftzügen in Abhängigkeit der Luftbewegung zusammengestellt. Scheinbar bestand nur ein geringer Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Luftbewegung und Häufigkeit von Angaben über unangenehme Zugserscheinungen. Dies kann davon herrühren, dass die gemessenen Luftbewegungen die allgemeinen Luftzüge im Raum wohl gut kennzeichnen, aber örtliche Luftzüge bei den einzelnen befragten Personen kaum erfassen. Ferner hatten wir gelegentlich den Eindruck, dass einige Befragte Wärmeentzüge durch Strahlung an kalten Flächen (zum Beispiel Fenster) als unangenehme Zugserscheinung bezeichneten. Aus diesen Gründen lassen sich aus Tabelle 6 keine sicheren Schlüsse ziehen.

Beurteilung der Klimatisation

Die 560 Büroangestellten in klimatisierten Räumen hatten die Frage zu beantworten «Würden Sie – wenn Sie die Wahl hätten und alles übrige gleich wäre – wieder eine Stelle in einem klimatisierten Büro annehmen?». Die Verteilung der drei möglichen Antworten ist aus *Abbildung 10* ersichtlich.

Eine deutliche Mehrheit gab einem klimatisierten Büro den Vorzug, ein Viertel der Befragten hatte kein Urteil und 16 % waren gegen die Klimatisation.

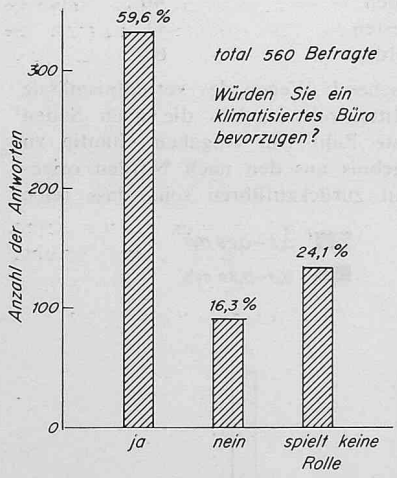


Bild 10. Die Beurteilung des klimatisierten Büros

Anhand zweier weiterer Fragen wurden die gleichen Angestellten ersucht, die Vor- und Nachteile der Klimatisation aufzuzählen. Diese Antworten sind in den *Tabellen 7 und 8* zusammengestellt.

Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass eine grosse Zahl von Nachteilen angegeben wurde, obwohl die Mehrheit der Befragten ein klimatisiertes Büro für wünschenswert hielt. Unter den Vorteilen dominierten eindeutig die Argumente des konstanten und im Sommer kühlen Raumklimas. Unter den Nachteilen überwogen die Angaben über «unangenehme Gerüche» und «zu wenig Frischluft», die im Widerspruch standen zur Häufigkeit der Angabe «frische und saubere Luft». Die Kritik des «Eingeschlossenseins» machte 19 % der Angaben und 19 % der Befragten aus. Von gleicher Grössenordnung war die Häufigkeit der Klagen über Zugserscheinungen.

Tabelle 7

Antworten auf die Frage «Welche Vorteile hat nach Ihrem Ermessen die Klimatisation in Ihrem Büro?»

440 Befragte

Aussage	Zahl	%
Konstantes Klima	212	36,8
Kühl im Sommer	182	31,6
Frische, saubere Luft	93	16,2
Keine Abkühlung durch Fensterlüftung	31	5,4
Kein Lärm von aussen	25	4,3
Keine Streitigkeiten wegen Lüftung	22	3,8
Geringere Ermüdung	10	1,7
Geringere Erkältungsgefahr	1	0,2
Total Aussagen	576	100,0

Tabelle 8

Antworten auf die Frage «Welche Nachteile hat nach Ihrem Ermessen die Klimatisation in Ihrem Büro?»

