

Rückblick

Begriffe

Funktionen

Typologien







## Sonnenschutz - ein kurzer Rückblick

### Die Entwicklung der Fassade

Die Entwicklung der Fassade hat ihren Anfang in dem Wunsch des (Ur-) Menschen an eine vor Witterung und Tieren schützende Behausung. Das Aufsuchen von Höhlen oder Schatten spendenden Bäumen kann man als den ersten Versuch des Menschen der Frühzeit sehen, vor der sengenden Hitze der Sonne Zuflucht zu suchen.

Später verlässt sich der Mensch nicht mehr auf die natürlichen Gegebenheiten und baut sich seine eigene Schutzhütte: Die Urhütte entsteht. Vom Nomadenzelt bis zu den Gebäuden der Moderne vergehen 400.000 Jahre. Als Übergang zwischen innen und außen kommen der Fassade heute dieselben Funktionen zu wie in der Frühzeit. Durch Entwicklungen in Wissenschaft und Technik entstanden jedoch immer neue Möglichkeiten, mit der Gebäudehülle umzugehen.

### Der traditionelle Sonnenschutz

Je nach klimatischem und kulturellem Umfeld gibt es traditionell unterschiedliche Methoden, sich vor Sonne und Hitze zu schützen:

In der arabischen Architektur wurden ausgeklügelte Systeme von Loggien und Gitterwänden entwickelt, um der Hitze zu entgehen.

In Japan gibt es filigrane Papierwände, die das Licht gefiltert in den Raum lassen und eine fast meditative Stimmung erzeugen.



Traditioneller Sonnenschutz in Kairo 19. Jahrhundert, Owen H. Carter

Als ein beweglicher, textiler Sonnenschutz für den Straßenraum sind die sogenannten Toldos seit dem 16. Jhd. in Spanien bekannt.

Klapppläden sind in Italien beliebt, wo man in der Mittagshitze eine ausgedehnte Siesta hinter verschlossenen Fensterläden hält.

Die Vorbilder für textilen Sonnenschutz sind im antiken Rom zu finden - dort war der Einsatz der „vela“ (Segel) als Sonnenschutz für Amphitheater und Stadien weit verbreitet.

### Der technische Fortschritt im 19. Jahrhundert

Bis zur 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts ist der Sonnenschutz in der Architektur weitgehend passiv.

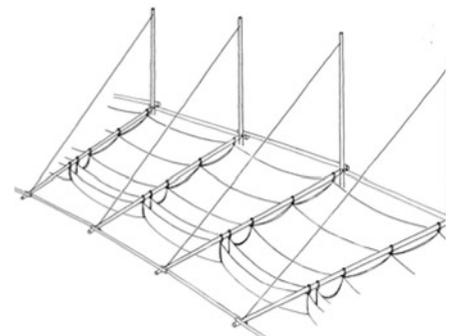
Mit der Erfindung der Glühbirne 1882 durch Thomas Alva Edison verbreitet sich in den Großstädten die elektrische Stromversorgung. Das künstliche Licht ermöglicht nun die Entwicklung neuer Typologien in der Architektur. Es entstehen tiefere Grundrisse, später werden Großraumbüros entwickelt, die nur durch künstliche Belichtung und Belüftung funktionieren. Gleichzeitig kommen zunehmend Stahl und Stahlbeton zum Einsatz, immer größere Spannweiten können überwunden werden, und damit verbunden ergeben sich neue Möglichkeiten in der Fassadengestaltung. Es entstehen raumhohe Fenster, die es erforderlich machen, über das Thema Sonnenschutz wieder neu nachzudenken.



schattenspendender Baum



die Höhle als schützender Ort



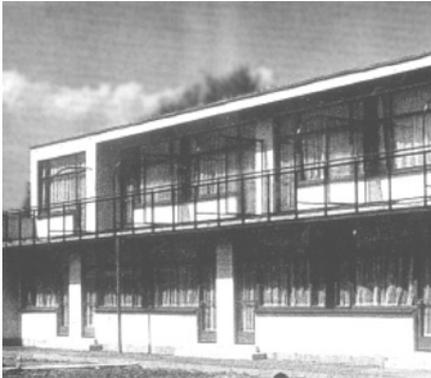
Vela, Rekonstruktion



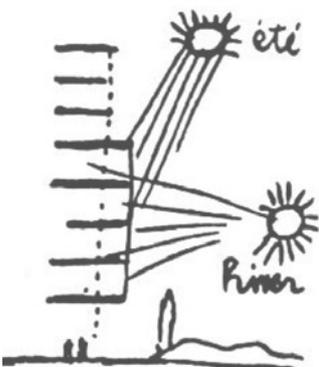
Innenraum eines traditionellen japanischen Hauses



Toldos, Sevilla



Entwurf für ein Altersheim  
Mart Stam 1930



Sonnenstudie für ein Hochhaus  
Le Corbusier



brise-soleil an Le Corbusiers  
unite ´d habitation



brise-soleil an Le Corbusiers  
unite ´d habitation

### Der Sonnenschutz in der Moderne

Den damaligen Meistern sind die traditionellen Methoden des Sonnenschutzes bekannt, aus ihnen entwickeln sie die Prinzipien des modernen Sonnenschutzes.

