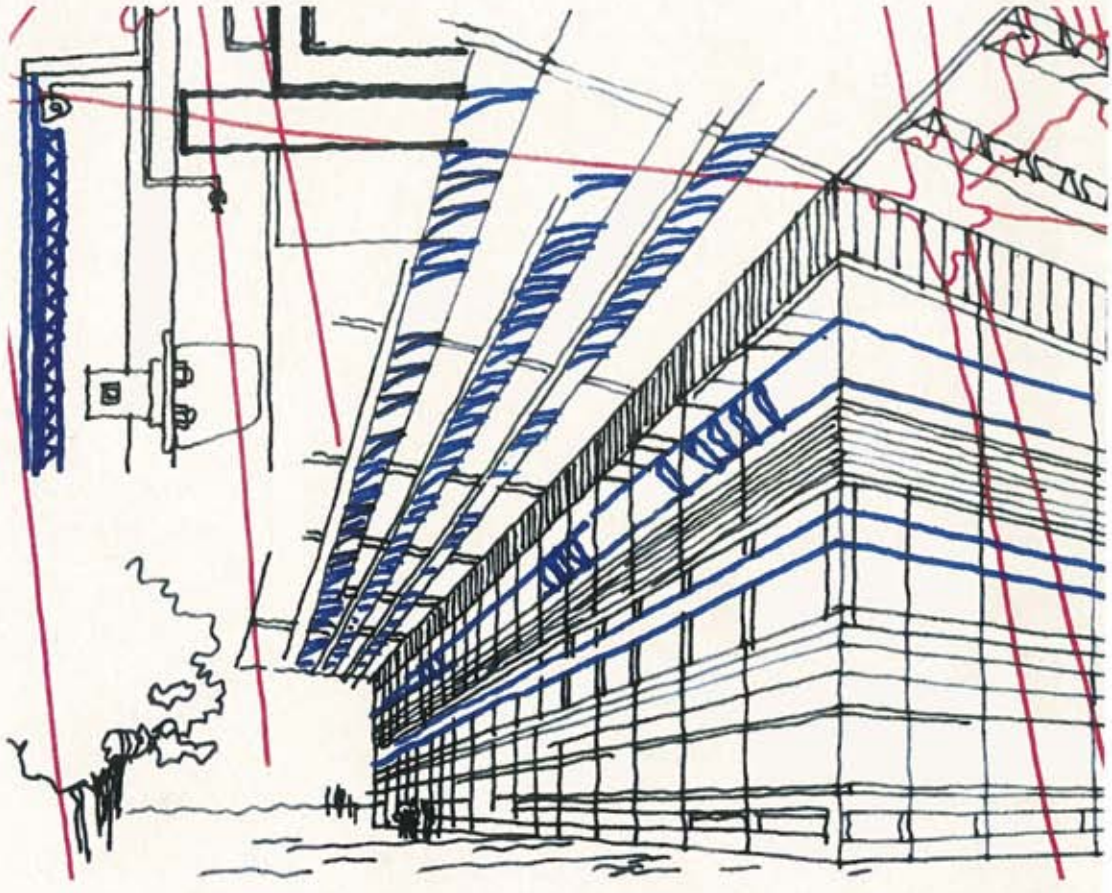
Systeme der Tageslichtnutzung



– Beispiele, Messungen, Tendenzen

2000
Das Aktionsprogramm Energie 2000:
Energie-Partnerschaft, die nachhaltig wirkt.
Wir machen mehr - mit aller Energie.

Copyright
Bundesamt für Energiewirtschaft
3003 Bern
1995
Zu beziehen bei der Eidgenössischen Drucksachen- und
Materialzentrale, 3000 Bern

805.169.2 d
ISBN 3-905233-81-9
1.96 1000 32094

Systeme der Tageslichtnutzung

– Beispiele, Messungen, Tendenzen

2000
Das Aktionsprogramm Energie 2000:
Energie-Partnerschaft, die nachhaltig wirkt.
Wir machen mehr - mit aller Energie.

DIANE Projekt Tageslichtnutzung
Projektleiter
Miklos Kiss
EWI Ingenieure und Berater
Bellerivestrasse 36
8034 Zürich

Projektleitung
Dr. Peter Burkhardt
Bundesamt für Energiewirtschaft
Belpstrasse 36
3003 Bern

Redaktion
Sigrid Hanke
Medienarbeit
Hottingerstrasse 18
8032 Zürich

Redaktionelle Mitarbeit
Rainer Fleischauer
Dipl. Ingenieur
Dorfstrasse 32
D-79592 Fischingen

Rolf Ernst
Dipl. Architekt EPFL/SIA/FUS
Grand Rue 32
1315 La Sarraz

Übersetzung Französisch
traduction française
Daniel Béguin
1422 Corcelettes VD

publication en langue française:
aussi auprès de
Daniel Notter
LESO-EPFL
1015 Lausanne

Designberatung
Nadiv & Wetter
Scheuchzerstrasse 35
8006 Zürich

Lithos/Desk Top
Fotolitho von Känel & Co. AG
Binzstrasse 18
8045 Zürich

Auskünfte für die deutsche Schweiz durch:
Sigrid Hanke
Tel. 01/262 66 33, Fax 01/262 68 68

Auskünfte für die französische Schweiz durch:
Rolf Ernst
Tel. 021/866 78 44, Fax 021/866 75 85

Inhaltsverzeichnis

1.	**Einleitung** von Miklos Kiss	5
2.	**Fassaden** Beispiele und Tendenzen von Reto P. Miloni	7
3.	**Komponenten** Messungen, Bewertung von György Baráth	65
3.1	Messmethode	66
3.2	Übersicht – Fassaden, Oberlichter	67
3.3	Fassadenkomponenten – Beschreibung, Messresultate	73
3.4	Oberlichtkomponenten – Skizzen und Bilder	103
4.	**Anhang**	
4.1	DIANE Projekt Tageslichtnutzung	110
4.2	Das DIANE Beratungsteam	111
4.3	Bibliographie	112

Der erste Band «Tageslichtnutzung in Gebäuden – Denkanstösse» ist eine Ideensammlung. Er will den Architekten und Haustechnikplanern in den Kapiteln Tageslichtstimmungen, Möglichkeiten und Beispiele Denkanstösse im Bereich Tageslichtnutzung geben. Angesprochen sind Architekten, Bauherren und Betreiber von Büro- und Industriebauten.

Zu beziehen bei der EDMZ,
3000 Bern,
Bestell-Nr. 805.169.1 d
Fr. 24.– exkl. Mehrwertsteuer

1. Einleitung

von Miklos Kiss
Projektleiter DIANE
EWI Ingenieure und
Berater
8034 Zürich

Architektur ohne Tageslichtnutzung? Undenkbar! Denn erst Tageslicht macht Architektur zu dem, was wir sehen, fühlen, empfinden und denken. Tageslichtnutzung ist ein Teil der Architektur und alles andere als neu.

Auch das vom Bundesamt für Energiewirtschaft 1992 im Rahmen von Energie 2000 gestartete DIANE Projekt Tageslichtnutzung will das Thema Tageslicht nicht neu erfinden. Will auch nicht weitere komplizierte, technisch hervorragende Lösungen erarbeiten. Sondern – und mit dem entspricht das Projekt einem starken Bedürfnis – es will durch einfache, wirkungsvolle und machbare Lösungen zum breiten Einsatz der Tageslichtnutzung beitragen. Und damit auch eines der Ziele von Energie 2000 unterstützen: Die Dämpfung des Stromverbrauchzuwachses ab sofort und ein Nullwachstum ab dem Jahre 2000.

Thema des DIANE Projektes Tageslichtnutzung ist der arbeitende Mensch im Büro, in der Schule, der Forschung und der Industrie. Nicht behandelt wird der Sektor Wohnen und Freizeit, für den andere Gesichtspunkte gelten.

Im Arbeitsbereich bedeutet bessere Tageslichtnutzung
- mehr Arbeitsqualität und entsprechend mehr Motivation
- weniger Kunstlicht am Arbeitsplatz auch weniger Stromverbrauch.

Voraussetzung ist, dass der Kontakt nach aussen, der Blendschutz und die Beschattung stimmen.

Im Rahmen von DIANE Projekt Tageslichtnutzung wurden zwei Dokumentationen erarbeitet.
Band 1
Tageslichtnutzung in Gebäuden
- Denkanstösse

Band 2
Systeme der Tageslichtnutzung
- Beispiele, Messungen, Tendenzen

Der erste Band will in den Kapiteln Tageslichtstimmungen, Möglichkeiten und Beispiele im Bereich Tageslichtnutzung wichtige Denkanstösse geben. Angesprochen sind Architekten, Bauherren und Betreiber von Büro- und Industriebauten.

Im zweiten Band wird detailliert über tageslichtoptimierte Fassaden und über die Messungen von Komponenten der Tageslichtnutzung informiert. Dieser Band richtet sich speziell an Architekten und Ingenieure, die Tageslichtsysteme anwenden wollen.

Im Bereich Tageslichtnutzung werden zur Zeit vielfältige Lösungen gesucht und gefunden – teilweise sehr originelle und teilweise sehr komplizierte. Wir stellen auch diese Lösungen vor, obwohl wir der Überzeugung sind, dass sich in den meisten Fällen die einfachen Systeme durchsetzen werden. Ausserdem können auch die heute noch aufwendigen Lösungen Anregungen für weitere Entwicklungen und Verbesserungen geben.

Die gezeigten Beispiele geben den heutigen Stand der Anwendung wieder – sie sind natürlich nicht in allen Aspekten wirklich beispielhaft. In einigen von uns überprüften «Tageslichtbauten» wurde das Thema Blendung unakzeptabel gelöst und führte gar zu Reklamationen der Benutzer. Bessere Planung hätte aber zu besseren Lösungen geführt. Oft treten auch dann Probleme auf, wenn schlecht konzipierte Gebäude durch komplizierte Tageslichtsysteme verbessert werden sollen.

Darum die Bitte an Sie – werten Sie die hier vorgelegten Beispiele und Lösungen mit «kritischem Verstand».

In beiden Bänden finden Sie im Anhang Literaturhinweise und Kontaktadressen. Das DIANE Projektteam ist gerne bereit, Beratungen und wenn erforderlich Messungen oder Berechnungen im Bereich Tageslichtnutzung auch für Ihr Projekt durchzuführen.

In den Tageslichtberatungen und überhaupt im Umgang mit Tageslichtnutzung ist der wichtigste Aspekt die Gesamtenergieoptimierung: Denn – erst wenn die Gesamtenergiebilanz des Gebäudes optimiert ist und die Tageslichtnutzung die Arbeitsplatzqualität erhöht und das Kunstlicht tatsächlich abgeschaltet wird, ist das Ziel des DIANE Projektes Tageslichtnutzung erreicht.

Miklos Kiss
Projektleiter DIANE Tageslichtnutzung

2. *Fassaden*

Beispiele und Tendenzen

Projektleitung, Text und Produktion
Reto P. Miloni
dipl. Architekt ETH/SIA
Solararchitektur und Lichtplanung, Baden
(bis 1.11.1993 bei burckhardtpartner, Generalplaner, Zürich)

Koordination
Masaki Kanai
dipl. Physiker SNS
burckhardtpartner, Generalplaner, Zürich

Zeichnungen
Zoltan L. Komondy
dipl. Architekt SIA
Architekturbüro B. Gerwer, Zürich

Technische Daten
Josef Konzbul
dipl. Maschinen-Ingenieur Reg C
Ingenieurzentrum Emmer Pfenninger Partner AG, Münchenstein

Tendenzen in der Tageslichttechnik

Bei der Tageslichtnutzung sind fünf wesentliche Aspekte zu beachten:

Beschattung
Blendungsbegrenzung
Tageslichtgewinnung
Aussicht
Regelung der künstlichen Beleuchtung und eventuell der Storen

Erst wenn diese Aspekte berücksichtigt sind, liegt eine tageslichttechnisch gelungene Lösung vor, die aber leider nur an wenigen Bildschirmarbeitsplätzen anzutreffen ist, denn:

- genügend Tageslicht bedeutet noch nicht, dass blendungsfrei gearbeitet werden kann;
- das Vorhandensein eines Sonnenschutzes heisst nicht, dass an schönen Sommertagen noch Tageslicht ins Rauminnere gelangt;
- ein Blendschutz wird nicht notwendigerweise die freie Sicht nach draussen ermöglichen.

Diese Feststellungen treffen auch auf einige der nachfolgend aufgeführten Untersuchungsbeispiele zu! Es ist wie beim Multiplizieren: Wenn einer der fünf Faktoren null ist, wird das Ergebnis leider auch null!

Im Laufe der Arbeiten hatten wir mit zahlreichen Lieferanten, aber auch mit Anwendern Kontakt. Tageslichttechnisch scheint die Entwicklung für die Zukunft in folgenden Richtungen zu verlaufen:

- die Entwicklung von integralen Systemen durch die Industrie wird vorangetrieben, wobei der Akzent auf kostengünstigen Lösungen von hoher Funktionalität liegt (z.B. weitere Kommerzialisierung von «Sowohl-als-auch-Lösungen» wie Tageslichtsystemen oder Tageslichtfiltern, welche selektiv beschatten und trotzdem Tageslicht durchlassen und die Aussicht ermöglichen);
- die funktional oder zonal getrennte Verwendung von einzelnen Komponenten (z.B. individuell bedienbarer Blendschutz, welcher nicht mehr an der Fassade situiert ist, sondern am Arbeitsplatz);

- gute architektonische Lösungen (z.B. hohe Räume, alle Arbeitsplätze in der Fensterzone) erfordern unter Umständen gar keine besonderen, technisch aufwendigen Tageslichtsysteme. Diese könnten mit Vorteil als Ergänzung in besonders kritischen und ungünstigen Räumen des Gebäudes angewendet werden.

Regelung

Wenn die Beschattung im Winter mit Tageslichtpriorität, im Sommer bei hohen Temperaturen mit Beschattungspriorität bedient wird, kann vermieden werden, dass an sonnigen Tagen Kunstlicht eingeschaltet werden muss. Dazu ist eine Regelung Bedingung.

Beschattung

Neue Beschattungssysteme berücksichtigen zunehmend auch die Belichtung des Raumes. Das Ziel ist nicht mehr nur, einen möglichst tiefen g-Wert zu erreichen. Vielmehr wird zugunsten einer ausreichenden Belichtung des Raumes ein etwas höherer g-Wert in Kauf genommen. Multifunktionale Beschattungssysteme erfüllen neben dem Sonnenschutz noch weitere Funktionen. Der Trend geht in Richtung beweglicher Systeme, welche die Fensterfläche nicht gleichmässig verdecken, sondern durch spezielle Massnahmen dafür sorgen, dass im Bereich der oberen Fensterfläche genügend Tageslicht in den Raum dringen kann.

Sonnenschutzsysteme können zugleich die Blendschutzfunktionen erfüllen, dies ist jedoch nicht immer vorteilhaft.

- Lichtleitende Storen teilen die Fensterfläche in zwei Bereiche ein. Dank flacher Lamellenstellung gelangt im oberen Bereich auch in der Sonnenschutzstellung noch genügend Tageslicht in den Raum.
- Sonnenschutzfolien, die von unten nach oben geschlossen werden können, ermöglichen ebenfalls, dass im oberen Fensterbereich ein beliebig breiter Spalt frei gelassen werden kann. Dadurch kann der Raum dosiert belichtet werden. Bei bedecktem Himmel lassen sich die Sonnenschutzfolien in die Lichtlenkungsstellung schwenken und verbessern dadurch die Tageslichtversorgung des Raumes.

- Bewegliche Grosslamellen lassen sich ebenfalls bei bedecktem Himmel in die Lichtlenkungsstellung schwenken und verbessern die Tageslichtversorgung.

Blendungsbegrenzung

Der Blendschutz gewinnt immer mehr an Bedeutung. Heute sind die meisten Arbeitsplätze mit Bildschirmen ausgerüstet. Um Blendung zu vermeiden, verlangen Bildschirmarbeitsplätze besondere Blendschutzmassnahmen. Die Blendschutzprobleme sind in kleinen und mittleren Räumen leicht zu lösen. In grös-seren Räumen ab etwa sechs Arbeitsplätzen, bei langer Fassadenabwicklung oder mit gekrümmter Fassade sind die Blendungserscheinungen besonders sorgfältig zu betrachten.

Die Blendschutzwirkung, die manche Sonnenschutzsysteme bieten, genügt in den meisten Fällen nicht. Für Bildschirmarbeitsplätze ist ein vom Sonnenschutz unabhängiger, individuell bedienbarer Blendschutz von Vorteil. Die Blendschutzsysteme müssen weitgehend flexibel, beweglich und leicht bedienbar sein. Dadurch wird erreicht, dass je nach Bedarf nur ein bestimmter Teil der Fensterfläche ausgeblendet und der Raum nicht übermässig verdunkelt wird.

- Pressfaltenjalousien – beliebig hinter der Fensterfläche anzuordnen – ermöglichen beispielsweise, dass nur der störende Teil der Fensterfläche entblendet wird. Eine spezielle Aluminiumbeschichtung auf der Aussenseite reflektiert die Sonnenstrahlen nach aussen. Da somit die Jalousie auch eine bestimmte Sonnenschutzwirkung hat, muss das Sonnenschutzsystem seltener eingesetzt werden.
- Bewegliche, kleine und leichte Stellwände im rechten Winkel zum Fenster lassen sich in jede Bürolandschaft integrieren. Durch eine überlegte Anordnung der Stellwände kann man für einen Bildschirmarbeitsplatz erreichen, dass aus dem Blickfeld des Benutzers die helle Fensterfläche ausgeblendet wird.
- Pflanzen können eine ähnliche Funktion wie die Stellwände übernehmen und hinter dem Bildschirm für Blendschutz sorgen.

Tageslichtgewinnung

Das wichtigste Ziel der Tageslichttechnik ist, Innenräume der vorgesehenen Nutzung entsprechend optimal mit Tageslicht zu versorgen. Die gewählte Strategie hängt jeweils von den gegebenen Umständen ab. In Klimaregionen mit vorwiegend bedecktem Himmel ist es wichtig, dass auch bei der reduzierten Aussenbeleuchtungsstärke, die beim bedeckten Himmel vorherrscht, noch genug Tageslicht in den Raum gelangt. In sonnigen Klimaregionen muss ein Sonnenschutz gewählt werden, der neben der Erfüllung der Sonnenschutzfunktion eine gute Belichtung des Raumes garantiert.

- Weissgläser weisen im Vergleich zu den üblichen Fenstergläsern eine bis zu 5% höhere Lichttransmission auf. Wird die obere Hälfte der Fensterfläche mit Weissglas bestückt, steigt das Belichtungsniveau im Raum um ca. 10%.
- Eine spezielle Raumgeometrie, wie z.B. eine abgeschrägte, vorne erhöhte Decke oder Seitenlichter, kann viel zur besseren Belichtung des Raumes beitragen. Eine helle Farbgebung hilft bei kritischen Räumen das spärlich einfallende Licht haushälterisch zu nutzen.

Aussicht

Pausen sind als arbeitsmedizinisches Prinzip anerkannt und während der Arbeit zu empfehlen. Zur Pause gehört auch der Kontakt mit der Aussenwelt. Dazu ist freie Sicht nach draussen unabdingbare Voraussetzung. Die meisten Sonnenschutzsysteme – so auch Paravents verhindern den visuellen Kontakt zur Umwelt. Der Blick in die Ferne sollte zur Entspannung der Augen stets beibehalten werden können.

Systemübersicht

Kurztitel	Tageslichtelement	Sonnen- und Blendschutzelement	Typ
Fensterumbau	Hochlichtdurchlässige Gläser	Abrollbare Sonnenschutzfolie	U
Tageslichtfenster	Schmale Fensterprofile	Ausstellstoren	U
Wendefenster	Rotationsfenster	Sommer-/Winterstoren	N
Gebauchtes Fenster	Lochfenster mit geneigtem Oberlicht	Sonnenschutzglas	N
Kastenfenster	Oberlicht mit Reflektor	Drehbarer Blendschutz	U
Schrägbrüstung	Lichtlenksturz	Abrollbare Sonnenschutzfolie	N
Glasbausteinfassade	Teiltransparente Aussenhaut	Keiner	N
Nordverglasung	Voll verglaste Nordfassade	Keiner	N
Wintergartenfassade	Geschosshohe Transparentfassade	Ausstellstoren	N
Twin Face	Geschosshohe Transparentfassade	Mikroperforierte Lamellenstoren	N
Structural Glazing	Geschosshohe Transparentfassade	Perforierte Alulamellen fest	N
Lichtlenkoberlicht	Normalfenster	Optisch geregelter Sonnenschutz	N
Lichtschwert	Lichteinspiegelung über Schwert	Lamellenstoren	N
Prismenoberlicht	Tageslichtsystem mit Umlenkspiegel	Plexiprisma fest	N
Prismenflügel	Dynamisch gesteuerte Fensterflügel	Plexiprisma verstellbar	U
Prismenvorhang	Nachgeführte Plexiprismastreifen	Innerer Blendschutzvorhang	U
Glasschild	Glaslamellen an Klimaservicefassade	Aussenrafflamellenstoren	N
Glaslamellen	Nachgeführtes Glaslamellenpaket	Inneres Blendschutzrollo	N
Glasflügel	Dreh- und schwenkbare Glaslamellen	Inneres Blendschutzrollo	P
Metallamellen	Normalfenster	Nachgeführte Grosslamellen	N
Lochlamellen	Normalfenster	Feste perforierte Grosslamellen	N
Rohrgitter	Schrägoberlichter	Verschwenkbare Rohrgitterpakete	N
Shadovoltaic	Fenster mit Zenitlichteinspiegelung	PV- und Beschattungsflügel	P
Hochleistungsreflektor	Structural Glazing	Integrierte BS- und SS-Folien	N
Holografische Filme	Schrägoberlichter	Verschwenkbare HOE-Panels	N

U = Umbau N = Neubau P = Prototyp

Systemhinweise

Systemwahl

Die Darstellung einer breitgefächerten Palette von Altbaulösungen, Neubauten und vielversprechenden Prototypen soll dem Zielpublikum – Architekten und Fachbauherren – das vielfältige Spektrum möglicher Interventionen für eine verbesserte Tageslichtnutzung näherbringen.

Systemskizzen

Bei den Abbildungen handelt es sich um von Architekten für Architekten gezeichnete Skizzen, deren tageslichtspezifische Merkmale hervorgehoben sind. Die angeführten Lösungsbeispiele sollen zu eigenem kreativem und konstruktivem Denken und Handeln im Tageslichtnutzungsbereich anregen.

Systemdaten

Technische Daten sind anhand von Prospektangaben respektive durch vorhandene Messdaten und Berechnungen für das jeweilige Objekt geschätzt worden. Eigene Messungen der zeichnerisch dargestellten Objekte wurden durch das Team nicht durchgeführt. Hingegen wurden nach Möglichkeit die Systemlieferanten um Überprüfung der technischen Daten gebeten (z.B. Siemens, Agero, Gartner, Colt, Flachglas).

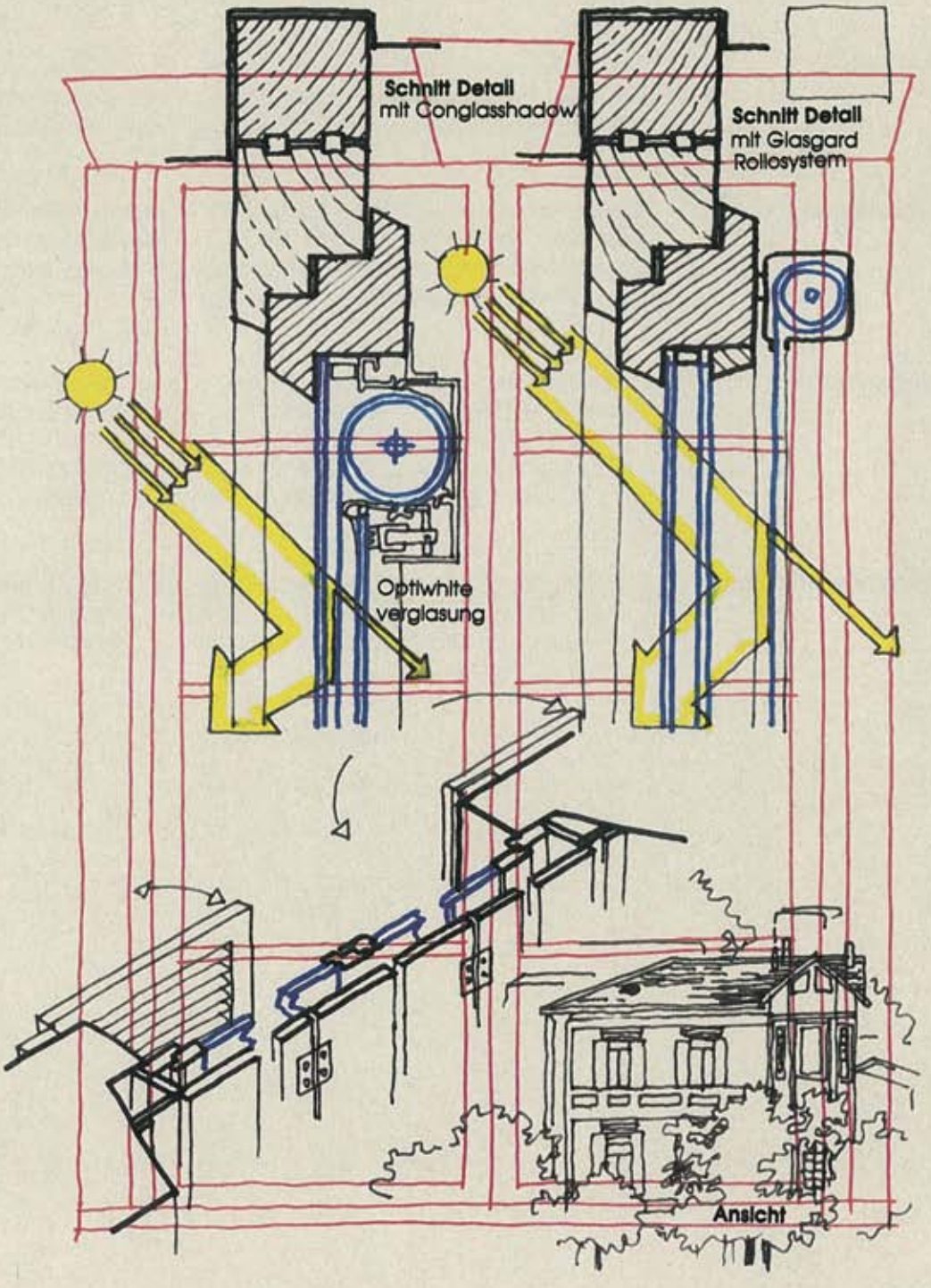
Systemqualifikation

++ Funktion nach persönlicher Interpretation der Autoren einwandfrei gelöst und nach bestehenden Möglichkeiten das Maximum ausgeschöpft.

\+ Funktion nach persönlicher Interpretation der Autoren teilweise noch verbesserungsbedürftig.

Fensterumbau Altbau

Hochlichtdurchlässige Gläser mit abrollbarer Sonnenschutzfolie



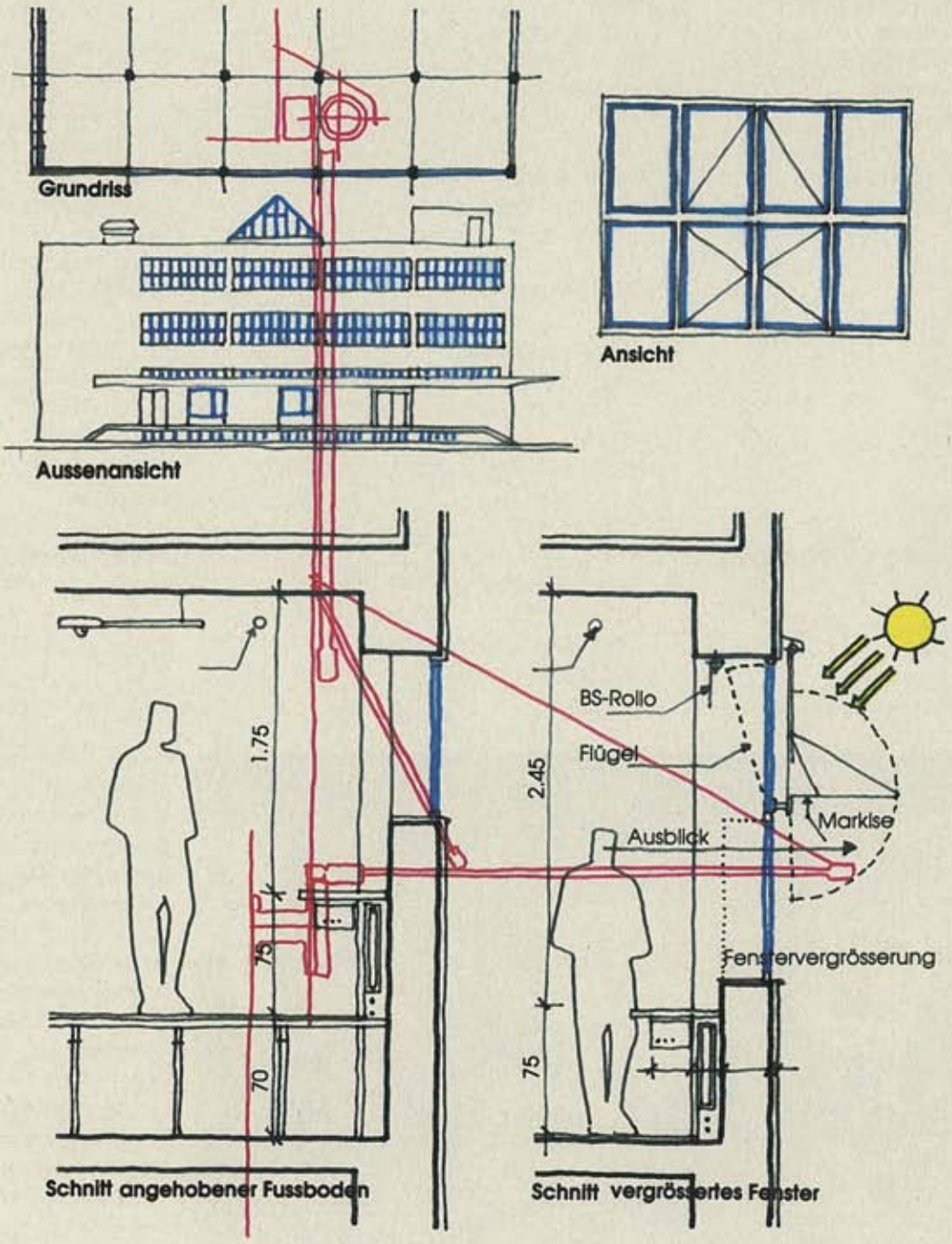
Objektdaten:	**Hochlichtdurchlässige Gläser**	
Referenzobjekt:	Umbau	
Bauherr:	Casa Mikesch	
Architekt:	Reto P. Miloni	
Standort:	Porto Ceresio	
Baujahr:	1994	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd
	Fassadenkonstruktion:	Holzfenster mit hochlichtdurchlässigen Gläsern Hochleistungs-Sonnenschutzreflektoren
	Technische Daten:	Optiwhiteverglasung mit abrollbarer Sonnenschutzfolie
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 84% einstellbar bis auf 3%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 72% einstellbar bis auf 10%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 2.0 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	rollbare Hochleistungsreflektoren und Klappläden

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	+	+
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	++

In historischen Gebäuden kann aus denkmalpflegerischen Gründen der Öffnungsanteil kaum vergrössert werden. Dies bedeutet, dass zur Tageslichtnutzung die lichten Öffnungsmasse nicht vergrössert werden können. Konsequenterweise muss darum versucht werden, durch vorhandenes Netto-Glaslicht mehr Licht in den Raum gelangen zu lassen. Dies ist mit hochlichtdurchlässigen Gläsern möglich, welche dank hellerem Glas (keine Beimengung von Eisenoxyd) gegenüber normalen Isoliergläsern rund 10-15 % lichtdurchlässiger sind. Zur Abschattung kommen innen abrollbare Blend- und Sonnenschutzrollos in Frage, da jede zusätzlich aussen angeordnete Sonnenschutzkonstruktion einen unzumutbaren Eingriff in die Fassade bedeuten würde.

Tageslichtfenster

Schmale Fensterprofile



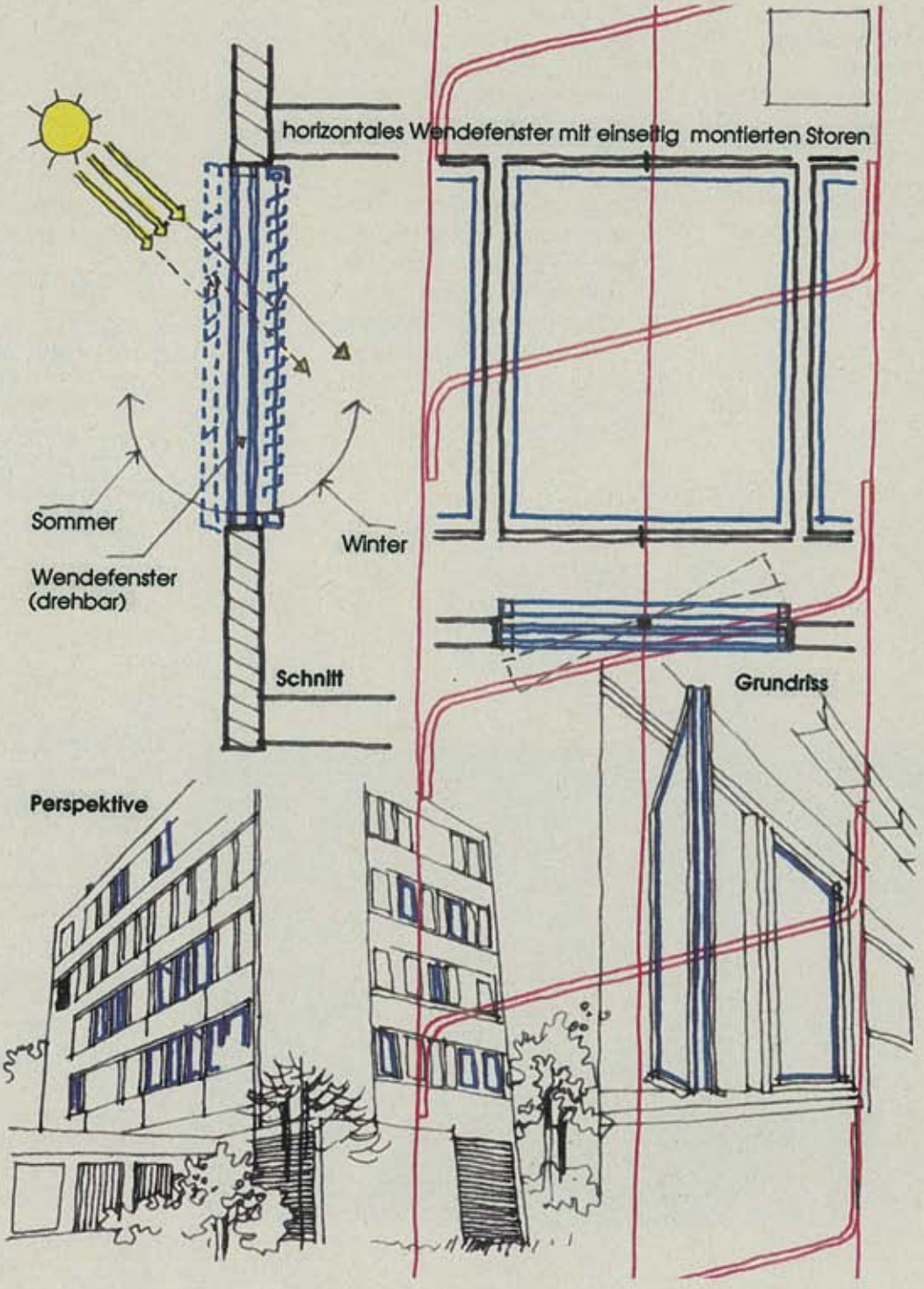
Objektdaten:	**Schmale Fensterprofile**	
Referenzobjekt:	Umbau	
Bauherr:	WWF Schweiz, Zürich	
Architekt:	Zimmermann Cole + Partner AG	
Standort:	Zürich	
Baujahr:	1993	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Südost, Südwest
	Fassadenkonstruktion:	Metallfenster, System Dial Norm AG
	Technische Daten:	
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 79%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 64%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 2.40 W/m²K (Fenster) 1.60 W/m²K (Glas)
	Brüstung:	massiv, geschlossen
	Sonnenschutzeinrichtung:	Textile Ausstell-Markisen Treudler Laros/Fust AG Gewebe-Rollo individuell manuell absenkbar

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	+
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	++

Bester Tageslichtgewinn ist dank grossflächigen, hohen Fenstern und extrem schmalen Rahmen- und Flügelprofilen möglich. Das Netto-Glaslicht entspricht etwa 84% der Fläche des Rohlichtes. Im Rahmen des Umbaus wurde die Fensterfläche gegenüber dem ursprünglichen Fasssadenbild verdoppelt, indem unter dem Oberlichtband ein Mittelfensterband angeordnet wurde. Durch die ausstellbare Markise wird im Abschattungszustand schräg nach unten ein visueller Aussenkontakt hergestellt. Allerdings ist die Lichttransmission durch die farbige Markise nicht farbneutral. Insgesamt gewährleistet diese Umbaulösung dank hohen Räumen, sorgfältiger Detailarbeit sowie einem grosszügig dimensionierten Zenitaloberlicht hochwertigen Tageslichtkomfort mit einfachsten Mitteln.

