

Dr.-Ing. Helmut Köster

Entwicklung von retroreflektierenden  
Oberflächenkonturen für Licht lenkende  
Fassadenbauteile und Entwicklung  
zugeordneter Herstellungsverfahren

Abschlußbericht

gefördert durch die  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
AZ 16766

Dr.-Ing. Helmut Köster

Frankfurt, den 20.10.2003

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>16766</b>	Referat	<b>25</b>	Fördersumme	<b>196.738,00 DM</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Entwicklung von retroreflektierenden Oberflächenkonturen für Licht lenkende Fassadenbauteile und Entwicklung zugeordneter Herstellungsverfahren</b>			
<b>Stichworte</b>		Ökobau			
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
<b>24 Monate</b>		<b>06.07.00</b>		<b>06.10.03</b>	
Zwischenberichte		Projektphase(n)			
halbjährlich		<b>1</b>			
<b>Bewilligungsempfänger</b>		Dr.-Ing. Helmut Köster Tages- und Kunstlichttechnik, Gebäudetechnik Karl-Bieber-Höhe 15  60437 Frankfurt am Main		Tel 069-5074640 Fax 069-5074650 Projektleitung Dr.-Ing. Helmut Köster Bearbeiter	
<b>Kooperationspartner</b>		zukünftig: Köster Patente GmbH/ RETROSolar Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH, Kirn (Nachfolger der Köster Patente GmbH)			

### **Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens**

Anlaß des Vorhabens ist die Entwicklung von Jalousielamellen mit lichtlenkenden Oberflächenstrukturen zur verbesserten Raumausleuchtung und zur Erzielung eines besseren Wärmeschutzes im Dach- und Fassadenbereich.

Das Vorhaben hat sich zum Ziel gesetzt, ein Auftrags- und Beschichtungsverfahren zu entwickeln, das einerseits die erforderliche Präzisierung der Lichtlenkung ermöglicht und andererseits zukünftig in einem industriellen Prozeß kontinuierlich herstellbar ist.

Weiteres Vorhabensziel ist die genaue Berechnung der fresnel'schen Oberflächenstrukturen für die verschiedenen Erfordernisse lichttechnischer und energetischer Art sowie unter Berücksichtigung der Herstellung.

Weiterer Anlaß des Vorhabens waren ökologische Zielsetzungen, z.B. Einsparung von Aluminium-Material und Kunststoffen bei der Lamellenherstellung.

### **Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

In einem ersten Arbeitsschritt wurden die Oberflächenkonturen (Mikroprismenstrukturierung und Lamellenkonturen) entwickelt.

In einem zweiten Arbeitsschritt wurde nach Möglichkeiten einer geeigneten Sol-Gel-Beschichtung gesucht und der Werkzeugherstellung gesucht.

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden Herstellungsverfahren und Werkzeuge für die Mikrostrukturierung in dünnem Bandmaterial und der Beschichtungsmöglichkeiten untersucht.

In einem letzten Arbeitsschritt wurden Versuch zur Mikrostrukturierung mit verschiedenen Aluminium-Materialien und Ausformungsdrücken im Walzprozess untersucht.



## **Ergebnisse und Diskussion**

Unter ökologischer Zielsetzung wurde eine neue Lamelle entwickelt, die etwa den halben Aluminiumverbrauch hat wie das Skybright-Material der Firma Alcan-Singen, das zur Zeit eingesetzt wird.

Während ursprünglich die Hoffnung bestand, auf einer glatten Aluminiumlamelle eine verspiegelte Mikrostruktur durch eine Kunststoffbeschichtung aufzubringen, wurde nunmehr der Weg gewählt, eine glasklare Kunststoffschicht auf einen mikrostrukturierten Spiegel aufzubringen. Hierdurch entstehen neben der Lichtlenkung am Mikrostruktur-Spiegel zusätzliche Prismeneffekte im Lack, die jedoch auf Grund der besonderen Lamellengeometrie beherrschbar sind.

Aus der Sicht des Nutzers hat dieses Verfahren den Vorteil, dass sich eine glatte Lamellenoberseite ergibt und weniger schmutzanfällig ist, während eine mikrostrukturierte Lamellenoberseite bei allen potenziellen Nutzern immer wieder die Frage auslöst, wie die Mikrostruktur dauerhaft zu reinigen sei. Durch den nunmehr beschrittenen Weg ergibt sich eine glatte Lackoberfläche mit hohem Glanzgrad, der unabhängig von dem Mikrostrukturspiegel selbst bereits eine sehr gute Lichtumlenkung insbesondere für flach auftreffende Sonneneinfallswinkel ermöglicht.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Im Rahmen sehr vieler Veröffentlichungen wird immer wieder auf die mikrostrukturierten Lamellen hingewiesen (Markenname Retro-Flex). Hierdurch soll der Markt für diese neue Jalousietechnologie angeregt werden.

So wurde die Idee der mikrostrukturierten Lamelle inzwischen auf drei Messen vorgestellt (Light+Building Frankfurt, PlanCom Berlin, belectro, Berlin). Es sind eine Reihe von Veröffentlichungen in deutschen und österreichischen Fachzeitschriften publiziert. Vom Autor wird im Februar 2004 ein Buch unter dem Thema „Tageslichtdynamische Architektur“ im Birkhäuser Verlag erscheinen, in dem auf ca. 30 Seiten die mikrostrukturierte Lamelle bezüglich ihres optischen, ihres thermischen und ihres bauphysikalischen Verhaltens untersucht wird.

Die einzelnen Forschungsergebnisse dieses vorliegenden Forschungsvorhabens wurden jedoch nicht veröffentlicht, da es vorrangig nur darum geht, die Architekten mit der Idee einer mikrostrukturierten Lichtlenklamelle vertraut zu machen, jedoch weniger mit dem Herstellungsverfahren. Die Verbreitung des Herstellungsverfahrens wird dann erfolgen, wenn dieses serienmäßig umgesetzt wird und Anlagen zur Herstellung der Lamellen verfügbar gemacht worden sind.

## **Fazit**

Die Resultate dieses durchgeführten Forschungsvorhabens sind greifbar in Form von bestehenden Versuchseinrichtungen und Werkzeugen einerseits und Lamellenmaterial andererseits. In der Essenz des F+E Vorhabens stellt das erzielte Resultat eine Ausgangsbasis für eine Serienfertigung und anschließend für eine Vermarktung der Mikrostruktur-Lamellen dar.

Im Endergebnis lässt sich nach Abschluss aller Arbeitsschritte (die auf Grund der zeitlichen Befristung des Forschungsvorhabens noch nicht alle durchgeführt worden sind) eine Lamelle erwarten, die den eigentlichen Zweck des F+E-Vorhabens erfüllt:

Der Zweck des Forschungsvorhabens war, eine neue Tageslichtlamelle zu entwickeln, die von Deutschland aus weltweit vermarktet werden kann. Die mikrostrukturierte Lamelle kann nämlich auf Grund ihrer Materialstärke weitgehend konventionell weiter verarbeitet werden, so dass jeder größere Jalousiebaubetrieb in die Lage versetzt werden kann, mit überschaubarem, weiteren Investitionsaufwand in kleinere Rollen- und Stanzwerkzeuge die Tageslichtlenkjalousien herzustellen. Das Lamellenmaterial soll in Form von Lamellencoils vertrieben werden.

Diese Erwartung richtet sich an die Zukunft, zu deren Erfüllung noch viele weitere Arbeitsschritte erforderlich sind.

- Herausfinden geeigneter Legierungen unter dem Gesichtspunkt von Reflexionsfähigkeit einerseits und Materialhärte andererseits
- Entwicklung eines Richtapparates für das gewalzte Lamellenmaterial
- Umsetzung der Versuchsanlagen in industrielle Serien-Maschinen und Prozesse.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Hauptteil	2
- Materialbeispiele	4
Zusammenfassendes Ergebnis	14
Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation	15
Fazit	15
Anmerkung	16

## Einleitung

Die Ausgangssituation des Forschungsvorhabens war eine mikrostrukturierte Lamelle, die im Aluminiumwalzverfahren bei Alcan-Singen, hergestellt wird. Der Nachteil dieser Lamellen ist die Blendung an der Oberfläche. Die Kanten der Zahnstrukturen sind nicht ausreichend scharf ausgeformt und daher besteht die Gefahr der Blendung infolge Streuung an den Lamellenkanten sowie infolge Spiegelung der Streuanteile an den Zahnkanten in der Glasscheibe.

Zum Umfang des Gesamtvorhabens ist zu erläutern, dass dieses Forschungsvorhaben die Entwicklung und Berechnung von mikrostrukturierten Lichtlenklamellen sowie deren Herstellungsverfahren umfasste.

Eine Zielsetzung des Vorhabens war, die Lamellenkonturen so zu entwickeln, dass die störenden Blendungen an den Lamellen und den Scheiben unterbleiben. Dies war durch eine gezielte Strahlenführung einer Oberflächengeometrie zu erwirken, die das Licht blendfrei in die Fensterverglasung retro-reflektieren.

Weiteres Ziel war, ein Herstellungsverfahren zu entwickeln, das es ermöglicht, eine scharfkantige Mikrostrukturierung in ein hartes Aluminiummaterial einzuprägen oder einem harten Material, die Mikrostruktur durch Lackierung aufzuprägen. Hierfür waren im Rahmen des Forschungsvorhabens zwei Lösungskonzepte vorgesehen.

- 1.0 Verwendung eines härteren Aluminiumwerkstoffs und ein Einwalzen der Strukturen (prägen) in das Aluminiumband.
- 1.1 Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollte in einem ersten Schritt ein Herstellungsverfahren für die Werkzeuge bzw. ein Herstellungsverfahren für die Werkzeuge selbst gesucht werden, die eine erhöhte Scharfkantigkeit ermöglichen.
- 1.2 Als weitere Möglichkeit sollte untersucht werden, ob eine Prägung in das Aluminiummaterial stattfindet oder ob es
- 2.0 Nano-Komposite gibt, in die - ähnlich einem Lackprägeverfahren – die Strukturen eingewalzt werden können und die nach dem Aushärten spiegeln.

## Hauptteil

Vorrangig wurde zunächst untersucht, ob es Nano-Komposite gibt, in die die Strukturen eingeprägt werden können. Wie bereits im Rahmen von Zwischenberichten erläutert, wurde hier vor Beginn des Forschungsvorhabens von dem Institut für Neue Materialien (INM) in Saarbrücken sowie dem EPC in Aussicht gestellt, dass es leicht sei, solche Materialien festzulegen und dass es auch bereits erste Erfahrungen mit der Verspiegelung solcher Oberflächen gibt.

Es fanden umfangreiche Vorgespräche und auch vorvertragliche Formulierungen mit dem EPC statt, wobei mir später – ganz im Gegensatz zu den ersten Zusicherungen – mitgeteilt wurde, dass durchaus keine Verfahren verfügbar sind, mit denen die gewünschten Ziele zu erreichen sind.

Ich erhielt ein Angebot über ca. 0,5 Millionen DM für einen Entwicklungsauftrag nur für die Komposite, wobei mir auch mitgeteilt wurde, dass man nicht zusichern könne, dass das von mir gesteckte Ziel (hier die Verspiegelung der Zahnstruktur als Niederschlag von Silberpartikeln an der Lackoberfläche) je erreicht wird.

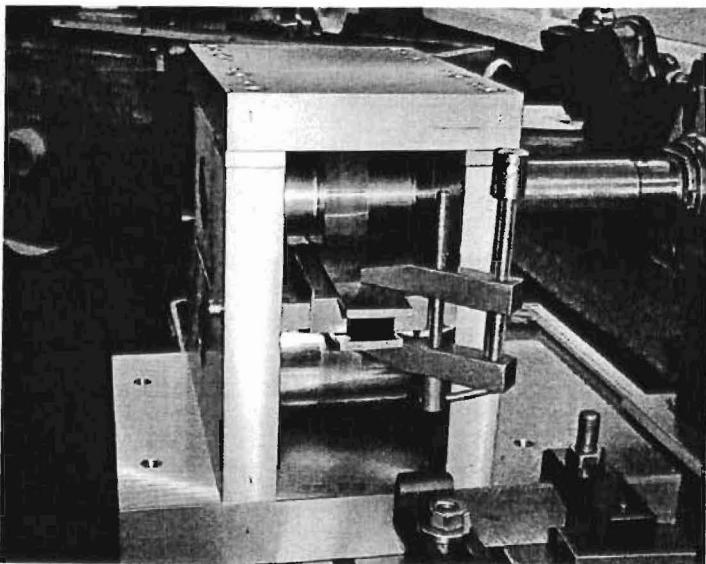
In der Folgezeit wurden verschiedene Unternehmen der Nanotechnologie kontaktiert, Tagungen und Messen besucht, um mit Unternehmen Kontakt zu finden, die die gesuchten Technologien bereits umsetzen. Zu diesen Unternehmen gehörte u.a. Merk, Darmstadt, Zülke AG, Zürich, Schweiz, X-Cooperation bzw. X-Coat GmbH, Freudenstadt.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass es durchaus möglich ist, in eine Nanostruktur einzuprägen, problematisch allein ist die Verspiegelung dieser Nanostrukturen, die in einem zweiten Arbeitsschritt zu erfolgen hätte. Genau dies sollte jedoch vermieden werden. Insofern wurde davon Abstand genommen, diesen Weg zu beschreiten.

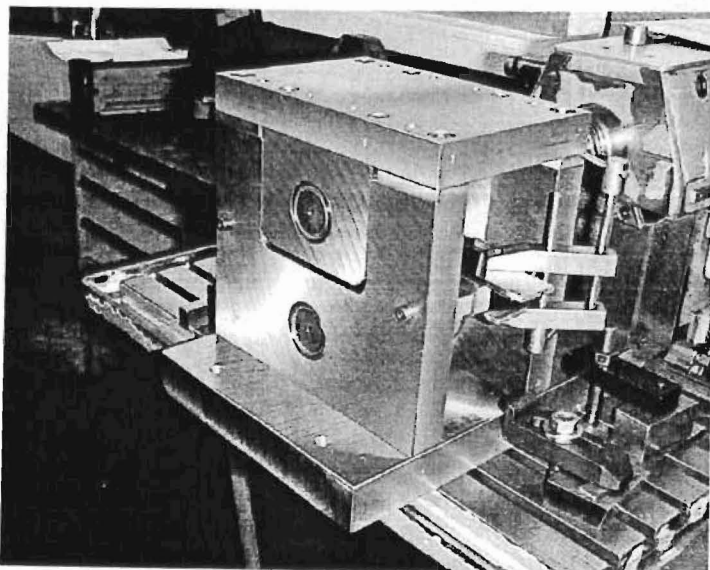
Als Alternative wurde mir angeboten - wie dies auch von einem Gutachter nahegelegt war - eine Folie mit einer Mikrostruktur zu versehen und diese anschließend zu verspiegeln und diese dann auf die Lamellen aufzukleben. Dieser Weg wurde ausführlich untersucht. Es wur-

den verschiedene Unternehmen der Folienherstellung angesprochen, u.a. 3M Company, Standex International GmbH, Fresnel Optics in Apolda und New York sowie SWG, Frankenberg. Es stellte sich jedoch heraus, dass beispielsweise bei der Firma 3M eine mikrostrukturierte Folie ohne Metallisierung bereits € 80,00/qm kostet. Aus diesem Grund wurde auch dieser Weg nicht weiter verfolgt.

Als einzigen erfolgreichen Weg stellte sich im Rahmen des F+E-Vorhabens heraus, die Mikrostruktur in das Lamellenmaterial einzuwalzen (ähnlich Alcan-Singen) jedoch mit wesentlich höherer Präzision und Scharfkantigkeit und einer Mikrostruktur, die deutlich kleiner ist.



Walzanlage mit Walzwerkzeug für 25mm-Lamelle



Die Firma Kurt Lahr in Ida-Oberstein wurde beauftragt, eine Versuchsvorrichtung zu bauen, um Lamellenmaterial mit einer Einlaufbreite von 25 mm bis 80 mm Breite zu strukturieren. Der Vorteil dieser Versuchsvorrichtung ist, dass diese auch für eine Lackstrukturierung genutzt werden kann, sowie einmal entsprechende Lacke zur Verfügung stehen (siehe Walzapparat).

Es wurden mit verschiedensten Materialien und Materialdicken Versuche durchgeführt, deren Ergebnisse anliegend als kurze Lamellenstücke übergeben werden. Es wurden auch verschiedene Lamellenlegierungen gefahren (Reinstaluminium sowie ALMG 1). Weiterhin wurden verschiedene Spaltbreiten zwischen den Walzen gefahren.

Durch die Spaltbreite wird die Länge des Materials bzw. der Verformungsgrad des Materials bestimmt. Beispielsweise wurde Material mit einer Ausgangsstärke von 0,4 mm in seiner Gesamtstärke um 25% reduziert, so dass sich das Endmaterial einschließlich Mikrostrukturierung zu < 0,4 mm ergibt.

### Materialbeispiele

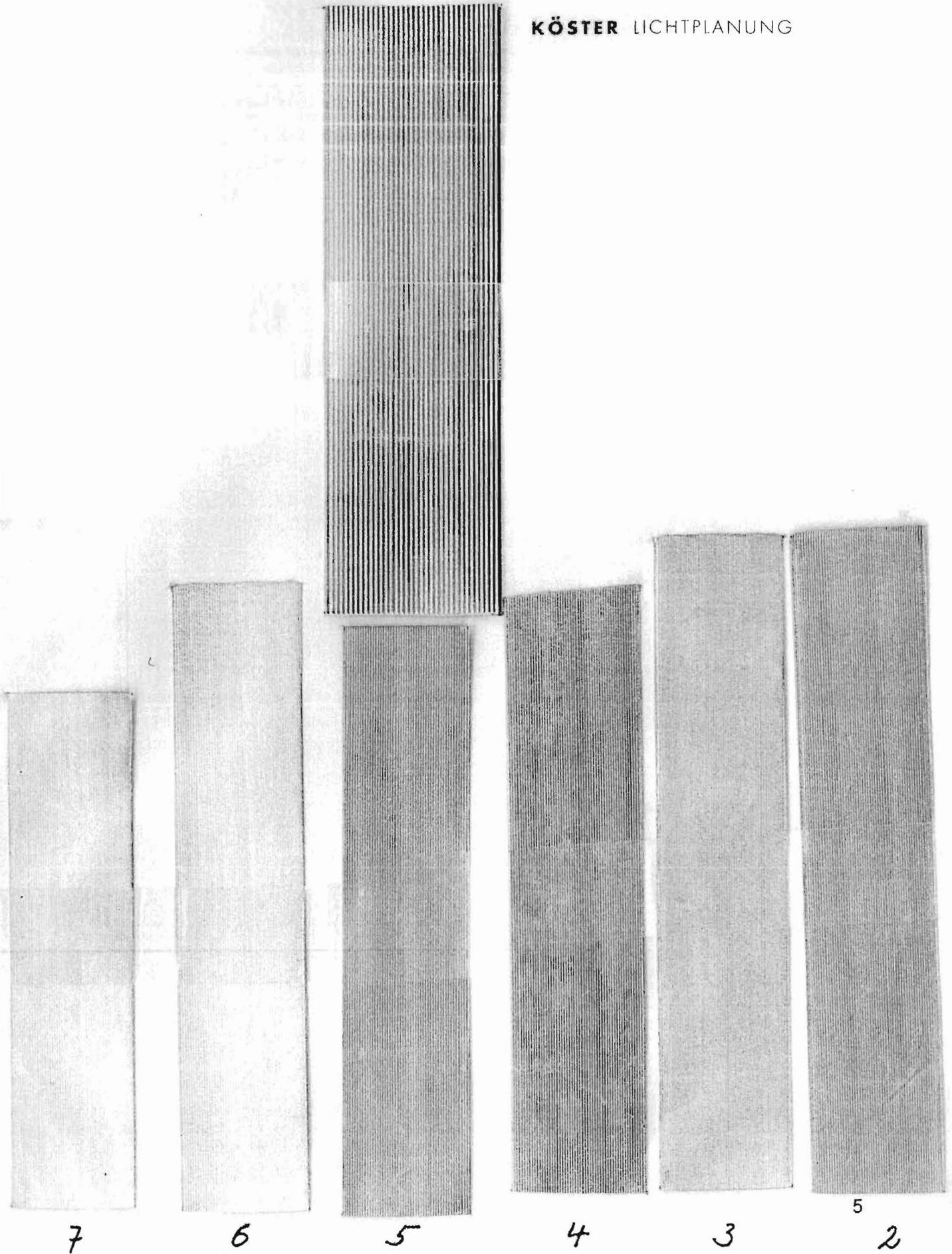
1. Alcan-Singen-Material, gegläntzt, eloxiert
2. ALMg 0.1      1. Versuch: zu geringe Aushärtung
3. ALMg 0.1      2. Versuch: mit Ölen
4. ALMg 0.1      3. Versuch: ohne Öl, mehr Druck (Dickenreduktion)
5. Reinstaluminium 99.9  
4. Versuch
6. Reinstaluminium 99.9  
5. Versuch: weitere Dickenreduktion
7. Reinstaluminium 99.9  
6. Versuch: Dicke um 25% reduziert

### Kommentar:

- Proben 2 bis 7 ohne weitere Oberflächenbehandlung
- Streifenbildung in der Oberfläche geht eindeutig auf das Ausgangsmaterial zurück und hat nichts mit der Walze zu tun
- Bei Versuch 7 gute Ausformung der Spitzen

1

KÖSTER LICHTPLANUNG





Die Proben wurden eingegossen und im Rahmen eines Querschnittschliffes mikroskopisch untersucht, um die Verformung und Ausformung der Spitzen festzustellen. Die Fotos der mikroskopischen Vergrößerungen zeigen, dass die Lamellen sehr scharfkantig gemäß Werkzeug ausgeformt sind. Die Radien ergeben sich halb so groß wie die Radien des vorhandenen Alcan-Singen-Materials. (Abb. 01)

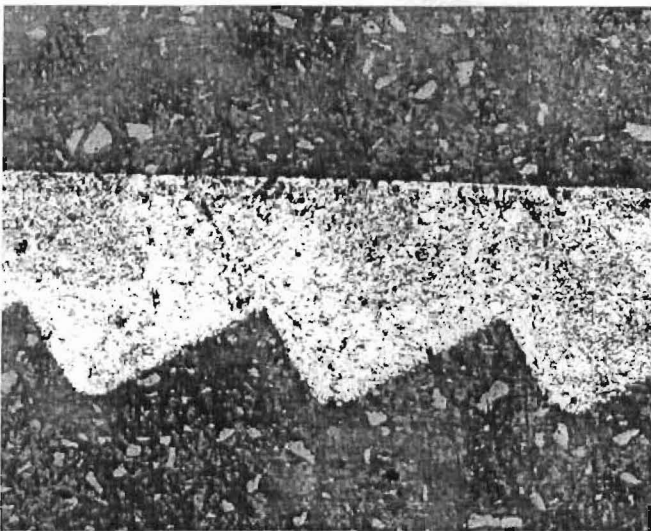
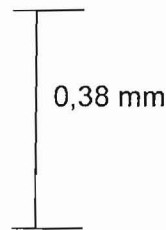


Abb.01  
Querschnitt Lamellenmaterial der Fa. Lahr



Weiterhin wurde untersucht, wie die Festigkeit und damit das Federverhalten des Aluminiummaterials durch die Verformung beeinflusst werden kann. Es zeigte sich, dass durch das Walzen das Aluminium nicht beliebig gehärtet werden kann. Es werden weitere Versuche stattfinden müssen mit legiertem Material, das höhere Endhärten erwarten lässt.

Wegen des vorgegebenen Abschlusstermins des Forschungsvorhabens konnten diese Versuche im Rahmen dieses Forschungsvorhabens jedoch nicht mehr durchgeführt werden. Problematisch ist jeweils die Materialbeschaffung, da Walzwerke spezielle Legierungen nur bei Anfrage von mindestens 5 Tonnen fahren. So laufen zur Zeit Rundfragen in Deutschland, wo Coilmaterial für unsere Versuchszwecke verfügbar ist.

Weiterhin wurden umfangreiche Untersuchungen zur Lackierfähigkeit bzw. Oberflächenbeschichtung und Oberflächenstabilität durchgeführt. Als sinnvoll haben sich zwei Wege herausgestellt:



Nach dem Walzen können die Lamellen mit einem weichen Flanell und einer speziellen Polierpaste behandelt werden. Durch die Polierung wird eine sehr dünne, kaum messbare Fettschicht auf das Aluminiummaterial aufgebracht, die das Aluminium jedoch recht gut für eine Innenraumanwendung schützt. So wurden bereits im Rahmen vergangener Versuche vor fünf bis sechs Jahren in unserem Hause Polierversuche durchgeführt und das Material nunmehr seit mehreren Jahren im Freien gelagert.

Es sind kaum Veränderungen an der Oberfläche feststellbar. Insofern erscheint dies als ein kostengünstiger und einfacher Weg, ohne Umweltverschmutzung und Umweltbelastung eine Schutzschicht auf das Aluminium aufzubringen. Gleichzeitig wird durch dieses Polierverfahren die Oberfläche noch geringfügig in seiner Reflexionsfähigkeit verbessert.

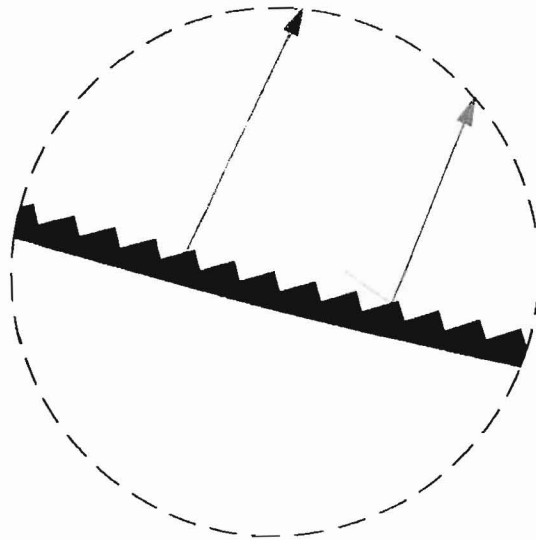
Ein weiteres Verfahren ist, die Aluminiumoberfläche durch ein Öl zu schützen, das mit getränkten Kissen aufgebracht wird. Es gibt Öle, die langfristig Aluminiummaterial konservieren. Versuche laufen.

Allerdings ist noch nicht abzusehen, wie sich diese Öle bei den relativ hohen Temperaturen hinter einer Glasscheibe und unter UV-Bestrahlung verhalten. Öle sind organische Stoffe, die sich chemisch verändern. Hier bleibt nichts anderes übrig, als Langzeitversuche abzuwarten. Versuche in Klimakammern können nicht erfolgreich sein, da die UV-Belastung, die in einem Fenster entsteht, in Klimakammern nicht aufgebracht werden kann. Weiterhin wurde untersucht, die Profile mit einem transluzenten Lack zu beschichten. Dies erscheint inzwischen sehr erfolgreich.

In der Vergangenheit wurde bereits versucht, die durch die Firma Alcan-Singen, hergestellten Mikrostrukturierungen zu lackieren. Dabei stellte sich heraus, dass die Lacke die Prismen vollständig ausfüllen und deshalb auch riesige Mengen an Lack verbrauchen. Die Industrie lehnt es daher ab, diese Flächen überhaupt zu lackieren, weil es auch nicht möglich ist, die Lacke bei derartigen Auftragsstärken korrekt auszuhärten. Diese Problematik stellt sich vorliegend bei der feineren Mikrostrukturierung nicht mehr. Die Kantenlängen der Mikroprismen wurden halbiert. Damit ist das durch den Lack aufzufüllende Volumen nur noch 50% im Vergleich zu den Mikrostrukturen der Firma Alcan-Singen. Es wurden auch Berechnungen an-

gestellt, inwieweit sich die Strahlengänge durch die Lackschichten (zusätzliche prismeneffekte) verändern. Im Rahmen der Berechnungen sowie von kleinen Handversuchen hat sich herausgestellt, dass die Abweichungen bei der speziell gewählten Lamellengeometrie nur wenige Grad betragen und die Prismeneffekte somit allein durch eine entsprechende Justierung der Lamellen beherrscht werden können. (Abb. 02)

Detail der Lichtumlenkung am Mikroprismenstrukturspiegel



Detail der prismatischen Lichtumlenkung am Mikroprismenstrukturspiegel

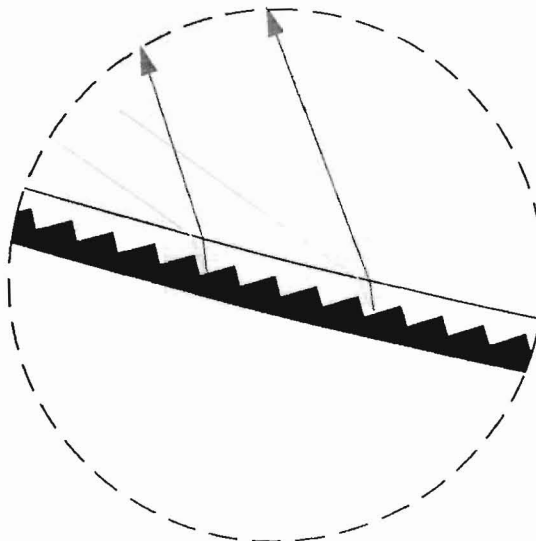
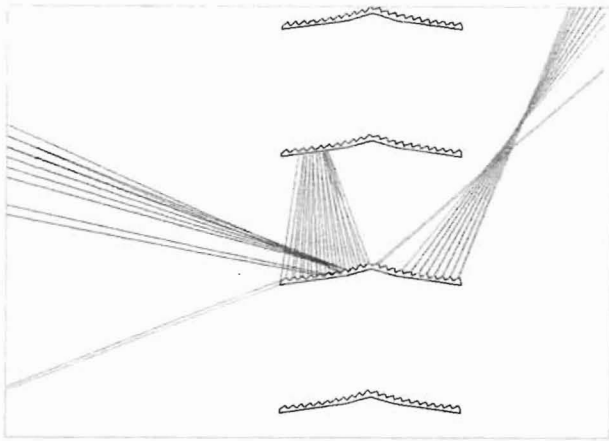
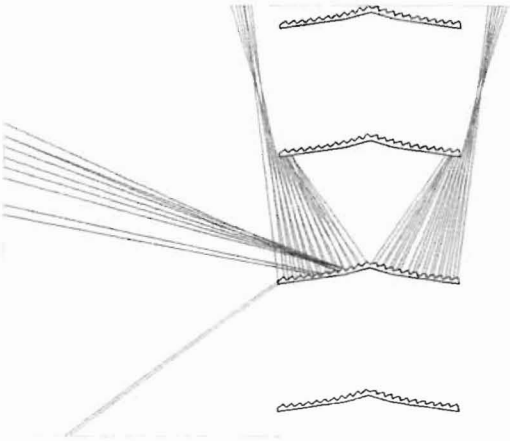


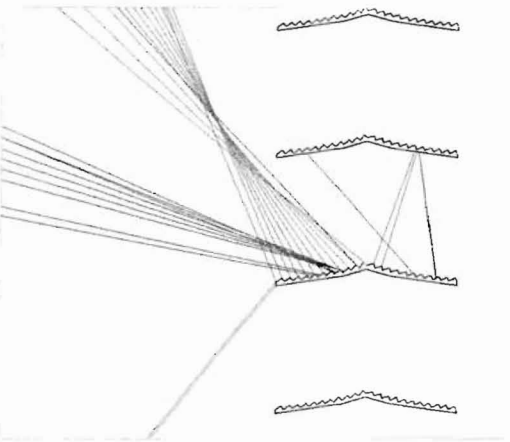
Abb. 02 RETROFlex , Neue Modifikation



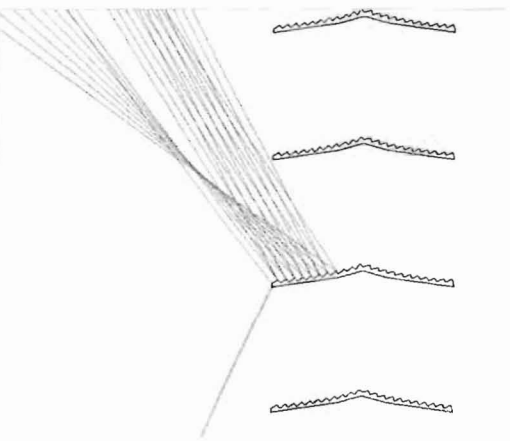
15° Sonneneinfallswinkel



30° Sonneneinfallswinkel

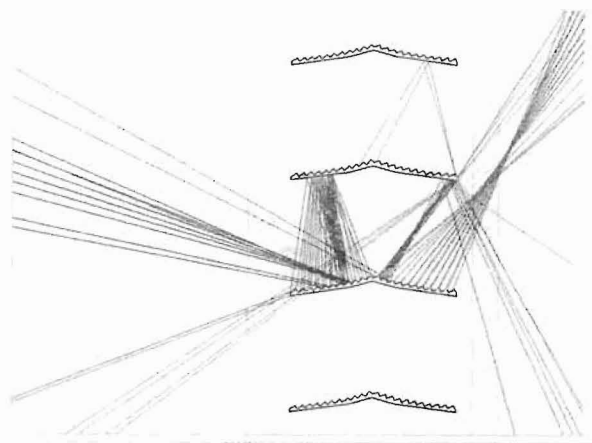


45° Sonneneinfallswinkel

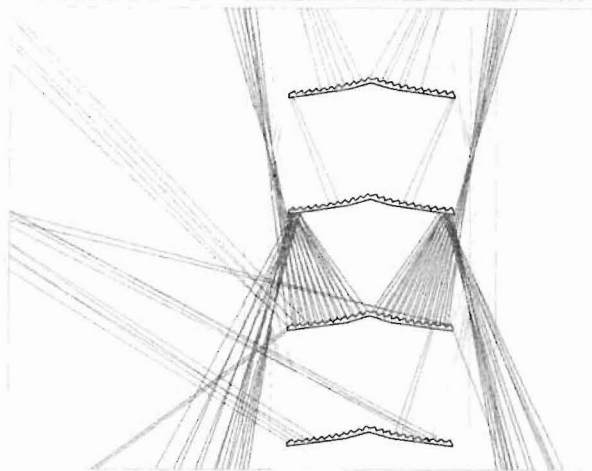


60° Sonneneinfallswinkel

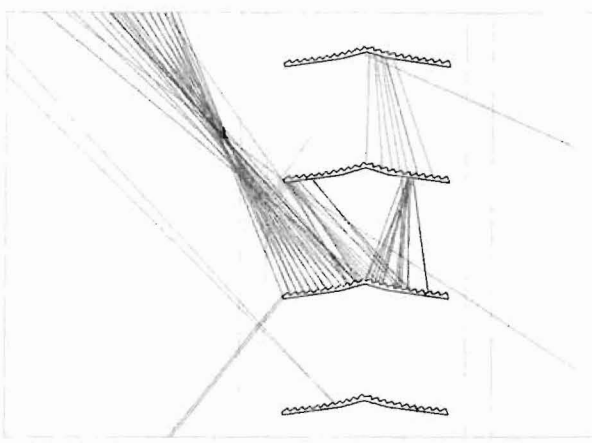
Abb. 03  
Lichtlenkung an den unlackierten Lamellen



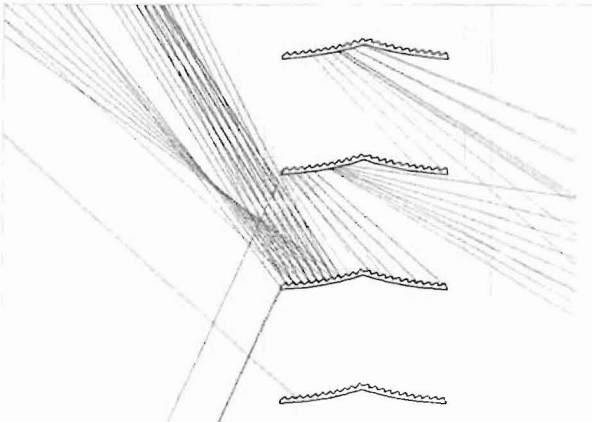
15° Sonneneinfallswinkel



30° Sonneneinfallswinkel



45° Sonneneinfallswinkel



60° Sonneneinfallswinkel

Abb. 04  
Lichtlenkung an unlackierten Lamellen mit Darstellung der Spiegelung der Retroreflexion in der äußeren Scheibe und auf den Lamellenunterseiten

Beim Vergleich von Abb. 03 mit Abb. 05 erkennt man, dass durch die Prismeneffekte in der Lackschicht nur geringste Abweichungen der Strahlengänge erfolgen.

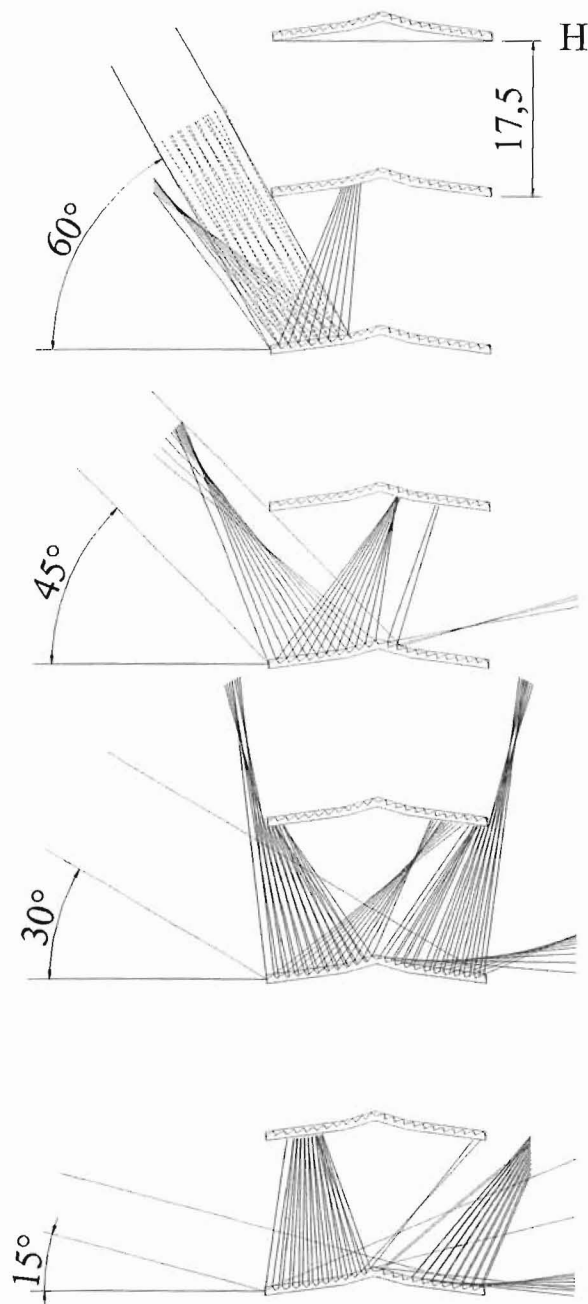


Abb. 05  
Lichtlenkung der Lamellen unter Berücksichtigung prismatischer Effekte in der Lackschicht einschließlich Darstellung der Oberflächenspiegelung am Lack (Glanz)

Unter Umweltgesichtspunkten ist als besonders erfolgreich zu bewerten, dass durch die weitere Mikrostrukturierung der Lamellenoberflächen nicht nur Aluminiummaterial selbst, sondern auch Lacke eingespart werden.

### **Zahlen zur Verdeutlichung**

Aluminiummaterialverbrauch pro qm bei mikrostrukturierten Lamellenmaterial der Firma Alcan-Singen, pro qm Jalousiefläche ca. 2,2 kg

Aluminiummaterialverbrauch pro qm Jalousiefläche bei der neuen Mikrostrukturierung aus vorliegendem F+ E-Vorhaben ca. 1,1 kg

Lackverbrauch pro qm Jalousiefläche bei Alcan-Singen, 4,0 l

Lackverbrauch pro qm Jalousiefläche mit neuen Mikrostrukturen aus vorliegendem F+E-Vorhaben < 2,0 l

Weiterhin wurden Untersuchungen bzgl. der Lackierung durchgeführt. Der erfolgreichste Weg scheint die Lackierung mit UV-ausgehärteten Lacken zu sein. Diese werden heute beispielsweise von der BASF hergestellt und haben eine ausreichende Haftung am Aluminium. Die Aushärtung erfolgt weitgehend lösungsmittelfrei und ausschließlich über UV-Belichtung. Ob jedoch den Lacken Lösungsmittel beigegeben werden müssen, um diese flüssig aufzutragen und welche Lackierverfahren letztendlich eingesetzt werden, (Sprühen, Walzen, Tauchen) konnte im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht mehr geprüft werden, da Frist zum Abschluss des F+E-Vorhabens gesetzt war.

Zu den Lamellenkonturen selbst und den Berechnungsverfahren der Lamellen wurde bereits ein erster und zweiter Teil eines Abschlussberichtes eingereicht. Nachfolgend wird hier im Rahmen des Schlussberichtes eine Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse geliefert. (Abb. 03, 04, 05)

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit den gestuften Lamellen wurde die Entscheidung gewählt, die gezahnten Lamellen mit einer regelmäßigen Zahnstruktur zu versehen, die Lamellen selbst jedoch schwalbenförmig auszubilden. Durch diese schwalbenförmige Ausformung werden zwei Teilstücke gebildet: Ein retro-reflektierendes Teilstück für die hohe Sommersonne und ein zweites, nach innen lenkendes Teilstück. Weiterhin werden die Lamellen durch diese Kantenausformung zusätzlich versteift. Auch, wenn es nicht gelingen sollte, eine sehr harte Legierung für das Mikrostrukturverfahren zu finden, so kann davon ausgegangen werden, dass durch die gekanteten Lamellen eine ausreichende Steifigkeit gegeben ist, so dass diese insbesondere auch ohne allzu viel Unterstützungen (Leiterkordeln) im Isolierglas in Kleinstform (16 mm Lamellenbreite) eingebaut werden.

Für Isolierglas integrierte Lamellen ist eine Zusatzbeschichtung grundsätzlich nicht erforderlich. Die Lamellen werden daher kurzfristig für die Isolierglasproduktion zur Verfügung stehen.

Zur Zeit laufen noch folgende Versuche:

Nach dem Mikrostrukturieren der Lamellen sollen diese nochmals gereckt werden, um hierdurch zusätzlich Härte ins Material zu bringen (Kaltverformung). Durch das Recken wird das Material auch gerichtet. Für diese Reckversuche sind zur Zeit noch Versuchsaufbauten im Gange. Hierfür werden zwei Abwickelhaspeln benötigt, die motorisch gesteuert sind und auch zugbelastet werden können. Die Firma Lahr besorgt z.Zt. derartige Auf- und Abwickelhaspeln, wobei es auch darum geht, die Zugkraft selbst zu definieren, um reproduzierbare Bedingungen für das Recken der Lamellen zu erhalten.

Weiterhin sollen die Lamellen nicht nur an ihrer Oberseite, sondern auch an ihrer Unterseite strukturiert werden. Hierdurch wird nicht nur das Lichtausblendverhalten optimiert – evtl. kann auch die Lackierung der Lamellenunterseiten entfallen (zumindest soweit es sich um Isolierglas integrierte Lamellen handelt).

Üblicherweise werden die Lamellen an ihrer Unterseite weiß lackiert, um Blendungen zu vermeiden. Durch die Mikrostrukturierung wird erwartet, dass Blendungen durch das beson-

dere Lichtlenkverhalten zu vermeiden sind. Ob es tatsächlich gelingt, hierdurch Blendung vollständig zu verhindern, ist zur Zeit noch ungewiss, da es immer zu ungezielten Lichtstreuungen an den Kanten kommt (dies trifft leider sogar für eine fast messerscharfe Kante zu).

Nach Abschluss sämtlicher Versuche ist eine großmaßstäbliche Umsetzung des Verfahrens geplant. In der ersten Phase soll eine 25 mm Lamelle auf den Markt gebracht werden, die von jedem Jalousiehersteller verarbeitet werden kann.

#### **Zusammenfassendes Ergebnis:**

Das F+E-Vorhaben hatte sich zum Ziel gesetzt, eine verspiegelte Mikrostrukturierung entweder durch eine Lackierung (Strukturlack) mit inkorporierter Verspiegelung oder eine Mikrostrukturierung des Lamellenmaterials selbst zu realisieren.

Der erste Weg hat sich noch nicht als gangbar erwiesen, kann jedoch später auf der vorhandenen Versuchsanlage weiter verfolgt werden. Erfolgreich durchgeführt wurde die Mikrostrukturierung der Lamellen selbst. Insbesondere wurde eine Walzenstrukturierung (Werkzeugwalzen) erreicht, die eine spiegelnde Ausprägung der Aluminiumoberflächen ermöglichen.

Die Oberflächenstrukturen zur Retro-Reflexion wurden weiter verfeinert und exakt berechnet.

Ökologische Zielsetzungen wurden realisiert, indem zukünftig zur Herstellung der Retro-Jalousien nur noch der halbe Aluminiumverbrauch entsteht. Soweit die Lamellen lackiert werden müssen, ist auch eine Halbierung der Lackauftragsmenge erreicht worden.



### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation:**

Im Rahmen sehr vieler Veröffentlichungen wird immer wieder auf die mikrostrukturierten Lamellen hingewiesen (Markenname Retro-Flex). Hierdurch soll der Markt für diese neue Jalousietechnologie angeregt werden.

Die einzelnen Forschungsergebnisse dieses Forschungsvorhabens wurden jedoch nicht veröffentlicht, da es vorrangig nur darum geht, die Architekten mit der Idee einer mikrostrukturierten Lichtlenklamelle vertraut zu machen, jedoch weniger mit dem Herstellungsverfahren. Die Verbreitung des Herstellungsverfahrens wird dann erfolgen, wenn dieses serienmäßig umgesetzt wird und Anlagen zur Herstellung der Lamellen verfügbar gemacht werden.

### **Fazit**

Das Forschungsvorhaben hat deutlich mehr Zeit in Anspruch genommen, als ursprünglich beabsichtigt. Dies hat den Antragsteller jedoch auch davor bewahrt, eventuelle Fehlinvestitionen in Forschungsinstitute zu tätigen, die ihrerseits - wie der Eindruck entstand - nicht die Verantwortung für das Resultat der Forschung und Entwicklung übernehmen.

Die Resultate dieses durchgeführten Forschungsvorhabens sind greifbar in Form von bestehenden Versuchseinrichtungen und Werkzeugen einerseits und Lamellenmaterial andererseits. In der Essenz des F+E Vorhabens stellt das erzielte Resultat eine Ausgangsbasis für eine Serienfertigung und anschließend für eine Vermarktung der Mikrostrukturlamellen dar.

Bedauerlicherweise konnten die Versuche im Rahmen dieses Forschungsverfahrens nicht ganz zu Ende geführt werden, da eine Frist zur Abgabe des Abschlussberichtes gesetzt wurde. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass diese Versuche noch vollständig zu Ende geführt werden.

Unsicherheiten bestehen noch bzgl. des Reckens des Materials und der Untersuchungen zum Langzeitverhalten des mikrostrukturierten Aluminiums. Es ist bekannt geworden,

dass selbst übliche Jalousielamellen im Isolierglas nach einigen Jahren deformieren und sich verdrehen. Solche Effekte entstehen aufgrund einer ungezielten "Wärmebehandlung" unter Sonneneinstrahlung im Isolierglas.

Bevor die Lamellen in einem großen Stil in den Markt gebracht werden, stehen noch viele Versuche an, um derartige Unsicherheiten und Gefahren zu untersuchen und Strategien zu deren Vermeidung zu entwickeln. Eine der im Rahmen dieses F+E-Vorhabens eingeschlagene Strategie ist die Kantung der Lamellen, die diese erheblich versteift. Im Rahmen dieses F+E-Vorhabens ist es auch gelungen, die mathematische Bestimmung der Oberflächenkontur und die optischen Funktionen in vollständigen Einklang mit der aus Stabilitätsgründen notwendigen Verformung der Lamellen zu bringen.

Ein zukünftiger Schritt in der Weiterentwicklung des Projektes wird sein, eine erste Serienfertigung aufzubauen und für die Serienfertigung eine erste Prototypanlage zu entwickeln.

### **Anmerkung**

Es wird auf sehr ausführliche Berechnungen in den „Abschlussberichten Teil 1 und Teil 2“ verwiesen, die über genaue geometrischen Berechnungen zu den Lamellenoberflächen verfügen.