470 Befragte

Aussage	Zahl	%
Unangenehme Gerüche	142	20,1
Fenster müssen geschlossen bleiben (Gefühl des Eingeschlossenseins)	136	19,2
Zugserscheinungen	118	16,7
Zu wenig Frischluft	116	16,4
Zu grosse Differenz zur Aussentemperatur	46	6,5
Luft zu trocken	37	5,2
Kopfweh, Müdigkeit	24	3,4
Keine individuelle Temperaturanpassung	24	3,4
Zu kühl im Sommer	21	3,0
Verschiedene Nachteile	43	6,1
Total Aussagen	707	100,0

Ein erheblicher Vorteil der Klimatisation ist sicher der bessere Schutz gegen den von aussen anfallenden Lärm. Trotzdem wurde dieser Vorteil nur selten spontan aufgeführt. Dagegen kam die Lärmschutzwirkung in der Antwort auf die Frage «Werden Sie durch den von aussen eindringenden Lärm stark, wenig oder nicht gestört?» zum Ausdruck. Die Verteilung dieser Antworten geht aus *Abbildung 11* hervor. Sie zeigt, dass die Störwirkung des Aussenlärms in klimatisierten Räumen – vor allem bei verschlossenen Fenstern – erheblich seltener vorkommt als in nichtklimatisierten Büros.

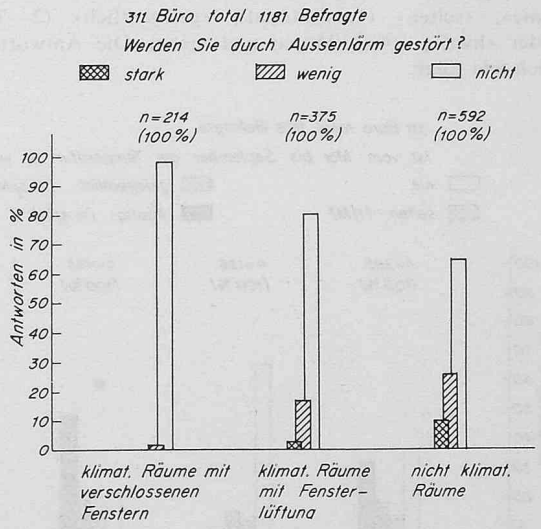


Bild 11. Die Beurteilung der Störung durch Aussenlärm

In *Abbildung 12* ist die Häufigkeit der Klagen über Störung durch den Bürolärm selbst zusammengestellt. In Büros mit sechs und mehr Personen ist die Störung häufiger als in weniger belegten Räumen.

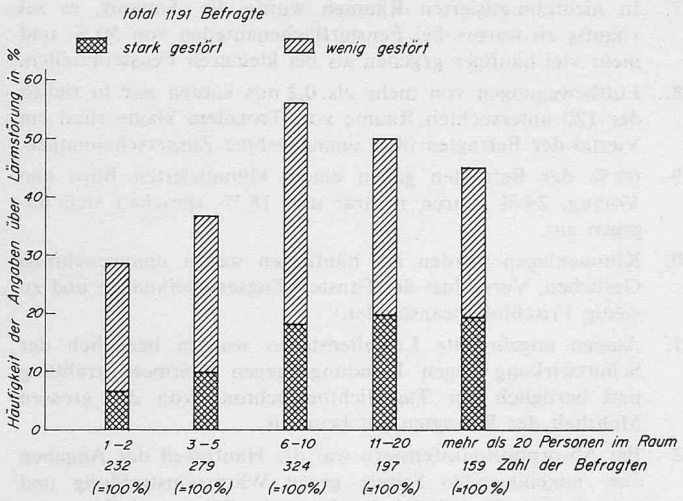


Bild 12. Häufigkeit der Angaben über Lärmstörung bei verschieden stark belegten Büros