Wendefenster

Rotationsfenster mit einseitiger Sommer-Winter-Beschattung



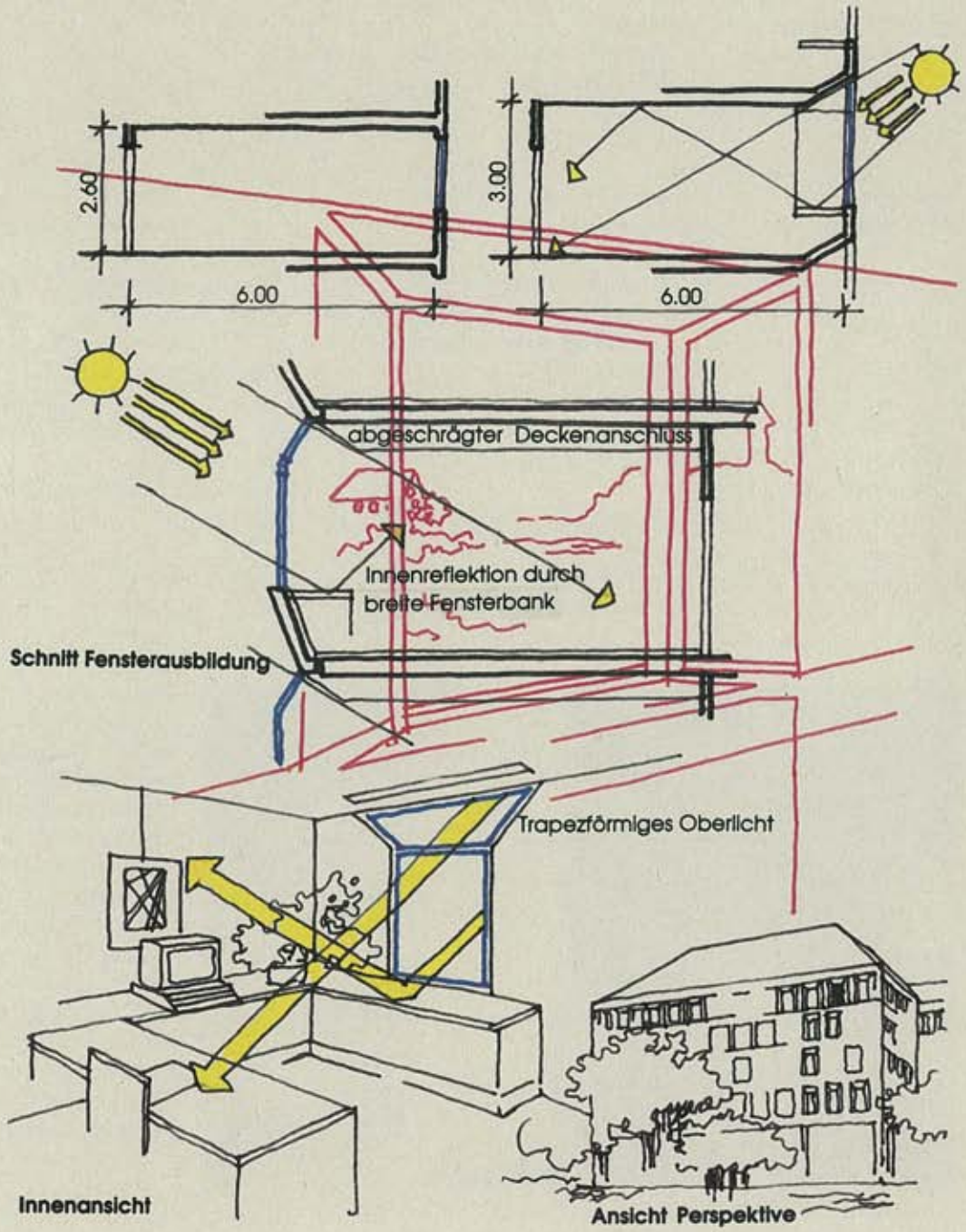
Objektdaten:	**Rotationsfenster mit Sommer-Winter-Beschattung**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Verwaltungsgebäude Christ AG, Aesch	
Architekt:	Zoltan Komondy	
Standort:	Aesch BL	
Baujahr:	1980	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Ost, West, Süd
	Fassadenkonstruktion:	Wendefenster aus Aluminium im Fensterband
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 83%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 80%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 3.0 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	Aluminium-Rafflamellenstoren im Glaslicht einseitig montiert

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	+
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	+

Wendefenster haben als wesentliches Leistungsmerkmal ein reversibel montiertes Lamellenstorenpaket. Die Lamellenstoren können saisonabhängig nach aussen für die sommerliche Beschattungsstellung oder für den Winter auf die Rauminnenseite gedreht werden. Dadurch sind selektive Wärmegewinne je nach Wunsch oder Jahreszeit möglich: Im Sommer wird die unerwünschte Sonnenstrahlung nach aussen zurückreflektiert, während sie im Winter aufgrund des «Wärmefalleneffektes» im Raum verbleibt. Ausser der Tageslichtmodulation ist damit mit diesem System eine Wärme- und Blendungsmodulation möglich. Der Aussenkontakt bleibt bei abgesenkten Storen eingeschränkt.

Gebauchtes Fenster

Lochfenster mit geneigtem Oberlicht



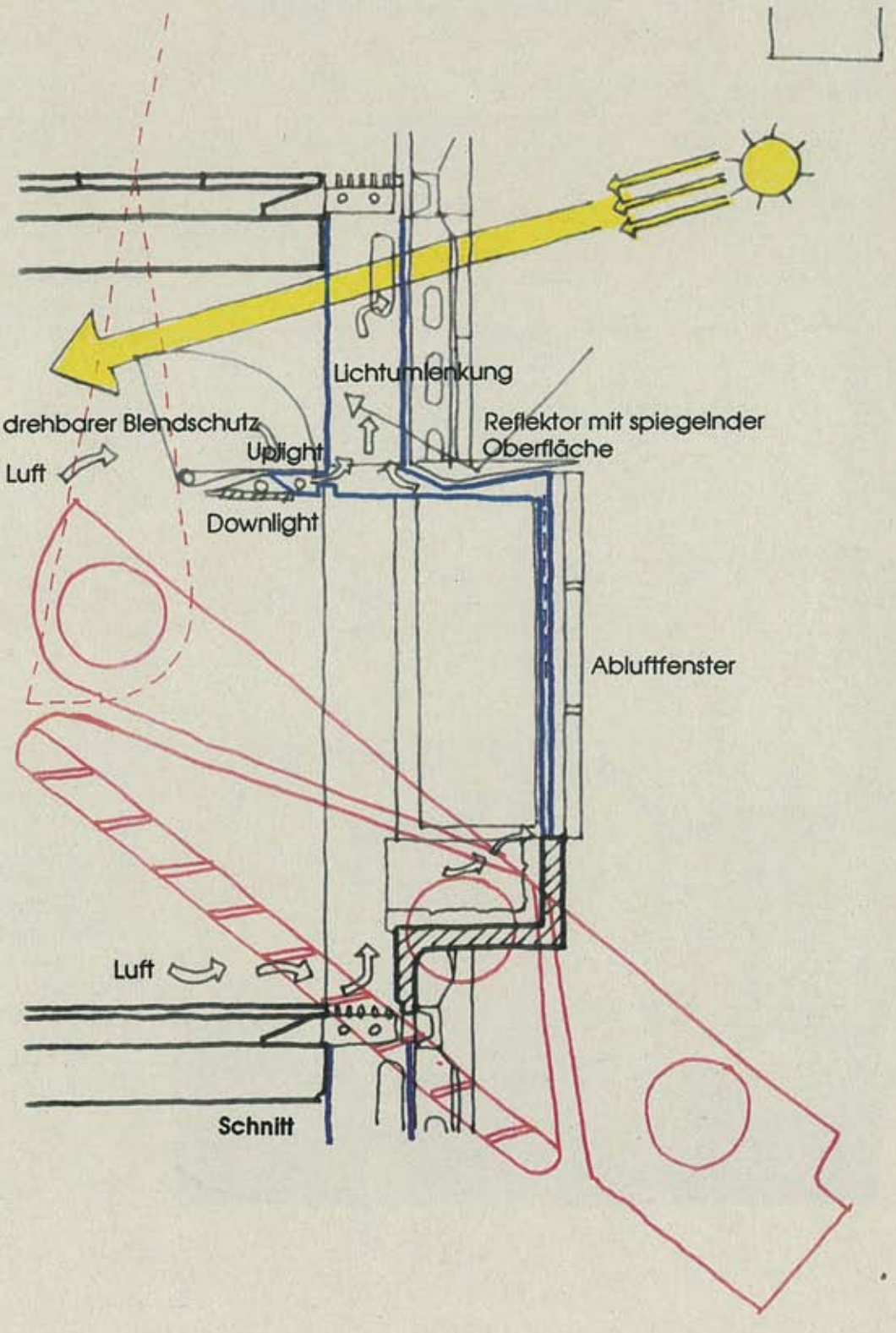
Objektdaten:	**Lochfenster mit geneigtem Oberlicht**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Bürogebäude Publicitas	
Architekt:	Rolf Kamer	
Standort:	Zürich	
Baujahr:	1983	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	West
	Fassadenkonstruktion:	Nach aussen gebauchte Lochfassade mit trapezförmigem Oberlicht
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 73%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 46%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 1.3 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnenschutzeinrichtung:	Sonnenschutzglas
	Blendschutz:	keine

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	+
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	++
– Blendungsbegrenzung:	++	+

Die nach aussen gestellten, gebauchten Lochfenster nutzen einen interessanten Effekt: das dem besonders lichtreichen Zenithimmel zugeneigte, trapezförmige Oberlicht gewinnt durch seine günstige Geometrie (erhöhter zenitaler Raumwinkel) viel Tageslicht durch eine bescheiden dimensionierte Öffnung. Eine angeschrägte Deckenausbildung steigert in Zusammenhang mit hellen Fenstersimsen diesen Effekt. Für hohe Himmelsleuchtdichten und bei Direkteinstrahlung ist ein Blendschutz unerlässlich.

Kastenfenster

Abluftfenster mit lichtlenkendem Oberlicht



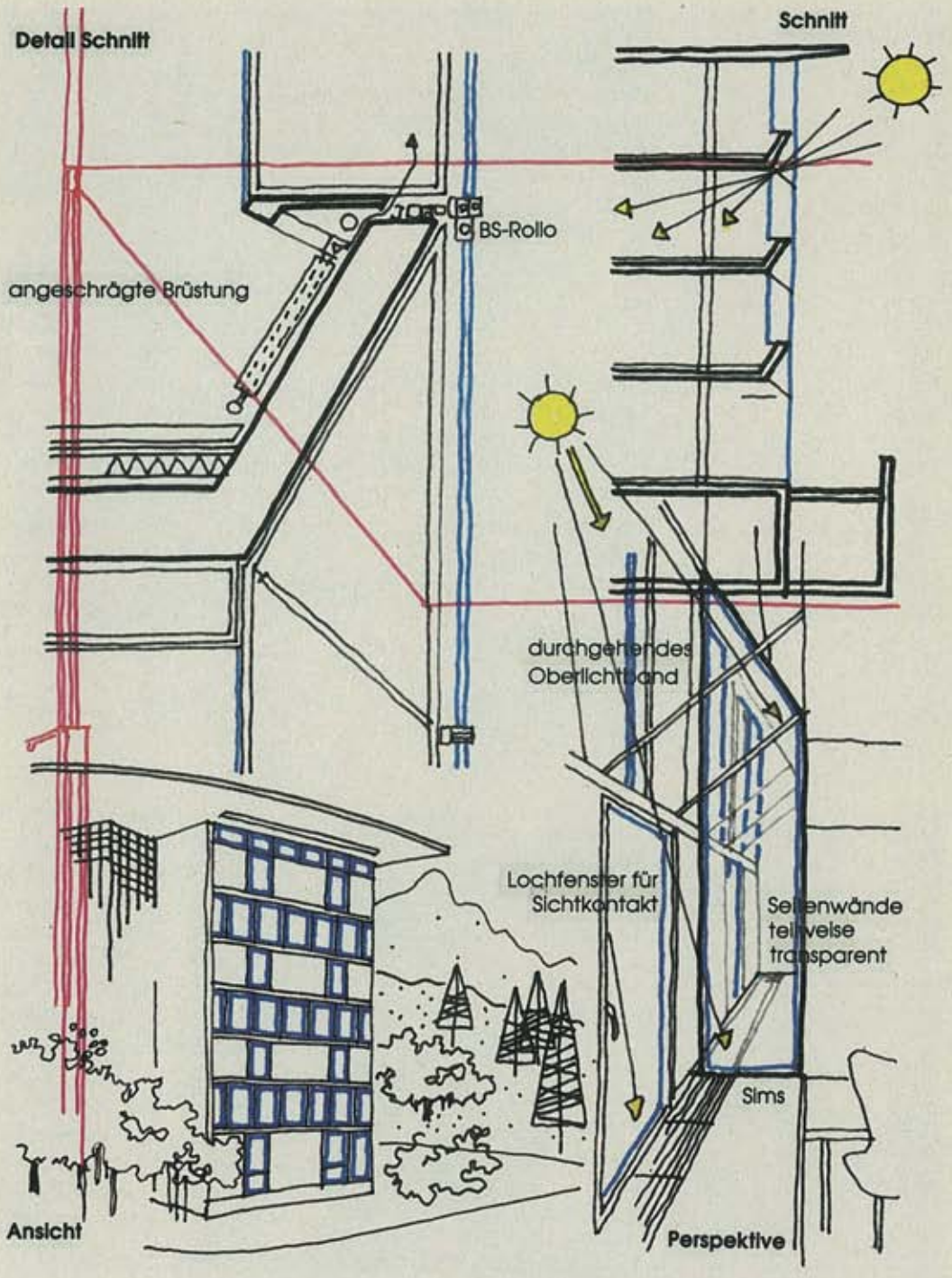
Objektdaten:	**Abluftfenster mit lichtlenkendem Oberlicht**	
Referenzobjekt:	Umbau	
Bauherr:	Britische Regierung	
Architekt:	Michael Hopkins & Partners, London, UK	
Standort:	Parlamentsgebäude, London	
Baujahr:	in Projektierung	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süden
	Fassadenkonstruktion:	kastenförmiges Abluftfenster mit zurückversetzter Oberlichtverglasung und dazwischenliegendem Blendschutz (Rollerblind). Spiegelnde Oberfläche im Oberlichtbereich (Zenitlichtnutzung)
	Technische Daten (Schätzung):	Verglasung ohne Sonnenschutz
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 80%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 70%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 2.7 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnenschutzeinrichtung:	teilweise Spiegel
	Blendschutzeinrichtung:	drehbarer Blendschutz für Oberlicht, innen

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		+
– Sichtkontakt nach aussen:	++	++
– Blendungsbegrenzung:	+	+

Dass moderne Tageslichtnutzung auch vor altehrwürdigen Gebäuden nicht Halt machen muss, beweist der Fassaden-Prototyp für das zu sanierende Londoner Parlamentsgebäude. Durch Reflektoren, die auf der Oberseite eines Kastenfensters angebracht sind, wird das Tageslicht in Richtung Decke reflektiert. Ein effizienter Blendschutz ist unerlässlich. Interessant ist die Abluftführung, welche die im Oberlicht gewonnene Absorptionswärme dem Wärmetauscher der Klimaanlage zuführt. Über die Anordnung eines Fenstersimses im Erker kann die Tageslichtreflektion zur wellenförmig ausgebildeten Decke noch gesteigert werden.

Schrägbrüstung

Lichtlenkende Sturzausbildung



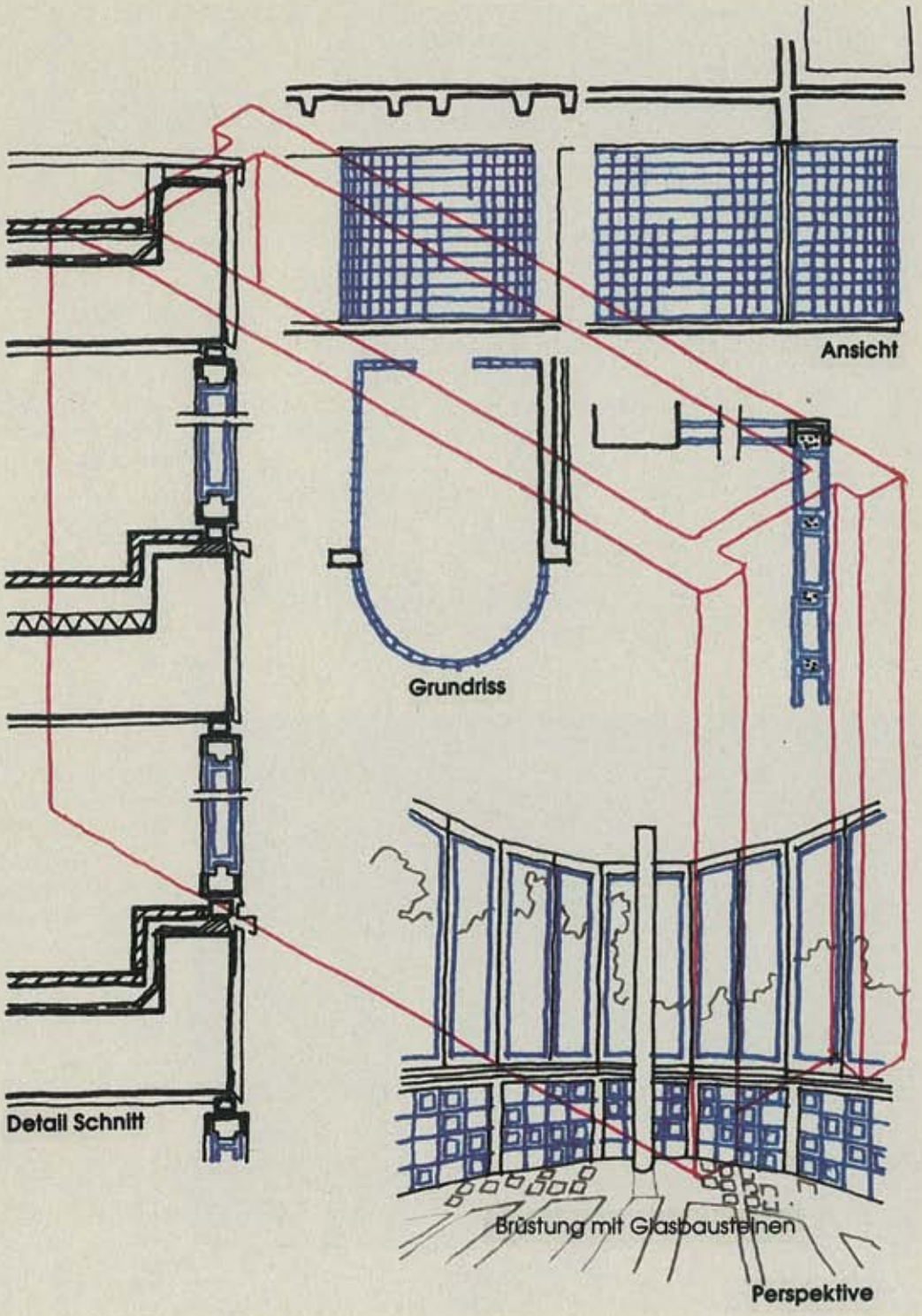
Objektdaten:	**Lichtlenkende Sturzausbildung**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Heinz Mathoi Streli	
Architekt:	Heinz Mathoi Streli	
Standort:	Innsbruck	
Baujahr:	1992	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd-Westen
	Fassadenkonstruktion:	Aluprofilsystem mit Stahlabstützungen
	Technische Daten (Schätzung):	
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 80%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 70%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 1.3 W/m²K
	Brüstung:	verglast vor zurückgesetztem Sturz
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	bedampftes Folienrollo innerhalb des Isolierglases abrollbar

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	++

Ein schräger Deckenanschluss vergrössert die Einstrahlungsgewinne. Der konstruktive Mehraufwand ist erheblich – rechtfertigt sich jedoch bei Nutzungsarten, wo neben einer ersten Reihe fensterorientierter Arbeitsplätze auch in raumtieferen Zonen mit Tageslicht gearbeitet wird. Der Tageslichtgewinn festverglaster, durchgehender Oberlichterbänder kontrastiert mit der Tageslichteinbusse nur punktuell angeordneter Fensterflügel, schafft jedoch für die Zuordnung fensternaher Arbeitsplätze Vorteile.

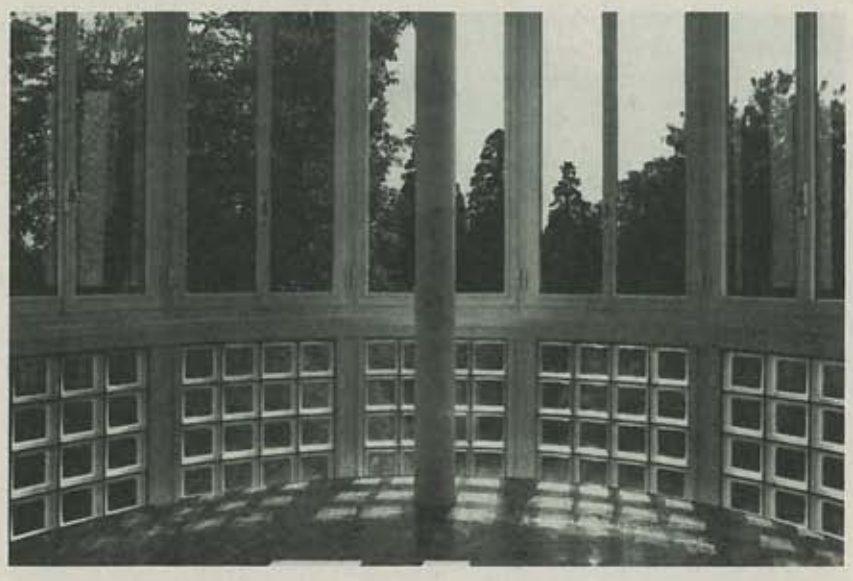
Glasbausteinfassade

Fassadenausfachung mit Glasbausteinen



Objektdaten:	**Fassadenausfachung mit Glasbausteinen**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauobjekt:	Einfamilienhaus	
Architekt:	Dolf Schnebli + Tobias Ammann	
Standort:	Zürich	
Baujahr:	1987	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Westen
	Fassadenkonstruktion:	lichtdurchlässige Glasbausteinwände (Brüstungen)
	Technische Daten (Schätzung):	Glasbausteine
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 75%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 56%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 3.2 W/m²K
	Brüstung:	Glasbausteine
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	teilweise erforderlich oder nur Innenblendschutz, da bloss diffuser Lichteinfall

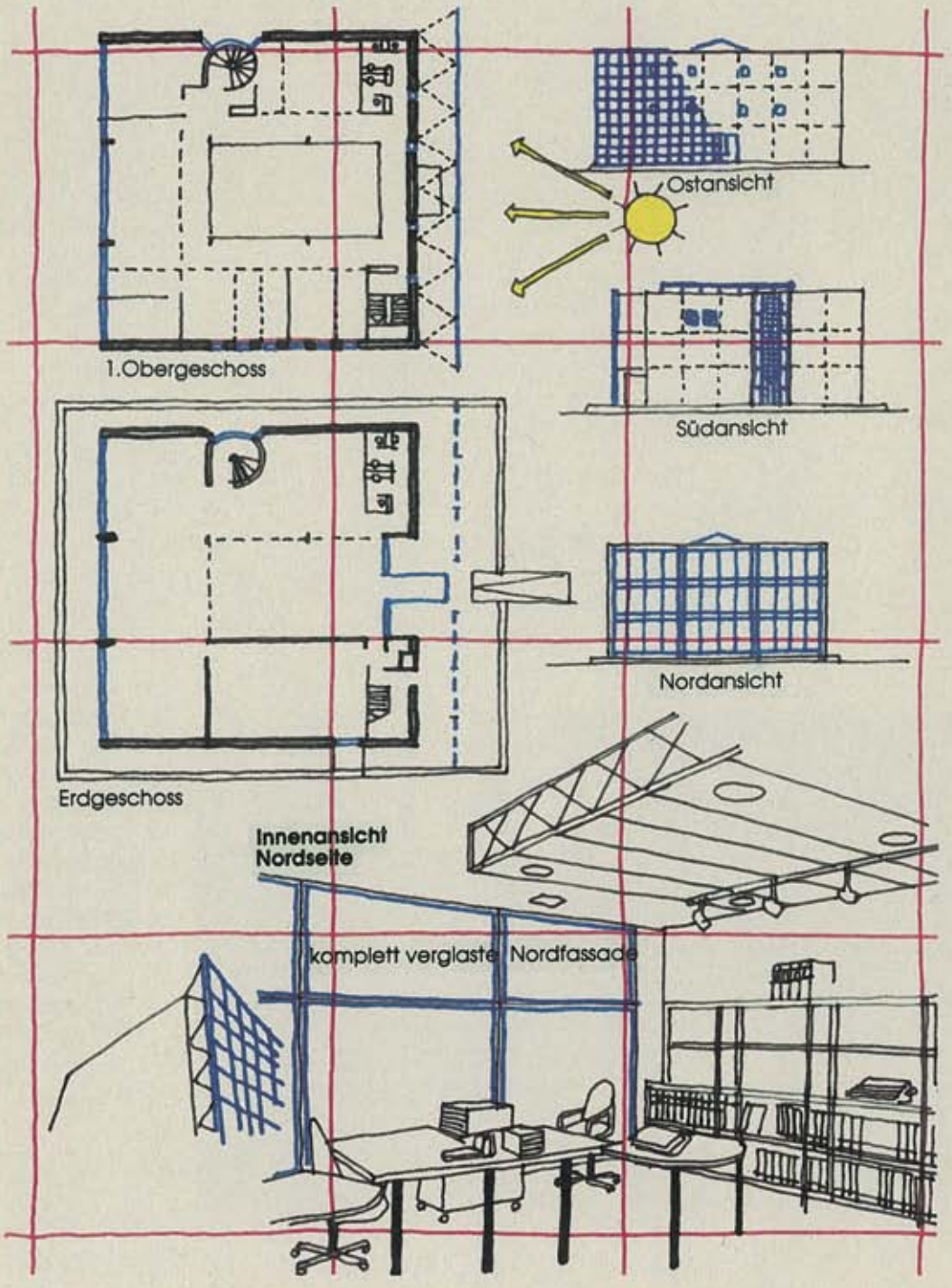
Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		+
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	++	+



Seit Glasbausteinkonstruktionen dank perfektionierter Zweikomponentenkitte wieder wasserdicht hergestellt werden können, erleben diese als flächige Elemente, welche einzigartige Lichterlebnisse vermitteln können, eine Renaissance. Ihre Teiltransparenz prädestiniert sie für die Ausfachung industrieller Skelettbauten, Treppenhausverglasungen, verglaste Brüstungen und andere Öffnungsbereiche, die wenig Aussenkontakt und bescheidene Lichttransmission verlangen.

Nordverglasung

Komplettverglasung



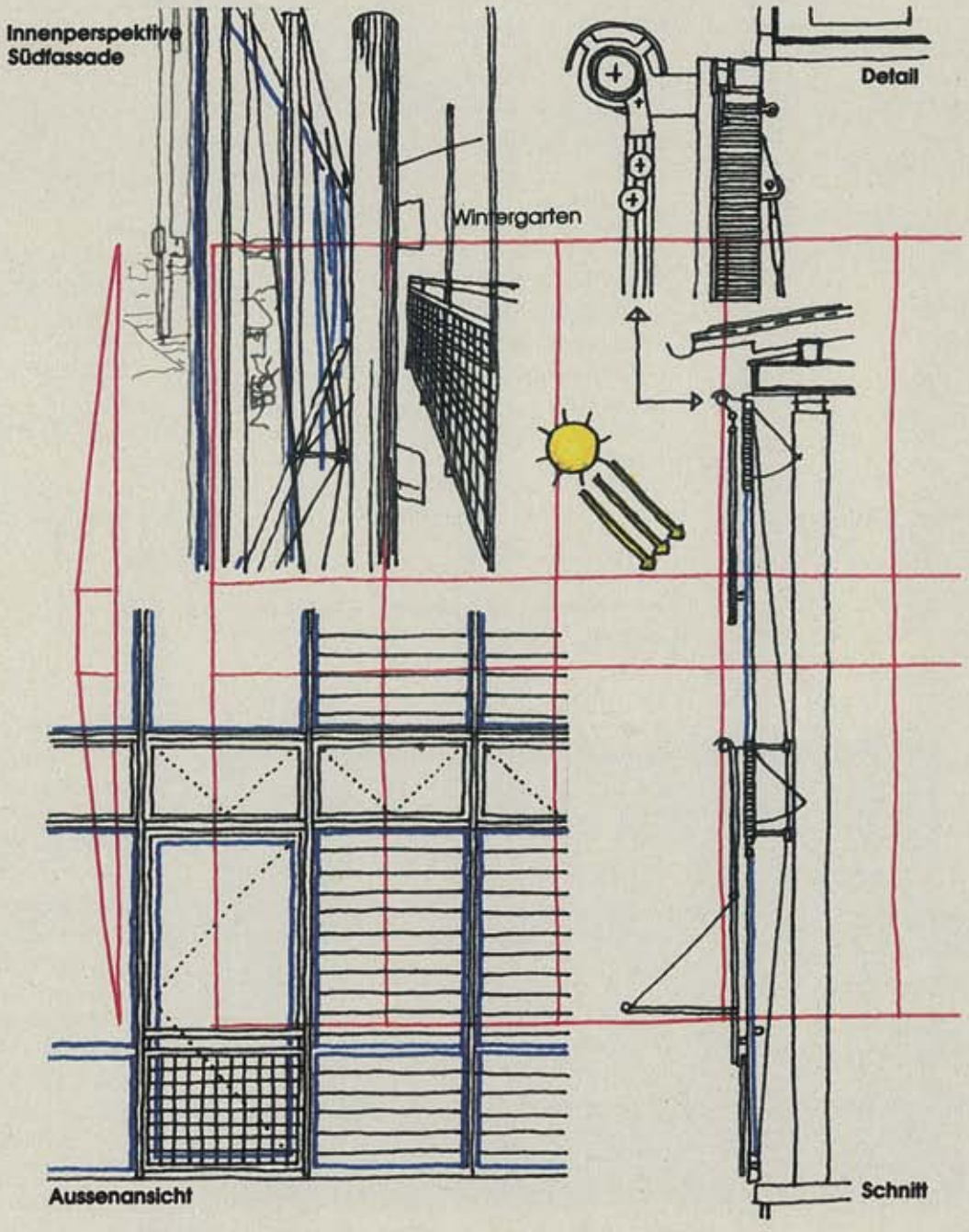
Objektdaten:	**Komplettverglasung**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Neues ERCO-Verwaltungsgebäude	
Architekt:	Hanshan Roebers, Koudum/Roy Lim, Delft	
Standort:	Naarden, Niederlande	
Baujahr:	1992	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Nord
	Fassadenkonstruktion:	stockwerkhohe Verglasung
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 64%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 48%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: 3.0 W/m²K
	Brüstung:	leicht
	Sonnenschutzeinrichtung:	da Nordfassade keine notwendig
	Blendschutz:	keiner

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	++
– Blendungsbegrenzung:	+	+

Die Situierung und Orientierung eines Gebäudes ist für den Architekten erstes, wichtigstes und kostengünstigstes Gestaltungsmittel. Eine voll verglaste Nordfassade braucht in der Regel keinen Sonnenschutz - allenfalls einen Blendschutz, falls benachbarte Südfassaden hell zurückstrahlen. Durch den Wegfall der «Tageslichtverdunkelungsanlage Sonnenschutz» und in Kombination mit einem Oberlicht entsteht ein gleichmässiges Tageslichtmilieu. Nordorientierte Fassaden erhalten etwas weniger Tageslicht bei bedecktem Himmel, vor allem wenn nahe Hügel, Bäume, dunkle Hartbeläge oder bestehende Gebäude die Aussenreflektion mindern. Im vorliegenden Fall wird dieser Verlust durch ein Oberlicht mehr als kompensiert.

Wintergartenfassade

Zweitfassade mit aussenliegendem Textil-Sonnenschutz



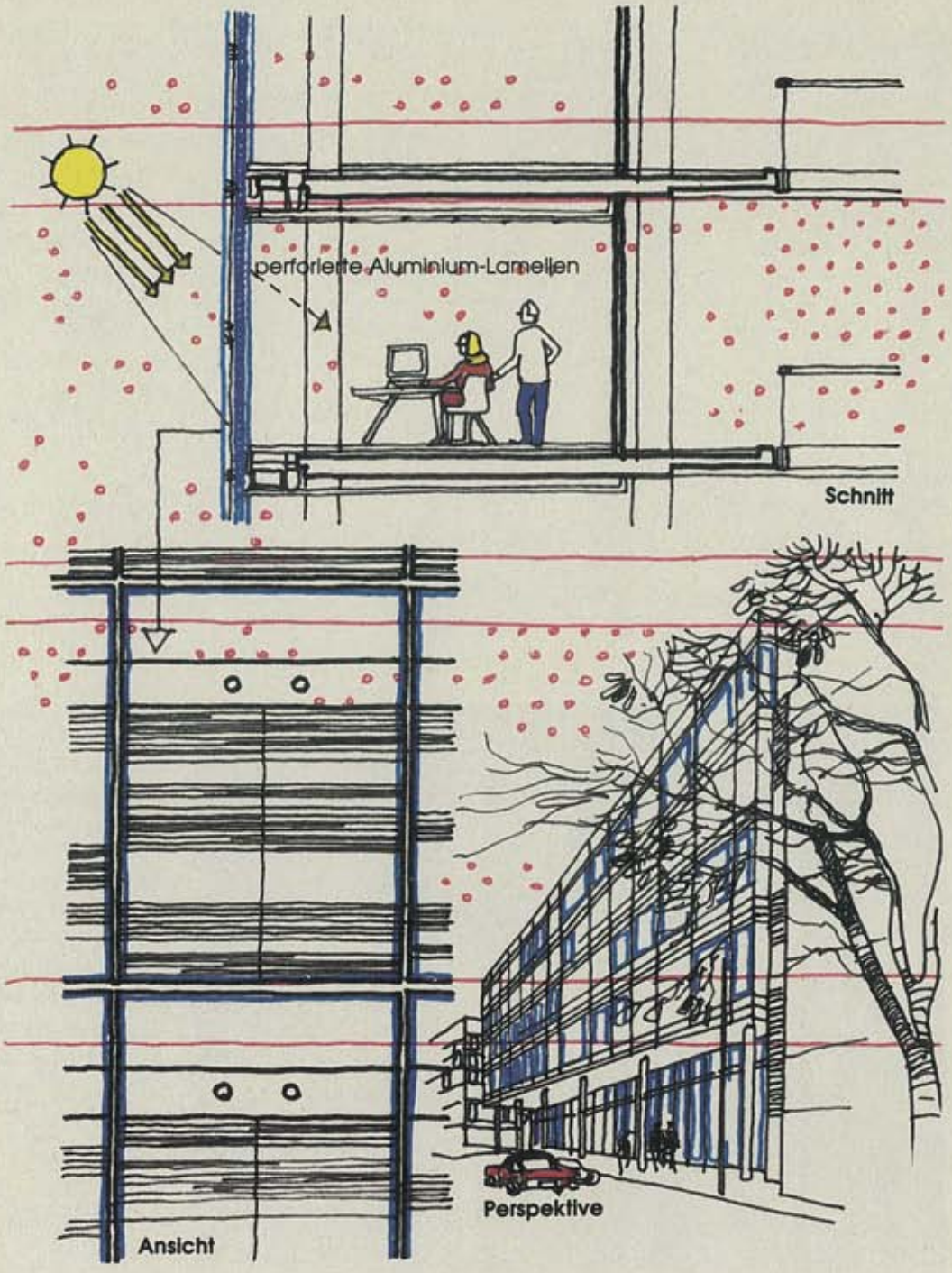
Objektdaten:	**Zweitfassade mit aussenliegendem Sonnenschutz**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Seniorenheim	
Architekt:	Hans Nickl, München	
Standort:	Titting, BRD	
Baujahr:	1991	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd
	Fassadenkonstruktion:	stockwerkhohe Verglasung
	Technische Daten (Schätzung):	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 64%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 48%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 3.0 W/m²K
	Brüstung:	voll verglast
	Sonnenschutzeinrichtung:	Ausstellmarkisen
	Blendschutz:	keiner

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	+	+
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	++
– Blendungsbegrenzung:	+	++

Tageslichtarchitektur fordert die Gestalter in vielfacher Hinsicht. Konstruktiv, gestalterisch, energetisch und tageslichttechnisch überzeugende Lösungen sind auch ohne verspielte High-Tech-Komponenten möglich. In diesem Seniorenheim wurden jeweils zwei Zimmer über Eck auf einen Wintergarten mündend angeordnet. Der entstehende Innenraum wird als klimapuffernder und tageslichtdurchfluteter Wintergarten genutzt. Tageslichtmässig entsteht eine graduelle Abstufung vom hellen Wintergarten-Ambiente zu den geschützteren Individualräumen.

