

# Sonneneinwirkung und Sonnenschutz bei Gebäuden = Influence du soleil et protection contre ses effets dans les bâtiments

Autor(en): **Wiederkehr, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **53 (1975)**

Heft 8

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875608>

## **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.

# Sonneneinwirkung und Sonnenschutz bei Gebäuden

## Influence du soleil et protection contre ses effets dans les bâtiments

Max WIEDERKEHR, Bern

628.89:699.866:523.72

*Zusammenfassung. Glasarchitektur und Leichtbauweise verursachen in den Gebäuden das berüchtigte «Treibhausklima»: Störungen des Raumklimas und der Behaglichkeit. Bauliche und technische Sonnenschutzmassnahmen an den Gebäudefassaden, vor und an den Fenstern vermindern die Sonneneinwirkung und machen teure Luftkühlungseinrichtungen überflüssig.*

*Résumé. Les ouvrages d'architecture à façades en verre et le mode de construction légère favorisent l'apparition du redoutable «climat de serre»: Le bien-être des occupants et le climat des locaux s'en trouvent compromis. Lutter contre l'irradiation solaire par des mesures architectoniques et techniques au niveau des façades et placer des éléments de protection devant les fenêtres ou sur celles-ci rendent superflues les installations de conditionnement d'air très coûteuses.*

### **L'influenza del sole sugli edifici e la loro protezione**

*Riassunto. Nei palazzi di vetro e di materiali leggeri si crea il ben noto «clima di serra»; conseguenza: perturbazione del clima ambientale e disagio. Misure di protezione contro le irradiazioni solari sulle facciate e davanti e sulle finestre riducono l'influenza del sole e permettono di evitare l'installazione di costosi impianti per il raffreddamento dell'aria.*

## **1 Ausgangslage**

Während ältere Bauten aus konstruktiven Gründen geringe Fenstermasse aufwiesen und somit spärlich Tageslicht in die Räume gelangte, ermöglichte der Fortschritt in der Bautechnik grössere Fensteröffnungen. Zudem schreibt jedes einigermaßen taugliche Baureglement als Hygieneforderung ein Mindestmass an Fensterfläche sowie zur Sicherstellung einer guten Besonnung angemessene Gebäudeabstände vor. All diese Fortschritte verschonten uns jedoch nicht vor Fehlentwicklungen, indem bei allzu bedenkenlosen Architekturschöpfungen, durch Verkennung alltäglicher Naturvorgänge und Missachtung bekannter Naturgesetze, schwerwiegende Raumklimastörungen auftraten. Diese erzeugen wiederum starke Beeinträchtigungen für die Behaglichkeit der Raumbenützer, was der modernen Architektur und Bautechnik nicht unbedingt Lorbeeren einbrachte.

Die folgende kurze Übersicht auf im Prinzip nicht neue Probleme der Sonneneinwirkung soll dazu beitragen, bei Diskussionen mehr Klarheit und Sachlichkeit zu schaffen und gleichzeitig alle Bauverantwortlichen ermuntern, schon von den ersten Skizzen und Bauentscheiden an für zweckmässige, wirtschaftliche und später tatsächlich befriedigende Projektverwirklichungen besorgt zu sein.

## **2 Gebäude**

Wenn man von Gebäuden spricht, ist es kulturgeschichtlich interessant, sich die Entwicklung in Erinnerung zu rufen. Dabei stösst man auf den erdgebundenen, sicherheitsbedachten Höhlenmenschen wie auf den waghalsigen Nestbewohner und Hüttenbauer in luftiger Höhe. Beide Arten sind auch heute immer noch festzustellen, und ebenso geht es stets um eine mehr oder weniger kunstvolle Form von Behausung, die die Intimsphäre von den Umweltstöreinflüssen abschirmen und sichern soll. Die Vervollkommnung der handwerklichen und technischen Fertigkeit der Bauleute und der gestalterische Spieltrieb haben im Laufe der Zeit immer erstaunlichere Bauschöpfungen hervorgebracht. Durch die Vielzahl von Möglichkeiten und ihre freie Verfügbarkeit sowie einem unbegreiflichen Trend zu unseriöser Problemlösung, der leider damit einhergeht, erwachsen den planerischen und konstruktiven Bereichen immer grössere Gefah-

## **1 Situation initiale**

Alors que dans les anciennes maisons, pour des raisons de construction, les fenêtres aux dimensions modestes ne laissaient pénétrer que peu de lumière dans les locaux, les progrès accomplis en technique architectonique permirent la mise en place de fenêtres à plus grande ouverture. En outre, les impératifs de l'hygiène que tout règlement sur la construction digne de ce nom prescrit veulent que les fenêtres aient une surface minimale et que les bâtiments soient suffisamment espacés pour que l'ensoleillement soit satisfaisant. Néanmoins, tous ces progrès ne nous ont pas préservés de développements aberrants. Lorsque les architectes ne pèsent pas leurs décisions en toute conscience et ignorent, de plus, les phénomènes naturels de même que les lois bien connues auxquelles ils obéissent, le climat des locaux s'en trouve gravement perturbé.