## B Darstellungen des Bewilligungsempfängers (interner Gebrauch)

### **Bewertung der Projektergebnisse (kritische Betrachtung)**

Die Resultate dieses durchgeführten Forschungsvorhabens sind greifbar in Form von bestehenden Versuchseinrichtungen und Werkzeugen einerseits und Lamellenmaterial andererseits. In der Essenz des F+E Vorhabens stellt das erzielte Resultat eine Ausgangsbasis für eine Serienfertigung und anschließend für eine Vermarktung der Mikrostrukturlamellen dar.

Im Endergebnis lässt sich nach Abschluss aller Arbeitsschritte (die auf Grund der zeitlichen Befristung des Forschungsvorhabens noch nicht alle durchgeführt worden sind) eine Lamelle erwarten, die den eigentlichen Zweck des F+E-Vorhabens erfüllt: Der Zweck des Forschungsvorhabens war, eine neue Tageslichtlamelle zu entwickeln, die von Deutschland aus weltweit vermarktet werden kann. Die mikrostrukturierte Lamelle kann nämlich auf Grund ihrer Materialstärke weitgehend konventionell weiter verarbeitet werden, so dass jeder größere Jalousiebaubetrieb in die Lage versetzt werden kann, mit überschaubarem, weiteren Investitionsaufwand in kleinere Rollen- und Stanzwerkzeuge die Tageslichtlenkjalousien herzustellen. Das Lamellenmaterial soll in Form von Lamellencoils vertrieben werden.

Diese Erwartung richtet sich an die Zukunft, zu deren Erfüllung noch viele weitere Arbeitsschritte erforderlich sind:

- Herausfinden geeigneter Legierungen unter dem Gesichtspunkt von Reflexionsfähigkeit einerseits und Materialhärte andererseits
- Entwicklung eines Richtapparates für das gewalzte Lamellenmaterial
- Umsetzung der Versuchsanlagen in industrielle Serien-Maschinen und Prozesse.

### **Soll-Ist-Vergleich der Projektkosten**

Die Projektkosten wurden überschritten. Der Bewilligungsempfänger ist bereit, das Forschungsvorhaben auf eigene Kosten unter Berücksichtigung der vollständigen Auszahlung der bewilligten Zuschüsse zu Ende zu führen.

Fremdkosten für Institute sind in der Vergangenheit nur geringfügig entstanden und werden zukünftig voraussichtlich nicht mehr entstehen, da die TU Berlin im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft geförderten Vorhabens bereit ist, die Lamellen und die Jalousien in ihren unterschiedlichen Anwendungen in Fassade und Dach kostenlos zu vermessen. Die TU entwickelt zur Zeit einen neuen Prüfstand für bidirektionale Messungen und für Ermittlung von g-Werten. Die Messungen werden noch dieses Jahr nach Fertigstellung des Prüfstandes begonnen. Insoweit ist das Institut für Lichttechnik der TU Berlin in die Vorbereitung zu den Messungen bereits eingebunden. Vorrichtungen zur Aufnahme von Prüfkörpern einerseits und zur Einbindung in die Messeinrichtung andererseits wurden bereits an die TU geliefert. Nach Abschluß der Messungen erfolgt unaufgefordert Berichterstattung an die DBU.

### **Darlegung der Erfüllung der Bewilligungsaufgaben**

Ökologische Zielsetzungen wurden realisiert, indem zukünftig zur Herstellung der Retro-Jalousien nur noch der halbe Aluminiumverbrauch entsteht. Soweit die Lamellen lackiert werden müssen, ist auch eine Halbierung der Lackauftragsmenge erreicht worden. Umweltbelastende Eloxalprozesse werden dann nicht mehr erforderlich. Unter ökonomischen Gesichtspunkten sollte es möglich sein, das Lamellenvormaterial zum halben Preis gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik zu herzustellen.


Datum  31.10.03	Stempel und Unterschrift des Bewilligungsempfängers  <b>KÖSTER LICHTPLANUNG</b> Dr.-Ing. Helmut Köster Karl-Bieber-Höhe 15 • D-60437 Frankfurt/M T +49 • (0)69 • 5074640 F • 50 info@koester-lichtplanung.de
-----------------------	---

Veröffentlichungen  
zum Thema Tageslichttechnik  
u.a. basierend auf  
mikrostrukturierten Jalousielamellen

(Auszug)

Autor  
Dr.-Ing. Helmut Köster





# Sonnenschutz der etwas anderen Form schafft „Wohlfühlklima“

„Freiraum“ durch transparente Dachkonstruktion

*Architektonisch ist die transparente Gestaltung einer Dachfläche bei Bürogebäuden sicherlich derzeit noch eher die Ausnahme, als die Regel. Die Mitarbeiter der GFI (Gesellschaft für medizinische Information) in München-Riem profitieren jedoch von der visionären Planung des Architekturbüros Baumann & Freunde aus Moosach.*

Hell, lichtdurchflutet und nach oben hin mit direktem Blick auf den weiß-blauen bayerischen Himmel präsentiert sich das dreigeschossige Gebäude beim Betreten. Die Aluminium-Pfosten-Riegel-Konstruktion der Fassade lässt von außen zwar erkennen, dass hier nach modernen Gesichtspunkten, ganz im Stil einer zweckgebundenen, aber trotzdem anspruchsvollen Architektur geplant wurde. Jedoch lässt sie nicht einmal erahnen, dass auf ihrem Dach Bautechnik nach völlig neuen Gesichtspunkten realisiert wurde.

Dreilagige Folienpneus aus ETFE-Folie (Ethylen-Tetrafluorethylen), einem Werkstoff auf der Fluorpolymer-Basis, ersetzen hier eine traditionelle Dachkonstruktion. Drei mal acht Meter messen die fünf Folienpneus, die das gesamte Atrium des Gebäudes über-

spannen, wobei die mittlere Einheit als RWA- (Rauch-Wärme-Abzug) und Lüftungs-Element konstruiert wurde. Im Brandfall sorgen die Antriebsmotoren mit ihrer Gesamtleistung von 7.500 Newton, angesteuert über die Brandmeldeanlage (BMA), für ein zügiges Auffahren des gesamten Elementes. Normalerweise wird es, gesteuert durch die auf dem Dach befindliche Wetterstation mit ihren Wind- und Sonnenaktoren, als Lüftungselement eingesetzt, das für ein ausgeglichenes, natürliches Gebäudeklima sorgt.

## Hauchdünne Membrantechnik

Kunststoffe werden schon länger im Bauwesen eingesetzt. Jedoch erlauben sie nur eine Anwendung als modulare Produkte, die in Abhängigkeit zu ihrer

Biegesteifigkeit in kleinen Abständen durch ein Tragsystem aus konventionellen Baustoffen gestützt werden müssen. Anders verhält es sich bei ETFE-Kunststofffolien, mit denen sich hauchdünne transparente Membranen herstellen lassen, die lediglich auf Zug beansprucht werden. Hierdurch kann das Eigengewicht von Außenhaut und Tragsystem auf ein Minimum reduziert werden, was als Ergebnis filigrane Gebäudehüllen ermöglicht, die in Bezug auf ihre Licht- und UV-Durchlässigkeit bislang von keinem anderen Werkstoff übertroffen werden.

Seit den 80-er Jahren werden Fluorpolymer-Folien verstärkt im Bauwesen eingesetzt. Dies begründet sich vor allen Dingen in ihren Vorteilen gegenüber anderen Werkstoffen. Ihr extrem geringes Eigengewicht von 350 Gramm pro Quadratmeter bei einer Dicke von 200 µm, ihre hohe Licht- und UV-Durchlässigkeit, eine hohe chemische Beständigkeit gegen Säuren und Laugen sowie ihre nahezu vollständige Recyclefähigkeit ermöglichen eine wirtschaftliche und Ressourcen schonende Bauweise. Pra-



Speziell für das Objekt in München-Riem wurden Spezial-Sonnenschutzlamellen mit geriffelter Oberfläche eingesetzt. Sie garantieren den gewünschten Lichteinfall, lassen aber überschüssige Wärmeenergie draußen.

Erfahrungen zeigen zudem, dass es sich um einen dauerhaften Werkstoff handelt, dessen mechanische und optische Eigenschaften sich über Jahre hinweg nur unwesentlich verändern. Architekten sprechen bei ETFE-Folien (schwer entflammbarer Baustoff B1 nach DIN 4102) mittlerweile von einem Standardmaterial, dessen Bekanntheitsgrad allerdings noch nicht mit dem traditionellen Bauwerkstoffe gleichzusetzen ist.

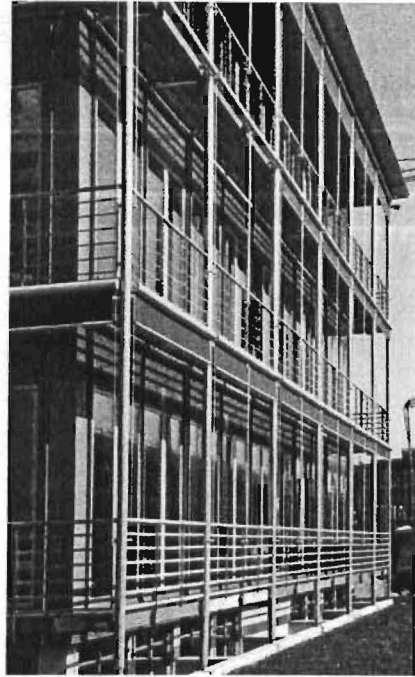
### Pneumatisch gestützte Konstruktion eingesetzt

Generell wird beim Einsatz von Fluoropolymer-Werkstoffen in zwei Bauweisen unterschieden: Der mechanisch vorgespannten Konstruktion und der pneumatisch gestützten Konstruktion, wie sie in München-Riem vom ausführenden Unternehmen Covertex eingesetzt wurde. Pneumatisch gestützte Konstruktionen bestehen aus mindestens zwei Folienlagen, in deren

Zwischenraum durch ein Gebläse ein geringer Überdruck aufgebaut wird, der die Folien zu einem Kissen formt und das Material somit vorspannt und stabilisiert. Der zur Stabilisierung erforderliche Überdruck bewegt sich üblicherweise zwischen 200 und 1.000 Pascal (Pa), was einer Flächenlast von 0,2 bis 1,0 kN pro Quadratmeter oder einer Wassersäule von zwei bis zehn Zentimetern entspricht.

Häufig werden pneumatisch gestützte Elemente mit einer dritten, straff gespannten Mittellage konstruiert, die üblicherweise keine tragende Konstruktion besitzt. Sie unterteilt das eingeschlossene Luftvolumen in zwei kommunizierende Kammern gleichen Druckes, wodurch das Gesamtsystem eine wesentlich bessere Wärmedämmung aufweist. Auf Grund der minimalen Pseudicke an den Klemmlinien erreichen konventionelle, dreilagige Pneu U-Werte von etwa  $2,0 \text{ W(m}^2\text{K)}$ . Befestigt man die obere/mittlere und untere Lage getrennt voneinander am Primärtragwerk, so lässt sich der U-Wert je nach System um weitere 20 Prozent verbessern.

„Wir haben uns nicht nur wegen der besseren Wärmedämmung für einen

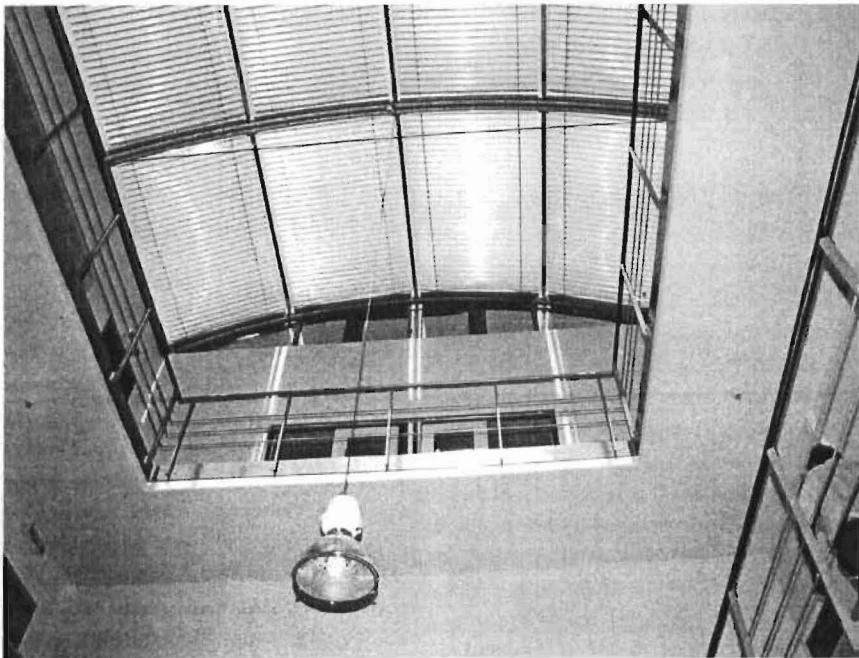


Auch an der Fassade legen die Planer Wert auf einen komfortablen Sonnenschutz. Die Markisenfunktionen werden ebenfalls über die Wetterstation auf dem Dach gesteuert. Zusätzlich haben die Mitarbeiter die Möglichkeit, den Lichteinfluss durch innen liegende Jalousien zu regeln.

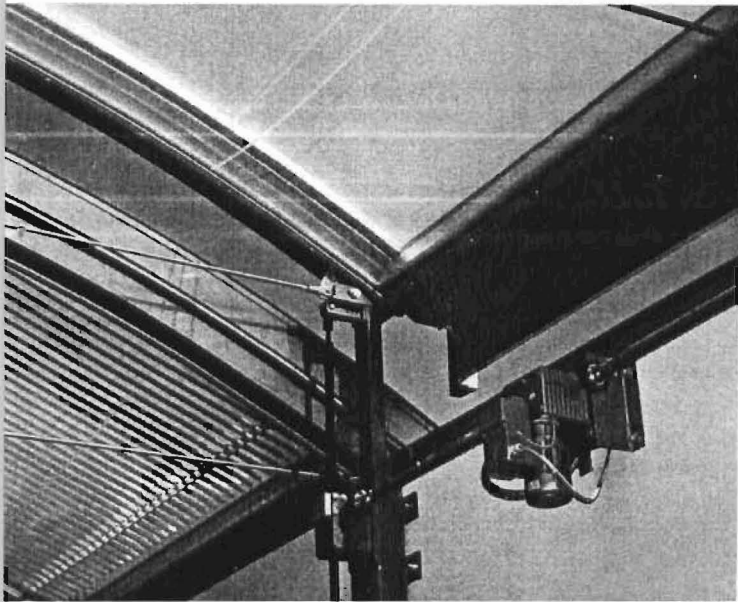
dreilagigen Pneu entschieden“, erläutert Stephan Brückner, Techniker bei Covertex. „Durch die Integration dieser starren Sonnenschutzlamellen war ganz einfach eine Konstruktion gefordert. Denn sollten tatsächlich einmal äußere Einflüsse dazu führen, dass die oberen Lagen beschädigt werden, so verhindert die untere Folie weitere Schäden im Gebäude.“

### Erstberatung von Architekten

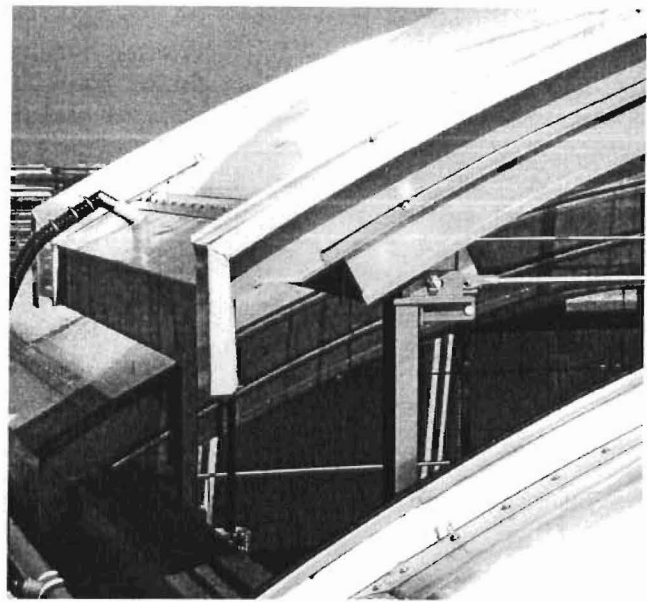
Bei Covertex im bayerischen Obing beschäftigt man sich seit der Unternehmensgründung im Jahr 1999 ausschließlich mit dem Membranbau. Zum Dienstleistungsumfang zählen nicht nur die Erstberatung von Architekten und Bauherren, sondern ebenso die Planung und die statischen Berechnungen von Gesamtsystemen. Covertex erstellt außerdem mit einem eigenen Engineering-Team Machbarkeits- und Vorplanungsstudien und zeichnet gleichzeitig für die Herstellung, die Lieferung und die Montage von Membransystemen



Hell, lichtdurchflutet und nach oben hin mit direktem Blick auf den weißblauen bayerischen Himmel präsentiert sich das dreigeschossige Bürogebäude der Gesellschaft für medizinische Information in München-Riem beim betreten. Fotos: jwe



Angesteuert über die Wetterstation sorgt das rund 2,5 Tonnen wiegende RWA-Element für ein natürliches Klima in Abhängigkeit von der jeweils herrschenden Witterung.



Links sehr gut zu erkennen ist die Luftzuführung, mit der auch das mobile Hubelement permanent mit dem erforderlichen Luftdruck versorgt wird, der für den notwendigen Überdruck in den Membranen sorgt.

aus PVC/PES, PTFE-Glas, ETFE-Folien sowie Textil- und Metallgeweben verantwortlich.

## Folienkonfektion nur in Eigenregie

„Jedes Objekt präsentiert sich uns mit individuellen Problemstellungen, die wir in unserer eigenen Planungsabteilung lösen. Bis auf die statischen Berechnungen, die wir bei größeren Objekten extern durchführen lassen, und der Produktion der primären Trag-

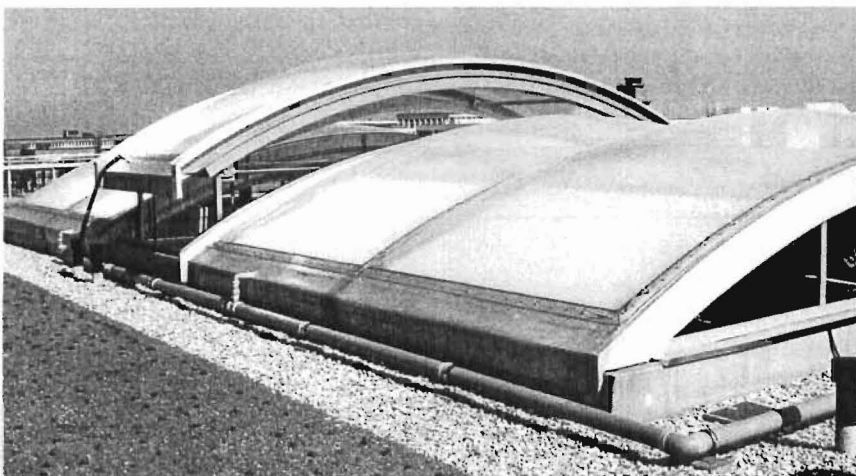
werkskonstruktion, bei denen wir eng mit renommierten Holz- und Metallbauunternehmen zusammen arbeiten, wickeln wir die Aufträge vollständig in Eigenregie ab.“ Brückner sieht in der unternehmerischen Konzentration auf die eigentliche Membrantechnik die Stärken des Unternehmens. „Wir können schnell auf allgemeine Veränderungen reagieren und entwickeln die von uns angebotenen Systeme ständig weiter. Während wir die Holz- oder Stahlbauarbeiten den Profis überlassen, die damit täglich beschäftigt sind. Für mich ist

dies eine rationelle und wirtschaftlich sinnvolle Vorgehensweise, die höchste Qualität garantiert.“

Qualität, für die man bei Covertex durchaus auch schon einmal längere Wege in Kauf nimmt. So bei der speziellen Konstruktion des mittleren Pnuelements als RWA-Einrichtung. „Hier lagen weder bei uns noch bei den Planern Erkenntnisse vor, wie den brandaufsichtlichen Forderungen Rechnung zu tragen ist. Gemeinsam mit den zuständigen Behörden haben wir eine perfekte Lösung entwickelt, die nicht nur den Rauch-Wärme-Abzug, sondern ebenso eine wetterabhängig gesteuerte, natürlich Lüftung des gesamten Gebäudes garantiert.“

Die Summe der positiven Eigenschaften von ETFE-Folien-Pneus sowie die architektonisch überaus anspruchsvollen Einsatzmöglichkeiten werden sicherlich ihren Teil dazu beitragen, das transparente, „offene“ Gebäudehüllen einen stärkeren Eingang auch in die traditionelle, zweckgebundene Architektur finden werden. Die Fassade der derzeit im Bau befindlichen Allianz-Arena, zukünftig Spielstätte von 1860 und Bayern München, wird übrigens ebenfalls in Membrantechnik ausgeführt.

jwe



Insgesamt fünf Membranelemente mit Abmessungen von drei mal acht Metern überspannen das gesamte Atrium des Gebäudes. Die Konstruktion schafft optische Freiräume für die Mitarbeiter und ein außerordentlich angenehmes Gebäudeklima.







Transparenter  
Sonnenschutz  
im Glasdachbereich:  
RETROFlex-Lamellen

## Tageslichtjalousien

### Sonnenschutz mit Mikrostruktur

Dr.-Ing. Helmut Köster

Vor etwa 35 Jahren entwickelte sich der außen liegende Sonnenschutz. „Nur er schützt ein Gebäude wirkungsvoll vor Überhitzung“, lautete über Jahre die Parole. Die neue Retro-Technik schafft – im Gegensatz zu dieser Aussage – 50% der eingedungenen Energie wieder nach außen.

**B**ereits in den 1970er Jahren bekam der außen liegende Sonnenschutz Konkurrenz durch metallisierte Sonnenschutzgläser in Kombination mit innen liegenden, vertikalen Lamellen-Blendschutzstoren. Auch die Entwicklung der zweischaligen Fassade in den 1990er Jahren galt nicht zuletzt dem Versuch, den außen liegenden Sonnenschutz als dominantes Gestaltungsmerkmal aus der Fassade zu verdrängen. Doch es sind nicht nur gestalterische Gründe: Der außen liegende Sonnenschutz ist vielfach durch allgemein bekannte Probleme wie Störanfälligkeit bei Wind, Verschmutzung und hohe Wartungskosten immer

wieder ins Gerede gekommen. Für moderne Bauaufgaben wie Hochhausfassaden oder große Dachverglasungen ist der außen liegende Sonnenschutz völlig ungeeignet.

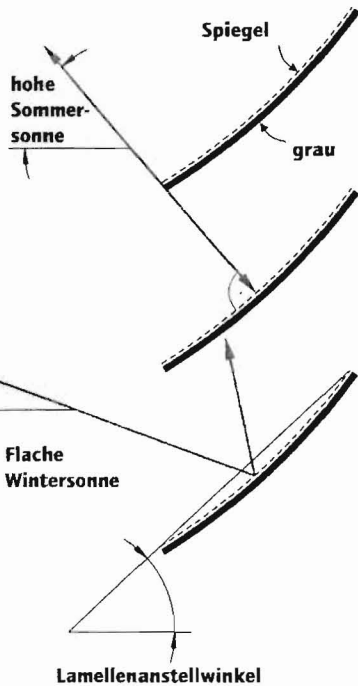
**Moderne Glasfassaden** sind hoch transparent, befreit von Spiegeleffekten und stehen im völligen Widerspruch zu dem althergebrachten Bild einer variablen Fassade, die sich mal als Glasbau, mal als bunte Lamellenfassade präsentiert.

Im vergangenen Jahrzehnt wurden farbneutrale Sonnenschutzgläser auf den Markt gebracht, die trotz hoher Lichtdurchlässigkeit nur

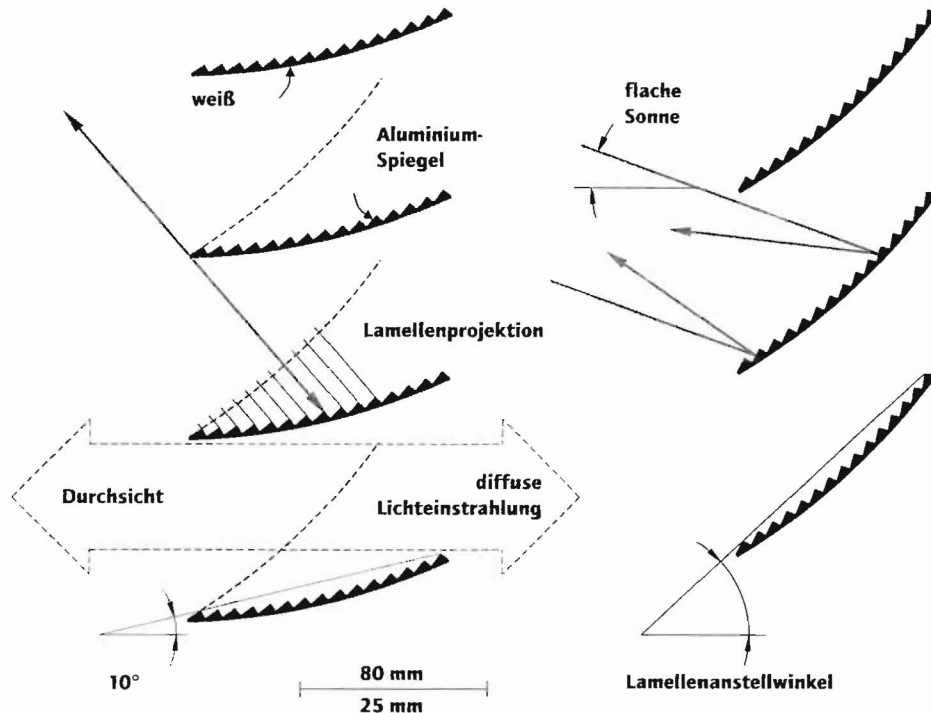
einen geringen Gesamtenergiedurchgang (g-Wert von 0,34 und kleiner) aufweisen. Ein innen liegender Sonnenschutz wird stark entlastet, die Verglasung übernimmt wesentliche Funktionen eines außen liegenden Sonnenschutzes – bei gleichzeitig gutem Lichteintrag und guter Durchsicht.

Dennoch ist ein farbneutrales Sonnenschutzglas keinesfalls ein ausreichender Son-

## Konventionelle Spiegellamelle



## Retro-reflektierende Lamelle



### Konventionelle Spiegellamelle und die retro-reflektierende Lamelle nach Köster

nen- oder Blendschutz. Empfohlen werden zusätzliche, innen liegende Lichtlenksysteme mit einer Schutzfunktion vor Überhitzung und einer Versorgungsfunktion für Tageslicht.

Die Ganzglasfassade bietet die Möglichkeit einer visuellen Verbindung mit der umgebenden Bebauung bzw. Natur. Mit herkömmlichen Sonnenschutzanlagen ist das Erfahren dieser neuen Architektur nur im geöffneten und damit im weitgehend solar ungeschützten Zustand möglich, im geschlossenen Zustand verschwindet die Qualität der Glasfassade hinter Lamellen. Das reduziert Wohlbefinden und Lebensqualität.

Die wichtigste Forderung an einen Sonnenschutz ist daher die Durchsichtigkeit, insbesondere im Sommer bei aktiver Beschattung des Gebäudes. Darüber hinaus hat der Sonnenschutz die Forderung nach einem sehr guten g-Wert

zu erfüllen: Die größtmögliche Reduzierung des Gesamtenergiedurchganges vermeidet die Überhitzung im Sommer.

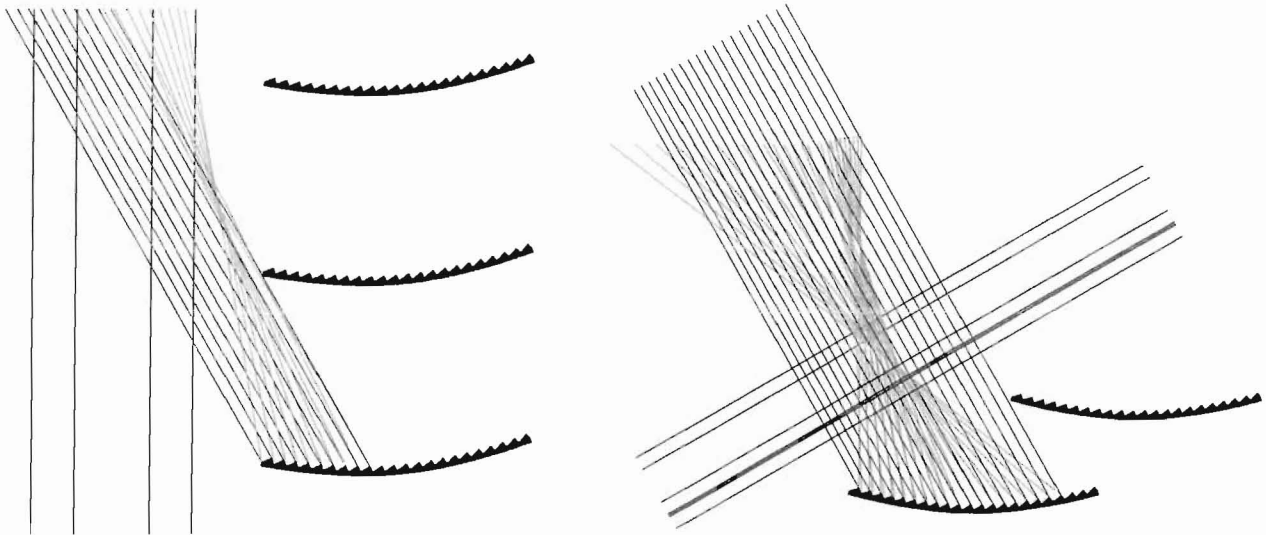
**Retrolamellen.** Neue, mikrostrukturierte Aluminium-Lamellen reflektieren die überhitzende Sonnenenergie und gewährleisten eine optimale diffuse Lichteinfallung und Durchsichtigkeit. Sonnenschutzfunktion und gleichzeitige Lichtlenkung in die Raumtiefe vermindern die notwendigen Kühllasten und den Stromverbrauch für Beleuchtung.

Die Entwicklungen der neuen Retrotechnik basieren auf Patenten [3, 4, 5]. Die Oberfläche wird aus einem sehr reinen Aluminiumwerkstoff mit speziell strukturierten Werkzeugen bei Alcan Singen gewalzt. Anschließend wird das strukturierte Band extern geglättet, anodisiert und mit einem weißen Spezialmattlack beschichtet. Das Unternehmen RetroSolar fertigt unter dem Markennamen RETROflex die so genannten Retrolamellen.

Die Grundidee zur Entwicklung der Retro-Technik macht sich das Prinzip eines Fresnellspiegels zunutze, wobei die Oberfläche einer konventionellen Spiegellamelle auf eine flach angestellte Lamelle projiziert wird. So ergibt sich eine zahnförmige, mikrostrukturierte Spiegelfläche, die auf einer flachen Lamelle die Optik einer geschlossenen, lichtabweisenden Spiegeljalousie abbildet. ▷

## Literatur

- [1] Roman Fuchs, „Neue Aluminiumoberflächen für die Tages- und Kunstlichtbeleuchtung“, 4. Symposium Innovative Lichttechnik in Gebäuden, Kloster Banz, Ostbayerisches Technologie Transfer Institut e.V. (OTTI), Regensburg 1998, S. 121-127
- [2] Helmut Köster, „Tageslichtarchitektur mit optimalem Kühlverhalten – Retrotechnik gewährleistet maximale Durchsicht der Gebäudehülle“, Schweizer Baublatt Nr. 15/2001, S. 36-38
- [3] Helmut Köster, Patent DE 196 36 817 C1 „Sonnenschutzanlage mit Sonnenschutzlamellen, die eine gezahnte Oberseite aufweisen“
- [4] Helmut Köster, EP 079376 „Stepped lamellae for guiding light-radiation“ zzgl. Prioritätsanmeldungen
- [5] Helmut Köster, EP 0029442 „Vorrichtung zur automatischen Steuerung des Sonnenlichteinfalls“
- [6] Heinz Zimmermann, Rolf Läubli, „Architektonisches Konzept – das Bürohochhaus Mobimo an der Hardturmstraße 3 in Zürich“, Schweizer Baublatt Nr. 15/2001, S. 30-31
- [7] „Sonnenschutz der etwas anderen Form schafft Wohlfühlklima“, Architektur+Sonnenschutz 5/2003, S. 12-14



Strahlenverfolgung an der Retrolamelle in der Fassade und im Dach (Funktionsschema)

Der Lamellenvorhang dient nicht nur der Beschattung und Reflexion der einfallenden Sonnenstrahlung, sondern auch als Schutzschild gegenüber der Wärmestrahlung aus der Glasfassade. Die Aufheizung der Lamellen ist deutlich geringer als die der Glasfassade selbst.

Die Leistungsfähigkeit des Lichtlenksystems als Retro-Reflektor für Licht und Wärme lässt sich mit einem Abminderungsfaktor beschreiben, der für verschiedene Glasaufbauten messtechnisch ermittelt wurde. Als grober Richtwert ergibt sich aus einer Vielzahl von Messungen: Auch bei Innenraumanordnung der Retrolamellen hinter Isolierglas erfolgt bei flacher Lamellenanstellung und hoher Sommersonne eine Reduktion der Energietransmission zum Innenraum um 50%. Näherungsweise kann bei den neu entwickelten Retrolamellen mit folgender Faustregel gerechnet werden (Retrolamellen im Innenraum bei hohem Lichteinfall):

$$g_{\text{eff}} = g\text{-Wert der Verglasung} \times 0,5$$

Messungen des Fraunhofer-Institutes ISE in Freiburg, die im Auftrag des Bauherrn für ein Frankfurter Hochhaus durchgeführt wurden, ergaben beispielsweise für ein farbneutrales Sonnenschutzglas vom Typ 50/25 für die neuen Retrolamellen einen  $g_{\text{eff}}$ -Wert von 0,13 bei 60° Sonneneinfall (Hochsommer) und flacher Lamellenanstellung (5° Neigung zur Horizontalen). Mit herkömmlichen Spiegellamellen (Lamel-

## Retrolamellen

### Die Vorteile im Überblick

- Sehr gute Retroreflexion der eingestrahlenen Energie
- Einsparung an Kühllast
- Flache Lamellenpositionierung bei hoher Sommersonne
- Gute diffuse Lichteinflutung
- Geringer Energieverbrauch für Kunstlicht
- Sehr gute Durchsicht
- Wesentlich reduzierte Wartungskosten gegenüber außen liegenden Systemen
- Sehr hohe Wirtschaftlichkeit

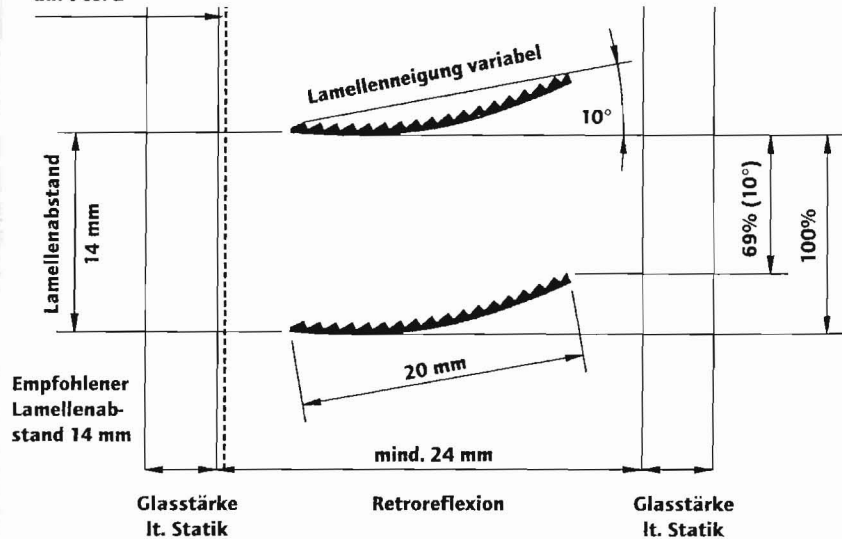
#### Anwendungsbereich Fassade:

- Jalousie für großflächige Verglasungen
- 80 und 25 mm Lamellenbreite
- 20-mm-Jalousie im Isolierglas
- Vertikaljalousie

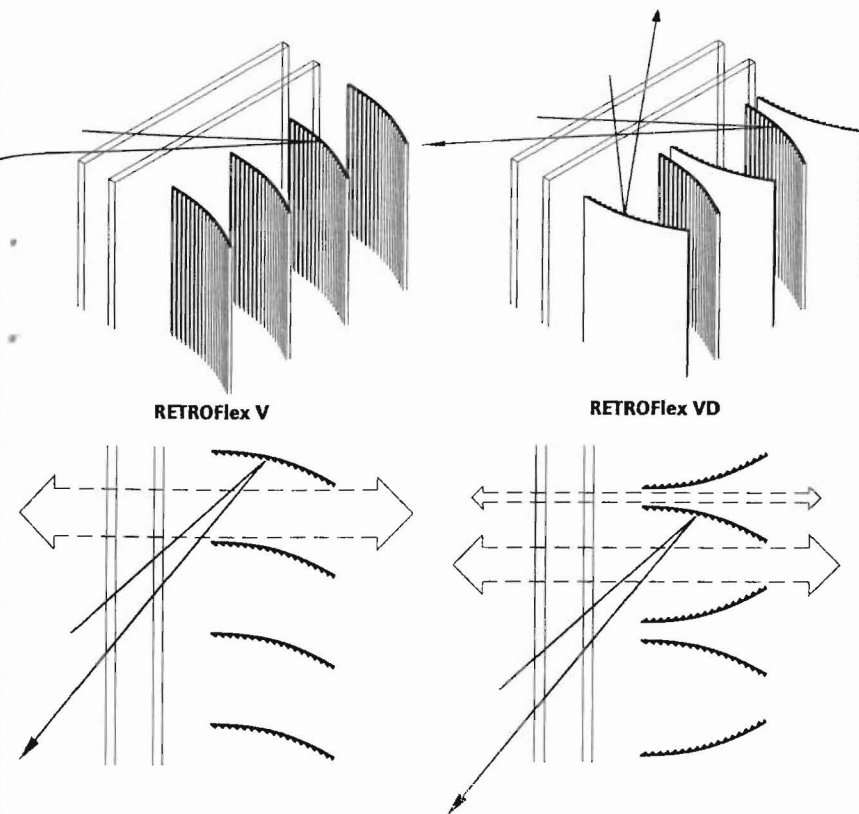
#### Anwendungsbereich Glasdach:

- Vorzugsweise in starrer Anordnung für alle Dachneigungen bis zur horizontalen Dachverglasung
- 80 und 25 mm Lamellenbreite

#### Wärmeschutzbeschichtung auf Pos. 2



Isolierglas-Aufbau beim Einsatz von Retrolamellen



Horizontalschnitte der beiden senkrechten Varianten

lenoberseite 95% Gesamtreflexion, Lamellenunterseite steingrau) wurde unter identischen Bedingungen keine Verbesserung des g-Wertes

im Vergleich zur unverschatteten Glasfassade erzielt.

**Systeme im Isolierglas.** Für Retrolamellen-systeme im Wärmeschutz-Isolierglas wird ein

$g_{\text{eff}}$ -Wert von 0,10 ab  $45^\circ$  zunehmendem Elevationswinkel gemessen. Der g-Wert nimmt bei flacher Sonne ( $15^\circ$  Lichteinfall) auf 0,19 zu. So mit kann für isolierglasintegrierte Retrosysteme näherungsweise mit folgender Faustregel gerechnet werden (Retrolamellen im Isolierglas bei hohem Lichteinfall):

$$g_{\text{eff}} = \text{g-Wert der Verglasung} \times 0,2$$

**Vertikallamellenstore.** Für südorientierte Fassaden werden horizontale Jalousiesysteme empfohlen. An Ost- und Westseiten scheint die direkte Sonne hauptsächlich aus einer Vorzugsrichtung (Süd-Ost und Süd-West). Für Nord- bis Westfassaden und Nord- bis Ostfassaden wird auch eine vertikale Anordnung der RETROFlex-Systeme empfohlen. Sie hat den Vorteil, dass die Store im Wesentlichen senkrecht zur Verglasung stehen und die schräg einfallende Sonne ausblenden. Somit gewährleistet die offene Lamellenposition eine optimale Durchsicht und größtmögliche diffuse Tageslichtausleuchtung. Für Südfassaden wurde RETROFlex VD entwickelt – eine Doppellamelle zur vertikalen Anordnung mit zweiseitiger Lichtausblendung.

**Fazit.** Retrolamellen können den außen liegenden Sonnenschutz ersetzen. Im Hochsommer mit  $60^\circ$  Sonneneinfallswinkel sind g-Werte von 0,13 realisierbar. Dabei sind die Lamellen in einer flachen Stellung – die Durchsicht nach außen ist möglich. ◊

## Info + Kontakte

RetroSolar  
Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH  
Danzigerstraße 51  
55608 Kirn  
Tel. (06752) 912079  
Fax (06752) 912080  
info@retrosolar.de  
www.retrosolar.de

Lichtplanung Köster  
Karl-Bieber-Höhe 15  
60437 Frankfurt/M.  
Tel. (069) 5074640  
Fax (069) 5074650  
info@koester-lichtplanung.de  
www.koester-lichtplanung.de

Alcan Rolled Products  
Alcan Singen GmbH  
Alusingen-Platz 1  
78221 Singen/Hohentwiel  
Tel. (07731) 80-2385  
Fax (07731) 80-2699  
josef.statti@alcan.com  
www.alcan-singen.de



Retrotechnik in der doppelschaligen Fassade: Hochhaus in Zürich



# Synergie einer integrierten Kunst- und Tageslichttechnik

Dr.-Ing. Helmut Köster

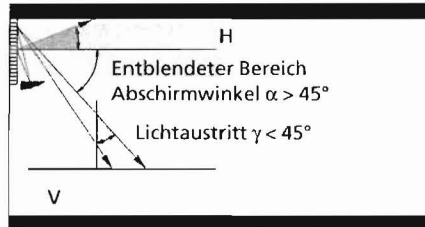
Ein effektiver Sonnenschutz geht, unter zeitgemäßen Gesichtspunkten betrachtet, zunehmend mit einer Reihe tangierender Kriterien wie Behaglichkeitsempfinden und Energieeinsparung einher. Die integrierte Kunst- und Tageslicht-Technik – vorgestellt von Fachautor Helmut Köster – bietet dafür verschiedene Lösungen. Der Autor zeigt Möglichkeiten auf, wie die Kombination von Kunst- und Tageslicht zu einer funktionalen und gestalterischen Einheit zusammengeführt werden kann.

## Systemzusammenhang

Bereits in den neunziger Jahren suchte der Autor nach einem Systemzusammenhang der Kunst- und Tageslichttechnik. Ziel war, eine integrierte Lichtführung, vom Fenster ausgehend, in die Raumtiefe zu realisieren. Zum damaligen Zeitpunkt galt in der Leuchtenindustrie noch das Primat der gleichmäßigen Raumausleuchtung. Bedauerlicherweise

wird dies durch die neue E-DIN 5035-7 im wesentlichen verstärkt gefordert.

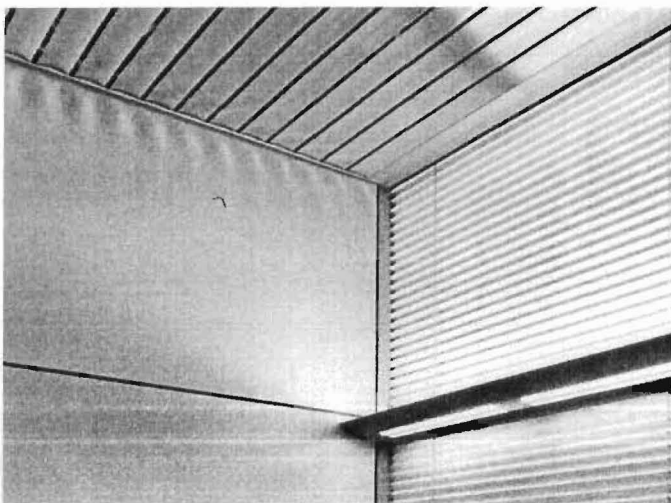
Die alte Norm erlaubte noch eine reduzierte Beleuchtungsstärke im Bereich fensternaher Arbeitsplätze. Doch trotz der Normenvorgabe gelang dem Autor im Rahmen überzeugender Lichtplanungen der Nachweis drastischer Energieeinsparungen bei der Nacht-ausleuchtung von Bürobauteilen, wenn – ähnlich dem natürlichen Tageslichteinfall – die Beleuchtungsstärken vom Fenster zur Raumtiefe abnehmend gestaltet werden.



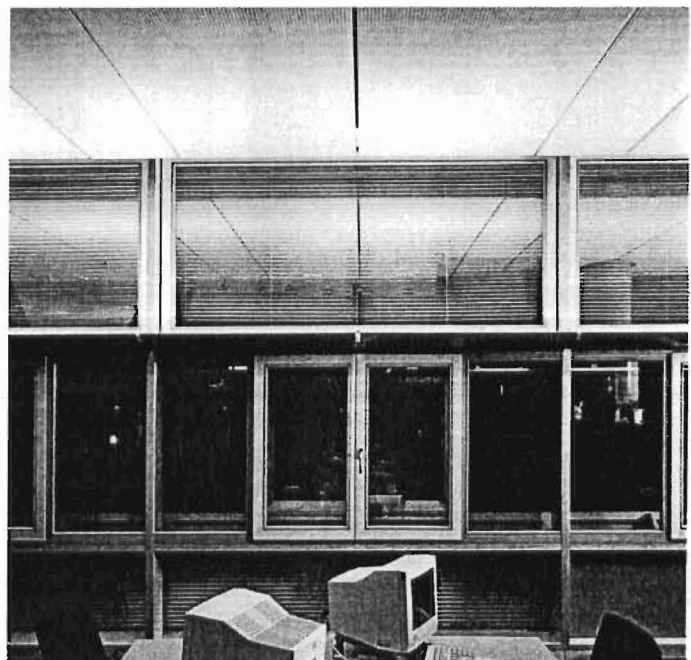
## Synergie

Da Büroarbeitsplätze grundsätzlich auf den einseitigen Lichteinfall vom Fenster her ausgerichtet sind, ist auch die künstliche Arbeitsplatzausleuchtung aus der Fensterzone logisch. Es gilt, die Lichtführung für das Kunstlicht und das Tageslicht zu integrieren. Dies realisiert der Autor durch die fassadenintegrierte Riegelleuchte. Durch dieses Beleuchtungskonzept ist es möglich, schwächer werdendes Tageslicht nicht nur durch eine Helligkeitsregelung des Kunstlichts nachzuführen, sondern insbesondere Kunst- und Tageslicht in einem integrierten Lichtstrom aus der Fassade in den Raum zu leiten.

1 Messestand »Pro-Day« der WiTag, Fassadenausschnitt der integrierten Kunstlichtbeleuchtung mit RETROLux-Jalousie und RETROTop-Lichtlenkdecke.