Beurteilung der Sonnenschutzanordnungen

In einer Reihe von Fragen konnten sich die Angestellten über ihre Erfahrungen mit den bestehenden Sonnenschutzanordnungen äussern, indem sie die Antworten «gut», «mässig» oder «ungenügend» zu geben hatten. Die Antworten «gut» und «ungenügend» sind in *Tabelle 9* zusammengestellt. Sie lassen folgende Schlüsse zu:

Tabelle 9

Die Beurteilung der verwendeten Sonnenschutzsysteme

Aussagen von 1078 Angestellten in 14 Betrieben
n = Gesamtzahl der Antworten pro Sonnenschutzgruppe = 100 %

Aussage	Räume klimatisiert u. nichtklimatisiert Lamellenstoren aussen Klarglasfenster n = 584—699		Räume klimatisiert Lamellenstoren od. Vorhänge innen Reflexions- oder Absorptionsgläser n = 167—197		Räume nichtklimatisiert Lamellenstoren aussen Absorptionsgläser n = 120—132	
	gut %	ungenügend %	gut %	ungenügend %	gut %	ungenügend %
Sonnenschutz im Sommer						
gegen Blendung	95,8	0,3	94,9	1,0	93,9	1,6
gegen Wärmeeinstrahlung	71,4	8,6	86,2	3,7	42,4	40,9
Sicht nach aussen bei angewandtem Sonnenschutz	66,1	9,2	89,2	2,0	90,2	1,5
Tageslichtbeleuchtung						
– im Sommer	86,3	3,5	84,7	2,5	94,7	1,5
– im Winter	62,7	13,9	62,3	27,5	44,2	29,1
Lichtfarbe im Raum	87,8	12,2	98,0	2,0	92,4	7,6

Gegen Blendung wurden alle drei Sonnenschutzsysteme gut beurteilt.

Der Schutz gegen Wärmeeinstrahlung wurde bei Absorptionsglas + Lamellenstoren aussen sehr häufig als ungenügend bezeichnet.

Die Sicht nach aussen wurde in allen drei Gruppen nur selten als ungenügend bezeichnet. Gesamthaft gesehen, wurde sie beim Reflexions- und Absorptionsglas etwas günstiger beurteilt als beim Klarglasfenster mit aussen angebrachten Lamellenstoren.

Das Tageslicht im Sommer wurde in allen drei Gruppen von der überwiegenden Mehrheit als gut beurteilt.

Das Tageslicht im Winter wurde bei Reflexions- und Absorptionsglas häufiger als ungenügend taxiert als beim Klarglasfenster.

Die Lichtfarbe im Raum wurde in allen drei Gruppen von der überwiegenden Mehrheit als gut bezeichnet.

Tabelle 10 zeigt die Antworten auf die Frage «Werden Sie durch den Lärm der Lamellenstoren bei windigem Wetter gestört?». Daraus geht hervor, dass diese Lärmstörungen stark von der Stockwerkhöhe abhängig sind. Bis und mit 4. Stock wurden sie als gering bezeichnet, über dem 4. Stock wurden sie häufig angegeben.

Tabelle 10

Beurteilung der Lärmstörung durch aussen angebrachte Lamellenstoren

599 Befragte in zehn Betrieben. Zahl der Befragten pro Betrieb = 100 %

Betrieb	Zahl der Befragten	Untersuchte Stockwerke	«Werden Sie durch den Lärm der Lamellenstoren bei windigem Wetter gestört?» nie %	selten %	häufig %
B.V.	125	2.— 4.	100	—	—
B.G.	106	2.— 4.	99,1	0,9	—
N.R.	14	3.— 4.	100	—	—
A.S.	46	E.— 2.	95,7	4,3	—
Ph.	70	1.— 4.	82,9	15,7	1,4
Geb.	45	3.	68,9	28,9	2,2
Mi.	44	3.—16.	31,8	29,5	38,7
Fi.	25	8.—10	40	16	44
Ge.	75	3.—11.	26,7	45,3	28
Ka.	49	1.— 6.	10,2	30,6	59,2