En privant les utilisateurs de tels locaux du bien-être qui leur est dû, les architectes et les techniciens de la construction moderne n'ont, à juste titre, pas récolté que des louanges.

Ce bref aperçu sur les effets du soleil ne soulève pas de problèmes nouveaux quant au principe, mais vise à introduire plus de clarté et d'objectivité dans les discussions portant sur ce sujet. Le but de cet exposé est aussi d'encourager tous les responsables de la construction à veiller, dès les premières esquisses et décisions, à ce que le projet soit réalisé de manière rationnelle et économique et que l'ouvrage, une fois achevé, donne aussi toute satisfaction.

## **2 Bâtiments**

Lorsqu'on parle de bâtiments, il est intéressant, du point de vue de l'histoire de la civilisation, de se rappeler les différentes étapes franchies par les hommes depuis qu'ils construisent des habitations. On se souvient de l'homme des cavernes, essentiellement terrien, comme de l'indigène arboricole qui n'hésitait pas à jucher son gîte à une hauteur vertigineuse. Aujourd'hui encore, il arrive qu'on en découvre et qu'on soit frappé par la forme plus ou moins artistique de ces demeures, où le besoin de créer une sphère d'habitation et de séjour intime s'allie à la nécessité de se protéger contre les influences du monde extérieur. Le perfectionnement de l'habileté manuelle et la maîtrise des techniques joints à la



Fig. 1  
Ausgedehnte Vordächer schützen die Betriebsräume einer Post vor übermässiger Sonneneinwirkung – Des avant-toits étendus protègent les locaux d'exploitation d'une poste contre les effets excessifs du rayonnement solaire

ren im Sinne von Fehlinvestitionen. Die Erfahrungen bestätigen, dass Gebäudestandort, Raumdisposition, Fassadengestaltung, Benützungsort und Gebäudetauglichkeit in enger gegenseitiger Abhängigkeit stehen. Eine die Gebäudesituation und damit die umweltbestimmenden Wirkeinflüsse vernachlässigende Fassadengestaltung kann auch bei bester künstlerischer Konzeption zum Fiasko und für den Bauherrn zu einer teuren Lehre werden.

Dies ist leider in den Fachkreisen nie sehr ernst genommen worden, hat man doch im Ernstfall stets beim Wundermittel Klimatisierung Zuflucht und Hilfe gesucht. Abgesehen davon, dass diese Lüftungstechnischen Massnahmen nur in konzertierter Aktion mit entsprechenden bautechnischen Vorkehrungen sinnvoll sind, erkennt man heute auch ihre grosse Fragwürdigkeit in energiepolitischer Sicht.

Ohne weitere Hinweise aus der Planungs- und Konstruktionspraxis heranzuziehen, wird die vielfältige Bedeutung der Gebäudefassade als Trennelement zwischen Innen- und Aussenwelt klar. Sie bedeutet im besonderen Nahtstelle zwischen Raumklima und meteorologischem Aussenklima. Diese räumliche Begrenzung des Gebäudes wäre für unsere Betrachtungen verhältnismässig unproblematisch, wenn nicht von den Raumbenützern der Ruf nach Tageslicht, der Wunsch nach natürlicher Lüftung und der Drang nach Sichtkontakt mit der Umgebung bestehen würde. Die sichtbare Konsequenz dieser «hygienischen Grundforderungen» sind: Fensteröffnungen in der Aussenwand und vollkommen verglaste Aussenfronten, bei denen die Mauer zur transparenten, nicht tragenden Abschlussmembrane wird. Die bei den Fassadenkonstruktionen verwendeten verschiedenen Gläser und Glasersatzprodukte führen unweigerlich zu bauphysikalischen Wirkungen, die den Wärmehaushalt der Innenräume empfindlich verändern können. Ebenso raumklimagefährdend erweisen sich Leichtbaukonstruktionen für die verbleibenden festen Aussenwandteile durch ihr bauphysikalisch unerwünschtes Verhalten.

### 3 Sonneneinwirkung und Baukonstruktion

Unsere Existenz und Umwelt ohne die Licht- und Wärmespenderin Sonne müsste als Zustand unter extremsten künstlichen Bedingungen vermutet werden, der lebensbedrohende Auswirkungen hätte. Aber auch das Gegenteil,

pulsion créatrice se sont traduits au cours des siècles par l'édification de bâtiments plus étonnants les uns que les autres. La multiplicité des moyens et le fait de pouvoir en disposer librement, ainsi qu'une tendance inexplicable à résoudre les problèmes de manière peu sérieuse ont conduit, dans les domaines de la planification et de la construction, à une situation dangereuse, caractérisée, pour le moins, par des investissements irrationnels. Les expériences faites prouvent que l'emplacement de l'édifice, la disposition des locaux, l'aménagement de la façade ainsi que l'appropriation du bâtiment à son usage sont des facteurs étroitement interdépendants. Aménager la façade sans tenir compte de la situation de l'ouvrage, soit des influences de l'environnement, peut se solder pour le maître de l'œuvre par un échec coûteux, même si la conception retenue était très artistique. Cette vérité n'a malheureusement jamais été prise très au sérieux par les spécialistes de la construction, qui ont toujours vu, en cas de déconvenue, dans la climatisation, une panacée capable de remédier à tous les défauts. Sans compter que cette mesure du domaine de la technique de l'aération n'est sensée que si elle est concertée avec des mesures de construction adéquates, on s'aperçoit aujourd'hui, plus que jamais, de son caractère problématique, au vu des impératifs de la politique énergétique.