Twin Face

Abluftfassade mit mikroperforiertem Storen



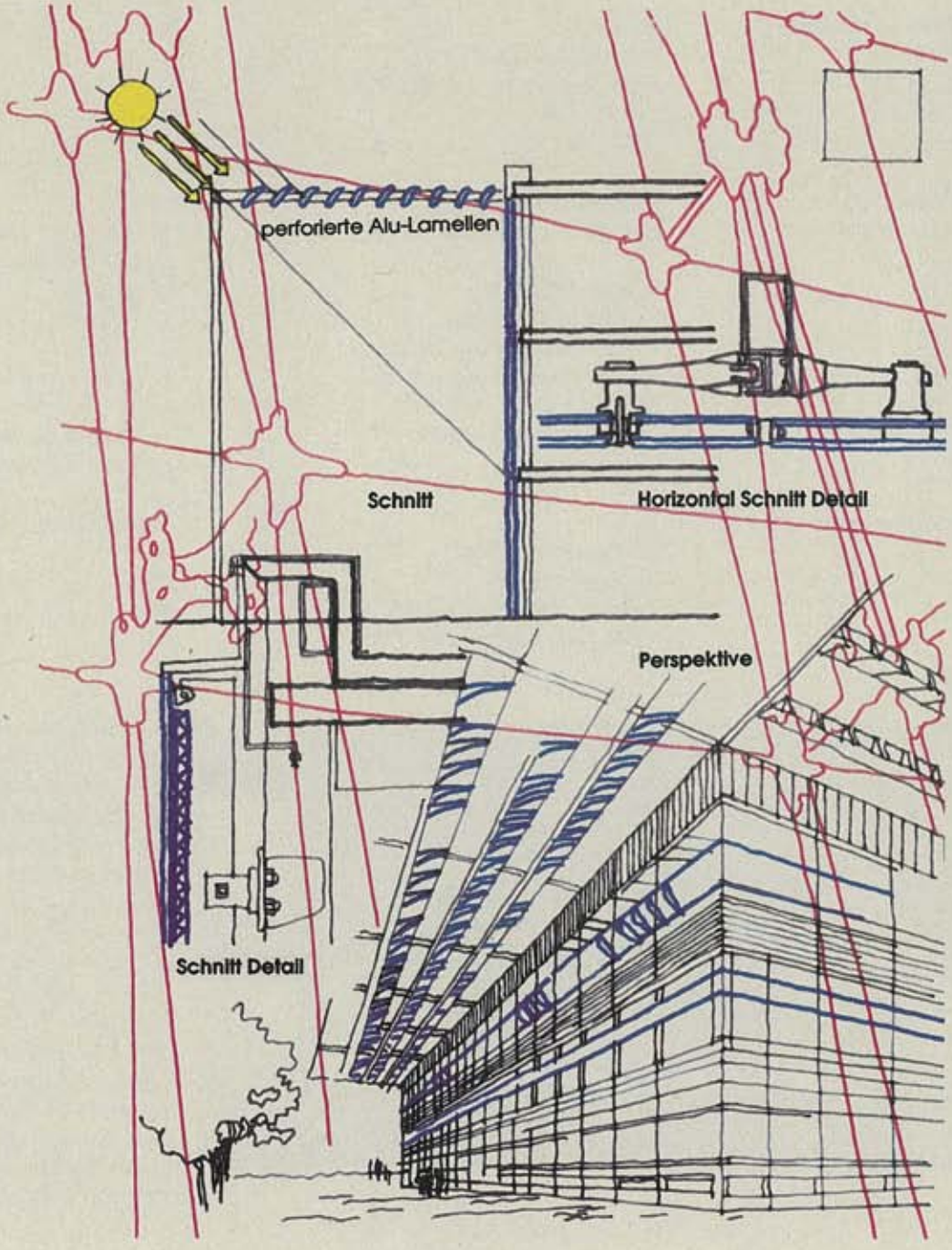
Objektdaten:	**Abluftfassade mit mikroperforiertem Lamellenstoren**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	New Headquarters for ITN	
Architekt:	Sir Norman Foster and Associates	
Standort:	London, UK	
Baujahr:	1991	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd
	Fassadenkonstruktion:	stockwerkhohe Verglasung aussen Grünglas, innen Klarglas
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 64%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 48%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 3.0 W/m²K
	Brüstung:	keine
	Sonnenschutzeinrichtung:	perforierte Alulamellen
	Blendschutz:	perforierte Alulamellen

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	+
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	++	++

Der Traum von der Vorhangfassade ist schon da und dort vom Trauma der sommerlichen Überhitzung und winterlichen Wärmeverluste überschattet worden. Ein Weg, diesem Dilemma zu entkommen, ist die Abluftfassade, welche zwischen zwei Fensterfronten Wärmegewinne abführt. In der «Twin Face»-Fassade kann ein hier mikroperforierter Lamellenstoren im Zwischenverglasungsbereich kostengünstig angeordnet werden. Dadurch ist eine benutzerorientierte und saisongerechte Licht- und Energiemodulation bei hinreichender Blendungsbegrenzung möglich. Im vorliegenden Fall sind die inneren Fenster als Schiebefenster ausgebildet, so dass zu Reinigungszwecken die riesigen Aussenscheiben zumindest von innen zugänglich bleiben.

Structural Glazing

Geschosshohe Vorhang-fassade mit Brise-Soleils



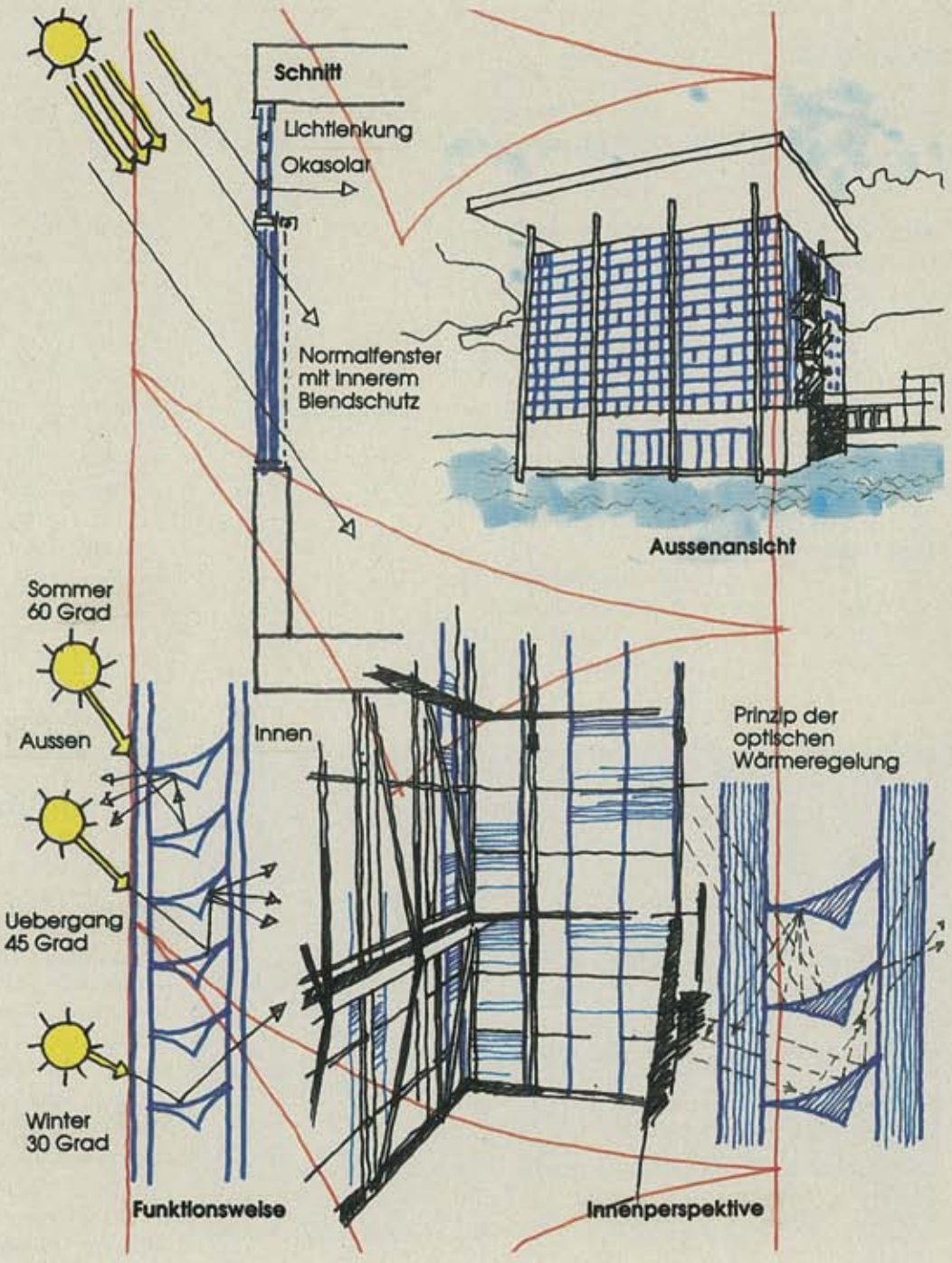
Objektdaten:	**Geschosshohe Vorhangfassade mit Brise-Soleils**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Bürogebäude B8	
Architekt:	Ian Ritchie Associates, London	
Standort:	Stockley Park, Hayes, UK	
Baujahr:	1990	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd, Ost, West
	Fassadenkonstruktion:	«PLANAR»-Verglasung (structural glazing)
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 55%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 45%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.9 W/m²K (Low E)
	Brüstung:	verglast k = 0.45 W/m²K
	Sonnenschutzeinrichtung:	fest montiertes Aluminium «Mouillon-System»
	Blendschutz:	teilweise Vertilam-Vorhänge durch Mieter teilweise bedrucktes Glas

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	++
– Blendungsbegrenzung:	++	+

Bei «Structural Glazing»-Fassaden werden tragende Fensterprofile im Rauminnern angeordnet. Die Isoliergläser werden (z.B. im Planar-System) durch filigrane Befestigungen in vier Ecken gehalten und erlauben höchste Tageslicht-Transmission. Hier ist die Sonnenschutzkonstruktion formal, konstruktiv und funktional von der eigentlichen Fassadenebene entkoppelt. Sie schwebt in Form perforierter Grosslamellen an einem aufgelösten Vordach und wird zum eigenständigen Gestaltungselement der Gebäudearchitektur. Die ausladende Sonnenschutzkonstruktion beschattet die Fassade in ganzer Höhe. Sie gewährleistet genügend Aussenkontakt und Lichtzutritt, da diffuses Himmelslicht bei bedecktem Himmel zwischen den Sonnenschutzlamellen durchtritt. Zur Blendungsbegrenzung wird nutzerspezifisch ein innerer Blendschutzvorhang aufgehängt, dessen Wirkung durch feine weisse Siebdruckstreifen auf der Aussenseite der Brüstungsscheiben unterstützt wird.

Lichtlenkoberlicht

Optisch geregelter Sonnenschutz als Isolierglas-Inlet

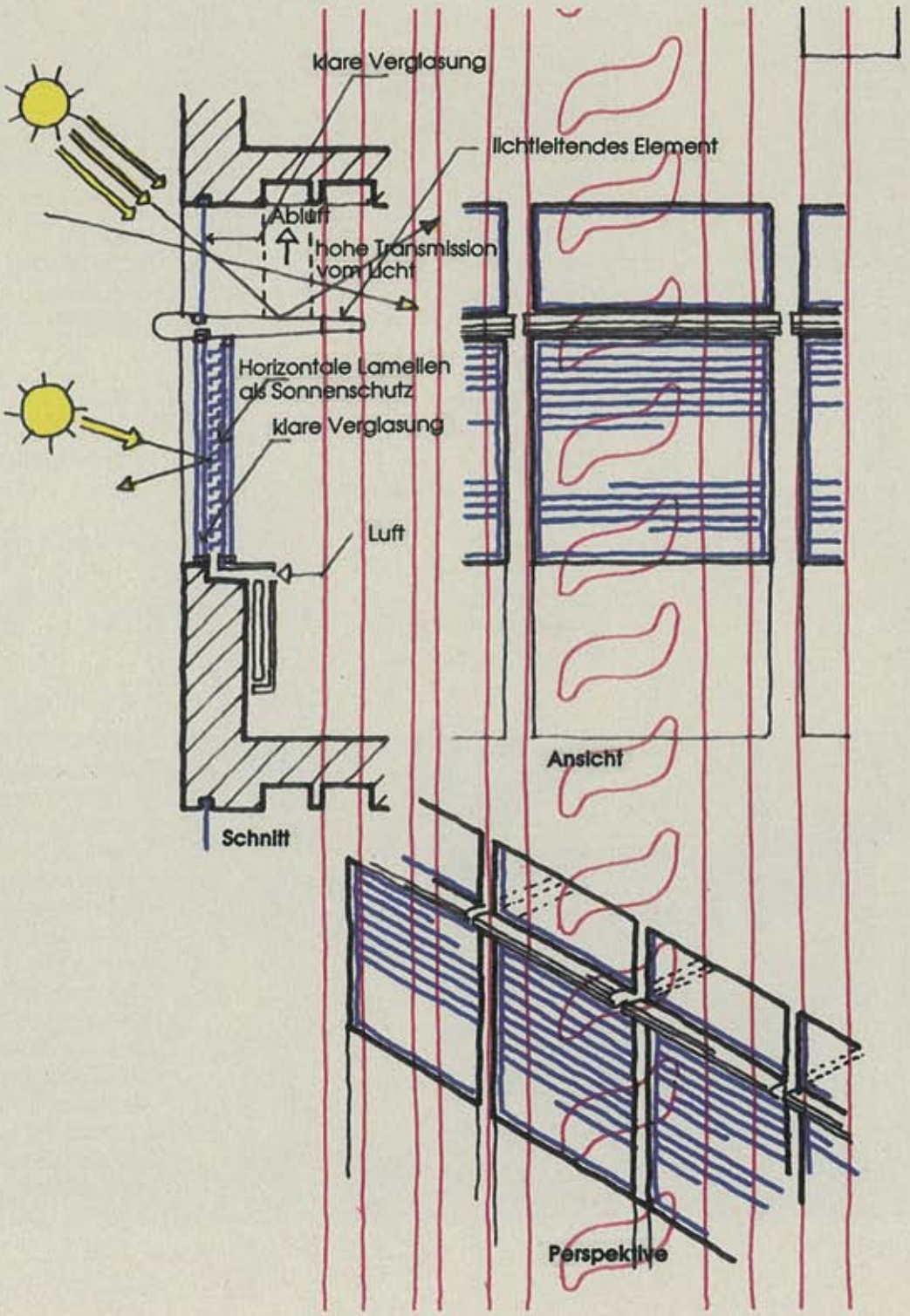


Objektdaten:	**Optisch geregelter Sonnenschutz**		
Referenzobjekt:	Neubau		
Bauherr:	Kantor Haans, Tilburg, NL		
Architekt:	Jo Coenen, Eindhoven, NL		
Standort:	Tilburg		
Baujahr:	1991		
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd	
	Fassadenkonstruktion:	Fensterbänder	
	Technische Daten:	Verglasung	Isolierglas mit Inlet
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 79%	~ 5–60% je nach Sonneneinfallswinkel
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 64%	~ 24–77%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.3 W/m²K	~ 1.6 W/m²K
	Brüstung:	Leichtbauelement	
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	keine	
Funktionsbeurteilung:		bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
	– Tageslichtnutzung:	+	++
	– Sonnenschutz:		++
	– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
	– Blendungsbegrenzung:	+	+

Die Fensterzone, die am ehesten eine Reduktion des visuellen Aussenkontaktes erlaubt, ist der Oberlichtbereich. Gleichzeitig unterstützen Oberlichter die Einstrahlung des besonders ergiebigen Zenitlichtes. Neuere Produkte (z.B. der optisch geregelte Sonnenschutz) haben eine diesbezüglich selektive Wirkung. Während direkte Sonnenstrahlung einer hochstehenden Sommersonne zurückreflektiert wird, dringt diffuses Himmelslicht und eine tieferstehende Wintersonne in die Raumtiefe. Die saisonvariable Wirkungsweise, die absolut farbneutrale Tageslichttransmission sowie die nicht ganz streifenfreie Blendungsbegrenzung machen diese neuartigen Isolierglas-Inlets zum einfach zu handhabenden Bauteil für jede Gebäudearchitektur.

Lichtschwert

Tageslichtumlenkung über Schwert



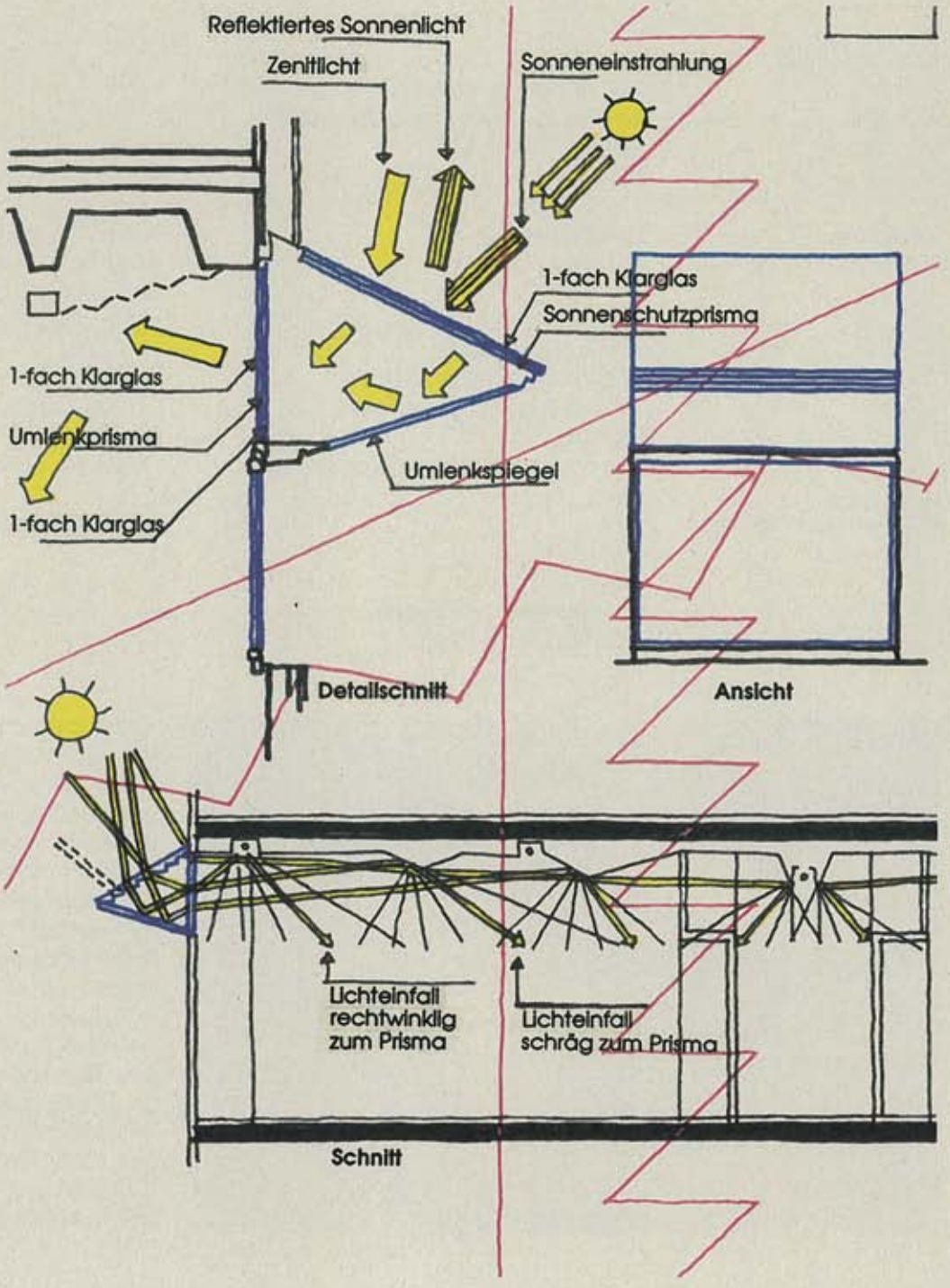
Objektdaten:	**Tageslichtumlenkung mit Lichtschwert**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Cenergia Energy Consultants	
Architekt:	Henning Larsen Architects, Tegnestue	
Standort:	Ballerup, Denmark	
Baujahr:	1994	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Südost, Südwest
	Fassadenkonstruktion:	Abluftfenster mit horizontalen Lamellen im Glaszwischenraum und Lichtschwert
	Technische Daten (Schätzung):	Verglasung Abluftfenster mit Sonnenschutz
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 30%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 25%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 2.0 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	Lichtschwert und Lamellenstoren

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	++

Lichtschwerter, im Süden der USA eher als «Sunlight protector» denn als «light shelf» aufgekommen, können eine günstige Tageslichtverteilung in tieferen Räumen bewirken: die Beleuchtungsstärke und die Leuchtdichten werden in den fensternahen, für Arbeitsplätze attrraktiven Zonen deutlich herabgesetzt. Die Raumtiefe wird durch Deckenaufhellung besser tagesbelichtet. Diese Lösungen funktionieren um so eher, als das Lichtschwert aus der Fassade hervorkragt und – bei erhöhtem Verbauungsgrad – nach oben angewinkelt wird. Dem sommerlichen Wärmeschutz sowie der Blendungsbegrenzung in der Mittelfensterzone muss Beachtung geschenkt werden. Das Lichtschwert kann auch zum Funktionsträger für haustechnische Installationen werden.

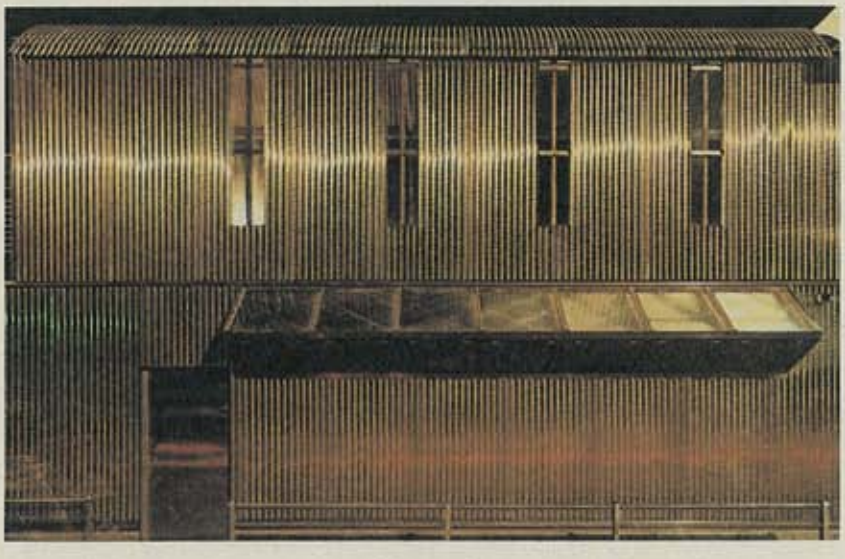
Prismenoberlicht

Tageslichtsystem mit Umlenkspiegel und reflektierender Lichtlenkdecke



Objektdaten:	**Tageslichtsystem mit Umlenkspiegel**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Hans Vaucher	
Architekt:	Atelier 5, Bern	
Lichtplanung:	Chr. Bartenbach, Innsbruck	
Standort:	Walther & Müller, Bern	
Baujahr:	1983	
Tageslicht-nutzungselement:		Prismensonnenschutz, Lichtlenkspiegel und Umlenkprismen
	Fassadenorientierung:	Ost, West
	Fassadenkonstruktion:	Leichtbau aus Aluminium
	Technische Daten:	Verglasung
	– Tageslichtquotient:	TQ: ~ 2% im Mittel
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 20% abhängig vom Sonnenstand
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 2.0 W/m²K
	Brüstung:	Licht- und Ausblendöffnung getrennt, Lichtöffnung als Oberlichtband
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	integrierter Sonnen- und Blendschutz

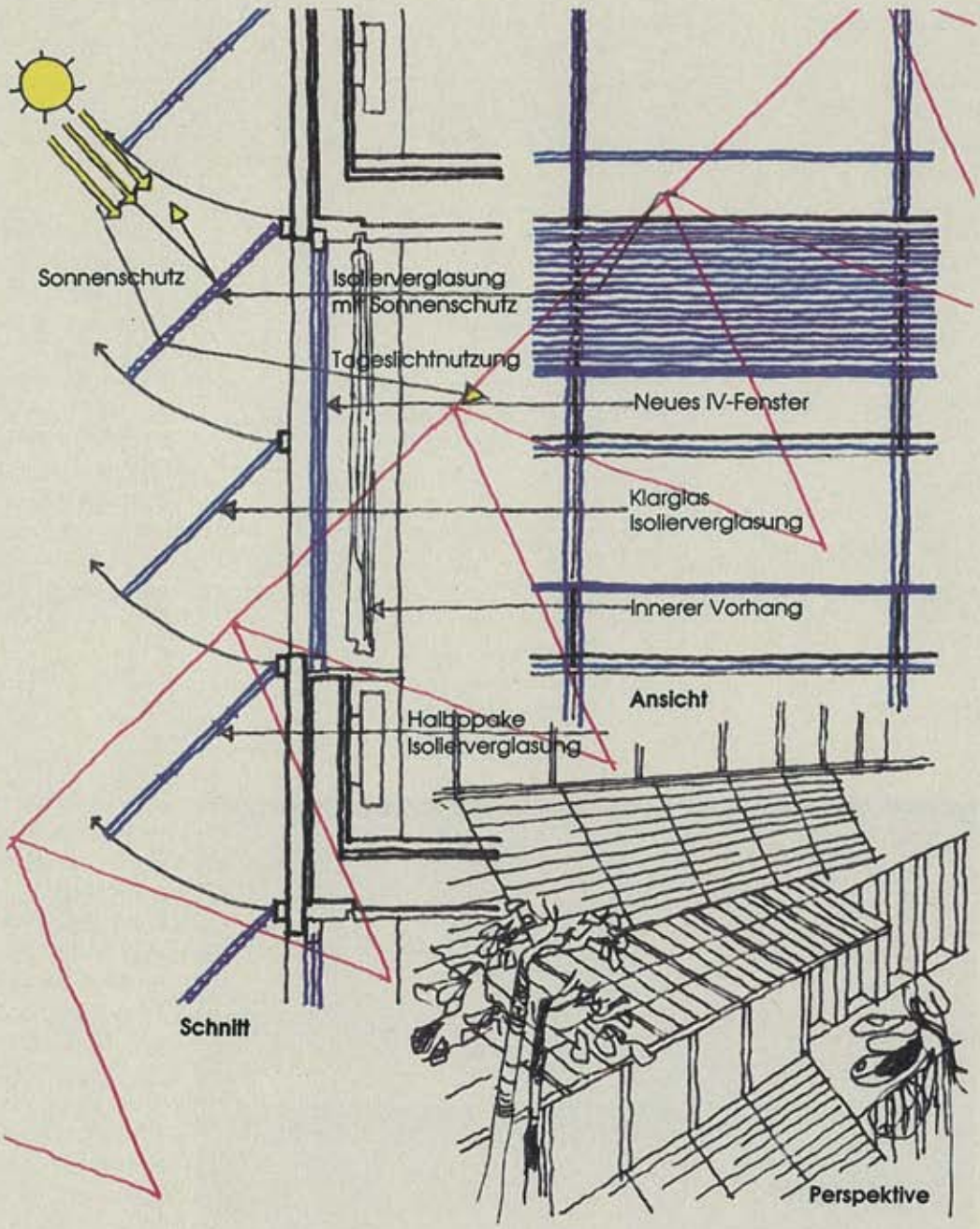
Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	+	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
– Blendungsbegrenzung:	++	++



Einer alten Faustregel zufolge beschränkt sich Tageslichtnutzung auf eine Raumtiefe von maximal doppelter Fensterhöhe. Tageslichtsysteme können ein mehreres. Durch konsequente Tageslichtumlenkung und speziell ausgeformte Deckengestaltung sollten Arbeiten bei Tageslichtbedingungen auch in Bereichen bis zu 7 Metern Raumtiefe möglich sein. Das einfallende Tageslicht wird durch eine doppelte Prismenlage und Umlenkspiegel in die Raumtiefe umgelenkt. Mehrlagige, fest montierte und wetterexponierte Prismen-Systeme erfordern allerdings einen präzisen Einbau und konsequente Reinigung. Auch sollte die Deckenoberfläche zur Verhinderung von sich bewegenden Wolkenbildern aus einem Material mit niedriger Eigenleuchtdichte bestehen (z.B. matt poliertes Aluminium).

Prismenflügel

Dynamisch gesteuerte Fensterflügel mit verstellbaren Plexiprismen

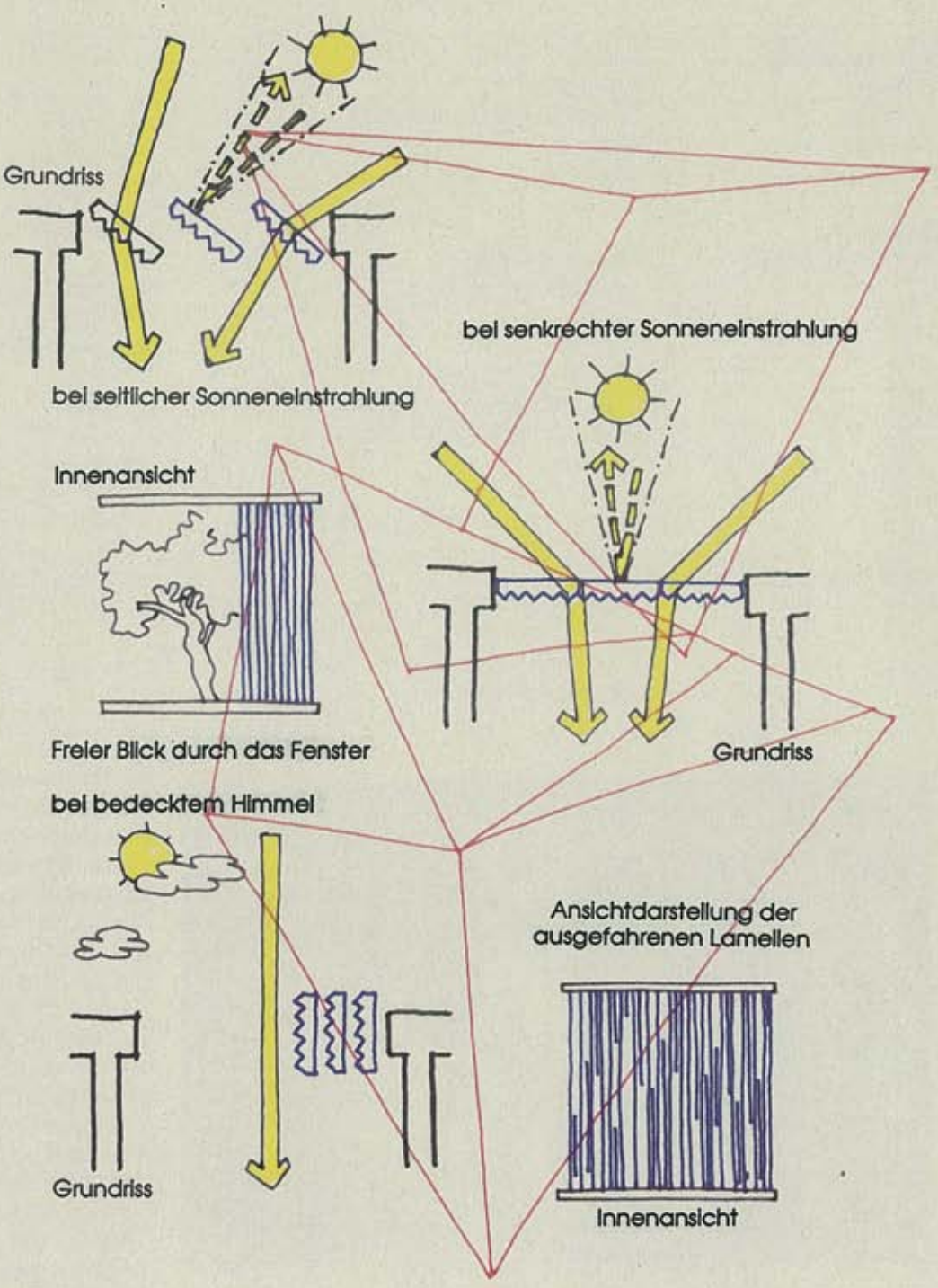


Objektdaten:	**Dynamisch gesteuerte Fensterflügel mit Prismen**		
Referenzobjekt:	Umbau		
Bauherr:	SUVA, Basel		
Architekt:	Herzog und de Meuron, Basel		
Standort:	Basel		
Baujahr:	1993		
Tageslicht-nutzungselement:		Prismaelement	
	Fassadenorientierung:	Ost	
	Fassadenkonstruktion:	Holz-Metall-Fenster mit Wärmeschutz-verglasung	
	Technische Daten:	Verglasung ohne Prisma	
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 79%	
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 64%	
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.3 W/m²K	
	Brüstung:	halbopake Isolierverglasung vor Massivbrüstung	
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	Vorhang, Prisma als Sonnenschutz	
Funktionsbeurteilung:		bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
	– Tageslichtnutzung:	+	++
	– Sonnenschutz:		++
	– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
	– Blendungsbegrenzung:	+	+

Das Prinzip der Totalreflexion auftreffender direkter Sonnenstrahlung funktioniert bei einer sonnenstandsgerechten Nachführung von Plexiprismenflügeln am besten. Bei Sanierungen können derartige Plexiprismenflügel in eine «zweite Gebäudehaut» integriert werden und ermöglichen, in Kombination mit Lüftungsflügeln, eine Klimamodulierung mit passiven Mitteln. Quantitativ ist die Tageslichtausbeute bei normal dimensionierten Lochfenstern und bei hohem Rahmenanteil bescheiden. Erfreulich ist jedoch die Möglichkeit, im Sommer – ähnlich wie bei einer textilen Ausstellmarkise – den Sichtkontakt zur Aussenwelt aufrechtzuerhalten, während der Sonnenschutz in Funktion ist. Der regel- und antriebstechnische Aufwand für die Flügelverstellbarkeit ist allerdings erheblich.