Mart Stam

Mart Stam nutzt 1930 das Prinzip des Dachüberstandes bei seinem Frankfurter Altersheim. Die exakte Südausrichtung aller Zimmer bei fast geschlossener einbündiger Nordeerschliessung sorgt für „Licht, Luft, Sonne und kurze Wege“.

Le Corbusier

In der sengenden Hitze Nordafrikas erfindet Le Corbusier in den 30er Jahren den architektonischen Sonnenschutz, „brise-soleil“ genannt, in seinen deutschen Schriften „Sonnenbrecher“.

In Algier entwirft Le Corbusier 1938 sein erstes Hochhaus mit den später typischen, starren brises-soleil. Hier führt Le Corbusier noch ein zweites Prinzip ein, die Umlenkung des Tageslichtes in die Tiefe des Raumes durch Reflektoren, in diesem Falle durch die Wasseroberfläche des Mittelmeeres.

Die Brises-Soleil stellen eine Abkehr von Le Corbusiers früheren Prinzipien der raumhohen Fenster oder der Ganzglasfassade dar. Sie dienen sogleich als Hülle sowie als Vermittler zwischen Innen und Außen.

Bei seiner Vision vom neuen Wohnen „unite ´d habitation“ wurden sie als eine großflächige, 1,70 m dicke Schicht so vor den Wohnungen angebracht, daß jede Wohnung einen geschützten Aufenthaltsraum im Freien erhielt.

Diese feststehenden Sonnenschutzelemente verhindern direkten sommerlichen Sonneneinfall, erlauben aber der niedrig stehenden Sonne im Winter tief in die Wohnungen zu gelangen. So sollte zu jeder Jahreszeit in jeder Wohnung über den Tag immer 2 Stunden Sonneneinfall gewährleistet sein.

Lucio Costa

1937 berät Corbusier Lucio Costa beim Bau des Bildungsministeriums. Das Ergebnis allerdings mißfällt ihm:

„In Rio unterläuft ein Irrtum - die horizontalen Lamellen des Sonnenbrechers sind beweglich. Das richtige Prinzip ist Folgendes: die Sonne ist es, die sich bewegt, in 365 Tagen nimmt sie nicht ein einziges Mal den gleichen Platz am Himmel ein.“



Unterrichts - und Gesundheitsministerium  
Rio de Janeiro, 1937-1943 Lucio Costa



Prototyp der brise-soleil 1937,  
Klinik, Rio de Janeiro, Oscar Niemeyer



Es handelt sich also um einen Entwurf nach exakten Voraussetzungen: a) dem täglich verschiedenen Lauf der Sonne und b) den Gegebenheiten des Problems für den in Frage stehenden Breitengrad. Man entscheidet sich zum Beispiel dafür, dass die Sonne im Sommer, zwischen Tag- und Nachtgleichen, niemals das Glas berühren darf, im Winter jedoch geduldet wird.“

Oscar Niemeyer

Das Prinzip des Sonnenschutzes durch bewegliche Lamellen wird von Costas jungem Mitarbeiter Oscar Niemeyer aufgegriffen und bei seinem ersten Bau, einer Geburtsklinik in Rio, schon 1937 umgesetzt. Die vertikalen Metall-Lamellen werden von Niemeyer weiterentwickelt zum heute gebräuchlichen System Naco.

Frank Lloyd Wright

Frank Lloyd Wright baut 1948 einen Prototyp der passiven Solararchitektur für nördliche Breiten, das Haus „Solar Hemicyclo“. Die Nordseite des halbkreisförmigen Einraumhauses gräbt er in einen künstlichen Hügel ein, die Südseite wird zweigeschossig verglast. Ein großer Dachüberstand sorgt für das Fernhalten der Sonne im Sommer und das Eindringen im Winter.

Als Variante für das Wüstenklima entsteht 1950 ein kreisförmiges Haus in Arizona mit dem Titel „How to live in the South-West“. Es ist aufgeständert um den Sand und den Tieren zu entgehen - wiederum mit Teich, Dachüberstand und ähnlicher Raumaufteilung versehen.

### Gläserne Visionen

In den 50er Jahren nimmt die Entwicklung von immer höheren möglichst transparenten Gebäuden ihren Anfang. Sie sind nur noch mit sehr großem Aufwand an Gebäudetechnik beherrschbar.

Die Anfänge gehen auf Ludwig Mies van der Rohe Visionen zurück, seine gläsernen Hochhausprojekte in Berlin von 1921. Verwirklicht wird der erste skyscraper mit curtain-wall 1951 in New York von SOM. Ihm folgen tausende weltweit.

In Deutschland macht das Drei-Scheiben-Haus von Heinrich & Petschnigg in Düsseldorf den Anfang.