Besprechung der Ergebnisse aus den Büroräumen

Die Befragungen über die *Temperaturempfindungen* haben gezeigt, dass die Lufttemperaturen im Sommer bis 24 °C steigen können, ohne dass die Behaglichkeit wesentlich reduziert wird. Eigene Untersuchungen im Winter [4] haben ergeben, dass Temperaturen von 22 bis 23 °C am häufigsten als behaglich empfunden werden. Die Behaglichkeitstemperaturen des Winters und des Sommers nähern sich also stark. Der Grund dafür dürfte in den Bekleidungsgewohnheiten liegen: man trägt im Winter verhältnismässig leichte Kleider und braucht deshalb Lufttemperaturen, die sich denjenigen des Sommers nähern.

In nichtklimatisierten Räumen kommt im Sommer der *Fenstergrösse* eine entscheidende Bedeutung für das Raumklima zu: In unserer Erhebung klagten, bei Fensteranteilen von weniger als 30 % der Aussenwand, nur 5,8 % der Befragten über häufige hohe Wärme, während bei grösseren Fensteranteilen der Prozentsatz 59,7 % erreicht.

Dieses Resultat wird durch nahezu gleichzeitig durchgeführte *Untersuchungen von Langdon* [5] in 2734 Büros in London bestätigt. Der Autor stellte im Sommer mit zunehmender Fenstergrösse eine Vermehrung der Beanstandungen über zu warmes Raumklima sowie eine Zunahme der Angaben über Störung durch Aussenlärm fest. Interessanterweise ergab sich eine Beziehung zwischen Verkehrslärm und Raumklima: bei hohem Verkehrslärm klagten die Büroangestellten häufiger über unbehagliche Wärme. Langdon vermutet, dass der Verkehrslärm die Schliessung der Fenster veranlasse, wodurch das Risiko der Überwärmung durch die Sonnenstrahlung erhöht werde. Er stellt zusammenfassend fest, dass die moderne Bauweise mit grossen Fensterflächen helle und weiträumig wirkende Büros geschaffen habe; diese Vorteile müssten aber mit mehr Lärmstörungen und unbehaglich warmem Klima bezahlt werden.

Zu einer kritischen Beurteilung der grossen Fenster kommt auch *Caemmerer* [6], der die Berücksichtigung folgender Beziehungen empfiehlt:

Verhältnis Fensterfläche zu Aussenwand %	*Sonnenschutzanordnung*
< 20	kein Sonnenschutz
20—50	innenliegender Sonnenschutz
> 50	aussenliegender Sonnenschutz

In unserer Befragung fällt auf, dass 27,5 bzw. 29,1 % der Angestellten das *Tageslicht* im Winter in Räumen mit Reflexions- bzw. Absorptionsgläsern als ungenügend beurteilten, während in Räumen mit Lamellenstoren nur 13,9 % diese Antwort gaben. Dies bestätigt die Schlussfolgerung aus Tabelle 9, wonach bei bewölktem Himmel Klarglasfenster mit hochgezogenen Lamellenstoren bessere Beleuchtungsbedingungen schaffen als Reflexions- oder Absorptionsgläser.

In diesem Zusammenhang sei noch auf eine Erhebung von *Tonne* [7] hingewiesen, wonach in Deutschland Sonnenschutzanordnungen folgendermassen beurteilt wurden:

– Sehr gute Beurteilung:	Raff- und Rolljalousien aussen-Markisen aussen
– Mässig gut mit häufig negativen Urteilen:	Jalousien zwischen Doppelfenstern oder Jalousien an Wendeflügelfenstern
– Mehrheitlich schlechte Beurteilung:	Jalousien oder Vorhänge innen, Wärmeschutzglas «Catacalor»