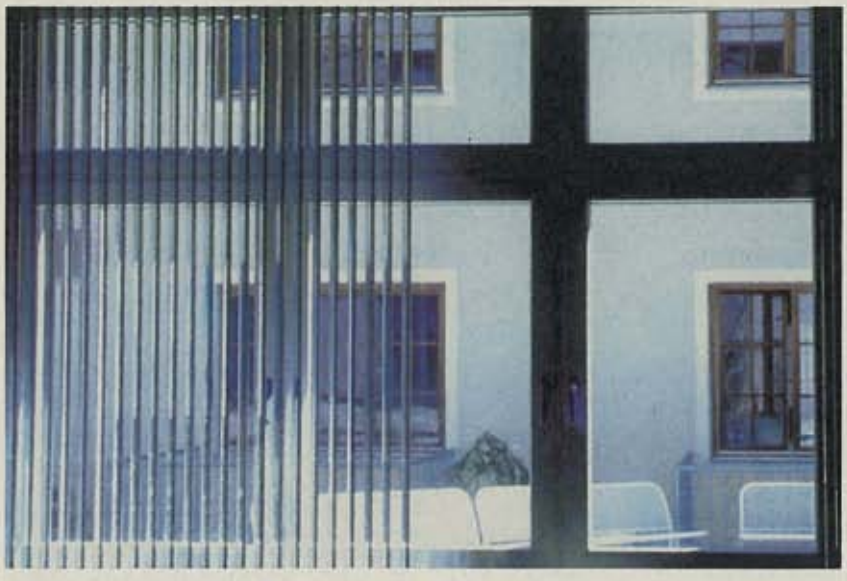
Prismenvorhang

Nachgeführte Plexiprismenvorhänge mit innerem Blendschutzstoren



Objektdaten:	**Nachgeführte Plexiprismenvorhänge**	
Referenzobjekt:	Umbau	
Bauherr:	Maho AG	
Architekt:	H. G. Wägenbaur, Tübingen	
Lichtplanung:	Chr. Bartenbach, Innsbruck	
Standort:	Pfronten/Allgäu, Deutschland	
Baujahr:	1988	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Nordost, Nordwest, Südwest
	Fassadenkonstruktion:	konventionelle Massivbauweise
	Technische Daten:	Verglasung mit Plexiprismen
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 50%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 14–24%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 2.5 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnenschutzeinrichtung:	Plexiprismen, vertikal drehbar und verschiebbar
	Blendschutz:	innere Aluminium-Umlenkjalousie

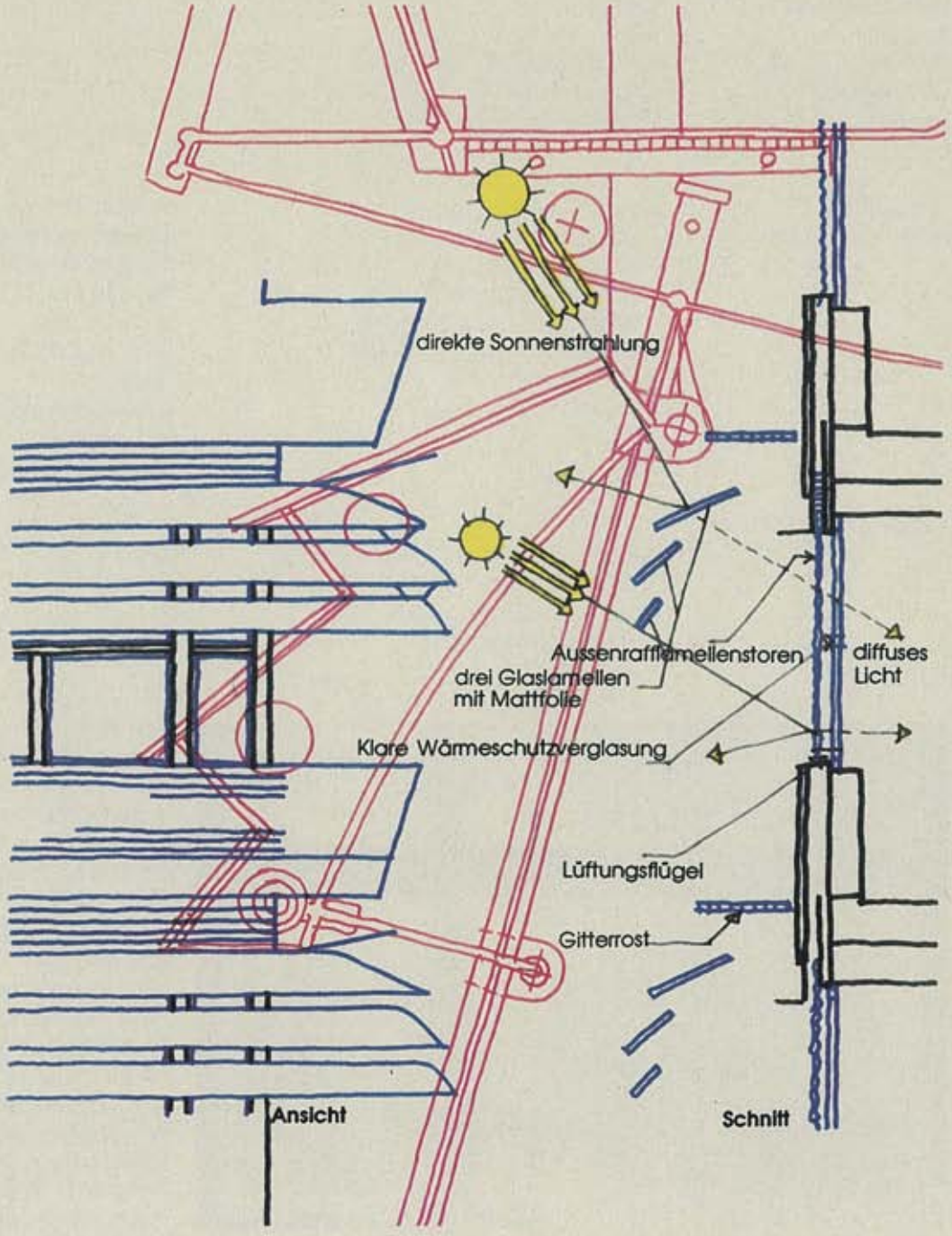
Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	++	++



Eine Weiterentwicklung von Tageslichtsystemen aus sonnenstandsgerecht nachgeführten Plexiprismen stellen im Rauminnern vorhangartig aufgehängte Plexiprismenstreifen dar. Falls die Sonne nicht auf die Fassade scheint, werden die ganzen Vorhangpakete zur Seite gefahren und gewähren – bei bedecktem Himmel – vollen Tageslichtzutritt bei bestem visuellem Aussenkontakt. Hinter dem Plexiprismenvorhang kann ein zusätzlicher Blendschutzvorhang angebracht werden, der die Leuchtdichte im Sichtbereich reduziert und das Tageslicht über reflektierende Decken in die Raumtiefe lenkt. Diese baulich aufwendige, aber vom visuellen Komfort und von der energetischen Funktionsweise her gute Lösung, eignet sich vor allem bei Bauten, wo die Fassade nicht verändert werden darf und wo an den Beleuchtungskomfort tieferer Räume (z.B. bei Büroeinbauten von Banken, Versicherungen etc.) höchste Anforderungen gestellt werden.

Glasschild

Glaslamellen an Klima-Service-Fassade

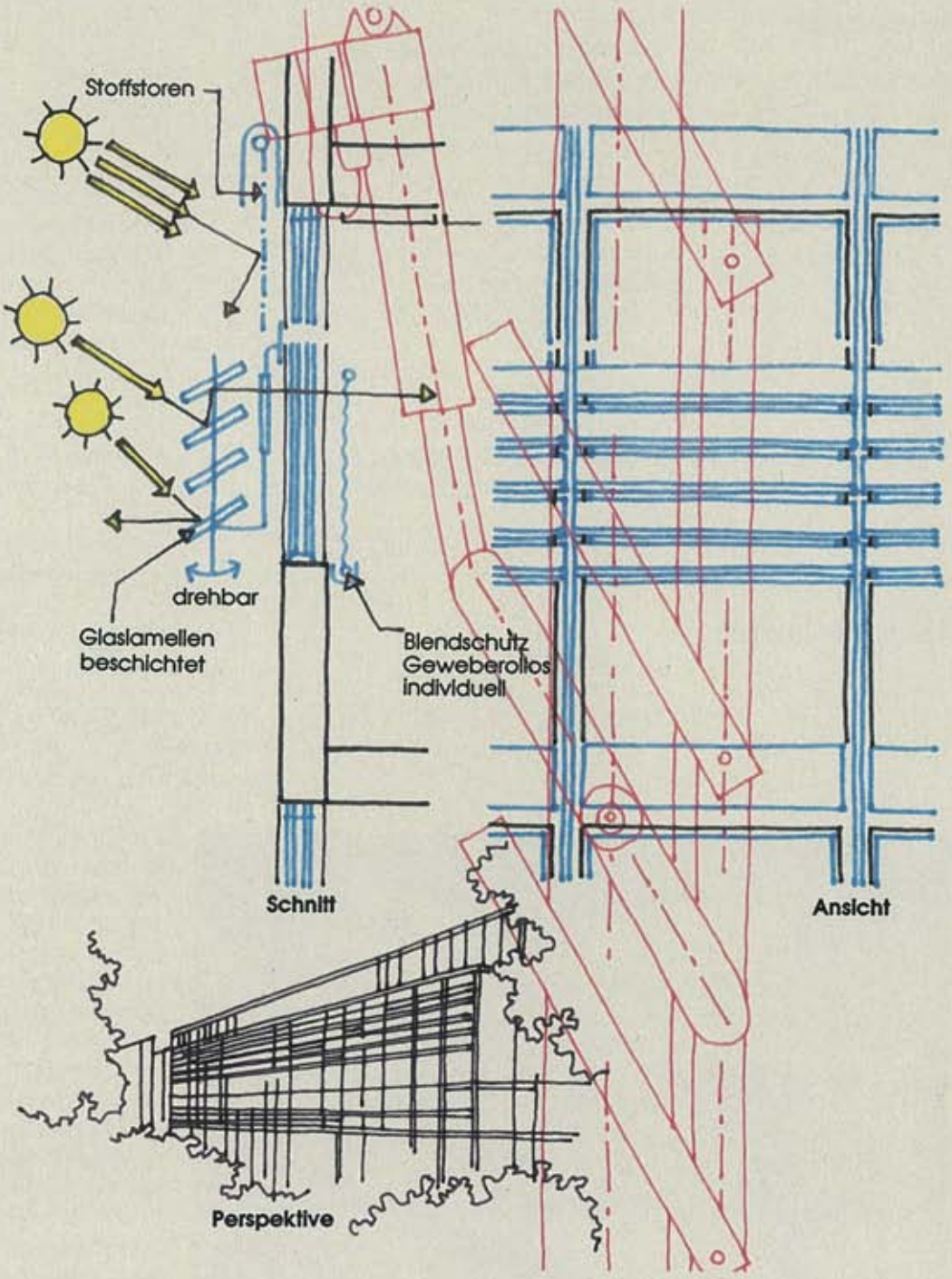


Objektdaten:	**Glaslamellen an Klima-Service-Fassade**		
Referenzobjekt:	Umbau		
Bauherr:	ETH, Institutsgebäude (Alt-EMPA)		
Architekt:	Fosco Fosco Vogt, Zürich		
Standort:	Clausiusstrasse, Zürich		
Baujahr:	1993		
Tageslicht-nutzungselement:		Feststehende, dreiteilige aussenliegende Glaslamellen, bestehend aus VSG mit innenliegender Mattfolie	
	Fassadenorientierung:	West	
	Fassadenkonstruktion:	Fensterbänder mit hinterlüfteten Brüstungsverkleidungen, Reinigungsbalkone mit Brises-Soleil	
	Technische Daten:	Verglasung	Glaslamellen
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 79%	~ 70%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 64%	~ 58%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.3 W/m²K	~ 5.0 W/m²K
	Brüstung:	massiv	
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	Rafflamellenstoren für starke Sonne bzw. Glaslamellen für schwache oder diffuse Strahlung	
Funktionsbeurteilung:		bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
	– Tageslichtnutzung:	+	+
	– Sonnenschutz:		++
	– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
	– Blendungsbegrenzung:	+	+

Bei Klima-Service-Fassaden, wie sie im Krankenhaus-, Instituts- oder Bürobau anzutreffen sind, kann an vorgehängten Lisenen ein Sonnen- und Blendschutzelement integriert werden. Sonnenschutzgläser können Nachbarn blenden. Ein schuppenförmiger Glasschild lässt einer niedrigstehenden Wintersonne ungehinderten Zutritt. Eine höherstehende Sommersonne muss das fest montierte Sonnenschutzglas sowie die Storen durchdringen. Dieses thermisch entkoppelte Sonnenschutzsystem gewährleistet eine sehr gute Sonnenschutzwirkung, bei bedecktem Himmel annehmbaren Tageslichtkomfort und einen – ausser bei abgesenkten Storen – guten visuellen Kontakt zur Aussenwelt. Geneigte Gläser haben bei witterungsexponierter Lage einen gewissen Selbstreinigungeffekt.

Glaslamellen

Nachgeführtes Glaslamellenpaket



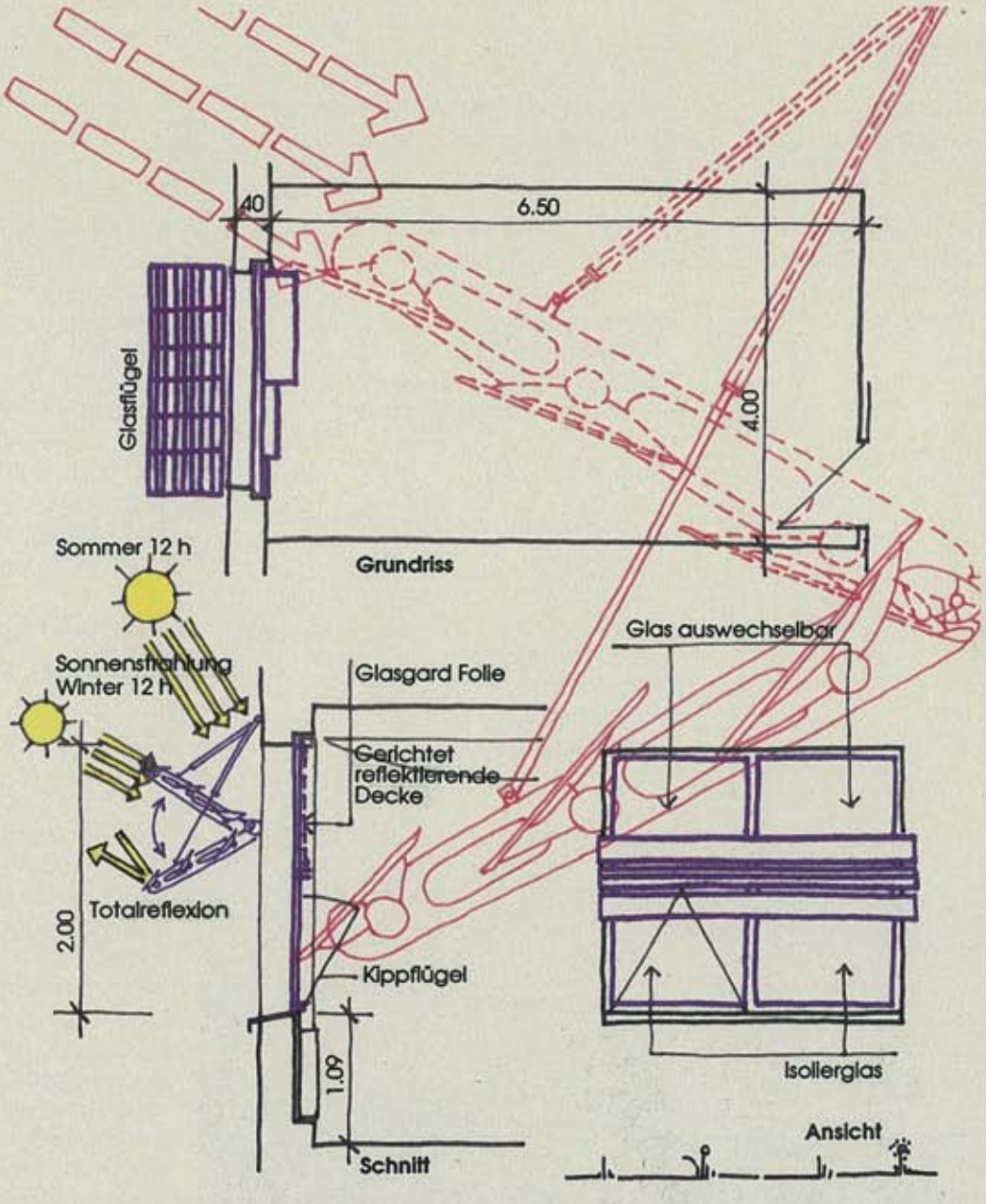
Objektdaten:	**Nachgeführtes Glaslamellenpaket**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Konstruktionsbüro Josef Gartner & Co.	
Architekt:	Kurt Ackermann und Partner Architekten	
Standort:	Gundelfingen	
Baujahr:	1991	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd-Südwest/Nord-Nordost
	Fassadenkonstruktion:	beheizte Stahlfassade, integrierte Fassade System Gartner
	Technische Daten:	Verglasung mit Lamellen
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 63% bis auf 14% einstellbar
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 47% bis auf 7% einstellbar
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: Fenster ~ 0.9 W/m²K (0.7 W/m²K Kryptongläser)
	Brüstung:	Leichtbauweise mit k = 0.4 W/m²K mit integriertem Quelluftauslässen
	Sonnenschutzeinrichtung:	äussere Glaslamellen motorisch verstellbar
	Blendschutz:	Geweberollo manuell absenkbar

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	++	++

Drehbare Glaslamellen an einer vorgehängten Klima-Service-Fassade reflektieren bei einer sonnenstandsgerechten Nachführung (nach dem astronomischen Kalender) die direkte Sonnenstrahlung optimal und schützen damit die dahinterliegenden Räume vor Überhitzung. Falls die Sonne nicht scheint, können die Lamellen zur Verbesserung der Zenitlicht-einspiegelung um ihre Horizontalachse verschwenkt werden. Sie leisten dann einen erheblichen Beitrag an die Aufhellung raumtieferer Zonen. Ein (innen- oder aussenliegender) Blendschutz ist unerlässlich. Die Glaslamellen müssen periodisch gereinigt werden.

Glasflügel

Dreh- und schwenkbare Glaslamellen



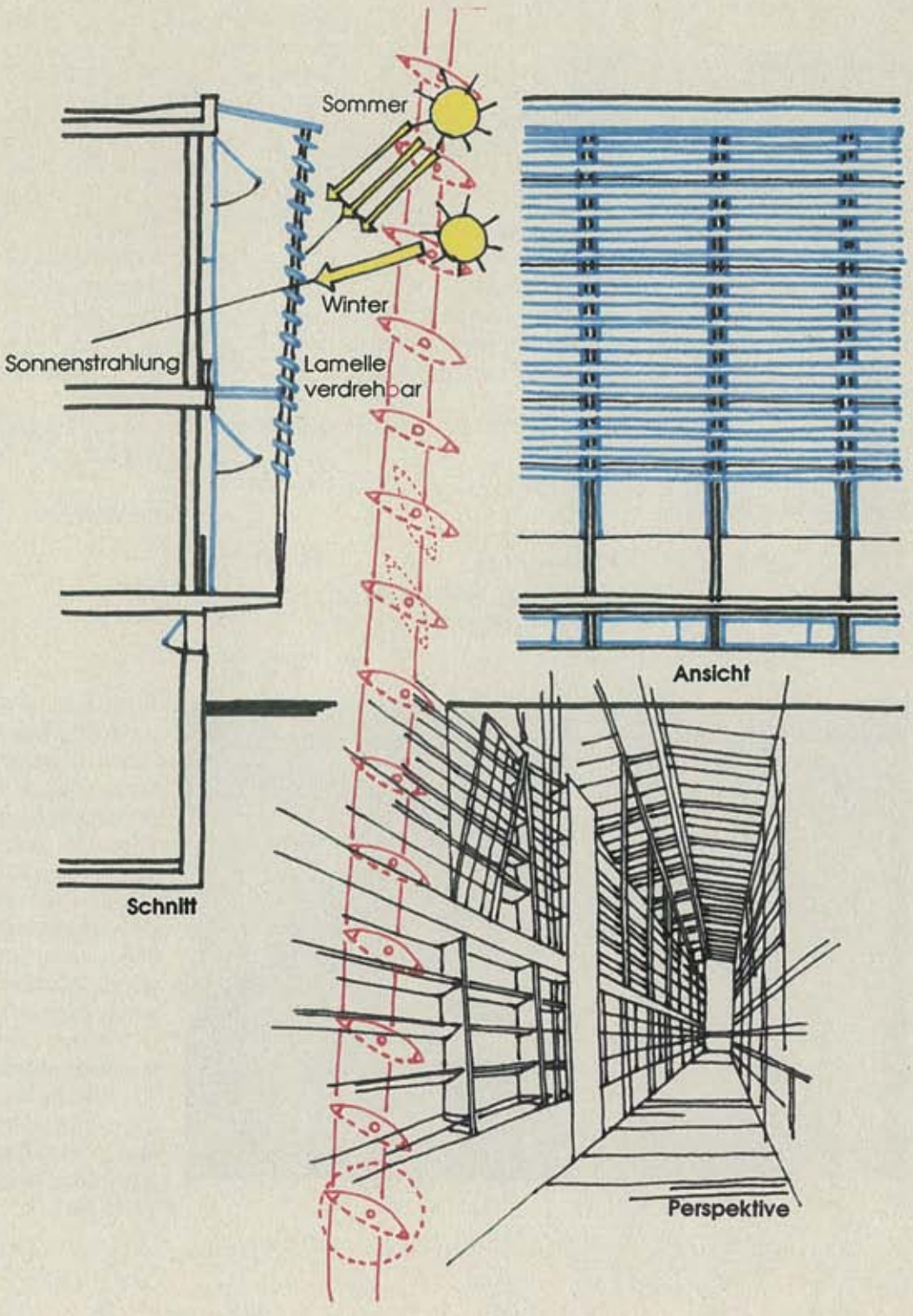
Objektdaten:	**Dreh- und schwenkbare Glaslamellen**	
Referenzobjekt:	Prototyp	
Bauherr:	DIANE	
Architekt:	Reto P. Miloni	
Standort:	SRO-Areal, Berninaplatz, Zürich	
Baujahr:	1993	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Südost
	Fassadenkonstruktion:	Pfosten-Riegel
	Technische Daten:	Verglasung mit 2fach-OPTIWHITE
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 85%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 72%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.3 W/m²K
	Brüstung:	massiv
	Sonnenschutz- und Tageslichtlenkelement:	beweglicher Glasflügel
	Blendschutz:	manuell bedienbare Innenstoren

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	++	++

Glaslamellen mit einem dreh- und schwenkbaren Glasflügelpaket aus Sonnenschutzgläsern haben eine doppelte Funktion: erstens können sie durch Verdrehen der Gläser gegen die Fassade bei bedecktem Himmel besonders lichtreiches Zenitlicht durch das Oberlichtband einspiegeln und so die Tageslichtverhältnisse im Raum verbessern. Zweitens kann das verschattende Flügelpaket je Fassadenorientierung, Sonnenstand und Tageszeit jeweils motorisch nach Erfordernis als Sonnenschutz abgesenkt werden. Die Verdunkelung der Fassade durch die Sonnenschutzgläser ist in jedem Betriebszustand minimal. Die Tageslichtnutzung bleibt bei jeder Himmelsart optimal und der visuelle Komfort ist gewährleistet – vorausgesetzt, ein arbeitsplatzorientierter Blendschutz im Rauminnern ist vorhanden.

Metallamellen

Nachgeführte Grosslamellen



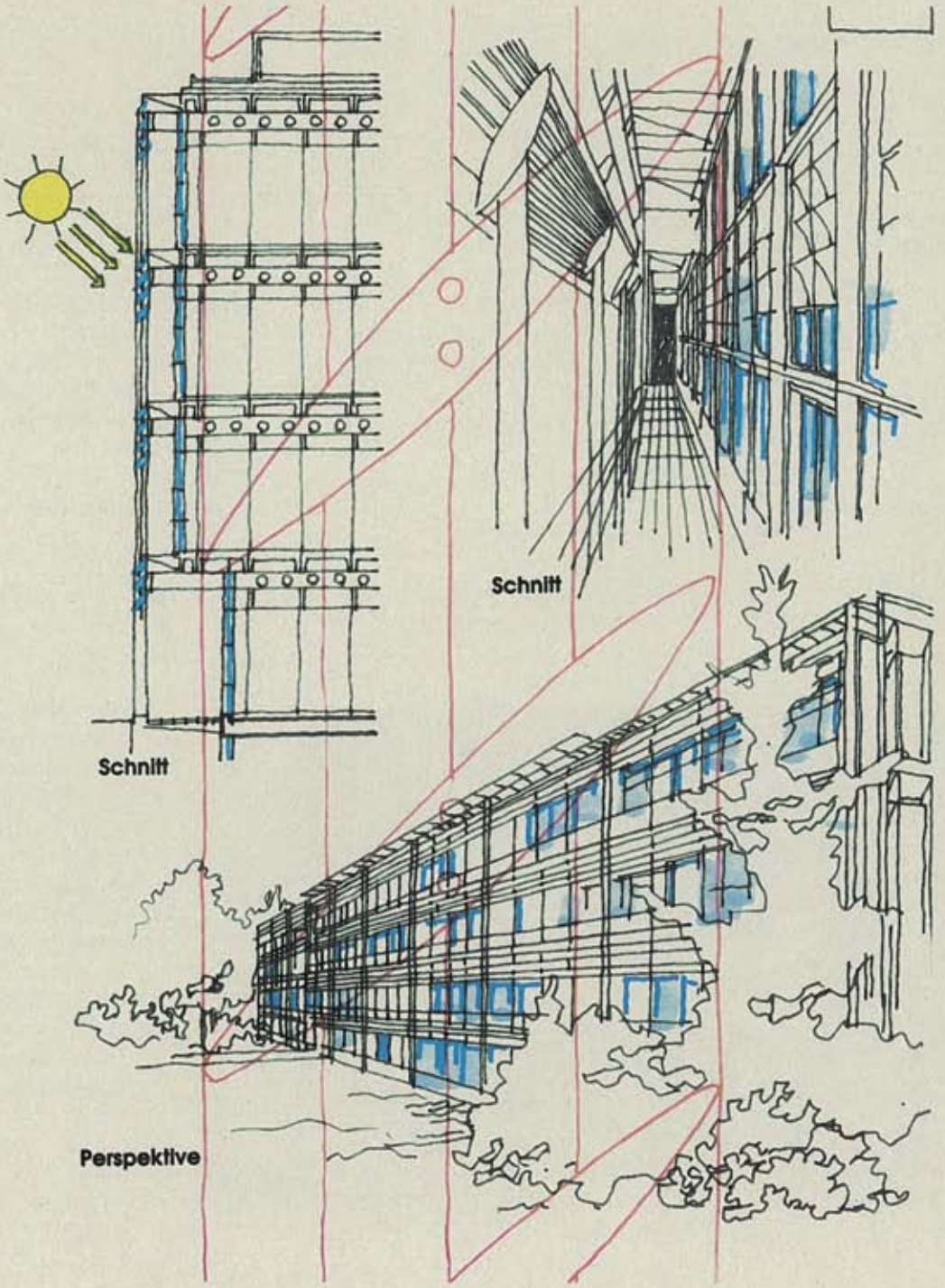
Objektdaten:	**Nachgeführte Alu-Grosslamellen**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Buchbinderei Burkhardt	
Architekt:	Theo Hotz	
Standort:	Mönchaltorf ZH	
Baujahr:	1985	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd, Ost
	Fassadenkonstruktion:	Element/Pfosten-Riegel
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 79%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 64%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.3 W/m²K
	Brüstung:	Leichtbauweise
	Sonnenschutzeinrichtung:	Aussenliegende, drehbare Metallamelle
	Blendschutz:	keiner

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	+	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
– Blendungsbegrenzung:	+	+

Motorisch über Schubstangen angetriebene Grosslamellen aus extrudierten Alu-Profilen (oder abgekanteten Blechen) sind eine Möglichkeit, bei geringem Schliesswinkel noch einen guten Aussenkontakt und Restlichtdurchgang zu gewährleisten. Die Lamellen werden sonnenstands- und benutzabhängig ausgerichtet. Grosslamellen erlauben grosse Spannweiten (Lisenenabstände), die von keinem anderen Sonnenschutzsystem erreicht werden. Die Blendung muss bei fensterorientierten Arbeitsplätzen durch ein Lichtmodulationselement (z.B innenliegender Screen) kontrolliert werden.

Lochlamellen

Gelochte Sonnenschutz-lamellen, fest montiert



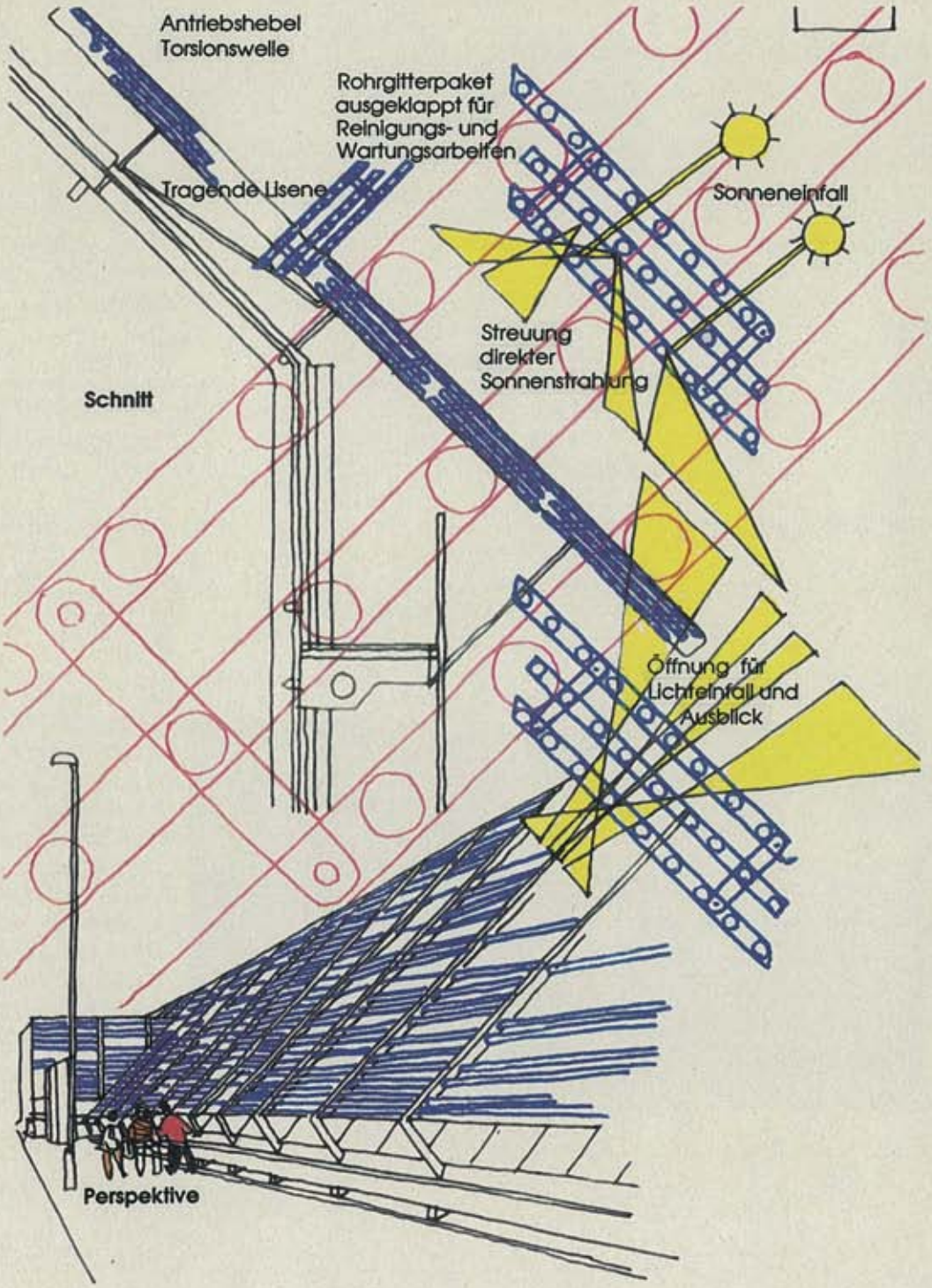
Objektdaten:	**Gelochte Grosslamellen fest montiert**	
Referenzobjekt:	Langenthal	
Bauherr:	Verwaltungszentrum Gemeinde Langenthal	
Architekt:	Frank Geiser, Bern	
Standort:	Langenthal BE	
Baujahr:	1992	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Nordost und Südwest
	Fassadenkonstruktion:	Pfosten-Riegel-Konstruktion innen Stahl, aussen Aluminium
	Technische Daten:	Verglasung
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 73%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 46%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.3 W/m²K
	Brüstung:	teiltransparent
	Sonnenschutzeinrichtung:	Aussenliegende, feste perforierte Alulamellen
	Blendschutz:	keiner

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
– Blendungsbegrenzung:	+	+

Bringt man in Grosslamellen eine Lochung an, verschlechtert sich ihre Wärmeschutzwirkung zugunsten des Tageslichtdurchganges und des visuellen Aussenkontaktes. Eine Nachführung würde in diesem Fall nichts bringen. Das transparent wirkende System hat bei jedem Himmelszustand gleichbleibende physikalische Eigenschaften und sollte daher in Gegenden, die mehr als 50% des Jahres einen bedecktem Himmel haben (z.B. im Schweizer Mittelland) aufgrund seiner linear wirksamen Tageslichtreduktion nicht eingesetzt werden.

Rohrgitter

Verschwenkbare Rohrgitterpakete über Schrägoberlichtern



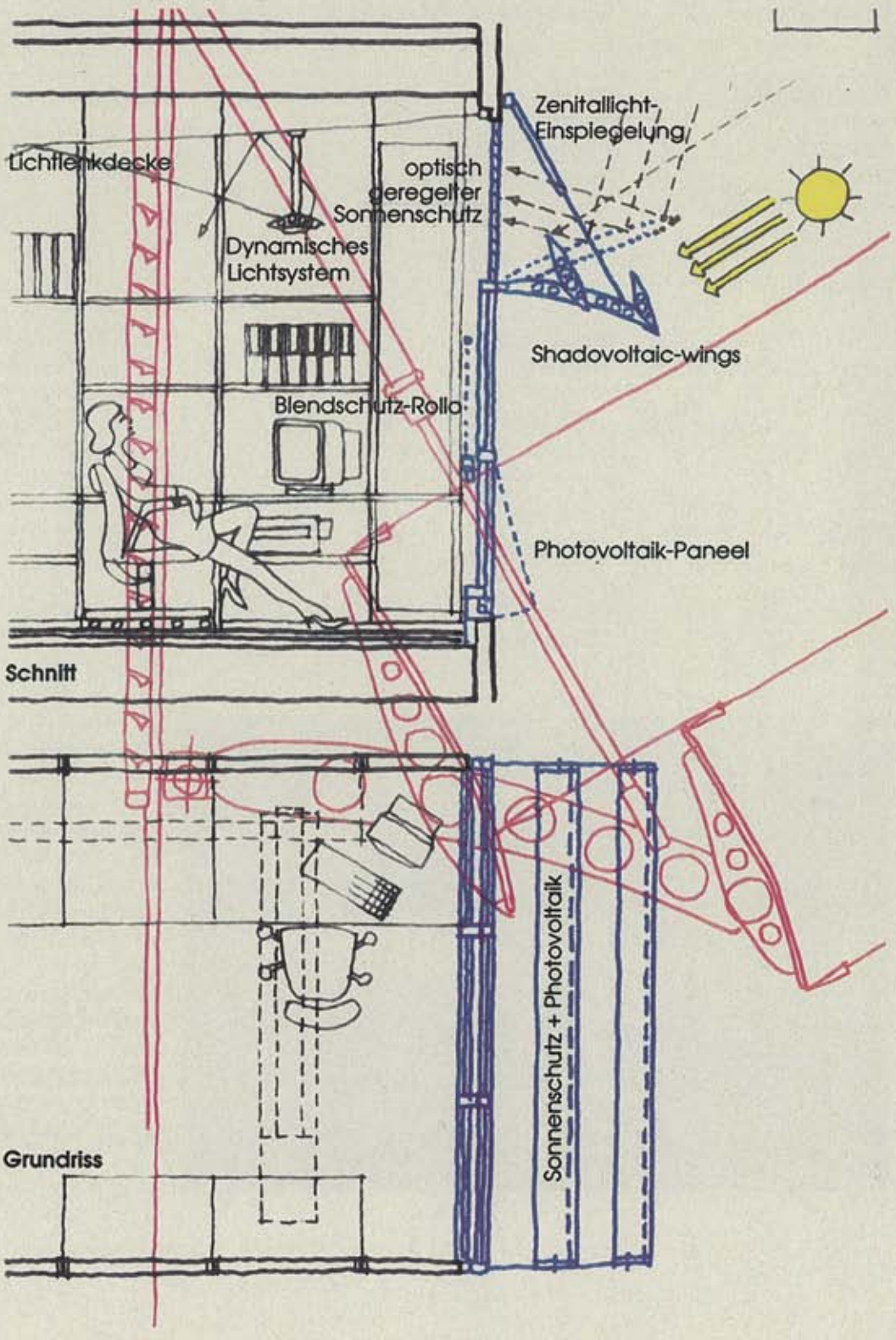
Objektdaten:	**Verschwenkbare Oberlicht-Rohrgitterpakete**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Flughafen München GmbH	
Architekt:	v. Busse & Partner	
Standort:	München, Erdinger Moos	
Baujahr:	1992	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd
	Fassadenkonstruktion:	Beheizte Stahlfassade, integrierte Fassade System Gartner
	Technische Daten:	Verglasung mit Rohrgitter
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 20 bis 35% variabel, für diffuses Licht
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: variabel bis ~ 15% einstellbar
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 2.8 W/m²K
	Brüstung:	voll verglast
	Sonnen- bzw. Blendschutzeinrichtung:	Rohrgitterrostpakete Patent Gartner

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	+	+
– Blendungsbegrenzung:	++	++

Die Ausnutzung des besonders lichtreichen Himmelslichtes aus dem Zenit gelingt bestens mit Oberlichtern. Sind diese Oberlichter südorientiert, drohen massive Wärmegewinne, verbunden mit extremen Leuchtdichten im Sommer. Die selektive Abschattung derartiger Oberlichter ist darum gerade bei grossen Hallen eine delikate Aufgabe, die mittels verschwenkbaren Rohrgitterpaketen angegangen werden kann. Auftreffendes direktes Sonnenlicht wird so umgelenkt, dass die Wärmestrahlung reflektiert wird, während der Löwenanteil des diffusen Himmelslichtes und des reflektierten direkten Sonnenlichtes ins Rauminnere gelangt. Ein gewisser visueller Aussenkontakt bleibt erhalten.