Il n'est pas nécessaire de s'arrêter à des détails de planification et de construction pour s'apercevoir que la façade d'un bâtiment doit satisfaire à de nombreuses exigences, et qu'elle représente en fait l'élément de séparation entre le monde extérieur et le monde intérieur, soit la surface de transition entre le climat des locaux et celui de l'extérieur, influencé par les conditions météorologiques. Ce problème des façades ne mériterait même pas d'être abordé dans cet article, s'il ne fallait pas tenir compte à ce propos des aspirations des occupants des locaux, à savoir jouir de la lumière du jour, bénéficier d'une aération naturelle et maintenir le contact visuel avec l'extérieur. Les conséquences visibles de ces impératifs fondamentaux de l'hygiène sont: percer les façades extérieures pour y placer les fenêtres, les parois extérieures n'étant plus un mur, mais une vaste surface entièrement vitrée, une membrane de séparation sans fonction de soutien. Les différents verres et succédanés de verre utilisés pour la construction des façades conduisent infailliblement à des effets du domaine de la physique architectonique qui peuvent modifier sensiblement l'équilibre thermique des locaux. Les autres parties de l'ossature extérieure, en mode de construction légère, peuvent également mettre en danger le climat des locaux par un comportement indésirable sur le plan de la physique architectonique.

### 3 Effets du soleil et mode de construction

Si le soleil ne nous dispensait pas lumière et chaleur, nous en serions réduits à végéter dans des conditions à tel point artificielles que notre survie s'en trouverait gravement compromise. Dans le cas contraire également, si nous étions livrés sans protection à la pleine irradiation solaire, notre existence serait sérieusement menacée.

L'énergie du soleil, cette boule de gaz incandescente, nous parvient en partie directement sous forme de rayonnement solaire, mais aussi par rayonnement spatial diffusé par l'atmosphère. L'énergie du rayonnement solaire incident se compose d'environ 3% de rayons ultra-violet, de 51% de rayons du spectre visible et de 46% de rayons infra-rouges (chaleur).

das der Sonnenwirkung schutzlos voll ausgelieferte Dasein, würde Lebensgefährdung bedeuten.

Die von der Sonne produzierte Energie erreicht uns teils als direkte Sonnen-, teils als durch die Atmosphäre gestreute Himmelsstrahlung. Die empfangene Energie verteilt sich auf ungefähr 3% Ultraviolett-, 51% sichtbare und 46% Infrarot-(Wärme-)Strahlung. Trifft nun diese Sonnenstrahlung auf eine normale Klarglasfläche mit den üblichen Durchlass-, Absorptions- und Reflexionseigenschaften, so entsteht ein Energietransport ins Rauminnere. Dieser «Wärmeeinbruch» besteht aus dem eigentlichen, augenblicklichen Strahlungsdurchgang sowie der zusätzlichen, sekundären Wärmeabgabe, die von der strahlungsbedingten Temperaturänderung der Glasscheibe herrührt. Dabei spielen neben den erwähnten Glaseigenschaften auch der Einfallswinkel der direkten Strahlung, die Fenstergrösse, die Orientierung des Fensters und die Jahreszeit eine ausschlaggebende Rolle.

Haben die in den Raum eingedrungenen Wärmemengen die Glasschranke durchbrochen, so verursachen sie vorerst eine Aufheizung der Raumluft und dann eine Erhöhung der Temperatur der Raumumschliessungsflächen. Diese Wärmelieferung in den Raum ist proportional zur Fensterfläche; die Wärmeaufnahme der Raumbegrenzungssteile steht in zeitlicher Abhängigkeit ihres jeweiligen materialverbundenen Aufheizvermögens. Im Raum anwesende Menschen und wärmeabgebende Apparate tragen unter Umständen noch wesentlich zur Erhöhung des Wärmezustandes bei.

Die verwendeten Materialien der Raumbegrenzungen beeinflussen die Raumklimafaktoren ebenso stark wie dies Grösse und Strahlungsdurchlässigkeit der Fenster vermögen. Schwere Baustoffe weisen eine grosse Wärmekapazität und eine hohe Temperaturleitzahl auf, so dass die aufgenommene Wärmemenge nur eine verhältnismässig kleine Temperaturerhöhung bewirkt. Leichte Baustoffe mit geringer Wärmespeicherfähigkeit wirken sich demgegenüber ungünstig auf die Temperaturverhältnisse im Raum aus.