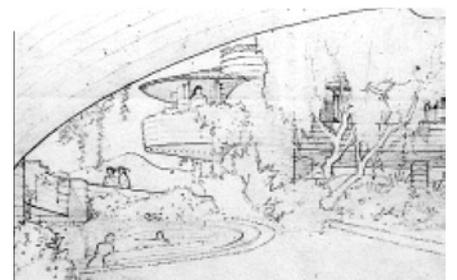
Doch nicht alle arbeiten in dieser Richtung.



Solar Hemicyclo  
Frank Lloyd Wright 1948



Solar Hemicyclo  
Frank Lloyd Wright 1948



„How to live in the South-West“ Skizze  
Frank Lloyd Wright 1950



Entwurf für ein Glashochhaus in Berlin  
Mies van der Rohe 1921

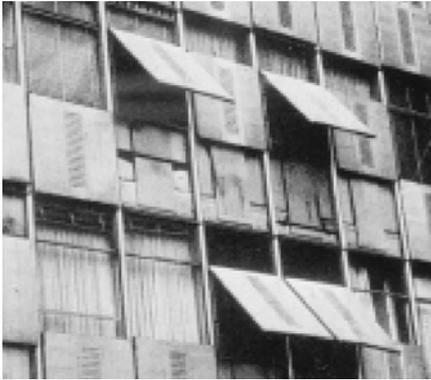


Lever Building,  
New York, 1951

Drei-Scheiben-Haus,  
Düsseldorf, 1960



Haus David Wright,  
Phoenix, Arizona,  
Frank Lloyd Wright 1950



bewegliches Fassadensystem  
von Jean Prouve



Olivetti Gebäude, Frankfurt 1972  
Egon Eiermann



Olivetti Gebäude, Frankfurt 1972  
Egon Eiermann



Wohnhaus Egon Eiermann,  
Baden-Baden 1962

### Jean Prouvé

In Frankreich entwickelt Jean Prouvé innovative bewegliche Fassadensystem aus geformten Blechen, die in jüngster Zeit wiederentdeckt werden.

### Egon Eiermann

Einen anderen Weg geht Egon Eiermann, der ab den 50er Jahren seine typischen Umgänge entwickelt. Dabei sind es nicht nur die funktionalen Vorzüge (Verschattung, Fluchtbalkon, Wartung, Reinigung, Regenschutz, Verhinderung von Stauwärme), die für seine vorgehängten Umgänge sprechen. Die Erscheinung der Bauten wirkt leichter, weniger kubisch und bewirkt eine Auflösung des Baukörpers von innen und außen. Merkmale, die auch für die traditionelle japanische Architektur gelten. Der Katsura-Palast in Kyoto hat Eiermann nach eigenen Angaben stark beeindruckt.

Eiermann bringt Lamellenstores an der Außenkante der Umgänge an und verwandelt somit horizontale, durchsichtige Körper in geschlossene Kuben.

Bekannt sind vor allem Eiermanns Bauten für Olivetti in Frankfurt 1972 mit ihren Stoffsegeln und sein eigenes Wohnhaus mit den außen liegenden Stoffgardinen.



Wohnhaus in Basel, 1994  
Herzog+de Meuron

### Neuinterpretationen

#### Herzog & de Meuron

Heute ist der klassische Sonnenschutz für Lochfassaden, der ausstellbare Fensterladen, immer wieder Vorbild für neuartige Interpretationen, so Herzog & de Meurons gusseiserne Klappläden an einem Wohnhaus in Basel.

#### Jean Nouvel

Auch Jean Nouvels Klappläden in Corten-Stahl an einem Hotel in Bordeaux zitieren den Klassiker.

Bei seinem Institut du Monde Arabe in Paris ist der Sonnenschutz das zentrale Thema der Fassade. Die gesamte Südfassade ist mit beweglichen Sonnenschutzelementen versehen, die zwischen der äußeren Isolierverglasung und der inneren Einfachverglasung angebracht sind. Je nach Sonnenstand öffnen und schließen sich 27000 Blendmechanismen und sorgen für ein facettenreiches Lichtspiel im Innenraum. Hier greift Jean Nouvel die Idee der traditionellen arabischen Gitterwände auf.



Hotel St. James, bei Bordeaux 1990,  
Jean Nouvel



## Neue Möglichkeiten

Besonders im Bereich von Verwaltungsgebäuden gewinnt der Einsatz von außen liegendem Sonnenschutz zunehmend an Bedeutung. Es gilt, zusätzliche Aufwärmung durch die Sonne zu vermeiden, da bedingt durch Menschen und technisches Gerät hohe innere Kühllasten entstehen.

Ein guter Sonnenschutz hat einige, zum Teil widersprüchliche Aufgaben zu erfüllen:

Die Fassade möglichst hundertprozentig zu verschatten und bei Bildschirmarbeit eine Blendung zu vermeiden, dabei aber die Durchsicht noch gewährleisten, möglichst keine Stauwärme vor dem Fenster entstehen zu lassen und trotzdem das Tageslicht zu nutzen, um auf Kunstlicht verzichten zu können.