Shadovoltaic

Fenster mit photovoltaisch genutztem Beschattungsflügel

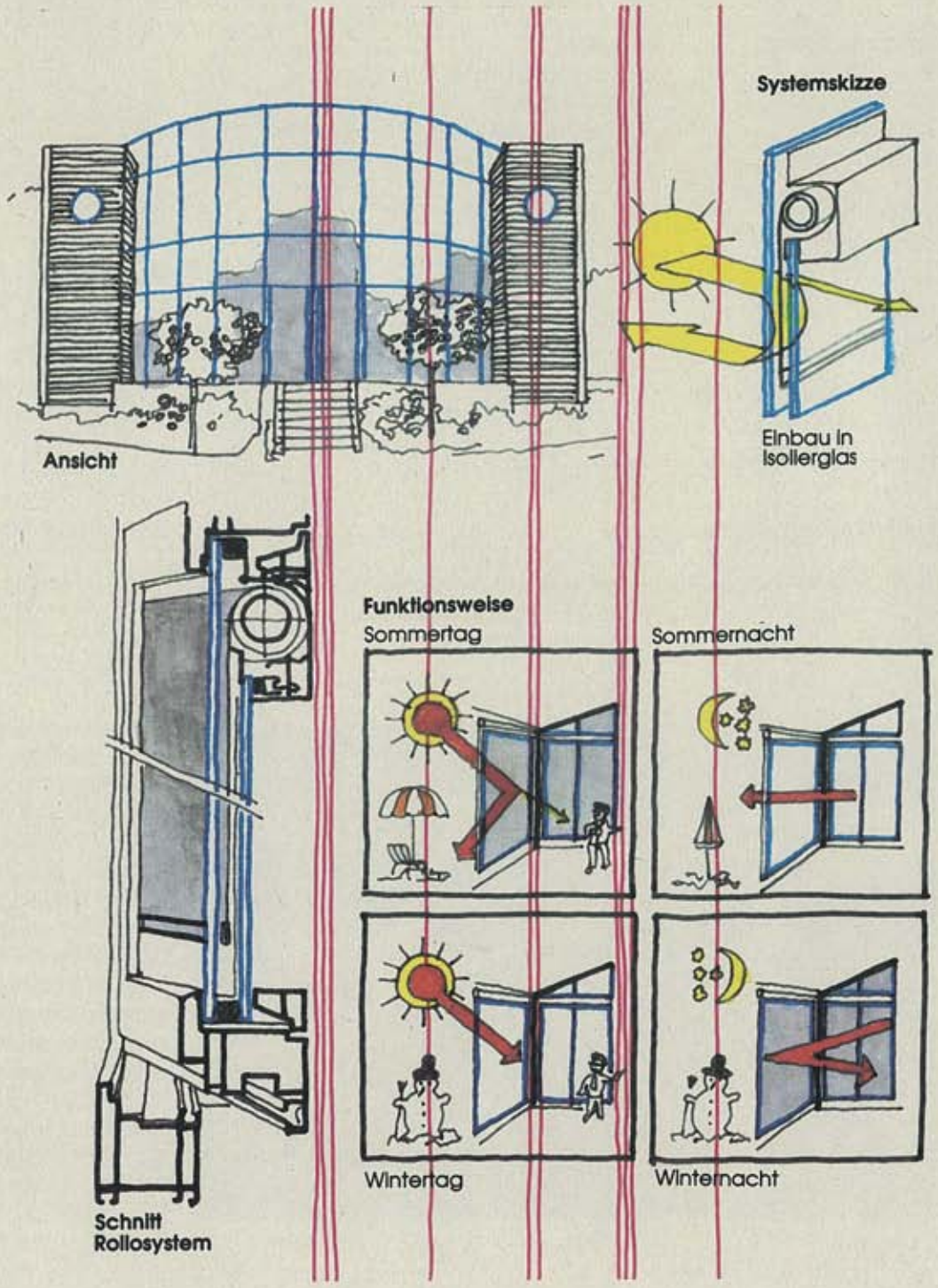


Objektdaten:	**Fenster mit Photovoltaik-Beschattungsflügel**		
Referenzobjekt:	Prototyp		
Bauherr:	ARGE «DENKRAUM»		
Architekt:	burckhardtpartner		
Standort:	SWISSBAU bzw. Sulzer-Infra Labor Winterthur		
Baujahr:	1993		
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	variabel	
	Fassadenkonstruktion:	Pfosten-Riegel	
	Technische Daten:	Verglasung	
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 5% bis 60% einstellbar	
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 24% bis 77% einstellbar	
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.6 W/m²K	
	Brüstung:	integriertes Photovoltaik-Paneel	
	Sonnenschutzeinrichtung:	Shadovoltaic-Wings und optisch geregelter Sonnenschutz	
	Blendschutz:	manuell aufziehbare Blendschutzrollos	
Funktionsbeurteilung:		bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
	– Tageslichtnutzung:	+	++
	– Sonnenschutz:		++
	– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
	– Blendungsbegrenzung:	++	++

Bei einem vor der mittleren Fensterzone sonnenstandsgerecht nachgeführten Beschattungsflügel wird eine Dreifach-Synergie erreicht: optimale Beschattung bei gleichzeitiger photovoltaischer Stromproduktion des transluziden Flügels, Sicht nach draussen und Zenitlichteinspiegelung durch rückseitige Verspiegelung des drehbaren «Wings». Der Oberlichtbereich wird durch einen optisch geregelten Sonnenschutz (alternativ: Plexiprismen oder motorisch abrollbare Sonnenschutzfolie) verschattet, und zur Blendungsbegrenzung kann von Hand ein einfaches Rollo hochgezogen werden. Die technisch funktionale Ästhetik der Shadovoltaic wird dort akzeptiert, wo gute Tageslichtqualitäten am Arbeitsplatz und höchste Funktionalität der Fassade geschätzt werden.

Hochleistungsreflektor

Variabler Hochleistungs-reflektor im Isolierglas



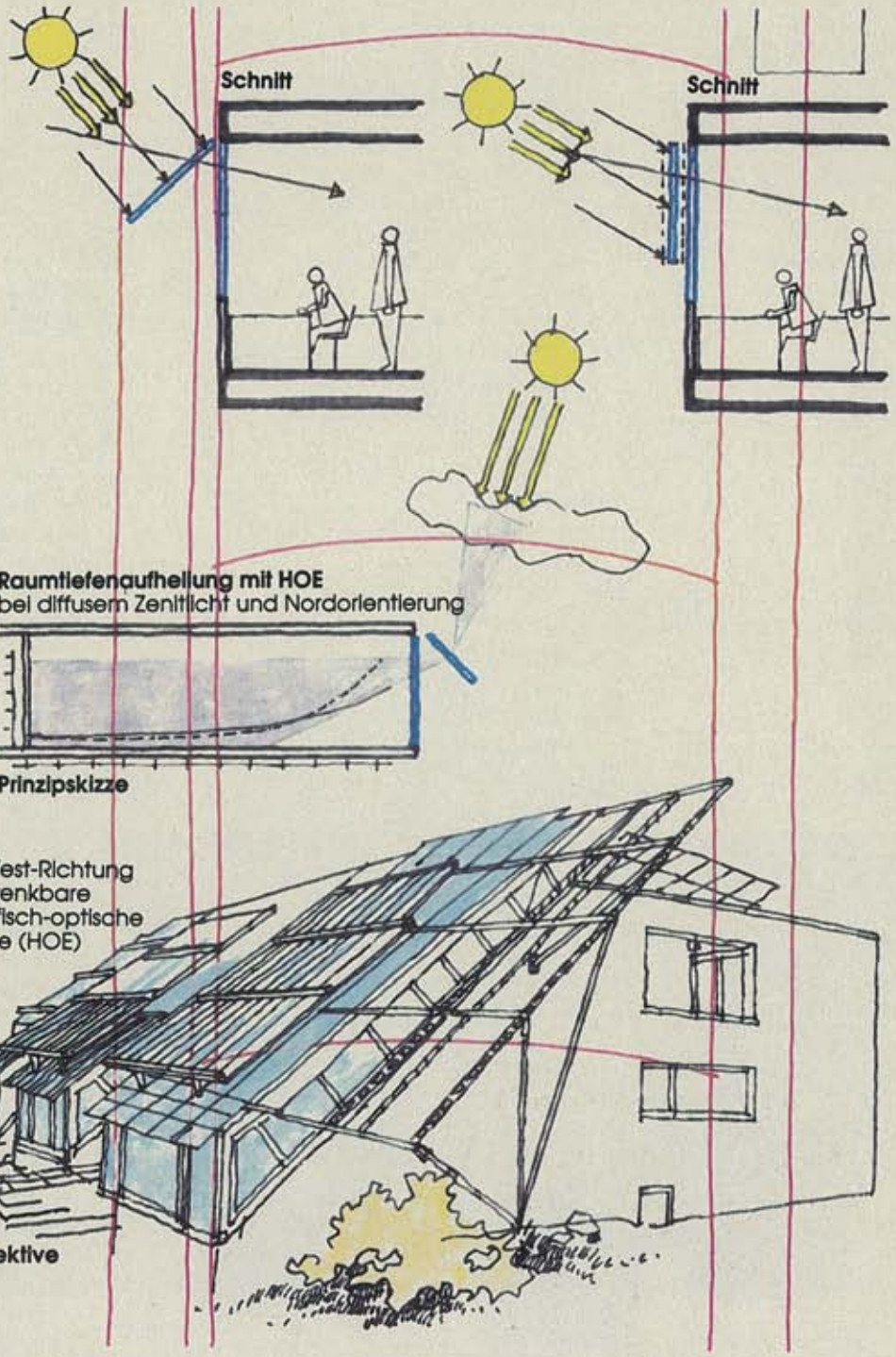
Objektdaten:	**Variabler Hochleistungsreflektor im Isolierglas**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	Bâtiment administrativ, Montreux	
Architekt:	Wurlod Architectes, Pully	
Standort:	Montreux	
Baujahr:	1993	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Südost bis Südwest
	Fassadenkonstruktion:	Structural Glazing, System Hueck Verglasung aussen Antelio silber
	Technische Daten:	Verglasung mit Reflektor
	– Lichtdurchlässigkeit::	TL: ~ 61% (einstellbar bis auf 3%)
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 9% (56% bei aufgerolltem Reflektor)
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 1.4 W/m²K ohne Gasfüllung ~ 1.7 W/m²K bei aufgerolltem Reflektor ~ 0.9 W/m²K mit low-E-Folie
	Brüstung:	Glas-Paneel
	Sonnenschutzeinrichtung:	Motorisch abrollbares Sonnen- und
	Blendschutz:	Blendschutzrollo

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	+	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	++

Heute sind von unten nach oben aufrollende Blendschutzrollos erhältlich, die in Isoliergläsern integrierbar sind. Diese erlauben, extreme Leuchtdichtekontraste bei fensternahen Bildschirmarbeitsplätzen auszugleichen (weniger als 400 cd/m² auf einer sonnenbestrahlten Fensterscheibe). Durch den unbeschatteten, oberen Fensterteil gelangt genügend Tageslicht in die Raumtiefe, während das teildurchsichtige untere Sonnen- und Blendschutzrollo ausreichenden Sichtkontakt nach draussen gewährt. Das kompakte Einbauelement – Isolierglas und Sonnenschutz in einem – ermöglicht einen nutzer-, tageslicht- und saisonspezifischen Einsatz für die verschiedensten Bereiche.

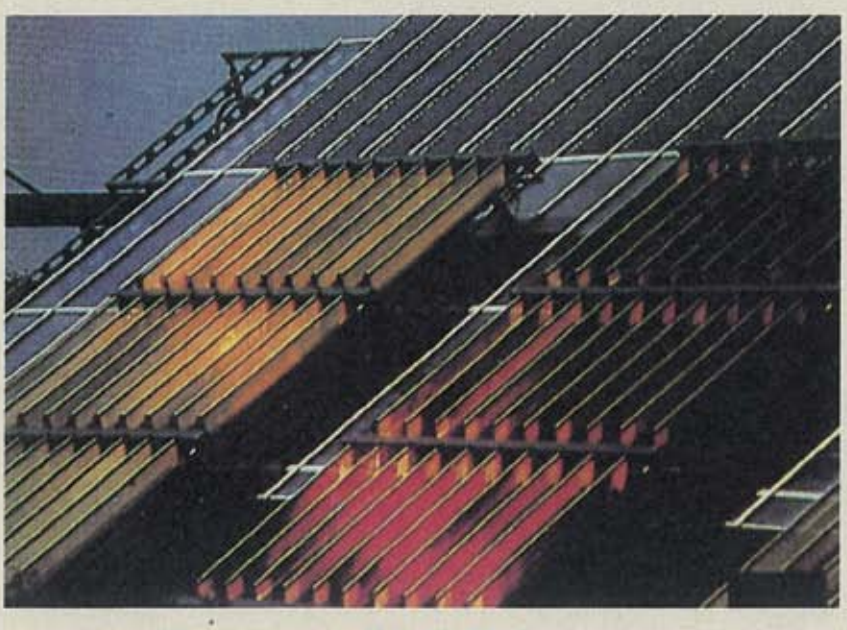
Holografische Filme

Verschwenkbare holografisch-optische Elemente über Schrägoberlichtern



Objektdaten:	**Holografische Fenster**	
Referenzobjekt:	Neubau	
Bauherr:	GbR EXPO Wohnen	
Architekt:	HHS Planer + Architekten, Hegger/Hegger-Luhnen/Schleiff, Kassel	
Standort:	IGA, Gartenbauausstellung Stuttgart	
Baujahr:	1993	
Tageslicht-nutzungselement:	Fassadenorientierung:	Süd
	Fassadenkonstruktion:	Pultdachverglasung
	Technische Daten:	Verglasung mit holografisch-optischen Elementen
	– Lichtdurchlässigkeit:	TL: ~ 6%
	– Gesamtenergiedurchlassgrad:	g: ~ 45%
	– Wärmedurchgangskoeffizient:	k: ~ 3.0 W/m²K
	Sonnenschutzeinrichtung:	Verschwenkbare holografisch-optische Elemente
	Blendschutz:	nutzerspezifisch

Funktionsbeurteilung:	bei bedecktem Himmel	bei Sonnenschein
– Tageslichtnutzung:	++	++
– Sonnenschutz:		++
– Sichtkontakt nach aussen:	++	+
– Blendungsbegrenzung:	+	+



Die Holografietechnik verleiht belichteten Filmen eindeutige photometrische Qualitäten: Tageslicht kann je nach Spektrum oder Einfallswinkel umgelenkt werden: z.B. die Wärmestrahlung auf eine PV-Zelle oder das Tageslicht in die Raumtiefe. Bei der vorliegenden Pultdachverglasung über Wintergärten besteht der obere Teil der in Ost-West-Richtung verschwenkbaren Isolierverglasungselemente aus holografisch-optischen Elementen und der untere Teil aus einlaminierten polykristallinen PV-Zellen. Möglich ist damit eine passive Nutzung der Sonnenenergie bei vollem Lichteinfall oder eine aktive PV-Nutzung und Gebäudebeschattung. Mögliche «Regenbogen»-Effekte von Hologrammen können durch besondere Anordnungsformen vermieden werden. Die industrielle Weiterentwicklung optimierter HOE-Verglasungen ist im Gange.

3. Komponenten, Messungen, Bewertung

3.1 Messmethode

3.2 Übersicht

- Fassaden
- Oberlichter

György Baráth, Dipl. Ing.
TAGESLICHTTECHNIK
8038 Zürich

3.3 Fassadenkomponenten

1. Fenstergläser
2. Lichtleitende Lamellenstoren
3. Innenreflektor
4. Bewegliche Aussenreflektoren
5. Bodenreflektor
6. Bewegliche Glasfassade
7. Klima-Servicefassade mit beweglichem Aussenreflektor
8. Prismenlamellenstoren
9. Pressfaltenjalousie (Plissé)
10. Isolierglas
11. Perforierte Lamellenstoren
12. Kippmarkise
13. Im Isolierglas integrierte bewegliche Sonnenschutzfolie

3.4 Oberlichtkomponenten

1. Sonnenschutzraster
2. Stationäre Prismensysteme
3. Satteloberlicht
4. Im Isolierglas integrierte bewegliche Sonnenschutzfolie
5. Sonnenschutzglas
6. Stoffstoren
7. System Glashaus
8. Bewegliche Grosslamellen
9. Starre Sonnenschutzgitter
10. Rohrgittersystem

3.1 Messmethode

Einleitung
Im folgenden werden die wichtigsten Komponenten der Tageslichttechnik vorgestellt. Sie werden in zwei Gruppen «Fassadensysteme» und «Oberlichtsysteme» eingeteilt. Für die einzelnen Fassadensysteme werden mit wenigen Ausnahmen auch typische Messresultate angegeben. Als typisch für die vordere und hintere Arbeitsplatzreihe gelten die Messwerte in 2 und 4 m Entfernung vom Fenster. Die Messungen fanden im Rahmen des Projektes DIANE statt. Messort und Messmethode werden weiter unten beschrieben. Die Bilder, die zur Illustration der Fassadensysteme beigefügt werden, zeigen die konkret ausgemessenen Systeme.
Die Oberlichtsysteme wurden nicht ausgemessen. Diese Systeme werden tabellarisch zusammengefasst, kurz beschrieben und mit Skizzen oder Bildern illustriert.

Situation
Die Messungen fanden grösstenteils in der ehemaligen SRO-Fabrik am Berninaplatz in Zürich im Musterraum des DIANE Projekt Tageslichtnutzung statt. Der Raum befindet sich im Erdgeschoss. Die Fassade ist Süd-Ost-orientiert und grenzt an die Schaffhauserstrasse. Das Mehrfamilienhaus auf der gegenüberliegenden Strassenseite verdeckt den Horizont bis 35 Grad.

Raumgeometrie
Der Musterraum ist 6,5 m lang, 4 m breit und 3 m hoch. Der Raum besitzt ein 2,6 m breites und 1,9 m hohes Fenster. Die Wände sind weiss (Reflexionsgrad: 82%), ebenso die Decke (Reflexionsgrad: 64%). Der Boden ist mit einem hellgrauen Teppich (Reflexionsgrad: 20%) bedeckt. Der Raum ist als Büro möbliert.

Messeinrichtung
Im Musterraum wurden entlang der Längsachse in Abständen von je 1 m in Arbeitshöhe (75 cm) sechs Sensoren angeordnet. In 4 m Tiefe wurde ein zusätzlicher Sensor für die Erfassung der vertikalen Beleuchtungsstärke gegen die Seitenwand gerichtet. Für die Messung der Global- und Diffusstrahlung wurden zwei weitere Sensoren auf dem Flachdach des Gebäudes plaziert.

Messmethode
Die Messdauer betrug jeweils 1 Minute. Es wurden alle 2 Sekunden Messwerte erfasst und zum Schluss der Mittelwert gebildet. Für jede Versuchsanordnung wurden mehrere Messreihen aufgezeichnet.
Es hat sich gezeigt, dass der Tageslichtquotient bei bedecktem Himmel für den gleichen Raum beträchtlich variieren kann. Es wurden Abweichungen von mehr als 100% registriert. Die Erklärung dafür ist folgende:
Für die Definition des Tageslichtquotienten wurde eine idealisierte Leuchtdichteverteilung gemäss CIE (Comission Internationale de l'Eclairage) herangezogen. Der natürliche Himmel besitzt keine idealisierte Leuchtdichteverteilung. Die Wolkendecke ist ständigen Veränderungen unterworfen. Die Helligkeit eines Raumes wird massgebend von dem Ausschnitt des Himmels bestimmt, der durch die Fenster sichtbar ist. Ist nun dieser Teil des Himmels gerade durch tiefe Wolken verdunkelt, sinkt die Beleuchtungsstärke im Raum. Bei gleichbleibender globaler Beleuchtungsstärke unter freiem Himmel wird für diesen Raum ein tieferer Tageslichtquotient gemessen.

Da unter natürlichen Bedingungen kein absoluter Tageslichtquotient messbar ist, wurde als Vergleichsbasis ein im Massstab 1:10 verkleinertes Modell des Musterraumes als Referenzraum herangezogen, der neben dem Musterraum in einem Fenster an der gleichen Fassade aufgestellt wurde. Die Wände, die Decke und der Boden des Modells hatten die gleichen Farben wie der Musterraum. Das Modell blieb unverändert und wurde gleichzeitig mit der aktuellen Versuchsanordnung ausgemessen.

3.2 Übersicht – Fassaden, Oberlichter

3.2.1 Fassaden

1. Weissglas Seite 73	Weissglas hat einen höheren Lichttransmissionsgrad als gewöhnliche Gläser. Je nach Reinheitsgrad lässt sich der Transmissionsgrad von einer Doppelverglasung um 2 bis 6% erhöhen. Wirkung bei bedecktem Himmel: Für eine	Erhöhung des Beleuchtungsniveaus im Raum um ca. 10% genügt bereits, dass die obere Fensterhälfte statt Wärmeschutzverglasung mit Weissglas bestückt wird. Typisches Einsatzgebiet: Klimaregionen mit vorwiegend bedecktem Himmel, z.B. Nordostschweiz.
2. Lichtleitende Lamellenstoren Seite 74	Bei lichtleitenden Lamellenstoren wird die Fensterfläche in zwei Bereiche aufgeteilt. Im unteren Bereich werden die Lamellen geschlossen, oder mit ca. 45 Grad so eingestellt, dass keine direkte Sonnenstrahlung in den Raum gelangen kann. Im oberen Bereich werden die Lamellen horizontal gestellt. In dieser Stellung	funktionieren die Lamellen wie Reflektoren und werfen das Licht an die Decke. Dadurch wird das Beleuchtungsniveau im Raum markant erhöht. Im Vergleich mit herkömmlichen Lamellenstoren erhöhen lichtleitende Lamellenstoren die Beleuchtungsstärke in der Sonnenschutzstellung in 4 m Tiefe um ca. 40%.
3. Innenreflektor Seite 76	Die Wirksamkeit des Innenreflektors beruht darauf, dass er das Licht der hellen Fensterfläche gebündelt auf den Arbeitsplatz wirft. Dementsprechend muss der Innenreflektor aus gerichtet oder gestreut reflektierenden Materialien bestehen (z.B. Aluminium hoch-	glanz oder seidenglanz). Der Innenreflektor ist nur lokal wirksam. Er hellt nur einen bestimmten Teil des Raumes auf. Ein Arbeitsplatz in 4 bis 6 m Tiefe kann bei bedecktem Himmel durch einen Innenreflektor um ca. 20 % aufgehellt werden.
4. Aussenreflektor Seite 79	Bewegliche Aussenreflektoren können je nach Wetterlage als Lichtlenkelemente oder als Sonnenschutz eingesetzt werden. In der Sonnenschutzstellung wird der Reflektor um ca. 30 Grad nach unten geneigt und beschattet den oberen Teil des Fensters. Für den unteren Teil des Fensters kann noch ein zusätzliches System, wie Stoffstoren oder Lamellenstoren, notwendig sein. Die Lichtlenkungsfunktion	kommt bei bedecktem Himmel zum Tragen. Der Reflektor wird um ca. 30 Grad nach oben geneigt. Er wirft in dieser Stellung Zenitlicht an die Decke. Von hier aus wird das Licht im ganzen Raum verteilt. Der Raum wird in 4 m Tiefe bei bedecktem Himmel um ca. 20% aufgehellt. Durch die Anwendung eines zusätzlichen Innenreflektors kann der Raum in 4 m Tiefe um ca. 40% aufgehellt werden.
5. Bodenreflektor Seite 83	Der Bodenreflektor wird vor dem Fenster auf dem Boden aufgestellt. Sein optimaler Ort lässt sich aus dem Strahlengang konstruieren. Er reflektiert das Zenitlicht an die Decke des Raumes, muss also die Decke direkt bestrahlen können. Von hier aus wird das Licht im ganzen Raum verteilt. Der Raum wird in 4 bis 6 m Tiefe um ca. 20% aufgehellt. Bei gleich-	mässig bedecktem Himmel ist die Wirksamkeit von Aussenreflektoren von der Fassadenorientierung unabhängig. Durch die Anwendung eines zusätzlichen Innenreflektors kann der Raum in 4 m Tiefe um ca. 40% aufgehellt werden. Typisches Einsatzgebiet: Bei starker Verbauung, z.B. enge Strassenschluchten, Innenhöfe, unterirdische Räume.

6. Bewegliche Glasfassade Seite 85	Die bewegliche Glasfassade besteht aus einem festen, begehbaren Sonnenschutzgitter und aus mehreren beweglichen Glasscheiben. Die bewegliche Glasfassade ist primär als Sonnenschutz konstruiert. Die bedruckten Glasscheiben werden in der Sonnenschutzstellung vor dem Fenster ausgebreitet und schwächen je nach Bedruckungsgrad die Sonneneinstrahlung ab.	Die beweglichen Glasscheiben können bei bedecktem Himmel zu einem Paket zusammengeführt werden. Die obere Glasscheibe funktioniert dabei als Aussenreflektor. Der negative Einfluss von festen Sonnenschutzgittern wird durch den positiven Einfluss von beweglichen Aussenreflektoren ausgeglichen.
7. Klima-Servicefassade Seite 87	Eine Klima-Servicefassade besteht aus einem festen Sonnenschutzgitter und aus einem oder mehreren Grosslamellen. Die Gitter sind begehbar und ermöglichen die Fassadenreinigung von aussen. Klima-Servicefassaden sind primär als Sonnenschutz konstruiert. Sie sind besonders für Südfassaden geeignet. Sonnenschutzgitter und Trittrost sind starr, die Grosslamellen sind in der Sonnenschutzstellung nach unten gekippt. Sie können starr oder beweglich gelagert sein. Im Vergleich mit einer freien Fassade reduziert ein festes Sonnenschutzgitter allein bei bedecktem Himmel	die Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um ca. 30%. Klima-Servicefassaden mit starren Grosslamellen können die Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um mehr als 40% reduzieren. Der negative Einfluss von festen Sonnenschutzgittern wird durch den positiven Einfluss von beweglichen Aussenreflektoren ausgeglichen. Typisches Einsatzgebiet: Sonnige Klimaregionen, wo die relative Sonnenschein-Wahrscheinlichkeit mehr als 70% beträgt (Tessin, Wallis). Hier hat die Sonnenschutzfunktion Priorität, und somit sind auch statische Systeme sinnvoll.
8. Prismenlamellenstoren kombiniert mit Blendschutzlamellenstoren Seite 90	Das Sonnen- und Blendschutzsystem besteht aus zwei Lamellenpaketen. Beide werden auf der Fensterinnenseite montiert. Die Prismenlamellen erfüllen die Sonnenschutzfunktion, indem sie die direkten Sonnenstrahlen nach aussen reflektieren. Da die Prismenlamellen eine zu hohe Leuchtdichte aufweisen (ca. 2000 cd/m²), ist ein zusätzlicher Blendschutz notwendig. Die dicht hinter den Prismenlamellen montierten Blendschutzlamellen werfen das Licht an die Decke und sorgen dafür, dass der hintere Teil des Raumes aufgehellt wird. In der Sonnenschutzfunktion ist das System betreffend Lichtverteilung im Raum mit lichtleitenden Storen in etwa gleichwertig, wobei der hintere Teil (ca. 4 m) des Raumes etwas mehr aufgehellt wird. Vorteilhaft für das System ist die niedrigere Leuchtdichte auf der Fensterfläche: ca. 300 – 800 cd/m² im Vergleich mit 800 – 1000 cd/m² bei lichtleitenden Storen. Dafür weisen lichtleitende Storen einen besseren g-Wert auf. Der g-Wert für lichtleitende Storen beträgt ca. 0.2. Das innenliegende Prismensystem weist einen g-Wert von ca. 0.3 auf. Um einen optimalen Sonnenschutz zu gewährleisten, müssen die Prismenlamellen der Sonne nachgeführt werden. Dies verlangt eine kontinuierliche Steuerung. Bei bedecktem Himmel werden die Prismenlamellen hochgezogen. Jedoch kann bei zu hohen Fensterleuchtdichten auch bei bedecktem Himmel Blendschutz notwendig sein. Dies ist meistens bei Bildschirmarbeitsplätzen der Fall. Bei bedecktem Himmel sind Blendschutzlamellen lichtleitenden Lamellenstoren (als Blendschutz) eindeutig überlegen. Der Raum wird um einen Faktor 2 bis 3 mehr aufgehellt. Typisches Einsatzgebiet: Anspruchsvolle Bildschirmarbeitsplätze mit hohen Blendschutzanforderungen.

9. Pressfaltenjalousie Seite 93	Die Pressfaltenjalousie kann als Sonnenschutz und/oder Blendschutz eingesetzt werden. Sie besteht aus einer halbtransparenten, auf der Aussenseite mit Aluminium beschichteten Polyestergewebe. Durch die Beschichtung wird ein Teil der Sonnenstrahlung zurückreflektiert. Es lassen sich g-Werte von 0.6 bis 0.4 erreichen. Im Hochsommer wird somit ein	zusätzlicher Sonnenschutz nötig. Die Blendschutzwirkung lässt sich durch die Materialwahl der Gewebe beliebig dosieren. Durch spezielle Mechanik lässt sich die Fensterfläche beliebig abdecken (z.B. nur oben, in der Mitte oder nur im unteren Bereich). Dies ermöglicht eine gute Tageslichtversorgung des Raumes trotz zum Teil ausgeblendeter Fensterfläche.
10. Isolierglas mit optisch geregeltem Sonnenschutz Seite 95	Im Luftzwischenraum von Isolierglasscheiben werden spezielle Spiegelprofile fest eingebaut. Bei hochstehender Sonne wird die direkte Sonnenstrahlung entweder umgelenkt oder nach aussen reflektiert. Dadurch wird der Hell/Dunkelunterschied im Raum erheblich reduziert. Bei Lichtumlenkung wird das Beleuchtungsniveau in der Raumtiefe angehoben. In Büroräumen lässt sich nur der obere Bereich der Fensterfläche mit optisch geregeltem Sonnenschutz ausrüsten, da sonst der Ausblick durch die Fenster dauernd behindert	wäre. Daraus folgt, dass für die untere Fensterhälfte eine zusätzliche bewegliche Sonnenschutzeinrichtung benötigt wird. Optisch geregelter Sonnenschutz beschattet den oberen Teil des Fensters auch bei bedecktem Himmel. Dies führt im Vergleich zu einem Fenster mit Isolierverglasung ohne Sonnenschutz zu einer Verminderung des Beleuchtungsniveaus im Raum um ca. 60%. Typisches Einsatzgebiet: Wartehallen, Treppenhäuser, Korridore, Oberlichtbereich.
11. Perforierte Lamellenstoren Seite 97	Perforierte Lamellenstoren sind fein durchlöchert und lassen so auch im geschlossenen Zustand das Licht durch. Die direkte Sonneneinstrahlung wird nur zum Teil aufgefangen. Die durch die Perforation hindurchtretende Strahlung kann Blendung verursachen. Perforierte Storen sind für Büroräume als Blendschutz ungenügend. Die Büros müssen mit einem zusätzlichen Blendschutz bestückt werden. Bei geschlossenen Lamellen gelangt	nur wenig Tageslicht in den Raum, das Beleuchtungsniveau ist für Büroarbeiten ungenügend. Mit lichtleitenden Lamellenstoren lässt sich ein weit höheres Beleuchtungsniveau erreichen. Sobald die Lamellen nicht ganz geschlossen sind, merkt man von der Perforierung fast nichts. Es entsteht der gleiche Eindruck wie bei herkömmlichen Lamellenstoren. Typisches Einsatzgebiet: Wartehallen, Treppenhäuser und Korridore.
12. Kippmarise Seite 99	Durch eine spezielle Ausstellmechanik wird die Kippmarkise im oberen Fensterbereich zunächst nach aussen geführt. Je nach Sonnenstand genügt bereits diese Stellung, um das Fenster vollständig zu beschatten. Bei tiefem Sonnenstand muss die Markise ganz geschlossen werden. Werden sie von der Sonne direkt bestrahlt, erreichen helle Stoffstoren Leuchtdichten von 5000 cd/m² und mehr. Sie sind somit als Blendschutz untauglich. Im Fensterbereich werden daher eher dunklere	Stoffe empfohlen. Bei Bildschirmarbeitsplätzen wird meistens ein zusätzlicher Blendschutz erforderlich. Aussenliegende Stoffstoren erreichen g-Werte von 0.15 und tiefer. Der beschattete Raum bleibt dabei genügend hell. Der Aussenbezug bleibt durch die freigelassene untere Fensterhälfte erhalten. Typisches Einsatzgebiet: Schulen, Büros mit niedrigen Blendschutzanforderungen, Wohnbau.

13. Im Isolierglas integrierte bewegliche Sonnenschutzfolie Seite 101	Eine dünne Reflexionsfolie kann zwischen die Glasscheiben einer Isolierverglasung bewegt werden. Motorantrieb und elektronische Steuerung erleichtern die Bedienung. Die auftreffenden Sonnenstrahlen werden durch die metallisierte Folie mit unveränderter Wellenlänge durch die Glasscheibe hindurch nach aussen reflektiert. Es kann je nach Folientyp ein g-Wert von bis zu 0.15 erreicht werden. Ein geringer Teil der Strahlung dringt durch die hauchdünne Metallschicht des Reflektors	und gewährleistet die Durchsicht nach aussen. Die Verminderung der Fensterleuchtdichte hängt vom gewählten Folientyp ab. Die Folie lässt sich in jeder Lage einbauen. Es besteht somit die Möglichkeit, die Folie so einzubauen, dass sie von unten nach oben geschlossen wird. Dadurch kann im oberen Bereich des Fensters ein Spalt je nach Bedarf freigelassen, und die Tageslichtversorgung erheblich verbessert werden.

3.2.2 Oberlichter

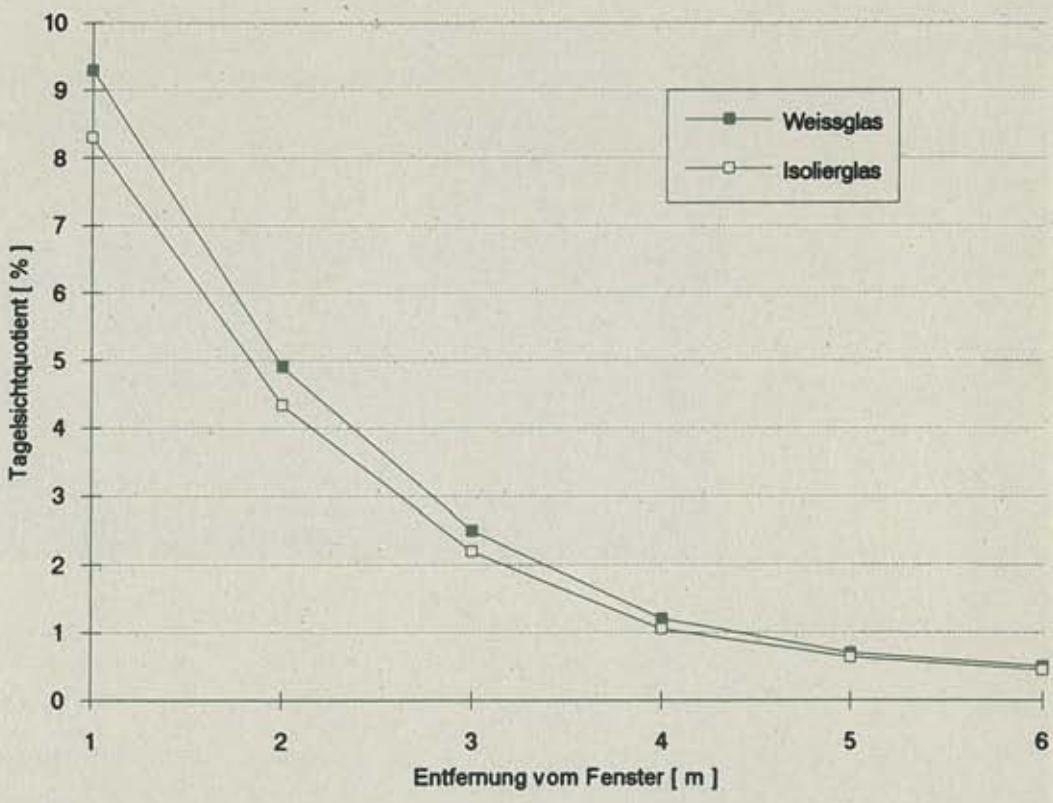
1. Sonnenschutzraster Seite 103	Der Raster wird im Glas-Zwischenraum von horizontal verglasten Flächen und Oberlichtern eingebaut. Er besteht aus Aluminium oder mit Aluminium bedampften Kunststoff. Aufgrund seiner geometrischen Formgebung und einer entsprechenden Ausrichtung nach Norden wird die direkt auftreffende Sonnenstrahlung reflektiert. Diffuse Strahlung aus den anderen Himmelsrichtungen gelangt un-	gehindert in das Rauminnere. Der Sonnenschutzraster erreicht einen g-Wert von ca. 0.15. Die Blendung wird durch Reflexionsflächen in Quer- und Längsrichtung wirksam begrenzt. Als feste Sonnenschutzeinrichtung vermindert der Sonnenschutzraster auch bei bedecktem Himmel die Lichttransmission auf ca. 30%. Die Durchsicht nach aussen ist richtungsabhängig beschränkt.
2. Stationäre Prismensysteme Seite 103	Die Sonnenschutzprismenplatten werden im Glas-Zwischenraum von horizontal verglasten Flächen und Oberlichtern eingebaut. Die Prismen sind auf einer Flanke verspiegelt. Der Richtungswinkel der Prismenstruktur wird zusammen mit dem Prismenwinkel durch Fassadenorientierung, geographische Lage und Nutzungszeit bestimmt. Durch entsprechende Ausrichtung wird die direkt auftreffende . Sonnenstrahlung reflektiert. Diffuse Strahlung aus den anderen Himmelsrichtungen gelangt	ungehindert in das Rauminnere. Das Prismensystem erreicht einen g-Wert von ca. 0.15. Die Blendung wird durch das Ausblenden der direkten Sonnenstrahlen begrenzt. Als feste Sonnenschutzeinrichtung vermindert das Prismensystem auch bei bedecktem Himmel die Lichttransmission auf ca. 40%. Die Durchsicht nach aussen ist beschränkt. Sie ist von der Position und dem Blickwinkel des Betrachters abhängig.
3. Satteloberlicht Seite 104	Bei nach Norden ausgerichteten Satteloberlichtern kann auf Sonnenschutzmassnahmen verzichtet werden. Wichtig ist dabei, dass der Neigungswinkel der verglasten Fläche mehr als 60 Grad beträgt. Die Lichtversorgung kann	dadurch verbessert werden, dass die opake Flanke nach innen verspiegelt wird. Dabei entsteht der Eindruck, als ob beide Flanken des Oberlichtes durchsichtig wären.
4. Im Isolierglas integrierte bewegliche Sonnenschutzfolie Seite 104	Eine dünne Reflexionsfolie kann zwischen die Glasscheiben einer Isolierverglasung bewegt werden. Motorantrieb und elektronische Steuerung erleichtern die Bedienung. Die auftreffenden Sonnenstrahlen werden durch die metallisierte Folie mit unveränderter Wellenlänge durch die Glasscheibe hindurch nach	aussen reflektiert. Es kann je nach Folientyp ein g-Wert von bis zu 0.15 und ein wirksamer Blendschutz erreicht werden. Ein geringer Teil der Strahlung dringt durch die dünne Metallschicht des Reflektors und gewährleistet die Durchsicht nach aussen.
5. Sonnenschutzglas Seite 105	Bei Oberlichtern im Transportbereich, wie Korridore, Passagen und Wartehallen, wo direkte Sonnenstrahlung nicht störend wirkt, kann Sonnenschutzverglasung ohne zusätzliche Sonnen- und Blendschutzmassnahmen eingesetzt werden. Die Sonnenschutzverglasung mit einem g-Wert von bis zu 0.2 reduziert wirksam die Kühllast. Bei einer	gleichzeitigen Lichttransmission von ca. 35% kann eine ausreichende Tageslichtversorgung erreicht werden. Als feste Sonnenschutzeinrichtung vermindert Sonnenschutzverglasung auch bei bedecktem Himmel die Lichttransmission auf ca. 35%. Die Durchsicht nach aussen wird kaum gestört.

6. Stoffstoren Seite 105	Auf der Aussenseite montierte Stoffstoren sind eine wirksame Sonnen- und Blendschutzmassnahme für Oberlichter. Sie erreichen g-Werte von bis zu 0.15. Als bewegliches	System werden die Stoffstoren bei bedecktem Himmel aufgerollt und ermöglichen somit eine maximale Tageslichtnutzung durch die Glasfläche.
7. System Glashaus Seite 106	Die Überdeckung von Innenhöfen mit rahmenlosen Glasscheiben lässt eine Glashaus-Atmosphäre entstehen. Bei bedecktem Himmel ist eine maximale Tageslichtnutzung garantiert. Steigt die Lufttemperatur bei sonnigem Wetter unerwünscht an, lassen sich	die Glaslamellen aufstellen. Dadurch entsteht das Klima eines offenes Lichthofes. Da keine speziellen Sonnen- und Blendschutzmassnahmen geboten werden, ist das Einsatzgebiet beschränkt.
8. Bewegliche Grosslamellen Seite 106	Auf der Aussenseite montierte bewegliche Grosslamellen sind eine wirksame Sonnen- und Blendschutzmassnahme für Oberlichter. Sie erreichen g-Werte von bis zu 0.15. Als bewegliches System werden die Lamellen bei bedecktem Himmel aufgestellt und ermöglichen somit eine bessere Tageslichtnutzung.	Da die Lamellen auch in dieser Stellung die Glasfläche zum Teil beschatten, wird bei bedecktem Himmel eine Lichttransmission von ca. 70% erreicht. Die Durchsicht nach aussen ist gegeben. Sie ist von der Lamellenstellung abhängig.
9. Starre Sonnenschutzgitter Seite 107	Starre Sonnenschutzgitter für Oberlichter sind lichttechnisch ungünstig. Sie reduzieren die Lichttransmission auf ca. 20%. Für Klima-	regionen mit vorwiegend bedecktem Himmel ist dies lichttechnisch nicht vertretbar.
10. Rohrgittersystem Seite 107	Verschiebbare Gitterroste aus Rundrohren lassen eine variable Lichttransmission zu. Der g-Wert liegt bei ca. 0.2. Da die maximale	Lichttransmission bei ca. 25% liegt, ist die Berechtigung des Systems für Klimaregionen mit vorwiegend bedecktem Himmel fraglich.

3.3 Fassadenkomponenten – Beschreibung, Messresultate

1. Hochlichtdurchlässige Fenstergläser (Weissglas)

Typische Messwerte:



Weissglas in der oberen Fensterhälfte
Himmel: bedeckt

Merkmale, Regeln

Lichttransmission:
Weissglas hat einen höheren Lichttransmissionsgrad als gewöhnliche Gläser. Je nach Reinheitsgrad lässt sich der Transmissionsgrad von einer Doppelverglasung um 2 bis 6% erhöhen.
Beispiel für Lichttransmission: Wärmeschutzverglasung: 79%; Weissglas: 84%.

Wirkung bei bedecktem Himmel:
Für eine Erhöhung des Beleuchtungsniveaus im Raum um ca. 10% genügt es bereits, dass die obere Fensterhälfte statt Wärmeschutzverglasung mit Weissglas bestückt wird.

Typisches Einsatzgebiet:
In Klimaregionen mit vorwiegend bedecktem Himmel empfehlenswert.

2. Lichtleitende Lamellenstoren

Merkmale, Regeln

Sonnenschutzfunktion:
Bei lichtleitenden Lamellenstoren wird die Fensterfläche in zwei Bereiche aufgeteilt. Im unteren Bereich werden die Lamellen mit ca. 45 Grad so eingestellt, dass keine direkte Sonnenstrahlung in den Raum gelangen kann. Im oberen Bereich werden die Lamellen horizontal gestellt. In dieser Stellung funktionieren die Lamellen wie Reflektoren und werfen das Licht an die Decke. Dadurch wird das Beleuchtungsniveau im Raum markant erhöht. Im Vergleich mit herkömmlichen Lamellenstoren erhöhen lichtleitende Lamellenstoren die Beleuchtungsstärke in 4 m Tiefe um ca. 40%.

Blendschutzfunktion bei besonnter Fassade:
Lichtleitende Lamellenstoren sind primär als Sonnenschutz konzipiert. Daher ist die Ergänzung mit einem internen Blendschutz empfehlenswert. Bei Bildschirmarbeit in Fensternähe empfiehlt sich, um Relativblendung zu vermeiden, die Lamellen im unteren Fensterbereich ganz zu schliessen. Dadurch wird die Leuchtdichte im unteren Bereich auf ca. 40 cd/m² reduziert. Durch die horizontal gestellten Lamellen im oberen Bereich dringt auch bei dieser Einstellung noch so viel Licht in den Raum, dass die Vorlage bei ca. 100 bis 200 Lux (in 2 m Tiefe) gut lesbar ist.

Blendschutzfunktion bei bedecktem Himmel:
Um bei Bildschirmarbeit Relativblendung zu vermeiden, können lichtleitende Lamellenstoren auch bei bedecktem Himmel als Blendschutz eingesetzt werden.

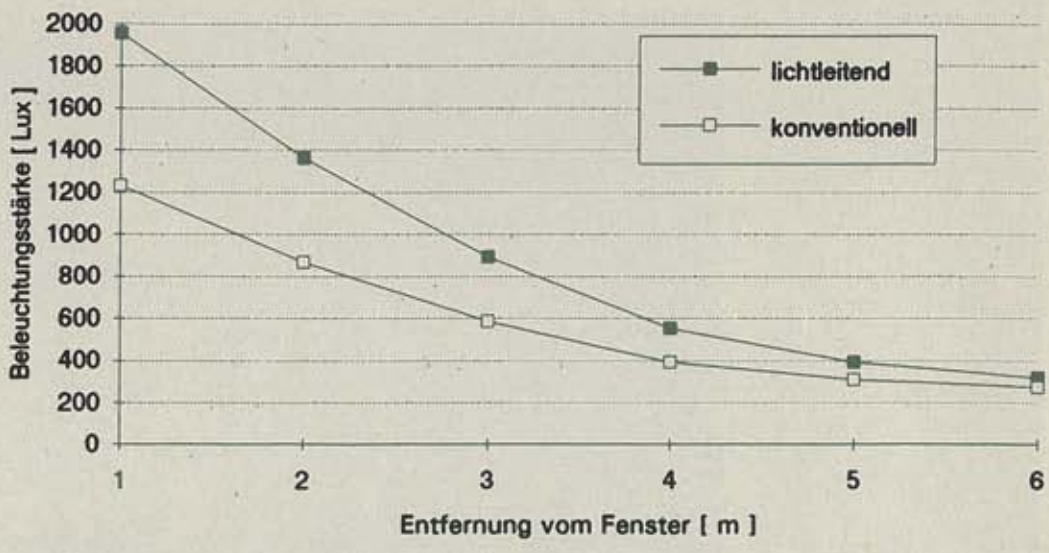
Aussenbezug:
Da die oberen Lamellen stets offen bleiben und die unteren Lamellen nur ausnahmsweise ganz geschlossen werden, wird der Raum von der Aussenwelt nicht ganz abgeschnitten. Der Aussenbezug wird zwar eingeschränkt, bleibt aber erhalten.

Farbe:
Wichtig ist die Farbwahl der Lamellen. Dunkle Lamellen können die Lichtversorgung im Raum halbieren.

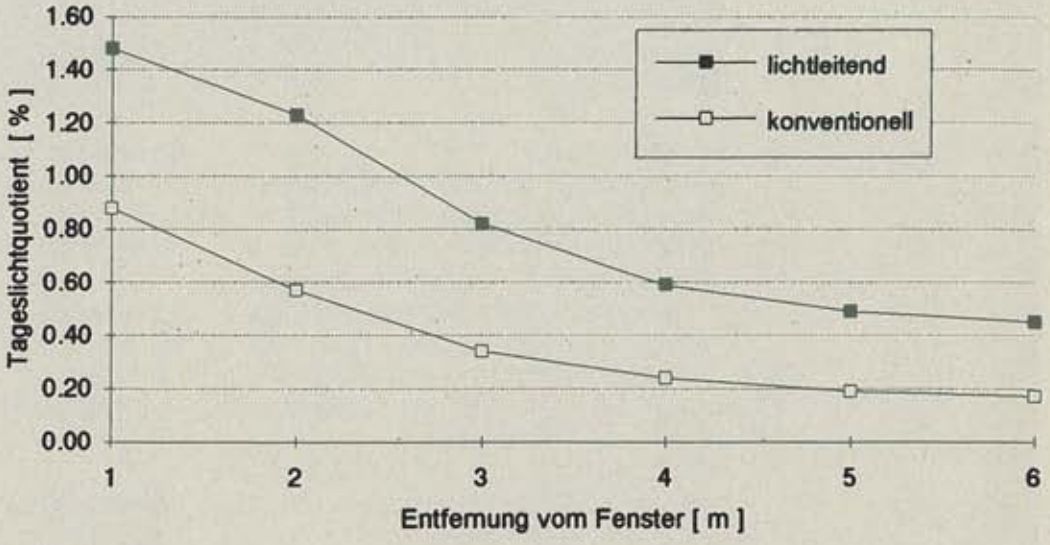
Typisches Einsatzgebiet:
Büros, Schulen, Verwaltungen, Wohnbau.

Lichtleitende Lamellenstoren

Typische Messwerte:



Lichtleitende und konventionelle Lamellenstoren
Anstellwinkel
konventionell: 45 Grad
lichtleitend unten: 45 Grad
oben: 0 Grad
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 12.20



Lichtleitende und konventionelle Lamellenstoren
Anstellwinkel
konventionell: 45 Grad
lichtleitend unten: 45 Grad
oben: 0 Grad
Himmel: bedeckt
Messort: Bürohaus
Wädenswil

3. Innenreflektor

Merkmale, Regeln

Funktionsweise:
Die Wirksamkeit des Innenreflektors beruht darauf, dass er das Licht der hellen Fensterfläche gebündelt auf den Arbeitsplatz wirft. Dementsprechend muss der Innenreflektor aus gerichtet oder gestreut reflektierenden Materialien bestehen (z.B. Aluminium hochglanz oder seidenglanz). Der Innenreflektor ist nur lokal wirksam. Er hellt nur einen bestimmten Teil des Raumes auf.
Ein Arbeitsplatz in 4 bis 6 m Tiefe kann durch einen Innenreflektor bei bedecktem Himmel um ca. 20% aufgehellt werden.

Kombination mit Aussenreflektor:
Wird die Leuchtdichte der Fensterfläche durch einen Aussenreflektor erhöht, steigt auch die Wirksamkeit des Innenreflektors. Die Kombination mit einem Aussenreflektor ermöglicht, dass ein Arbeitsplatz in 4 bis 6 m Tiefe bei bedecktem Himmel um ca. 40% aufgehellt werden kann.

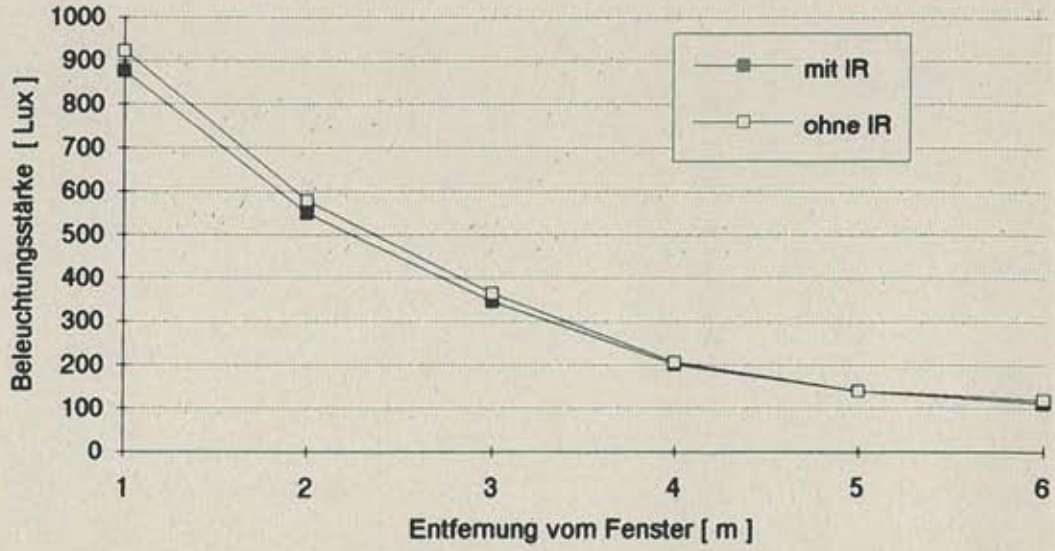
Bewegliche Reflektoren:
Beweglich montierte, flache Innenreflektoren sind flexibel, sind leicht einzustellen. Der Strahlengang des Lichtes ist nachvollziehbar.

Feste Reflektoren:
Fest montierte, konkave Innenreflektoren sind immer starr auf den gleichen Ort ausgerichtet. Der Strahlengang des Lichtes ist nicht nachvollziehbar.

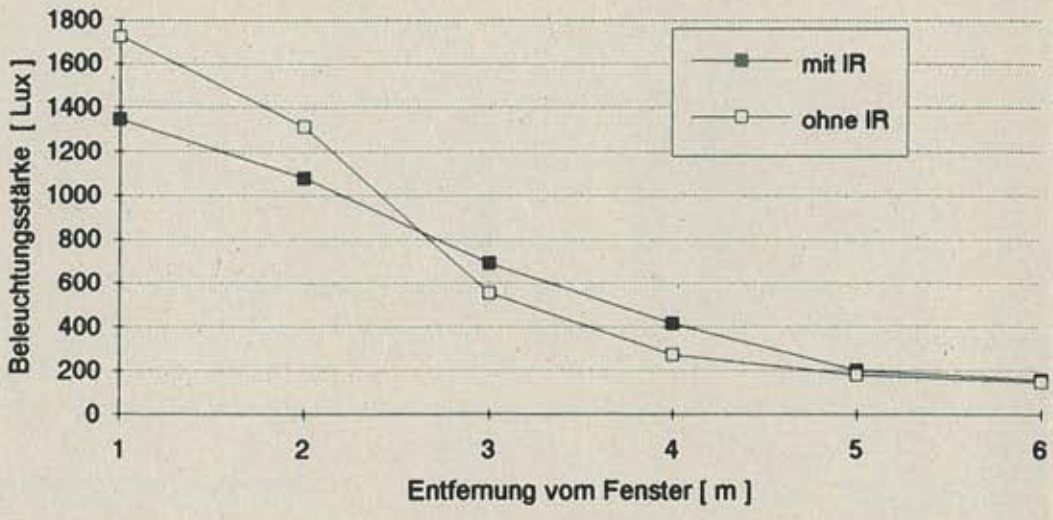
Typisches Einsatzgebiet:
Überall dort, wo der Innenreflektor ohne grösseren Aufwand in die abgehängte Decke integriert werden kann. Eine Zwischendecke sollte nur im hinteren Raumbereich vorgesehen werden.

Innenreflektor

Typische Messwerte:



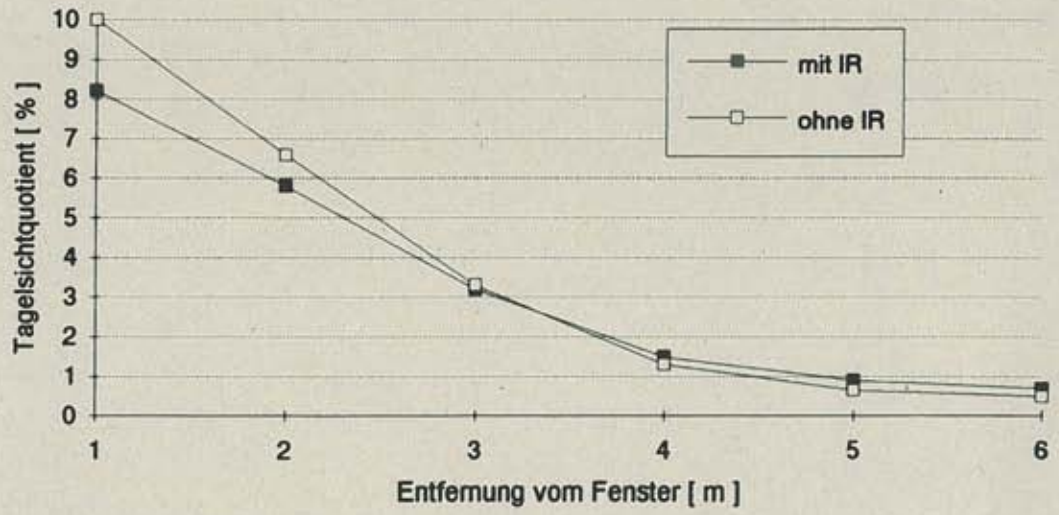
Innenreflektor in der Decke integriert, konkav, Aluminium seidenglanz
Himmel: klar
Fassade: nicht besonnt
Zeit: 16.50



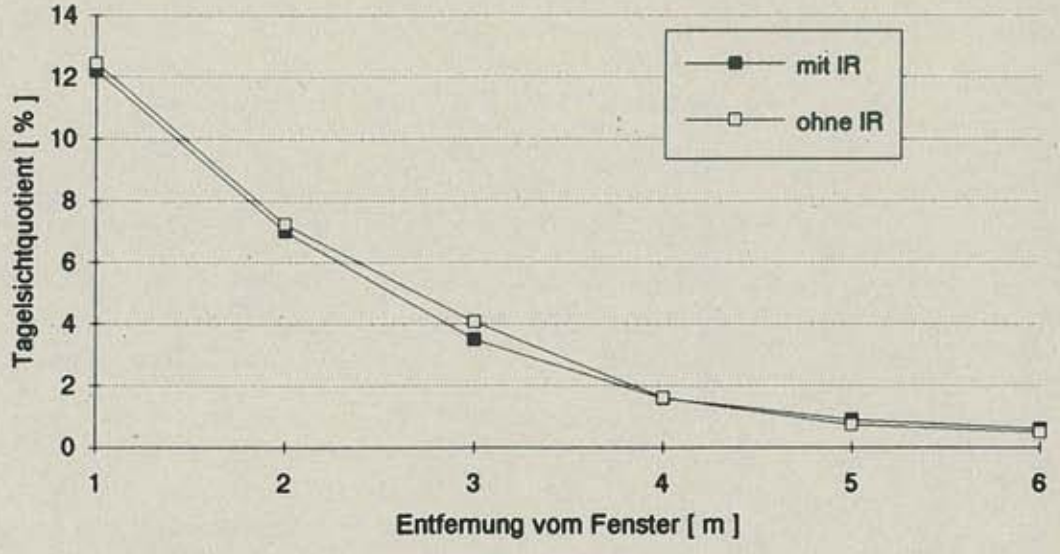
Innenreflektor in 4 m Tiefe abgehängt, flach, Aluminium hochglanz, kombiniert mit Aussenreflektor
Himmel: klar
Fassade: nicht besonnt
Zeit: 15.33

Innenreflektor

Typische Messwerte:



Innenreflektor in der Decke integriert, konkav, Aluminium seidenglanz, kombiniert mit Aussenreflektor
Himmel: bedeckt



Innenreflektor in der Decke integriert, konkav, Aluminium seidenglanz, kombiniert mit Aussenreflektor
Himmel: bedeckt

4. Bewegliche Aussenreflektoren

Merkmale, Regeln

Multifunktionalität:
Bewegliche Aussenreflektoren können je nach Wetterlage als Lichtlenkelemente oder als Sonnenschutz eingesetzt werden.

Sonnenschutzfunktion:
In der Sonnenschutzstellung wird der Reflektor nach unten gekippt. Für eine einwandfreie Funktion ist meist noch ein zusätzliches System, wie Stoffstoren oder Lamellenstoren, notwendig.

Lichtlenkfunktion bei bedecktem Himmel:
Die Lichtlenkfunktion kommt bei bedecktem Himmel zum Tragen. Der Reflektor wird nach oben gekippt. Er wirft in dieser Stellung Zenitlicht an die Decke. Von hier aus wird das Licht im ganzen Raum verteilt. Der Raum wird in 4 m Tiefe um ca. 20% aufgehellt. Bei gleichmässig bedecktem Himmel ist die Wirksamkeit von Aussenreflektoren von der Fassadenorientierung unabhängig. Durch die Anwendung eines zusätzlichen Innenreflektors kann der Raum in 4 m Tiefe um ca. 40% aufgehellt werden.

Lichtlenkfunktion bei klarem Himmel:
Bei klarem Himmel und nicht besonnter Fassade sind Aussenreflektoren nur dann wirksam, wenn sie von der Sonne direkt bestrahlt werden. Ist dies nicht der Fall, sind sie lichttechnisch neutral und sollten, um die Aussicht möglichst wenig zu stören, horizontal gestellt werden.

Anstellwinkel:
Der optimale Anstellwinkel für den Aussenreflektor ist von dem Verbauungsgrad abhängig. Er beträgt bei starker Verbauung in der Lichtlenkungsstellung bei bedecktem Himmel ca. 30 bis 45 Grad.

Wirksamkeit:
Die lichttechnische Wirksamkeit ist sehr von der Verbauungssituation abhängig. Aluminium-, Glas- oder weisse Reflektoren sind betreffend Lichtertrag im Raum ca. gleichwertig. Matte Oberflächen verursachen weniger Blendung.

Typisches Einsatzgebiet:
Bei starker Verbauung, z.B. enge Strassenschluchten.

Bewegliche Aussenreflektoren

Wirkungsweise:
Die Wirkungsweise von Aussenreflektoren lässt sich am einfachsten verstehen, wenn man vom Raum aus die Fensterfläche betrachtet. Steht man vor dem Fenster, so verdeckt der Aussenreflektor einen Abschnitt des Himmels, die Leuchtdichte der Fensterfläche wird herabgesetzt. Deswegen die Lichteinbusse in Fensternähe.

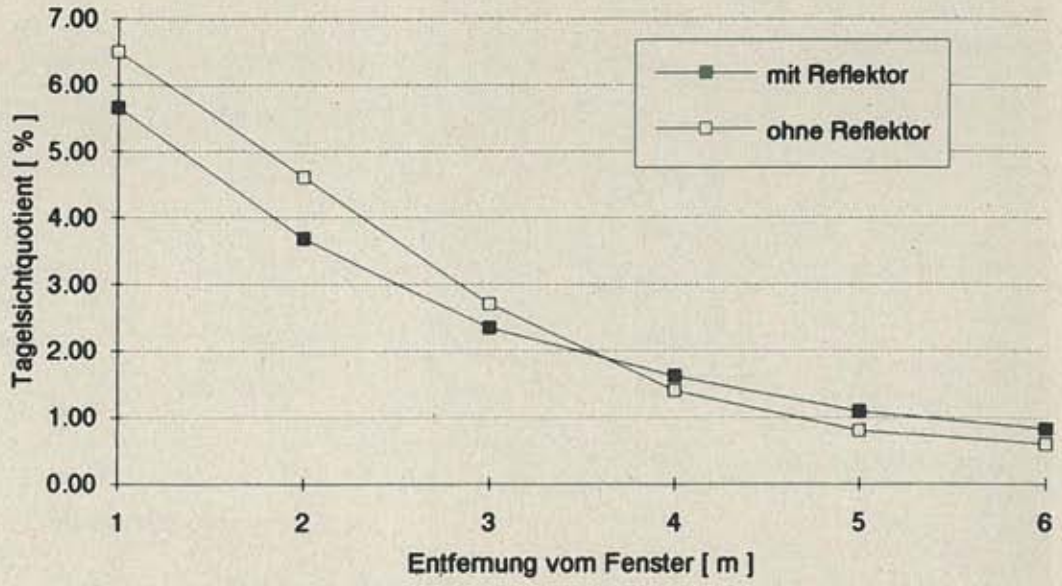
Steht man hingegen im hinteren Bereich des Raumes, so kommt es sehr auf die Art der Verbauung an, wie die Fensterfläche erscheint. Ist eine helle Fassade (des Nachbarhauses) sichtbar, so mag der Aussenreflektor an der Leuchtdichte nur wenig zu ändern, denn die helle Fassade des gegenüberliegenden Hauses wirkt schon als Reflektor, der unter Umständen die ganze Fensterfläche ausfüllt. Bei einer eher dunklen Umgebung (dunkle Fassaden, Bäume) erscheint der Aussenreflektor als ein heller Streifen vor der Fensterfläche, der somit die durchschnittliche Leuchtdichte der Fensterfläche aufbessert, und so zu einer Aufhellung des hinteren Raumteils beiträgt.

Die Wirksamkeit von Aussenreflektoren hängt somit eng mit der Situation des Raumes zusammen. Die nachfolgenden Messresultate lassen sich demnach nicht ohne Berücksichtigung der Verbauung auf andere Objekte übertragen.

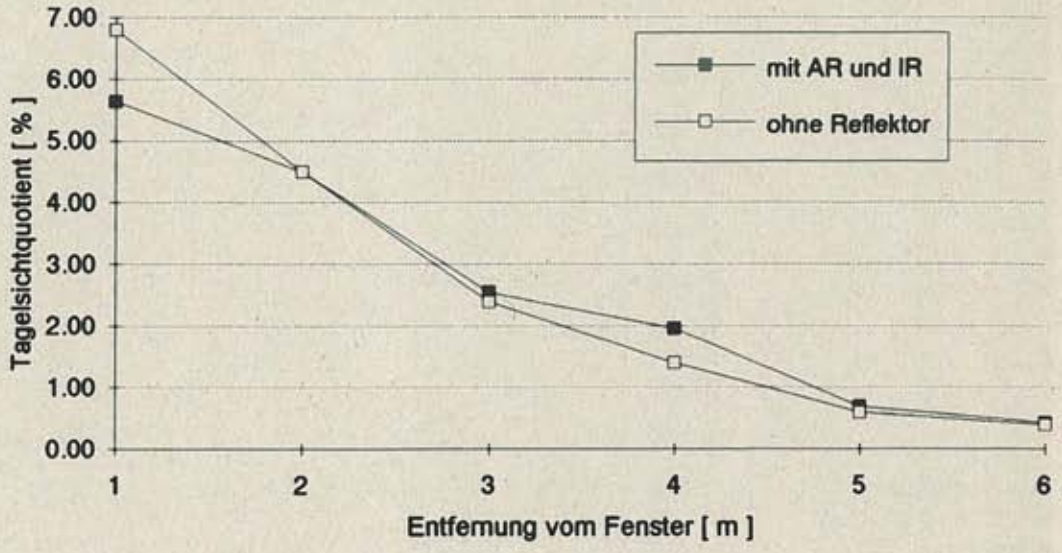
Diffuse Reflexion:
Der Aussenreflektor wirft das Zenitlicht an die Decke, und von dort aus wird es im Raum gleichmässig verteilt (diffuse Reflexion). Die Wirksamkeit des Innenreflektors beruht darauf, dass er das Licht gebündelt auf den Arbeitsplatz wirft (gerichtete Reflexion).

Bewegliche Aussenreflektoren

Typische Messwerte:



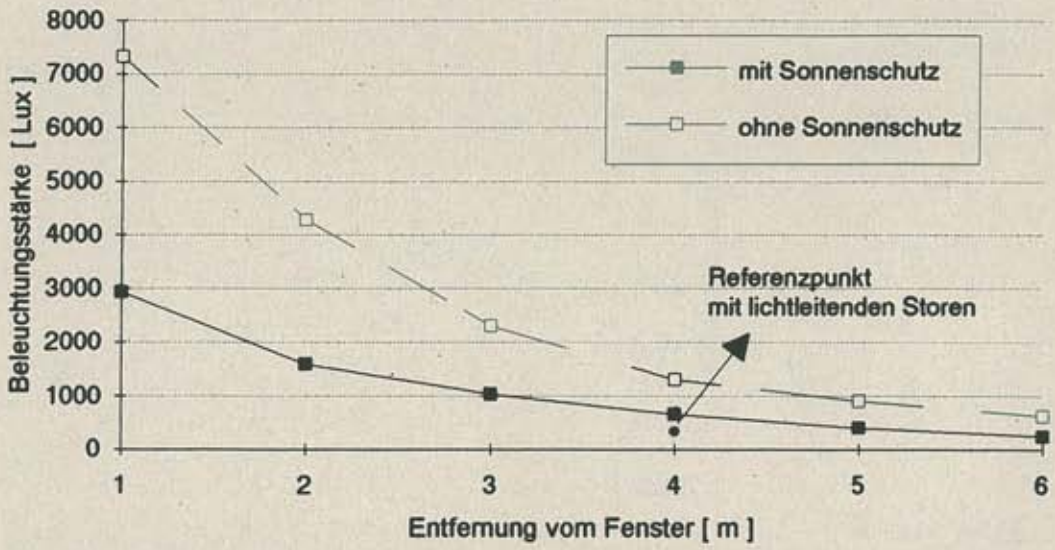
Aussenreflektor,
Anstellwinkel 30 Grad
Himmel: bedeckt



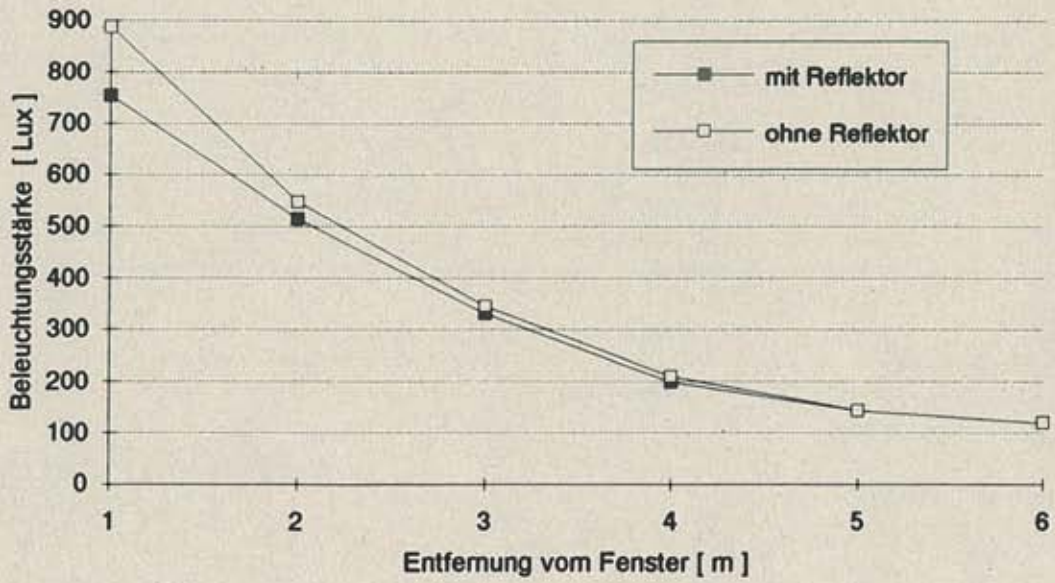
Aussenreflektor,
Anstellwinkel 30 Grad
mit Innenreflektor in
4 m Tiefe
Himmel: bedeckt

Bewegliche Aussenreflektoren

Typische Messwerte:



Aussenreflektor in Sonnenschutzstellung in Kombination mit Lamellenjalousie
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 10.42



Aussenreflektor, Anstellwinkel 30 Grad
Himmel: klar
Fassade: nicht besonnt
Zeit: 15.27

5. Bodenreflektor

Merkmale, Regeln

Plazierung:
Der Bodenreflektor wird vor dem Fenster auf dem Boden aufgestellt. Sein optimaler Ort lässt sich aus dem Strahlengang konstruieren. Er reflektiert das Zenitlicht an die Decke des Raumes, muss also die Decke direkt bestrahlen können. Auf der anderen Seite darf der Reflektor vom Arbeitsplatz aus nicht sichtbar sein, sonst könnte er Blendung verursachen. Nachdem der optimale Anstellwinkel durch Versuche ermittelt worden ist, kann der Reflektor fest montiert werden.

Lichtlenkfunktion bei bedecktem Himmel:
Die Lichtlenkfunktion kommt bei bedecktem Himmel zum Tragen. Er wirft in dieser Stellung Zenitlicht an die Decke des Raumes. Von hier aus wird das Licht im ganzen Raum verteilt. Der Raum wird in 4 bis 6 m Tiefe um ca. 20% aufgehellt. Bei gleichmässig bedecktem Himmel ist die Wirksamkeit von Aussenreflektoren von der Fassadenorientierung unabhängig. Durch die Anwendung eines zusätzlichen Innenreflektors kann der Raum in 4 m Tiefe um ca. 40% aufgehellt werden.

Lichtlenkfunktion bei klarem Himmel:
Bei klarem Himmel und nicht besonnter Fassade sind Aussenreflektoren nur dann wirksam, wenn sie von der Sonne direkt bestrahlt werden. Ist dies nicht der Fall, sind sie lichttechnisch neutral.

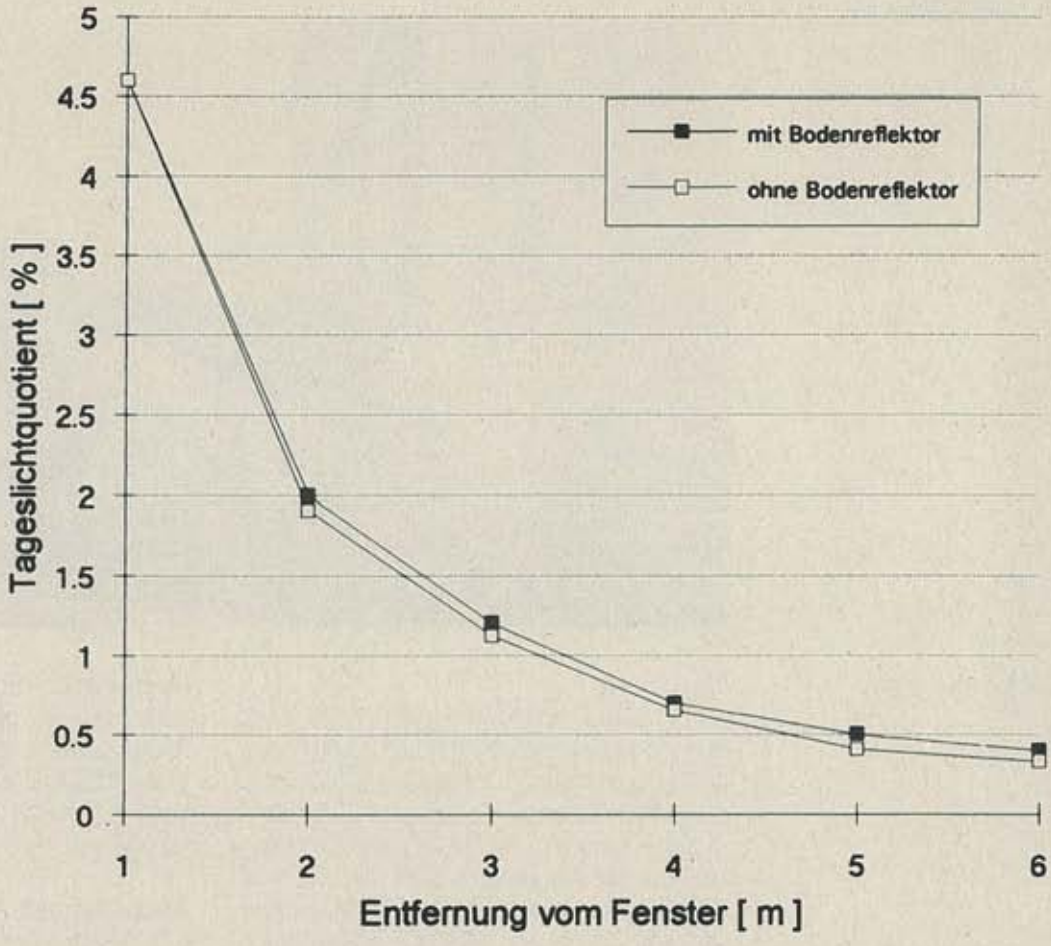
Anstellwinkel:
Der optimale Anstellwinkel für den Aussenreflektor ist von dem Verbauungsgrad abhängig. Er beträgt bei starker Verbauung für Räume im Erdgeschoss ca. 30 Grad.

Wirksamkeit:
Die lichttechnische Wirksamkeit ist sehr von der Verbauungssituation abhängig. Aluminium-, Glas- oder weisse Reflektoren sind betreffend Lichtertrag im Raum ca. gleichwertig. Matte Oberflächen verursachen weniger Blendung.

Typisches Einsatzgebiet:
Bei starker Verbauung, z.B. enge Strassenschluchten, Innenhöfe, unterirdische Räume.

Bodenreflektor

Typische Messwerte:



Bodenreflektor zusätzlich
zur beweglichen
Glasfassade
Himmel: bedeckt

6. Bewegliche Glasfassade

Merkmale, Regeln

Bestandteile:
Die bewegliche Glasfassade besteht aus einem festen, begehbaren Sonnenschutzgitter und aus mehreren beweglichen Glasscheiben.

Sonnenschutz:
Die bewegliche Glasfassade ist primär als Sonnenschutz konstruiert. Die bedruckten Glasscheiben werden in der Sonnenschutzstellung vor dem Fenster ausgebreitet und schwächen je nach Bedruckungsgrad die Sonneneinstrahlung ab. Das Sonnenschutzgitter beschattet das Fenster von oben.

Blendschutz:
Da durch die Bedruckung der Glasscheiben nur ein Teil der Glasfläche verdeckt wird, gelangt in abgeschwächter Form direkte Sonnenstrahlung in den Raum. Aus diesem Grund ist stets ein zusätzlicher Blendschutz erforderlich.

Starres Sonnenschutzgitter:
Im Vergleich mit einer freien Fassade reduziert das feste Sonnenschutzgitter bei bedecktem Himmel die Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um ca. 20%.

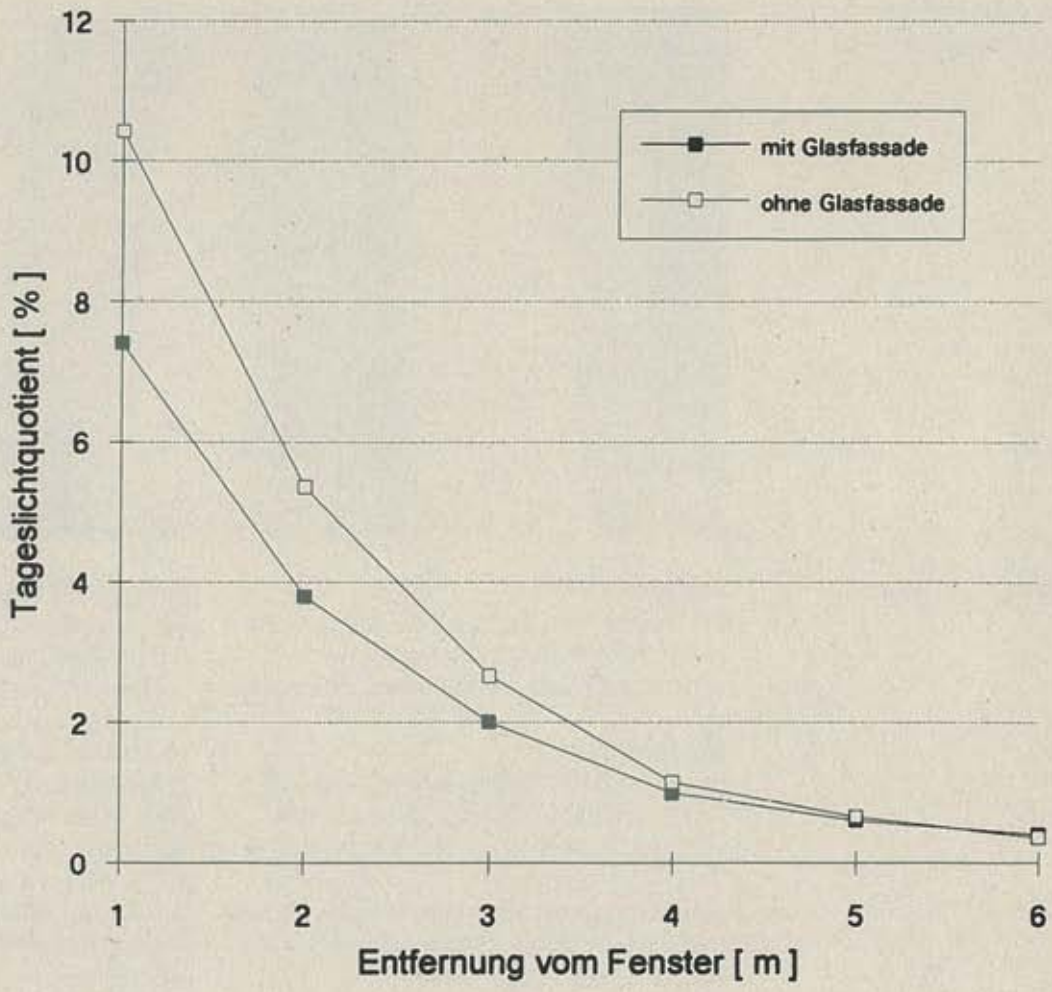
Bewegliche Glasscheiben in Lichtlenkungsstellung bei bedecktem Himmel:
Die beweglichen Glasscheiben können bei bedecktem Himmel zu einem Paket zusammengeführt werden. Die obere Glasscheibe funktioniert dabei als Aussenreflektor. Als Gesamtwirkung ergibt sich im Vergleich mit einer freien Fassade eine Reduktion der Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um ca. 10%. In 5 bis 6 m Tiefe ergibt sich dagegen eine leichte Erhöhung der Beleuchtungsstärke. Der negative Einfluss von festen Sonnenschutzgittern wird durch den positiven Einfluss von beweglichen Aussenreflektoren ausgeglichen.

Aussenbezug:
Die bedruckten Glasscheiben gestatten in der Sonnenschutzstellung einen guten Aussen bezug. In der Lichtlenkungsstellung wird die Aussicht kaum gestört.

Typisches Einsatzgebiet:
Bewegliche Glasfassaden ermöglichen durch die Anwendung eines begehbaren Sonnenschutzgitters die Wartung der Fassade von aussen und können auch als Fluchtweg genutzt werden.

Bewegliche Glasfassade

Typische Messwerte:



Bewegliche Glasfassade in
Lichtlenkungsstellung
Himmel: bedeckt

7. Klima-Servicefassade mit beweglichem Aussenreflektor

Merkmale, Regeln

Bestandteile:
Eine Klima-Servicefassade besteht aus einem festen Sonnenschutzgitter, aus einem oder mehreren Grosslamellen (Aussenreflektoren) und einem Trittrost. Der Trittrost ist zugleich Sonnenschutzgitter für die darunter liegende Etage. Die Gitter sind begehbar und ermöglichen die Fassadenreinigung von aussen.

Sonnenschutz:
Klima-Servicefassaden sind primär als Sonnenschutz konstruiert. Sie sind besonders für Südfassaden geeignet. Sonnenschutzgitter und Trittrost sind starr, die Grosslamellen sind in der Sonnenschutzstellung nach unten gekippt. Sie können starr oder beweglich gelagert sein.

Starre Lamellen bei bedecktem Himmel:
Im Vergleich mit einer freien Fassade reduziert ein festes Sonnenschutzgitter allein bei bedecktem Himmel die Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um ca. 30%. Klima-Servicefassaden mit starren Grosslamellen können die Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um mehr als 40% reduzieren.

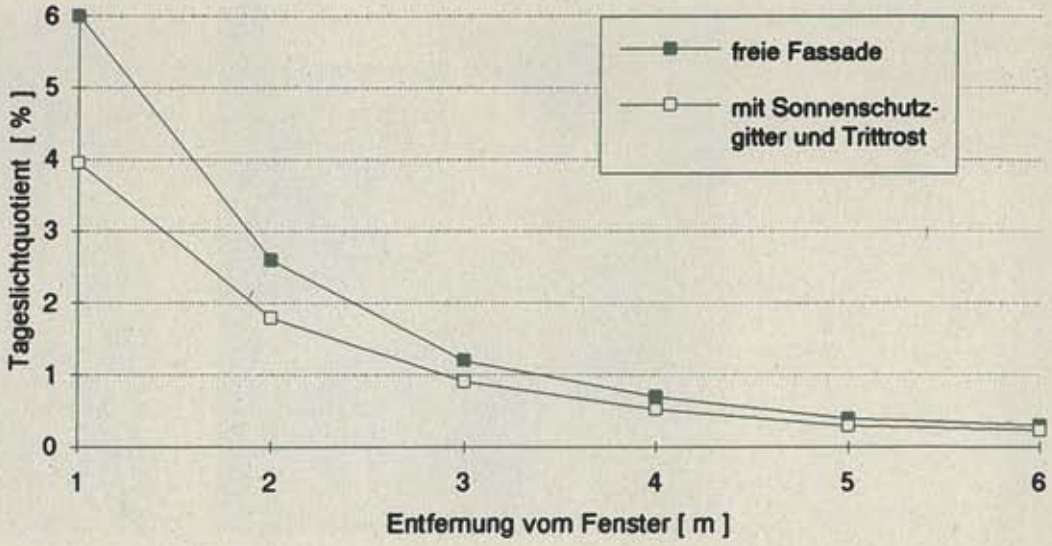
Bewegliche Lamellen in Lichtlenkungsstellung bei bedecktem Himmel:
Bewegliche Grosslamellen können bei bedecktem Himmel nach oben gekippt werden. Sie funktionieren in dieser Stellung als Aussenreflektoren. Als Gesamtwirkung der Klima-Servicefassade ergibt sich im Vergleich mit einer freien Fassade eine Reduktion der Beleuchtungsstärke in 4 m Raumtiefe um ca. 10%. In 5 bis 6 m Tiefe ergibt sich dagegen eine Erhöhung der Beleuchtungsstärke um ca. 10%. Der negative Einfluss von festen Sonnenschutzgittern wird durch den positiven Einfluss von beweglichen Aussenreflektoren ausgeglichen. Im hinteren Raumbereich wird das Beleuchtungsniveau etwas verbessert.

Aussenbezug:
Die Grosslamellen decken nur den oberen Bereich der Fensterfläche. Der Ausblick durch die Fenster wird kaum beeinträchtigt.

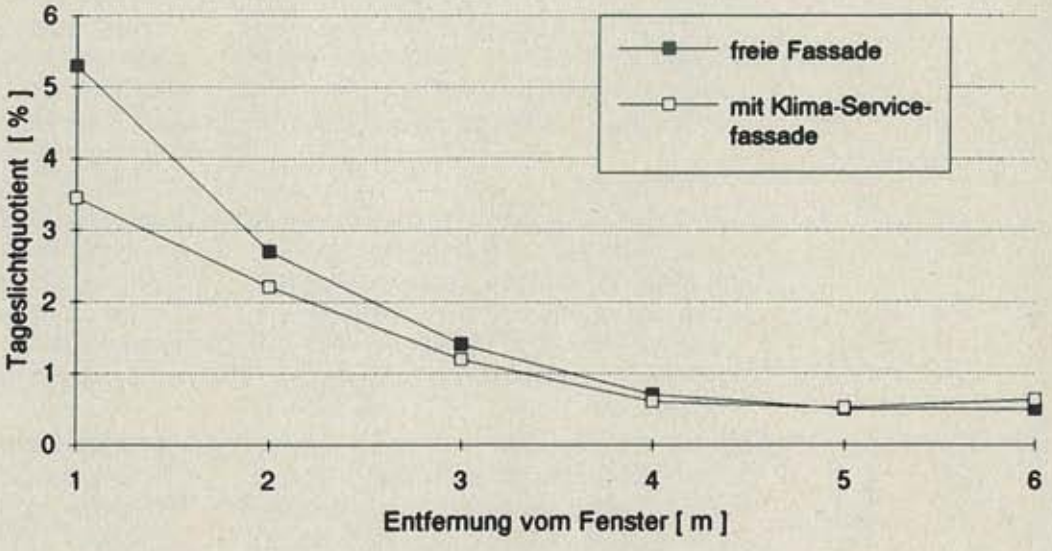
Typisches Einsatzgebiet:
Sonnige Klimaregionen, wo die relative Sonnenschein-Wahrscheinlichkeit mehr als 70% beträgt (Tessin, Wallis). Hier hat die Sonnenschutzfunktion Priorität und sind somit auch statische Systeme sinnvoll.

Klima-Servicefassade mit beweglichem Aussenreflektor

Typische Messwerte:



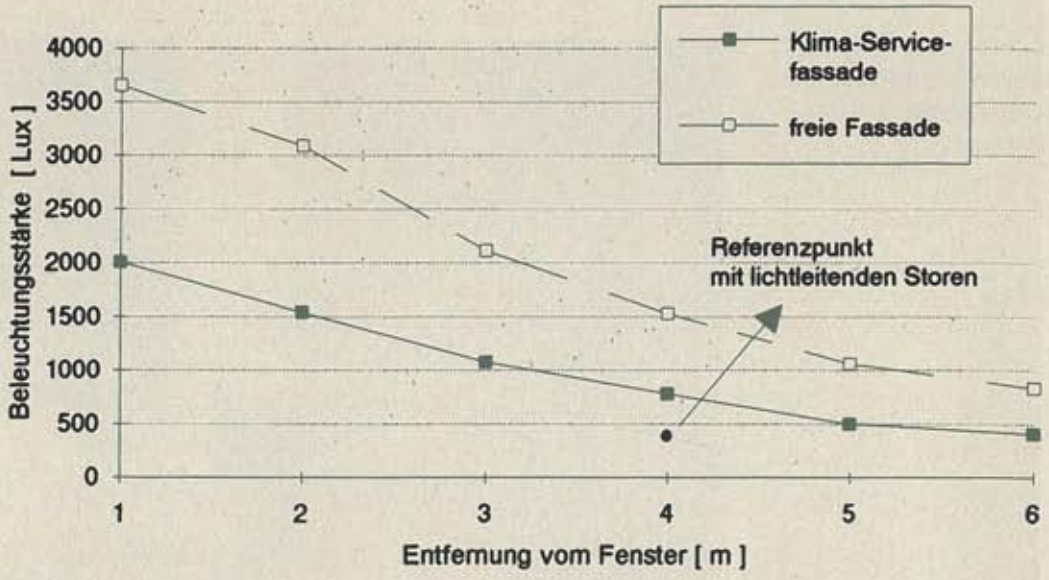
Klima-Servicefassade ohne Aussenreflektor, nur mit festem Sonnenschutzgitter und Trittrost
Himmel: bedeckt



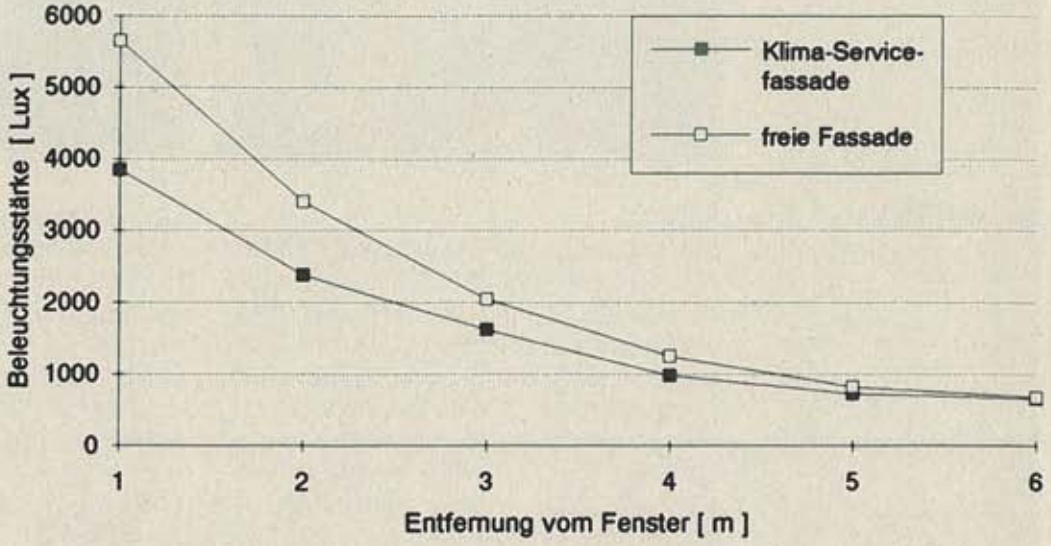
Klima-Servicefassade mit Aussenreflektor in der Lichtlenkungsstellung
Himmel: bedeckt

Klima-Servicefassade mit beweglichem Aussenreflektor

Typische Messwerte:

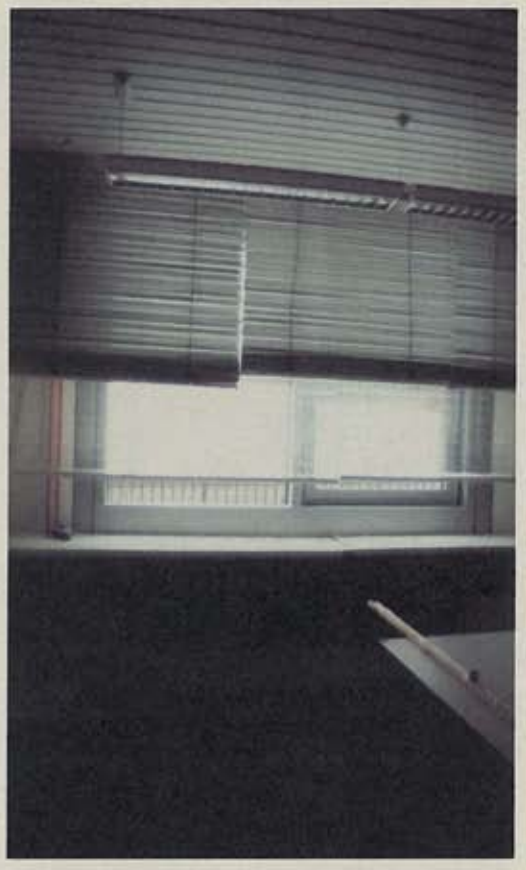


Klima-Servicefassade mit Aussenreflektor in Sonnenschutzstellung
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 11.30



Klima-Servicefassade mit Aussenreflektor in horizontaler Stellung
Himmel: klar
Fassade: nicht besonnt
Zeit: 16.20

8. Prismenlamellen-storen kombiniert mit Blendschutzlamellen-storen



Merkmale, Regeln

Aufbau:
Das Sonnen- und Blendschutzsystem besteht aus zwei Lamellenpaketen. Beide werden auf der Fensterinnenseite montiert. Die Prismenlamellen erfüllen die Sonnenschutzfunktion, indem sie die direkten Sonnenstrahlen nach aussen reflektieren. Da die Prismenlamellen eine zu hohe Leuchtdichte aufweisen (ca. 2000 cd/m²), ist ein zusätzlicher Blendschutz notwendig. Die dicht hinter den Prismenlamellen montierten Blendschutzlamellen werfen das Licht an die Decke und sorgen dafür, dass der hintere Teil des Raumes aufgehellt wird. Um diese Wirkung zu verstärken, kann die Decke mit speziellen Reflektoren ausgerüstet werden. Bei den hier durchgeführten Messungen wurde jedoch auf zusätzliche Deckenreflektoren verzichtet.

Sonnenschutzfunktion:
In der Sonnenschutzfunktion ist das System betreffend Lichtverteilung im Raum mit lichtleitenden Storen in etwa gleichwertig, wobei der hintere Teil des Raumes etwas mehr aufgehellt wird. Vorteilhaft für das System ist die niedrigere Leuchtdichte auf der Fensterfläche: ca. 300–800 cd/m² im Vergleich mit 800–1000 cd/m² bei lichtleitenden Storen. Dafür weisen lichtleitende Storen einen besseren g-Wert auf. Der g-Wert für lichtleitende Storen beträgt ca. 0.2. Das innenliegende Prismensystem weist einen g-Wert von ca. 0.3 auf.
Um einen optimalen Sonnenschutz zu gewährleisten, müssen die Prismenlamellen der Sonne nachgeführt werden. Dies verlangt eine kontinuierliche Steuerung.

Prismenlamellenstoren kombiniert mit Blendschutzlamellenstoren

Blendschutzfunktion bei besonnter Fassade:
In der Sonnenschutzstellung müssen, da die Prismenlamellen ein hohe Leuchtdichte aufweisen, stets auch die Blendschutzlamellen betätigt werden. Werden die Prismenlamellen nicht eingesetzt, im Winter etwa, so ergibt sich durch die direkte Sonnenstrahlung an den Blendschutzlamellen ein störender Glanz. In diesem Fall wird die Blendschutzfunktion nur mangelhaft erfüllt.

Blendschutzfunktion bei bedecktem Himmel:
Bei bedecktem Himmel haben die Prismenlamellen keine Funktion. Jedoch kann bei zu hohen Fensterleuchtdichten auch bei bedecktem Himmel Blendschutz notwendig sein. Dies ist meistens bei Bildschirmarbeitsplätzen der Fall.
Bei bedecktem Himmel sind Blendschutzlamellen lichtleitenden Lamellenstoren (als Blendschutz) eindeutig überlegen. Der Raum wird um einen Faktor 2 bis 3 mehr aufgehellt.

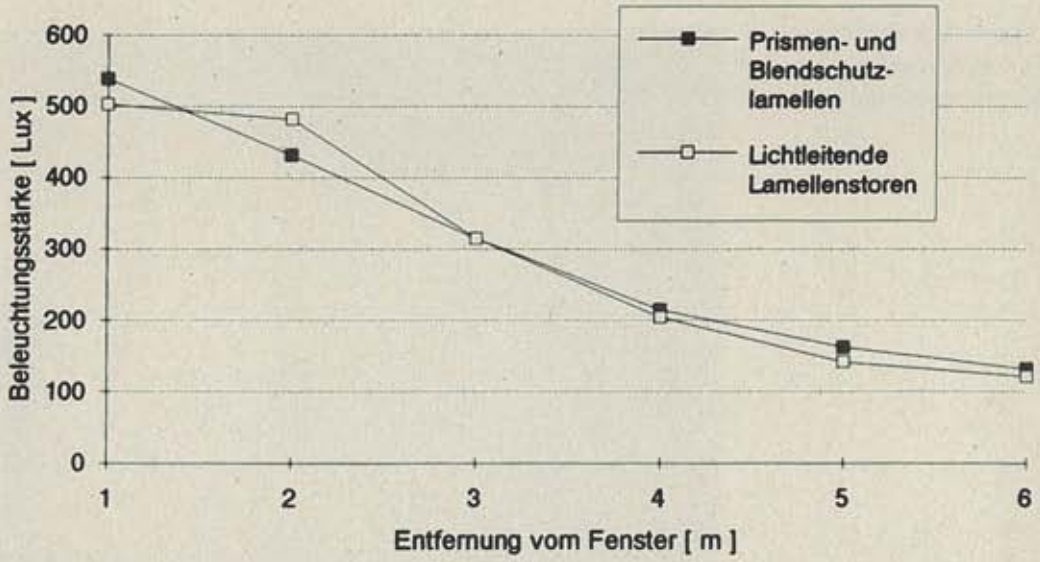
Im Winterhalbjahr bleibt der hintere Raumbereich trotzdem so dunkel, dass Kunstlicht zugeschaltet werden muss. Der Tageslichtquotient von 0,5% ergibt in 4 m Tiefe eine Beleuchtungsstärke von 50 Lux. Dies bei einer für das Winterhalbjahr typische Aussenbeleuchtungsstärke von 10'000 Lux.
Im Sommerhalbjahr bekommt der Raum auch bei bedecktem Himmel und betätigter Blendschutzjalousie in 4 m Tiefe ca. 150 Lux. Diese Beleuchtungsstärke reicht aus, um bei Bildschirmarbeit die Vorlage einwandfrei lesen zu können.

Aussenbezug:
Die neuentwickelten Blendschutzlamellen sind zu einem Drittel perforiert. Somit ist eine teilweise Transparenz gegeben.

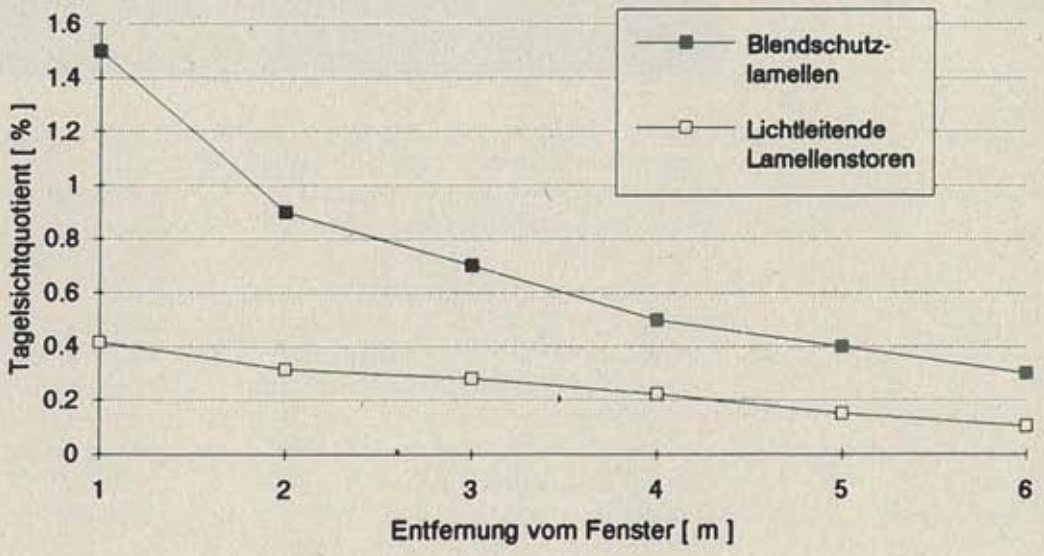
Typisches Einsatzgebiet:
Anspruchsvolle Bildschirmarbeitsplätze mit hohen Blendschutzanforderungen.

Prismenlamellenstoren kombiniert mit Blendschutzlamellenstoren

Typische Messwerte:



Prismenlamellen mit Blendschutzlamellen im Vergleich mit lichtleitenden Lamellenstoren
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 12.21



Blendschutzlamellen im Vergleich mit lichtleitenden Lamellenstoren
Himmel: bedeckt

9. Pressfaltenjalousie (Plissé)

Merkmale, Regeln

Sonnenschutzfunktion:
Die Pressfaltenjalousie kann als Sonnenschutz und/oder Blendschutz eingesetzt werden. Sie besteht aus einem halbtransparenten, auf der Aussenseite mit Aluminium beschichteten Polyestergewebe. Dank Aluminiumbeschichtung wird ein Teil der Sonnenstrahlung zurückreflektiert. Es lassen sich g-Werte von 0.6 bis 0.4 erreichen. Im Hochsommer wird somit ein zusätzlicher Sonnenschutz nötig.

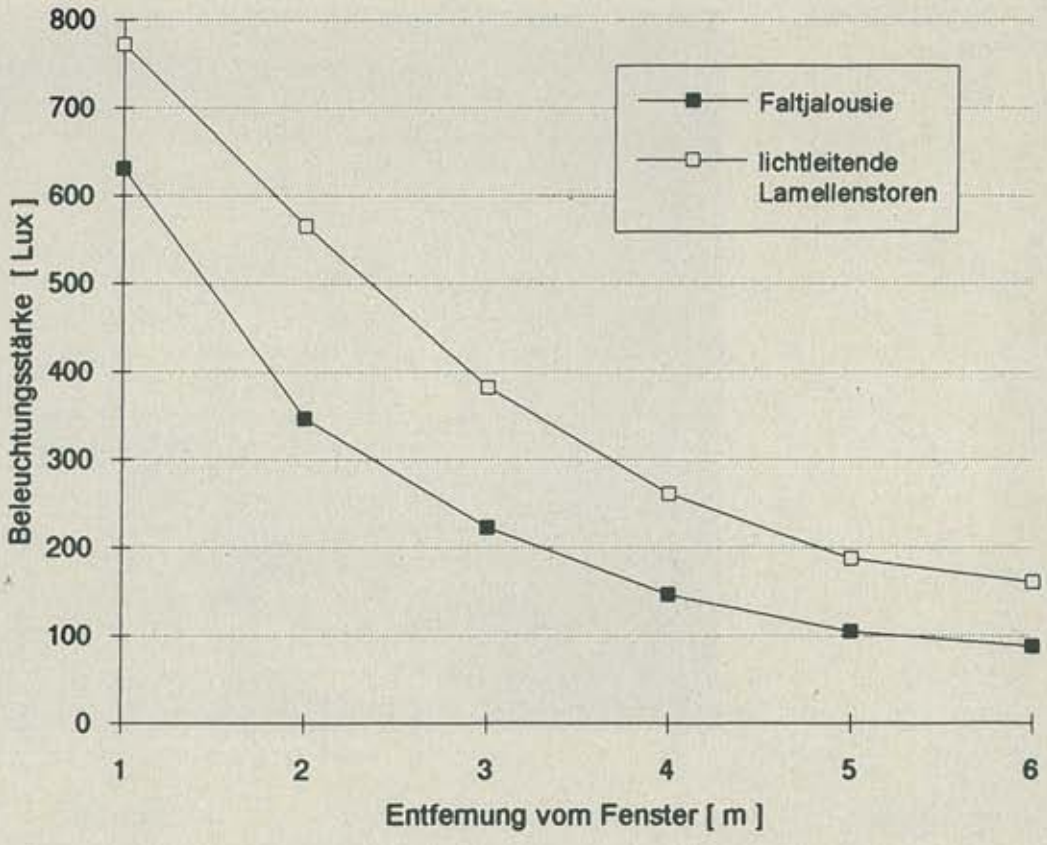
Blendschutzfunktion:
Die Blendschutzwirkung lässt sich durch die Materialwahl der Gewebe beliebig dosieren. Dadurch ist eine gute Anpassung an die jeweiligen Blendschutzanforderungen möglich.

Flexibilität:
Durch spezielle Mechanik lässt sich die Fensterfläche beliebig abdecken (z.B. nur oben, in der Mitte oder nur im unteren Bereich). Dies ermöglicht eine gute Tageslichtversorgung des Raumes trotz zum Teil ausgeblendeter Fensterfläche.

Aussenbezug:
Das Gewebe ist halbtransparent. Der Aussenbezug ist somit gewährleistet.

Pressfaltenjalousie (Plissé)

Typische Messwerte:



Faltjalousie im Vergleich mit lichtleitenden Lamellenstoren
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 12.33

10. Isolierglas mit optisch geregeltem Sonnenschutz

Merkmale, Regeln

Aufbau:
Im Luftzwischenraum von Isolierglasscheiben werden spezielle Spiegelprofile fest eingebaut. Sie bewirken, dass sich die Licht- und Energietransmission der Scheibe in Abhängigkeit der Sonnenhöhe verändern.

Sonnenschutzfunktion:
Bei hochstehender Sonne wird die direkte Sonnenstrahlung entweder umgelenkt oder nach aussen reflektiert. Dadurch wird der Hell/Dunkelunterschied im Raum erheblich reduziert. Bei Lichtumlenkung wird das Beleuchtungsniveau in der Raumtiefe angehoben. In Büroräumen lässt sich nur der obere Bereich der Fensterfläche mit optisch geregeltem Sonnenschutz ausrüsten, da sonst der Ausblick durch die Fenster dauernd behindert wäre. Daraus folgt, dass für die untere Fensterhälfte eine zusätzliche bewegliche Sonnenschutzeinrichtung benötigt wird.
Der g-Wert des optisch geregelten Sonnenschutzes bewegt sich von der Sonnenhöhe abhängig zwischen Winter: 0.65 und Sommer: 0.25.

Blendschutzfunktion bei besonnter Fassade:
Die Leuchtdichte im oberen Bereich des Fensters, der mit optisch geregeltem Sonnenschutz ausgerüstet ist, beträgt ca. 200 bis 300 cd/m². Im unteren Bereich der Fensterfläche ist ein zusätzlicher Sonnen- und/oder Blendschutz erforderlich.

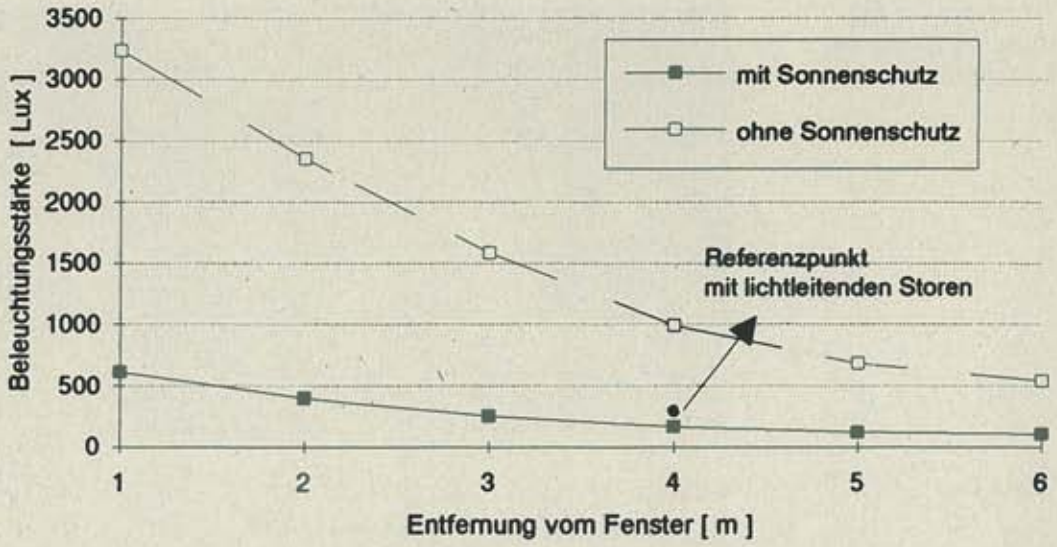
Blendschutzfunktion bei bedecktem Himmel:
Der obere Bereich des Fensters wird, da es sich beim optisch geregelten Sonnenschutz um eine feste Einrichtung handelt, auch bei bedecktem Himmel beschattet. Dies kann dann erwünscht sein, wenn z.B. bei Bildschirmarbeitsplätzen der im oberen Bereich des Fensters sichtbare Himmel wegen zu hohen Leuchtdichten störend wäre. Jedoch ist dies nur selten der Fall.
Optisch geregelter Sonnenschutz beschattet den oberen Teil des Fensters auch bei bedecktem Himmel. Dies führt im Vergleich zu einem Fenster mit Isolierverglasung ohne Sonnenschutz zu einer Verminderung des Beleuchtungsniveaus bei bedecktem Himmel im Raum um ca. 60%.

Aussenbezug:
Die Spiegelprofile beeinträchtigen den Durchblick nur mässig. Der Aussenbezug bleibt, wenn auch etwas vermindert, erhalten.

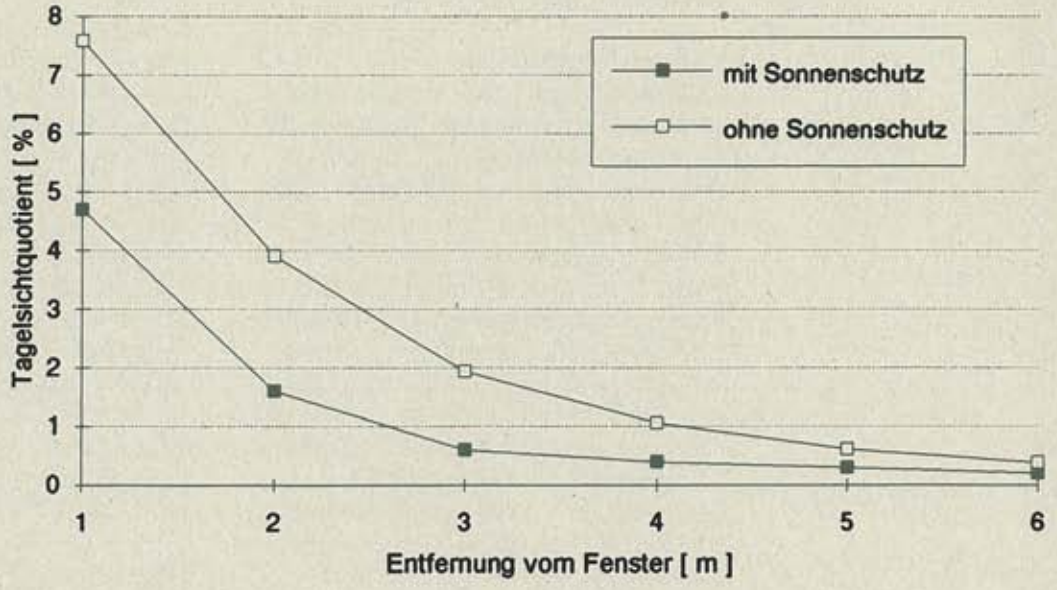
Typisches Einsatzgebiet:
Wartehallen, Treppenhäuser, Korridore, Oberlichtbereich.

Isolierglas mit optisch geregeltem Sonnenschutz

Typische Messwerte:



Optisch geregelter Sonnenschutz im oberen Fensterbereich mit Pressfaltenjalousie im unteren Bereich
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 12.18



Optisch geregelter Sonnenschutz im oberen Fensterbereich
Himmel: bedeckt

11. Perforierte Lamellenstoren

Merkmale, Regeln

Aufbau:
Perforierte Lamellenstoren sind fein durchlöchert und lassen so auch im geschlossenen Zustand Licht durch.

Sonnenschutzfunktion:
Perforierte Lamellenstoren können ähnlich wie herkömmliche Lamellenstoren als Sonnenschutz eingesetzt werden. Zu beachten ist der infolge Perforation etwas höhere g-Wert.

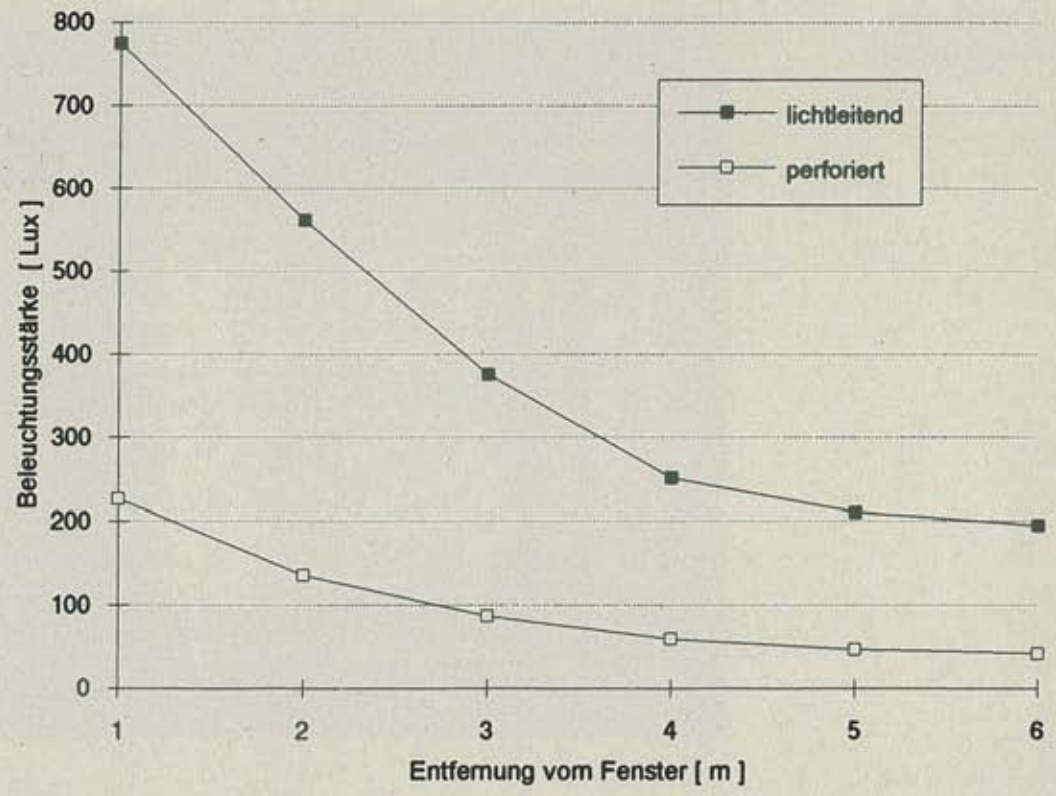
Blendschutzfunktion:
Die direkte Sonneneinstrahlung wird nur zum Teil aufgefangen. Die durch die Perforation hindurchtretende Strahlung kann Blendung verursachen. Perforierte Storen sind für Büroräume als Blendschutz ungenügend. Die Büros müssen mit einem zusätzlichen Blendschutz bestückt werden. Bei geschlossenen Lamellen gelangt nur wenig Tageslicht in den Raum, das Belichtungsniveau ist für Büroarbeiten ungenügend. Mit lichtleitenden Lamellenstoren lässt sich ein weit höheres Beleuchtungsniveau erreichen.
Sobald die Lamellen nicht ganz geschlossen sind, merkt man von der Perforierung fast nichts. Es entsteht der gleiche Eindruck wie bei herkömmlichen Lamellenstoren.

Aussenbezug:
Der Aussenbezug bleibt auch bei geschlossenen Lamellen zum Teil erhalten. Die Umrisse der Umgebung bleiben klar erkennbar.

Typisches Einsatzgebiet:
Wartehallen, Treppenhäuser und Korridore. In diesen Bereichen werden an Blendschutz und Beleuchtungsniveau geringere Anforderungen gestellt. Was im Büro störend wäre, kann hier belebend wirken.

Perforierte Lamellenstoren

Typische Messwerte:



Lichtleitende und perforierte Lamellenstoren
Anstellwinkel perforiert: 90 Grad (geschlossen),
lichtleitend unten: 90 Grad (geschlossen),
oben: 0 Grad (horizontal)
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 10.00

12. Kippmarkise

Merkmale, Regeln

Aufbau:
Durch eine spezielle Ausstellmechanik wird die Markise im oberen Fensterbereich zunächst nach aussen geführt. Je nach Sonnenstand genügt bereits diese Stellung, um das Fenster vollständig zu beschatten. Bei tiefem Sonnenstand muss die Markise ganz geschlossen werden.

Sonnenschutz:
Aussenliegende Stoffstoren erreichen g-Werte von 0.15 und tiefer. Der beschattete Raum bleibt dabei genügend hell.

Blendschutz:
Werden sie von der Sonne direkt bestrahlt, erreichen helle Stoffstoren Leuchtdichten von 5000 cd/m² und mehr. Sie sind somit als Blendschutz untauglich. Im Fensterbereich werden daher eher dunklere Stoffe empfohlen. Bei Bildschirmarbeitsplätzen wird meistens ein zusätzlicher Blendschutz erforderlich.

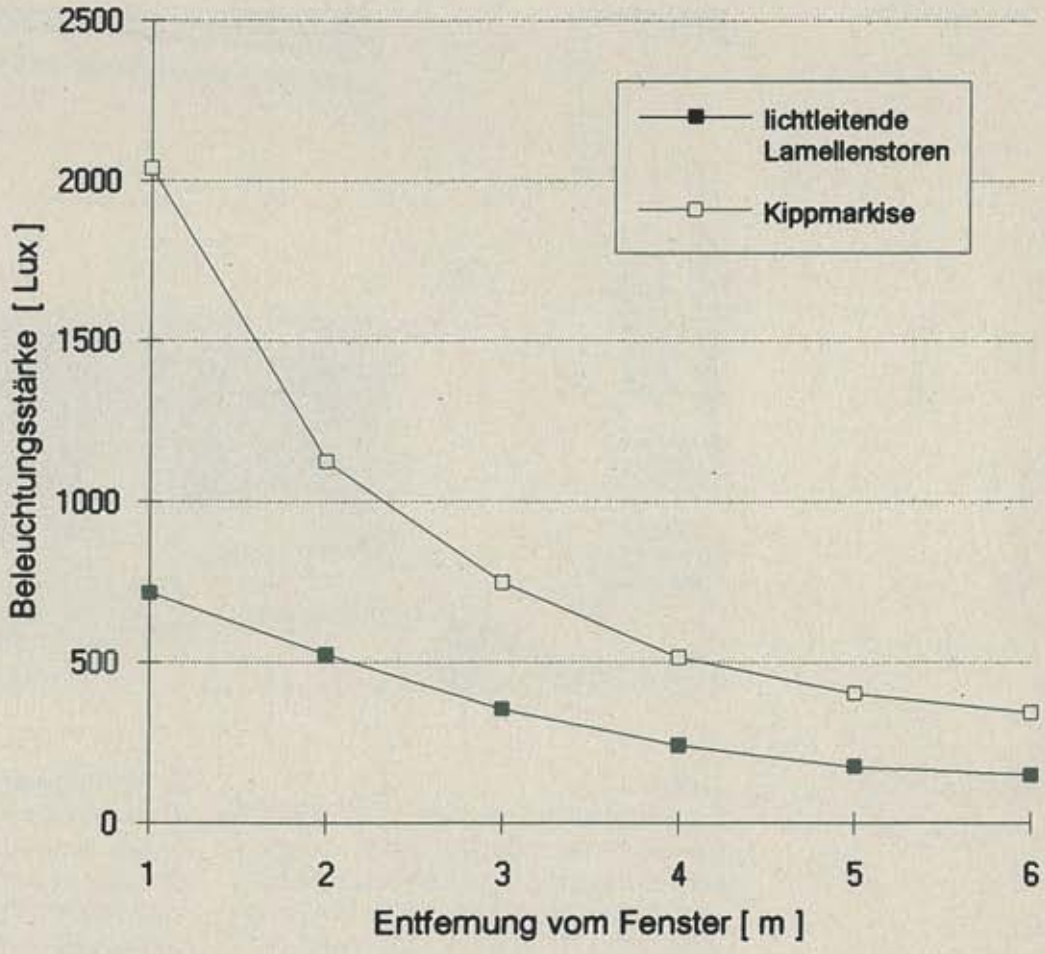
Tageslichtgewinnung:
Bei Ausstellstoren wird der untere Fensterbereich nur bei tiefer Sonne verdeckt. Durch den offenen unteren Bereich wird der Raum mit genügend Tageslicht versorgt. Bei direkter Sonnenbestrahlung entwickeln helle Stoffe eine hohe Eigenleuchtdichte und versorgen den Raum mit diffusem Licht. Wegen Blendungsgefahr sollte die Farbe trotzdem nicht allzu hell gewählt werden. Empfohlene Farben im Fensterbereich: Hellblau, Hellgrün, Grau.

Aussenbezug:
Der Aussenbezug bleibt durch die freigelassene untere Fensterhälfte erhalten.

Typisches Einsatzgebiet:
Schulen, Büros mit niedrigen Blendschutzanforderungen, Wohnbau.

Kippmarkise

Typische Messwerte:



Kippmarkise mit weissem Stoff im oberen Fensterbereich im Vergleich mit lichtleitenden Lamellenstoren
Himmel: klar
Fassade: besonnt
Zeit: 12.30

13. Im Isolierglas integrierte bewegliche Sonnenschutzfolie

Merkmale, Regeln

Aufbau:
Die dünne, durchsichtige Reflexionsfolie kann zwischen zwei Glasscheiben (z.B. Isolierglas) oder hinter der Verglasung eingebaut werden. Motorantrieb und elektronische Steuerung erleichtern die Bedienung.

Sonnenschutz:
Die auftreffenden Sonnenstrahlen werden durch die metallisierte Folie mit unveränderter Wellenlänge durch die Glasscheibe hindurch nach aussen reflektiert. Es kann je nach Folientyp ein g-Wert von bis zu 0.15 erreicht werden.

Blendschutz:
Nur ein geringer Teil der Strahlung dringt durch die hauchdünne Metallschicht des Reflektors. Die Leuchtdichte der Fensterfläche wird dadurch wesentlich reduziert. Die Verminderung der Fensterleuchtdichte hängt vom gewählten Folientyp ab.

Tageslichtgewinnung:
Wie alle beweglichen Sonnenschutzsysteme, lässt die Folie bei bedecktem Himmel im aufgerollten Zustand eine maximale Tageslichtversorgung zu.

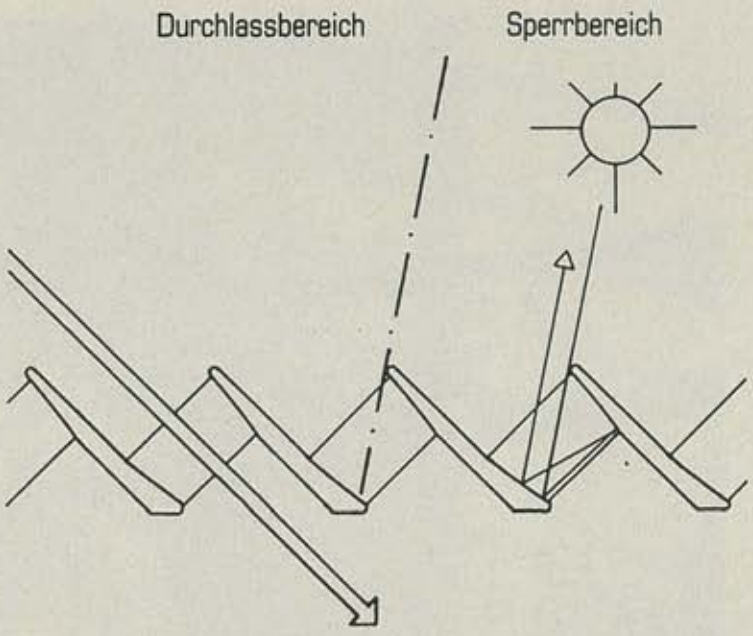
Flexibilität:
Die Folie lässt sich in jeder Lage einbauen. Sie kann daher auch so eingebaut werden, dass sie von unten nach oben geschlossen wird. Dadurch kann im oberen Bereich des Fensters ein Spalt je nach Bedarf freigelassen und die Tageslichtversorgung verbessert werden.

Aussenbezug:
Der Aussenbezug bleibt auch in der Sonnenschutzstellung erhalten.

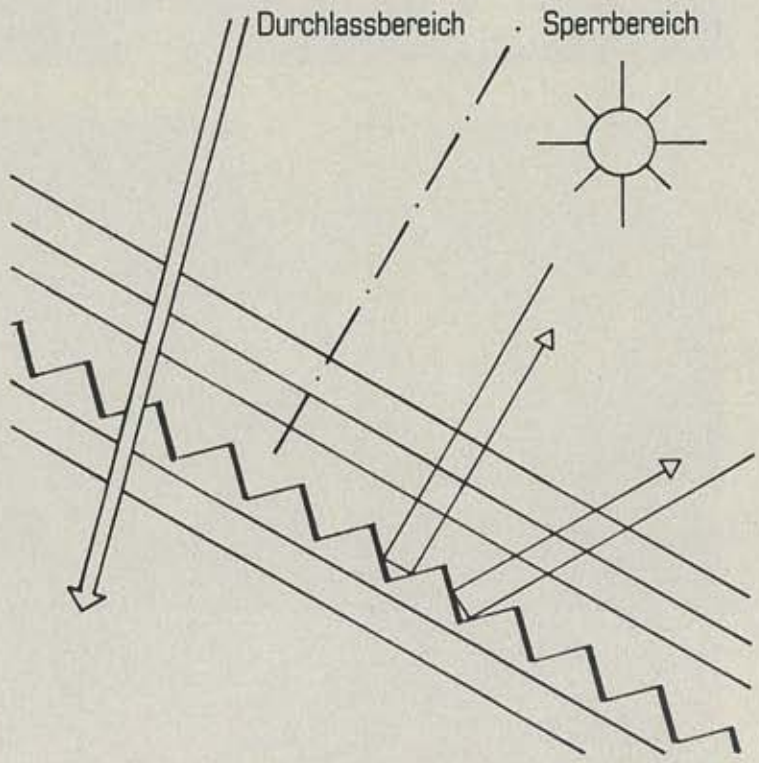
Typisches Einsatzgebiet:
Hauptsächlich im Bürobereich, wo der sommerliche Wärmeschutz und der Aussenbezug gleichermassen wichtig sind. Auch für Fassaden mit Structural glazing geeignet.

3.4 Oberlichtkomponenten – Skizzen und Bilder

1. Sonnenschutzraster



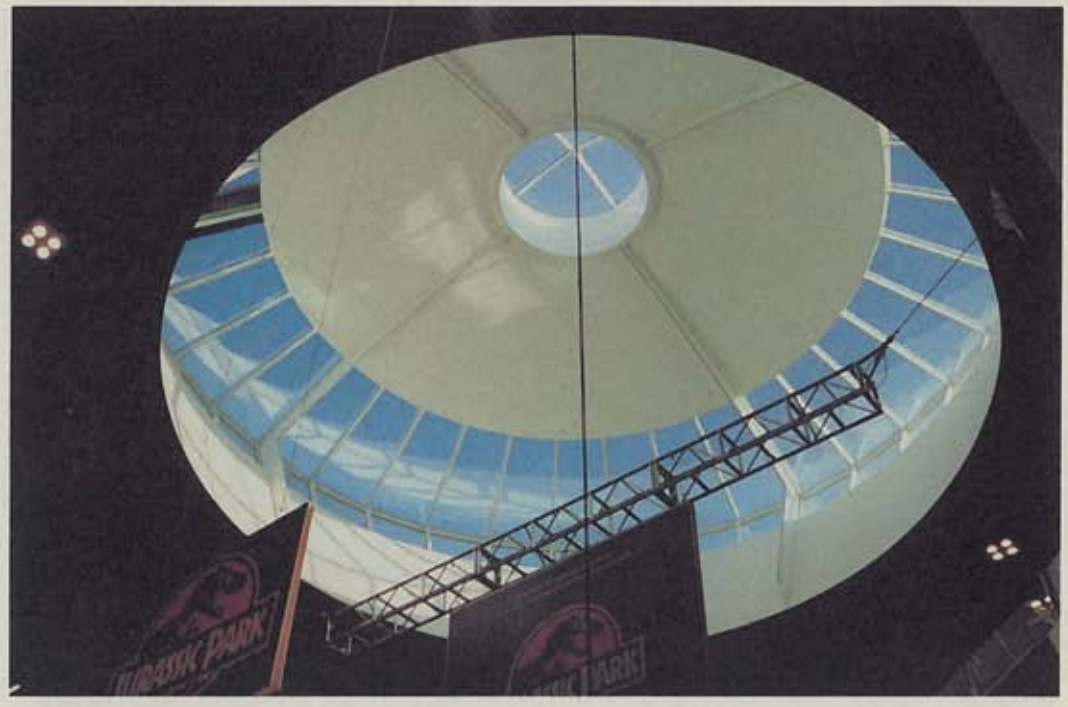
2. Stationäre Prismensysteme



3. Satteloberlicht

4. Im Isolierglas integrierte bewegliche Sonnenschutzfolie

5. Sonnenschutzglas



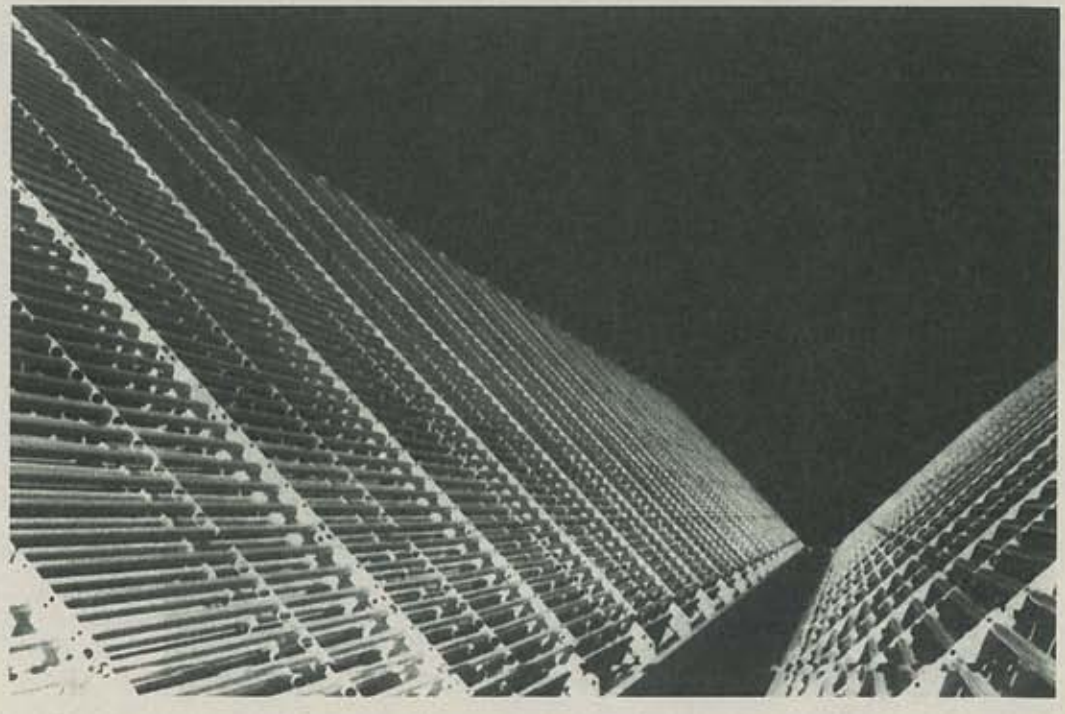
6. Stoffstoren

7. System Glashaus

8. Bewegliche Grosslamellen

9. Starre Sonnenschutzgitter

10. Rohrgittersystem



Produkteliste

Produkt	Firma
Lichtleitende Lamellenstoren	Baumann AG Rolladenfabrik Zugerstrasse 162 8820 Wädenswil 01/782 51 11
	Schenker Storen AG Stauwehrstrasse 34 5012 Schönenwerd 064/40 55 11
Prismensysteme, Sonnenschutzraster	Siemens-Albis AG Rautistrasse 33 8047 Zürich 01/495 31 11
Sonnenschutz- und Lamellensysteme	Solonia Sonnenschutz GmbH Birkenweiherstrasse 4 D-63505 Langenselbold 01/830 29 29
	Colt International (Schweiz) AG Ruessenstrasse 5 6340 Baar 042/32 70 70
Lichtstreuendes Isolierglas, Sonnenschutz	Okalux Kapillarglas GmbH D-97828 Marktheidenfeld-Altfeld 09391/1041
Sonnenschutzrollo im Isolierglas	Glas AG Chur, Industriestrasse 1 7001 Chur 081/24 21 21
	AGERO AG Hauptstrasse 6 8255 Schlattingen 053/37 26 11

Produkt	Firma
Faltjalousie VEROSOL	STOSA Gysistrasse 6 5033 Buchs 064/22 97 55
Kippmarkise	Baumann AG Rolladenfabrik Zugerstrasse 162 8820 Wädenswil 01/782 51 11
	Schenker Storen AG Stauwehrstrasse 34 5012 Schönenwerd 064/40 55 11
Bodenreflektoren	Colt International (Schweiz) AG Ruessenstrasse 5 6340 Baar 042/32 70 70
	Metallbau Hirsch AG Längfeldweg 115 2500 Biel 8 032/41 75 55
Bewegliche Glasfassade	Metallbau Hirsch AG Längfeldweg 115 2500 Biel 8 032/41 75 55

4. Anhang

4.1 DIANE Projekt Tageslichtnutzung

4.2 Das DIANE Beratungsteam

4.3 Bibliographie

4.1 DIANE Projekt Tageslichtnutzung

Tageslichtnutzung – ein Muss für die Planer
Das DIANE Projekt Tageslichtnutzung des Bundesamtes für Energiewirtschaft im Rahmen von Energie 2000 hat 1992 begonnen und dauert bis 1996. Das Ziel ist, «Mit besserem Tageslicht mehr Arbeitsqualität, mit weniger Kunstlicht am Arbeitsplatz weniger Stromverbrauch» zu erreichen. Angesprochen sind Bauherren und Betreiber von Bürobauten, Industriehallen und Schulen. Die Möglichkeiten für Tageslichtnutzung sollen sowohl für Neubauten als auch für Sanierungen aufgezeigt werden. Für die Planer, d.h. Architekten und Haustechnikplaner, werden Arbeitsunterlagen bereitgestellt und projektbezogene Beratungen durchgeführt. Der Bauherr bekommt ein «Anforderungsprofil» für diesen Bereich.
Beim DIANE Projekt Tageslichtnutzung wird das Hauptgewicht auf die Ausarbeitung der integrierenden Aspekte und Einsatz von einfachen Tageslichtsystemen gelegt, die ohne grössere Mehrinvestitionen eine gute Arbeitsqualität und Energieeinsparung erreichen.

Dazu bieten wir folgende Arbeitsmittel an:
Projektbezogene Kurzberatungen, Dokumentationsmaterial, Beispiele, EDV-Programme, Messresultate, Informationsveranstaltungen, Vortragsbaukasten, Besichtigungsfahrten, Workshops, Beteiligung an Ausstellungen und Forumsveranstaltungen, Artikelserie Tageslichtnutzung.

Drei zeitversetzte Stossrichtungen des Projektes:
Durch die Verwendung von lichtleitenden Beschattungen, von neuen Regelsystemen für Beschattung und Beleuchtung und durch Einsatz der Beleuchtungssysteme sollen kurzfristig wirksame Energieeinsparungen bei Sanierungen möglich werden.
Mittelfristig wird die Vermeidung von immer wiederkehrenden groben Planungsfehlern und untauglichen Tageslichtlösungen angestrebt. Eine Feinoptimierung der baulichen und technischen Massnahmen bei Neubauten soll zu einer optimierten Gesamtenergiebilanz führen.
Langfristig gilt es, einen Einfluss auf die Architektur von Neubauten in Richtung Tageslichtdesign auszuüben.

4.2 DIANE Tageslichtnutzung Beratungsteam

Projektleiter
Miklos Kiss
EWI Ingenieure + Berater
Bellerivestrasse 36, 8034 Zürich
Tel. 01-385 27 81, Fax 01-385 26 52

Projektleitungs-Team
Martin Bänninger
Schweiz. Bankgesellschaft
LIEG/LIHE
Bahnhofstrasse 45, 8021 Zürich
Tel. 01-236 62 03, Fax 01-236 67 13

M. Yves Golay
Atelier des Tonnelles
Ch. des Tonnelles 4, 1004 Lausanne
Tel. 021-24 07 01, Fax 021-24 67 21

Dr. Martin Lenzlinger
Industrielle Betriebe der Stadt Zürich
Amtshaus II
Bahnhofquai 5, 8023 Zürich
Tel. 01-216 26 24, Fax 01-212 19 30

Ruedi Luginbühl und Markus Hubbuch
EWI Ingenieure und Berater
Bellerivestrasse 36, 8034 Zürich
Tel. 01-385 27 91, Fax 01-385 26 52

Bruno Späti
Architekt SIA
Zwängiweg 13, 8038 Zürich
Tel. 01-482 66 20, Fax 01-482 66 59

Beratungsteam
György Barath
TAGESLICHTTECHNIK
Etzelstrasse 7, 8038 Zürich
Tel. 01-482 62 68, Fax 01-482 63 69

Hans-Ulrich Glauser
Zweifel + Glauser + Partner
Architekten AG
Seefeldstrasse 152, 8034 Zürich
Tel. 01-383 24 00, Fax 01-382 19 55

Daniela Guex-Joris *
Architekturbüro
Guex-Joris + Tasnady
Bergstrasse 58, 8706 Meilen
Tel. 01-923 61 20, Fax 01-923 63 74

Reto Miloni *
dipl. Architekt ETH/SIA
Martinsbergstrasse 42, 5400 Baden
Tel. 056-21 77 09, Fax 056-21 71 12

Prof. Pierre Zoelly
Zoelly, Rüegger, Holenstein
Architekten AG
Dufourstrasse 7, 8702 Zollikon
Tel. 01-391 52 80, Fax 01-391 98 50

Atelier WW
Walter Wäschle
Asylstrasse 108, 8032 Zürich
Tel. 01-388 66 66/36, Fax 01-388 66 16

Für die französische Schweiz:
J. L. Scartezzini, prof. Uni-GE/EPFL
B. Paule, CUEPE-Uni-Genève
F. Teodori, arch. Lausanne
E. Novello, arch. Vevey
D. Chuard, arch. Lausanne
c/o P. Chuard, ingénieur

Auskünfte durch:
Rolf Ernst *
Dipl. Architekt EPFL/SIA/FUS
c/o Communauté d'Architectes La Sarraz
Grand Rue 32, 1315 La Sarraz
Tel. 021-866 78 44, Fax 021-866 75 85

Presseverantwortliche
Sigrid Hanke *
Medienarbeit
Hottingerstrasse 18, 8032 Zürich
Tel. 01-262 66 33, Fax 01-262 68 68

* im Projektleitungsteam ab Sommer 1994

4.3 Bibliographie

Bestelladresse **Adresse de commande**	**Références des ouvrages** **Referenzen**
SLG Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft ASE Association suisse d'éclairage Postgasse 17, 3011 Bern Tel. 031/312 22 51 Fax 031/312 12 50	• **Leitsätze für die natürliche und künstliche Beleuchtung von Turn-, Sport- und Mehrzweckhallen** • **Recommandations pour l'éclairage naturel et artificiel des halles de gymnastique, de sport et à usages multiples** SN 418904 • **Leitsätze für die natürliche und künstliche Beleuchtung von Schulen** **Recommandations pour l'éclairage naturel et artificiel des bâtiments scolaires** SN 418905 • **Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht, 1. Teil: Allgemeine Richtlinien** **Eclairage intérieur par la lumière artificielle, 1ère partie: Directives générales** SN 418912 • **Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht** • **Eclairage intérieur par la lumière du jour** SN 418911 • **International lighting vocabulary, 4th ed.** CIE no 17.4, 1987
Association française de l'Eclairage LUX, 52, Bd. Malesherbes, F-75008 Paris tél. 00331/43 87 21 21, fax 43 87 16 98	• **La lumière du jour dans les espaces intérieurs** Lux, 1983 • **Les sources de lumière** Lux, 1987 • **Guide pour l'éclairage des musées, des collections particulières et des galeries d'art** Lux, 1991 • **Photométrie en éclairage – Application aux calculs des éclairements** Lux, 1991
SIA Selnaustrasse 16, 8039 Zürich Tel. 01/283 15 15, Fax 01/ 201 63 35	• Recommandation no 380/4 **L'énergie électrique dans le bâtiment** • Empfehlung Nr. 380/4 **Elektrische Energie im Hochbau**

DIANE-Berichte bei den Autoren:

György Barath, Etzelstrasse 7, 8038 Zürich Tel. 01/482 62 68	• **Messberichte 1993–1994:** – Tageslichtleitende Lamellenstoren – Modellraum DIANE – Bewegliche Aussenreflektoren der Firma COLT – SOLONIA Klima-Servicefassade – Deckenreflektoren – SIEMENS Prismenlamellen-System, OKASOLAR Sonnenschutz, Optiwhite Weissglas – Kippmarkise, bewegliche Glasfassade, Bodenreflektor – Projektbezogene Beratungen, 1993

Zweifel + Glauser + Partner Architekten
Seefeldstrasse 152, 8034 Zürich
Tel. 01/383 24 00

- **Lichtprojekte**
  DIANE 1993

Bruno Späti, Architekt SIA
Zwängiweg 13, 8038 Zürich
Tel. 01/482 66 20, Fax 01/482 66 59

- **Gestaltungsprinzipien für Tageslicht**
  DIANE 1994

Publications en français en relation avec le programme DIANE

Laboratoire d'énergie solaire (Daniel Notter)
LESO-EPFL, CP 12, 1015 Lausanne
tél. 021/693 45 45, fax 021/693 27 22

- Courret/Paule/Scartezzini:
  L'optique anidolique appliquée à l'éclairage naturel
  DIANE 1994
- Courret/Paule:
  Application de l'optique anidolique à l'éclairage zénithal d'un atrium
  CUEPE, 1994
- Courret/Paule/Scartezzini:
  L'optique anidolique appliquée à l'éclairage naturel pour le bâtiment du CRPP-EPFL
  CUEPE, 1993
- Courret/Paule/Scartezzini:
  Gestion optimale des stores à lamelles orientables
  CUEPE, 1993
- Chuard/Richter:
  EOS, Extension du siège administratif, études sous ciel artificiel
  DIANE 1994
- Granero/Jaggi:
  Etude de l'éclairage naturel d'une salle de classe de l'école du Val d'Arve
  DIANE 94
- Mangeat/Vahlen:
  Centre d'entretien mixte de la Transjurane: Performances d'un système d'ouverture en façade
  DIANE, 1994
- Cucinella/Santos:
  Maison Kunz, Bernex: Etude et réalisation d'une cheminée de lumière
  DIANE 1993

Berichte aus anderen Energieforschungsprogrammen:

VdF Hochschulverlag AG (ETHZ)
Voltastrasse 24, 8044 Zürich
Tel. 01/632 42 42

- **Strom rationell nutzen**
  RAVEL-Handbuch
  Bundesamt für Konjunkturfragen, 1992

Bundesamt für Konjunkturfragen
Bern

- **Neuer Komfort mit Tageslicht**
  RAVEL Dokumentation
  1995. 724.306 d/f
  zu beziehen bei: EDMZ, 3003 Bern

Publications en français en relation avec d'autres programmes

Laboratoire d'énergie solaire (Daniel Notter)
LESO-EPFL, CP 12, 1015 Lausanne
tél. 021/693 45 45, fax 021/693 27 22

- **L'électricité à bon escient**
  Manuel RAVEL, OFQC, 1992
  no 724.302 f
- **La lumière naturelle à bon escient**
  Manuel RAVEL, à paraître
  no 724.310 f
- **Eléments d'éclairagisme, bureaux, industrie, surfaces de vente**
  Document multi-pack RAVEL, OFQC, 94
  no 724.329.0 f
- Scartezzini/Michel/Roecker/Rhyner:
  Laboratoire de lumière naturelle
  LUMEN 1994
- Scartezzini/Compagnon/Ward/Paule:
  Outils informatiques en lumière naturelle
  NEFF 1994

Im Buchhandel / En librairie

- **Tageslicht in Innenräumen**
  DIN 5034
- Dagmar Becker Epsten:
  Tageslicht und Architektur
  Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 1986
- William M.C. Lam:
  Sunlighting as a formgiver for architecture
  Van Nostran Reinhold Comp. Inc. NY, 1986
- Benjamin H. Evans:
  Daylight in architecture
  Architectural Record Books, USA, 1981
- **Introduction à l'éclairagisme**
  Ed. Eyrolles, Paris, 1992
- P. Vandeplanque:
  L'éclairage, notions de base, projets d'installation
  Ed. TEC & DOC, Paris, 1984
- P. Chauvel:
  Guide de l'éclairage naturel et artificiel dans les établissements scolaires
  Ed. Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports, Paris, 1989
- Chauvel/Perraudeau/Despretz/Michel:
  Guide de l'éclairage des grandes surfaces de vente
  Agence pour la maîtrise de l'énergie, Sophia-Antipolis, 1988
- **Eclairage naturel et éclairage artificiel de complément dans l'habitat et dans les lieux de travail**
  Ministère chargé de la santé, Ed ADHEB, F-35650 Le Rheu, 1990
- **La lumière à l'ordre du jour**
  Ministère chargé de la santé, Ed ADHEB, F-35650 Le Rheu, 1990
- **Achtung Baustelle**
  Pierre Zoelly / Miklos Kiss
  Birkhäuser Verlag, Basel