Leichtbau und grosse Fensterflächen sind raumklimatisch als verdächtig zu beurteilen. Ebenso Räume in schwerer Bauart, wenn die Fensterfläche grösser als ein Zehntel der Innenbegrenzungsflächen ist. In solchen Fällen ist bereits im Planungsstudium eine Raumerwärmungsberechnung nötig. Zweckmässige Hilfsmassnahmen bau- und lüftungstechnischer Art sowie wirksame, gestalterisch überlegte Sonnenschutzeinrichtungen können, aufeinander abgestimmt, zuträgliche raumklimatische Verhältnisse ohne übermässigen Aufwand sicherstellen und sogar ein Glashaus bewohnbar machen.

#### 4 Raumklima, Behaglichkeit, Gebäudetauglichkeit

Eine hohe Gebäudetauglichkeit ist der geheime Wunsch jedes Bauherrn, denn der Erfolg einer Bauinvestition drückt sich eindeutig in einer problemlosen Gebäudebenützung und angemessenen Unterhaltskosten aus. Das effektive Raumklima entscheidet neben weiteren Kennwerten wesentlich über den Gebrauchswert eines Gebäudes. Während ein ausgewogenes Raumklima verständlicherweise nicht zu Diskussionen Anlass gibt, kann ein gestörtes Raumklima ausgesprochen leidige Folgen haben. Von Verhaltensstörungen bis zur Gesundheitsgefährdung bei Mensch und Tier sind eine ganze Reihe von Fehlreaktionen bekannt. Ebenso nachgewiesen sind viele Funktionsstörungen und Betriebsausfälle bei Apparaten und empfindlichen technischen Einrichtungen.

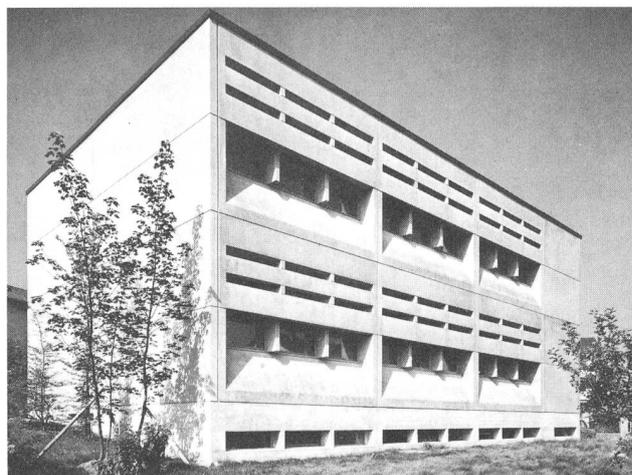


Fig. 2  
Architektonisch überlegt konzipierter Sonnenschutz einer Telefonzentrale – Protection antisolaire d'un central téléphonique, bien conçue du point de vue architectonique

Si ce rayonnement solaire atteint une surface de verre transparente normale, ayant des propriétés de perméabilité, d'absorption et de réflexion classiques, il y a transfert d'énergie à l'intérieur du local au travers du verre. Cette «irruption de chaleur» est due au passage du rayonnement momentané, ainsi qu'à un effet secondaire, soit l'émission de chaleur des vitres réchauffées par les rayons directs. En plus des propriétés du verre, d'autres facteurs jouent aussi un rôle prépondérant, tels que l'angle d'incidence du rayonnement, la dimension et l'orientation des fenêtres ainsi que la saison.

Une fois franchie la barrière vitrée, la quantité de chaleur introduite provoque d'abord un échauffement de l'air du local, puis une élévation de la température des parois. Cet apport de chaleur est proportionnel à la surface des fenêtres, les parois accumulant de la chaleur en fonction du temps et de leur coefficient intrinsèque d'absorption thermique. Suivant les conditions, les personnes qui se tiennent dans le local et les appareils rayonnant de la chaleur peuvent contribuer dans une large mesure à l'augmentation de la température ambiante.

Au même titre que les dimensions et la perméabilité au rayonnement des fenêtres, les matériaux constituant les parois ont une influence considérable sur le climat des locaux. Les matériaux de construction lourds possèdent une haute capacité thermique et un coefficient de transmission thermique élevé si bien que la chaleur qu'ils accumulent ne se traduit que par une élévation de température relativement faible. En revanche, les matériaux de construction légers, à faible pouvoir d'accumulation thermique ont un effet défavorable sur la température des locaux.

Le mode de construction légère et les fenêtres à grande surface doivent à tout le moins donner matière à réserves quant au climat des locaux. La même remarque s'applique aux locaux en mode de construction lourd, lorsque la surface des fenêtres excède un dixième de celle des parois. En pareil cas, un calcul de l'échauffement du local est nécessaire au stade de la planification déjà. En prenant des dispositions accessoires appropriées, tant sur le plan de l'architecture que sur celui de la ventilation, ainsi qu'en prévoyant des dispositifs de protection contre le soleil, on peut, à la condition de bien coordonner toutes ces mesures, créer un climat des locaux supportable, sans frais excessifs, même s'il s'agit d'une maison de verre.