Da sich die Klimaqualitäten des Außenklimas mit den Tages- und Jahreszeiten deutlich verändern, muss die Fassade dynamisch darauf reagieren. Neuere technologische Entwicklungen vor allem im Steuerungsbereich bieten immer mehr Möglichkeiten, die Funktionen Lichtdurchlässigkeit, Wärmedämmung, Lüftung und Sonnenschutz anpassungsfähig und selbstregelnd zu steuern.

## Thomas Herzog

Ein Beispiel dafür ist die ZVK Wiesbaden von Thomas Herzog. Der mit Abstand vor der Fassade angebrachte Sonnenschutz sorgt an sonnigen Tagen für eine optimale Verschattung, ohne Wärmestau entstehen zu lassen. An bewölkten Tagen fangen Lichtschwerter die Zenitstrahlung durch reflektierende Flächen auf der Oberseite ein und lenken das Licht über die reflektierende Decke auf die Arbeitsbereiche.

## Schneider + Schumacher

Die Doppelfassade des Verwaltungsgebäudes in Kronberg von Schneider + Schumacher reagiert mit ihren computergesteuerten, beweglichen Lamellen auf die jeweiligen klimatischen Verhältnisse und zeigt damit, wie eine zunächst aus energetischen Gründen gewählte Lösung zu einem gestaltprägenden Thema entwickelt werden kann.



ZVK, Wiesbaden, Thomas Herzog



ZVK, Wiesbaden, Thomas Herzog



Verwaltungsgebäude, Kronberg, Schneider+Schumacher



Institut du Monde Arabe, Paris  
Jean Nouvel



Institut du Monde Arabe, Detail Iris



Institut du Monde Arabe, Raumeindruck

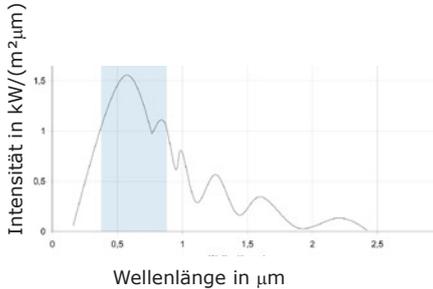


### Begriffe

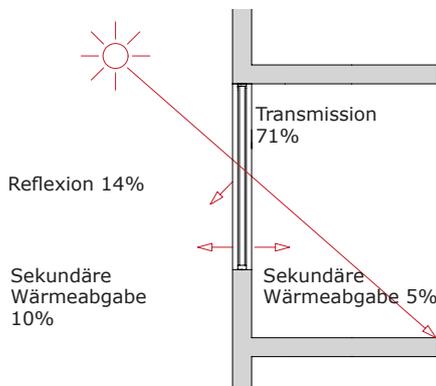
#### Energieverteilung der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche

- ultraviolette Strahlen (0,29  $\mu\text{m}$  - 0,38  $\mu\text{m}$ ): 6% der Energie
- sichtbare Strahlen (0,38  $\mu\text{m}$  - 0,78  $\mu\text{m}$ ): 50% der Energie
- infrarote Strahlen (0,78  $\mu\text{m}$  - 3,0  $\mu\text{m}$ ): 44% der Energie

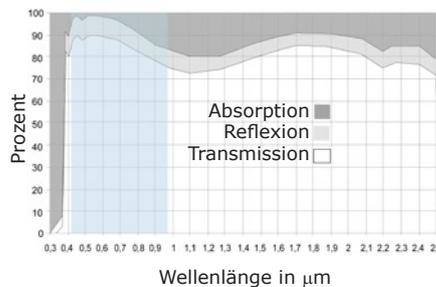
Die größte Strahlungsintensität liegt bei 0,5  $\mu\text{m}$  im sichtbaren Bereich.



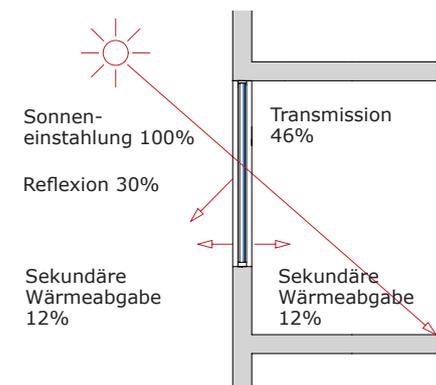
Intensität der Sonnenstrahlung



Energiedurchgang Isolierglas Interpane 4/12/4



Spektralverteilung einer unbeschichteten Glasscheibe



Energiedurchgang Reflexionsglas Interpane IPlus neutral R

#### Treibhauseffekt

Bei einer unbeschichteten Glasscheibe liegt der größte Strahlungsdurchtritt im sichtbaren Bereich, in dem die Sonnenstrahlung die größte Intensität aufweist. Diese Lichtdurchlässigkeit ist jedoch notwendig, um angenehme Lichtverhältnisse im Raum zu erhalten. Aber auch im nicht sichtbaren Bereich gelangt ein hoher Anteil an direkter Sonnenstrahlung in den Raum.