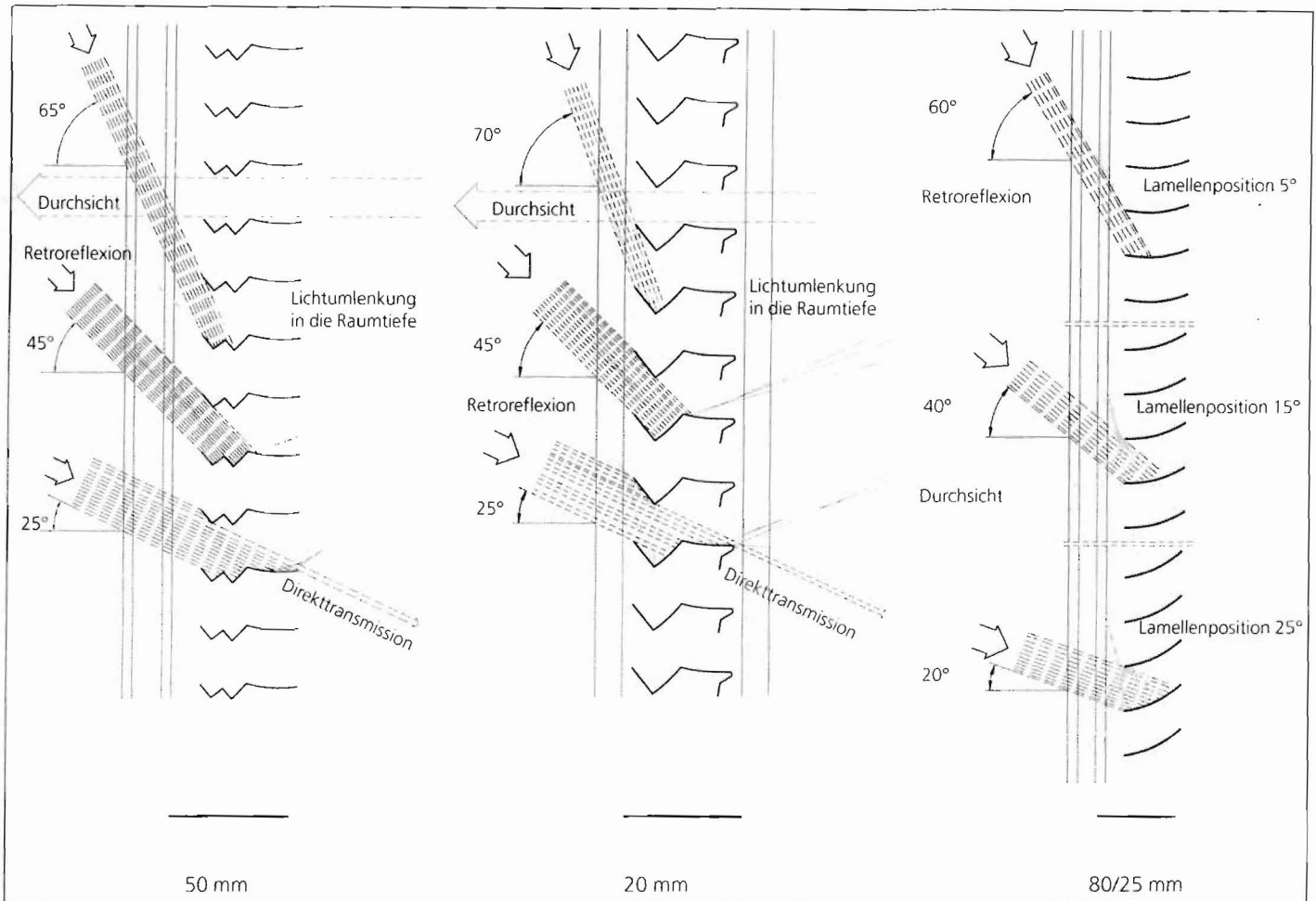


2 Riegelleuchte RETROLight, Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Schweinfurt, mit Lichtlenkelementen im Verbundfenster (Arch. Kuntz + Manz).



Dr.-Ing. Helmut Köster, Architekt, Köster Lichtplanung, Frankfurt am Main  
Fotos 1, 7 E. Scherpf, Fotos 4, 6 IAF-Ali Moshiri, andere Fotos und Graphiken: Helmut Köster Vortrag des Autors im Rahmen des »Lichtdialogs« auf der belectro 2003 am 22. Oktober um 14.00 Uhr





3 Tageslichtsysteme, die zur Kombination mit RETROLight geeignet sind: RETROLux 50 mm und RETROFlex 80 mm/25 mm als innenliegende Jalousie und RETROLuxTherm 20 mm im Scheibenzwischenraum einer Isolierverglasung.

Die Innovation besteht darin, auch das Kunstlicht am Tageslichtsystem umzulenken. In Fensternähe lassen sich mit dieser Technik weit über 500 lx realisieren, die bis auf 5 m Raamtiefe ohne Zusatzkomponenten auf ca. 200 lx abnehmen.

Während die Glasfassade nachts üblicherweise zur schwarzen Fläche wird, spiegelt sich durch die besondere Lichtführung der Riegelleuchte die indirekt angestrahlte Decke im Glasoberlicht. Es wird das Gefühl des expandierenden Innenraumes vermittelt.

**Tageslichtsystem**

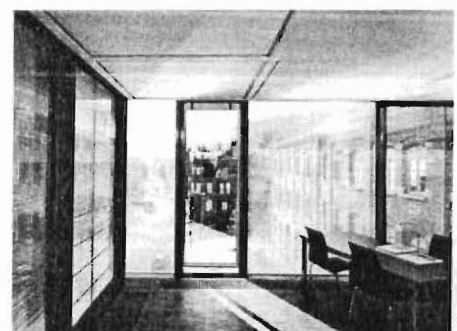
Die oben beschriebenen Synergieeffekte lassen sich jedoch nur mit ganz bestimmten Tageslichtsystemen erzielen, die spezifische

Charakteristika zur Umlenkung des Kunstlichtes aus dem Innenraum aufweisen. Hierfür eignen sich z. B. RETROLux, RETROFlex und RETROLuxTherm.

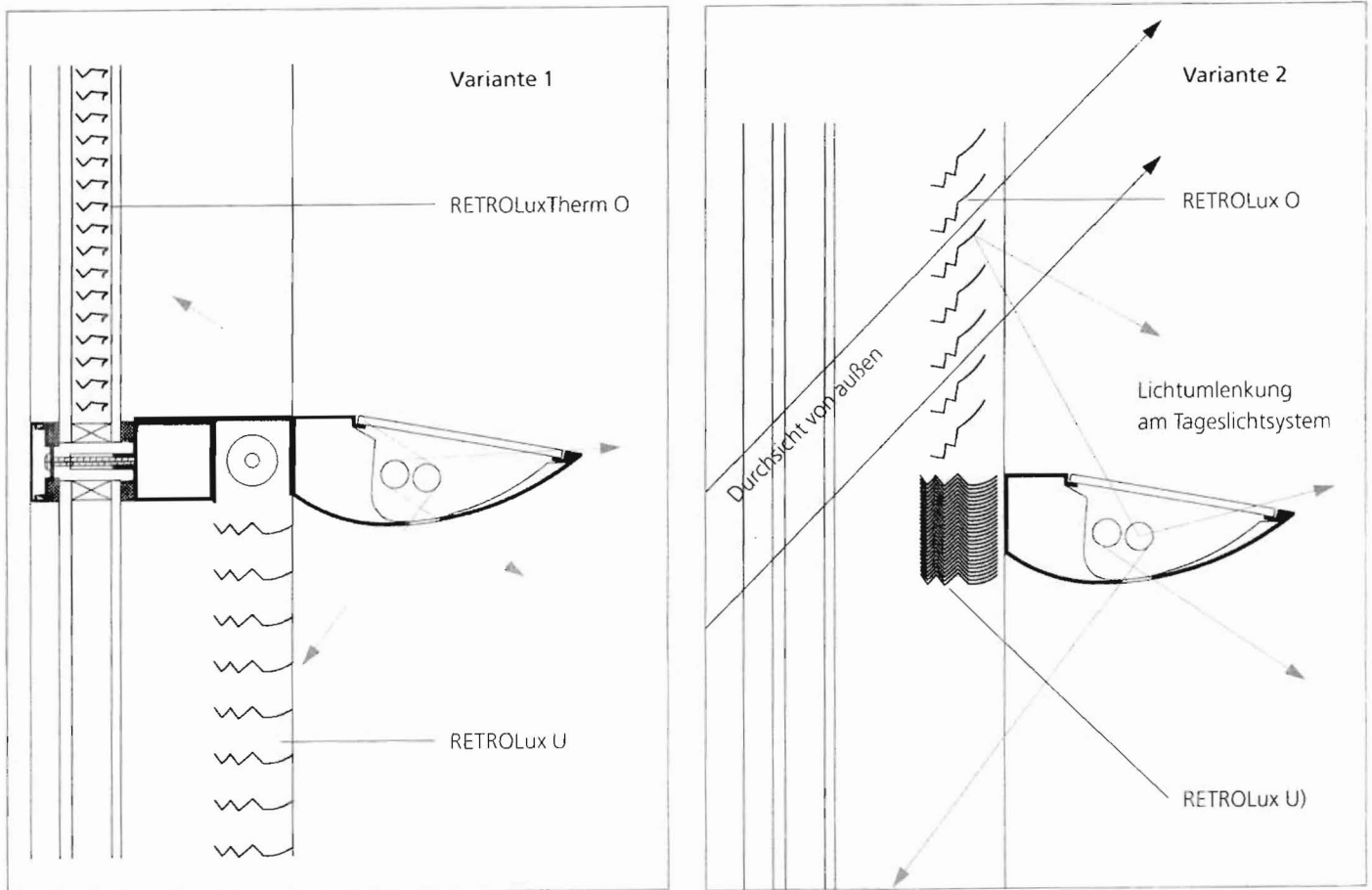
RETROLux ist eine Lichtlenkjalouise, die auf der Rauminnenseite geführt wird und über ein w-förmiges Teilstück verfügt, das insbesondere die hohe Sommersonne ausblendet ( $F_c$ -Wert 0,45 bis 0,5). Ein zweites Teilstück dient der Lichteinlenkung zum Innenraum.

RETROLuxTherm im Isolierglas ist ähnlich aufgebaut wie die RETROLux-Jalousie, jedoch sind die Systeme miniaturisiert und werden mit 20 mm Profilbreite in den Scheibenzwischenraum einer Isolierverglasung eingebaut ( $F_c$ -Wert < 0,2). Die Profile wei-

4 Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Esslingen (Arch. O. Reutter) Tageslichtlenk-system im Scheibenzwischenraum, kombiniert mit Lichtlenkssystemen in offenbaren Fenstern.



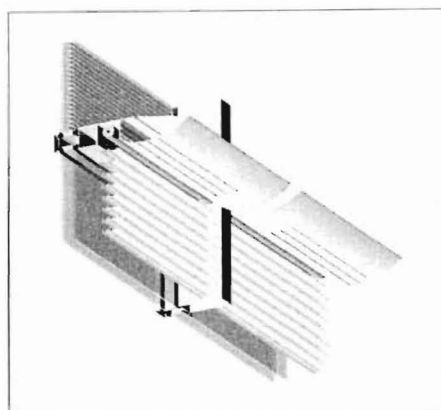




sen zum Innenraum eine besondere Abkantung auf, die der Umlenkung des Kunstlichtes dient.

Weiterhin eignet sich dazu die RETROFlex-Jalousie mit mikrostrukturierter Spiegeloberseite ( $F_C$ -Wert ca. 0,5). Die Spiegel sind so ausgebildet, daß von außen einfallendes Tageslicht primär mit einer einzigen Reflexion in den Außenraum zurückgeführt wird.

RETROFlex sowie RETROLux werden nachts mindestens bis zur Riegelleuchte hochgefahren und in eine geschlossene Position gedreht. Die Rückseiten der Lamellen dienen dann als Reflektor für das indirekt austretende Kunstlicht. Andere Tageslichtlamellen, z. B. Spiegellamellen, sind für diese Systemkombination deshalb ungeeignet, weil die Lamellenunterseite grau eingefärbt ist und deshalb als Lichtreflektoren versagt.



5 RETROLight als Riegelleuchte mit RETROLuxTherm im oberen Fensterbereich und RETROLux im unteren Fensterbereich.

### Integrale Planung

Gemäß einem Patent des Autors bilden die Kunst- und Tageslichttechnik eine funktionale und gestalterische Einheit. Je nach Tageslichtsystem werden zwei grundsätzliche Varianten vorgeschlagen:

Variante 1: Im Oberlichtbereich ist ein im Isolierglas integriertes Tageslichtlenksystem (RETROLuxTherm) angeordnet, wobei die Lichtlenklamellen zur Umlenkung von Tageslicht und zur Umlenkung des Kunstlichtes in den Innenraum dienen.

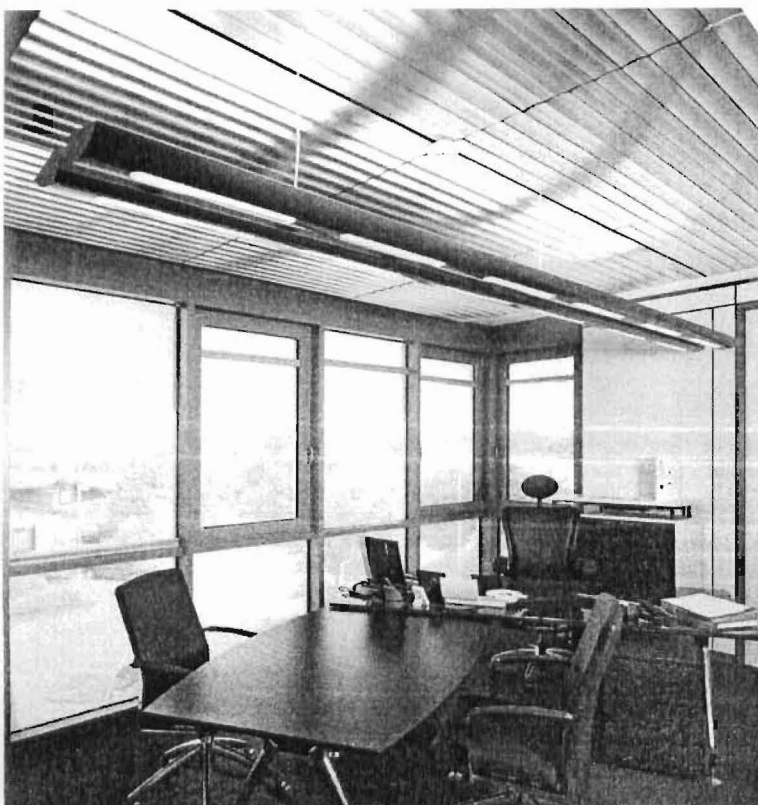
Die Abkantung ist so ausgeformt, daß aus der Leuchte zum Innenraum austretende, indirektes Kunstlicht entweder in die Raumtiefe bzw. an die Decke oder in einem spitzen Winkel  $< 45^\circ$  zur Vertikalen auf die Arbeitsebene umgelenkt wird. Somit ergibt sich ein entblendeter Lichtaustritt aus dem Glasober-

licht für das Kunstlicht und das Tageslicht. Das System erfüllt alle Anforderungen an die Güteklasse A1 der DIN 5035.

Variante 2: Die Tageslichtlenkung, als Jalousiesystem ausgebildet, dient nachts auch der Umlenkung des Kunstlichts. Hierzu wird der Behang bis zur Riegelleuchte gerafft und im oberen Behangteil schräg angestellt, so daß die Oberlichtlamellen eine geschlossene Reflexionsfläche für aus der Riegelleuchte indirekt austretendes Licht bilden.

Die Riegelleuchten weisen im unteren Bauch transparent abgedeckte Schlitze auf, die einerseits einem direkten Lichtaustritt nach unten dienen, zum anderen aber auch ein strenges Lichtsignal in der Fassade nach außen setzen.

Magna-Spiegelsysteme, Assamstadt (Arch. M. Ertel). Lichtlenkdecke zum Umlenkung von Tageslicht und Kunstlicht in Verbindung mit im Scheibenzwischenraum integrierten Lichtlenksystem (RETROLuxTherm) und Pendelleuchte RETROLight.

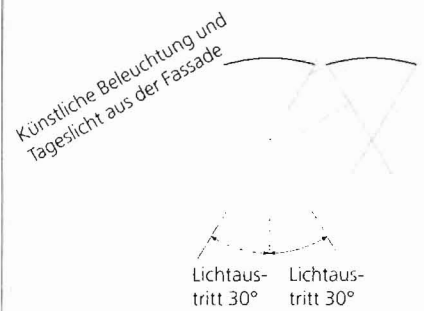
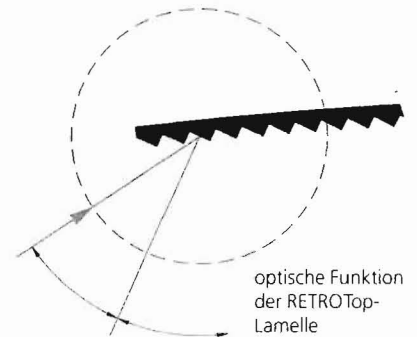


**Ganzheitliche Lichtlösungen**

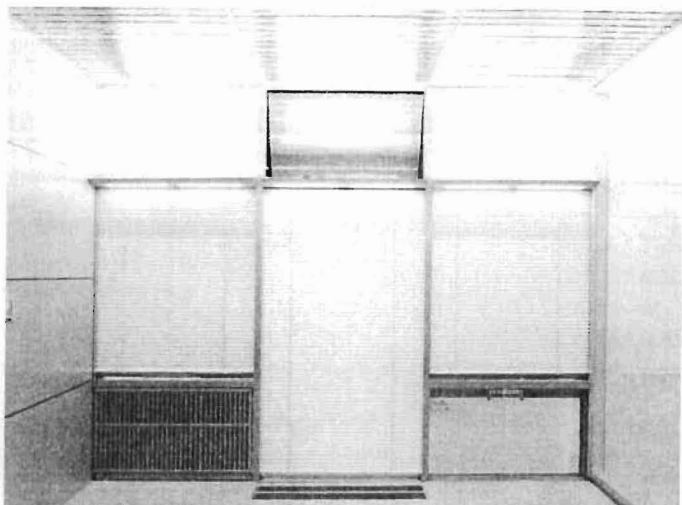
Eine weitere Innovationen des Autors optimiert die Lichtführung für Kunst- und Tageslicht über eine Mikroprismenstrukturierte Lichtdecke: RETROTop. Das von der Fassade an die Decke geflutete Licht wird auf Grund einer konkav gewölbten Ausführung an der Mikrostrukturierung kegelförmig und DIN-gerecht auf die Arbeitsebene umgelenkt. Dadurch ergibt sich für die senkrecht zur Fassade angeordneten Arbeitsplätze eine hervorragende Ausleuchtung mit blendfreiem Seitenlicht.

Die Mikrostruktur der Decke ist so berechnet, daß die Lichtausbreitung blendfrei in Abstrahlwinkeln von 60° bzw. ca. 30°±10° zur Vertikalen erfolgt. Dadurch kommt es auf der Arbeitsebene zu einem angenehmen Seitenlicht. Die Lichtdecke übernimmt die

**Lichtumlenkung der mikroprismenstrukturierten Lamellendecke**



Künstliche Beleuchtung und Tageslicht aus der Fassade. Strahlenführung an der Mikroprismenstruktur.



7 Messestand der WiTag »Pro-Day«. Integrierte Kunstlichtbeleuchtung mit RETROLight als Riegelleuchte, RetroLux-Jalousie und RETROTop-Lichtlenkdecke.

Funktion eines Sekundärspiegels und ermöglicht durch die gezielte Lichtausbreitung eine extrem sparsamere Beleuchtung der Arbeitsebene.

Bei der sonst üblichen indirekten Beleuchtung wird das Licht ungerichtet über eine weiße Decke gestreut, wobei im wesentlichen der obere Halbraum aufgehellert wird und nur vielfach an Wänden und Decken reflektierte Strahlung auf die Arbeitsebene trifft. Die Reflektivität der mikrosprismenstrukturierten Decke kann mit ca. 86 Prozent angenommen werden, so daß ein äußerst günstiger Raumwirkungsgrad für die Beleuchtung erzielt wird.

Als Nebeneffekt der neuen Lichtdecke ergeben sich sehr positive akustische Effekte trotz der metallischen Oberflächen: Die Nachhallzeit und die Schallstreuung werden verbessert.

#### Literatur

Köster, Helmut, 2002  
Innenliegender Sonnenschutz im Trend  
DAB 06/2002, S. 72–74

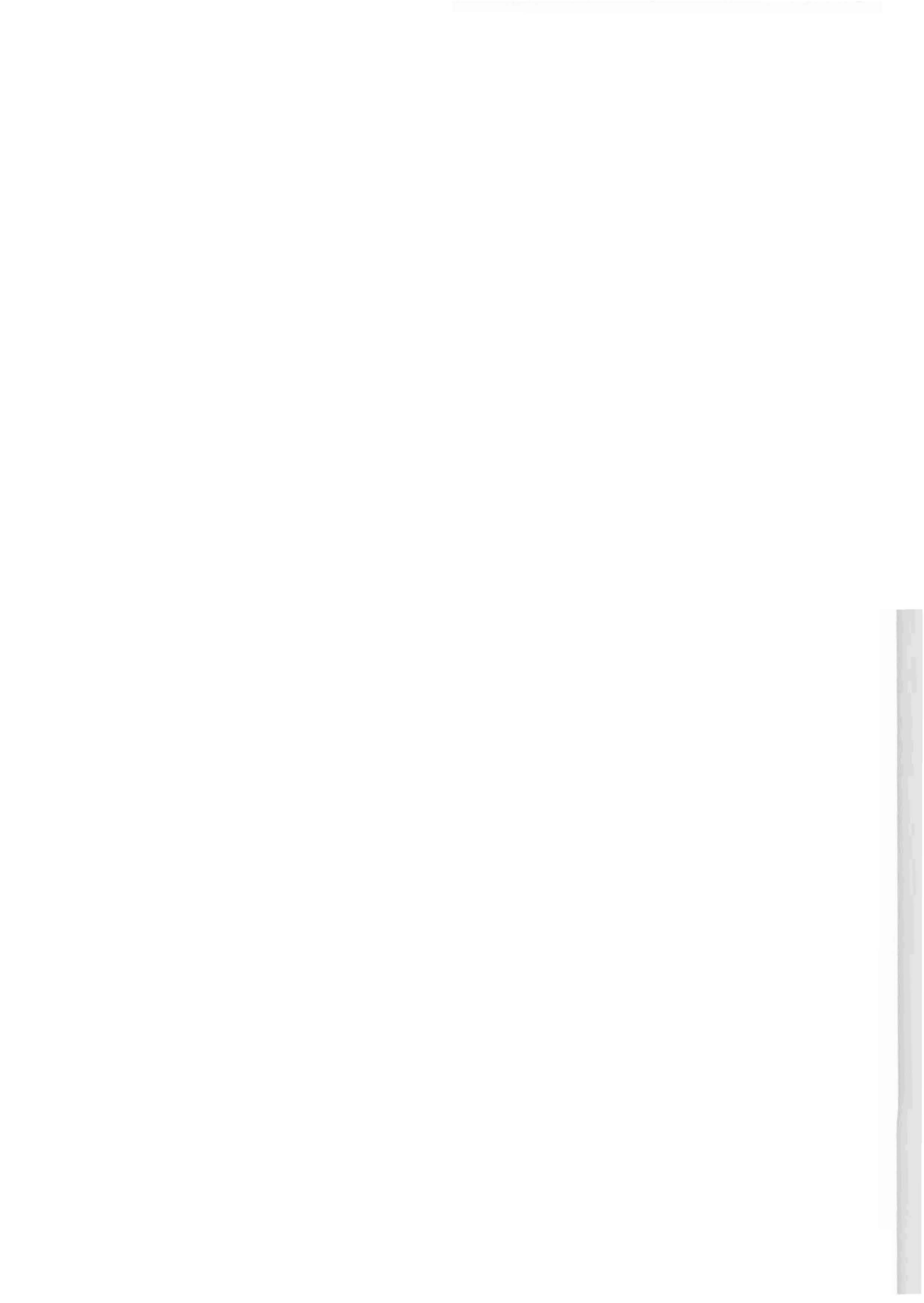
Köster, Helmut, Schossig, Elmar, 2002  
Kooperation von Architekt und Lichtplaner  
Professional Lighting Design Nr. 24  
02–03/2002, S. 28–33

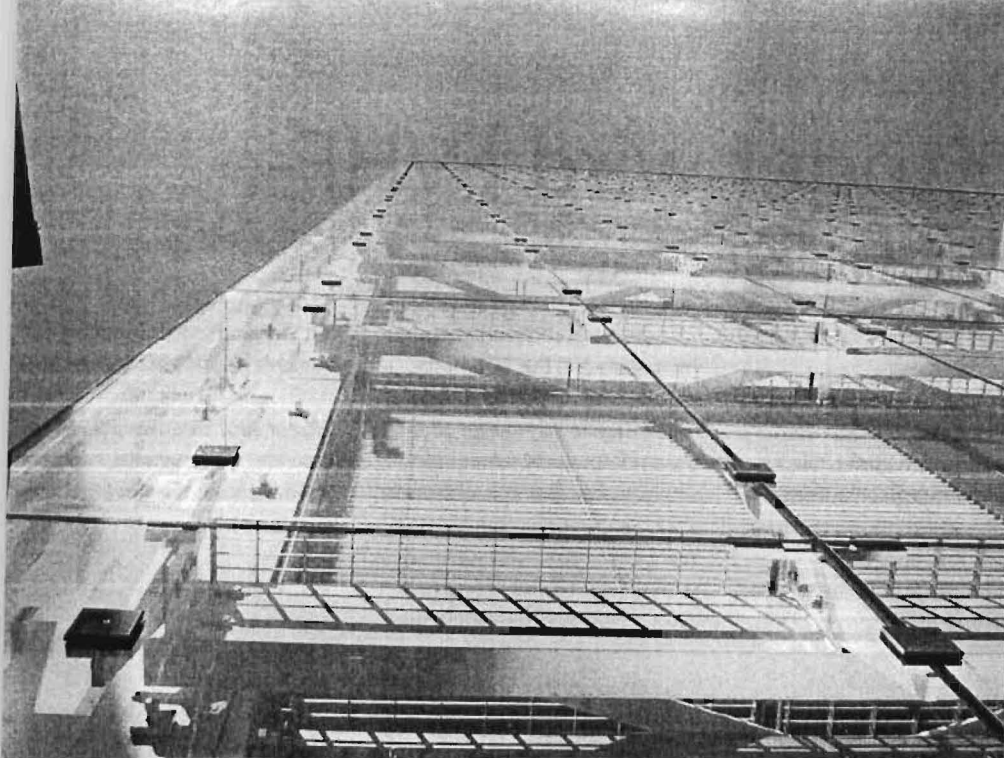
Köster, Helmut, 2002  
Sonnenschutz: Innen kontra außen  
Fassadentechnik 04/2002, S. 10–12

Köster, Helmut, 2001  
Visionen einer Tageslichtarchitektur.  
TrockenBau Akustik 12/2001, S. 32–36

Patentschriften u. a.  
EP 0 461 137 Lichtlenksystem für die Beleuchtung eines Innenraumes  
EP 0 793 761 Gestufte Lamelle für gerichtete Lichtstrahlung

DE 196 36 817 Sonnenschutzanlage mit Sonnenschutzlamellen





Das Mobimo-Hochhaus in Zürich.  
Die Retrolamellen befinden sich in  
der doppelschaligen Fassade.

## Sonnenschutz

# Innen kontra außen

**Vor etwa 35 Jahren begann der Siegeszug des außen liegenden Sonnenschutzes. Es galt über Jahre die Parole: „Nur durch den außen liegenden Sonnenschutz ist ein Gebäude wirkungsvoll vor Überhitzung zu bewahren. Ist die Wärme erst einmal im Gebäude, gibt es keinen Schutz mehr.“ Das gilt heute so nicht mehr.**

In den Siebzigerjahren bekam der außen liegende Sonnenschutz Konkurrenz durch die metallisierten Sonnenschutzgläser in Kombination mit innen liegenden, vertikalen Lamellen-Blendschutzstoren.

Die Entwicklung der zweischaligen Fassade in den Neunzigerjahren hatte nicht zuletzt zum Ziel, den außen liegenden Sonnenschutz als dominantes Gestaltungsmerkmal von der Fassade zu verdrängen. Es gibt aber nicht nur gestalterische Gründe – diese Variante des Sonnenschutzes ist immer wieder durch allgemein bekannte Probleme der Störanfälligkeit bei Wind, der Verschmutzung und der hohen Wartungskosten ins Gerede gekommen. Für moderne Hochhausfassaden oder große Dachverglasungen ist der außen liegende Sonnenschutz völlig ungeeignet. Solche Glasfassaden sind hoch transparent, befreit von Spiegeleffekten und stehen im völligen Widerspruch zu dem althergebrachten Bild einer variablen Fassade, die sich mal als Glasbau, mal als bunte Lamellenfassade präsentiert.

### Moderne Glasfassaden

Im vergangenen Jahrzehnt wurden farbneutrale Sonnenschutzgläser auf den Markt gebracht, die trotz hoher Lichtdurchlässigkeit nur einen geringen Gesamtenergiedurchgang aufweisen, so dass der innen liegende Sonnenschutz durch die Verglasung stark entlastet wird. Somit übernimmt diese heute wesentliche Funktionen eines außen liegenden Sonnenschutzes bei gleichzeitig gutem Lichteintrag und guter Durchsicht. Dennoch ist ein farbneutrales Sonnenschutzglas keinesfalls ausreichend, weshalb zusätzlich innen liegende Lichtlenksysteme für den Schutz vor Überhitzung und für die Versorgung mit Tageslicht empfohlen werden.

Die wichtigste Forderung an einen Sonnenschutz ist die Durchsichtigkeit, insbesondere im Sommer bei aktiver Beschattung des Gebäudes. Darüber hinaus muss eine größtmögliche Reduzierung der Gesamtenergietransmission gewährleistet werden.

### Retrolamellen mit optischen Effekten

Lichtlenksysteme sind normalerweise für die Lichtleitung in die Raumtiefe zuständig. Dies ist ein durchaus wünschenswerter und notwendiger Aspekt. Für die energetische Funktion eines Gebäudes ist es jedoch noch wichtiger, die eindringende Sonnenenergie wieder nach außen zu reflektieren. Die Retrolamellen erfüllen diese Funktion und gewährleisten eine optimale, diffuse Lichteinflutung und Durchsichtigkeit. Die Entwicklungen der neuen Retrotechnik basieren auf Patenten von Helmut Köster [3, 4, 5, 6].

Das System beruht unter anderem auf einer Mikrostrukturierung der Lamellenoberseiten ähnlich einem Fresnellspiegel mit mehreren, versetzt angeordneten Brennpunkten, so dass sich besonders im Sommer bei hoch stehender Sonne eine Konzentrationszone zum Außenraum ergibt. Die Lamellen werden aus Reinstaluminium gefertigt, wobei bereits im Walzprozess die Mikrostrukturierung eingepreßt wird.

### Schutzschild gegen Wärmestrahlung

Diese Strukturierung besteht aus einer Vielzahl von kleinen, asymmetrischen Zähnen, die die auf die Lamellen einwirkende Sonnenenergie – also ultraviolette und sichtbare Strahlung sowie das nahe Infrarot (UV, VIS, NIR) – mit einer einzigen Reflexion zurückwerfen. Dadurch heizen sich die Lamellen nicht auf. Das

ch die Glasscheibe in den Innenraum eindringende Licht wird im Außenraum reflektiert, ohne dass wesentliche Absorptionsprozesse stattfinden. Durch die Reinstaluminiumoberfläche wird die durch die Glasscheiben verursachte langwellige Strahlung an den Metallspiegeln reflektiert.

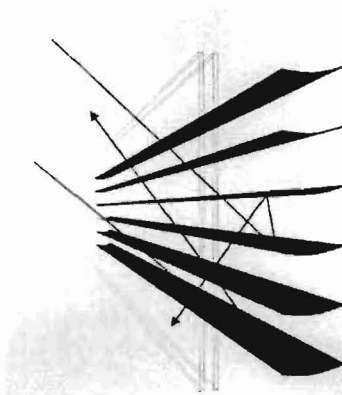
Der Lamellenvorhang dient somit nicht nur der Beschattung und Reflexion der einfallenden Sonnenstrahlung, sondern auch als Schutzschild gegenüber der Wärmestrahlung aus der Glasfassade. Die Aufheizung der Lamellen ist deutlich geringer als die der Glasfassade.

Die mikrostrukturierten Lamellenoberseiten stellen ein mathematisch komplexes System dar: Es werden an der Oberfläche mehrere Parabeln mit Brennpunkten im Außenraum vor der Fassade gebildet, so dass insbesondere die hohe Sommersonne bei horizontaler Lamellenstellung mit einer einzigen Reflexion an den Lamellen flanken diffus in den Himmel zurückgeworfen wird. Dadurch bleibt die Fassade durchsichtig und gleichzeitig wird eine sehr hohe diffuse Lichteinflutung zum Innenraum gewährleistet.

#### Abminderungsfaktor zur Beschreibung der Reflexion

Die Leistungsfähigkeit des Lichtlenksystems als Reflektor für Licht und Wärme lässt sich mit einem Abminderungsfaktor beschreiben, der für verschiedene Glasaufbauten messtechnisch ermittelt wurde. Als grober Richtwert lässt sich folgern, dass sich bei Innenraumanordnung der Retrolamellen hinter Isolierverglasung bei flacher Lamellenstellung und hoher Sommersonne eine Reduktion der Energietransmission zum Innenraum um 50 Pro-

zent erreicht wird. Näherungsweise kann für Retrolamellen im Innenraum mit folgender Faustregel gerechnet werden:  
 $g_{\text{eff}} = g\text{-Wert der Verglasung} \times 0,5$   
 Messungen des Fraunhofer-Institutes ISE, Freiburg, die für ein Frankfurter Hochhaus durchgeführt wurden, ergaben beispielsweise für ein farbneutrales Sonnenschutzglas des Typs 50/25 für die neuen Retrolamellen einen  $g_{\text{eff}}$ -Wert von 0,13 bei 60° Sonneneinfall (Hochsommer) und flacher Lamellenanstellung (5° Neigung zur Horizontalen). Mit bekannten Spiegellamellen (Lamellenoberseite 95 Prozent Gesamtreflexion, Lamellenunterseite steingrau) wurde unter identischen Bedingungen keine Verbesserung des g-Wertes im Vergleich zur unverschatteten Glasfassade erzielt.



Die Retrojalousie wird im Innenraum vorteilhafterweise unmittelbar hinter der Verglasung angeordnet.

Bild: Köster

*Faszination*

# FALTSYSTEME

Nutzen Sie unser know-how: Systemvielfalt und Qualität in Holz und Aluminium!



komplette Wintergärten



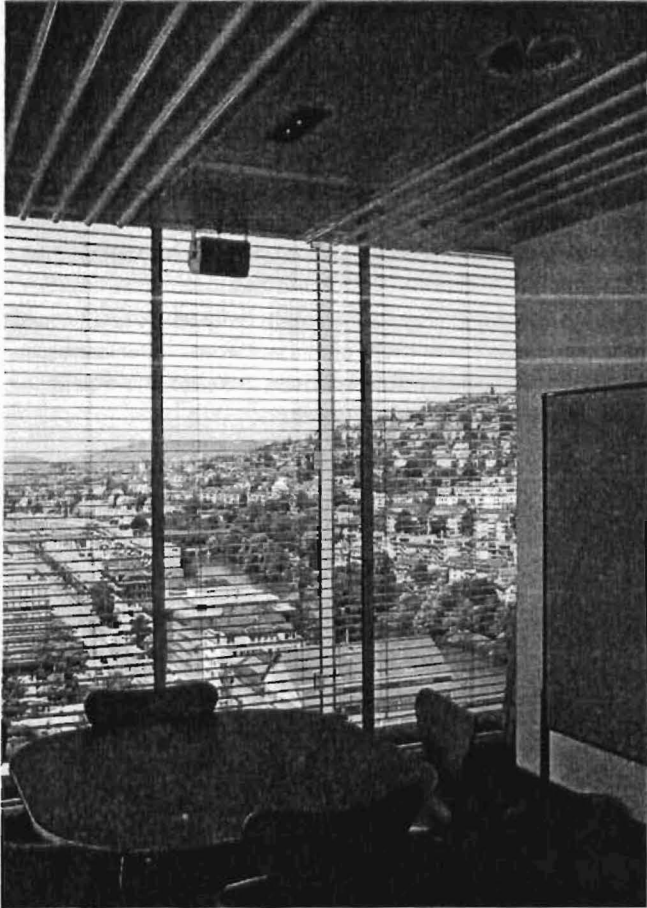
Balkonlösungen



Geschäftseingänge

**SOLARLUX III**





Der Durchblick durch die Glasfassade wird durch die Retrolamellen selbst bei hoch stehender Sonne kaum beeinträchtigt.

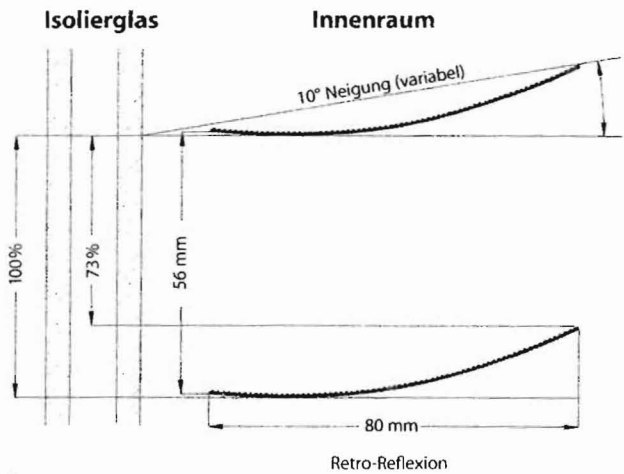
Am Institut für Lichttechnik der TU Berlin, Prof. Dr. Kaase, wurde für Retrosysteme im Isolierglas unter Verwendung von Gläsern des Typs 66/34 ein  $g_{\text{eff}}$ -Wert von 0,10 ab  $45^\circ$  zunehmendem Lichteinfall gemessen. Der  $g$ -Wert nimmt bei flacher Sonne ( $15^\circ$  Lichteinfall) auf 0,19 zu. Aber auch mit einfachen Wärmeschutzgläsern wurden für  $60^\circ$  Lichteinfall  $g$ -Werte von 0,13 ermittelt. Somit kann für isolierglasintegrierte Retrosysteme näherungsweise mit folgender Faustregel gerechnet werden:  $g_{\text{eff}} = g\text{-Wert der Verglasung} \times 0,3$ .

### Anwendungsbeispiel

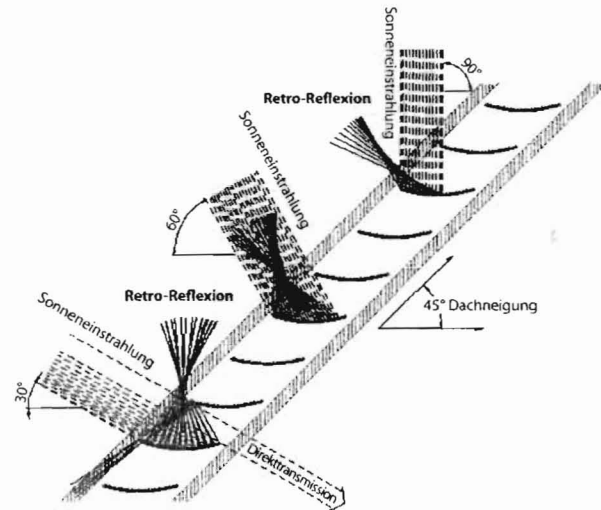
Im Mobimo-Hochhaus der Architekten R. Läubli und H. Zimmermann, am Escher- Wyss-Platz in Zürich, wurden Retrolamellen mit 80 mm Breite in eine zweischalige Fassade eingebaut [2, 7]. Diese Fassade ist als Luftkollektor ausgebildet, wobei die äußere und die innere Schale luftdicht sind. Außenluft strömt durch die Sockelzone in den Luftzwischenraum der Fassade ein und strömt im Sommer oben ab. Im Winter wird die auf der Südseite erwärmte Luft gesammelt und in die kalte Nordfassade von oben eingeblasen. Die warme Luft kühlt sich in der Nordfassade ab und sinkt nach unten, so dass die Umspülung der Fassaden weitgehend ohne Zusatzenergie erfolgt.

Der besondere Vorteil dieser Fassadenausbildung ist neben dem Solarkollektor-Effekt, dass keinerlei Luftfeuchtigkeit aus dem Innenraum in die Fassade eintritt. Die Luft in der zweischaligen Fassade wird durch die Energiezufuhr der Sonne getrocknet.

Helmut Köster



Mit den Retrolamellen ist ein wirksamer Sonnenschutz mit  $g_{\text{eff}}$ -Werten von 0,13 im Sommer bei etwa 73 Prozent Durchsichtigkeit erzielbar.



Lichtlenkung im Dach am Beispiel einer  $45^\circ$ -Dachneigung.

Bilder: Köster

### Literatur

- [1] Fuchs, Roman. Neue Aluminiumoberflächen für die Tages- und Kunstlichtbeleuchtung. 1998, viertes Symposium Innovative Lichttechnik in Gebäuden, Kloster Banz
- [2] Hüppe-Baumann. Innovative Tageslicht-Lamellen-Stores selektieren das Licht. Nutzerorientierte Bürobeschattung durch Baumann-Hüppe. 2001, Schweizer Baublatt, Nr. 15, Seite 40
- [3] Köster, Helmut. Tageslichtarchitektur mit optimalem Kühlverhalten. Retrotechnik gewährleistet maximale Durchsicht der Gebäudehülle. 2001, Schweizer Baublatt, Nr. 15, Seite 36 - 38
- [4] Köster, Helmut. Sonnenschutzanlagen mit Sonnenschutzlamellen, die eine gezahnte Oberseite aufweisen. Patent DE 196 36 817 C1
- [5] Köster, Helmut. Stepped lamellae for guiding light-radiation. Zzgl. Prioritätsanmeldungen, EP 079376
- [6] Köster, Helmut. Vorrichtung zur automatischen Steuerung des Sonneneinfall. EP 0029442
- [7] Zimmermann, Heinz; Läubli, Rolf. Architektonisches Konzept. 2001, Das Bürohochhaus

### Fazit:

Mit den hier vorgestellten Retrolamellen ist ein außen liegender Sonnenschutz nicht mehr erforderlich.  $g$ -Werte von 0,13 bei flacher Lamellenanstellung (Durchsicht!) und  $60^\circ$  Sonneneinfall (Hochsommer) sind durchaus realisierbar, und zwar hinter einem farbneutralen Sonnenschutzglas auch bei der Anordnung der Jalousien im Innenraum!

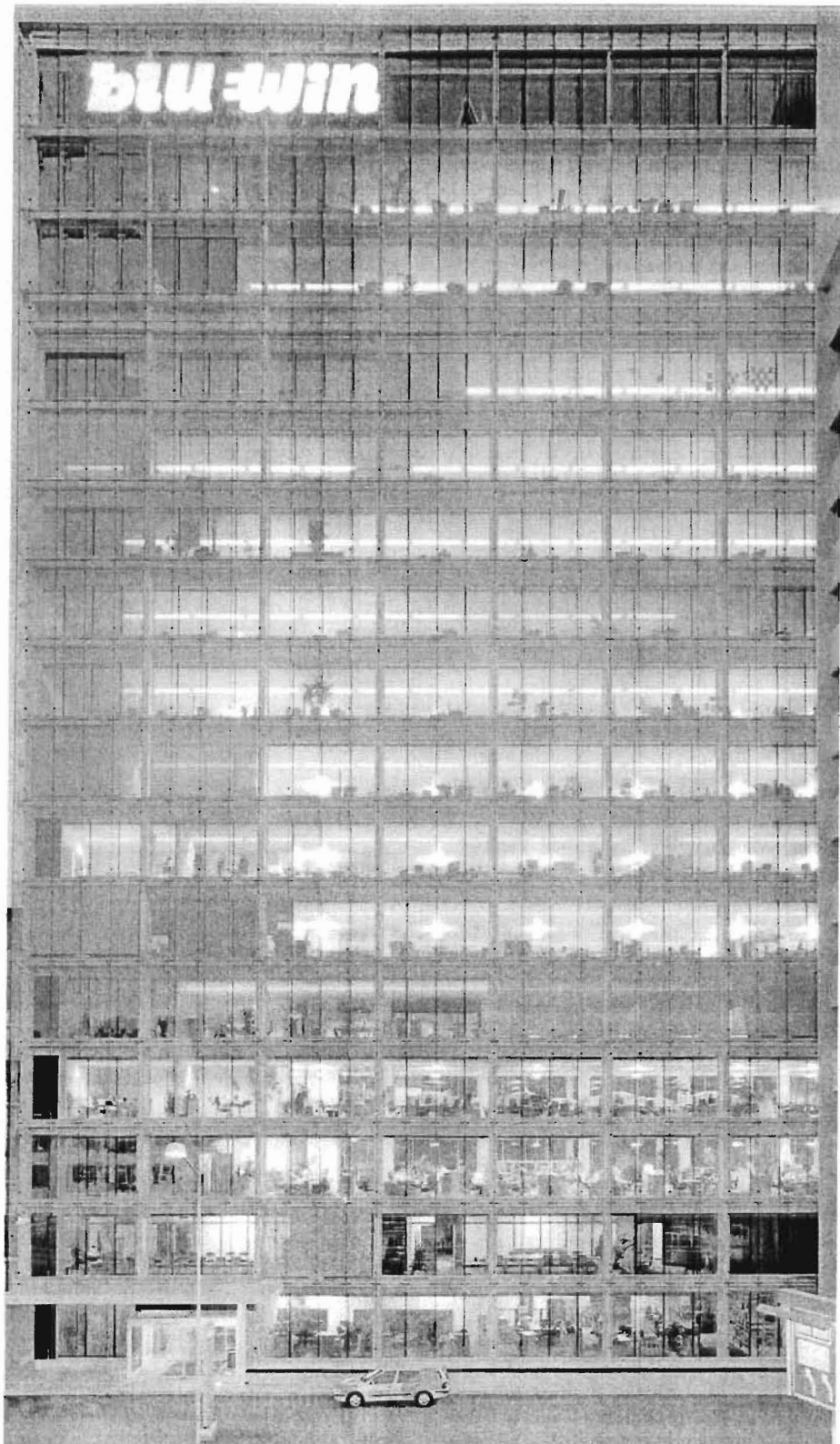
# Selektiertes Licht

## Tageslicht-Jalousien für nutzerorientierte Bürobeschattung

Lichtlenkenden, hinter der spektakulären Glasfassade des Phoenix-Hochhauses in Zürich integrierten Hüppe-Jalousien, vom Köster, dokumentieren den hohen Anspruch der Architektur und Baukultur an eine nutzer- und kostenoptimierte Tageslichtlenkung und die einfache Integrationsmöglichkeit moderner gesteuerter Sonnenschutzsysteme in die Gebäudeleittechnik.

Die neuen innovativen Bürobeschattungen bieten die in dem Züricher Objekt eingesetzten Lichttechnikjalousien mit der prismenartig geprägten, fein gezahnten Lamellenoberfläche. Damit wird das direkt einfallende Sonnenlicht auch bei geöffneten Lamellen vollständig reflektiert, während das diffuse Tageslicht ungehindert in das Rauminnere gelangt. Ein automatisiertes Schließen der Lamellen ist nur bei sehr flachem Einfallswinkel (tiefstehende Sonne) oder bei sehr steilem Winkel (hochstehende Sommersonne) erforderlich. Daraus resultiert der besondere Vorteil dieses Sonnenschutzsystems: die hohe Transparenz und damit der von der EU-Richtlinie zur Bildschirmausstattung geforderte Ausblick bei gleichzeitig wirksamem Blendenschutz. Durch die prismenartige Lamellenoberfläche weist das Jalousiesystem trotz relativ starrer

Ziel Sonnenschutz wie nötig, soviel Tageslichteinfall und Ausblick wie möglich. Nach diesem Prinzip wurde bei der Realisierung des Phoenix-Hochhauses in Zürich ein zukunftsweisendes, kostenoptimales und – bei einer Miet-Immobilie entscheidend – ein nutzerorientiertes Sonnenschutz- und Steuerungskonzept realisiert. Die mit einer prismenartig geprägten Oberfläche lichtlenkend wirkenden Jalousien werden EIB-Bus-gesteuert so automatisch dem Sonnenstand im Laufe des Jahres nachgeführt.