- Das Raumklima setzt sich zusammen aus
- den spezifischen Raumluftzustandswerten
  - den Einflussgrößen der Raumbegrenzungssteile
  - dem räumlichen Farb- und Beleuchtungszustand und
  - der vorliegenden Raumgeometrie (Innenraumarchitektur).

In der auf den Menschen bezogenen Bauhygiene kennt man den Begriff der Behaglichkeit, wobei ein Raumklima unter folgenden Voraussetzungen als behaglich empfunden wird:

- Raumlufttemperatur 20...21 °C
- Relative Feuchtigkeit im Aufenthaltsbereich 40...45%
- Zulässige Luftbewegung maximal 0,2 m/s (besser 0,1 m/s)
- Differenz zwischen der Temperatur der Raumluft und jener der inneren Oberflächen der Raumbegrenzung 2...3 °C.

Dass diese hygienischen Komfortwünsche rasch in störendem Sinne überschritten werden, weiss jedermann, der sich «hinter Glas» befindet und auf den die Sonnenbestrahlung ungehindert einwirken kann: Das «Treibhausklima» – im Extremfall ungefähr 40 °C Lufttemperatur – wird zur physiologischen Belästigung. In einem seriös geplanten und sorgfältig errichteten Bau können selbstverständlich solch gravierende Baumängel von Anfang an durch richtige Materialwahl und sinnvolle Wärme- und Sonnenschutzkonzeption vermieden werden.

## 5 Sonnenschutz und raumklimaverbessernde Massnahmen

Jede Sonnenschutzmassnahme zur Gewährleistung eines behaglichen Raumklimas wirkt sich energiewirtschaftlich günstig aus. Ein unliebsamer Kalorienüberschuss im Rauminnern kann nur mit einem erheblichen technischen und finanziellen Aufwand abgeführt werden. Die ungefähren Kosten für 1 kcal Kühlung sind zehnmal so hoch wie jene für 1 kcal Heizung, und eine Klimaanlage kann ohne weiteres eine Baukostenerhöhung um 20% erwirken.

Aktive Sonnenschutzmassnahmen sind vor allem jene baulich-gestalterischen Konstruktionselemente, die schattenspendend wirken und somit die Fassaden und deren Gestaltungselemente vor direkter Sonnenbestrahlung schützen. Instruktive Vorbilder liefern die Architekturbeispiele der südlichen und tropischen Regionen. Es sind Loggien, Balkone, auskragende Geschossdecken, Horizontalblenden, Vertikallamellen, Corbusiers brises-soleil, vorgezogene Dächer und die der Fassade vorgesezte, gemustert-durchbrochene Sonnenschutzkulisse (= Screen). Neben diesen Schutzelementen vor den Fassaden grösserer Gebäude sind noch Einrichtungen zu erwähnen, die Einzelfenster und Türen abschirmen: Fensterläden (klapp-, schieb- und faltbar) mit oder ohne Jalousien, Rollläden, Roll- und Raffstoren.

Seit einigen Jahren werden farbig getönte und metallbeschichtete Isoliergläser angeboten. Die farbigen Absorptionsgläser nehmen die einstrahlende Sonnenenergie auf und speichern sie, was einer starken Aufheizung der Glasscheibe gleichkommt. Die so zur Heizfläche gewordene Glasfläche strahlt dann die aufgenommene Wärme kontinuierlich nach aussen und leider auch nach innen ab und vermag deshalb keine besonders starke Schutzwirkung zu erbringen.

Ein bedeutend besseres Verfahren zeigen zum Beispiel die goldbeschichteten Isoliergläser, die vor allem den Infrarotanteil der Sonnenstrahlung reflektieren. Während auf die innere Seite der aussenliegenden Spiegelglasscheibe ein dünner Goldfilm aufgedampft wird, kann die innere Scheibe der

## 4 Climat des locaux, bien-être, bâtiment convenant au but visé

Disposer d'un bâtiment convenant parfaitement à l'usage auquel il est destiné, voilà ce que désire secrètement tout maître d'un ouvrage. En effet, le succès d'un investissement en matière de construction se manifeste clairement par un bâtiment ne posant pas de problèmes à l'usage et par des frais d'entretien raisonnables. Il est évident qu'un climat des locaux normal et agréable ne donne pas lieu à des critiques; en revanche, si ce climat est anormal et dégradé, il peut en résulter des conséquences fâcheuses. Tant l'homme que l'animal peuvent présenter des dérangements pathologiques, qui vont du simple trouble de comportement à une altération sérieuse de la santé. Il est aussi prouvé que le fonctionnement d'appareils et de dispositifs techniques délicats se trouve perturbé et que des défaillances peuvent se produire.

Toute une série de facteurs influencent le climat des locaux, à savoir:

- les variables physiques de l'état de l'air
- les caractéristiques thermiques des parois
- les effets exercés par la couleur et l'éclairage ainsi que
- la disposition géométrique des éléments (décoration intérieure).

Dans l'hygiène de construction se rapportant à l'homme, on connaît la notion de bien-être. Le climat d'un local est jugé agréable, lorsqu'il est satisfait aux conditions suivantes:

- Température de l'air ambiant 20...21 °C
- Humidité dans le périmètre de séjour 40...45%
- Ventilation maximale admise 0,2 m/s (mieux 0,1 m/s)
- Différence entre la température de l'air et celle des surfaces intérieures des limites du local 2...3 °C.