Die Sonnenstrahlen, die durch die Scheibe gelangen, treffen im Raum auf Wände oder Gegenstände, werden dort absorbiert und wandeln sich z. T. in langwellige Infrarotstrahlen um. Infrarotstrahlen können nicht durch die Scheibe gelangen und heizen damit den Raum auf (Treibhauseffekt).

Um den Energieeintrag durch Isolierverglasung zu reduzieren, können auf der Außenseite der inneren Scheibe Sonnenschutzbeschichtungen aufgetragen werden. Sie verhindern durch Reflexion und / oder Absorption die Transmission von direkter Sonnenstrahlung vorwiegend im nicht sichtbaren Bereich, so dass eine möglichst hohe Lichtdurchlässigkeit erhalten bleibt.

Sonnenstrahlen, die auf eine Fensterscheibe treffen, werden dort zum Teil reflektiert; zum Teil werden sie absorbiert und über Konvektion und Strahlung nach innen und außen abgegeben; ein Großteil der Strahlen gelangt über Transmission durch die Scheibe direkt in den Raum.

#### Energiedurchgang durch Isolierglas

Lichtdurchlässigkeit  $t_L = 82\%$   
(Transmission sichtbare Strahlung)

Direkte Sonnenenergietransmission  $t_e = 71\%$   
(Transmission gesamte Strahlung)

Sekundäre Wärmeabgabe nach innen  $q_i = 5\%$

Gesamtenergiedurchlassgrad  $g = q_i + t_e; g = 76\%$

Durchlassfaktor Isolierglas  $b = g / 0,78; b = 97\%$

Durch die Anbringung eines Sonnenschutzes wird der Energieeintrag je nach Effektivität des gewählten Systems reduziert:  
z. B. Wärmeschutzverglasung mit innenliegendem metallisch reflektierendem Sonnenschutz

$b = (1,8\% \text{ Transmission} + 26,1\% \text{ Wärmeabgabe}) / 0,78$

$b = 35,8\%$



## Funktionen

### sommerlicher Wärmeschutz

Sonnenschutzvorrichtungen verhindern die direkte Sonneneinstrahlung und reduzieren so den Wärmeeintrag. Dabei verhindert ein außenliegender Sonnenschutz gegenüber einem innenliegenden Sonnenschutz wirkungsvoller die Aufheizung der Innenräume. Um Wärmestau zwischen Sonnenschutz und Fassade zu vermeiden ist eine ausreichende Hinterlüftung notwendig.

Sinnvoll ist daher die Verwendung von flexibel einsetzbaren Sonnenschutz-elementen vor der Fassade für den sommerlichen Wärme- und Blendschutz in Verbindung mit Blendschutzelementen innerhalb der Fassade für die kühle Jahreszeit, in der die solaren Wärmegewinne erwünscht sind, um den Heizwärmebedarf zu reduzieren.

Weitere Möglichkeiten des sommerlichen Wärmeschutzes sind:

- natürliche Verschattung durch Baumbestand
- ausreichende natürliche Lüftung
- Betriebs- und regeltechnische Maßnahmen, z.B. Thermoaktive Decken
- bauliche Maßnahmen: Speichermassen für Nachtauskühlung, ausreichende Wärmedämmung, Fensteranteil maximal 30%, bzw. Orientierung nach Norden

### Blend- und Sichtschutz

Eine weitere wichtige Funktion von Sonnenschutzvorrichtungen ist der Blendschutz. Um Blendung, vor allem an Bildschirm-Arbeitsplätzen zu vermeiden, wird die direkte Sonneneinstrahlung möglichst reduziert. Damit der Raum trotzdem noch ausreichend mit Tageslicht versorgt wird, können Sonnenschutzvorrichtungen zur gezielten Lichtlenkung herangezogen werden.

### Lichtlenkung

Der Einsatz von Tageslichtlenksystemen reduziert den Energieverbrauch durch die Vermeidung von Kunstlicht, senkt die Kühllasten und sorgt durch das breite Strahlenspektrum von Tageslicht für hohe Lichtqualität im Raum. Folgende Lichtlenksysteme kommen zum Einsatz:

- Optische Reflektorsysteme: Umlenkung des Lichts nach dem Prinzip Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel (Lichtlenkjalousie, Lichtschwerter, Heliostaten, Spiegelraster, ...)
- Prismatische Systeme: Reflexion und Umlenkung von Sonnenlicht (Anbringung vor der Fassade, im Scheibenzwischenraum, im Innenraum, bei Doppelfassaden im Fassadenzwischenraum)
- Holographische Systeme: Umlenkung des Lichts in Abhängigkeit von Einfallswinkel und Wellenlänge (z. B. Einbettung in Verbundglas)

### Träger von Photovoltaik-Elementen

Wegen seiner der Sonne zugewandten Lage kann ein Sonnenschutz auch als Träger für Photovoltaik Elemente dienen. Der so gewonnene Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist werden oder direkt zur Nachführung des Sonnenschutzes eingesetzt werden.