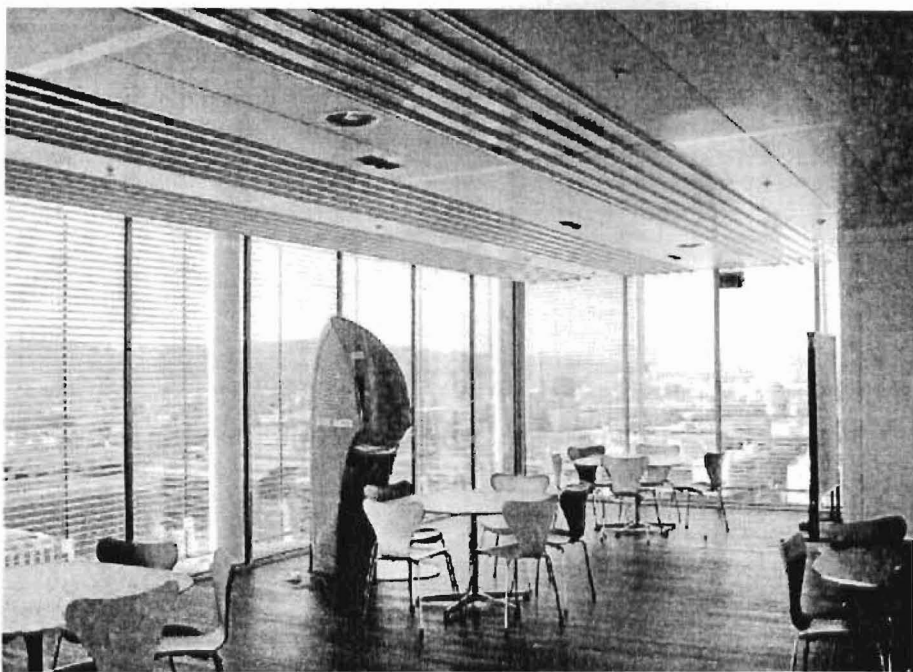




Anordnung eine hohe Dynamik der Energietransmission auf. Bei flacher Wintersonne werden ein hoher Solarenergiegewinn und bei hoher Sommersonne eine reduzierte Energietransmission und damit eine passive Kühlung erzielt.

### EIB steuert Beschattung und Durchsicht

Um so viel Beschattung wie nötig und dabei so viel Tageslicht und Durchsicht wie möglich zu erzielen, werden die Behänge dem Sonnenstand automatisch angepasst. Die hierzu erforderliche zentrale Steuerung wird im Phönix-Hochhaus über EIB organisiert. Der integrierte Lamellenwinkel- und Behanghöhenautomat von Hüppe Form ermittelt aus dem berechneten Sonnenstand und der aktuellen Sonnenblendung den genauen Lamellenwinkel zur Weiterleitung auf die sonenschutzoptimierten Aktoren. So werden die Jalousien automatisch dem Sonnenstand zu jeder Tageszeit und im Verlauf des Jahres nachgeführt.



Den vom Gesetzgeber geforderten Ausblick bei gleichzeitiger Sonnenschutzwirkung bieten die Hüppe-Jalousien, System Köster, in höchstem Maße, wie diese Aufnahme beweist. Für die Zufriedenheit des Nutzers ist außerdem eine individuelle Einflußmöglichkeit entscheidend, welche die zentrale Hüppe-Steuerung jederzeit ermöglicht.

Die reibungslose Integration der Hüppe-Steuerung inklusive spezieller Sonnenschutzaktoren in die bauseitige Gebäudeleittechnik wurde ohne zusätzlichen Programmieraufwand geleistet.

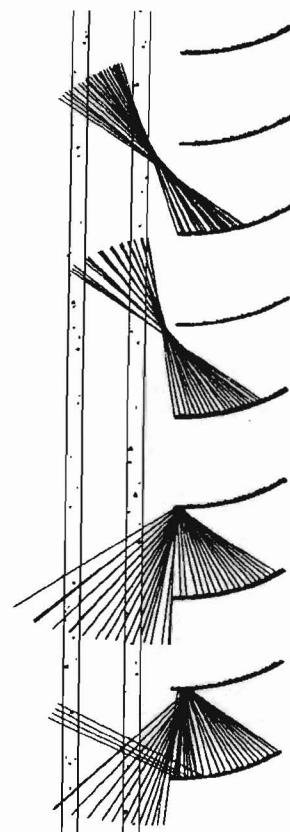
Durch ein perfekt abgestimmtes, intelligentes Zusammenspiel der verschiedenen Einzelkomponenten – Sonnenschutzsystem, Aktoren und Steuerung – wurde das komplett neu gestaltete Bürogebäude unter ergonomischen, Kosten-

und Nutzers Gesichtspunkten optimiert. Wobei auch das reibungslose Zusammenspiel des Sonnenschutzes mit anderen Gewerken wie Licht und Heizung, Klima und Lüftung nachhaltigen Einfluß auf die Senkung der Betriebskosten, der Kosten für Klima, Heizung und Kunstlicht, hat.

### Trotz Automatik – der Mensch bestimmt mit

Die Akzeptanz eines zentral gesteuerten Sonnenschutzsystems im Bürobereich ist in hohem Maße von den Einflußmöglichkeiten der Nutzer abhängig. Vor diesem Hintergrund bietet Hüppe Form die Möglichkeit, die automatische Steuerung jederzeit „regional“ außer Kraft zu setzen beziehungsweise individuell zu beeinflussen. Damit wurde eine weitere entscheidende Forderung des Architekten erfüllt.

Eine Besonderheit der Hüppe-Aktoren erleichtert außerdem die Überwachung: Sie lösen nicht nur den programmierten Befehlsablauf aus, zum Beispiel



Zwischen den beiden Glasfassaden des zukunftsweisenden Phönix-Objekts wurde die mikroprismenstrukturierte, gezahnte Lamellenausführung „Retro-Flex“ des Systems Köster eingesetzt, die auch an Südfassaden eine hervorragende Retroflexion bietet

grammiert nach dem Prinzip „Plug and Play“ geliefert. Damit sind alle für die gesamte Bus-Installation verwendeten Komponenten bereits werkseitig adressiert, projiziert und in Betrieb genommen – eine äußerst effektive und für den Kunden besonders komfortable Methode.

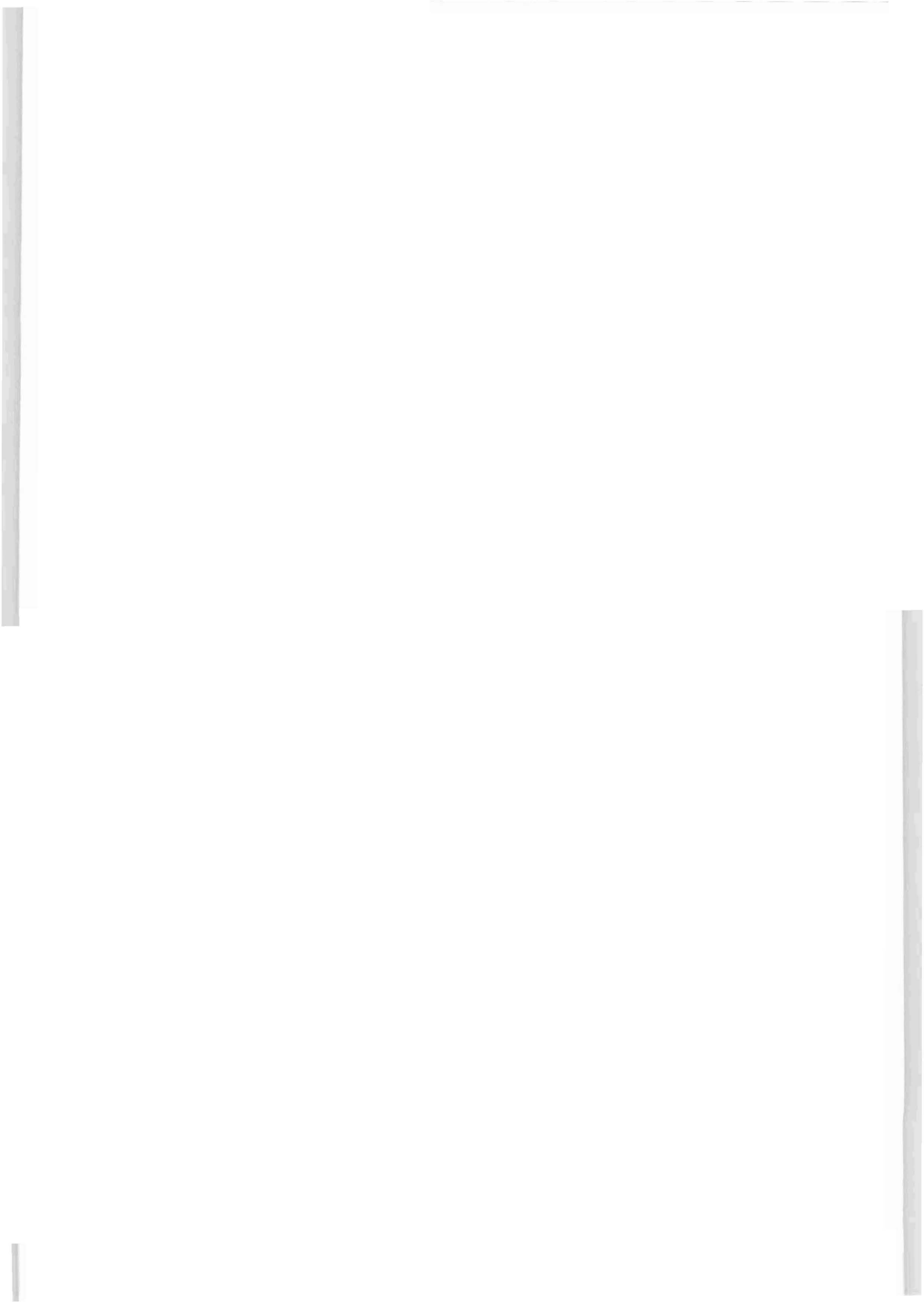
### Fazit:

■ Mit dem Einbau von 219 Jalousien (2.400 x 3.000 mm – B x H) und der Realisierung eines komplexen EIB-gesteuerten Sonnenschutz- und Steuerungskonzeptes beim Züricher Phönix-Objekt hat sich Hüppe Form erneut als Lieferant zukunftsorientierter Sonnenschutztechnik und darauf abgestimmter praxisgerechter Steuerungssysteme etabliert.

### RETRO Solar

Ges. f. Tageslichtsysteme mbH  
Danziger Str. 51  
D-55606 Kirn

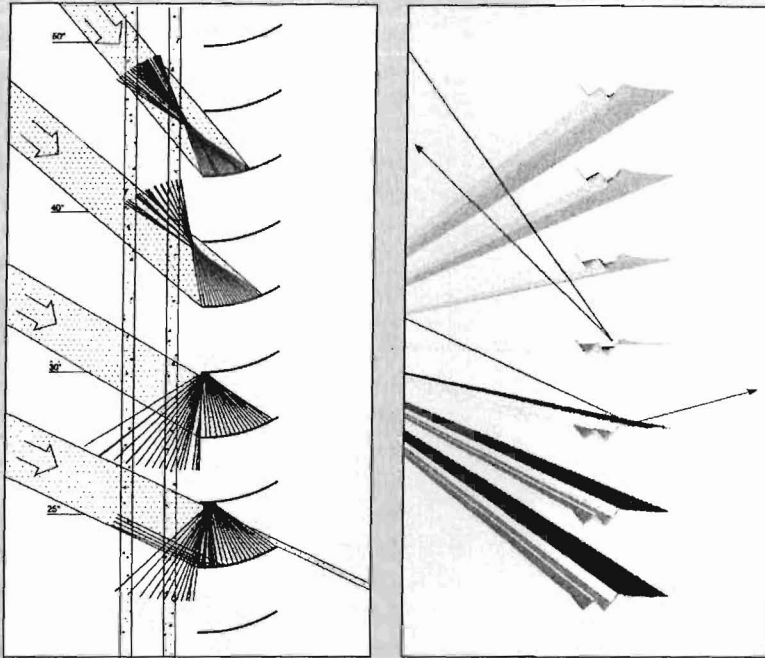
de



# Retrotechnik kombiniert Sonnenschutz mit Lichtumlenkung

**Bild links:**  
Durch Konstruktion und Anordnung der Lamellen ist sichergestellt, dass die Sommersonne mit einem Einfallswinkel von  $> 45^\circ$  grundsätzlich in den Außenraum reflektiert wird.

**Bild rechts:**  
Die Retrolamellen bestehen aus zwei Teilstücken: einem reflektierenden und einem lichtlenkenden.



**Bislang galt, dass nur außen liegender Sonnenschutz wirksam vor der Wärme der Sonne schützt. Ein innovatives System, das im Innenraum angebracht werden kann, lenkt die Energie zurück in den Himmel und das Licht in den Innenraum.**

**D**ie Tageslichttechnik steht zunehmend im Mittelpunkt von Gebäudetechnik und Fassadenplanung und stellt eine Alternative zum außen liegenden Sonnenschutz dar. Unter dem Begriff Tageslichtlenkung werden heute alle Systeme zusammengefasst, die eine Richtungsänderung des diffusen Tageslichts und/oder der direkten Sonneneinstrahlung bewirken: Spiegel, Prismen oder Hologramme.

Während in der Vergangenheit der Grundsatz galt, dass nur außen liegender Sonnenschutz einen Innenraum wirkungsvoll vor Überhitzung im Sommer schützen kann, ermöglicht ein neues System, das die Sommersonne in

den Himmel reflektiert, einen Gesamtenergiedurchgang von  $g < 0,13$  – auch bei einer Anordnung hinter dem Fenster im Innenraum. Entwickelt wurde es von Dipl.-Ing. Architekt Helmut Köster\*, Frankfurt am Main. Er weist darauf hin, dass derart gute Werte in ihrer Wirksamkeit einem außen liegenden Sonnenschutz fast gleich kommen und in Kombination mit farbneutralen Sonnenschutzgläsern gemessen wurden.

Physikalisches Prinzip der Retrotechnik sind Reflektorkonstruktionen von Lamellen, die das hohe, einfallende Sonnenlicht mit einer einzigen Reflexion in den Außenraum zurückreflektieren. Damit kann die Aufheizung in der Fensterzone vermieden werden.

Bei Räumen mit großer Raumtiefe und kleinem Fensteranteil empfiehlt sich eine Lichtumlenkung in die Raumtiefe. Doch was ist im Sommer, wenn ein wirksamer Sonnenschutz notwendig ist? Für derartige Anwendungen gibt es Retrolamellen mit Light-

shelf, die aus zwei Teilstücken bestehen: einem retroreflektierenden und einem lichtlenkenden. Der zum Außenraum gelegene Bereich ist gestuft ausgebildet, und das darauf treffende Sonnenlicht wird in den Himmel reflektiert. Das Licht fällt auf das zweite Teilstück und wird in den Raum gelenkt.

## Die Retrotechnik erlaubt unterschiedliche Installationen

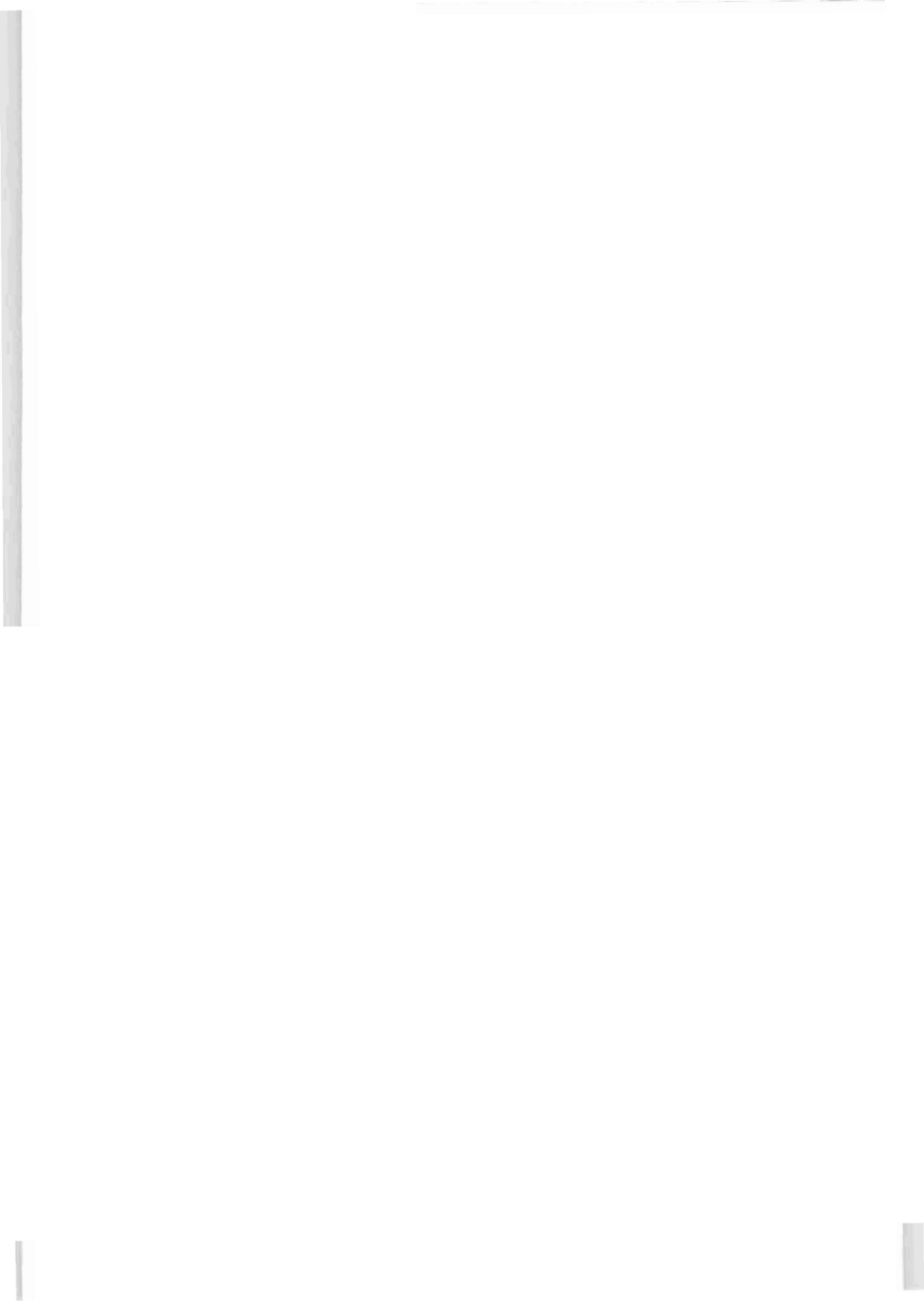
Für Fassaden mit einem Glasanteil von über 90 % empfiehlt H. Köster jedoch reine Retrolamellen, die grundsätzlich in einer flachen Position verbleiben und daher sehr gute Lichteinflutung und Durchsicht ermöglichen. Sie reflektieren gleichzeitig die gesamte, auf die Lamellen eindringende Strahlungsenergie.

Die Retrotechnik erlaubt unterschiedliche Installationen:

- außen liegend
- in einer zweischaligen Fassade liegend,
- innen liegend oder
- im Isolierglas.

Je nach Anordnung der Systeme im Außenraum, im Innenraum oder im Isolierglas werden die Lamellen unterschiedlich groß ausgebildet, denn die physikalischen Grundprinzipien der Retrolamellen lassen sich auf Systeme unterschiedlicher Größe und unabhängig von der Einbautart anwenden. Hinsichtlich der Verschmutzung zeichnen sich im Isolierglas liegende Systeme durch Wartungsfreiheit auf. Außen liegende Systeme sollten an ihrer Oberseite durch eine Glasscheibe gedeckt sein, innen liegende Systeme müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Dies passiert durch das Tauchen der kompletten Jalousie in ein Ultraschallbad. Allerdings wird dies nur selten notwendig sein müssen, denn

\* Dipl.-Ing.  
Helmut Köster,  
Ingenieurbüro  
Köster + Köster,  
Lichtplanung,  
Frankfurt am Main,  
Tel. 0 69/5 07 46 40



## INNENLIEGENDER SONNENSCHUTZ IM TREND

### Retrotechnik ermöglicht Wärmereflexion

Helmut Köster

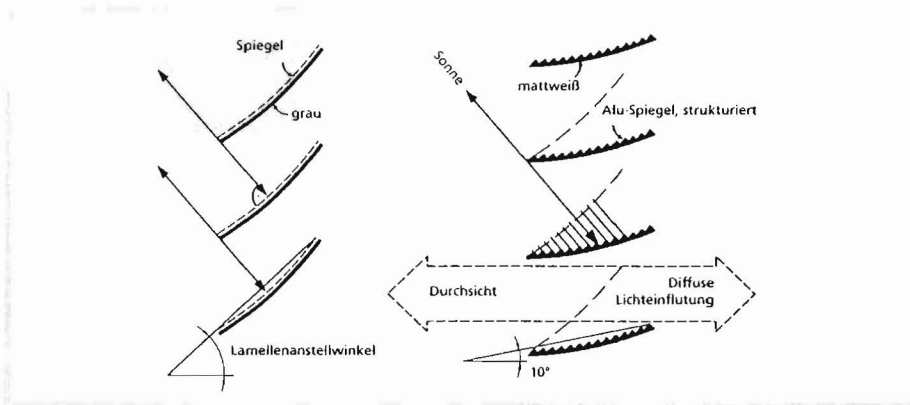
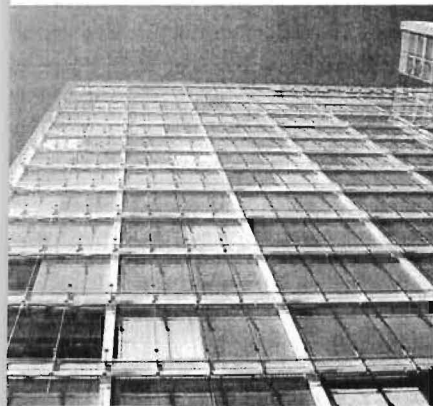
Der klassische Lehrsatz lautet, dass der innenliegende Sonnenschutz nur als Blendschutz dient, da Sonnenenergie – einmal durch die Fassade in das Gebäude eingedrungen – auch als Wärme freigesetzt wird. Daher haben sich im Laufe der letzten 30 Jahre Raffstore als erfolgreiche Schutzsysteme etabliert. Meist wurde der außenliegende Sonnenschutz mit einem zusätzlichen, innenliegenden Blendschutz kombiniert. Beide Aufgaben lassen sich aber durchaus mit einem innenliegenden System bewältigen, wie aus folgendem Beitrag zu erfahren ist.

Leider war das Primat der Sonnenschutzhersteller bereits damals nicht ganz zutreffend, da außenliegende Anlagen, die unmittelbar vor der Fassade angeordnet werden, beim Ankippen der Fenster zu einem unerwarteten Einströmen von Warmluft führen. Die Raffstoren wirken wie Luftleitlamellen zum Innenraum und drücken einen Warmluftschleier an das Fenster. Weitere Probleme sind: Windanfälligkeit, Klappern, ständiges Auf- und Abfahren bei wechselnder Bewölkung.

Gute Tageslichtlenksysteme arbeiten mit spiegelnden oder hoch reflektierenden Oberflächen, die nicht nur die kurzwellige Strahlung (Licht), sondern auch die langwellige

beziehen. Es gibt heute annähernd farbneutrale Sonnenschutzverglasungen mit einer Lichtdurchlässigkeit von z. B. 66 % und einem g-Wert von 32 %.

Sehr gute Retrosysteme mit metallischen Oberflächen reduzieren die g-Werte der Verglasung um weitere 50 %, so dass sich gegenüber der hohen Sommersonne g-Werte von 0,16 ergeben können. Bei Gläsern des Typs 50/25 werden g-Werte von = 13 % gemessen. Derartig gute g-Werte, die aus der Kombination von Verglasung und Retrotechnik resultieren, entsprechen etwa der Sonnenschutzwirkung eines Außen-Raffstores.



Strahlung (Wärme) reflektieren. Ob nur Licht oder auch Wärme in den Innenraum oder in den Außenraum umgelenkt wird, ist abhängig von der Ausbildung und den Oberflächen der Lichtlenkung. Systeme, die über die Fähigkeit verfügen, überhitzende, hohe Sommersonne in den Außenraum zurückzereflektieren, werden der Retrotechnik zugeordnet.

Betrachtet man die Wirksamkeit innenliegender Lichtlenk- oder Retrosysteme, so ist der Glasytp in die Berechnungen mit einzu-

### Beurteilungskriterien

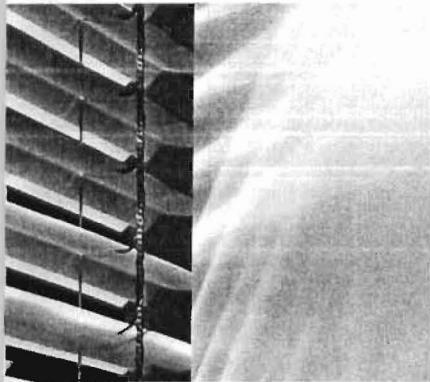
Retrotechnik ist nicht gleich Retrotechnik und Lichtlenkung nicht gleich Lichtlenkung! Leider wird heute jede hellfarbige Jalousie – ob im Innenraum oder im Iso-Glas – als Lichtlenkung verkauft. Auch die Tatsache, dass eine Lamelle an der Oberseite hoch verspiegelt ist, sagt nichts über Funktion und Leistung des Systems aus. Bei der Suche nach einem geeigneten System wird drin-

Die Doppelfassade des Mobimo-Hochhauses in Zürich der Architekten Läubli und Zimmermann wurde komplett mit Retroflex ausgerüstet und erhielt das Schweizer Mineriezertifikat

Gegenüberstellung: Konventionelle Spiegeljalousie und Retrotechnik. Links Entwicklung 1979, rechts Entwicklung 1999

Fortsetzung S. 74





end empfohlen, neben den g-Werten die folgenden Parameter abzufragen.

#### Durchsichtigkeit des Systems:

Viele Systeme schließen im unteren und öffnen nur den oberen Fensterbereich mit der Folge, dass man gerade im Sommer vor einem Blechbehang sitzt.

#### Lichttransmission der Systeme:

Bei einfachen konkaven Spiegel- oder auch weißen Lamellen müssen diese in eine steile, geschlossene Anstellposition gekippt werden, um das Licht auszublenden, mit der Folge, dass der Innenraum stark verdunkelt – eine kontraproduktive Wirkung!

#### Lichtlenkverhalten der Systeme:

Es reicht nicht, die Funktion der Systeme für unterschiedliche Sonnenhöhenwinkel abzutragen. Wichtig sind die bidirektionalen Werte, da die Sonne vor der Fassade pendelt und meist in einem schrägen Azimutwinkel auf die Fassade fällt. Auch hier versagen einfache Spiegellamellen, die die Sonne primär auf die Unterseite der oberen Lamellen umlenken, die aus Blendschutzgründen grau eingefärbt sind und so zu Lichtabsorbieren werden. Das Sonnenlicht wird in Wärme gewandelt und der Behang wird zu einem Heizflächenstrahler. Das hohe Reflexionsvermögen der Oberseiten nutzt dann gar nichts.

## Die Retrotechnik

Die genannten Probleme werden durch die Retrotechnik beherrschbar. Als Retroreflektoren gelten Katzenaugen und Rücklichter, also Vorrichtungen, die das Licht in die Einfallrichtung zurückwerfen. Mit Retrotechnik werden solche Lichtlenksysteme bezeichnet, die also die einfallende Sonnenstrahlung in den Himmel zurückreflektieren. Sie nutzen Lichtlenkeffekte von Prismen (z. B. Acrylglas) oder von prismatisch ausgeformten Metallspiegeln. Typische Retrosysteme retroreflektieren durch eine gezahnte oder eine gestufte Oberflächenkontur die überhitzende Sommersonne und die Wärmestrahlung der Verglasung.



Die zum Zwecke der Sonnenausblendung steil angestellte, konventionelle Spiegellamelle wird auf eine flache Lamelle projiziert. Hierdurch entsteht eine komplexe Mikrostruktur, die in das Aluminiumband eingewalzt und durch die exakte Lamellenausformung in die mathematisch vorbestimmte Kontur gebracht wird. Resultat ist ein hervorragender Sonnen- und Blendschutz bei fla-

cher Lamellenanstellung. Vorteil ist auch die sehr gute Durchsicht, die diffuse Lichteinflutung und ein ausgezeichneter sommerlicher Wärmeschutz. Die sonst übliche Absorption von innenliegenden Systemen ist durch die gezielte Lichtausblendung der Retroreflektoren vermieden.

Ein weiteres Retroprinzip basiert auf gestuften Lamellen, die ambivalente Funktionen übernehmen. Die auf das erste Teilstück eindringende Sonne wird retroreflektiert. Die Lamellen ermöglichen es, insbesondere die hohe direkte und überhitzende Sommersonne bei Horizontalpositionierung ganz gezielt mit einer einzigen Reflexion in den Himmel zurückzustrahlen. Genau dieser Vorgang gewährleistet den hervorragenden Schutz vor

Überhitzung. Das System Glas/Retrolamelle reflektiert zum Teil über 87 % der Strahlungsenergie. Das zum Innenraum gelegene Teilstück lenkt die direkte Sonne, aber auch das diffuse Tageslicht an die Decke und in große Raumtiefen. Der erforderliche Blendschutz am Bildschirmarbeitsplatz wird im unteren Behangteil durch eine Lamellenkontur geleistet, die die Sonne steil an die Decke führt und den fensternahen Bildschirmarbeitsplatz entblendet. Die flache Lamellenkontur und die horizontale Position der Lamellen verbessert die Durchsicht von Jalousieanlagen um ein Vielfaches.

■ Der untere Behangteil lenkt das Licht blendfrei an die Decke und der obere in die Raumtiefe

■ Der synergetische Planungsansatz in der Nachtfunktion

Dr. Helmut Köster, Lichtplanung für Kunst- und Tageslicht, Frankfurt am Main

hand der zu erwartenden Angriffe und Belastungen die entsprechenden Expositions-klassen zuordnen. Diese sind nach der Schwere und Intensität des zu erwartenden Angriffes in drei bzw. vier Unterklassen unterteilt (z. B. XC1; XC2; XC3 u. XC4). Anhand der jahrzehntelangen Erfahrungen mit der Stahlbetonbauweise, der umfangreichen Forschung sowie der Untersuchung aufgetretener Schäden wurden zu den Expositions-klassen die Anforderungen an die Betonzusammensetzung und die zu erreichenden Festbetoneigenschaften formuliert. Diese muss ein Beton nach heutigem Stand der Technik aufweisen, um den entsprechenden Angriffen aus der Umgebung widerstehen zu können. In Anwendung dieses Prinzips spricht man von einer so genannten Lebensdauerbemessung, die neben der Bemessung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit das dritte notwendige Bemessungskriterium zur Sicherstellung einer möglichst langen Lebens- und Nutzungsdauer für ein geplantes Betonbauwerk darstellt.

Ein Beton ist entweder durch die Gesamtheit seiner Eigenschaften oder durch die genaue Angabe in seiner Zusammensetzung definiert. Aus diesem Grunde unterscheidet die Norm zwischen Beton nach Eigenschaften und Beton nach Zusammensetzung. Damit das Transportbetonwerk den „richtigen“ Beton liefern kann, müssen ihm entweder die geforderten Eigenschaften oder die genaue Zusammensetzung bei der Bestellung mitgeteilt werden. Der Regelfall im Baualltag ist die Bestellung von Transportbeton nach festgelegten Eigenschaften. Die Festlegung der Eigenschaften eines Betons geschieht also in erster Linie durch den Planer im Zuge der Bemessung von Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit und im zweiten Schritt durch den verarbeitenden Unternehmer im Zuge seiner baubetrieblichen Planung des Förderns, Einbringens und Verarbeitens des frischen Betons und eines rationalen Arbeitsablaufes.

Das Prinzip der Qualitätssicherung über die Nachweise der Konformität und der Übereinstimmung berücksichtigt nach der neuen Norm das bei der Realisierung eines Stahlbetonbauwerks nahezu immer entstehende Verantwortlichkeitsverhältnis zwischen Lieferndem Betonhersteller und dem bestellenden,

abnehmenden und verarbeitenden Bauunternehmer.

Nach dem Qualitätssicherungsprinzip weist der Hersteller des Betons die Konformität seiner Produktion mit den festgelegten Eigenschaften nach. Dies geschieht durch die regelmäßige Entnahme und Prüfung von Proben und die Auswertung der erhaltenen Prüfergebnisse. Nachzuweisen sind neben anderen Eigenschaften vor allem die Druckfestigkeit und gegebenenfalls der Wassereindringwiderstand. Bei Leichtbetonen ist zusätzlich die Einhaltung der vorgegebenen Rohdichteklasse zu prüfen. Diese Festbetoneigenschaften muss jeder Beton bei gleichzeitiger Einhaltung der geforderten Frischbetoneigenschaften innerhalb der zulässigen Schwankungen der Zusammensetzung sicher erreichen. Der Hersteller überprüft diese wichtigen Eigenschaften seines Betons regelmäßig im Werk, wertet seine Ergebnisse aus und dokumentiert sie. Die zulässigen Schwankungsbreiten einzelner Eigenschaften sind in der Norm geregelt.

*Dr.-Ing. Friedbert Kind-Barkauskas und  
Dipl.-Ing. Martin Peck sind Referenten in der  
Leitung der Bauberatung Zement beim Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e. V., Köln.*

#### Informationen

K. Ebeling, R. Kampen, N. Klose, M. Peck, T. Richter  
Bauteilkatalog.

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile nach  
der neuen Normengeneration  
Verlag Bau + Technik, Düsseldorf 2002, 2. überarb.  
Auflage

M. Peck, T. Groh  
Betonguide  
Planungshilfe zur Auswahl von Beton und Stahl-  
beton  
Verlag Bau + Technik, Düsseldorf 2002  
CD und [www.betonguide.de](http://www.betonguide.de)

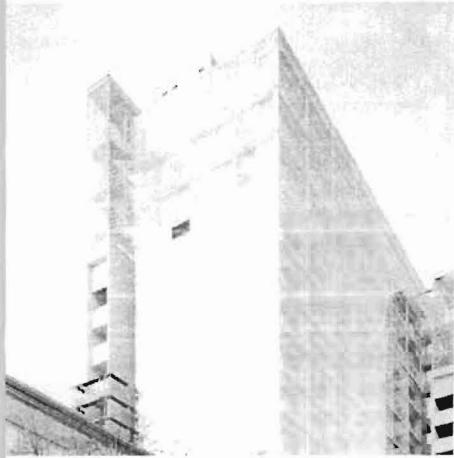
K. Ebeling, W. Knopp, R. Pickhardt  
Beton-Herstellung nach Norm  
Verlag Bau + Technik, Düsseldorf 2001, 13. überarb.  
Auflage

F. Kind-Barkauskas, B. Kauhsen, S. Polónyi,  
J. Brandt,  
Beton Atlas  
Entwerfen mit Stahlbeton im Hochbau  
Verlag Bau + Technik, Düsseldorf, 2001





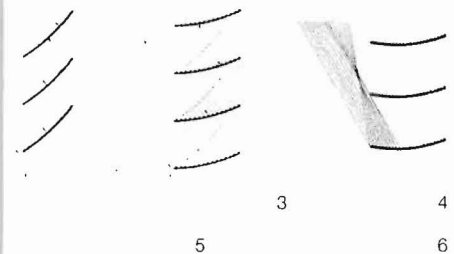
## Fassaden mit innen liegendem Sonnenschutz



1

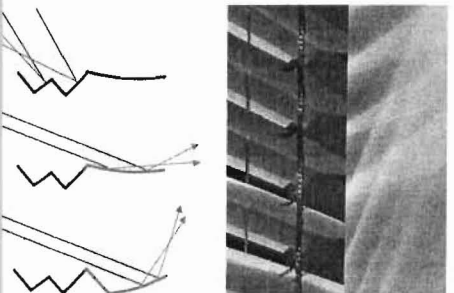


2



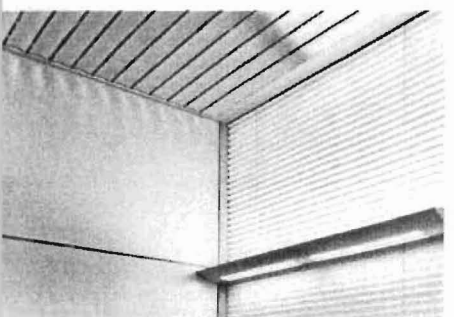
3

4



5

6



7

Der klassische Lehrsatz lautet, dass innen liegender Sonnenschutz nur als Blendschutz dient, da Sonnenenergie – einmal durch die Fassade in das Gebäude eingedrungen – auch als Wärme freigesetzt wird. Dies gilt nicht mehr – zumindest für diese Technik:

Die neue Retro-Technik arbeitet mit multireflektiven Oberflächenkonturen, die nicht nur die kurzwellige Strahlung (Licht), sondern auch die langwellige Strahlung (Wärme) retroreflektieren. Systeme der Firma RetroSolar ermöglichen z-Werte von  $\leq 0,5$ , sodass heute unter Berücksichtigung von Verglasungen z. B. des Typs 66/34 g-Werte von 0,16 möglich geworden sind. Bei im Isolierglas liegenden Retrosystemen werden g-Werte von 10%, sogar bei Verwendung von üblichem Wärmeschutzglas realisiert. Damit leistet die neue Retrotechnik z. T. mehr, als außen liegende Systeme, wie durch wissenschaftliche Messungen bestätigt wird. Die zum Zwecke der Sonnenausblendung steil angestellte, konventionelle Spiegellamelle mit Lochmuster wird gemäß den Patenten von Dr.-Ing. H. Köster auf eine flache Lamelle projiziert. Hierdurch entsteht eine komplexe Mikrostruktur, die in das Aluminiumband eingewalzt und durch die exakte Lamellenausformung in die mathematisch vorbestimmte Kontur gebracht wird. Resultat ist ein hervorragender Sonnen- und Blendschutz bei flacher Lamellenanstellung. Entscheidender Vorteil ist die sehr gute Durchsicht, die diffuse Lichteinflutung und ein ausgezeichneter sommerlicher Wärmeschutz.

Die sonst übliche Absorption von innen liegenden Systemen ist durch die gezielte Lichtausblendung der Retroreflektoren vermieden. Ein weiteres, von Dr. Köster entwickeltes Retroprinzip sind die gestuften RetroLux-Lamellen. Diese übernehmen ambivalente Funktionen: Hohe Sommersonne, die auf das erste Teilstück fällt, wird retroreflektiert, niedrigere Sonne fällt

Bild 1 und 2

Die Doppelfassade des Mobimo-Hochhauses in Zürich wurde komplett mit RetroFlex ausgerüstet.

Bild 3 und 4

Das System RetroFlex ermöglicht die Ausblendung der Sonne bei flacher Lamellenpositionierung mit guter Durchsicht und verbesserter diffuser Lichteinstrahlung.

Bild 5

RetroLux-Lamellen bestehen aus retroreflektierenden, nach außen orientierten Teilstücken und einer Lichteinlenkung zum Innenraum.

auf das Lightshelf und verbessert die Tageslichtausleuchtung im Inneren. Die Retrotechnik ermöglicht, bei flacher Lamellenanstellung, insbesondere die überhitzende Sommersonne gezielt mit einer einzigen Reflexion in den Himmel zurückzustrahlen. Dieser Vorgang gewährleistet den hervorragenden Schutz vor Überhitzung. Das System Glas/Retrolamelle retroreflektiert z. T. über 87% der Strahlungsenergie. Je nach verwendeter Glasart sind g-Werte  $\leq 0,13$  möglich. Der erforderliche Blendschutz am BAP wird im unteren Behangteil durch eine Lamellenkontur geleistet, die die Sonne steil an die Decke führt und den fensternahen Bildschirmarbeitsplatz entblendet. Die flache Lamellenkontur und die horizontale Position der Lamellen verbessern die Durchsicht von Jalousieanlagen um ein Vielfaches.

Im Lichtplanungsbüro Köster wurde ein Planungsansatz entwickelt, der Kunst- und Tageslicht in einem gemeinsamen Lichtstrom integriert, indem auch die künstliche Beleuchtung in patentierter Art – genau wie das Tageslicht – über das Fensteroberlicht mit Hilfe der Tageslichtlenksysteme in den Innenraum gelenkt wird. Diese neue Lichtführung ermöglicht die Nutzung bisher nicht gekannter Synergieeffekte – auch zugunsten einer Einsparung der sonst erforderlichen Beleuchtung über dem fensternahen Arbeitsplatz. Mit der Verlegung der künstlichen Beleuchtung in die Fassaden ist dem Planer ein minimalistisches Energie- und Gestaltungskonzept an die Hand gegeben.

□ RetroSolar

Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH  
Danziger Straße 51

55606 Kirn

☎ 06752 912079

Telefax 06752 912080

e-mail: info@retrosolar.de

http://www.retrosolar.de

Bild 6

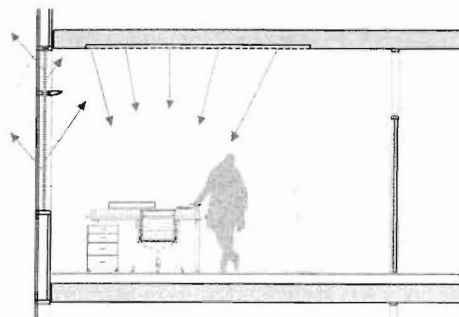
Der untere RetroLux-Behang lenkt das Licht blendfrei an die Decke, der obere Behangteil in die Raumtiefe.

Bild 7

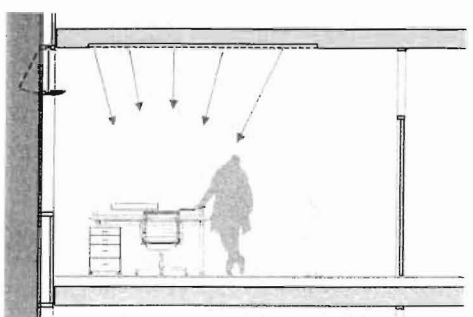
Die Retro-Jalousie wird nachts zum Reflektor für die künstliche Beleuchtung. An der Trennwand ist die Lichtlenkcharakteristik der Retro Top-Decke zu erkennen.

Bild 8 und 9

Der synergetische Planungsansatz in der Tag- und Nachtfunktion.



8



9

# Visionen einer Tageslichtarchitektur

Die neue Retrotechnik gewährleistet maximale Durchsicht und Transparenz der Gebäudehülle bei optimalem Kühlverhalten

Helmut Köster

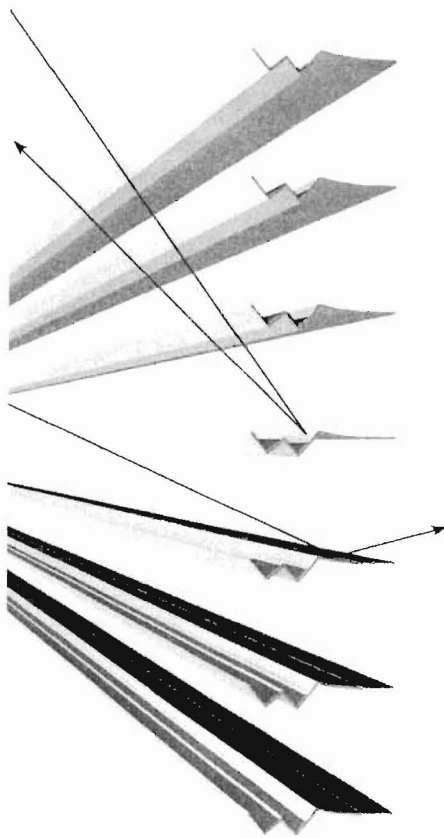
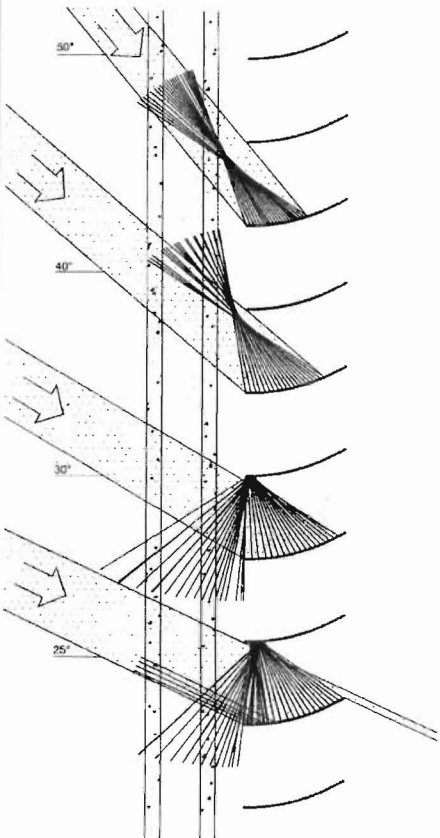
Die Tageslichttechnik steht zunehmend im Mittelpunkt der Gebäudetechnik und Fassadenplanung und stellt eine Alternative zum außenliegenden Sonnenschutz dar. Unter dem Begriff Tageslichttechnik werden heute alle Systeme – Spiegel, Prismen oder Hologramme – subsummiert, die eine Richtungsänderung des diffusen Tageslichtes und/oder der direkten Sonneneinstrahlung bewirken. Der Begriff Tageslichttechnik sagt allerdings weder etwas über die Funktion aus noch darüber, wohin die Sonne gelenkt wird, z. B. in die Raumtiefe und/oder zurück nach außen in den Himmel (Retroreflexion), noch beinhaltet der Begriff eine Qualitätssicherung, d. h., der Begriff Tageslichtlenkung besagt noch nicht, ob es in der Innenraumtiefe tatsächlich heller wird. Anders ausgedrückt: Rentiert sich der Aufwand?

Dipl.-Ing. Helmut Köster Arch., Ingenieurbüro Köster + Köster Lichtplanung, Frankfurt am Main

Während in der Vergangenheit der Grundsatz galt, daß nur der außenliegende Sonnenschutz einen Innenraum wirkungsvoll vor Überhitzung im Sommer schützen kann, sind mit der Retrotechnik (Systeme, die die überhitzende Sommersonne in den Himmel zurückreflektieren) Gesamtenergiedurchgänge von  $g < 0,13$  – auch bei Innenraum-anordnung (hinter dem Fenster im Innenraum) – möglich. Derart gute Werte, die in ihrer Wirksamkeit einem außenliegenden Sonnenschutz fast gleichkommen, wurden in Kombination mit farbneutralen Sonnenschutzgläsern gemessen.

1 Physikalisches Grundprinzip der Retrotechnik sind Reflektorkonstruktionen von Lamellen.

1 The basic physical principle of Retrotechnology entails reflector constructions consisting of louvers.



1b

Physikalisches Grundprinzip der Retrotechnik sind Reflektorkonstruktionen von Lamellen, die das hohe einfallende Sonnenlicht mit einer einzigen Reflexion in den Außenraum zurückreflektieren, so daß im Innenraum Absorptionsvorgänge, die zur Aufheizung der Fensterzone führen könnten, vermieden sind.

Bei der Fassadenkonzeption ist zunächst die Raumgröße zu prüfen. Nur für Innenräume mit größerer Raumtiefe und kleinem Fensteranteil ist eine Lichtumlenkung in die Raumtiefe erforderlich. Für derartige Anwendungen wurden die Retrolamellen mit Lightshelf entwickelt, die aus zwei Teilstücken, einem ersten retroreflektierenden (gestuften) Teilstück und einem zweiten lichtlenkenden Teilstück zum Innenraum, bestehen.

Für Fassaden mit über 90 % Glasanteil werden reine Retrolamellen empfohlen, die – ähnlich den gestuften Lamellen – grundsätzlich in einer flachen Position verbleiben und daher eine sehr gute Lichteinflutung und Durchsicht ermöglichen, jedoch gleichzeitig die gesamte auf die Lamellen eindringende Strahlungsenergie retroreflektieren.

## Grundlagenermittlung in der Tageslichttechnik: Aufgaben und Funktionen

Im Rahmen der Grundlagenermittlung ist also zunächst die Aufgabe und Funktion der Tageslichtlenkung zu definieren. Welche Systeme zum Einsatz kommen, richtet sich nach den Anforderungen der Bauphysik.

### Kommt es im Sommer auf einen möglichst geringen g-Wert an?

Dies ist immer dann der Fall, wenn auf eine konventionelle Klimaanlage zugunsten von Energieeinsparung und Investitionskosten verzichtet werden soll. Oftmals wird auch eine geringere Geschosshöhe gefordert, die Baukosten und Bauvolumen spart. In diesem Fall kommen Kühldecken zum Einsatz. Mit den üblichen Kühldecken lassen sich Wärmelasten von 50–60 Watt/m<sup>2</sup> Kühldecke abführen. Hieraus resultiert die Forderung nach einer geringen externen Wärmelast, die mit der Retrotechnik realisiert wird.

Im Winter wird sinnvollerweise ein Solar-energiezugewinn gefordert. Dieser muß jedoch realisiert werden, ohne daß es zu Blendungen am Arbeitsplatz kommt!