Chacun ayant séjourné derrière des façades entièrement réalisées en verre sait à quel point ces exigences du confort et de l'hygiène peuvent être facilement réduites à néant. En effet, si le rayonnement solaire peut pénétrer librement dans les locaux, on observe rapidement le fameux «effet de serre»: la température de l'air – qui dans les cas extrêmes peut monter à 40 °C – engendre une gêne physiologique. En planifiant et en construisant un bâtiment avec tout le soin nécessaire et en choisissant des matériaux appropriés ainsi qu'une protection efficace contre les effets du soleil et de la chaleur, on peut éviter dès le début de telles déconvenues.

## 5 Protection contre le soleil et mesures propres à améliorer le climat des locaux

Toute mesure de protection contre le soleil visant à garantir un climat des locaux agréable est bénéfique pour l'économie énergétique. Un excédent de calories indésirables ne peut cependant être évacué que par la mise en œuvre de moyens techniques et financiers considérables. Il ne faut pas oublier que les frais approximatifs pour un refroidissement de 1 kcal sont dix fois plus élevés que pour la production de la même chaleur. Une installation de climatisation peut, sans plus, augmenter de 20% le coût d'une construction.

Les mesures de protection actives contre les effets du soleil consistent avant tout en des éléments de construction qui s'imbriquent dans une façade en lui conférant un certain cachet et qui donnent de l'ombre aux endroits voulus. Certains types d'architecture rencontrés dans les régions méridionales et tropicales peuvent être considérés à cet égard comme des exemples fort instructifs. Il s'agit en l'occurrence

Verbundkonstruktion aus Spiegel- oder normalem Maschinenglas bestehen. Die äussere Scheibe erwärmt sich und strahlt nach aussen ab, während die raumseitige, unbehandelte Glasscheibe ziemlich kühl bleibt. Solche Reflexionsgläser sind bei klimatisierten Glasgebäuden ohne äusseren Sonnenschutz angezeigt.

Eine weitere Entwicklung bei den Sonnenschutzgläsern stellen die Interferenzgläser dar. Interferenzschichten auf den Oberflächen normaler Fensterscheiben bewirken die Reflexion eines grossen Teils der anfallenden Sonnenstrahlung, während bestimmte Anteile der Licht- und Wärmestrahlung durchgelassen werden. Zusätzliche Lichtdämpfung und Absorption der UV-Strahlung erhöhen den Anteil der abgehaltenen Sonnenenergie.

Ähnliche Reflexionswirkungen erreicht man mit auf normalem Fensterglas aufgeklebten Spezialfolien. Diese Kunststoffolien sind mit besonderen Reflexionsfilmen beschichtet.

Bei Verwendung all dieser Reflexionsgläser darf nie vergessen werden, dass im dahinterliegenden Innenraum ein entsprechender Helligkeitsabfall an Tageslicht eintritt, der allenfalls mit künstlicher Beleuchtung ausgeglichen werden muss, was wiederum eine zusätzliche Wärmebelastung bedeutet.

Als letzte, aber ziemlich untaugliche Sonnenschutzrichtungen wären die Vorhänge und die Innenstoren zu erwähnen. Diese können den im Fensterbereich versäumten Sonnen- und Wärmeschutz nicht wieder gutmachen; sie bewähren sich höchstens als Blendschutz.

Als passiver Sonnenschutz, und darum eher als Raumklimastabilisator, hätten alle Lüftungstechnischen Massnahmen zu gelten, die mithelfen, die durch Sonneneinwirkung eingetretene Raumerwärmung abzubauen. Diese technischen «Zwangsmassnahmen» und zum Teil «letzten Möglichkeiten» sollten nur in Notfällen eingesetzt werden und auch dann nur mit der erforderlichen Perfektion, da ein künstliches Klima von den Raumbenutzern stets mit grösster Voreingenommenheit und Empfindlichkeit beurteilt wird. Die energieökonomische, kostenmässige und installationstechnische Bedeutung und Fragwürdigkeit eines solchen Bauentscheidens wurde bereits kurz angedeutet.

Von recht guter Wirkung, und vom Aufwand her günstig, erweist sich bei zu stark erwärmten Räumen eine Nachtlüf-



Fig. 3  
Balkone, Horizontalblenden und Lamellen-Rollstoren beschatten die Fensterflächen an einem Hochhaus – Des balcons, des brises-soleil horizontaux et des stores à lamelles protègent les fenêtres d'une maison tour

de loggias, de balcons, de dalles en saillie séparant les étages, de lamelles horizontales et verticales, de brise-soleil tels que les a préconisés le Corbusier, d'appentis, d'auvents sur façade ou d'écrans ajourés selon un motif décoratif, protégeant efficacement contre le soleil. En plus de ces éléments destinés à protéger les façades des grands bâtiments, il y a lieu de citer les dispositifs antisolaires formant écran devant les fenêtres et les portes: les volets pliants, coulissants ou en accordéon avec ou sans jalousies, les volets à rouleau et les stores à lamelles.