### Gestaltungselement

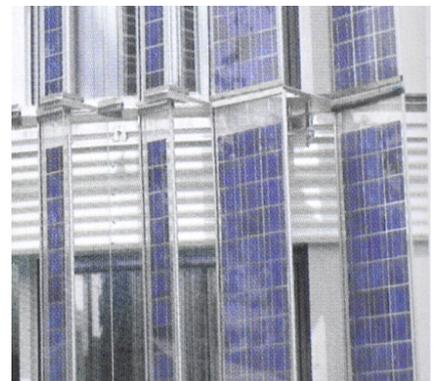
Vor allem ein außenliegender Sonnenschutz leistet durch seine exponierte Lage und spezielle Gestalt einen wichtigen Beitrag zum unverwechselbaren Charakter eines Gebäudes.



natürliche Verschattung



Lichtlenkjalousie



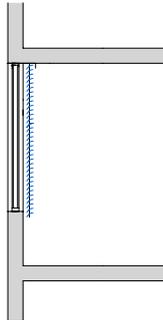
PV-Lamellen am Plus-Energiehaus, Weiz in Österreich, Erwin Kaltenegger, 2001



GSW-Verwaltung, Berlin, Sauerbruch und Hutton, 1995-99



innenliegender Sonnenschutz



### Typologien

#### a) Einschalige Fassade: Innenliegend

horizontale oder vertikale Lamellenstores, Vorhänge, Screens

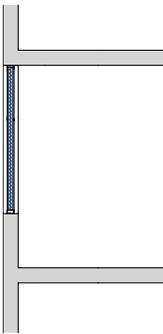
(mittlerer Durchlassfaktor der Sonnenstrahlung  $b = 0,7 - 0,5$ ;  $b = 0,35$  bei metallisch reflektierende Kunststoff-Folien)

Vorteile:  
einfache Montage, leichte Bedienbarkeit, guter Blendschutz

Nachteile:  
Wärmestau zwischen Sonnenschutz und Fassade, Erwärmung des Raums



Lamellen im Scheibenzwischenraum



#### Im Scheibenzwischenraum

raffbare Lamellenstores, Screens im Wärmeschutzglas

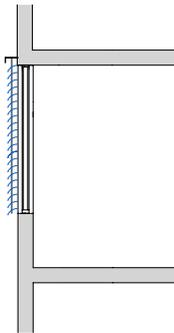
( $b = 0,5$ ;  $b = 0,2$  bei Belüftung des Scheibenzwischenraums)

Vorteile:  
bei Belüftung hoher Wirkungsgrad, witterungsunempfindlich, keine Verschmutzung, Beschädigungen von außen ausgeschlossen

Nachteile:  
Bei Funktionsstörung meist Austausch des kompletten Verglasungselements, Eingeschränkte Sicht nach außen



außenliegende Lamellen



#### Senkrecht vor der Fassade

verstellbare Außenjalousien/ Lamellenstores

( $b = 0,15$ )

Vorteil:  
Hohe Wirksamkeit

Nachteile:  
Eingeschränkter Sichtkontakt, geringe Windsteifigkeit



Rollläden, Schiebeläden, Klappläden

Vorteil:  
hohe Wirksamkeit

Nachteile:  
kein Sichtkontakt nach außen, ungenügender Tageslichteinfall  
Blendung durch Licht, das durch die Schlitze einfällt, Rollladenkasten als Wärmebrücke



Fensterläden



### Senkrecht-Markisen, Rollos

( $b = 0,4$ ;  $b = 0,3$  bei Ventilation oben und seitlich)

#### Vorteile:

vielseitig einsetzbar, hohes Gestaltungspotential

#### Nachteile:

geringe Windsteifigkeit, begrenzte Lebensdauer, Verschmutzungsanfälligkeit



Senkrechtmarkise

### Einachsrig geführte Großlamellen

#### Vorteile:

hohe Wirksamkeit, Abführung der Wärmelasten durch Hinterlüftung möglich, Witterungsschutz für die Fassade, ganzjähriger Betrieb, gute Windsteifigkeit  
Gewinnung von Solarenergie bei Kombilamellen

#### Nachteile:

eingeschränkte Sicht nach außen  
Aufwand für Wartung und Reinigung



drehbare Großlamellen

### Starre Großlamellen

#### Vorteile:

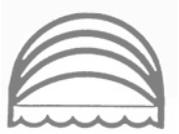
keine Reparaturanfälligkeit, Abführung der Wärmelasten durch Hinterlüftung möglich, Witterungsschutz für die Fassade, ganzjähriger Betrieb, gute Windsteifigkeit, geringe Kosten, einfache Reinigung