Bei größeren Raumtiefen gilt die Forderung nach einer verbesserten Raumtiefenausleuchtung. Diese kann mit Hilfe der gestuften Retrolamellen gewährleistet werden.

**Tageslichtkoeffizient**

Die Retroreflexion in den Außenraum sollte blendfrei für den Straßenverkehr und die umliegende Bebauung erfolgen. Auch diese Funktion wird von den Retrolamellen erfüllt, da die Lamellen an ihrer Unterseite weiß oder farbig gestaltet sind und nur auf ihrer Oberseite Spiegelreflektoren aufweisen.

**Tageslichtfassaden:  
Konzeption und Gestaltung**

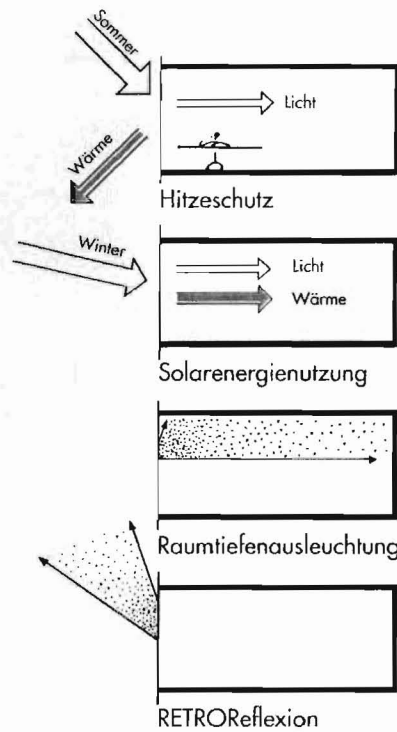
Im Rahmen des Vorentwurfs einer Tageslichttechnik ist die Frage der Fassadengestaltung zu behandeln. Die Retrotechnik erlaubt

- außenliegende,
- in einer zweischaligen Fassade liegende,
- innenliegende sowie
- im Isolierglas angeordnete Systeme.

Je nach Anordnung der Systeme im Außenraum, im Innenraum oder im Isolierglas werden die Lamellen unterschiedlich groß ausgebildet. Die physikalischen Grundprinzipien der Retrolamellen lassen sich auf Systeme unterschiedlicher Größe und unabhängig von der Einbauart anwenden.

Außenliegende Systeme werden an ihrer Oberseite durch eine Glasscheibe abgedeckt, um gegen Verschmutzung geschützt zu sein. Im Isolierglas liegende Systeme weisen den besonderen Vorzug der Wartungsfreiheit auf.

Innenliegende Systeme müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Eine Reinigung erfolgt beispielsweise durch Tauchen der kompletten Jalousie in ein Ultraschallbad. Es sei allerdings auch darauf hingewiesen, daß die Verschmutzung sehr gering ist, da es sich um metallische Oberflächen – frei von statischen Effekten – handelt. Bezüglich der verwen-



2

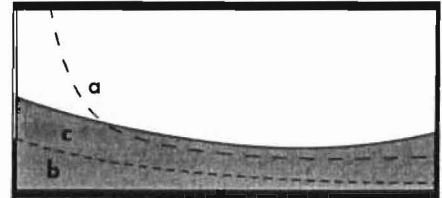
deten Reflektoren bestehen Langzeiterfahrungen aus dem Leuchtenbau.

**Lichtführung**

Bei Einsatz von Spiegelsystemen zur Lichtlenkung muß ein besonderes Augenmerk auf die Blendfreiheit der Systeme gelegt werden. Viele Lichtlenksysteme funktionieren leider kontraproduktiv; sie blenden und müssen in eine geschlossene Position gestellt werden, um der Blendung und Überbelichtung des Innenraumes zu entgehen. Hierdurch wiederum erfolgt eine Verdunklung des Innenraums, die Fassade wird undurchsichtig. Das Blendproblem wird oft zu lösen versucht, indem die Lamellen auf ihrer Oberseite verspiegelt und auf ihrer Unterseite grau eingefärbt werden. Da das Licht von der spiegelnden Oberseite auf eine graue Unterseite reflektiert wird, kommt es leider immer zur Absorption und damit zur Aufheizung der Fensterzone, ohne eine wesentliche Verbesserung der Raumausleuchtung zu erzielen.

Um derartige Nachteile zu vermeiden, wurde die Retrotechnik mit integrierter Lichtumlen-

3



2 Welche Anforderungen soll die Tageslichttechnik erfüllen?

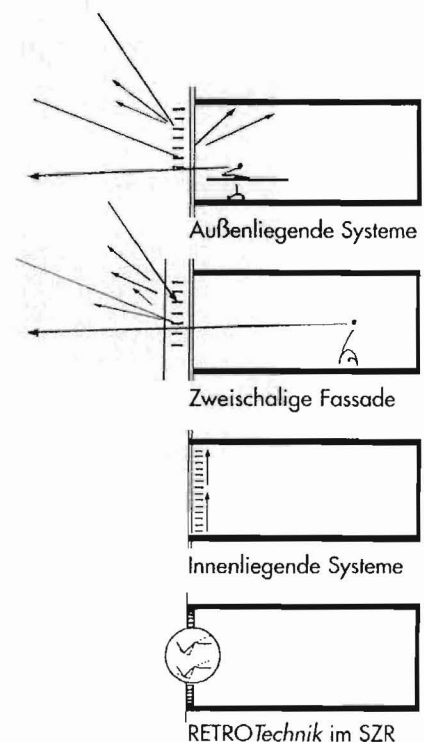
- 3 Tageslichtkoeffizient
- a ohne Sonnenschutz
  - b mit außenliegendem Sonnenschutz
  - c Idealverlauf mit Lichtlenkung

4 Bauformen der Retroflexionssysteme.

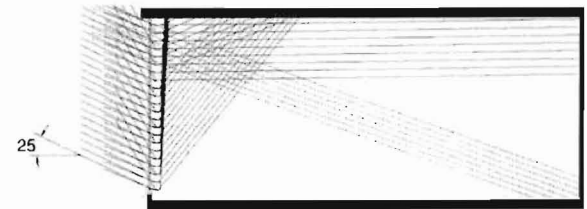
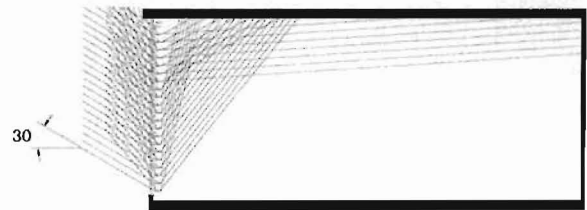
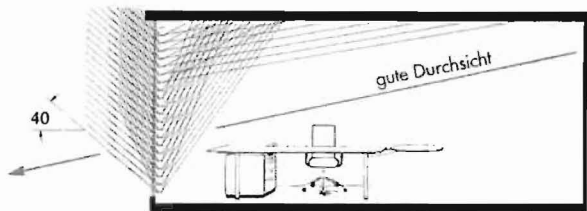
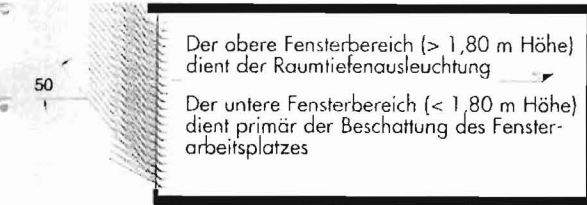
2 What requirements must natural daylight technology fulfil?

- 3 Daylight coefficient
- a Without sun protection
  - b With sun protection outside the building
  - c Ideal configuration with light redirection

4 Designs of retro-reflection systems.



RETROTechnik im SZR



Sommer: passive Gebäudekühlung

**Schutzfunktion**

Die überhitzende, hohe Sommer- sonne trifft auf ein erstes Teilstück und wird mit einer einzigen Reflexion in den Außenraum **RETRO**reflektiert.

Je nach Glasaufbau werden sehr gute **g-Werte** < 0,13 bei Anordnung im Innenraum möglich!

Das zweite Teilstück der Lichtlenkung führt das Tageslicht in den Innenraum. Der Arbeitsplatz ist beschattet.

Die Licht- und Energietransmission kann durch eine Positioniersteuerung geregelt werden.

Winter: passiver Solarbeitrag

**Versorgungsfunktion**

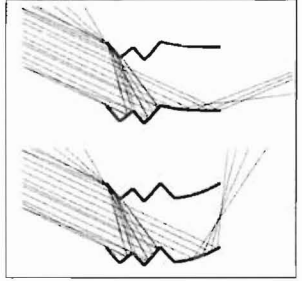
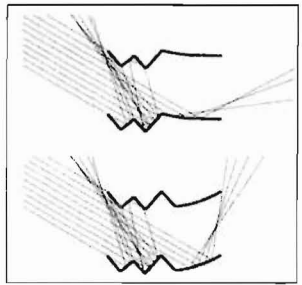
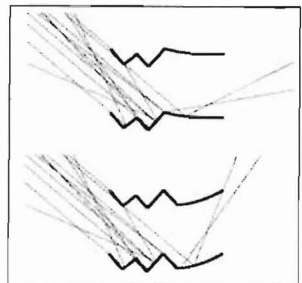
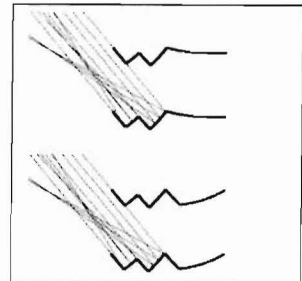
Die Lichtlenkung im Oberlichtbereich führt das Tageslicht in große Raum- tiefen.

Die Lichtlenkung im unteren Fenster- bereich führt das Licht blendfrei an die Decke.

Sehr flache Sonne fällt zwischen den Lichtlenkprofilen ein. Eine Systemsteu- erung gewährleistet einen blendfreien Arbeitsplatz.

Überschüssige Sonnenenergie wird **RETRO**reflektiert.

**Lichtlenkung**



5 Retrolamellen mit zwei Funktionsteilstücken.

6 Bei der Retrotechnik werden im oberen und unteren Behangteil unterschiedliche Lamellen eingesetzt, um Schutz- und Ver- sorgungsfunktion zu realisieren.

5 Retrolouvers with dual functional components.

6 Retrotechnology sun protection features different louvers in the upper and lower parts of the units, in order to protect from the sun and to supply the needed natural daylight for illumination.

kung entwickelt. Die Retrolamellen verfügen über zwei Funktionsteilstücke, wobei das erste zum Außenraum gelegene Teilstück gestuft ausgebildet ist. Das auf das erste Teilstück eindringende Tageslicht und Sonnenlicht wird in den Himmel zurückreflektiert. Die flachere Sonne, die auf das zweite Teilstück fällt, wird in die Raumtiefe umge- lenkt.

Auch mit dieser Konstruktion ist sicherge- stellt, daß die hohe, überhitzende Sommer- sonne mit einem Einfallswinkel von > 45° grundsätzlich in den Außenraum reflektiert

wird, ohne daß die Lamellen in eine ge- schlossene Position gedreht werden müssen. Der Lamellenbehang verbleibt gerade im Sommer in einer flachen Position und erfüllt damit alle Anforderungen nach Durchsich- tigkeit und Lichttransparenz.

Bei der Retrotechnik werden im oberen und unteren Behangteil unterschiedliche Lamel- len eingesetzt:

Die Lamellen im oberen Behangteil verfügen über einen flachen Lichtlenker zum Innen- raum, so daß im Oberlichtbereich einfallen- des Licht im wesentlichen horizontal in die

Raumtiefe umgelenkt wird. Im unteren Behangteil wird eine Lamelle eingesetzt, deren Lichtlenkteil das Licht steil an die Decke umlenkt, so daß eine Blendung durch umgelenkte Lichtstrahlung garantiert verhindert ist.

Erst wenn die Sonne in einem Winkel von  $< 25^\circ$  auf die Fassade eindringt, können die Lamellen kontinuierlich dem Sonnenstand nachgeführt werden, so daß eine Direkttransmission zwischen den Lamellen verhindert werden kann.

**Lichtverteilungskurven (LVK)**

Die präzise Konstruktion der Retrotechnik läßt eine genaue Vorausberechnung der Lichtführung zum Innenraum zu. Während für Leuchten bereits seit vielen Jahren eine genaue Beleuchtungscharakteristik in der Art einer Lichtverteilungskurve verlangt wird, um einerseits eine Berechnung der Raumausleuchtung vornehmen und andererseits Gütemerkmale bezüglich der Blendungsbegrenzung vergeben zu können, sind derartige Berechnungen bezüglich des

Tageslichts bis heute weitgehend unbekannt. Bislang wird dem Nutzer überlassen, die Positionierung der Lamellensysteme selbst zu bestimmen, um dadurch eine für ihn optimale Raumausleuchtung selbst herzustellen. Dies führt allerdings in Großraumbüros oftmals zu Konflikten.

Auch erfordert der Sonnenschutz in Einzelbüros eine permanente Aufmerksamkeit und Verschwendung kostbarer Arbeitszeit. Da der Nutzer nicht bereit ist, im Laufe eines Tages die Lamellensysteme ständig dem Sonnenhöhen- und Azimutwinkel nachzuführen, verbleiben die meisten Vertikal- oder Horizontaljalousien in einer konstanten, weitgehend geschlossenen Position.

Der Vorteil der neuen Retrotechnik ist die optimale Funktion der Lamellen in Horizontalpositionierung. Die präzise Konstruktion der Lamellen kann – ähnlich einem Verfahren, wie es aus der Spiegelrastertechnik von Leuchten bekannt ist – berechnet und als Lichtverteilungskurve dargestellt werden. Die Lichtverteilungskurven werden wiederum eingesetzt, um eine genaue Raumaus-

7 Retro-Technik im Innenraum.

8 Retro-Technik außenliegend.

9–11 Die Breite der Lamellen kann je nach Art der Applikation variiert werden.

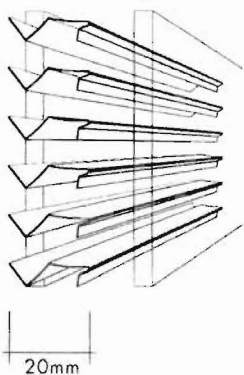
7 *Retrotechnology inside the building.*

8 *Retrotechnology outside the building.*

9–11 *The width of the louvers is designed to fit the type of application in question.*

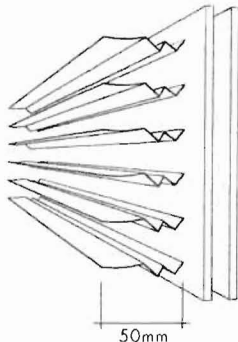


8



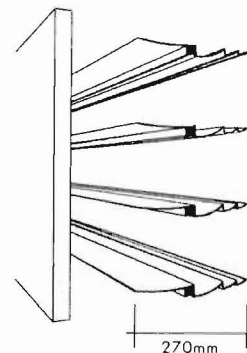
im Isolierglas

10



im Innenraum

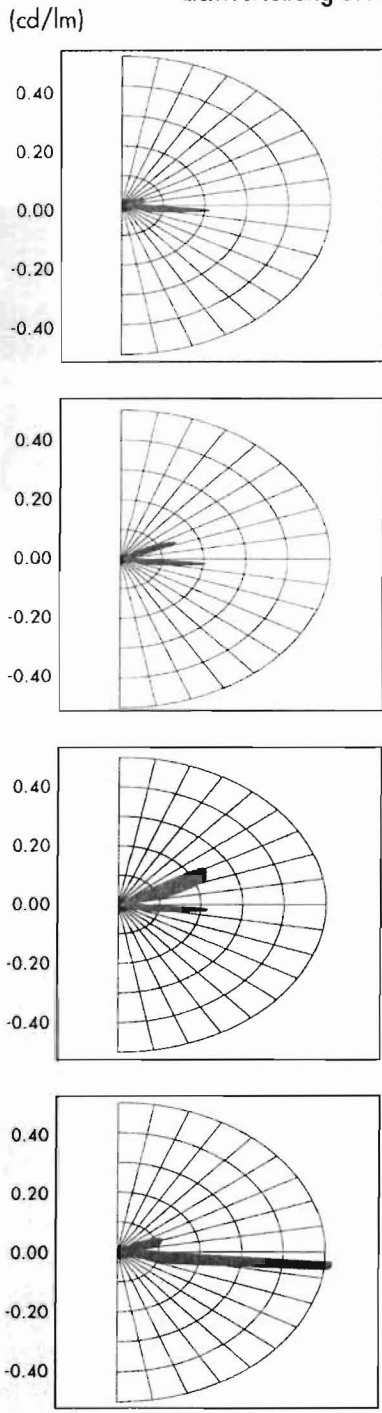
11



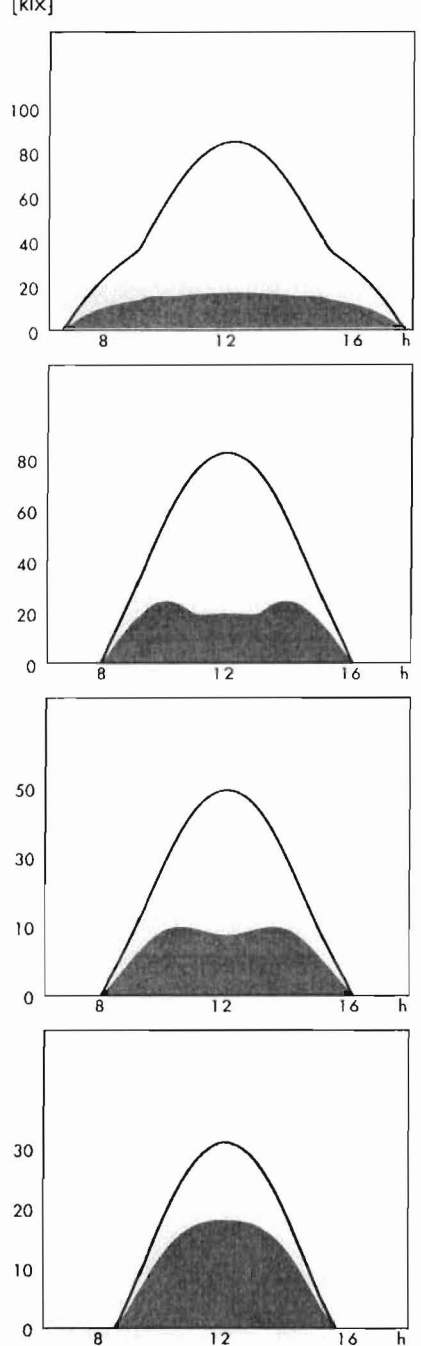
vor der Fassade



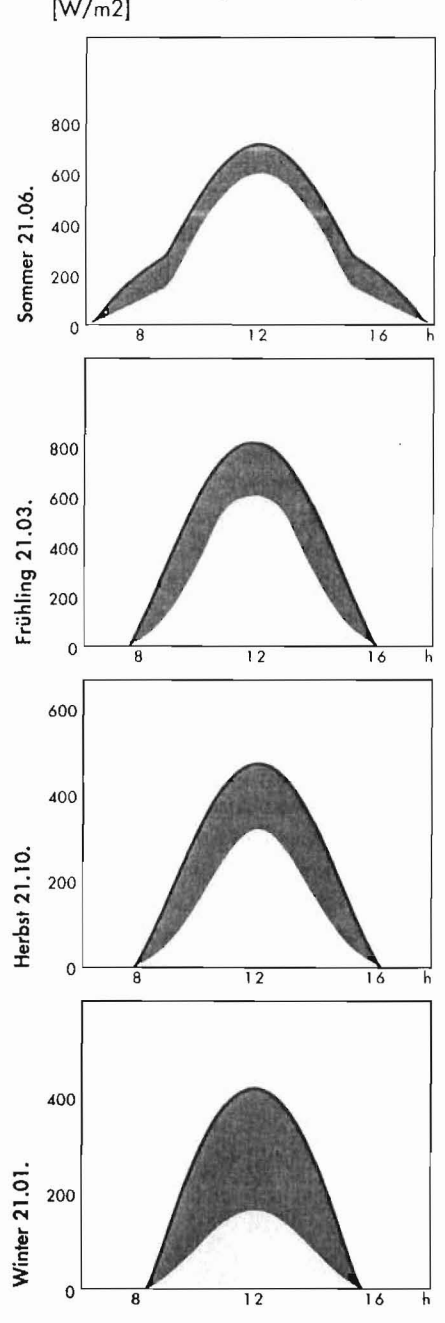
Lichtverteilung LVK



Sonneneinstrahlung  
RETROReflexion  
Lichttransmission



Sonnenenergie  
Licht + Energie-Transmission  
Energieabstrahlung



12-14 Die präzise Konstruktion der Retro-technik läßt eine genaue Vorausberechnung der Lichtführung zum Innenraum zu.

12-14 The precise design of Retrotechnology systems allows exact advance calculation of light guidance into the building interior.

leuchtung des Innenraumes in Abhängigkeit von Breitengrad und Himmelsrichtung zu ermitteln. Die Blendfreiheit der Systeme wird – ähnlich der Darklighttechnik bei Spiegelrasterleuchten – gewährleistet.

Regelung der Lichttransmission

Betrachtet man anhand der Diagramme die Lichteinstrahlung auf einer Südfassade zu verschiedenen Jahreszeiten, so zeigt sich, daß im Tagesgang die auf eine Fassade eindringende Energie und Lichtstrahlung erheblich schwankt. An einem Schönwettertag

fallen auf eine Südfassade 80 000 lx und mehr. Die Berechnungen zeigen, daß – trotz horizontaler Anordnung der Retrosysteme – durch die besondere Konstruktion der Lamellen die extreme Dynamik der Sonneneinstrahlung sehr gut ausgeglichen werden kann und es automatisch zu einer weitgehend konstanten, angenehmen Lichteinflutung in den Innenraum kommt.

Regelung der Energietransmission

Berechnungen der Retrosysteme zeigen weiterhin, daß auch bei horizontaler Innenraum-

anordnung die hohe Sommersonne im wesentlichen retroreflektiert und der Innenraum passiv gekühlt wird. Trotz gleichmäßig guter Raumausleuchtung werden im Sommer 80–90 % der Energie retroreflektiert. Mit flacher werdender Sonne – z. B. in Wintermonaten – nimmt die Licht- und Energietransmission zu. Dies ermöglicht auch eine passive Solarenergienutzung, ohne Überhitzungen befürchten zu müssen.



*Retro systems for natural daylight control ensure maximum transparency and view to the outside*

*In the past, the maxim applied that only sun protection systems mounted on the outside of a building could effectively protect rooms inside from overheating in summer. New Retro technology reflects excessively hot summer sun back toward the sky and permits total energy transmittance values of  $g < 0.13$ , even when the louvers are installed inside a room (inside the windows).*

*The physical basis of Retro-technology systems is reflector constructions made of louvers that reflect high incident solar radiation back to the sky in a single reflection process. This technology avoids absorption processes inside building rooms that could lead to overheating of window zones.*

*For rooms that extend far into the interior of a building, and that have a small relative share of windows, it is necessary with Retro systems to redirect natural sunlight into the depths of the building. The products Retrolouvers and Lightshelf have now emerged to satisfy the needs of these applications. These louvers consist of two components: a first retro, tiered component for reflection of solar radiation, and a second component for redirection of useful light into the building interior. For façades consisting more than 90% of glass, pure Retrolouvers are recommended. Similar to the tiered louvers, they principally remain in a flat position and therefore afford good admission of light and good view of the outside. At the same time, however, they retro-reflect the entire radiant energy impinging on the louvers.*

#### Literaturverzeichnis

- Köster, Helmut, »Probleme der Tageslichtumlenkung«, 3. Teil, DAB 3/2000, S. 318–319
- Köster, Helmut, »Tageslichtumlenksysteme – Neuester Stand der Technik«, 2. Teil, DAB 1/2000, S. 56–58
- Köster, Helmut, »Bauphysikalische Grundlagen der Tageslichttechnik«, Teil 1, DAB, Heft 07/99, S. 952–956
- Köster, Helmut, »Grundlagen der Tageslichtumlenkung«, DZ, Heft 09/99, S. 99–102
- weitgehend inhaltsgleich:  
 Köster, Helmut, »Tageslichtumlenksysteme: Neuester Stand der Technik«, Licht 7–8/2000, S. 798–805,  
 und:  
 Köster, Helmut, »Tageslichttechnik für Fassaden: Grundlagen und Systeme«, Architektur (Österreich), 3/2000, S. 76–83
- Köster, Helmut, »Neubau der Postbank, Niederlassung Köln«, CHT 4/2000, S. 413–416
- Köster, Helmut, »Kunst- und Tageslichtanwendung. Das Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik, Schweinfurt«, CHT 1–2/2000, S. 102–108





# Innovationspreis Architektur und Technik

Novität und Marktreife zeichnen die Produkte der 14 Gewinner aus

In den beiden Kategorien Licht und Gebäudetechnik wurde zur light + building 2002 bereits zum zweiten Mal der Innovationspreis für Architektur und Technik verliehen. Die Messe Frankfurt schrieb den Design- und Architekturpreis in Zusammenarbeit mit den Architekturzeitschriften »AIT« und »Intelligente Architektur« aus.

Preisträger sind Aussteller der light + building, die innerhalb der letzten fünf Jahre in Zusammenarbeit mit einem Architekten Produkte mit hohen funktionalen und gestalterischen Ansprüchen entwickelt haben. Die prämierten Produkte zeichnen sich durch Novität in den jeweiligen Marktsegmenten sowie die Verfügbarkeit am Markt zum Zeitpunkt der Prämierung aus.

Alle prämierten Produkte waren während der light + building in Frankfurt in einer Sonderschau zu sehen.

Die Fachjury verlieh den Innovationspreis Architektur und Technik an 14 Preisträger. Davon wurden sechs Preise in der Kategorie Gebäudetechnik und acht in der Kategorie Licht vergeben. Insgesamt reichten 31 Aussteller 51 Produkte ein. Davon entfielen 40 Einreichungen auf die Kategorie Licht und elf auf die Kategorie Gebäudetechnik.

Die Jury bestand aus:

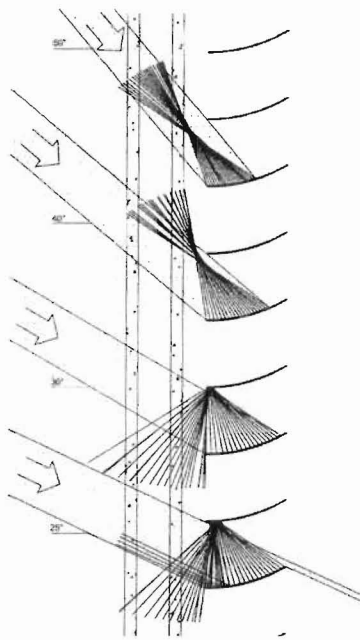
- Fachpreisrichter:
  - Prof. Manfred Hegger, Architekt, Kassel
  - Prof. Christian Knoche, Architekt, Stuttgart
  - Prof. Andreas Löffler, Architekt, Karlsruhe
- Sachpreisrichter:
  - Dr. Ulrich Möhl in Vertretung für Peter Plenker für den Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA)
  - Michael F. Rohde, Architekt und Lichtplaner, für den Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI)

Unter den prämierten Produkten finden sich auch zwei Tageslichtlösungen, die der Artikel vorstellt:

Einen kompletten Überblick über die Preisträger des Wettbewerbs »Innovationspreis Architektur und Technik« stellt ein Artikel in der Zeitschrift LICHT 6, Seite 670 vor.

## In der Kategorie Licht:

Besondere Anerkennung an WITAG-Wissenschaftszentrum Tageslichttechnik GbR mit RETROSOLAR Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH und Architekt und Lichtplaner Helmut Köster für USD upright supported daylight-system.



1 (Abb.: Köster+Köster Lichtplanung, Frankfurt)

Die Jury würdigt die konsequente Weiterentwicklung einer integrierten Tages- und Kunstlichttechnik als funktionale und gestalterische Einheit im Fensteroberlicht-Bereich. Im Zusammenwirken mit der in der Kategorie Gebäudetechnik ausgezeichneten PRO-day-Lichtfassade ergibt sich so eine integrale Gesamtlösung, mit der die Nutzung des Tageslichts gleichzeitig zur Entblendung des Kunstlichts praxisnah und wirtschaftlich realisiert wird.

## In der Kategorie Gebäudetechnik:

Besondere Anerkennung an WITAG Wissenschaftszentrum Tageslichttechnik mit Architekten Gatermann + Schossig für PRO-day, die Lichtfassade.

Die Jury würdigt einen prinzipiell neuen Ansatz integraler Planung. Die Initiatoren bündeln hier die Erfahrungen aus aktuellen

Projekten zu einem Planungsansatz, der die Umsetzung komplexer Funktionalitäten an der Fassade systemisch zu erfassen sucht. Der modulare Aufbau der Bauelemente in der Fassade ermöglicht zahlreiche Varianten für die Optimierung von Energiehaushalt und Arbeitsplatzqualität sowie der Fassadengestaltung.



(Foto: WITAG)

**Award of Innovation Prizes for Architecture and Technology: innovation and maturity for marketing characterize the products of the 14 prize-winners**

At light + building 2002, Innovation Prizes for Architecture and Technology we awarded for the second time in the two categories "Light" and "Building Services and Utilities". Messe Frankfurt (organizers of the fair) promoted the competition, together with the German architecture journals "AIT" and "Intelligente Architektur".

Six prizes were awarded in the category "Building Services and Utilities" and eight, in the category "Light." A total of 31 exhibitors had submitted 51 products to the competition: including 40 for "Light," and 11 for "Building Services and Utilities". The award-winning products included two daylight solutions, which are featured in this article.

# »Light for Building«

Was hat Licht mit Baukultur zu tun?

Kerstin Schitthelm

Auf der Frankfurter light + building wurde die Lichtfassade PRO-DAY – eine von Planern und Firmen gemeinsam entwickelte multifunktionale Fassade – vorgestellt. Das Wissenszentrumszenrum Tageslicht, das mit den Initiatoren GATERMANN + SCHOSSIG (BDA) und dem Lichtplanungsbüro Köster + Köster den Messestand konzipierte und realisierte, setzte auch hier auf integrale Zusammenarbeit und ließ in verschiedenen Podiumsdiskussionen und Vorträgen alle Aspekte einer Fassadenplanung darstellen und diskutieren. Unter dem Titel »Light for Building« hatten die Initiatoren Elmar Schossig und Dr. Helmut Köster Gelegenheit, die Entwicklungsschritte zur Lichtfassade aufzuzeigen und gleichzeitig dieses Projekt von Experten wie beispielsweise dem Geschäftsführer des Bundes Deutscher Architekten (BDA) bewerten zu lassen. Wir stellen in einer Zusammenfassung der Podiumsdiskussion die Einschätzungen und Standpunkte vor.



1 Angeregte Diskussion der Teilnehmer während der Veranstaltung »Light for Building«.

(Foto: GATERMANN + SCHOSSIG, Köln)

1 Excited participation by participants during the "Light for Building" discussions.

*FRAGE: Was hat Sie motiviert, PRO-DAY ins Leben zu rufen?*

SCHOSSIG: Wir leben in einer Zeit mit großen Umwälzungen und mit der immer wichtiger werdenden Thematik ressourcenschonendes Bauen. Leider wird diese Thematik meiner Meinung nach bis heute noch nicht in ausreichendem Umfang im Bauprozeß umgesetzt. Wir selbst sind ja durch unsere planerische Tätigkeit ständig in diese Planungsprozesse eingebunden, die uns immer wieder Anstöße zu neuen Denkweisen geben und zeigen, wie sinnvoll es ist, integral zu arbeiten. Speziell in der Zusammenarbeit mit Herrn Köster wurde dieser Ansatz einer integralen Arbeitsweise in Form des Projektes

Teilnehmer der Podiumsdiskussion (siehe Bild von links nach rechts):

- Dipl.-Ing. Arch. Darius Djahanschah, Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- Dr.-Ing. Helmut Köster, Köster + Köster Lichtplaner, Frankfurt
- Dipl.-Ing. Elmar Schossig, GATERMANN + SCHOSSIG, Architekten BDA, Köln
- Carl Steckeweh, Bundesgeschäftsführer BDA
- Moderation: Dr. Ralf Koch, Redakteur der Zeitschrift »build«, Köln

PRO-DAY umgesetzt. Wir wollten das Teilwissen konzentriert zusammenfassen, um darzustellen, wie synergetisch sich die einzelnen Dinge verzahnen und zu einem besonders guten Ergebnis führen. Dabei geht es über das Thema Licht und Fassade weit hinaus.

KÖSTER: Wir wollten vor allem technologische Entwicklungen aus unserer Zusammenarbeit darstellen. Dabei ging es uns darum, nicht nur Einzelprodukte zu präsentieren, sondern Raumeindrücke zu vermitteln und so auch das Neue an dieser Entwicklung zu unterstreichen. Das heißt, es werden nicht Produkte an sich gezeigt, sondern eine integrale Lösung.

*FRAGE: Herr Steckeweh, Sie sagten kürzlich: »Die Erhaltung und Modernisierung bestehender Strukturen muß mit der Erfindung und Weiterentwicklung von Bauformen einhergehen, die sich den Herausforderungen der Gegenwart und Zukunft stellen.« – Stellen sich die Erfinder von PRO-DAY denn den Herausforderungen der Gegenwart und auch der Zukunft?*

STECKEWEH: Die Entwicklung dieser Fassade ist ein hoher innovativer Beitrag, dem man große Verbreitung wünscht. Wir leben in einer Wissens- und Informationsgesellschaft. Da läßt sich die Frage stellen, warum wissen denn heute nicht alle alles und warum wird heute teilweise noch

so schlecht gebaut. Ich bin deshalb der Meinung, daß wir zunehmend in einer Informationsgesellschaft leben, in der manche Entwicklungen einfach nicht zur Kenntnis genommen werden. Ich glaube, daß die PRO-DAY-Fassade ein vielversprechender Ansatz ist, und ich glaube auch, daß es richtig ist, damit auf eine große und neue Messe wie die light + building zu gehen. Und auch immer wieder die großen Schlagwörter zu strapazieren wie »integrales Bauen« und »interdisziplinäre Zusammenarbeit«. Ich denke, man kann nicht genug tun, um die Baukultur positiv zu entwickeln. Heute ist es leider noch häufig so, daß jeder Spezialist am Bau seinen Part für den wichtigsten hält. Hier muß eine neue Streitkultur entstehen, ein Begegnen auf Augenhöhe.

*FRAGE: Warum wurde PRO-DAY von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert?*

DJAHANSCHAH: Wir fördern Projekte mit innovativem modellhaftem Charakter, die über den Stand der Technik im Bauwesen hinausgehen. Projekte, die in vorbildlicher Weise Umwelttechnik und Umweltforschung anwenden. Im Bereich Bauwesen und Architektur ist integrales Planen besonders wichtig. Wir haben es in der Architektur gegenwärtig jedoch häufig noch mit meisterhaften Einzelleistungen zu tun und selten mit einem Forschungsdrang, etwas zu entwickeln, das übertragbar ist.

Mit PRO-DAY ist dies geschehen. Hier wurde eine Lösung gefunden, die nicht nur das technisch Machbare zeigt, sondern versucht, etwas zu optimieren. Der integrale Ansatz war für uns besonders förderungswürdig.

*FRAGE: PRO-DAY ist mehr als eine Lichtfassade. Was sind die Vorteile dieser gebäudetechnisch aufwendig wirkenden Fassade?*

SCHOSSIG: Unsere Grundhaltung ist, daß wir bei unseren Projekten möglichst wenig Technik einsetzen möchten. Wir sprechen deshalb auch gern von Low-tech-Gebäuden. Auf den ersten Blick mag die formale Ästhetik der Fassade technisch kompliziert wirken. Wir versuchen, bei unseren Gebäudekonzepten die Grunddisposition zu entwickeln und so zu arbeiten, daß wir die technischen

Komponenten nur aufsetzen. Im Prinzip möchten wir Gebäude schaffen, die in sich eine gute Struktur haben und dann auch Lösungen aus technischer Sicht begeben, die sehr einfach sind.

Das Bauen steht mehr und mehr unter hohem Kostendruck, so daß auch wir uns etwas einfallen lassen müssen, um gute Architektur zu machen ohne sehr teure Detailelemente. Dafür brauchen wir diese Integralfassade, die sich für viele Bauaufgaben eignet – auch für hohe Häuser, wo der Einsatz eines außenliegenden Sonnenschutzes wegen der Windanfälligkeit problematisch ist.

*FRAGE: Was ist Low-tech an der Fassade? Und wo kann PRO-DAY eingesetzt werden, vom Einfamilienhaus bis zum Hochhaus?*

SCHOSSIG: Die Fassade ist in jedem Gebäude einsetzbar. Low-tech ist beispielsweise die Zuluftrealisierung. Mit dieser Art der Zuluft können wir das Gebäude auf sehr einfache und natürliche Art be- und entlüften. Und vor allem sehr einfach und ohne Technik nachts entspeichern. Wir haben bereits zwei Gebäude, die auf dieser Technik basieren, realisiert. Es ist verblüffend, wie gut sich dieses System auch im Sommer verhält.

*FRAGE: Herr Köster, Sie als anerkannter Spezialist für Tageslichttechnik haben hier nun mit Tages- und Kunstlicht gearbeitet. Wie kommt es zu diesem Ansatz?*

KÖSTER: Was dieses Projekt auszeichnet, ist die übergreifende Zusammenarbeit. Wir staffieren bei diesem Projekt nicht den Raum mit Leuchten aus. Wir entwickeln hier den Lichtraum. In der Art, wie die lichttechnischen Komponenten zusammenwirken, ist dies ein ganz neues Werk. So funktioniert die Leuchte beispielsweise zusammen mit dem Tageslichtsystem, das bei Nacht zum Reflektor für das Kunstlicht wird.

*FRAGE: Wer beteiligt sich denn an der Diskussion um Baukultur? Sind dies nur Architekten unter sich oder läuft dies interdisziplinär?*

STECKEWEH: Die Initiative wurde ja von Stadtplanern, Architekten und Ingenieuren gegründet, und man ist damit schon recht weit.

So waren vor kurzem 50 namhafte Vertreter zusammengekommen, um einen Konvent der Preisträger zur weiteren Etablierung der Stiftung Baukultur zu gründen. Das Bewußtsein ist da – es wird bisher nur zu selten praktiziert. Viele Architekten sagen: »Diese interdisziplinäre Planung zahlt mir ja niemand.« Es sind nur wenige dazu bereit, die Planung zu optimieren. Man weigert sich in Deutschland gegenwärtig generell, Innovation zu fördern. Wir haben kürzlich untersucht, was ein Gebäude auf die Lebensdauer von 50 Jahren an Unterhaltung und Instandsetzung kostet. Die Modernisierungs- und Instandhaltungskosten machen etwa 50 % der Baukosten aus. Man konzentriert sich heute aber nur auf die Investitionskosten. Und dies halte ich – auch im internationalen Wettbewerb – nicht für den richtigen Weg. Gerade das Fördern von Innovationen und Experimenten hat heute in Deutschland keine gute Tradition. Deshalb finde ich es bemerkenswert, das die Deutsche Bundesstiftung Umwelt in diese Nische geht und nicht Großanlagen fördert, sondern kleine und mittelständische Unternehmen. Wir müssen mehr innovative Projekte wie PRO-DAY fördern.

*FRAGE: Zuwenig innovative Projekte werden gefördert. Wie kann die Diskussion um Baukultur fest verankert werden?*

STECKEWEH: Wir brauchen mehr Öffentlichkeit. Wir müssen erreichen, daß man sich auf Augenhöhe begegnet. Wir haben im BDA dazu gegenwärtig eine sehr intensive Diskussion. Ich glaube, der Architekt hat in den letzten 100 Jahren etwa 50 % seiner Leistungen an Fachspezialisten verloren. Der Architekt muß heute zum Dirigenten im Bauorchester werden – er muß nicht alle Partituren kennen, aber er sollte die Satzanfänger

ge kennen, die einzelnen Instrumente beherrschen.

Wir bilden heute an 72 Hochschulen in Deutschland rund 45 000 potentielle Architekten aus. Ich glaube, daß es dort in der Ausbildung erhebliche Defizite gibt.

Wir müssen uns hier von vielen Stigmatisierungen verabschieden. Dazu zähle ich vor allem diesen nicht vorhandenen Experimentierwillen, die Freude, weiter nach vorn zu denken. Selbst wenn man dabei einmal Fehler macht – auch diese Erfahrungen helfen im Entwicklungsprozeß weiter.

*FRAGE: PRO-DAY hat den Untertitel »Lichtfassade«. Was ist das Innovative aus der Sicht des Lichtplaners?*

**KÖSTER:** Das Innovative ist das integrale Planen, das Zusammenwirken der unterschiedlichen Technologien, Funktionen. Normalerweise plant der Architekt ein Gebäude nach Quadratmetern und Kosten, dann kommt der Elektroplaner und legt den Leuchtenkatalog vor und so weiter. Es werden auf diese Weise viele vorgeprägte Teile aneinandergesetzt. Bei der Entwicklung von PRO-DAY haben wir das Gegenteil getan, wir haben uns von allen fertigen Denkmustern gelöst.

*„Light for Building“: what role does light play in architectural culture?*

*At the Frankfurt trade fair light + building, designers and companies presented the light façade PRO-DAY: a multi-functional façade. The conception and implementation of the fair stand that exhibited the new façade was the joint creation of the Daylight Scientific Centre (Wissenschaftszentrum Tageslicht), the initiators Gatermann + Schossig (BDA), and the light-consulting company Köster + Köster. The three partners, who placed special emphasis on integral collaboration in their work, conducted various podium discussions and lectures to present and discuss all aspects of façade planning. This article offers a summary of the evaluations and the viewpoints as they became apparent from the podium discussion „Light for Building“.*

## PRO-DAY – Was ist das eigentlich? Integralfassade mit vielen Funktionen

Die Entwicklung der Integralfassade PRO-DAY steht für synergetische Zusammenarbeit der verschiedenen Fachrichtungen und Experten im Bauprozeß. Planer und Firmen entwickelten mit PRO-DAY eine multifunktionale Fassade, die sowohl an ökologischer Effizienz orientiert ist, als auch vielfältige, ästhetisch anspruchsvolle Lösungen zuläßt.

PRO-DAY zeichnet aus, daß wesentliche gebäudetechnische Funktionen wie Heizen/Kühlen, Kunst-/Tageslichtversorgung, sommerlicher Wärmeschutz/winterlicher Solarenergiezugewinn, natürliche Belüftung und Nachtauskühlung in die Fassade verlegt sind.

Der modulare Aufbau der Fassadenelemente ermöglicht zahlreiche Varianten zur Optimierung von Energiehaushalt und Arbeitsplatzqualität sowie Fassadengestaltung.

Die Integralfassade zeichnet sich neben der Verlegung wichtiger gebäudetechnischer Funktionen in die Fassade durch ein extrem schlankes Fassadenprofilssystem aus, das höchste Ansprüche an Ästhetik erfüllt.

### Bauteile/Konstruktion

Die äußere Membran in Form der Alu-/Glas-Fassade ist für den Klimaschutz und die Be- und Entlüftung zuständig. Dies geschieht durch sich nach außen öffnende Klappen. Die innenliegende Retro-Lamelle

sorgt für den notwendigen Sonnenschutz und verbessert die Tageslichtnutzung.

Das spezielle Profilsystem der Fassade verfügt über modulare Ausbaustufen. Neben der Integration einer Fassadenleuchte besteht die Möglichkeit, ergänzende Lichtleisten oder Kabelführungen für den Einbau von Schaltern, Steckdosen etc. vorzusehen.

Heizung/Lüftung und Kühlung werden über ein Quellluft-Induktionsgerät geregelt. Die Medienführung hierfür erfolgt im Doppelboden. Eine entsprechend ausgelegte Leittechnik für das Klima- und Lichtmanagement steuert das komplette System.

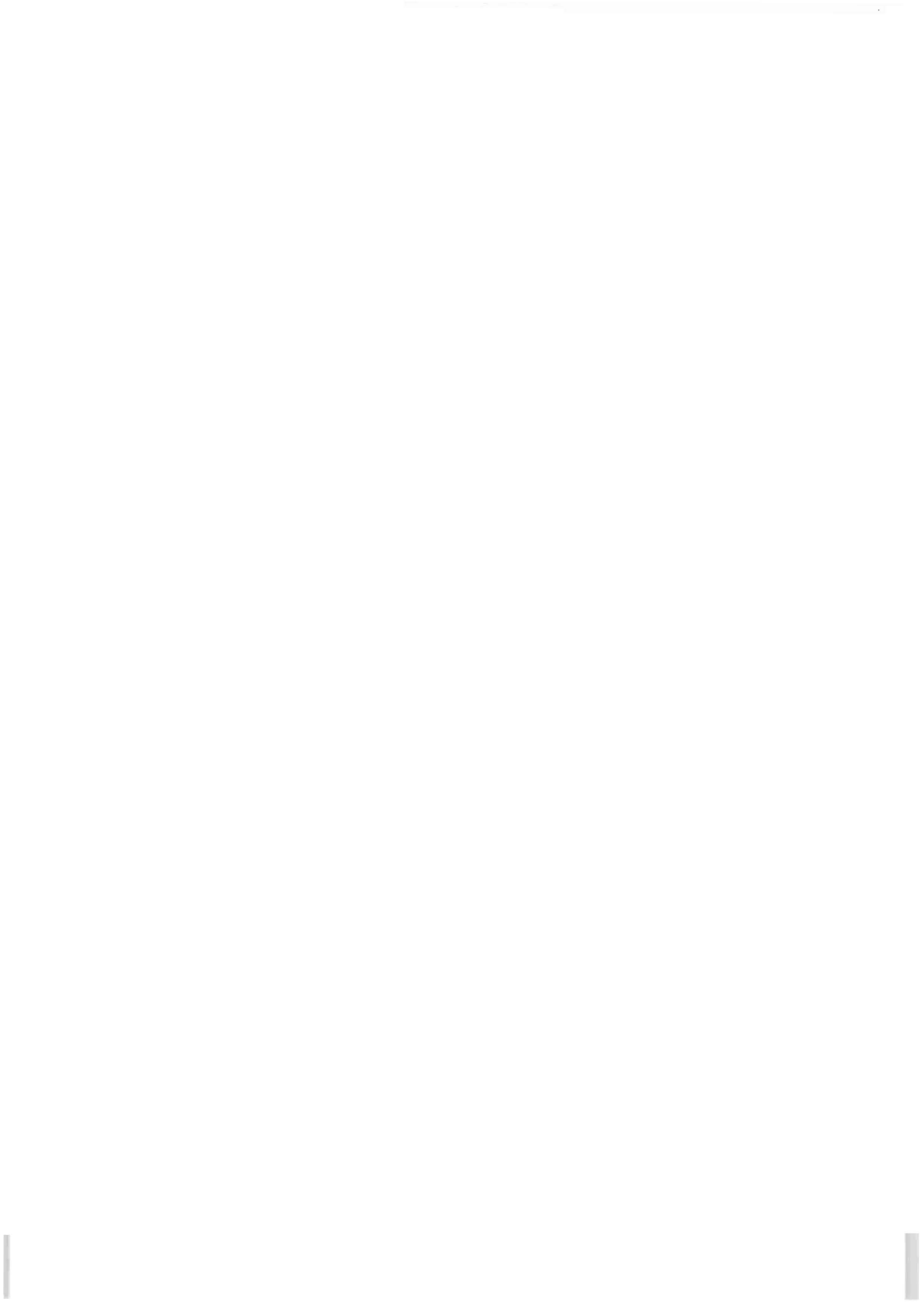
Alle Komponenten stehen in komplexer Wechselwirkung zueinander. Die Systeme werden optimal entsprechend der jeweiligen Nutzung des Raumes aufeinander abgestimmt. Die automatische Regelung stellt den bestmöglichen Betrieb sicher, wobei jederzeit auf alle relevanten Komfortgrößen individuell Einfluß genommen werden kann.

**2** Wie auf der light + building in Frankfurt wurde die PRO-DAY Fassade auch auf der Messe Plancom im Rahmen des Internationalen Architekturkongresses in Berlin gezeigt. (Foto: Regina Welk, Berlin)

**2** The PRO-DAY facade was shown not only at the light + building fair in Frankfurt, but also later at the Plancom fair as part of the International Architects' Congress in Berlin.