Depuis quelques années, des verres teintés (à laque filtrante) et des verres isolants à couche métallisée apparaissent sur le marché. Les verres à absorption colorés accumulent l'énergie des rayons solaires incidents, ce qui provoque un échauffement considérable de la vitre. Tel un radiateur, la surface de verre rayonne la chaleur emmagasinée vers l'extérieur et malheureusement aussi vers l'intérieur, si bien que son effet protecteur n'est pas important.

A cet égard, les verres à couche d'or diffusée ont un rendement nettement supérieur, car ils reflètent surtout la partie infra-rouge du spectre du rayonnement solaire. Les vitrages compound se composent d'une vitre extérieure sur la surface intérieure de laquelle est vaporisé un film d'or très mince et d'une vitre intérieure en verre à miroir ou en verre industriel. La vitre à film d'or s'échauffe et rayonne vers l'extérieur, tandis que la vitre non traitée reste relativement fraîche. De tels verres réfléchissants sont tout indiqués pour les bâtiments en verre, climatisés, sans protection antisolaires extérieure.

Un autre développement des vitrages antisolaires a porté sur les vitres à interférence. Placées à la surface de vitres ordinaires, les couches à interférence réfléchissent une forte proportion du rayonnement solaire incident, tandis qu'une certaine partie du spectre lumineux et calorifique pénètre à l'intérieur. En plus de cela, une atténuation de la lumière et une absorption du spectre ultra-violet contribuent à retenir le rayonnement solaire.

Des feuilles spéciales en matière synthétique, collées sur du verre à vitres ordinaire, permettent d'obtenir un effet de réflexion analogue. Ces feuilles sont recouvertes de films spéciaux à pouvoir réfléchissant.

Lorsqu'on utilise de tels verres réfléchissants, il ne faut jamais oublier que le local pourvu du vitrage se trouve assombri et qu'il faut éventuellement compenser cette perte de lumière par un éclairage artificiel qui peut à nouveau dégager de la chaleur.

Citons pour terminer deux dispositifs de protection contre le soleil assez peu efficaces, les rideaux et les stores intérieurs. Ils ne peuvent évidemment pas neutraliser les effets d'un rayonnement solaire que l'on a négligé d'intercepter, mais tout au plus parer à l'éblouissement.

Toutes les mesures relevant de la technique de la ventilation doivent être considérées comme des moyens de lutte passifs contre les effets du soleil et ils jouent plutôt un rôle de stabilisation du climat des locaux. En effet, ils aident à éliminer la chaleur accumulée dans les locaux sous l'effet du rayonnement solaire. Ces mesures techniques coercitives ayant parfois le caractère d'ultime ressource ne devraient être mises en œuvre qu'en cas d'absolue nécessité. Si l'on ne peut se passer d'une installation de climatisation, il convient de la réaliser selon toutes les règles de l'art, car les utilisateurs des locaux ont coutume de la juger avec parti pris et de se montrer très sensibles à tout effet négatif. Il a déjà été esquissé au cours de cet exposé à quel point une telle déci-

tung. Einer solchen nächtlichen Entwärmung der Innenraumoberflächen kommt grosse Bedeutung zu, indem durch sie die tagsüber aufgespeicherte Wärme abgebaut wird.

Eine allerletzte, jedoch fast zu naheliegende Massnahme, und gestalterisch von einigen Konsequenzen begleitet, wäre eine vernünftige Reduktion der Fenster- und Glasflächen auf ein praktisch annehmbares Mass der tatsächlichen Bedürfnisse.

## 6 Schlussbetrachtungen

Die Bedeutung eines wirksamen Sonnenschutzes sollte heute eigentlich gar nicht mehr diskutiert werden müssen. Die Möglichkeiten hiezu sind erprobt und vorhanden. Die Vorteile sind einleuchtend und zweckmässig, die Nachteile infolge Unterlassung sind entmutigend, enttäuschend und ausgesprochen fatal.

sion était problématique au regard de l'économie énergétique, des coûts et de la technique d'installation.

Une autre méthode qui se révèle à la fois très efficace et n'entraîne pas de frais consiste à prévoir l'aération intensive, pendant les heures de nuit, des locaux surchauffés. Il y a lieu d'accorder toute l'attention voulue à une telle aération, car elle permet d'éliminer de façon naturelle la chaleur accumulée.

Une toute dernière solution, presque trop évidente pour être évoquée et non sans conséquences du point de vue architectonique, reviendrait à limiter la surface des fenêtres et des baies vitrées à une dimension raisonnable, correspondant aux besoins effectifs.

## 6 Conclusion

L'importance de mesures de protection efficaces contre les effets du soleil est en fait aujourd'hui hors de discussion. On dispose de moyens éprouvés pour les réaliser. Les avantages qui en découlent sont manifestes et judicieux, alors que les inconvénients que représenterait leur omission sont décourageants, décevants et on ne peut plus désagréables.

---

## Literatur - Bibliographie - Recensionen

Jakes W. C. (ed) **Microwave Mobile Communications**. Chichester, John Wiley & Sons Ltd., 1974. 642 S., zahlr. Abb. und Tab. Preis £ 15.50.

In vielen Grossstädten hat der Mobilfunk eine Dichte erreicht, bei der die gegenseitige Beeinflussung zu ernsthaften Behinderungen des Funkverkehrs führt. Um diesem Übel zu begegnen, muss man bessere Geräte und frequenzökonomischere Systeme entwickeln und dazu eine zweckmässige Frequenzplanung schaffen. Diese Aufgaben lassen sich nur mit einem gründlichen Wissen über das gesamte Gebiet der Mobilfunktechnik lösen. Das vorliegende Buch vermittelt die wesentlichen Grundlagen für den Frequenzbereich von  $\approx 0,45 \dots 10$  GHz betreffend Wellenausbreitung, Antennenprobleme, Modulationsmethoden, Geräusch- und Interferenzstörungen, Kanalmultiplexer, Diversitytechnik, «Kleinzellennetze» mit grosser Anschlusskapazität sowie der Verkehrs- und Belegungsstatistik. Der Stoff stammt hauptsächlich von theoretischen und experimentellen Arbeiten aus den Bell Telephone Laboratorien, und zwar zum Teil aus bisher nicht veröffentlichten Arbeiten. Vom Leser wird erwartet, dass er mit den Grundlagen der drahtlosen Übertragungstechnik und der statistischen Übertragungstheorie vertraut ist. Jedes Kapitel wird allerdings mit einer kurzen übersichtlichen Einführung in das darin behandelte Gebiet eröffnet und zudem mit einer umfangreichen Referenzliste abgeschlossen, so dass die Einarbeitung

in die verschiedenen Sparten nach Möglichkeit erleichtert wird. Der Text ist übrigens sehr klar und anwendungsorientiert geschrieben. E. Wey

Pribich K. **Öffentliche Vermittlungssysteme, Vorfeldeinrichtungen, Fernmeldebau, Schutzmassnahmen** = Band 3 der Reihe Fernsprechtechnik. Heidelberg, Bohmann-Verlag, 1975. VIII+272 S., 168 Abb., 37 S. Anhang mit 31 Stromlaufplänen. Preis DM 36.—.

Das vorliegende Buch gehört zu der Handbuchreihe «Fernsprechtechnik». Aus diesem grossen Gebiet werden folgende Themen eingehend behandelt.

In einem allgemeinen Abschnitt wird dem Leser vorerst die Aufgabe einer Vermittlungseinrichtung erläutert. Diese Einführung erleichtert vor allem dem Anfänger den Einstieg in die Telefonie und macht ihn mit den gebräuchlichen Bezeichnungen vertraut. Da das Buch die Systeme der Deutschen Bundespost beschreibt, erscheinen die Fachausdrücke für den mit der schweizerischen Fernsprechtechnik vertrauten Leser etwas ungewohnt. Dank der guten Umschreibung wird er sich jedoch rasch an die neuen Ausdrücke gewöhnen. Das für die Fernsprechtechnik grundlegende Gebiet der Steuerung und Signalisierung wird in einem 2. Kapitel ausführlich erläutert.

Im 3. Kapitel werden die öffentlichen Vermittlungseinrichtungen behandelt. Es kommen dabei die Fernsprechwahlssysteme 50,

55, 55v sowie einige Sonderausführungen zur Sprache. Die Funktionen werden durch Diagramme, Prinzipschaltungen, Funktionsbeschreibungen sowie mit einer Schemasammlung als Beilageheft beschrieben. Dank dem guten Aufbau fühlt sich auch der Systemfremde bald heimisch. Einen breiten Raum in diesem Kapitel nimmt die Beschreibung des neuen elektronischen Wählsystems EWS 1 ein. Hier wird den Benützern des Buches in allen Ausbildungsbereichen die Möglichkeit geboten, sich grundlegend über die neueste Entwicklung, die sich als wegweisend für die Zukunft der Fernsprechtechnik abzeichnet, zu informieren. Anschliessend folgt die Beschreibung der Einrichtungen zwischen Teilnehmer und Zentrale, wie Gemeinschaftsanschlüsse und Konzentratoren.

Das 4. Kapitel könnte vor allem die Fachleute des Kabel- und Freileitungsbaus interessieren. Darin ist der Aufbau der Fernmeldenetze beschrieben, wie er bei der Deutschen Bundespost angewendet wird. Das Schlusskapitel wendet sich dem Starkstromschutz der Fernmeldeanlagen zu. Der Anhang dient der Erläuterung von Schaltzeichen, Abkürzungen und Begriffen.

Gesamthaft gesehen ein empfehlenswertes Buch für den Neuling, der sich in die Fernsprechtechnik einarbeiten will sowie für den Fachmann als Nachschlagewerk.

Ein Ende 1975 erscheinender Folgeband 4 wird sich mit dem Gesamtbereich der Übertragungstechnik sowie der Fernwahl beschäftigen.

H. Bögli