Zusammenfassung

In einem *ersten Teil* wurden die Wirkung verschiedener Sonnenschutzanordnungen auf das Raumklima und die Beleuchtung in sechs identischen Versuchsräumen untersucht. Die wichtigsten *Ergebnisse* lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Der wirksamste Schutz gegen die Wärmeeinstrahlung der Sonne wird durch aussen angebrachte Lamellenstoren, bei Neigungswinkeln von 45 bis 70 °, gewährt.
2. Reflexionsgläser ohne Lamellenstoren gewähren einen etwas weniger guten Schutz; sie lassen dafür höhere Beleuchtungsstärken zu.
3. Wegen ungenügendem Schutz gegen Sonnenwärme sind folgende Systeme *nicht* zu empfehlen:
   – Lamellenstoren zwischen den Fenstern
   – Lamellenstoren im Innern des Raumes
   – Absorptionsgläser
4. Stoffstoren gewähren einen guten Schutz gegen Sonnenwärme; dagegen setzen sie die Beleuchtungsstärke stark herab und können deshalb für Wohn- und Arbeitsräume nicht empfohlen werden.

In einem *zweiten Teil* erfolgten Untersuchungen in 310 Büroräumen mit einer Fragebogenerhebung bei 1191 Angestellten. Aus den Ergebnissen sei hier folgendes festgehalten:

5. Bei Lufttemperaturen über 24 °C nehmen die Urteile «zu warm» erheblich zu.
6. Die Angabe, es sei «häufig zu warm» wurde in nichtklimatisierten Räumen von 56,6 %, in klimatisierten Räumen von 24,7 % der Befragten gemacht.
7. In nichtklimatisierten Räumen wurde die Antwort, es sei «häufig zu warm» bei Fensterflächenanteilen von 30 % und mehr viel häufiger gegeben als bei kleineren Fensteranteilen.
8. Luftbewegungen von mehr als 0,2 m/s kamen nur in sieben der 120 untersuchten Räume vor. Trotzdem klagte rund ein Viertel der Befragten über unangenehme Zugserscheinungen.
9. 60 % der Befragten gaben einem klimatisierten Büro den Vorzug, 24 % waren neutral und 16 % sprachen sich dagegen aus.
10. Klimaanlagen werden am häufigsten wegen unangenehmen Gerüchen, Verschluss der Fenster, Zugserscheinungen und zu wenig Frischluft beanstandet.
11. Aussen angebrachte Lamellenstoren wurden bezüglich der Schutzwirkung gegen Blendung, gegen Wärmeeinstrahlung und bezüglich der Tageslichtbeleuchtung von der grossen Mehrheit der Befragten gut beurteilt.
12. Bei Absorptionsglasfenstern war die Häufigkeit der Angaben über ungenügenden Schutz gegen Wärmeeinstrahlung und ungenügende Tageslichtbeleuchtung im Winter erhöht.
13. Bei Reflexionsglasfenstern war die Häufigkeit der Angaben über ungenügende Tageslichtbeleuchtung im Winter erhöht.

Literatur

[1] *E. Grandjean* und *A. Rhiner:* «Sonnenschutz und Raumklima». Ergebnisse wohnphysiologischer Untersuchungen. Erscheint demnächst in: Gesundheits-Ingenieur, 1969.

[2] *A. G. Loudon:* «Summertime temperatures in buildings». Building Research Station, Current Paper No. 47, 1968.

[3] *E. Grandjean:* «Raumklimatische Untersuchungen in Büros während der warmen Jahreszeit». Heizung – Lüftung – Haustechnik *19,* 118—123, 1968.

[4] *E. Grandjean:* «Raumklimatische Wirkungen verschiedener Heizsysteme in Büros». Schweiz. Blätter für Heizung u. Lüftung *33,* 3—8, 1966.

[5] *F. J. Langdon:* «Modern offices: a user survey». National Building Studies, Research Paper No. 41. London: H. M. Stationery Office 1966.

[6] *W. Caemmerer:* «Die Problematik des Sonnenschutzes von Gebäuden». Gesundheits-Ing. *88,* 79—86, 1967.