#### Nachteile:

eingeschränkte Sicht nach außen, keine Anpassung an Sonnenstand möglich, keine solaren Gewinne möglich



starre Großlamellen

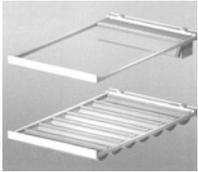


**Horizontal vor der Fassade**

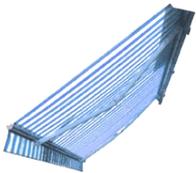
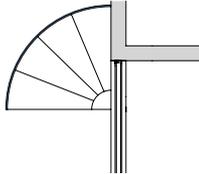
beweglich:  
Gelenkarm-Markisen, Korb-Markisen

Vorteile:  
kostengünstig, geringe Wartungsanfälligkeit; hoher Wirkungsgrad

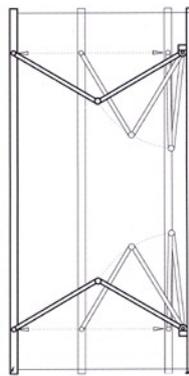
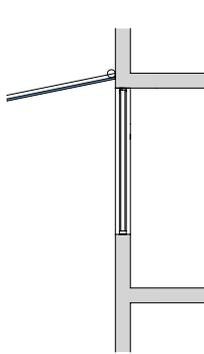
Nachteile:  
eingeschränkter Tageslichteinfall, Sonneneinstrahlung bei niedrigem Sonnenstand, eingeschränktes Gestaltungspotential, begrenzte Lebensdauer, Verschmutzungsanfälligkeit, Wärmestau unterhalb des Sonnenschutzes, geringe Windsteifigkeit



Korbmarkise



Gelenkarmmarkise



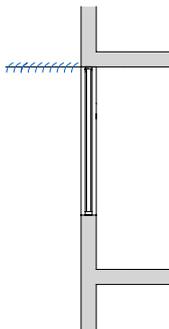
starres Vordach



starr:  
Vordach, Loggia,  
starre Verschattungselemente

Vorteile:  
einfache Wartung, u. U. Nutzung als Fluchtbalkon möglich

Nachteile:  
eingeschränkter Tageslichteinfall, im Winter keine solaren Gewinne möglich direkte Sonneneinstrahlung bei niedrigem Sonnenstand



**Spezielle Verglasungen**

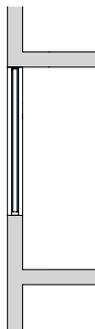
bedruckte Verglasung

Vorteile  
einfache Wartung, hohes Gestaltungspotential

Nachteile  
keine Anpassung an den wechselnden Sonnenstand  
auch im Winter keine solaren Gewinne möglich  
bei bedecktem Himmel geringer Tageslichteinfall  
eingeschränkte Sicht nach außen



bedruckte Verglasung





Sonnenschutzgläser:

Absorptionsgläser

(Gehalt an Metalloxiden,  $b = 0,65$ )

Reflexionsgläser

(Belag aus Metalloxid,  $b = 0,55$ ;  
Belag aus Edelmetall,  $b = 0,45$ )

Vorteile:

einfache Wartung, dezentes Erscheinungsbild

Nachteile:

leichte Färbung, Spiegelung der Gläser, auch im Winter keine solaren Gewinne möglich, geringerer Tageslichteinfall, Wirksamkeit relativ gering, teuer



Sonnenschutzverglasung

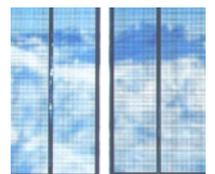
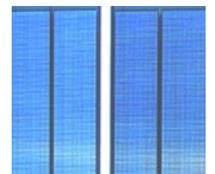
transparente Photovoltaik-Zellen zwischen zwei Glasscheiben eingebettet

Vorteile:

witterungsunempfindlich, keine Verschmutzung, Beschädigung von außen ausgeschlossen, Stromgewinnung

Nachteile:

keine Anpassung an den wechselnden Sonnenstand, eingeschränkte Sicht nach außen, eingeschränkter Tageslichteinfall



transparente Solarzellen

variabel steuerbare Verglasungen:

thermotrop

(Mischung zweier Schichten mit unterschiedlichem Brechungsindex)

thermochrom, phototrop, elektrotrop, elektrochrom, gaschrom

Vorteile:

wartungsarm, witterungsunempfindlich, keine Verschmutzung Beschädigungen von außen ausgeschlossen

Nachteil:

noch relativ teuer, im Verschattungsfall eingeschränkte Sicht nach außen



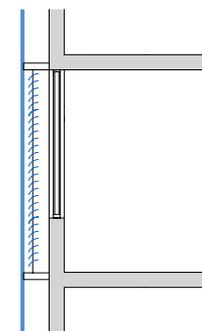
thermotrope Verglasung

**b) Doppelschalige Fassade**

z.B. Kastenfenster, Korridorfassade, Vorhangfassade, Kombinationen

(Äußere Fassade meist vollständig verglast)