2



# Tageslichtjalousien mit Retrolamellen

## Daylight Venetian-Blinds with Retro-Slats

Helmut Köster

### Innen liegende Retrolamellen contra außen liegenden Sonnenschutz

Vor etwa 35 Jahren entwickelte sich der außen liegende Sonnenschutz. Es galt über Jahre die heute ungültige Parole: „Nur durch den außen liegenden Sonnenschutz ist ein Gebäude wirkungsvoll vor Überhitzung zu schützen. Ist die Wärme erst einmal im Gebäude, gibt es keinen Schutz vor Überhitzung.“

Es ist erstaunlich, wie lange sich der außen liegende Sonnenschutz in unserer schnelllebigen Zeit gehalten hat. In den 70er Jahren bekam er Konkurrenz durch die metallisierten Sonnenschutzgläser in Kombination mit innen liegenden, vertikalen Lamellen-Blendschutzstoren.

Die Entwicklung der zweischaligen Fassade in den 90er Jahren galt nicht zuletzt dem Versuch, den außen liegenden Sonnenschutz als dominantes Gestaltungsmerkmal aus der Fassade zu verdrängen. Dies geschah aber nicht nur aus gestalterischen Gründen. Der außen liegende Sonnenschutz ist auch durch Probleme der Störanfälligkeit bei Wind, der Verschmutzung, der hohen Wartungskosten immer wieder ins Gerede gekommen. Für Bauaufgaben wie Hochhausfassaden oder große Dachverglasungen ist der außen liegende Sonnenschutz deshalb völlig ungeeignet.

Moderne Glasfassaden sind hoch transparent, befreit von Spiegeleffekten und stehen im völligen Widerspruch zu dem althergebrachten Bild einer variablen Fassade, die sich einmal als Glasbau, einmal als bunte Lamellenfassade präsentiert.

### Glasfassaden

Im vergangenen Jahrzehnt wurden Entwicklungen von farbneutralen Sonnenschutzgläsern auf den Markt gebracht, die trotz hoher Lichtdurchlässigkeit nur einen geringen Gesamtenergiedurchgang aufweisen, so dass der innen liegende Sonnenschutz durch die Verglasung stark entlastet ist. Somit übernimmt die Verglasung heute wesentliche Funktionen eines außen liegenden Sonnenschutzes bei gleichzeitig gutem Lichteintrag und guter Durchsicht. Dennoch ist ein farbneutrales Sonnenschutzglas keinesfalls ein ausreichender Sonnen- oder Blendschutz, weshalb zusätzlich innen liegende Lichtlenksysteme mit einer Schutzfunktion vor Überhitzung und einer Versorgungsfunktion für Tageslicht empfohlen werden.

### interior fitted retro-slatted venetian-blinds in opposition to exterior sun protection

Exterior fitted sun protection was developed some 35 years ago. For years the now invalid motto was held: „Only due to an externally fitted sun protection can a building be effectively protected against overheating. Once heat is in the building there is no protection from overheating.“

It is astonishing how long the exterior fitted sun protection has held its ground in our fast-paced society. In the 70s it was challenged by metallized sun protection glasses in combination with interior fitted, vertical lamella-blinds.

The development of double skin facades in the 90s was not only an attempt to displace exterior fitted sun protection as a dominant design element from the facade, but also to reduce its vulnerability to wind, dirt and the high maintenance costs. Therefore for building tasks such as high-rise buildings or large roof glazings exterior sun protection is completely inappropriate.

Modern glass facades are highly transparent, free of mirror effects and stand in complete contradiction to the age-old picture of a variable facade which presents itself once as a glass building and once as a colourful facade of blinds.

### Glass facades

In the last decade, developments in neutral coloured sun protection glass were brought on to the market, which in spite of high light transparency indicate only a limited transmission of total energy, so that due to the glazing the burden of interior fitted sun protection is reduced. Consequently glazing today takes over the essential functions of exteriorly fitted sun protection by providing simultaneously good conveyance of light and good transparency. Nevertheless neutral coloured sun protection glass is in no way an adequate sun or glare protection, which is why additional interior fitted light directing systems, with a protective function against overheating and provision for daylight, are recommended.

The complete glass facade provides the possibility of visual enrichment with the city or landscape or natural environment. The view from „inside“ is clear





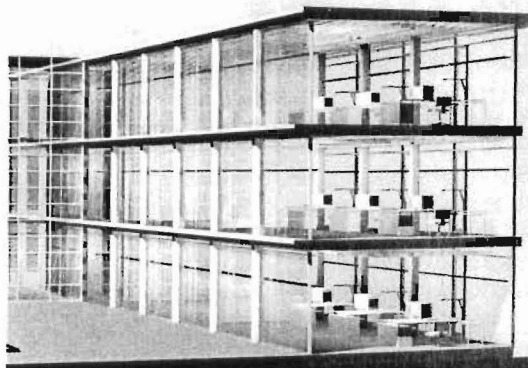
Die Ganzglasfassade bietet die Möglichkeit einer visuellen Vereinigung mit der Umgebung der Stadt oder der Natur. Der Blick aus einem Hochhaus durch eine völlig verglaste Fassade ermöglicht eine neue Bewusstseins-erfahrung von Weite und Großartigkeit. Mit herkömmlichen Sonnenschutzanlagen ist die einmalige Erfahrung dieser neuen Architektur unserer Städte nur im geöffneten und damit im weitgehend solar ungeschützten Zustand möglich. Im geschlossenen Zustand verschwindet die Qualität der Glasfassade.

Die wichtigste Forderung an einen Sonnenschutz ist daher die Durchsichtigkeit, insbesondere im Sommer bei aktiver Beschattung des Gebäudes. Darüber hinaus hat der Sonnenschutz die Forderung nach einem sehr guten g-Wert im Sinne einer größtmöglichen Reduzierung der Gesamtenergietransmission zur Vermeidung von Überhitzung im Sommer zu gewährleisten.

Diese Forderungen werden durch modernste Retrolamellen erfüllt, wie sie von der Firma RetroSolar unter dem Markennamen RetroFlex hergestellt werden.

Retrolamellen werden im angeordnet

Retro-blind slats are arranged in interior space



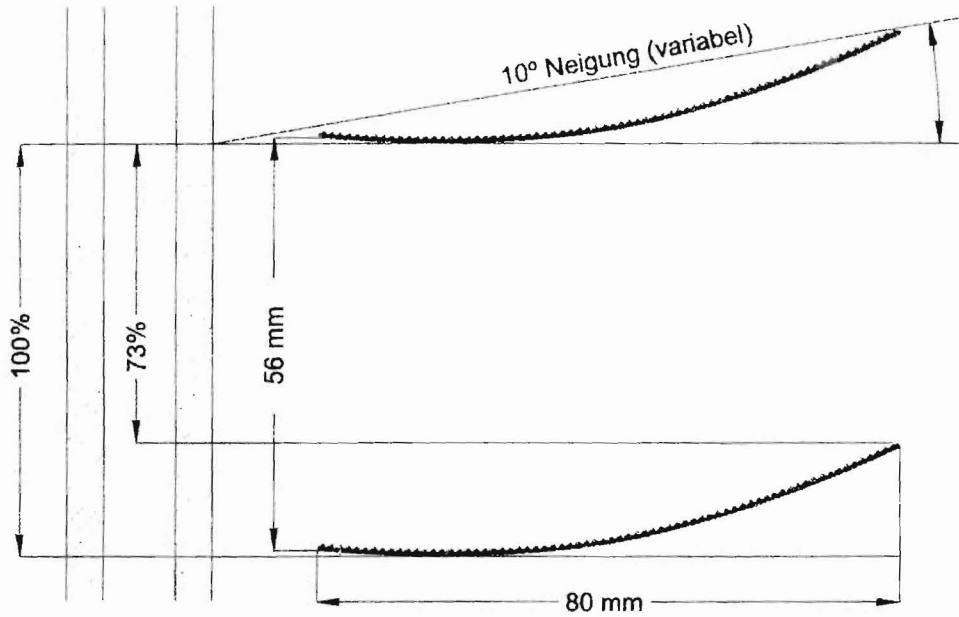
Durchsichtigkeit der Retrosysteme bei Tag

Transparency of the retro system by daylight

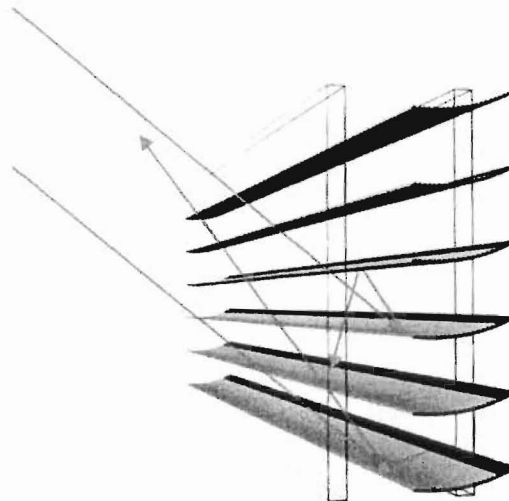
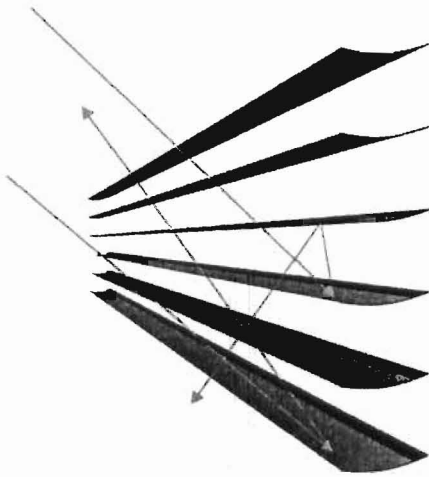


Isolierglas

Innenraum



Retro - Reflexion



Die Retrojalousie wird im Innenraum vorteilhafterweise unmittelbar hinter der Verglasung angeordnet. Es ist ein wirksamer Sonnenschutz mit  $g_{gl}$ -Werten von 0,13 im Sommer bei ca. 73 % Durchsichtigkeit.

The retro-reflective blind is advantageously arranged in the interior space directly behind the glazing. It is an effective sun protection with  $g_{gl}$  values of 0.13 in summer at approx. 73% transparency.

Die Retrolamellen werden auch als starre oder bewegliche Systeme in den Scheibenzwischenraum (SZR) von Isoliergläsern eingebaut.

The Retro-slatted blinds are also built as rigid or movable systems in the space between the panes of insulated glass.

## Die neuen Retrolamellen

Lichtlenksysteme werden normalerweise im Sinne einer Lichtlenkung in die Raumtiefe verstanden. Dies ist ein wünschenswerter und notwendiger Aspekt. Für die energetische Funktion eines Gebäudes ist es jedoch von grundlegenderer Bedeutung, die Kühllasten im Sommer zu reduzieren, indem die auf das Gebäude eindringende Sonnenenergie wieder nach außen reflektiert wird. Die neuen Retrolamellen reflektieren die überhitzende Sonnenenergie und gewährleisten eine optimale, diffuse Lichteinflutung und Durchsichtigkeit. Diese Entwicklungen der neuen Retrotechnik basieren auf Patenten von Köster.

Das patentierte System basiert auf einer Mikrostrukturierung der Lamellenoberseiten in der Art eines Fresnellspiegels mit mehreren versetzt angeordneten Brennpunkten, so dass sich besonders im Sommer bei hoch stehender Sonne eine Konzentrationszone zum Außenraum ergibt. Die Lamellen werden aus Reinstaluminium gefertigt, wobei bereits im Walzprozess die Mikrostrukturierung in das Lamellenmaterial eingepreßt wird.

Die Mikrostrukturierung besteht aus einer Vielzahl von kleinen, asymmetrischen Zähnen, die auf die Lamellen eindringende Sonnenenergie – also ultraviolette und sichtbare Strahlung sowie das nahe Infrarot (UV, VIS, NIR) – mit einer einzigen Reflexion in den Himmel zurückwerfen. Durch diesen Vorgang wird vermieden, dass sich die Lamellen durch die Sonnenenergie aufheizen. Das durch die Glasscheibe in den Innenraum eindringende Licht wird in den Außenraum zurückreflektiert, ohne dass wesentliche Absorptionsprozesse stattfinden. Besonders vorteilhaft ist die Reinstaluminiumoberfläche bezüglich der Vermeidung der störenden Wärmestrahlung der Glasscheiben, denn auch die durch die Glasscheiben verursachte langwellige Strahlung (Wärme) wird an den Metallspiegeln auf die Glasscheibe selbst reflektiert.

Der Lamellenvorhang dient somit nicht nur der Beschattung und Rückreflexion der einfallenden Sonnenstrahlung, sondern auch als Schutzschild gegenüber der Wärmestrahlung aus der Glasfassade. Die Aufheizung der Lamellen ist deutlich geringer als die Aufheizung der Glasfassade selbst.

Die mikrostrukturierten Lamellenoberseiten stellen ein mathematisch komplexes System dar. Es werden an der Oberfläche mehrere Parabeln mit Brennpunkten im Außenraum vor der Fassade gebildet, so dass insbesondere die hohe Sommersonne bei horizontaler Lamellenanstellung mit einer einzigen Reflexion an den Zahnflanken diffus in den Himmel zurückgeworfen wird. Hierdurch ergibt sich neben den erläuterten Vorteilen im Sinne der passiven Gebäudekühlung für die visuelle Behaglichkeit im Gebäude der Vorteil, dass die Fassade grundsätzlich durchsichtig bleibt und gleichzeitig eine sehr gute diffuse Lichteinflutung zum Innenraum gewährleistet ist. Besonders im Sommer, bei hoch stehender, überhitzender Sonneneinstrahlung, können die Lamellen in einer flachen Position, z.B. mit 5° Anstellwinkel, eingerichtet werden, so dass sich die beste Durchsicht ergibt.

Die Leistungsfähigkeit des Lichtlenksystems als

## The new retro-slatted venetian-blinds

Light deflection systems are normally understood in the sense of a deflection of light into the room depth. This is a desirable and necessary aspect. For the energetic function of a building it is, however, of more fundamental importance, to reduce the cooling loads in summer by reflecting the penetrating solar energy back outwards. The new retro-slatted blinds reflect the overheating energy of the exterior, while ensuring an optimum flow of diffused light into the interior. These new developments are based on Köster's patents.

The patented system is based on the micro-structure of the blind slating in the form of a Fresnell mirror with more staggered arranged focal points, so that especially in summer, when the sun is high a zone of concentration occurs directed to the outer space. The blind slats are produced from the purest aluminium, whereby the micro-structure is already embossed in the blind material at the rolling process.

The micro-structure is composed of numerous, small, asymmetrical teeth, which with a single reflection return the penetrating sun's energy – that is ultraviolet and visible rays, as well as almost all infrared (UV, VIS, NIR) – to the heavens. Through this process the heating up of the blinds due to the sun is avoided. The light penetrating through the glass of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

cularly of the blinds from being heated up. The light which enters the interior through the glass pane of the window is reflected back into the exterior space, without essentially an absorption process occurring. This also prevents the surfaces of parti-

burg, die im Auftrag eines Bauherrn für ein Frankfurter Hochhaus durchgeführt wurden, ergaben für ein farbneutrales Sonnenschutzglas des Typs 50/25 für die neuen Retrolamellen einen  $g_{\text{eff}}$ -Wert von 0,13 bei 60° Sonneneinfall (Hochsommer) und flacher Lamellenanstellung (5° Neigung zur Horizontalen). Mit bekannten Spiegellamellen (Lamellenoberseite 95 % Gesamtreflexion, Lamellenunterseite steingrau) wurde unter identischen Bedingungen keine Verbesserung des g-Wertes im Vergleich zur unverschatteten Glasfassade erzielt.

#### Retrolamellen im Isolierglas

Am Institut für Lichttechnik der TU Berlin, Prof. Dr. Kaase, wurde für Retrosysteme im Isolierglas unter Verwendung von Gläsern des Typs 66/34 ein  $g_{\text{eff}}$ -Wert von 0,10 ab 45° zunehmendem Lichteinfall gemessen. Der g-Wert nimmt bei flacher Sonne (15° Lichteinfall) auf 0,19 zu. Aber auch mit einfachen Wärmeschutzgläsern wurden für 60° Lichteinfall g-Werte von 0,13 ermittelt. Somit kann für isolierglasintegrierte Retrosysteme annäherungsweise mit folgender Faustregel gerechnet werden:

#### Retrolamellen im Isolierglas

(bei hohem Lichteinfall)

$g_{\text{eff}} = g\text{-Wert der Verglasung} \times 0,3.$

#### Herstellung

Die Retrolamellen werden aus einem vorstrukturierten Grundmaterial gemäß der Oberfläche SKYBRIGHT [1] hergestellt. SKYBRIGHT wird aus einem sehr reinen, eloxierbaren Aluminiumwerkstoff mittels speziell strukturierter Werkzeuge bei Alcan Inc./Alusuisse Singen, gewalzt. Im Anschluss an das Walzen wird das strukturierte Band beim Bandanodisierwerk elektrolitisch gegläntzt, anodisiert und anschließend auf der Rückseite mit einem weißen Spezialmattlack beschichtet. Sowohl die weiß lackierte als auch die anodisierte Oberfläche haben Gesamtreflexionen, die bei 82 bis 86 % liegen. Während bei der weißen Rückseite die Reflexion nahezu diffus erfolgt (Lambertscher Strahler), muss die strukturierte Oberseite wegen der hohen Anforderungen an die Umlenkung eine perfekte Prismengeometrie mit scharfen Spitzen und Tälern so wie glänzenden Flanken aufweisen. Das bekannte Skybright-Material wurde speziell für die Anwendung als Retrolamelle weiterentwickelt.

Nach der Oberflächenveredelung wird das Bandmaterial in Lamellenbreite gespalten und in speziellen Rollformanlagen in die berechnete Kontur geformt. Anschließend werden die Lamellen in konventioneller Weise in der üblichen Jalousietechnik aufgehängt. Auf dem Markt verfügbar sind Jalousieanlagen mit 80 mm Lamellenbreite für große Anlagen mit bis zu drei m Höhe. Für kleine Fensteranlagen wird eine 25 mm breite Jalousie hergestellt. Darüber hinaus werden 20 mm breite Lamellen in Isolierglas eingebaut. Besonders für Dachverglasungen wird ein Rasterelement aus den Retrolamellen hergestellt, das entweder in den SZR eines Isolierglases eingelegt oder bei Sanierungen auch hinter den Glasscheiben in die Rahmenkonstruktionen eingebaut wird.

#### Anwendungsbeispiel

Evaluations from the Fraunhofer-Institute ISE, Freiburg, which were carried out at the request of building client, for a Frankfurt skyscraper, yielded for a neutral coloured sun protection glass Type 50/25, with the new retro-slatted blinds a  $g_{\text{eff}}$ -value of 0,13 with 60° sun incidence (high summer) at flat slat position (5° angle from the horizontal).

With known reflective blinds (blind slat upper side 95 % total reflection, the blind slat underside stone grey) under identical circumstances no improvement of the g-value was achieved in comparison to an not shaded facade.

#### Retro-slatted blinds in insulated glass

In the Institute for Light Technology of the Technical University in Berlin, Prof. Dr. Kaase measured a  $g_{\text{eff}}$ -value of 0,10 upwards of 45° increasing light incidence for Retrosystems in insulated glass employing glass of the Type 66/34. The g-value increases in low sun (15° light incidence) to 0,19. But also for simple warmth protection glasses with a 60° light incidence a g-value of 0,13 was determined. Consequently it is possible to calculate, Retrosystems integrated in insulated glass, approximately according to the following rule of the thumb:

#### Retro-slatted blinds in insulated glass

(with high light transmission)

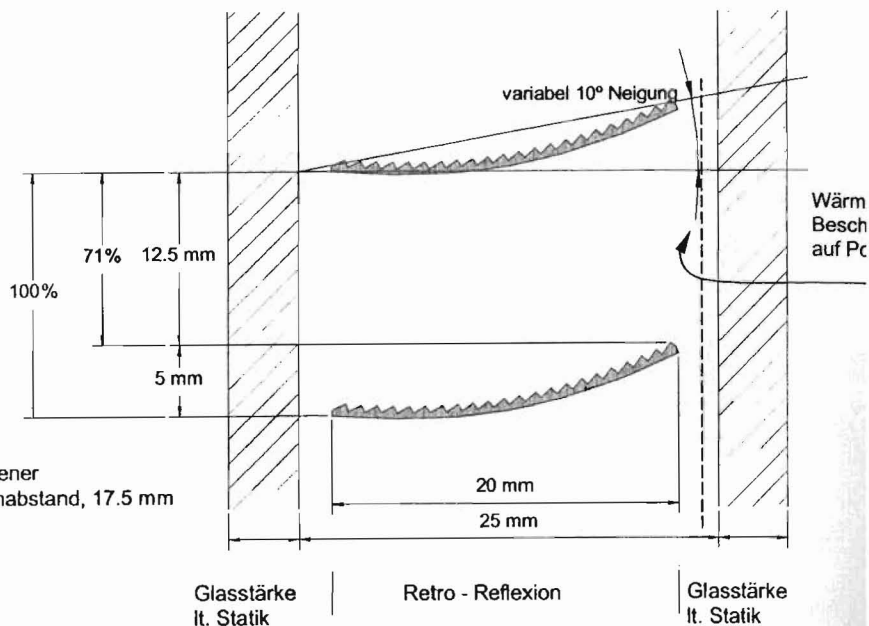
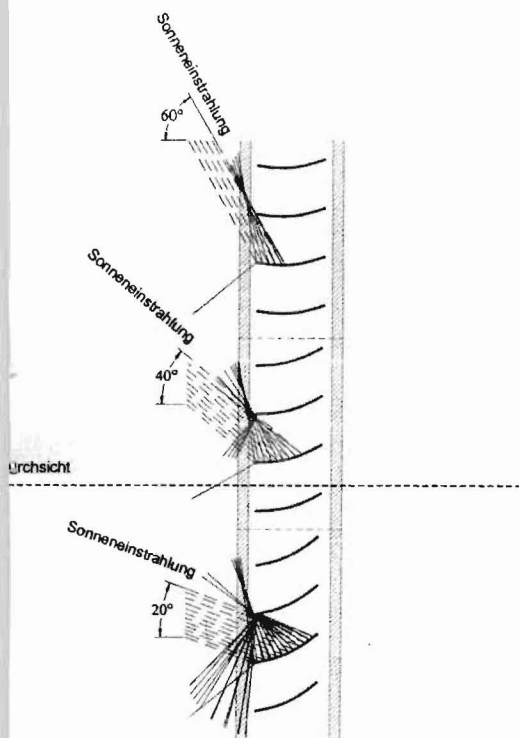
$g_{\text{eff}} = g\text{-value of the glazing} \times 0,3.$

#### Production

Retro-slatted blinds are produced from a prior structured base material in accordance with the surface SKYBRIGHT [1]. SKYBRIGHT is rolled out of an extremely pure anodised aluminium material by means of specially structured tools at Alcan Inc./Alusuisse Singen. At the end of the rolling process the structured strip is anodised by electrolysis, rendered shiny, anodised and finally coated on the underside with a special matt white lacquer. Both the white lacquered surface and the anodised surface have total reflections which lie around 82 - 86 %. Whilst in the case of the white underside an almost diffuse reflection results (Lamberts beam), the structured upper side must, because of the high requirements of the redirecting effect, result in a perfect, prismatic geometry with sharp peaks and valleys. The material known as SKYBRIGHT was further developed specifically for its use as retro-slatted blinds.

After the refining of the surfaces the strip material is split into widths of blind-slats and formed in special roll-forming equipment into the calculated contour. Finally the blinds are hung together in the conventional manner found in normal venetian-blind technology. Blind installations with a 80 mm blind width and for blind installations up to three metres high are available on the market. A 25 mm wide blind is produced for small window installations.

Beyond this 20 mm wide blind-slats are built into insulation glass. For roof glazing a raster element composed of retro-slatted blinds is produced which is either installed in the space in between the insulated glass or in the case of a built in behind the glass panes in the frame constructions.



Empfohlener Lamellenabstand, 17.5 mm

Die Rückreflexion erfolgt mit nur einer oder maximal zwei Reflexionen, so dass eine Aufheizung der Lamellen vermindert ist. Ein gutes Reflexionsvermögen reduziert die Wandlung der Lichtstrahlung in Wärme.

The retro-reflection results with only one or a maximum of two reflections so that the heating up the blind-slats is diminished. A good reflective capacity reduces the transformation of light rays into warmth.

Die Wärmeschutzbeschichtung sollte im Wohnungsbau auf Position 3 (verbessertes k-Wert) und im Verwaltungsbau auf Position 2 - Wärmeschutzbeschichtung auf der Innenseite der außen liegenden Scheibe - (verbessertes g-Wert) aufgebracht werden.

The warmth protection coating should be applied on position 3 (improved k-value) in the building of housing and in position 2 in the building of administration blocks-warmth protection coating on the inner side of the outer positioned pane (improved g-value)

Rückreflektor für Licht und Wärme lässt sich mit einem Abminderungsfaktor beschreiben, der für verschiedene Glasaufbauten messtechnisch ermittelt wurde. Als grober Richtwert lässt sich aus einer Vielzahl bisher erfolgter Messungen folgern, dass auch bei einer Innenraumanordnung der Retro-lamellen hinter Isolierglas bei flacher Lamellen-einstellung und hoher Sommersonne eine Reduktion der Energietransmission zum Innenraum um 50 % erfolgt. Näherungsweise kann bei den neu entwickelten Retrolamellen mit folgender Faustregel gerechnet werden:

**Retrolamellen im Innenraum**

(bei hohem Lichteinfall)

$g_{eff} = g\text{-Wert der Verglasung} \times 0,5.$

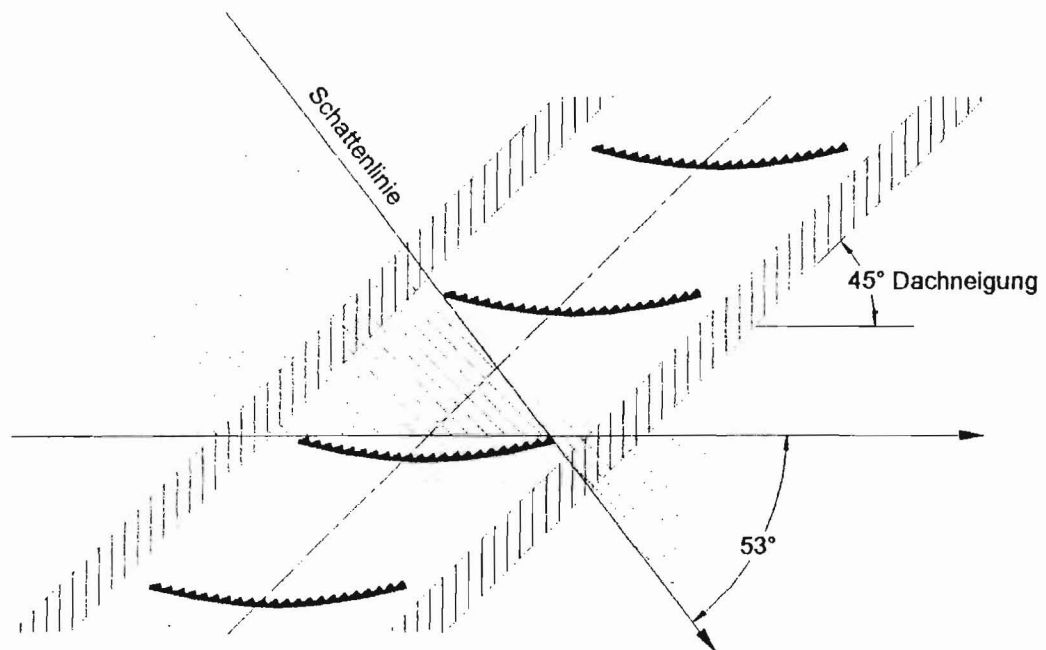
Messungen des Fraunhofer-Instituts ISE, Frei-

The efficiency of light directing systems as retro-reflectors for light and warmth can be described with one reduction factor, which was determined as a technical measurement for different glass buildings. As a rough standard value there emerges out of the numerous evaluations done up until now, that also in the case of an interior arrangement of retro-slatted blinds behind insulated glass and with the slats in a flat position and in high summer sun, there results a reduction of energy transmission of around 50 %. By way of approximation one can calculate the newly developed retro-slatted blinds by the following rule of thumb:

**Retro-slatted blinds in interior space**

(in high transmission of light)

$g_{eff} = \text{value of the glazing} \times 0,5.$



Auch im Dach ergibt sich eine hervorragende Durchsicht

Also in the roof there results an excellent transparency

Die RetroFlex-Lamellen der Firma RetroSolar, Kirn, mit 80 mm Breite wurden im Mobimo-Hochhaus der Architekten R. Läubli und H. Zimmermann, am Escher-Wyss-Platz in Zürich in eine zweischalige Fassade eingebaut [2, 7]. Diese Fassade ist als Luftkollektor ausgebildet, wobei die äußere und die innere Schale luftdicht ausgebildet sind. Außenluft strömt durch die Sockelzone in den Luftzwischenraum der Fassade und strömt im Sommer oben ab. Im Winter wird die auf der Südseite erwärmte Luft gesammelt und in die kalte Nordfassade von oben eingeblasen. Die warme Luft kühlt sich in der Nordfassade ab und sinkt nach unten, so dass der Umspülungseffekt der Fassaden weitgehend ohne Zusatzenergie erfolgt.

Der besondere Vorteil dieser Fassadenausbildung ist neben dem Solarkollektor-Effekt, dass keinerlei Luftfeuchtigkeit aus dem Innenraum in die Fassade eintritt. Die Luft in der zweischaligen Fassade wird durch die Energiezufuhr der Sonne getrocknet, so dass sonst übliche Alterungseffekte zweischaliger Fassaden infolge Kondensatbildung vermieden werden.

#### Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich klarstellen, dass mit den neuen, vorgestellten Retrolamellen der außen liegende Sonnenschutz nicht mehr erforderlich ist. g-Werte bei flacher Lamelleneinstellung (Durchsicht!) und 60° Sonneneinfall (Hochsommer) in der Größenordnung von 0,13 sind realisierbar und zwar hinter einem farbneutralen Sonnenschutzglas auch bei Anordnung der Jalousien im Innenraum.

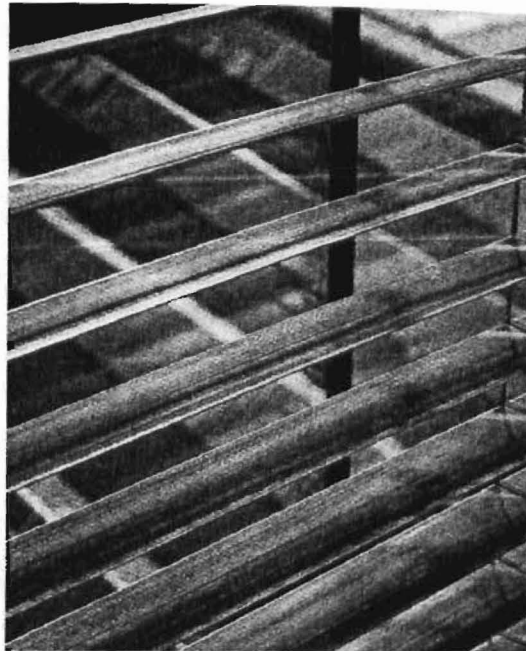
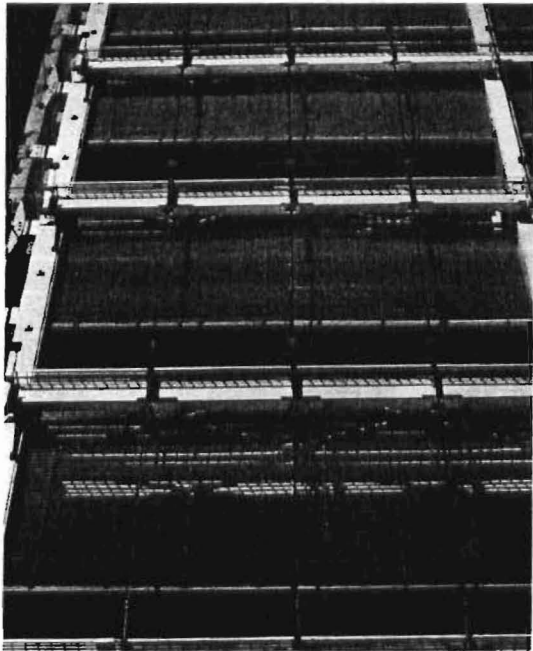
#### example of application

The Retroflex blinds from the company RetroSolar in Kirn, with a 80 mm width were built into a double-skinned facade in the Mobimobilhochhaus, from the Architects R. Läubli and H. Zimmermann, at the Escher-Wyss-Platz in Zürich. This facade is conceived as an air collector in which the outer and inner shell are airtight. Air from outside streams through the base area into the air space between the facade. In the summer it streams upwards and away. In winter the warmed air in the south side is collected and blown from above into the cold north facade. The warm air cools off in the north facade and sinks downwards so that circulation effect occurs in the facades, in the main without additional energy.

The special advantage of this facade development is, that in addition to the Solar-collector effect, that absolutely no air moisture from the inner space enters the facade. The air in the double-shelled facade is dried through the energy provision of the sun, so that the usual ageing effects of double-shelled facades, as a result of the formation of condensation is avoided.

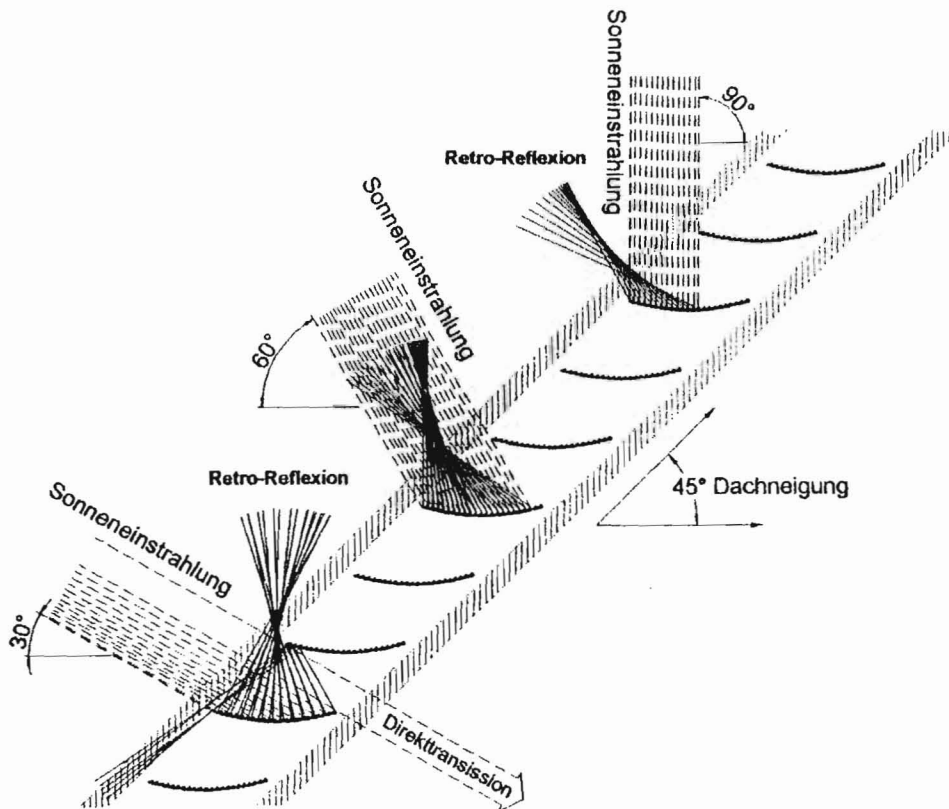
#### Summary

Summarised it is clear, that with the newly introduced Retro-slatted blinds that an exterior sun protection is no longer necessary, g values in the order of 0.13 with blinds in the flat position (transparency) and 60° sun transmission (high summer) can be achieved and that, behind a neutral coloured glass through the arrangement of blinds in the interior space



**Mobimo-Hochhaus, Zürich**  
**Retrotechnik in der dopp**  
**Fassade**  
**Fotos: Architekt R. Läubli**

**Mobimo-Skyscraper, Zürich**  
**Retrotechnology in the d**  
**façade**  
**Photos: Architect R. Läubli**



**Prinzip der Lichtausblendung im Dach**

Principle of light reduction in a roof

Literatur  
 1. Fuchs, Roman, 1998, Neue Oberflächen für die Tages- und beleuchtung. Viertes Symposi Lichttechnik in Gebäuden. S. 1; Kloster Banz 29./30.1.1998, Ostbayerische Technologie Tr Institut e.V. (OTTI), Regensburg  
 2. Hüppe-Baumann, 2001, Inn Tageslicht-Lamellen-Storen sele Licht. Nutzerorientierte Bürobe durch Baumann-Hüppe. Schwe Baublatt, Nr. 15, S. 40  
 3. Köster, Helmut, 2001, Tageslichtarchitektur mit optim Kühlverhalten. Retrotechnik gew maximale Durchsicht der Gebä Schweizer Baublatt, Nr. 15, S. 3  
 4. Köster, Helmut, Patent DE 19 C1 „Sonnenschutzanlage mit Sonnenschutzlamellen, die eine Oberseite aufweisen“  
 5. Köster, Helmut, EP 079376 „lamellae for guiding light-radiatio Prioritätsanmeldungen“  
 6. Köster, Helmut, EP 0029442 „Vorrichtung zur automatischen des Sonnenlichteinfalls“  
 7. Zimmermann, Heinz/Lauppi, F Architektonisches Konzept, Das Bürohochhaus Mobimo an der Hardturmstraße 3 in Zürich. Sch Baublatt, Nr. 15, S. 30-31



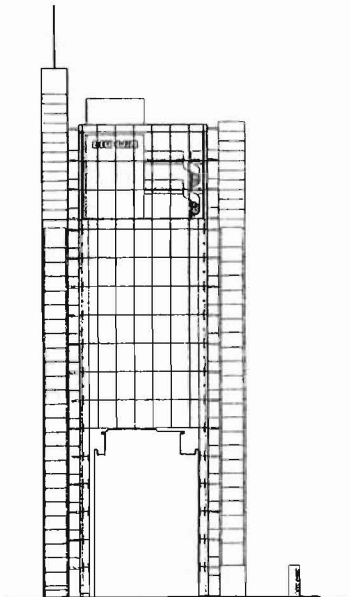


Die Erkennbarkeit der Aufstockung und die Schichtung der Fassaden sind die zentralen Gestaltungsmotive der Doppelfassade des Mobimo-Hochhauses.

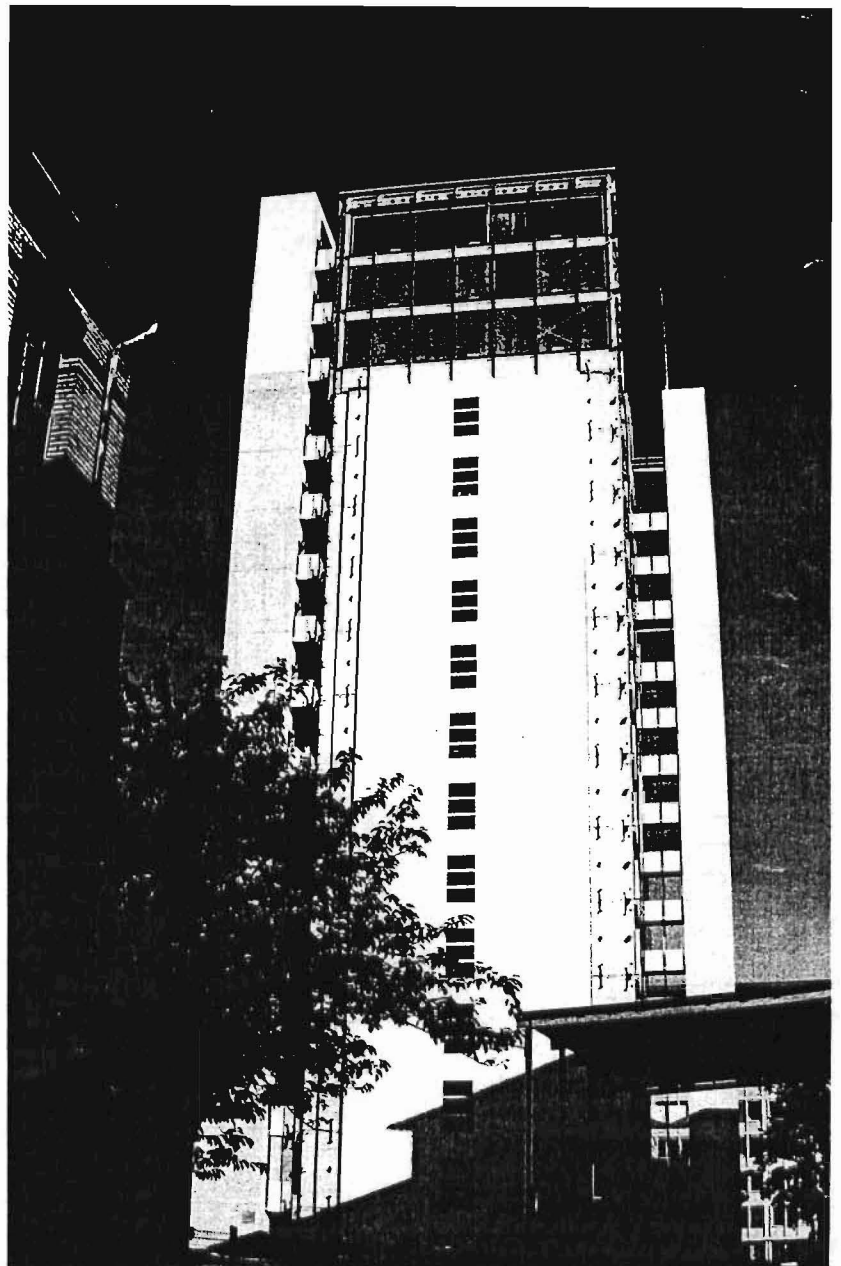
## Mobimo-Hochhaus in Zürich: Phönix aus der Asche

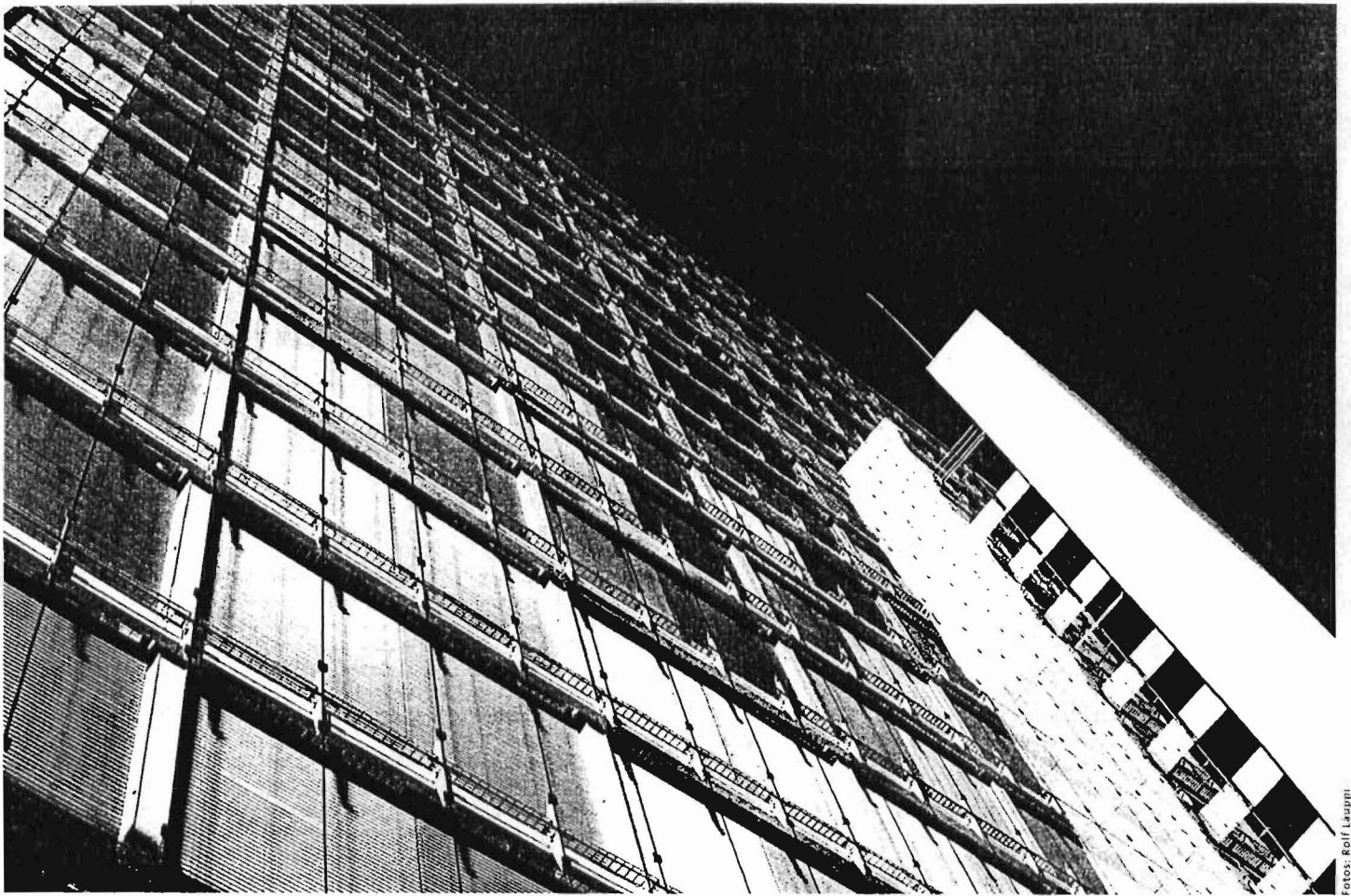
Dem Sanierungsprojekt in Zürich liegt eine architektonische Aufgabenstellung zu Grunde, deren Bedeutung für das Baugeschehen in Mitteleuropa gerade erwächst: Was macht man mit einem Hochhaus aus den 70er Jahren, das über einen klugen Grundriss verfügt, das man sinnvoll nutzen könnte, dessen Fassade und technische Gebäudeausrüstung aber energetisch und konstruktiv nicht mehr tragfähig sind – Abriss und Neubau oder Sanierung? Die Schweizer Planer, unter der Führung der Architekten Rolf Läubli und Heinz Zimmermann, realisierten eine „Totalsanierung“ mit Vorbildcharakter und verhalfen so dem Phönix zu seinem Aufstieg aus der Asche.

Die Westfassade mit Treppentürmen und Aufstockung.