[7] *F. Tonne, W. Szepan* und *K. Roth:* «Sonnenschutz an Gebäuden». Stuttgart: Institut für Tageslichttechnik, Mitteilung Nr. 11, 1966.

Die «Experimentieranstalt» der Architekturstudenten an der Limmat

DK 378.962:72

Ideallösung in erster Rate

Im Zusammenhang mit der vom Schweizerischen Schulrat schon vor einiger Zeit ins Auge gefassten Verlegung der Abteilung für Architektur aus dem zu eng gewordenen Hauptgebäude in die Aussenstation Hönggerberg sahen die Architekturstudenten ihre Ideallösung darin, ein eigenes Architekturgebäude wenn möglich innerhalb des Hochschulquartiers zu «besitzen». Dieses sollte in der Raumaufteilung flexibel sein, um sich ändernden Ausbildungs- und Arbeitsbedürfnissen entsprechen zu können. Inzwischen ist dieser Wunsch zwar nicht vollumfänglich, jedoch zu einem für eine künftige Gesamtlösung bedeutungsvollen Teil erfüllt worden.

Rascher Provisoriumswandel

Noch im Sommer 1968 sind die Einbauarbeiten im «Globus»-Provisorium, welches von der Stadtverwaltung der ETH vermietet wurde, innert elf Wochen speditiv ausgeführt worden. Prof. *Werner Jaray* hat sie geleitet. Am 21. Oktober konnten die Studierenden des damaligen 3. Semesters ihren neuen Arbeitsplatz in den Übungskojen beziehen. Daneben wurde im letzten Winter die Ausstellung über tschechische Architektur in den Räumen des Provisoriums gezeigt. Im «Globus» wurden auch die Ausstellungen über das Werk des amerikanischen Architekten Louis I. Kahn und über «Schweizer Bausysteme 1» (SBZ 1969, Heft 23, S. 439) unter der Leitung von Prof. *Heinz Ronner* vorbereitet.

Der gesamte Unterricht für den 2. Jahreskurs der Architekturabteilung ist zu Beginn des Jahres 1969 in die ETH-Räume an der Limmat verlegt worden. Diesen *Lehrgang* erteilen folgende Professoren und Dozenten:

Zeichnen und farbiges Gestalten: Hans Ess; Architektur und Entwurf: Werner Jaray, Robert Weilenmann; Konstruktion: Heinz Ronner, Ljubomir Trbuhovic; Stadtplanung und Siedlungsbau: Ueli Roth; Kunstgeschichte: Dr. Adolf Max Vogt; Tragkonstruktion und Baustatik: Dr. Hans von Gunten; Gebäudeinstallationen: Wilhelm Wirz.

Studienbetrieb und Raumgebilde

Der Lehrplan konnte nicht allein die Grundlage für die bauliche Umgestaltung des Provisoriums Bahnhofbrücke/Bahnhofquai bedeuten. Es bedurfte noch der Vorstellungen vom künftigen Studienbetrieb, von den Formen des Unterrichtens, der Arbeitsweise, der persönlichen Begegnung innerhalb der Abteilungsangehörigen, von zusätzlichen Raumbenützungen und anderem mehr. Um das Pferd nicht am Schwanz aufzuzäumen, musste daher ein Konzept für die Studiengestaltung in dieser neuen «Aussenstation» der Zürcher ETH vorliegen. Zugleich sollte das Raumprogramm eine gewisse Elastizität aufweisen, um jenes programmatische Experimentieren zu ermöglichen, welches in der gegenwärtigen Übergangsphase zu Hochschulreformen und auch im Hinblick auf das neue ETH-Gesetz vielfach postuliert wird.

Die Aufgabe und ihre Lösung

Am 9. Mai 1969 orientierte Prof. *W. Jaray* anlässlich einer nachträglichen «Inauguration» des ETH-Provisoriums. Seine Ausführungen folgen hier etwas gekürzt: