

# Sonnenschutzmaßnahmen an Fassaden

»Ein Glashaus ohne Sonnenschutz ist wie ein Porsche ohne Bremse«.  
(Peter C. von Seidlein)

Eine wirksamer Sonnenschutz ermöglicht die Anpassung an verschiedene Licht- und Wetterverhältnisse und ermöglicht so die Nutzung der Sonnenstrahlung in Form von Wärme und Tageslicht. Oberstes Ziel ist zunächst die Reduktion des Verbrauchs an Primärenergie, z. B. um die Betriebskosten von Bürogebäuden zu senken und damit die Umwelt zu schonen. Gerade bei Bürogebäuden sind nicht nur die Wärmeverluste ausschlaggebend, sondern vor allem der Energieaufwand für Lüftung, Kühlung und Beleuchtung.

Die Anforderungen an einen Sonnenschutz sind zunächst widersprüchlich.

In Vordergrund steht die Steuerung der Sonneneinstrahlung, um im Winter möglichst viel Wärme zu gewinnen, während im Sommer eine Überhitzung vermieden werden soll. Ein Sonnenschutz soll auch eine weitgehende Nutzung des Tageslichts ermöglichen, um den Bedarf an künstlicher Beleuchtung wesentlich zu reduzieren. Er soll störende Blendwirkungen verhindern, ohne den Sichtkontakt nach außen zu versperren, um den Bezug der Benutzer zur örtlichen und zeitlichen Situation nicht zu beeinträchtigen.

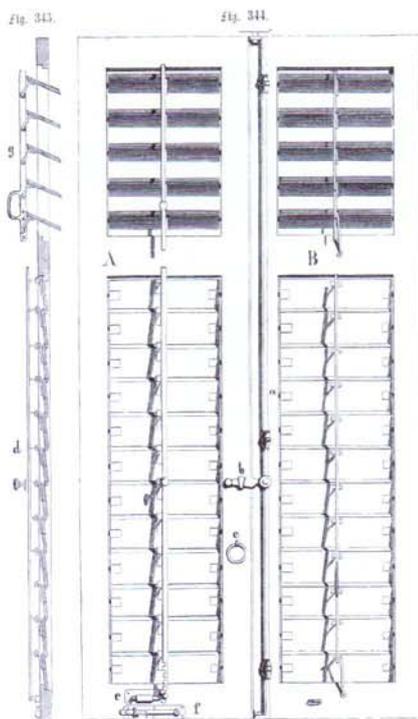
## Wärmegewinne ohne Überhitzung

Bei modernen Bürogebäuden verursachen die zunehmende Anzahl von Geräten und Computern sowie die künstliche Beleuchtung interne Abwärme, die zusammen mit den Wärmegewinnen aus der Sonnenstrahlung den Heizaufwand in Winter reduzieren und oft sogar die Wärmeverluste wettmachen.

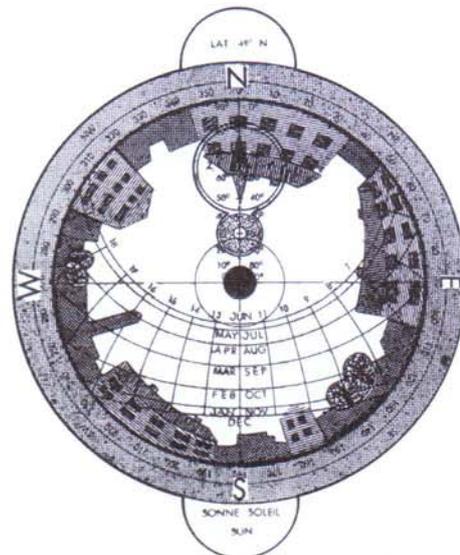
Die Auswirkungen der Sonnenstrahlung sind von den besonderen örtlichen Klimaverhältnissen, von Jahreszeit und Himmelsrichtung abhängig.

Aufgrund des Einfallswinkels der direkten Sonnenstrahlung erzielen die West- und Ostfassaden im Sommer höhere Gewinne als die Südfassade, während es im Herbst und in Frühling umgekehrt ist.

Die Sonnenstrahlung wird in Wärme umgewandelt, indem sie von der Oberfläche eines Gegenstandes absorbiert und als langwellige infrarote Strahlung zurückgegeben wird.



Der hölzerne Klappladen aus einem Lehrbuch von 1880 zeigt ein ganzes Repertoire an Steuerungsmöglichkeiten für Lichtlenkung und Sonnenschutz



Da eine Verglasung den sichtbaren und den kurzwelligen infraroten Strahlungsanteil durchlässt, den langwelligen aber reflektiert, bleibt die erzeugte Wärme im Raum gefangen. Aufgrund dieses Treibhauseffektes ist es im Sommer nötig, die Innenräume mit geeigneten Sonnenschutzmaßnahmen gegen Wärmegewinne abzuschirmen, um eine Überhitzung und dadurch verursachte zusätzliche Kühllasten zu vermeiden.

## Tageslicht

Vom Gesamtspektrum der Sonnenstrahlung ist nur der sichtbare Anteil für die Raumausleuchtung nutzbar. Deswegen soll ein idealer Sonnenschutz den UV- und den infraroten Anteil weitgehend ausblenden. Diese differenzierte Durchlässigkeit je nach Strahlungsanteil wird »Selektivität« genannt. Dazu erzeugt die direkte Sonnenstrahlung mehr Wärme als die diffuse Himmelsstrahlung, so dass für die Raumausleuchtung mit Tageslicht Systeme bevorzugt werden sollten, die einen möglichst grossen Anteil an diffuser Himmelsstrahlung durchkommen lassen.

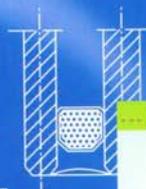
Die Nutzung des Tageslichts bedeutet kürzere Einschaltung des Kunstlichts; damit wird der Stromverbrauch gesenkt und weniger Abwärme erzeugt, was schließlich zu geringeren Kühllasten im Sommer führt.

## Blendung

Zu große Kontraste im Gesichtsfeld werden als Blendung empfunden. Besonders bei Bildschirmarbeit bewirkt die Blendung Sehstörungen, die zu einer Herabsetzung der Leistung und einer vorzeitigen Ermüdung führen. Die häufigste Ursache von Blendungseffekten sind Reflexe auf der Bildschirmfläche, die durch eine gleichmäßige Lichtverteilung und eine günstige Anordnung der Arbeitsfläche vermieden werden können.

Das Horiconoskop von F. Tonne, 1954, dient zur Besonnungs- und Tageslicht-Planung

## Siebdruck auf PYRAN® S



...und das Leben wird bunt.



Die Vielfalt an vorhandenen Farben und Motiven für Siebdruck auf PYRAN® S ist nahezu unbegrenzt. Aufgrund der speziellen Eigenschaften des thermisch vorgespannten Borosilicatglases kann PYRAN® S vollflächig bedruckt werden. Die gestalterische Kreativität kann nun auch in die Planung von Brandschutzverglasungen einbezogen werden.



Das ist sicher!

SCHOTT JENA® GLAS GmbH  
 Bereich Spezialfloatglas  
 Otto-Schott-Str. 13  
 07745 Jena / Germany  
 Phone: +49 (0)3641 681-666  
 Fax: +49 (0)3641 681-333  
 info.pyran@schott.com  
 www.schott.com/jena

**SCHOTT**  
 glass made of ideas

### Wirkungsgrad

Aus dieser kurzen Zusammenstellung wird ersichtlich, dass ein guter Sonnenschutz vielfältigen, teilweise widersprüchlichen Anforderungen genügen muss. Der Wirkungsgrad eines Sonnenschutzes ist aber nicht nur von der Durchlässigkeit für Sonnen- und Lichtstrahlung abhängig, sondern auch von der Positionierung. Ein außenliegender Sonnenschutz weist einen erhöhten Wirkungsgrad auf, weil die durch Absorption der Sonnenstrahlung entstehende Wärme außerhalb des Gebäudes bleibt. Nachteilig ist die Aussetzung an die Witterungseinflüsse, was periodische Reinigung und Wartung bedingt. Für die Reinigung ist ein in den Zwischenraum der Isolierscheiben eingebauter Sonnenschutz unproblematisch; der Ausfall mechanischer Teile kann hingegen zum Ersatz der ganzen Glasscheibe führen. Die von einem integrierten Sonnenschutz produzierte Abwärme soll möglichst gering sein, um eine Erwärmung des Luftzwischenraums zu vermeiden. Innenliegende Sonnenschutzmaßnahmen sind insofern weniger wirkungsvoll, weil die entstehende Wärme im Raum gefangen bleibt und mit einer mechanischen Lüftung abgeführt werden muss. Dafür sind Reinigung und Wartung wesentlich einfacher.

Die Sonnenschutzmaßnahmen lassen sich, wie nachfolgend beschrieben, in zwei Gruppen einteilen:

- **Starre Systeme,** das heißt Systeme mit fixen Eigenschaften, wie Sonnenschutzgläser, emailbeschichtete Gläser, Dachvorsprünge, »brise-soleil«, Lamellen, etc.
- **Bewegliche Systeme,** das heißt Systeme mit veränderbaren und demzufolge anpassungsfähigen Eigenschaften.



Historisches Kaiser-Karree, Frankfurt

Partner für anspruchsvolle  
 Projekte in Stahl und Glas



**Tuschmid**

Tuschmid Constructa AG  
 CH-8501 Frauenfeld  
 Telefon +41 52 728 81 11  
 www.tuschmid.ch

Verwaltungsgebäude  
der British Petroleum,  
BP, Stockley Park,  
London, 1989,  
Foster und Partner



## Starre Systeme

### Sonnenschutzgläser

Sie gehören zu den starren Systemen, weil ihre Wirkung auf einer Einfärbung der Glasmasse oder auf einer Beschichtung der Oberfläche beruht, welche sich den klimatischen Verhältnissen nicht anpassen können. Praktisch alle Sonnenschutzgläser verändern die spektrale Zusammensetzung des durchgelassenen Lichtanteils, so dass Farbverschiebungen im Innenraum eintreffen.

Da Sonnenschutzgläser sowohl den Gesamtenergiedurchlassgrad als auch die Transmission des Tageslichts reduzieren, muss an weniger sonnigen Tagen oft das Kunstlicht eingeschaltet werden. Reflektierende Scheiben verleihen einem Gebäude ein kristallines und immaterielles Erscheinungsbild, wie bei der Garden Grove Community Church in Los Angeles, von P. Johnson und J. Burgee. Der vollständig verglaste Baukörper ist mit reflektierenden, silberbeschichteten Scheiben verkleidet, so dass im Inneren trotz der blendenden kalifornischen Sonne gedämpfte Lichtverhältnisse herrschen.



Verwaltungsgebäude  
Cartier, Fribourg, 1990,  
Architekten Nouvel,  
Cattani et Associes

### Emailbeschichtete Gläser

Bedruckte Glasscheiben können in opaken, transluzenten oder transparenten Farben mit Verlafraster oder gleichmäßigen Mustern ausgeführt werden. Durch die Wahl der Farbe, des Musters und des Bedruckungsgrades kann die Sonnenschutzwirkung einer emailbeschichteten Scheibe gemäß den Anforderungen eingestellt werden.

Bedruckungsmuster können interessante Tiefenwirkungen erzielen, da sie aus großer Entfernung wie ein Schleier wirken, der sich, aus der Nähe betrachtet, auflöst. Da gewisse Muster auf das menschliche Auge irritierend wirken, soll ihre Wahl mit größter Sorgfalt getroffen werden. Die Fassade des Bürogebäudes »B3«, heute British Petroleum, von Foster und Partnern, wurde mit emailbeschichteten Scheiben ausgestattet, welche ein punktförmiges Verlafraster mit einem Bedruckungsgrad von 5% bis 95% aufweisen. Dass die Schleierwirkung bei einem Gestaltungskonzept bewusst eingesetzt werden kann, zeigt die Fassade des Verwaltungsgebäudes für »Cartier« in Fribourg, von den Architekten Nouvel, Cattani und Associés. Hier wird das Logo »Cartier« wiederholt und dabei der Kontrast Schrift zu Hintergrund, positiv zu negativ, allmählich umgekehrt und aufgelöst. Der Effekt entsteht durch die Kombination von Punktmustern mit zwei unterschiedlichen Bedruckungsgraden.

### Dachvorsprünge, »brise-soleil« und Lamellen

Solche starren Systeme sind nach dem natürlichen Sonnenlauf ausgerichtet, so dass sie bei hochstehender Sommersonne Schatten spenden, aber die Strahlung der tief liegenden Wintersonne durchlassen. Nachteilig ist die einmalig festgelegte Schutzwirkung aufgrund eines bestimmten Einfallswinkels der Sonnenstrahlung, so dass die wetterbedingten Verhältnisse nicht berücksichtigt werden. Ein Beispiel eines weit auskragenden Vordachs stellt die neue Bibliothek der Technischen Hochschule in Cranfield, Bedfordshire, Großbritannien, dar, die 1989–92 von Foster und Partnern erstellt wurde.



Bibliothek der Technischen Hochschule,  
Cranfield, Bedfordshire, GB, 1989–92,  
Foster und Partner

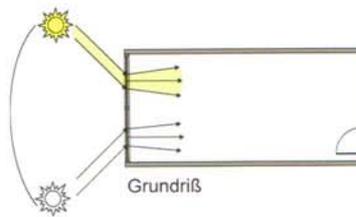
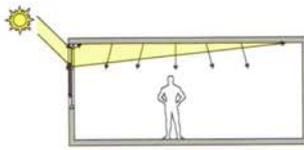
### Spiegellamellen

Sonnenschutz bieten auch in Isoliergläsern fest eingebaute Spiegellamellen. Die speziell geformten Profile sind so ausgelegt, dass die Einstrahlung bei tiefem Sonnenstand durchkommen kann und gegebenenfalls in den Raum umgelenkt wird. Bei steilem Einfallswinkel im Sommer tritt eine Mehrfachreflexion ein und die direkte Strahlung wird ausgeblendet.

Neben der differenzierten Anpassung an die verschiedenen Jahreszeiten gewährt das System den Benutzern auch einen weitgehend ungestörten Ausblick. Ein solches System wurde von Jo Coenen für die Fassade des Geschäftshauses Haans in Tilburg, Niederlande, 1992, verwendet. Die geschosshohe Verglasung ist in drei Bänder unterteilt. Im Brüstungsbereich sind die Spiegellamellen für die Ausblendung der direkten Sonnenstrahlung ausgelegt, während sie im Deckenbereich das Licht in die Raumtiefe umlenken sollen. Im Durchsichtsbereich wurden Isolierscheiben ohne Lamellen als Kippfenster und als feste Verglasung eingesetzt.

Geschäftshaus  
»Haans«, Tilburg,  
Niederlande, 1992,  
Jo Coenen





Das Prinzip der vertikalen und horizontalen Umlenkung von Sonnenlicht mit Lichtlenkglas im Oberlicht.

Es wurde im Bürogebäude Geysel, Köln, 1993, von E. Schneider-Wessling erstmals verwendet.

### Sonnenschutzraster

Ein Sonnenschutzraster besteht aus speziell geformten, hochglänzend beschichteten Kunststofflamellen in Längs- und Querrichtung, die eine Struktur von geneigten, eng aneinandergereihten kleinen Lichtschächten bilden. Durch die Ausrichtung der Öffnung nach Norden wird die direkte Sonnenstrahlung ausgeblendet, während die diffuse Himmelsstrahlung durchgelassen wird. Sonnenschutzraster finden hauptsächlich bei horizontalen Verglasungen Anwendung, wie bei dem Glasdach des Kongress- und Ausstellungsgebäudes in Linz, 1993 von Herzog und Partner fertiggestellt.

### Tageslichtsysteme mit Prismenplatten

Durch Totalreflexion an der Grenzschicht zwischen Materialien unterschiedlicher Dichte bewirken Kunststoffplatten mit einem prismenförmigen Profil eine Ausblendung der direkten Strahlung, während die diffuse Strahlung ungehindert durchgelassen wird.

Prismengläser wurden schon Ende des letzten Jahrhunderts in den USA eingesetzt, z. B. beim Carson-Pirie-Scott-Kaufhaus in Chicago, 1906 vom Architekten Louis Sullivan erbaut, sind aber später in Vergessenheit geraten. In der 80er-Jahren wurde die Idee von Christian Barthenbach wieder aufgegriffen und zum ersten Mal eingesetzt beim Haus Vaucher, Niederwangen bei Bern, vom Architekturbüro Atelier 5. Das dreieckige ausladende Bauvolumen ist bei der oberen Schräge mit Prismenplatten für die Ausblendung der direkten Strahlung ausgestattet; in die untere Seite ist ein Reflektor für die Umlenkung der diffusen Strahlung eingebaut.

Bei einer starren vertikalen Anordnung muss eine Flanke des Prismas mit Reinstaluminium verspiegelt sein, so dass auch die steile Einstrahlung reflektiert wird.

### Holographische optische Schichten

Auch Hologramme können als Sonnenschutzmaßnahme eingesetzt werden, da sie je nach Struktur ihrer Beugungsgitter die einfallende Sonnenstrahlung in unterschiedlicher Weise umlenken können.

Eine parallele Struktur, eingebettet im Oberlichtbereich einer Fassade, ermöglicht die Umlenkung der direkten Sonnenstrahlung in die Tiefe des Raumes, so dass das Tageslicht für die Raumausleuchtung genutzt werden kann. Zusätzlich wirkt das System als Blendschutz, da direkte Sonnenstrahlung auf Augenhöhe vermieden wird. Eine erste Verwendung erfolgte beim Bürogebäude Geysel in Köln, erbaut von Prof. E. Schneider-Wessling in Zusammenarbeit mit Prof. H. Müller vom Institut für Licht- und Bautechnik an der TH-Köln.

### Bewegliche Systeme

Der wesentliche Nachteil starrer Sonnenschutzsysteme ist die Auslegung nach einer optimierten Situation, welche Anpassungen an die tatsächlichen Wetterverhältnisse ausschließt.

Ein besserer Wirkungsgrad wird durch bewegliche oder veränderbare Sonnenschutzmaßnahmen erzielt. Üblich sind Stoffstoren, Reflexionsfolien, Lamellenstoren, großformatige Lamellen etc. Noch in der Entwicklung stehen veränderbare Systeme auf der Basis von thermo- oder elektrochromen Schichten, welche ihre Strahlungsdurchlässigkeit aufgrund von physikalischen oder chemischen Prozessen verändern können.

Die Steuerung eines Sonnenschutzsystems erfolgt meistens automatisch durch die Ankopplung von Sensoren und Aktoren an einer zentralen Leittechnik: In einem zentralen Steuerungsrechner sind die Daten über Gebäudestandort und -orientierung, Sonnenlage nach Tages- und Jahreszeit sowie die notwendigen Nachführungsfunktionen eingegeben. Aufgrund des gespeicherten Soll-Zustandes und dem durch Sensoren – z. B. Sonnen- und Windwächtern – ermittelten Ist-Zustand gibt der Rechner die entsprechenden Bewegungsbefehle an die Aktoren, z. B. die Antriebe des Sonnenschutzsystems, weiter. Diese Steuerung soll auch von den Benutzern dem jeweiligen augenblicklichen Bedarf manuell angepasst werden können. Besonders bei Verwaltungsgebäuden wird eine automatische Steuerungstechnik eingesetzt, um ein betrieblich und wirtschaftlich optimales Zusammenwirken mehrerer

Funktionen, z. B. Heizung und Kühlung, Lüftung und Wärmerückgewinnung, Sonnenschutz und Tageslichtnutzung zu gewährleisten.

### Stoffstoren

In den letzten Jahren wurden die Gewebe für Stoffstoren hinsichtlich der strahlungstechnischen Eigenschaften, der Durchsicht und der Beständigkeit wesentlich weiterentwickelt.

Je nach Faden- oder Fasertyp, mit oder ohne Umhüllung, Maschendichte und Farbe sind verschiedene Strahlungstransmissionsgrade erzielbar. Grundsätzlich lassen weiße Gewebe mehr Licht durch und haben dadurch höhere Transmissionswerte als dunkle Farben.

Acrylgewebe weisen Werte um 0,30 auf. Bei Polyesterweben sind Werte zwischen 0,10 und 0,35 üblich, während Glasfaser-Gitterstoffe Strahlungstransmissionsgrade von 0,10 bis 0,25 erreichen.

Wie alle den Witterungseinflüssen ausgesetzten Sonnenschutzmaßnahmen verursachen außenliegende Stoffstoren Reinigungs- und Wartungskosten wegen Windbeschädigungen. Letztere können insbesondere durch die Kopplung mit Windwächtern verhindert werden.

Auch der Abstand zur Verglasung muss berücksichtigt werden. Da sich das Gewebe wegen der Absorption erwärmt und die Wärme an die Luft abgibt, entsteht ein thermischer Auftrieb. Bei einem ungenügenden Abstand wird die Luftzirkulation erschwert. Es kann sich ein Wärmepolster im Luftzwischenraum vor der Verglasung bilden.

Innenliegende Gewebestoren haben als Blendschutz große Bedeutung erlangt. Ihre Abwärme verursacht aber zusätzliche Kühllasten für die raumlufttechnische Anlage, so dass oft Storen mit nach außen gerichteten hochreflektierenden Beschichtungen eingesetzt werden. Vorteile sind eine diffuse Verteilung des Sonnenlichtes, was die Tageslichtausleuchtung verbessert, und ein geringerer Reinigungsaufwand.

Als elegante Beispiele für die Anwendung außenliegender Stoffstoren können der

»Banque Populaire de l'Ouest et de l'Armorique«, Rennes, 1989, O. Decq. u. B. Cornette



IRCAM-Erweiterungsbau, Paris, 1988–89, Renzo Piano Building Workshop

Forschungsgebäude für Roche, Basel, 1993–2001, Herzog de Meuron



IRCAM-Erweiterungsbau von Renzo Piano Building Workshop, Paris, 1988–89, und das Forschungsgebäude 92 der »Roche«, Basel, von den Architekten Herzog de Meuron 2001 fertiggestellt, aufgeführt werden. Eine spezielle Lösung zeigt die »Banque Populaire de l'Ouest et de l'Armorique« in Rennes, 1989 von den Architekten O. Decq. und B. Cornette erstellt. Vor der Fassade ist ein filigranes Stahlgerüst errichtet, welches gleichzeitig der vertikalen Aussteifung der Verglasung und der Befestigung der Sonnenschutzrollos dient.

#### Reflexionsfolien

Für den Sonnen- und Blendschutz können Reflexionsfolien verwendet werden, die ursprünglich für die Raumfahrt entwickelt wurden. Sie bestehen aus zwei Polyesterfolien, die mit Metallbeschichtungen versehen und gegeneinander laminiert sind. Da sie glatt hochgradig spiegeln würden, sind sie mit einer Prägestruktur versehen. Reflexionsfolien bieten eine gleichmäßige Dämpfung der Solarstrahlung und weisen Transmissionsgrade von 0,02 bis 0,22 auf, je nach Dicke und Abfolge der Metallbeschichtung. Abrollbare Reflexionsfolien werden sowohl Raumseitig der Verglasung oder in den Luftzwischenraum eines Isolierglases montiert. Bei letzterer Ausführung muss der Aufwärmung im Zwischenraum Rechnung getragen werden.

Ein Beispiel für die Anwendung von Reflexionsfolien ist das energie-autarke Solarhaus in Freiburg i. Br., von den Architekten Hölken & Berghoff, 1992 fertiggestellt. Hier wurden Reflexionsfolien eingesetzt, um die transparente Wärmedämmung vor der Überhitzung durch unerwünschte Sonnenstrahlung zu schützen.

#### Lamellenstoren

Außenliegende bewegliche Lamellenstoren kombiniert mit innenliegenden Gewebestoren gelten als wirksamster Sonnenschutz.

Ihr Vorteil liegt in der Verstellbarkeit der Neigungswinkel, welche die Anpassung an alle Licht- und Wetterbedingungen ermöglicht. Dabei können Strahlungstransmissionswerte von 0,08 bis 0,15 bei einem Öffnungswinkel von 45° eingestellt werden. Nachteil ist, dass die Lamellen an hellen, sonnigen Tagen oft so gedreht werden, dass sie eine geschlossene Fläche bilden, so dass paradoxerweise im Innenraum Kunstlicht für die Beleuchtung eingeschaltet werden muss.

Eine Alternative bieten perforierte Lamellen. Übliche Produkte weisen einen Lochanteil von ca 9% mit Lochdurchmesser von 0,6 mm bis 1,1 mm auf, je nach Blechstärke. Im geschlossenen Zustand beträgt die Lichtdurchlässigkeit ca. 0,10, damit ist eine natürliche Raumausleuchtung durch ein gedämpftes Tageslicht gewährleistet.

Hauptverwaltung der Allianz, München, 1991–2001, Prof. von Seidlein

Dennoch kann Blendung wegen der Perforierung auftreten, so dass die Anordnung eines innenliegenden Blendschutzes vorzusehen ist.

Die Kombination von außenliegendem Sonnenschutz mit innenliegendem Blendschutz bietet die beste Anpassung an die wechselnden Wettersituationen und erweist sich somit als wirkungsvolle Lösung. Bezüglich der Lichtverteilung sind Lamellen mit heller, reflektierender Oberfläche am günstigsten, da sie einen höheren Lichtanteil im Raum reflektieren können. Ein Beispiel für die Anwendung von hellen Lamellenstoren ist die Hauptverwaltung der Allianz, München, von Prof. Peter von Seidlein 2001 fertiggestellt.

Bei einer außenliegenden Anordnung sind die Absorption und der thermische Auftrieb weniger problematisch, da die Lamellen keine geschlossene Fläche bilden und die erwärmte Luft zwischendurch entweichen kann.

Bürogebäude »TAD«, Milano-Lainate, 1989, O. Di Blasi und Associati



Konstruktionsbüro der Firma Gartner & Co, Gundelfingen, 1992, Prof. K. Ackermann und Partner J. Feit

Wie bei den Stoffstoren bewirken innenliegende Lamellen eine Erhöhung der Kühllasten.

Bei den Lamellen konnten verschiedene technische Mängel in den letzten Jahren entscheidend verbessert werden, so die Stabilität der Profile, die Klappergeräusche bei der Aufhängung oder die Zuverlässigkeit der Antriebstechnik.

Zu den üblichen Lamellenprodukten existieren heute Lamellen, die besonders für die Nutzung des Tageslichtes durch Umlenkung in die Raumtiefe entwickelt wurden.

#### Großformatige Lamellen

Schwenkbare Großlamellen bieten einen wirksamen Sonnenschutz, weisen eine gute Windsteifigkeit auf und sind leicht zu reinigen. Dank der großen Breite kann der Beschattungswinkel klein gehalten werden, so dass der Sichtkontakt zur Außenwelt weitgehend erhalten bleibt. Ihr Abstand von der Fassade ermöglicht eine einwandfreie Durchlüftung des Luftzwischenraums.

Meistens bestehen schwenkbare Großlamellen aus extrudierten Aluminiumprofilen oder abgekanteten Blechen; in den letzten Jahren sind auch großformatige Glaslamellen vermehrt zum Einsatz gekommen.

Ein Beispiel für Aluminiumlamellen gibt das von O. Di Blasi und Associati 1989 erbaute Bürogebäude »TAD« in Milano-Lainate. Um eine vollständige Verdunkelung im geschlossenen Zustand zu vermeiden, sind die Lamellen perforiert.

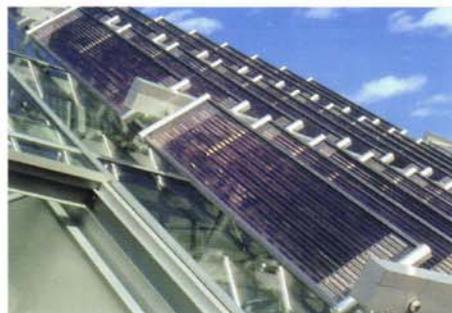
Lamellen aus speziellen Reflexionsgläsern wurden verwendet beim Konstruktionsbüro der Firma Gartner & Co, Gundelfingen, von Prof. K. Ackermann und Partner J. Feit, 1992 fertiggestellt. Durch die geeigneten Neigungswinkel bewirken die Glaslamellen eine effiziente Beschattung, ohne die Sicht nach außen zu behindern. Dagegen können die Lamellen keinen Blendschutz sicherstellen, so dass innenliegend zusätzlich Gitterstoffstoren vorgesehen wurden.

Bei den Reihenhäusern an der Internationalen Gartenbauausstellung in Stuttgart 1993 (IGA'93), Architekturbüros HHS Planer+ Architekten, wurden drehbaren Glaslamellen mit holographisch-optischen



Elementen verwendet. Die im außenliegenden Verbundglas der Lamellen eingebetteten Hologramme konzentrieren die einfallende Sonnenstrahlung auf eine dahinterliegende, mit weißen Siebdruckstreifen versehene Glasscheibe, womit sie dort reflektiert wird. Die Glaslamellen werden der Sonnenlage computergesteuert nachgeführt.

Reihenhäuser an der IGA'93, Stuttgart, 1993, HHS Planer + Architekten



Plenarsaal des Deutschen Bundestages, Bonn, 1973–93, Behnisch und Partner



Für das Dach über dem Plenarsaal des Deutschen Bundestages in Bonn, der Architekten G. Behnisch und Partner, 1973–1993, wurden großformatige Lamellen mit Prismenplatten verwendet. Die Platten sind mittels Konsolen an drehbaren Rohren befestigt und werden dem Sonnenlauf nachgeführt. Diese Konstruktion wurde diagonal zum quadratischen Grundriss des Saals angeordnet, um eine effizientere Sonnenschutzwirkung zu erzielen.



### Rohrgittersystem

Eine besondere Entwicklung stellt das Sonnenschutzsystem aus Rohrgittern dar, das beim Flughafen München II, von Hans-Busso von Busse, 1993, eingesetzt wurde. Die drei übereinander liegenden Roste aus weiß beschichteten Aluminiumrohren von 50 mm Durchmesser sind mit einem Schwenkhebel verbunden, so dass der obere und der untere Rost gegeneinander verstellt werden können, während der mittlere Rost fest bleibt. Je nach Stellung wird die direkte Sonnenstrahlung entweder durchgelassen oder abgefangen. Bei jeder Sonnenschutzstellung bleiben Öffnungen frei für den Kontakt zur Außenwelt und die Transmission des diffusen Tageslichts. Die Verschiebungen erfolgen durch Stellmotoren, die von einem Leit-rechner zentral gesteuert werden.

### Optisch veränderbare Schichten

Ein Sonderthema innerhalb der beweglichen Sonnenschutzmaßnahmen bilden Systeme, welche ihren Durchlassgrad aufgrund von physikalischen oder chemischen Prozessen verändern können. Bei steigender Temperatur gehen thermotrope Schichten vom klaren, lichtdurchlässigen zum opaken, lichtstreuenden Zustand über. Diese Trübung findet aufgrund einer einmalig bei der Herstellung durch die Materialmischung festgelegte Schaltertemperatur automatisch statt, so dass keine Ein- oder Ausschaltung möglich ist. Dagegen können Schichten mit Flüssigkristallen oder mit elektrochromen Materialien je nach Bedarf durch Zufuhr einer elektrischen Spannung verändert werden. Schichten mit Flüssigkristallen wirken milchig-weiß und lichtstreuend im spannungslosen Zustand. Beim Anlegen einer Spannung werden sie hingegen fast transparent. Bei den elektrochromen Materialien wird dagegen die Farbe verändert. Wolframoxid ist die elektrochrome Substanz, mit der am häufigsten experimentiert wird, weil sie im sichtbaren Bereich die größten Intensitätsvariationen zwischen Transparent und Dunkelblau aufweist. Es können aber auch bronzefarbene oder schwarze Tönungen und sogar Farbwechsel erzielt werden.



Flughafen München II, München, 1976–1993, von Hans-Busso von Busse

Da Systeme mit thermotropen Schichten oder mit elektrochromen Materialien zurzeit nur als Prototypen entwickelt sind und sich Produkte mit Flüssigkristallen nur begrenzt für die Außenanwendung eignen, wird heute noch überwiegend mit traditionelleren Systemen operiert.

### Zusammenfassung

An einen Sonnenschutz werden verschiedene, zum Teil widersprüchliche Anforderungen gestellt. Während im Winter eine maximale Nutzung der Sonnenstrahlung erwünscht ist, soll die Überhitzung im Sommer verhindert werden. Weiter sollen Blendeffekte ausgeschlossen werden, ohne die Nutzung des Tageslichts oder den Durchblick zu beeinträchtigen. Zudem sollen die unterschiedlichen Anforderungen je nach Tages- und Jahreszeit sowie Wetterverhältnissen berücksichtigt werden. Um ein solch breites Anforderungsspektrum zu erfüllen, bieten starre Sonnenschutzsysteme eine zu geringe Anpassungsfähigkeit, weil sie nur für eine bestimmte Situation ausgelegt werden können. Vorteil dabei ist das Entfallen von Bewegungsmechanik und Steuerungstechnik, was eine stabilere Konstruktion erlaubt und die Wartungskosten wesentlich reduziert. Dagegen ermöglichen bewegliche Systeme eine dynamische Anpassung an die variablen Strahlungssituationen. Dazu lassen sich je nach System und Produkt Eigen-

schaften hinsichtlich Beschattung, Tageslichtlenkung und Durchsicht kombinieren. Solche Systeme sind aber wartungsaufwendiger. Abgesehen von den licht- und stahlungstechnischen Eigenschaften können auch andere Aspekte die Wahl eines Sonnenschutzsystems beeinflussen. So kann die Wirtschaftlichkeit bezüglich Investitions- oder Wartungskosten eine Rolle spielen, oder die Raumnutzung, die Möblierung, der Komfort der Benutzer etc., so dass die Wahl eines bestimmten Sonnenschutzsystems je nach Anforderungen von Fall zu Fall getroffen werden soll.

Andrea Compagno  
Dipl. Arch. ETH OTIA  
Fassadenplanung und  
-beratung, Zürich