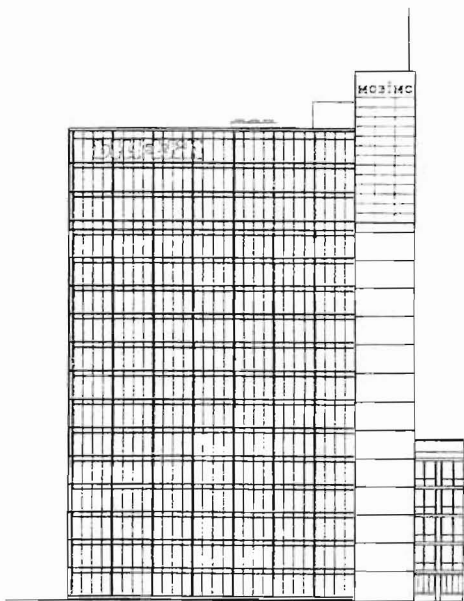


Ansicht von Osten

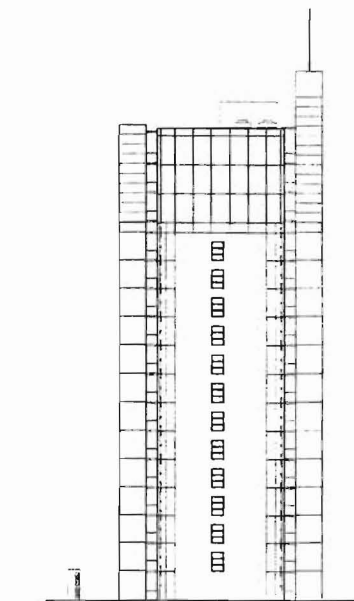




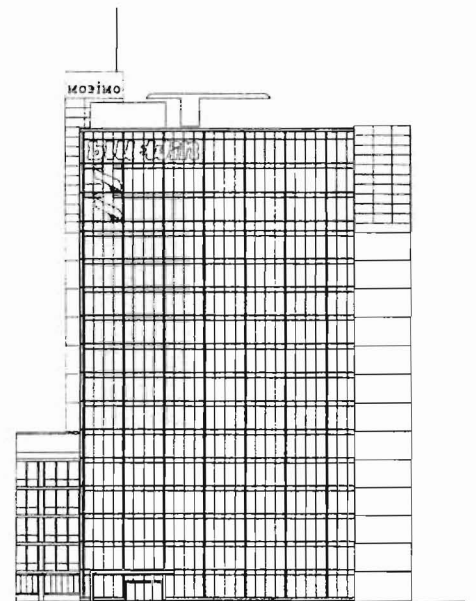
Fotos: Rolf Lauppi



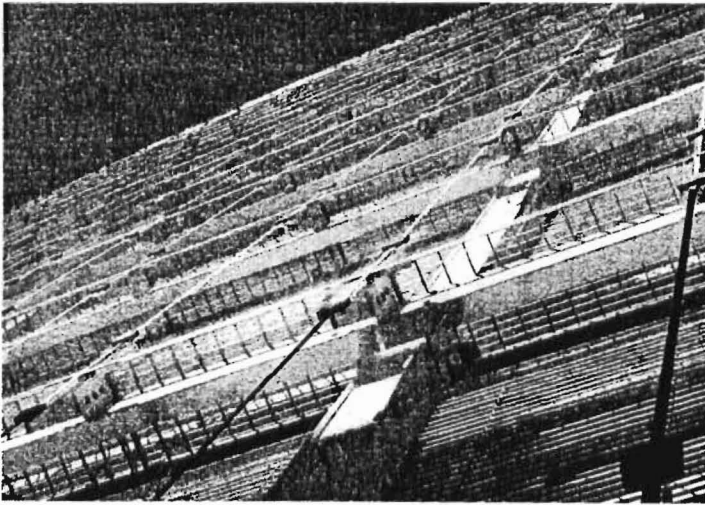
Ansicht von Süden



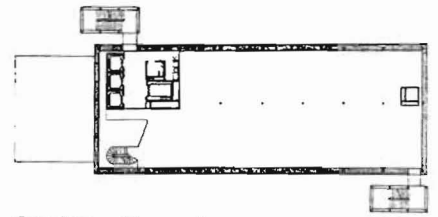
Ansicht von Westen



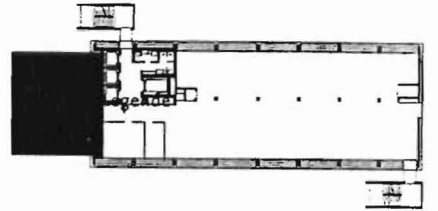
Ansicht von Norden



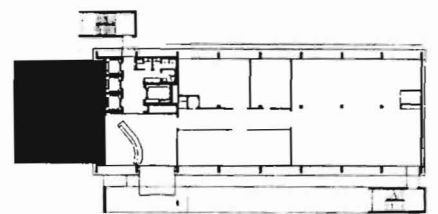
Die Detailansichten der Nord- und Südfassaden zeigen den hohen Grad der Transparenz der Doppelfassadenkonstruktion bei wechselnden Lichtverhältnissen.



Grundriss 13. Obergeschoss



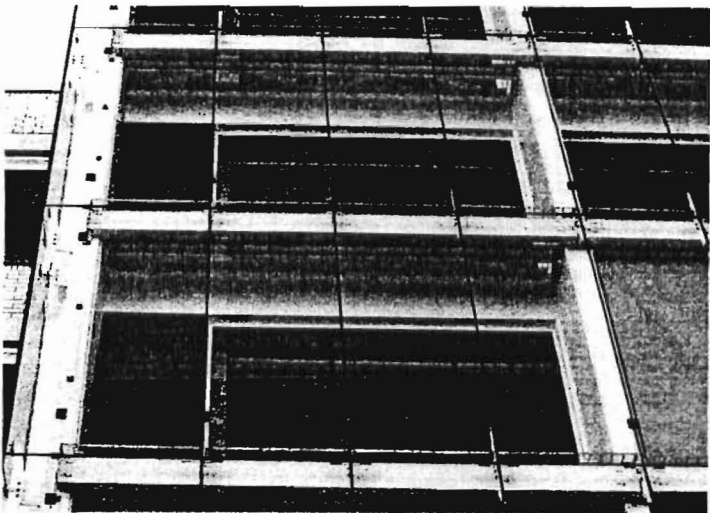
Grundriss 2. Obergeschoss



Grundriss Erdgeschoss



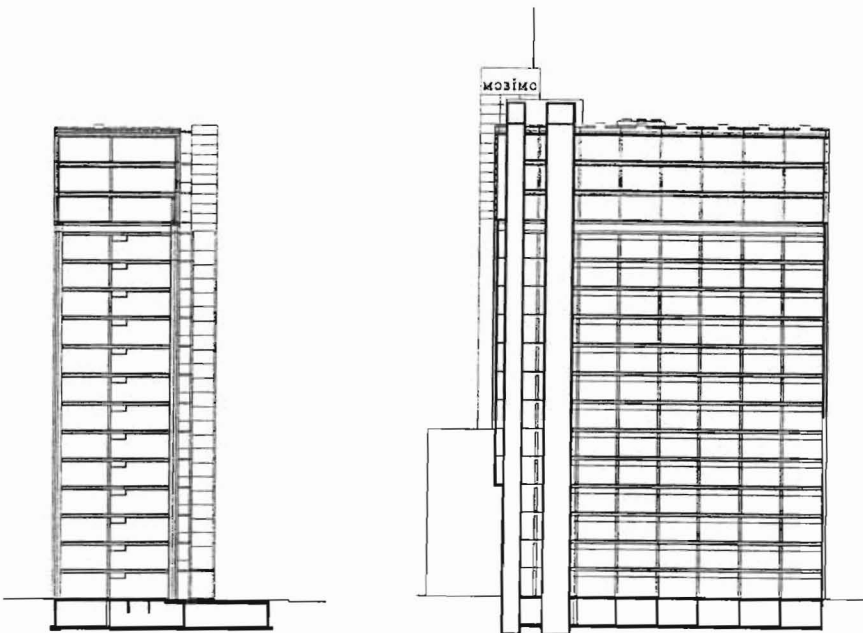
Grundriss Untergeschoss



Eckdetail Südfassade mit Stahlswert.

Unten: Ausschnitt Ansicht Westfassade im Anschlussbereich an den Treppenturm. Hier lässt die Eckverglasung die Schichtungen der Fassade sichtbar.

Fotos: Rolf Läubli



Querschnitt

Längsschnitt

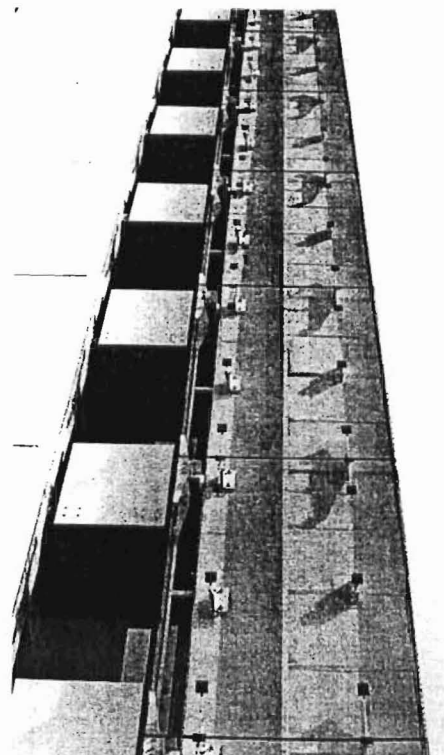




Foto: Stefan Kreisler, Zürich



Gebäudeansicht vor der Sanierung und Zustand der Stahlträger mit Korrosionsschäden.

Die Mobimo AG kaufte 1998 das ehemalige Konzernleitungsgebäude der Escher Wyss AG Zürich (heute Sulzer-Escher-Wyss) in der Absicht, das Gebäude einer Totalsanierung zu unterziehen und einer Neuvermietung zuzuführen.

Mit einem Wettbewerb unter drei Architekturteams im Sommer 1999 wurde die Arbeitsgemeinschaft Architekturbüro Rolf Läubli/Industriebau-Engineering AG (IE) von der Bauherrschaft ausgewählt und mit der Aufgabe betraut. Die Projektverantwortlichen Architekten Rolf Läubli und Heinz Zimmermann (IE) erreichten mit sehr kooperativen Behörden eine Baugenehmigung Ende Oktober 1999. Der Rückbau der alten Teile des Gebäudes und der Einbau der massiven Erdbeben- und Windverstärkungen dauerten bis Ende Januar 2000. Anfang Februar begann der eigentliche Neubau mit Aufstockung und Fassade. Bereits Mitte August wurde vom neuen Gesamtmietler Bluewin das 11. Obergeschoss bezogen. In den darauf folgenden Wochen folgte Etage für Etage. Zum Jahresende genossen schon rund 400 Mitarbeiter den neuen Arbeitsplatz an der Hardturmstrasse 3 in Zürich. Mittlerweile ist die Vollbelegung von 600 Arbeitsplätzen längst erreicht und die haustechnische Feineinstellung des Hochhauses weitestgehend abgeschlossen.

#### Das ehemalige Escher-Wyss-Hochhaus

Das bestehende Gebäude mit seinen zwölf Stockwerken, als Abschnitt oder Fragment einer großen Gebäudescheibe von den Architekten Farner & Grunder, Zürich, und den Ingenieuren Plüss & Meyer, Luzern, in den Jahren 1973/74 geplant und von der Ernst Göhner AG realisiert, wurde in der städtischen Umgebung zuletzt kaum wahrgenommen. Die Stahl-Betonstruktur, die große rechteckige Geschossfläche mit optimaler Raumtiefe, der sehr kompakte Kern und die beiden außenliegenden Nottreppentürme bildeten die Basis für eine erfolgversprechende Sanierung.

Im Rahmen dieses Artikels soll auf Aspekte rund um die Fassade eingegangen werden; was nicht heißen soll, dass andere Punkte weniger interessant wären! Für Interessierte kann dazu auf die Publikation *Bauen in Stahl*, der Schweizerischen Zentralstelle für Stahlbau, Nr. 7, 1974 verwiesen werden.

#### Die Fassade – Zustand vor der Sanierung

Die von innen an die Tragstruktur des Gebäudes angeschlagene ALSEC-50-Fassade mit außenliegenden Rafflamellen war in einem sehr schlechten Zustand. An verschie-

den Stellen drang Wasser in den Innenraum ein. Die Anschlüsse der Deckenträger und der Fassade an die Stahlkantenstützen waren arg in Mitleidenschaft gezogen worden. Was zusätzlich eine Totalsanierung der Fassade unabdingbar machte war der Umstand, dass die Holzverblockungen der Isoliergläser durch die Feuchtigkeit angefault waren. Dies führte zum Absacken der Gläser, zu seitlichen Beanspruchung der Gläser und damit in verschiedenen Fällen zu Undichtigkeiten der Randverbünde. Die Dampfdichtigkeit der Fassade war nicht mehr gewährleistet. Die weinroten Stahlfassadenbleche waren zum Teil rostig – eine Behandlung kam nicht mehr in Frage. Zusätzlich musste bei den Untersuchungen der Innenkonstruktion noch Asbestrückstände festgestellt werden. Diese konnten bei der Asbestsanierung des Gebäudes im Jahre 1995 nicht entfernt werden.

All diese Umstände sprachen nach einer sorgfältigen Schadensanalyse für eine Auswechslung der gesamten Fassade.

#### Die Ziele einer neuen Fassade

**Architektur:** Mit der Aufstockung des Gebäudes um drei Geschosse wurde formal von den Architekten eine neue Gesamterscheinung des Gebäudes gesucht. Mit einer geeigneten Fassade sollte der neu entstehende, in seinen Proportionen eindeutig verbesserte einfache Baukörper als Einheit erscheinen – die Struktur und Gliederung des Altbaus und die der Aufstockung ablesbar bleiben. Dies musste für alle Seiten des Baukörpers gelten.

Die Architekten vertraten zudem klar den Ansatz einer mehrschichtigen, auch mehrdeutigen Fassade – die heutige Gesellschaft ist für uns vielschichtig, facettenreich und erscheint immer klarer erfassbar; für ein heutiges Unternehmen wie Bluewin unabdingbar für den Erfolg. Eindimensionale, allenfalls zweidimensionale Fassadentypen waren nicht gefragt.

**Energie:** Mit einer neuen Fassade musste eine klare Verbesserung der Energiekennzahlen des Gebäudes erreicht werden. Dazu gehörten auch die Bereiche der durchlaufenden Deckenträger an die bestehenden außenliegenden Stahlkantenstützen.

**Sonnen-Blendschutz:** Der faszinierende Standort mit einer attraktiven Nahumgebung und einer herrlichen Fernsicht über Stadt und See bis hin zu den Alpen sollte frei sein von Sonnenschutzanlagen. Die Tageslichtausbeute

#### BAUHERR

Mobimo AG, Luzern

#### BAUMANAGEMENT

Mobimo Verwaltungs AG, Zollikon

#### ARCHITEKTEN

Rolf Läubli, Dipl.-Arch. ETH/HTL,  
Läubli Architect, Zürich  
Heinz Zimmermann, Dipl.-Arch. ETH/SIA,  
Industriebau Engineering AG, Zürich

#### GENERALPLANUNG

UND REALISATION  
Industriebau Engineering AG, Zürich

#### BAUINGENIEUR

Walt + Galmarini, Zürich

#### ENERGIEMANAGEMENT

FASSADENSIMULATION  
Delzer Kybernetik, D-Lörrach

#### FASSADENPLANUNG

UND AUSFÜHRUNG  
Felix Construction SA, Bussigny-près-  
Lausanne

#### HAUSTECHNIKINGENIEUR

Getec Zürich AG, Zürich

#### ELEKTROINGENIEUR

Mosimann & Partner AG, Zürich

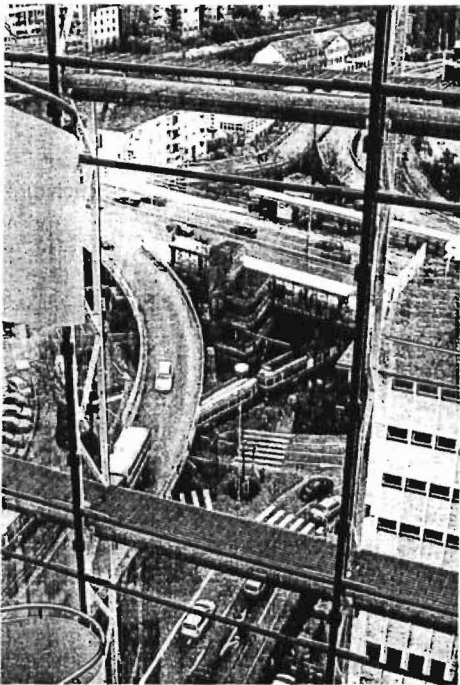
#### SONNENSCHUTZ

Lichtplanung Köster, D-Frankfurt

#### BAUPHYSIK

B. Heidt Bauphysik + Akustik, Zollikerberg





Fotos: Rolf Läubli

Ausblick aus dem Skyhall-Bereich auf den nahen Verkehrsknoten. Die freie Aussicht auf die Umgebung war ein wesentliches Thema bei der Entwicklung des Fassadenkonzeptes.

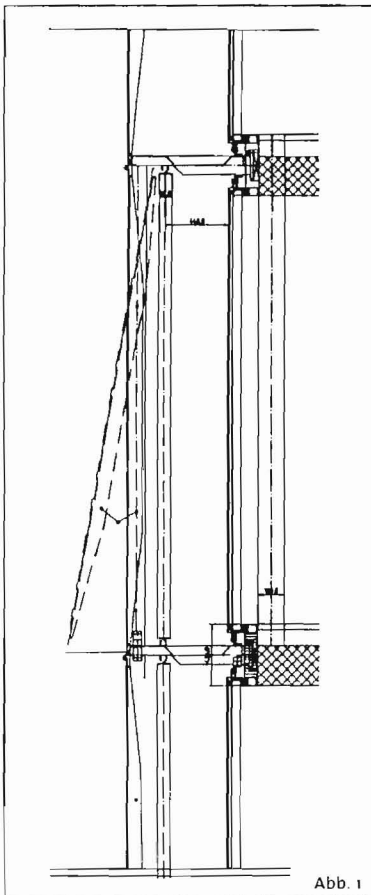


Abb. 1

Abb. 1: Vertikalschnitt Projektfassade Leonardo, Läubli/MEBATECH.

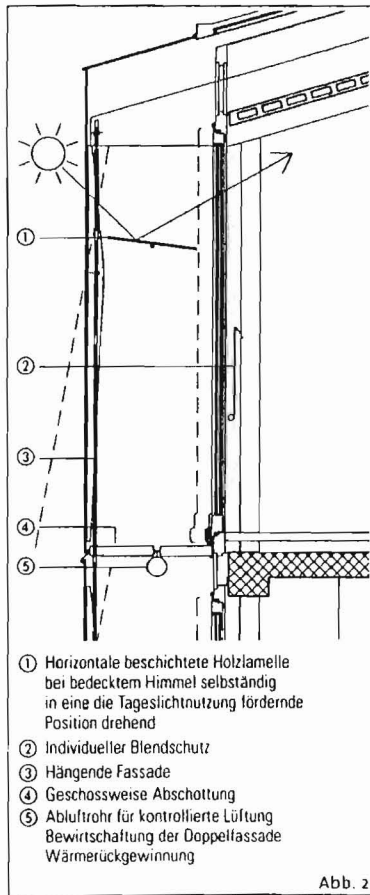


Abb. 2

Abb. 2: Vertikalschnitt Fassade Wettbewerb ÖZL, Arge Läubli/Zimmermann.

Abb. 3: Vertikalschnitt Fassade Mobimo, Vorgabe Ausschreibung, Arge Läubli/Zimmermann (IE).

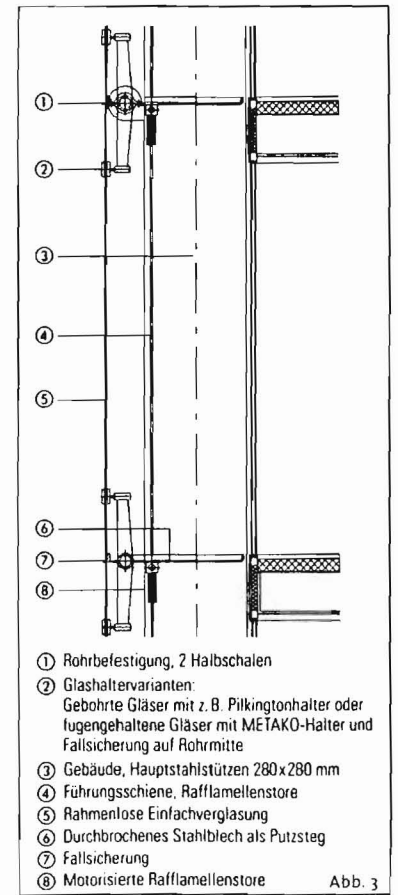


Abb. 3

- ① Horizontale beschichtete Holzlamelle bei bedecktem Himmel selbständig in eine die Tageslichtnutzung fördernde Position drehend
- ② Individueller Blendschutz
- ③ Hängende Fassade
- ④ Geschossweise Abschottung
- ⑤ Abluftrohr für kontrollierte Lüftung Bewirtschaftung der Doppelfassade Wärmerückgewinnung

- ① Rohrbefestigung, 2 Halbschalen
- ② Glashaltervarianten: Gebohrte Gläser mit z. B. Pilkingtonhalter oder lugengehaltene Gläser mit METAKO-Halter und Fallsicherung auf Rohrmitte
- ③ Gebäude, Hauptstahlstützen 280x280 mm
- ④ Führungsschiene, Rafflamellenstore
- ⑤ Rahmenlose Einfachverglasung
- ⑥ Durchbrochenes Stahlblech als Putzsteg
- ⑦ Fallsicherung
- ⑧ Motorisierte Rafflamellenstore



und der Blendschutz sollten so gut sein, dass eine künstliche Beleuchtung nur minimal eingesetzt werden muss.

*Gebäude-Büroraster:* Die Flächendisposition des Gebäudes ist optimal. Einzig der bestehende Fassadenraster sollte in die Nähe eines heute als optimal angesehenen Bürorasters gebracht werden.

*Lärmbelastung:* Die starke äußere Lärmbelastung auf das Gebäudes sollte durch eine geeignete Fassade reduziert werden.

*Kosten:* Die Bauherrschaft hatte von Anfang an klare Renditevorstellungen für das Objekt. Die Forderung nach einer kostenoptimalen Fassade musste angenommen werden.

### Die Entwicklungsgeschichte der realisierten zweischichtigen Fassade

Heute präsentiert sich das Hochhaus mit einer leicht lesbaren und verständlichen Fassade. Dahinter steckt aber eine mehrjährige intensive Auseinandersetzung mit den heutigen Anforderungen an eine Gebäudehülle.

Die Erfahrungen von Heinz Zimmermann in Bezug auf natürliche Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz am Gebäude des WWF-Zürich und die langjährigen Erfahrungen von Rolf Läubli in der Auseinandersetzung mit zweischichtigen Fassaden führten zu einer schon weit fortgeschrittenen Ausgangslage zur Planung der Fassade des Mobimo-Hochhauses. Ein kurzer Abriss dieser Entwicklung mag dies veranschaulichen.

Für das Bürogebäude Leonardo entwickelte Rolf Läubli 1994 eine zu öffnende, aufgehängte Fassade in Stahl. In einer späteren Entwicklungsphase wurde der Stahl der inneren Schicht durch Holz ersetzt (Abb. 1, linke Seite, Vertikalschnitt Projektfassade Leonardo, Läubli/MEBATECH).

Für den Wettbewerb zur Sanierung des Ökozentrums Langenbruck setzten die beiden Architekten diese Fassade als Lösungsansatz ein (Abb. 2, Vertikalschnitt Fassade Wettbewerb ÖZL, ARGE Läubli/Zimmermann). Als Sonnenschutz sollten dabei horizontale Großlamellen aus Holz zum Einsatz kommen. Die Entwicklungen wurden in Richtung eines natürlich belüfteten Bürogebäudes vorangetrieben. Mit den sehr wichtigen Untersuchungen zum Fassadenvorschlag für das ÖZL wies der beratende Kybernetiker Delzer nach, dass die zweischichtige Fassade ihr Potenzial erst bei einem geschlossenen und belüfteten Gebäude voll

entfalten konnte. Mit dieser Erfahrung entwickelte Rolf Läubli die Fassade seines Projektes Leonardo weiter zu einer geschlossenen Fassade. Die geschlossene und klimatisch bewirtschaftete Fassade konnte massiv vereinfacht werden. Die Holzrahmen der inneren Schicht entfielen zu Gunsten einer voll verglasten Fassade. Die nur oben und unten gehaltenen Gläser werden gestoßen, die Fugen durch Gummiprofile abgedichtet. Diese Entwicklung – über sechs Jahre – führte zu den Formulierungen für eine funktionale Ausschreibung der Fassade für das Hochhaus am Escher-Wyss-Platz (Abb. 3, Vertikalschnitt Fassade Mobimo, Vorgabe Ausschreibung, ARGE Läubli/Zimmermann, IE).

Schon im Laufe der Ausschreibung konnte das Entwicklungsteam Sonnenschutz, Architekt Zimmermann (IE) und Köster Lichtplanung, Frankfurt, mit ersten Ideen für einen neuartigen Sonnenschutz auf der Südseite aufwarten. Die vorgeschlagene Lösung wurde durch die eingehenden Simulationen von Delzer Kybernetik verifiziert. Felix Construction SA aus Lausanne konnte die von den Architekten formulierten Gedanken und Vorstellungen und die von der Bauherrschaft gestellten finanziellen „Leitplanken“ am besten aufnehmen und umsetzen. Dabei halfen dem Unternehmen seine Erfahrungen bei der Planung und Realisierung innovativer Fassadenprojekte im Großraum London (vergl. Fassade Welcome Glaxo).

### Was haben wir gebaut, was haben wir erreicht?

*Architektur:* Mit dem Ansatz einer zweischichtigen Fassade sind wir der Meinung, allen Erfordernissen optimal Rechnung getragen zu haben. Die äußere Schicht als Glashaut erfüllt den formalen Anspruch, den Baukörper zu einem klaren Kubus zusammengefasst zu haben. Die Fernwirkung stellt dabei den wichtigsten Punkt dar. Die verschiedenen Lichtverhältnisse lassen die Form verschieden solid erscheinen. Zusätzlich erlaubt das Klarglas aber auch eine nahezu ungehinderte Sicht auf die unverkleidete Struktur dahinter und darüber. An der Ost- und Westfassade und an den Ecken lassen sich die verschiedenen Schichtungen von Struktur, Dämmung und Befestigung der Gläser ablesen. Immer haben sich aber die Teile dem Ganzen unterzuordnen.

*Energie:* Allen Beteiligten war von Anfang an klar, dass einer der entscheidenden Punkte bei den Betrachtungen der Energiehaushalt des Gebäudes sein wird. Mit dem

Verständnis einer innovativen Bauherrschaft konnten wir an die Realisierung einer Energie und Facility Management (FM) optimierten Fassadenlösung gehen. Die Fassade bildet das Rückgrat für die Gebäudetechnik.

Mit unzähligen Simulationen von Delzer Kybernetik wurden verschiedene Auslegungen und Materialisierungen der Fassade und deren Auswirkungen auf den Gesamtenergiehaushalt des Gebäudes untersucht. Die heute gewählten Konstruktionen und Materialien stellen das Optimum der verschiedenen Anforderungen dar. Der Sonnenschutz auf der Südseite ist in diesem Lichte zu sehen.

*Gebäude-Büroraster:* Mit einer Viertelung des gegebenen Strukturrasters von 5,12 Meter haben wir den Gebäuderaster auf 1,28 Meter festgelegt und damit sehr nahe an den Zielwert von 1,35 Meter gebracht. Diese Optimierung bestätigt sich heute in der großen Flexibilität beim Büroausbau.

*Lärmbelastung:* Die hohe, nahezu rund um die Uhr durch den Straßenverkehr hervorgerufene äußere Lärmbelastung auf das Gebäude wird durch die zweischichtige, geschlossene Fassade sehr gut abgeschirmt. Die Schallschutzwerte von 41 dB führen dazu, dass die inneren Geräusche viel deutlicher wahrgenommen werden. Die inneren Akustikmaßnahmen mussten von daher sehr sorgfältig bearbeitet werden.

### Fassadenaufbau

Grundsätzlich haben wir es mit sechs verschiedenen Fassadentypen an dem Gebäude zu tun – alle weisen eine formale und technische Verwandtschaft zueinander auf. Die zwei wichtigsten Aspekte sind dabei die Einordnung der Teilfassaden in den Gesamteindruck und die Wahrnehmung von Schichten.

*Nord- und Südfassade:* Grundsätzlich sind die zwei Hauptfassaden vom Aufbau her identisch. Der Abstand der äußeren und der inneren Schicht variiert einzig zwischen Altbau (110 cm) und neuer Aufstockung (70 cm). In der Aufstockung stehen die Rundstützen frei zwischen den Schichten. Der Lastabtrag erfolgt über geschossdeckenhohe, zwischen die Stützen gespannte Paneele in Stahl und Aluminium. Durch die Nachrüstung des Gebäudes mit Vollsprinklerschutz mit Sprinklerkopfverdichtung im Fassadenbereich konnte auf die normalerweise übliche Feuerübertragungshöhe des Brüstungselementes verzichtet werden. Die Dämmung im Paneel

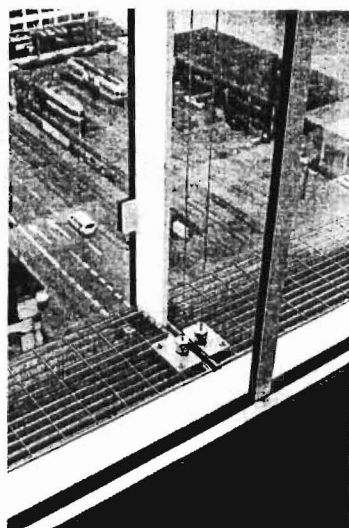
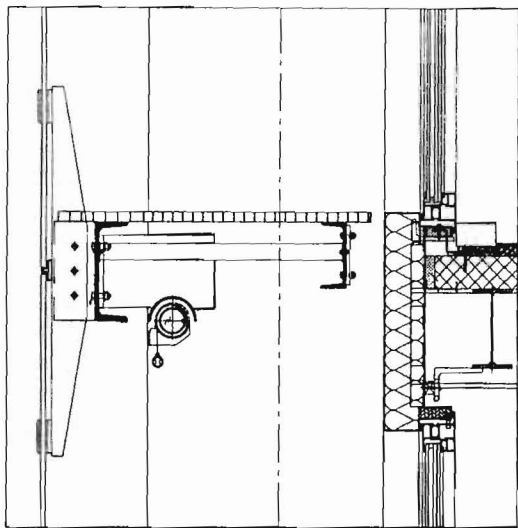


Foto: L&PPH

hat ein Raumgewicht von mindestens  $80 \text{ kg/m}^3$  und erfüllt die Feuerwiderstandsklasse F 60. Die innere Schicht besteht pro Feld aus vier Isoliergläsern, raumhoch, freigespannt und gestoßen. Folgende Glasqualitäten kamen zum Einsatz: außen 8 mm M Plus Super, Zwischenraum 15 mm mit Argonfüllung, innen VSG 10/10/3. Die äußere Schicht besteht aus geschosshohen ESG-Klargläsern ( $350 \times 128 \text{ cm}$ ) von 15 mm Stärke. Die Gewichte von vier Gläsern und die großen Windlasten werden durch einen nach innen offenen IPE-Stahlträger geschosswise auf die Kasten- oder die Rundstützen abgetragen. Die einzelnen Gläser sind durch Punkthalter in den Fugen viermal gehalten. Die Fugen sind mit Silikon gedichtet. Dazwischenliegende verzinkte Gitterroste dienen der Aussteifung und erlauben ein problemloses Begehen der Fassade für Reinigungs- und Wartungszwecke (Abb. 4, Vertikalschnitt Fassade Phoenix, Felix construction SA).

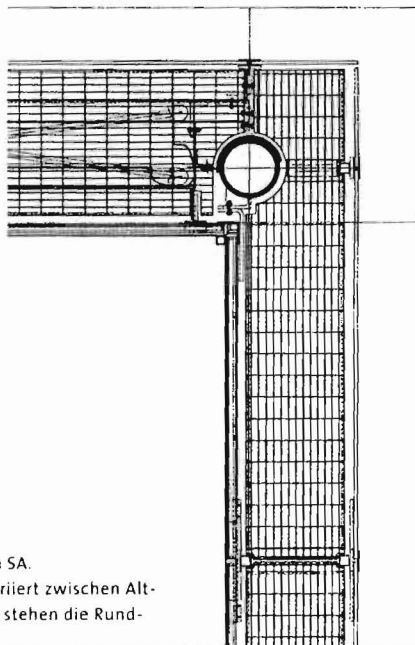
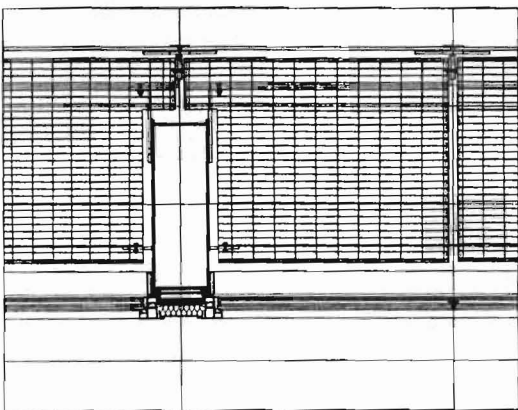
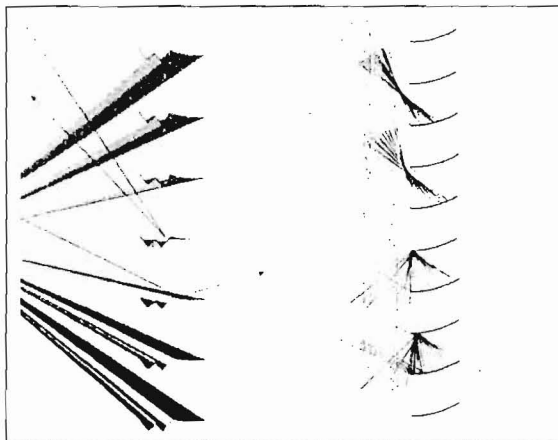


Abb. 4, oben: Vertikalschnitt Fassade Mobimo, Felix construction SA.  
Grundrisse: Der Abstand der äußeren und der inneren Schicht variiert zwischen Altbau (110 cm) und neuer Aufstockung (70 cm). In der Aufstockung stehen die Rundstützen frei zwischen den Schichten.

*Sonnen- und Blendschutz in Süd- und Nordfassade:* Der bewegliche Sonnenschutz liegt wettergeschützt zwischen der äußeren und der inneren Glasschicht. Die Lage der Sonnenschutzelemente an der äußeren Schicht dient der thermischen Optimierung der Luftschichtung in der Fassade. Auf der Nordseite übernimmt eine nur durch Drahtseile geführte Stoffvertikalmarkise den Blendschutz und den Schutz vor der diffusen Strahlung. Die Dichte des Gewebes ist so gewählt, dass ein Optimum an Durchsicht und Schutz vor Wärmeeintrag gewährleistet wird. Der Sonnenschutz in der Südfassade ist eine Weltneuheit. Das Ziel der Architekten bestand immer darin, auch an einem Tag mit voller Sonneneinstrahlung, über das ganze Jahr gesehen, einen hervorragenden Schutz vor Wärmeeintrag und einen möglichst ungehinderten Ausblick „unter einen Hut zu bringen“.

Ich denke es ist gelungen. Mit einer bekannten Rafflamellentechnik, jedoch neuartigen, mit nach oben gebogenen Retrolamellen mit Sägezahnmuster wurde ein zentrales Element der Fassade zur Reduktion des Kühlbedarfs geschaffen. Dem Team mit Lichtplaner Köster, Architekt Zimmermann (IE), Kybernetiker Delzer, der Lieferfirma (Hüppeform) und weiterer Beteiligter ist es gelungen, eine absolute Neuheit zum Serienprodukt zu entwickeln.

Zwei Beispiele für die Retroreflexion von Köster, für den Phönix wurde die linke Lamellenvariante gewählt.



*Generelles zu den beiden Stirnfassaden:*

Die beiden Stirnfassaden haben im bestehenden Baukörper statisch aussteifende Funktionen. Sie bestehen aus armierten Ortbe-

tonscheiben. Bei den „Eckstützen“ aus Stahl handelt es sich in Realität um die Enden der Betonscheiben mit einer den übrigen, reellen Kastenstützen angeglichene Stahlverkleidung.

*Ostfassade:* In der vorgefundenen Fassade bestand die Herausforderung darin, die bestehenden Aussparungen und Versätze sowie den Anschluss an das bestehende und unter Schutz stehende Bürogebäude aus den 50er Jahren zu finden. Die im ursprünglichen Gesamtkonzept der Scheibe vorgesehene Verlängerung des Baukörpers gegen den Escher-Wyssplatz hin, führte zum „überbauen“ dieses Baukörpers um etwa 1,3 Meter.

Von der Bauherrschaft und dem Mieter Bluewin wurde eine Fassadenlösung gefordert, die eine Nutzung als Werbefläche möglich macht. Es wurde eine Lösung angestrebt, die den verschiedenen Wünschen Rechnung zu tragen hat.

Auf die bestehende Betonwand wurde eine Mineralwolldämmung mit Stoffkaschierung von 20 Zentimetern aufgebracht. Als Träger für die 15 mm starken ESG-Gläser wurde ein von den Hauptfassaden abgewandeltes System verwendet. Die Befestigung der Gläser erfolgt über Punkthalter. Der Zwischenraum zwischen Stahlverkleidung und Beton bei den angesprochenen „Stahlstützen“ der bestehenden Struktur wurden mit Dämmmaterial ausgefüllt. Die Oberfläche wurde mit dem geforderten F-60-Anstrich versehen und kann heute in ihrer ursprünglichen Form wahrgenommen werden.

Die stadtseitige Fassade der Skyhall von drei Geschossen ist aufgehängt, ebenfalls zweischichtig und begehbar ausgeführt. Im großen Fenster (Blue window) zur Stadt übernimmt eine Stoffmarkise den morgendlichen Sonnenschutz vor der aufsteigenden Sonne. Die entstehende Wärme wird wie bei den Hauptfassaden über den Dachraum abgeführt.

*Westfassade:* Die Eckgestaltung und der Aufbau der bestehenden Westfassade gehorcht in weiten Teilen den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie die Ostfassade. Einzig in der Mittelzone werden die Gläser durch horizontale Aluminiumprofile von 17,5 Zentimetern Breite ersetzt. Die bereits vorhandenen Fenster werden in einer System-Fensterprofilkonstruktion ausgeführt. Die Funktion als RWA übernehmen zwei angesteuerte Kippfenster in der dreigeteilten Öffnung. Die Fassade in der Aufstockung ist begehbar zweischichtig aufgebaut. Die äußere Fassade ist über drei Geschosse hängend.

*Sonnen- und Blendschutz in der Westfassade:* Dem sehr großen Wärmeeintrag und der tiefliegenden Abendsonne wird eine Vertikalstoffmarkise gerecht.

*Aufstockung der Nottreppentürme:* Die zwei markanten Elemente in der Südost- und Nordwestecke des Gebäudes in Stahlbeton sind mit Stahlstrukturen aufgestockt worden. Eine flächenbündige, glatte und geschlossene Alucobond-Blechverkleidung unterstreicht Kubenkomposition.

*Toleranzen:* Ein sehr wichtiger und zeitraubender Teil unserer Arbeit bestand darin, mit den verschiedenen Unterkonstruktionen des Gebäudes zurechtzukommen. Der wichtigste Punkt dabei war sicher der Umstand, dass wir es sowohl beim Altbau als auch bei der Aufstockung mit einem Stahlbau zu tun haben. Kopfzerbrechen bereiteten uns die Wechsel von Stahlkastenstützen und Endscheiben in Beton und auf der Südseite die Kernzone im Altbau. Der Wechsel zur Aufstockung wurde zu einer „Knacknuss“.

Zusätzlich zu den im thermischen Bereich mit verschiedenen Längenausdehnungen liegenden Problemen kamen die durch die großen Windkräfte auftretenden Verformungen der Stahlstruktur. Es würde den Rahmen dieses Berichtes vollkommen sprengen auf all die Maßnahmen im Detail einzugehen. Eines steht jedoch fest: die Ausführung einer Ganzglasfassade unter den gegebenen Bedingungen geht ganz klar ans Limit des Machbaren.

*Wertbeständigkeit der Fassade:* Die Werterhaltung der verwendeten Materialien der Fassade haben die Planung maßgeblich beeinflusst. Die Materialien wurden sparsam und den an sie gestellten Anforderungen entsprechend eingesetzt. Es wurde im Rahmen von intensiven Facility Management Betrachtungen großer Wert darauf gelegt, die Fassaden mit möglichst einfachen Mitteln in einem einwandfreien Zustand zu halten. So können, durch die begehbare Zweischichtigkeit ohne große Gerüstung, Servicearbeiten an Storen, Reinigungen, Auswechslung von Sensoren und so weiter vorgenommen werden. Die profillosen Verglasungen lassen eine einfache Reinigung der Gläser, sowohl beim Innen- wie beim Außenraum zu.

### **Logistik am Hochhaus – ein unterschätzter Punkt**

Bei der Planung der Fassade, den Terminplan im Hinterkopf, wurde sehr großer Wert auf eine möglichst weitgehende Fertigung der Fassade beim Hersteller gelegt. Die Montagezeiten am Bau sollte unter allen Umständen auf ein Minimum reduziert werden. Die Ziele konnten in der Planung erreicht werden. Sämtliche Möglichkeiten der zweischichtigen Fassade wurden ausgeschöpft.

Was jedoch erhebliche Schwierigkeiten mit sich brachte, war die Logistik. Die innerstädtische Baustelle an der Hardturmstraße mit ihrer Lage an einer der wichtigsten Verkehrsachsen der Stadt, ihrer Erschließung und der enge Lagerplatz führten zu großen Problemen. Die großen Mengen an Glas, Paneelen und Trägern waren nur mit einer generalstabmäßigen Organisation von Seiten Bauleitung der Industriebau Engineering AG zu handhaben. Just-in-time Anlieferung war angesagt. Zum Glück konnten große Teile der Innenfassade (Glas) direkt auf den Geschossen deponiert werden. Zum Teil wurden bis spät in die Nacht hinein Teile in den Bau gebracht, um die drei Fassadenlifte für Personen- und Materialtransporte und den Baukran für Montagearbeiten tagsüber frei zu halten.

### **Fazit**

Die bis heute vorliegenden Daten aus technischer und energetischer Sicht, sowie die Empfindungen der Benutzer bestätigen in quantitativen und qualitativen Größenordnungen unsere Simulationen und unsere Vorstellungen.

*Dieser Beitrag entstand in enger Kooperation mit FASSADE, der schweizerischen Fachzeitschrift für Fenster- und Fassadentechnik.*

Gebäudehüllen haben heute vielfältige Aufgaben, neben der Schutzfunktion vor dem Wetter ist die Tageslichtversorgung, die Heizung und die Kühlung mit zu berücksichtigen.

Dabei hat die Gebäudehülle/Doppelfassade die Aufgabe die Bedingungen so zu konditionieren (Umweltenergie für den Benutzer zu nutzen), dass im Gebäude selbst mit minimalem Eingriff optimale Bedingungen bei minimalen Kosten erreicht werden.

Doppelfassaden haben weiter den Vorteil, dass neben der Pufferzone in der Fassade auch die dort integrierte Technik vor Wind und Wetter geschützt ist. Die hohen Kosten der Doppelfassaden können so durch Zusatzfunktionen zur wirtschaftlichen Investition werden.

Doppelfassaden führen ein Eigenleben. Die transparente Außenhülle lässt Sonnenenergie herein und kann als Tageslicht und für die Heizung genutzt werden. Im Kühlfall ist dieses Gratisangebot lästig, aber die Sonnenenergie ganz auszuschalten/auszublenden ist auch nicht sinnvoll, da mit Kunstlicht der Wärmeeintrag bei gleicher Helligkeit in den Räumen höher ist als mit Tageslicht und auch das Auge wird bei geschlossenem Sonnenschutz um einen schönen freien Blick gebracht. Der zum Teil schlechte Ruf der Doppelfassade ist in den meisten Fällen durch fehlende Planung entstanden.

Somit ist die Basis für die Beurteilung von Doppelfassaden je nach Blickwinkel oder selbst gemachten Erfahrungen sehr unterschiedlich. Von heller Begeisterung bis zur totalen Ablehnung ist alles zu finden. Der Autor hat selbst ein Gebäude mit einer Doppelfassade als Luftkollektor und gekoppelter Hypokaustenheizung entwickelt. Er nutzt es als Wohn- und Bürogebäude seit 13 Jahren. Für diese anspruchsvolle Aufgabe wurde das Simulationsprogramm DK-Solar entwickelt und validiert. Der Sprung zu einer Gebäudegröße wie bei dem Mobimo-Hochhaus war auf der Basis der so gewonnenen Erfahrungen deshalb etwas einfacher.

Heute wissen wir, dass kreative Leistung und Effizienz stark vom Wohlbefinden der Mitarbeiter abhängig sind, deshalb sollen architektonische und technische Lösungen die Aufenthaltsbedingung für den Menschen möglichst gut erfüllen.

Da das Wetter ständig wechselt muss die Doppelfassade ebenso flexibel auf die unterschiedlichen

Umweltbedingungen und auch auf die unterschiedlichen Anforderungen im Gebäude reagieren. Ohne intelligente Regelung ist so eine flexible Lösung nicht realisierbar.

Trotzdem, ein Freibrief für komplizierte und störanfällige und gleichzeitig teure Technik ist das nicht. Es muss immer das Ziel sein, stabile Lösungen zu entwickeln. Deshalb sollte eine Hybridtechnologie gesucht werden, die möglichst viele der gewünschten Funktionen schon passiv erfüllt und die aktiven Systeme nur noch die Restoptimierung übernehmen. Diese theoretische Überlegung wird zum Glück durch die wechselnde Bahn der Sonne im Winter, im Sommer und in den Übergangszeiten unterstützt. Der hohe Sonnenstand der Sonne im Sommer und der flache im Winter kann für eine erste Optimierung mit passiven Mitteln genutzt werden.

Damit die passiven Methoden auch richtig zum tragen kommen, sind bei dieser Optimierungsarbeit dynamische Simulationstechniken notwendig, um die Wirksamkeit und die Kosten-/Nutzen-Betrachtungen möglichst realistisch durchzuführen.

Dass die technischen Voraussetzungen verfügbar sind, ist ein wichtiger Punkt. Wichtiger jedoch ist die Bereitschaft bei Architekten und Bauherren neue Wege zu gehen. Mit den Architekten Läuپی und Zimmermann sowie der Firma MOBIMO waren ideale Bedingungen gegeben. Neue Wege zu gehen bedeutet, die eigene Arbeit und die der Partner konstruktiv kritisch zu betrachten und im Team nach Lösungen zu suchen.

#### Dynamische Simulationsprogramme

Die Wechselwirkung von Doppelfassade, Büros und auch die eingesetzte Technologie und vor allem die Regelungstechnik mit dem Nutzerverhalten sind wichtige Einflussgrößen auf das Optimierungsergebnis und müssen deshalb mit berücksichtigt werden. Dabei wird für die Gesamtoptimierung der ideale Benutzer angenommen, während für die reale Verbrauchsabschätzung möglichst der reale Benutzer als Randbedingung eingegeben werden muss. Dabei ist natürlich allein schon die Frage, was ist ein realer Benutzer, nicht wirklich beantwortbar. Wir hoffen, dass mit der Zeit der reale Benutzer sich immer mehr dem idealen Nutzerverhalten nähern wird, damit das Potenzial des optimierten Gebäudes auch voll genutzt wird. Der

ideale Benutzer ist einfacher zu definieren. Die Antwort ist jedoch immer vom Stand unserer Erkenntnisse abhängig, das heißt: Der ideale Benutzer/Bewohner handelt nach dem Stand des aktuellen Wissens optimal, um die gewünschte Behaglichkeit bei minimalem Energiebedarf zu erreichen.

Beispiel: Der 3-Liter-Lupo von VW verbraucht bei idealer Nutzung den Zielwert, im realen Einsatz liegt der Wert höher. Der engagierte Fahrer fragt sich, wo die Ursachen für die Abweichung liegen und kann, wenn er will, sein praktisches Verhalten so optimieren, bis der erreichbare Zielwert 3 Liter auf 100 km auch im Praxisbetrieb erreichbar ist.

Analog gilt diese Betrachtung auch für Gebäude. Die dynamische Simulation liefert den erreichbaren Zielwert für den Verbrauch bei idealem Nutzerverhalten. Der Nutzer kann seinen Verbrauch als Vergleich sehen und entsprechend lernen und handeln.

Damit das Lernen nicht zu intensiv ausfallen muss, sollte die Doppelfassade möglichst gute Bedingungen für den Benutzer/Bewohner liefern. Die nebenstehende Tabelle soll für einen Teilbereich den Zusammenhang veranschaulichen, der mittels dynamischer Simulation für das Mobimo-Hochhaus ermittelt wurde.

Die Zusammenhänge in der Tabelle sind klar erkennbar. Im Vergleich zur Referenzvariante wird der Lichtenergiebedarf mit der Kunstlichtregelung und mit dem Lichtlenksystem in der Fassade kleiner. Gleichzeitig wird die maximal erforderliche Kühlleistung von 261 kW auf 195 kW reduziert. Der Kühlenergiebedarf wird von 75 000 kWh/Jahr auf 29 000 kWh/Jahr reduziert.

Da die reduzierte Beleuchtung nicht mehr soviel Wärme abgibt, steigt jedoch der Heizenergiebedarf um etwa 14 000 kWh/Jahr. Da Wärme deutlich günstiger bereitgestellt werden kann als Kälte und Strom und die Einsparung auch in Kilowattstunden bei Kälte und Strom deutlich größer ist, liegt der Einsparereffekt bei mehr als 30 Prozent bei den laufenden Kosten für Heizung, Kühlung und Beleuchtung.