Hier kann der Sonnenschutz witterungsgechützt im Fassadenzwischenraum angebracht werden. Um Wärmestau zu vermeiden ist allerdings ausreichende Hinterlüftung notwendig.



doppelschalige Fassade



## Quellennachweis

Seite 3	<p>schattenspendender Baum die Höhle als schützender Ort traditioneller Sonnenschutz in Kairo, 19. Jahrhundert</p> <p>traditionelles japanisches Haus Toldos, Sevilla</p> <p>Vela, Rekonstruktion</p>	<p>eigenes Bild eigenes Bild Roladen-Jalousiebauer, Sonnenschutz in der Architektur 1/2000 ebenda Bewegliche Dächer, Arbeitsblätter zur Trag- werkslehre, Christoph Gengnagel ebenda</p>
Seite 4	<p>Entwurf für ein Altenheim, Mart Stam, 1930 Sonnenstudie für ein Hochhaus, Le Corbusier brise-soleil an Le Corbusiers unite ´ d´ habitation Unterrichts- und Gesundheitsministerium, Lucio Costa Klinik, Rio de Janeiro, Oscar Niemeyer, 1937</p>	<p>Katalog Mart Stam, DAM 1997 Architectural Review, 2/1993 J. Reisenberger T. Riechert, unite ´ d´ habitaion Le Corbusier, Mein Werk Stamo Papadaki, Oscar Niemeyer, Ravensburg 1962</p>
Seite 5	<p>Solar Hemicyclo, Frank Lloyd Wright, 1948 „How to live in the South-West“, Skizze, Wright, 1950 Haus David Wright, Phoenix, Arizona, Wright, 1950 Entwurf für ein Glashochhaus, Mies van der Rohe</p> <p>Lever building, New York, 1951 Drei-Scheiben-Haus, Düsseldorf, 1960</p>	<p>Frank Lloyd Wright, Taschen 1991 ebenda ebenda Mies Van Der Rohe (Studio Paperback) Werner Blaser Birkhäuser Verlag Roladen-Jalousiebauer ebenda</p>
Seite 6	<p>bewegliches Fassadensystem von Jean Prouve Olivetti Gebäude, Frankfurt, 1972, Egon Eiermann</p> <p>Wohnhaus Egon Eiermann, Baden-Baden, 1962 Wohnhaus in Basel, Herzog &amp; de Meuron Hotel St. James bei Bordeaux, 1990, Jean Nouvel</p>	<p>Katalog Prouvé, Centre Pompidou 1991 <a href="http://www.ic-ingenieur-consult.de/projekte/refhochhaus/olivetti.html">http://www.ic-ingenieur-consult.de/projekte/ refhochhaus/olivetti.html</a> Schirmer, Eiermann Roladen-Jalousiebauer ebenda</p>
Seite 7	<p>Institute ´ d´ monde arabe, Paris, Jean Nouvel</p> <p>Plenarsaal dt. Bundestag, Bonn, 1992, Behnisch+Partner ZVK, Wiesbaden, Thomas Herzog</p> <p>Verwaltungsgebäude, Kroneberg, Schneider+Schumacher</p>	<p>Thomas Herzog, Roland Krippner, Werner Lang Fassadenatlas, Birkhäuser Verlag Roladen-Jalousiebauer Projektdokumentation, Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik TU-München Detail, Solares Bauen, 6/2002</p>
Seite 8	<p>Intensität der Sonnenstrahlung</p> <p>Energiedurchgang Isolierglas, Interpane 4/12/4</p> <p>Spektralverteilung einer unbeschichteten Glasscheibe</p> <p>Energiedurchgang Reflexionsglas Interpane IPlus neutral R</p>	<p>nach Heizung+Klimatechnik, Recknagel, Olden- burg-Verlag, 2000 nach Pistohl, Band 2, Heizung, Lüftung, Ener- giesparen, 2005 nach Bauklimatischer Entwurf, Gunter, Pültz, Ernst &amp; Sohn, 2002 nach Pistohl</p>
Seite 9	<p>natürliche Verschattung Lichtlenk - Jalousie</p> <p>PV-Lamellen am Plus-Energiehaus, Weiz, Kaltenegger GSW-Verwaltung, Berlin, Sauerbruch+Hutton, 1995-99</p>	<p>eigenes Bild www.bartenbach.com, Kreditanstalt für Wiederaufbau DETAIL, 6/2002 eigenes Bild</p>



Seite 11	starre Großlamellen bedruckte Verglasung	u.l. Detail, solares Bauen, 6/2002 o.l. Universitätsbibliothek, Eberswalde
Seite 13	Sonnenschutzverglasung transparente Solarzellen thermotrope Verglasung doppelschalige Fassade	o.r. Rem Koolhaas, niederländische Botschaft <a href="http://www.sunways.de">www.sunways.de</a> , Kriegerhornbahn Solarstation, TUM o.r. Betz Architekten, Hypovereinsbank
Seiten 10 - 13	übrige Bilder	Produktkataloge der Firmen Warema, Schüco und Veltrup