Bei den Lichtlenksystemen sind vom Lichtplaner Köster neue Systeme mit Retroreflexion entwickelt worden. Hier wird das Licht möglichst in Richtung Sonne zurückreflektiert, sodass nur minimale Störungen durch Reflexionen auftreten und der freie Blick nach draußen erhalten bleibt.

Das Prinzip der von Köster ent-

wickelten Mikroreflektoren ist eine mikroprismenstrukturierte Oberfläche, die ähnlich einem Fresnellischen Spiegel ausgebildet ist. Durch die Mikrostrukturierung wird die Retroreflexion bei flacher Lamellenstellung erreicht, sodass auch im Sommer die Jalousie immer in einer offenen Position durchsichtig bleibt. Dies erhöht nicht nur das Wohlbefinden der Nutzer, denen auch bei aktivem Sonnenschutz der Blick auf das wunderbare Alpenpanorama unverwehrt bleibt, es erlaubt gleichzeitig eine sehr gute diffuse Raumausleuchtung! Messungen zeigen, dass sogar bei Innenanordnung hinter einer farbneutralen Sonnenschutzverglasung mit diesen Jalousien bei 60° Sonneneinfall und Horizontalpositionierung der Lamellen g-Werte von 0,13 für die Direkt einstrahlung realisierbar sind.

Obwohl die Retroreflexion eine wirkungsvolle Methode ist, die überschüssige Energie im Sommer außerhalb des Gebäudes/Doppelfassade mit hohem Wirkungsgrad zu halten, wird es in der Doppelfassade des Hochhauses warm. Als einfaches System zur Kühlung der Doppelfassade wird der natürliche Auftrieb in der Doppelfassade durch die wärmere Luft genutzt. Mit Klappen im Fußbereich der Fassade und auf dem Dach kann sie natürlich belüftet werden.

Im Winter wird die Doppelfassade möglichst warm gehalten, und die warme Luft wird über einen Kanal im Dachbereich in die Nordfassade transportiert.

#### Energie- und Gebäudemanagement/Regelungstechnik

Wie oben erwähnt, sind die konzeptionellen Vorüberlegungen eine wichtige Voraussetzung für ein einfaches und robustes Regelungskonzept. Wie bei der Beleuchtung aufgezeigt, sind die Wechselwirkungen zwischen Doppelfassade und Büros deutlich gegeben. Zum Beispiel sollte die Fassade klar in Funktion der Nutzung der Büros geregelt werden. Sind die Büros genutzt und es soll gekühlt werden, ist es sinnvoll, die Lamelle auf volle Abschattung einzustellen. Für den Heizfall des Büros gilt genau das Gegenteil, die Lamelle kann voll hochgefahren werden, um den maximalen Solargewinn zu nutzen.

Damit die Regelung nicht zu hektisch reagiert, sind persönliche Empfehlungen der Büronutzer mit zu berücksichtigen.

Ein so vernetztes Regelungssystem ist zur Zeit im Bereich der Haustechnik nicht kostengünstig verfü-



bar. Es bot sich an, eine Entwicklung für die Automobilindustrie, ein kostengünstiges Microcontroller-Steuergerät mit einer effizienten Programmierumgebung für Testfahrzeuge, zu nutzen. Die hohe Flexibilität der Hardware und die einfache Programmierung über eine graphische Simulationsumgebung mit Simulink unter MATLAB sind eine sehr gute Basis, da viele Experten mit Programmiererfahrungen auf diesem Gebiet zur Verfügung stehen.

Mit den flexiblen Schnittstellen am Steuergerät konnten einfache Konzepte realisiert werden. Die Lösungen waren einfach, kostengünstig und platzsparend.

Die Programmierung mit Simulink ist einfach und schnell. Das die Software gleichzeitig gut dokumentiert und von technisch versierten Personen leicht nachvollziehbar ist, ist ein weiterer Vorteil für die Wartung und den langfristigen Betrieb der Anlage.

Im Sinne von robusten Systemen sind pro Geschoss zwei Steuergeräte eingesetzt, welche jeweils für die Süd- oder Nordseite die vollständige Regelung für die Heizung, Kühlung, Lüftung, Lichtregelung in den jeweiligen Zonen und die Lamellenregelung in der Doppelfassade übernehmen. Diese Regler sind direkt mit den Sensoren und Stellern gekoppelt und deshalb autark funktionsfähig. Diese Lösung der Gesamtregelung für die Süd- und Nordseite bringt den Vorteil einer großen Kosteneinsparung durch geringe Investitionskosten bei den Komponenten und geringe Betriebskosten. Zum Beispiel wird der Bewegungsmelder für die Beleuchtung gleichzeitig für die Lüftung und die Fassadenregelung genutzt.

Ein CAN-Bus vernetzt alle Microcontroller. Der Datenaustausch wird auf das notwendige Maß reduziert, sodass noch große Reserven beim CAN-Bus vorhanden sind.

Die Grundstrategie beim Entwurf war, die Regelung muss auch ohne Bus sicher funktionieren. Der Bus dient der Optimierung der Regelung und dem Energie- und Gebäudemanagement.

#### Energie- und Gebäudemanagement

Dass die Beleuchtung über Lichtlenkung und Kunstlichtdimmung eng mit der Doppelfassade gekoppelt ist, ist nur ein Punkt. Wichtig ist die durchgängige Regelung. Wann soll die Fassade mit der Kühlstrategie gefahren werden? Dies Frage muss klar beant-

wortet werden. Häufig sieht die Lösung so aus: Falls die Temperatur in der Fassade größer ist als ein definierter Wert, dann soll die Fassade mit Luft gespült werden und falls die Temperatur kleiner als ein definierter Wert ist, dann soll die Doppelfassade geschlossen sein. Diese Lösung ist sehr starr und leider auch wegen der fehlenden Vernetzung uneffizient. Es kann zum Beispiel vorkommen, dass in den Büros geheizt werden muss und die Fassade arbeitet nach der Kühlstrategie, oder in der Fassade ist es schön kühl, aber weil der minimale Grenzwert unterschritten ist, wird für die Doppelfassade die Heizstrategie gefahren, obwohl in den Büros auf Grund der hohen internen Lasten gekühlt werden muss.

Es ist eindeutig, für eine effiziente Regelung ist eine Koppelung der Daten für die Doppelfassade und das Kerngebäude notwendig. Ebenso wichtig ist ein Regelungskonzept, das diese Informationen gesamthaft für die Doppelfassade und die Büros mit dem Ziel der Kostenminimierung und Behaglichkeitsoptimierung umsetzt.

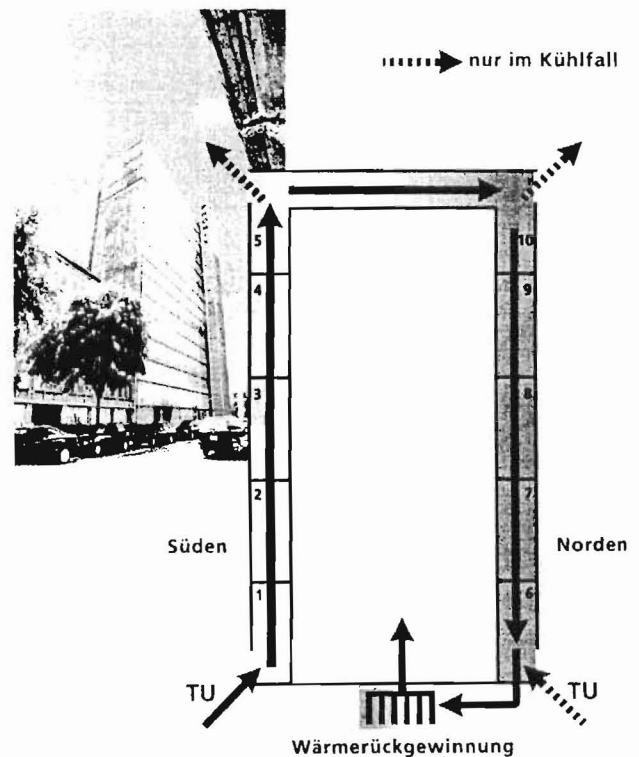
Beim Mobimo-Hochhaus wurde das realisierte Regelungskonzept auch schon bei der dynamischen Simulation für die Doppelfassade und das Gebäude untersucht. So ist die Inbetriebnahme und die Optimierung der Anlage stark vereinfacht worden.

Aus unserer Sicht steckt die Doppelfassade wegen der hohen Dynamik voller Chancen und, was wichtiger ist, die Entwicklung zeigt aussichtsreiche Lösungsansätze und ist nicht abgeschlossen. Sie steht erst am Anfang.

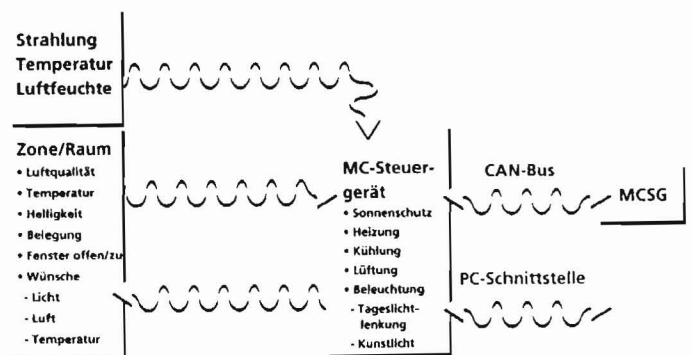
Microcontroller-Steuergeräte nehmen die Sensorsignale der Umgebungsbedingungen und der Raumbedingungen in verschiedenen Zonen auf und regeln mittels optimalen Regelungsstrategien.

Energieverbrauch / Leistung	Referenz Variante	1 Kunstlichtregelung	2 wie 1 jedoch Sonnenschutz reduziert und mehr Licht über Lenksystem
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	214 650	153 692	127 158
Maximal erforderliche Kühlleistung [kW]	261	219	195
Kühlenergiebedarf [kWh/a]	75 222	40 877	28 920
Heizenergiebedarf [kWh/a]	134 887	148 393	148 307
Schätzung der Gesamtenergiekosten [SFr/a]	92 927	69 122	58762

Tabelle Schätzung der Gesamtenergiekosten



Doppelfassade: Mit der dynamischen Gebäudesimulation konnten verschiedene Lüftungs-, Heizungs- und Kühlkonzepte in Hinblick auf Behaglichkeit und Energieverbrauch detailliert untersucht werden. Mit einer intelligenten Regelung aller Haustechnikkomponenten ergeben sich große Energieeinsparpotenziale für Beleuchtung, Heizung und Kühlung. In Fig. 3 sind entsprechend der Nummerierung in den Zonen die Temperaturverläufe dargestellt.







# KOSTBARER STÖRFAKTOR

**Tageslicht im Büro ist ein zweischneidiges Schwert, denn was der Mensch als angenehmstes Licht empfindet, erzeugt gleichzeitig extreme Leuchtdichten und Wärme. Hier sind also Lösungen gefragt, die idealerweise nur die Vorteile des Tageslichts nutzbar machen.**

Schon ein einfaches Fenster im Büro macht deutlich, wo die Probleme und Vorteile liegen. Das Fenster stellt den Sichtbezug nach außen her, den die Normen fordern, und es gibt dem Nutzer die Möglichkeit, selbst zum Beispiel für Lüftung zu sorgen. Und nicht zuletzt lässt das Fenster Tageslicht in den Raum, ermöglicht dem Nutzer also, den Ablauf des Tages zu erleben. Auch der Biorhythmus des Menschen kann sich so dem Tag anpassen.

Die Nachteile liegen eben so klar auf der Hand: Während im Büro mit 500 lux (oder, wenn man von hohen Beleuchtungsstärken spricht, 1.500-2.000 lux) vorherrschen, kann das Niveau des Tageslichts ohne große Probleme auch 10.000 lux erreichen. Damit treten am Fenster sehr hohe Leuchtdichten auf, die für direkte und auch Reflexblendung im Büro sorgen. Und durch die ungehinderte thermische Strahlung heizt sich der Raum auf, was insbesondere im Sommer ebenfalls nicht gewünscht ist.

Daher heißt oft die Lösung Tageslicht raus, Kunstlicht rein. Mit Verschattungssystemen wird die Sonne abgewehrt, Licht und Wärme bleiben draußen. Und im Büro wird dann mit Kunstlicht und Heizung oder Klimaanlage gearbeitet. Schon aus energetischer Sicht ist so ein Vorgehen unsinnig, aber auch die Vorteile des Tageslichts bleiben ungenutzt.

Daher gibt es einige Ansätze, die den Mittelweg zwischen den Extremen fin-

den sollen. Dies geschieht meist gewerkeübergreifend (sollte es zumindest), da ja neben der Lichtplanung auch die thermische Planung berücksichtigt wird sowie auch eine Gebäudesteuerung, so denn geplant, entsprechend angepasst werden muss.

Einen Vorteil, den Systeme haben, die neben der Verschattung auch eine Tageslichtlenkung beinhalten, ist die Ausleuchtung der Raumtiefe. Normalerweise nimmt die Beleuchtungsstärke (ohne Kunstlicht) vom Fenster zur Raumtiefe hin stark ab, während besonders aus dem oberen Bereich des Fensters hinaus Tageslicht gut in den Raum gelenkt und dort genutzt werden kann.

Ein komplett anderer Ansatz sind Tageslichttransportsysteme, wie sie beispielsweise im Arthelio-Projekt in Berlin bei Semperlux erprobt wurden. Auch das Bartenbach Lichtlabor hat in Zusammenarbeit mit Etap Leuchten ein System erprobt. Hierbei wird das Licht mittels Kollektoren in ein Lichtleitsystem eingebracht, meist eine Lightpipe von 3M, und damit weiterverteilt. Kunstlicht kann hier beigemischt werden, um in den fensterlosen Räumen eine gleichbleibende Helligkeit zu erreichen. In Befragungen wurde von Probanden sogar angegeben, dass der Unterschied zwischen reinem Tageslicht und einem hohen Kunstlichtanteil verspürt wurde - dies konnte allerdings nicht völlig gesichert werden.

Die Transportsysteme stellen sicherlich ein hohes Potential für die Zukunft dar, sind momentan allerdings noch teuer und wartungsintensiv.

Verfügbar und zum Teil auch schon breiter erprobt sind Systeme, die allein oder in Verbindung mit lichtlenkenden Elementen an der Decke eingesetzt werden. Die Systeme werden innen- oder außenliegend angebracht, wobei hier wieder zwischen Faktoren abgewägt werden muss: Außenliegende Jalousien senken den Wärmeeintrag stärker, während innenliegende weniger verschmutzen und unanfällig gegen Wind sind. Bei der Form der einzelnen Jalousielamellen kann man eine normale, sanft geschwungene Lamelle verwenden, wie sie seit jeher in Sonnenschutzrollos verwendet wird. Damit wird die thermische Energie gut reflektiert und bei hoher Sommersonne eine gute, diffuse Lichteinflutung erreicht. Hierbei wird auch die Durchsicht des Fensters gut erhalten.

Neben den Jalousien gibt es Lamellensysteme, auch vertikal, sowie spezielle Gläser, die mit Spiegelprofilen oder Lichtlenkprofilen im Scheibenzwischenraum ausgestattet sind. Bei diesen Systemen ist die Durchsicht teilweise eingeschränkt bis nicht mehr möglich, was bei den Nutzern im Alltag für geringere Akzeptanz sorgt.

Ein gut einsetzbares System sind Lichtschwerter, die als Kollektoren im

## INFORMATIONEN ZU TAGESLICHT

Die Fördergemeinschaft innovative Tageslichtnutzung (FitLicht) hat es sich zur Aufgabe gemacht, der Tageslichttechnik innerhalb der traditionellen Lichttechnik und technischen Gebäudeausrüstung zu mehr Gewicht verhelfen. Dabei wird besonders der gewerkeübergreifende Wissenstransfer großgeschrieben.

Erstmals trat der Verein zur Messe light + building 2000 auf, auch in diesem Jahr bot Frankfurt wieder ein Forum zum regen Austausch. Vorsitzender ist zur Zeit Günther Volz, der auch als beratender Ingenieur mit dem Thema Tageslicht bestens vertraut ist ([www.fitlicht.de](http://www.fitlicht.de)).

Dort wurde auch der FitLicht-Preis für verbesserte Tageslichtnutzung vergeben, bei dem sieben Preise an verschiedene Arbeiten zum Thema vergeben wurden. Die Preisträger aus allen Winkeln der Republik zeigten, dass sich intensiv mit dem Thema Tageslicht beschäftigt wird.

Ein Zentrum für die Forschung zum Thema Tageslicht ist die TU Berlin, die auch am Arthelio-Projekt der EU beteiligt war. Ein ebenfalls sehr aktiv sind die Forscher im Bartenbach Lichtlabor in Österreich. Christian Bartenbach ist seit langem ein Verfechter von Tageslichtlenkungssystemen, und die verschiedenen Möglichkeiten werden dort immer wieder zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht.

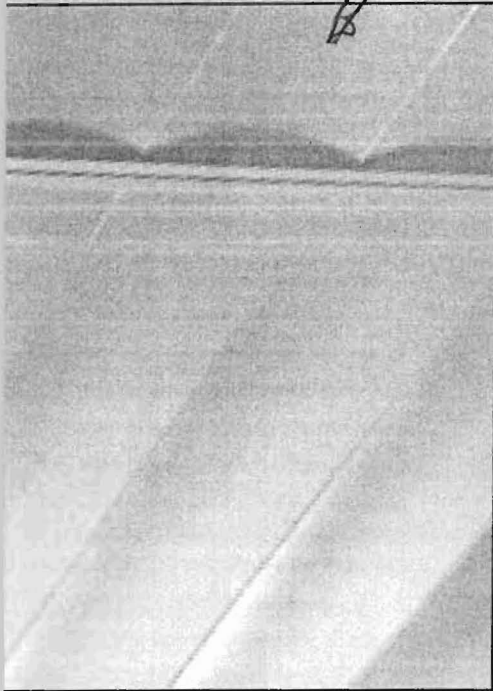
Neben den technischen Fragen der Tageslichtlenkung ist die Wirkung des Tageslichts auf den Menschen ein Thema. Licht und Gesundheit ist hier das Stichwort, wozu es in Deutschland inzwischen einen jährlichen Kongress in Berlin gibt. Ein Kongress in Eindhoven findet in englischer Sprache im November statt (20.11.2002, [www.solg.nl](http://www.solg.nl)).

Tageslicht ist auch ein integrales Thema des OTTI-Symposiums im Kloster Banz, das 2003 zum neunten Mal stattfindet (23.-24. Januar, [www.otti.de](http://www.otti.de)). Auch auf der gerade abgeschlossenen Tagung Licht 2002 in Maastricht hatte das Tageslicht in Fachvorträgen und Postern seinen Raum.

Die Bedeutung des Themas ist auch an der zunehmenden Zahl von Buchveröffentlichungen zu erkennen wie an der Tatsache, dass es mit Tageslicht (Pflaum Verlag) inzwischen auch eine eigenständige Fachzeitschrift gibt.



*ALLES RETRO-SOLAR - lamellen Decke  
mit Mikroschlupfstruktur,*



Licht an seinem Arbeitsplatz stellt, wird beobachtet, dass der Nutzer das Kunstlicht in der Regel zu spät zuschaltet. Der Mensch überstrapaziert also tendenziell die Fähigkeit des eigenen Sehapparates, die Unzulänglichkeiten der Lichtverhältnisse auszugleichen. Lichtniveaus von unter 200 Lux sind keine Seltenheit, auch bei anspruchsvollen Sehaufgaben. Daher sollte auch bei guten Systemen zur Tageslichtlenkung für die dunklen Tage des Jahres eine zusätzliche Regelung des Kunstlichtes eingeführt werden. Ausschließlich selbst schaltbare Systeme senken zwar weiter den Energieverbrauch, allerdings meist auf Kosten der Gesundheit der Mitarbeiter. Neben den umfangreicheren Steuerungs- und Regelsystemen für das Kunstlicht über Busstechnik (z.B. EIB oder Luxmate) oder über kleinere, raumbezogene Systeme (DALI) sind auch leuchtenbezogene Lösungen möglich, die ohne großen Aufwand installiert werden können. Das Lisy-System von Ludwig Leuchten etwa kann einfach in einer vorhandenen Leuchte integriert werden. Ein Lichtmesskopf kleinsten Ausmaßes wird in das Raster geklemmt und gibt ein Steu-

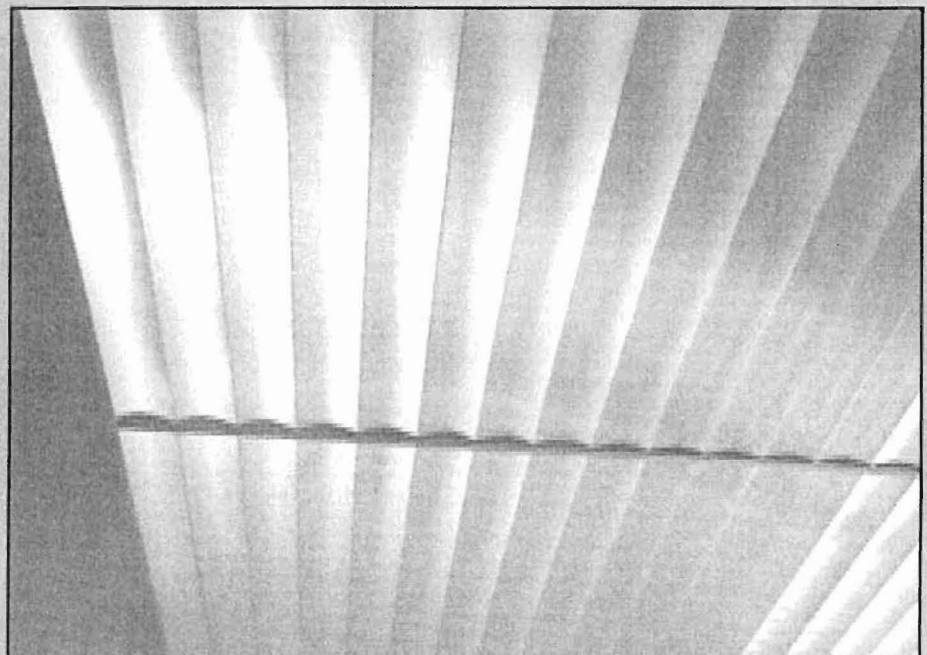
ersignal an das Vorschaltgerät, das so auf ein vorher bestimmtes Niveau geregelt wird. Bei vielen Leuchten für Büroarbeitsplätze sind solche Systeme bereits werkseitig integrierbar, etwa das Pulse-System von Waldmann oder SensoDim bei Regent.

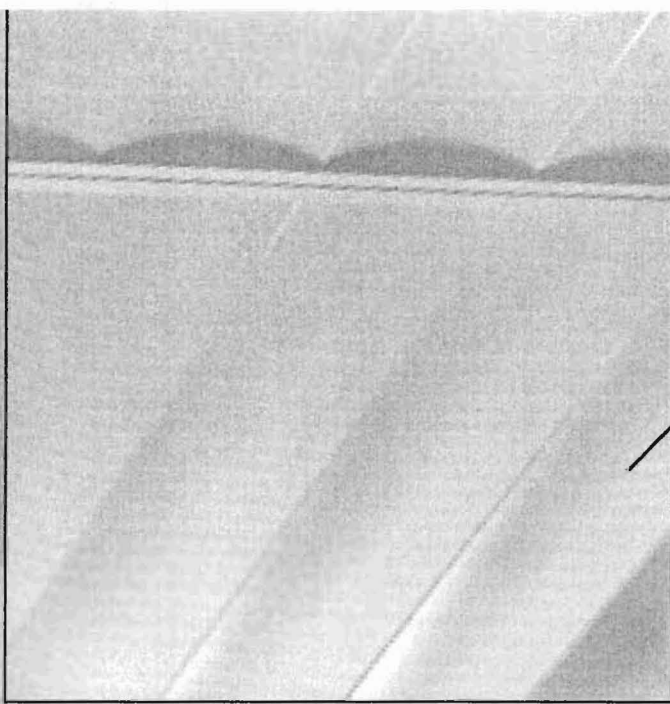
Es gibt also viele Möglichkeiten, die Nutzung von Tageslicht zu ermöglichen und gleichzeitig ein ergonomisches Arbeitsumfeld für das Büro herzustellen. Da dies gleichzeitig auch noch eine Menge Energie einsparen kann, sollte die Verwendung von Tageslichttechnik am Arbeitsplatz weiter zunehmen. Konstantlichtsteuerungen oder dynamische Abläufe nehmen zur Zeit an Bedeutung bei der Büroausstattung zu, und die Tageslichttechnik wird der nächste Schritt sein, der aus den Rennomierprojekten in den Planungsalltag erfolgt. Sicherlich ein neues Gebiet für viele Planer, aber ein lohnendes. Den Satz, das Licht flüssiges Gold sei, hat der Dichter mit Sicherheit über das Tageslicht geprägt, nicht über Kunstlicht. Und das signalisiert schon die Zufriedenheit, die man bei den Nutzern durch eine gute Tageslichtintegration in die Planung erreichen kann.

werden und sind umfangreich gegen Korrosion und Wetter geschützt. Miro Daylight kann bei der Verarbeitung ohne Verletzen der Schicht gebogen werden, wobei der kleinste Biegeradius bei der doppelten Dicke des Materials liegt. Miro Daylight kann auch perforiert verwendet werden, um den Ausblick ins Freie zu erhalten.

Für reflektierende Decken zur Weiterleitung des Tageslichts in die Raumtiefe wird mit dem von Alanod veredelten Material Skybright ebenfalls eine passende Lichtleitoberfläche angeboten. Alcan Aluminium bietet das Material für die Skybright-Deckenplatten mit einer exakt definierten 3D-Struktur an, die dazu führt, dass das Licht in einem anderen als dem üblichen geometrischen Glanzwinkel abgestrahlt wird. Das flach einfallende Licht aus den Lenksystemen am Fenster wird somit senkrecht nach unten auf den Arbeitsplatz abgelenkt, Blendung wird verhindert.

Ein „Problem“ bei der Etablierung von Systemen, die das Tageslicht nutzen, bleibt der Nutzer. Neben allen individuellen Anforderungen, die er an das





*pinkroschuliter*

oberen Fensterbereich Tageslicht in die Tiefe des Raumes lenken. Den Transport übernehmen dann lichtlenkende Elemente an der Decke. Zusätzlich sind dann Sonnenschutzmaßnahmen für den unteren Bereich des Fensters notwendig. Dies ist zum Beispiel durch eine Verwendung von gestuften Lamellen möglich, die gleich für eine entblendete Lichtumlenkung im unteren Fensterbereich sorgen. Auch hierbei wird der thermische Eintrag in den Raum gut vermindert und die Durchsicht bleibt wegen der horizontalen Position der Lamellen sehr gut.

Für die Lichtlenkung ist Aluminium der Stoff der Wahl. Wie auch bei Reflektoren kommt es auf eine möglichst verlustlose Reflektion an, wobei für das Tageslicht spezielle Oberflächen zur Verfügung stehen.

Alanod bietet mit Miro Daylight eine speziell auf die Verwendung in Tageslichtlenkungs-Produkten abgestimmte Oberfläche an. Die im PVD-Verfahren mit einer hochreflektierenden Schicht versehenen Miro-Bänder erreichen eine Lichtgesamtreflexion von 95%, was etwa 10% über der Reflexion einfacher anodisierter Alubänder liegt. Die Miro-Bänder werden als Halbzeuge für die Produktion von Lamellen oder Jalousiekonstruktionen angeboten. Die Erfahrung, die Alanod aus der Veredlung von Aluminium für den Leuchtenbau hat, zeigt sich auch hier: Die Bänder können bis zu einer Dicke von nur noch 0,2 mm hergestellt

EINE VERANSTALTUNG DER **WITAG**

**PRO - *day*** INTEGRALFASSADE ■

**GATERMANN + SCHOSSIG** Architekten

**Köster + Köster** Lichtplaner







## RESSOURCE ARCHITEKTUR UND DIE ENERGIEEINSPARVERORDNUNG

Vor dem Hintergrund der großen ökonomischen und ökologischen, sozialen und kulturellen Veränderungen – im eigenen Land und in vielen anderen Ländern und Regionen der Welt – muß die Gestaltung der gebauten Umwelt neue Konturen gewinnen. Allein in den Industrieländern werden fast 40 Prozent der erzeugten Primärenergie in Gebäuden verbraucht.

Da nach Meinung von Experten nahezu drei Viertel dieser Energie allein durch bauliche Maßnahmen eingespart werden könnten, kommt der Architektur bei der Gestaltung der künftigen Lebenswelt eine herausragende Bedeutung zu. Planen und Bauen in heutiger Zeit und für die nächsten Jahrzehnte bedeutet umwelt- und energiebewußte Gestaltung, Standortwahl, Gebäudekonzeption, Baustoffwahl, Funktionsorganisation und Haustechnik unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten mit dem Ziel,

- den Energie- und Ressourcenbedarf für die Gebäudeherstellung und -nutzung zu minimieren,
- die Technik, natürliche Systeme und regenerierbare Ressourcen intelligent zu nutzen,
- Menge und Konzentration von Luft- und Wasserverunreinigungen, Abwärme, Abfällen, Abwässern und versiegelten Flächen gering zu halten,
- die Artenvielfalt der Tier- und Pflanzenwelt am Standort zu erhalten oder zu erhöhen,
- die Bauwerke schonend ins Landschafts- und Stadtbild einzufügen.

Das sind Ansprüche, vor allem aber Chancen und Ziele, die in interdisziplinären und durchaus nationale Grenzen überschreitenden Dialogen – wie dem in Juli 2002 stattfindenden XXI. Architektur-Weltkongreß zum Thema »Ressource Architektur« – erreicht werden könnten. Es geht um reale Utopien, politische Einsichten und neue Ansätze energie- und umweltbewußten Bauens – also nicht nur um Alter-

nativen zum Herkömmlichen, sondern – auch im Hinblick auf schlichte Notwendigkeiten – um Möglichkeiten und Grenzen praxisbezogener Umsetzung. Folglich ist beim Bau künftig noch mehr die »natürliche Intelligenz« des Architekten und aller anderen am Baugeschehen Beteiligten gefordert.

Intelligent gestaltete Häuser müssen sorgfältiger, »integrierter« geplant und gebaut werden als die Ladenhüter aus den Schubladen der Massenanbieter. Letztlich wird es immer darum gehen, im Dialog mit Bauherren und Nutzern festzustellen, wieviel technische Intelligenz nötig und wieviel natürliche Intelligenz möglich ist – zum maximalen Wohlbefinden der Bewohner, zur Schonung der Umwelt und auch zur Senkung der Investitions- und Folgekosten.

Um diese Ziele zu erreichen, ist ein intensiverer Dialog zwischen Bauherren, Architekten, Ingenieuren, Bauwirtschaft, Produktherstellern und allen anderen am Bauen Beteiligten, die Verantwortung für die Verwendung unserer Ressourcen und die Gestaltung der Lebenswelt tragen, erforderlich.

Werte erhalten und Zukunft gestalten – das ist die originäre Aufgabe der planenden Berufe im Bauen. Neben den natürlichen Ressourcen ist in einer zunehmend verstädterten Welt die Architektur eines der wertvollsten Güter der Zivilisation. Die gebaute Umwelt mag das Produkt technischer, politischer, ökonomischer und kulturell-gesellschaftlicher Prozesse sein, ihre physischen Qualitäten sind der Rohstoff unserer Lebensumstände. Diese zu erhalten und zu entwickeln, ist die große Aufgabe der Architektur im 21. Jahrhundert – und des XXI. Architektur-Weltkongresses Berlin 2002 der Union Internationale des Architectes (UIA) und des Bundes Deutscher Architekten BDA. ■

**Carl Steckeweh, Bundesgeschäftsführer BDA**

## VORWORT



## **STATEMENT 6**

- Integrales Planen

## **PROZESSE 8**

- Synergetische Teamarbeit

## **PROJEKTE 10**

- Architekturprojekte mit integralen Ansätzen

## **PRODUKTE 20**

- Entwicklung aus dem Zusammenhang

## **INTEGRALFASSADE 22**

- UmweltReaktionen
- Bauteile / Konstruktion
- Gestaltungsvielfalt

## **PRAXISREPORT 28**

- Zusammenarbeit zwischen Architekt und Lichtplaner am Beispiel der Stadtwerke Bochum

## **FIRMENPROFILE 36**

## **IMPRESSUM 40**

# **INHALT**



## **PRO-day DIE LICHTFASSADE = DAS ERGEBNIS EINES INTEGRALEN PLANUNGSPROZESSES**

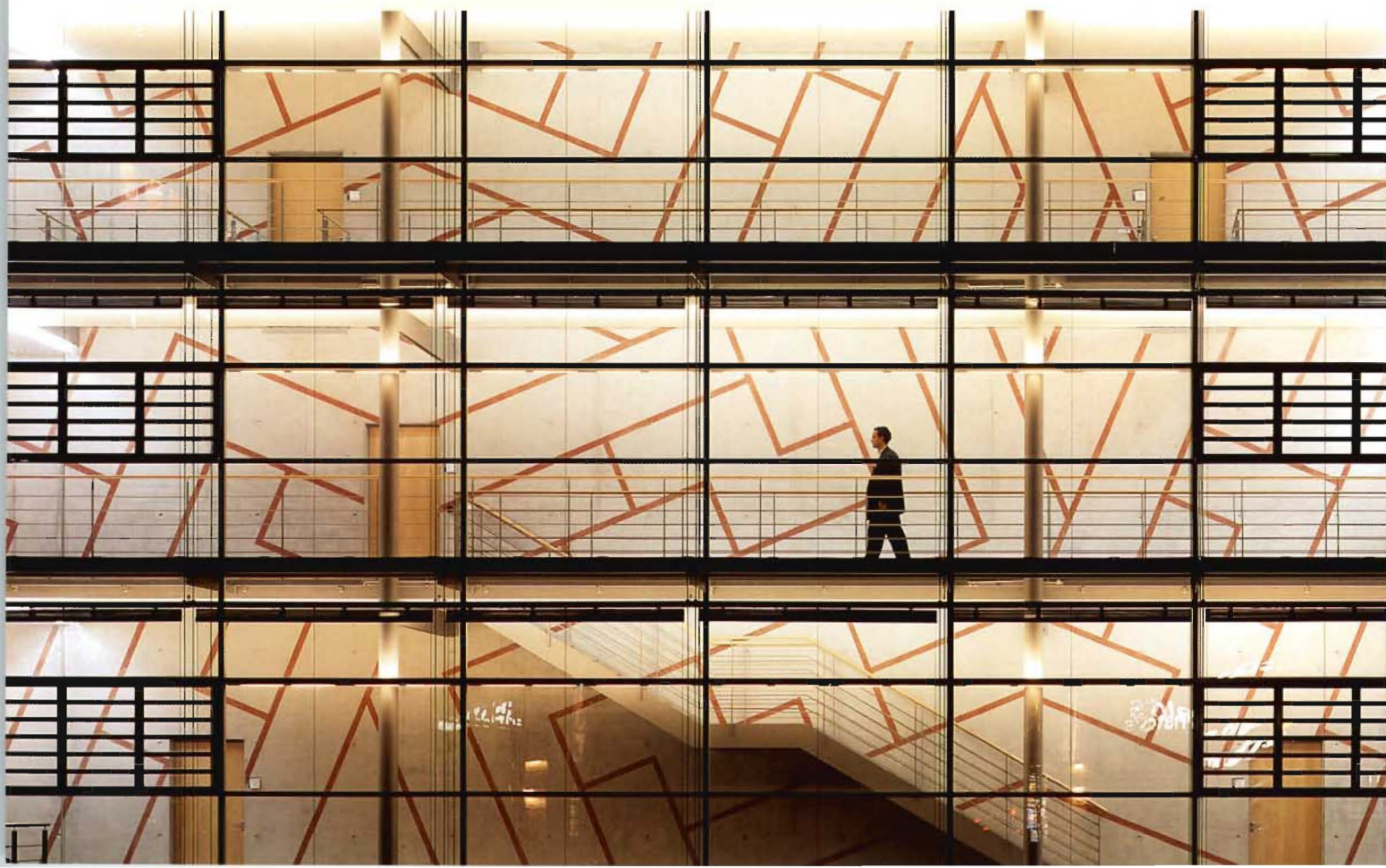
Das ganzheitliche Betrachten und Lösen von Problemen gehört nicht zu den prägenden und grundsätzlichen Merkmalen des Baugeschehens. Stattdessen dominieren Spezialistentum und in den Grenzen von Fachdisziplinen sorgsam gehütetes Fachwissen. Grundlegende Fragen der Gebäudeplanung werden so zu selten gestellt. Die Regel sind bekannte und bewährte Lösungsmuster. Die beinahe zwangsläufige Folge: belanglose Resultate. Architektonisch führt das zu einem Mangel an spezifischer Ausdruckskraft.

### **PROZESSE**

Was schlimmer ist, es werden große Synergieeffekte verschenkt und Ressourcen nutzlos vergeudet. Das Bewusstsein für diese Problematik wächst, die Prozesse des Planens gewinnen zumindest begrifflich an Bedeutung. Absichtserklärungen wie »Interdisziplinäres Arbeiten«, »Integrales Planen« und »Ganzheitliche Betrachtung«

gehören heute zum gängigen Vokabular. Es geht dabei um das synergetische Vernetzen der beteiligten Disziplinen. Effiziente Planung sorgt für effiziente Ergebnisse.

Allzu oft behindern den notwendigen offenen, konstruktiven Meinungsaustausch quer durch alle beteiligten Disziplinen antiquierte Denkmuster der Ausbildung. Entscheidend für eine konstruktive Zusammenarbeit sind Fähigkeit und Bereitschaft zur Kommunikation. Das kreative Potential der Beteiligten bestimmt die Qualität der im Team gewonnenen Ergebnisse. Dem Architekten obliegt dabei die Aufgabe, Zielsetzung und Problemstellung vorzugeben. Die Vision seiner Architektur vor Augen muss er verstehen, die unterschiedlichsten Disziplinen auf einen gemeinsamen Weg zu führen. Konstruktion, Klimatechnik, Lichttechnik, Bauphysik, Lüftungstechnik, Facility Management und viele weitere Disziplinen sind in einen gemeinsamen Lösungsansatz zu integrieren, um das gesteckte Ziel zu erreichen.





## PROJEKTE

Basis dieser Versuchsanordnung können nur konkrete Projekte sein, gleich ob Wettbewerb, Projektstudie oder konkrete Gebäudeplanung. Durch die zeitliche Nähe zur Umsetzung sind Realisierungsaufträge der beste Katalysator für Teamarbeit. Innovative, frei agierende Teams stoßen unweigerlich an die Grenzen gesicherter Kenntnisse vor. Dem Markt fehlt in diesem Fall für die angestrebte Lösung das geeignete Produkt. Derartige Lücken des Baumarkts können nur durch spezifische Erweiterungen des Teams überbrückt werden.

## PRODUKTE

Architektur zielt auf konkrete innovative Resultate. Die beteiligten Fachplaner stehen immer wieder vor neuen Problemstellungen und Einflussgrößen. Materialspezifische oder produkttechnische Fragen stehen gleichberechtigt neben Überlegungen zum Design. Der Primärenergiebedarf bei der Herstellung eines Produktes ist ebenso

von Bedeutung wie die Frage der späteren Entsorgung oder die Kostenbilanz über die gesamte Nutzungsdauer. Vor dem Hintergrund der Produktionserfahrung der Industrie können durch Teamarbeit qualitätvolle neue Produkte entstehen.

Wenn wir diesen Weg gemeinsam beschreiten, sind zukunftsorientierte und nachhaltige Lösungen zum Greifen nah. Architekten, Planer, Bauindustrie, Bauherrn, Behörden und alle anderen am Prozess Beteiligten müssen sich lediglich ihrer Verantwortung bewusst werden. Die leichtfertigen Sünden, die nachhaltiges Bauen einschränken, sind viel zu langlebig, um sie gelassen in Kauf nehmen zu können.

**Die Veranstaltung PRO-day ist das Resultat eines solchen integralen Prozesses und zeigt neben Planungsergebnissen konkrete Produkte dieser Teamarbeit. ■**

## STATEMENT



**AIT / LIGHT + BUILDING 2002**

**Innovationspreis Architektur und Technik**

**»Besondere Anerkennung«**

**in der Kategorie Gebäudetechnik**

*für den Integralen Planungsprozess –  
Architektur, Licht- und Gebäudetechnik*

**in der Kategorie Licht**

*für die integrierte Tages- und Kunstlichttechnik*



## **DER MESSESTAND PRO-day STEHT FÜR INTEGRALES PLANEN.**

Planer und Firmen entwickeln gemeinsam eine multifunktionale Fassade, die sowohl an ökologisch/ökonomischer Effizienz orientiert ist, als auch vielfältige, ästhetisch anspruchsvolle Lösungen zulässt.

Wesentliche gebäudetechnische Funktionen wie Heizen / Kühlen / Kunst- und Tageslichtversorgung / sommerlicher Wärmeschutz / winterlicher Solarenergiezugewinn, Energiegewinnung, natürliche Belüftung und Nachtauskühlung sind in die Fassade verlegt.

Der modulare Aufbau der Bauelemente in der Fassade ermöglicht zahlreiche Varianten für die Optimierung von Energiehaushalt und Arbeitsplatzqualität (Licht und Innenraumklima) sowie der Fassadengestaltung.

Der integrative Planungsprozess gewährleistet synergetisch die Optimierung des technischen und gestalterischen Gebäudekonzepts. Einzelne Produkte der Industrie entstehen als Resultat aus diesem Prozess. ■

## **SYNERGETISCHE TEAMARBEIT**

Der Architekt war seit jeher gefordert, die einzelnen gebäudetechnischen Fachdisziplinen zu koordinieren. Im Rahmen der ständig wachsenden Bauvolumina einerseits und immer komplexer werdenden technischen Anforderungen und technischen Möglichkeiten andererseits, lassen sich solche Koordinationsaufgaben im Entwurfsprozess nur noch dann bewältigen, wenn alle beteiligten Fachingenieure und Planer sich einem integrativen Planungsprozess unterwerfen, der weit mehr fordert, als in alt bekannter und geübter Art und Weise die Dinge abzuarbeiten.

Integrales Planen heißt für jeden Beteiligten, fachübergreifend zu denken, sich einzumischen, aber auch offen zu sein. Die weit verbreitete Spezialisierung verbunden mit dem Abstecken von Hoheitsgebieten und einer Abgrenzung gegenüber anderen Disziplinen, hat in einem integralen Planungsprozess keinen Platz.

Integrales Planen setzt bei allen Beteiligten ein extrem hohes Maß an Offenheit und Flexibilität voraus. Die ständige Bereitschaft, aus der Nachbardisziplin dazuzulernen, aber auch spielerischer Umgang mit Bauelementen und bauphysikalischen Prozessen gehören zu den Grundwesensmerkmalen.

Designorientiertes Denken des Architekten muss ergänzt werden durch die Wahrnehmung bauphysikalischer und technischer Prozesse im Gebäude. Nur so gelingt es, zu einer energiesparenden und ressourcenschonenden Architektur zu finden.

Der Messestand PRO-day ist das Resultat eines integrativen Planungsprozesses und zeigt die interaktive Verknüpfung von Kunst- und Tageslichttechnik, von Fassaden- und Lüftungstechnik, Bauphysik und Klimatechnik. Mit alten Denkschemata, die in der Vergangenheit immer wieder zur gleichen Gebäudetechnik und zu ähnlichen Erscheinungsbildern in der Architektur führten, wurde konsequent gebrochen. Die Fassade mit dem erforderlichen Blend- und Sonnenschutz wurde in ganz neue synergetische Zusammenhänge mit der Lüftungs- und Energietechnik des ganzen Gebäudes gestellt. Dieser Prozess führt im Resultat zu einer ganz neuen Fassade und Ästhetik einerseits und zu einem kosteneffizienten, wirtschaftlichen Gebäude andererseits. ■



## PROJEKTE

Die Praxis des integralen Planens erprobt sich sinnvollerweise an konkreten Projekten oder im Rahmen von Wettbewerben.

Ständig wechselnde Aufgabenstellungen und Anforderungen an die Sache verlangen hierbei auch immer von neuem eine adäquate Lösung. Diese wird im Zuge des integralen Planungsprozesses sehr unterschiedlich sein.

Die im folgenden dargestellten Projekte sind beispielhaft für die Resultate solcher Prozesse.

Wohin die intensive Auseinandersetzung bei der Bearbeitung von Projekten führen kann, wird im Hauptteil »Produkte« erläutert.





## CAPRICORN MÖNCHENGLADBACH



Das an drei Seiten eingebaute Cell-Glazing Fassadensystem mit im Wechsel montierten Glas- bzw. Alupaneelfeldern ohne zusätzliches Paneel im Bereich der Zwischendecke und nach außen öffnenden Klappfenstern verleiht dem auf eingespannten Stahlstützen ruhenden Gebäude einen pavillionartigen Charakter. Unterstützt wird dieser Eindruck durch die schmale Attika und den trennwandfreien Innenraum. Aussteifend wirkt hierbei u.a. die Stahlbeton-Wandscheibe im rückwärtigen Bereich.

Der Sonnen- und Blendschutz im Innenraum erfolgt durch die neuentwickelten Retro-Jalousien, die sich durch eine hervorragende Durchsichtigkeit auszeichnen und trotz hohen Glasanteils der Fassade das Gebäude vor Überhitzung schützen, so dass auf eine Gebäudekühlung im Sommer verzichtet werden konnte.

Die geschlossenen Felder werden im Oberlichtbereich durch eine indirekt strahlende Leuchte kontrastiert, die die künstliche Beleuchtung – ähnlich wie das Tageslicht – von der Fensterzone her in den Innenraum bringt.

## PROJEKTE



### RZVK – RHEINISCHE ZUSATZVERSORGUNGSKASSE KÖLN

#### VERWALTUNGSBAU MIT GEPLANTER HOCHHAUSERWEITERUNG

1992: Die Wettbewerbsplanung für den Verwaltungsbau sah eine Blockbildung mit dem bestehenden Bau des Hyatts entlang der historischen Bahnlinie in Köln-Deutz vor. Das Optimierte Bauvolumen mit den nach Himmelsrichtungen entsprechend unterschiedlich ausgebildeten Fassaden und die nicht klimatisierte Halle führen zu einer günstigen Energiebilanz und geringen Nebenkosten.

Für die Südfassade wurde bereits im Wettbewerb vom Architekten eine freie Aussicht auch bei Sonnenschein gefordert. Die in Zusammenarbeit mit Helmut Köster entwickelte »Brise-Soleil-Fassade« besteht aus einer Reihe sorgfältig aufeinander abgestimmter Bauteil-Komponenten.

Die Lisenen übernehmen den Sonnenschutz gegenüber dem Azimut der Sonne. Im Oberlichtbereich ist eine starre Lichtlenkung eingebaut, die gegenüber der hohen, überhitzenden Sonne schützt.

Im unteren Fensterbereich wurden erstmalig Rollos eingesetzt, die von unten nach oben geführt werden, so dass trotz Beschattung des fensternahen Arbeitsplatzes eine gute Raumausleuchtung über das Oberlicht gewährleistet ist.

Zwischen Oberlicht und unterer Fensterzone ist ein bedrucktes Glasschwert eingebaut, das insbesondere vor der hohen Sommersonne schützt.

Das 500 m<sup>2</sup> große Glasprisma, das als Eingangshalle und Cafeteria dient, öffnet sich nach Süden. Im Glasdach wurde wiederum eine starre Lichtlenkung in das Isolierglas eingebaut. Diese blendet die überhitzende Südsonne aus und gibt den Blick nach Norden auf die Gebäudefassade frei.



*Unter Betrachtung der Entwicklung des städtebaulichen Umfeldes wurde 1993 im siegreichen Wettbewerbsmodell ein Hochhaus an der Spitze des RZVK-Verwaltungsgebäudes vorgeschlagen und weiterentwickelt.*

*Der 90 m hohe Turm entwickelt sich aus der Grundrissform eines Reuleaux-Dreiecks. Daraus resultierende, unterschiedliche Orientierungen der dreiseitigen Gebäudefassade kommen in der Fassadenbildung zum Tragen. Die energetisch bedingte Doppelfassade der Südseite definiert so auch einen gestalterischen Abschluss gegenüber der sonst einschaligen Gebäudefassade.*



AUX REULEAUX





## **AWL VERWALTUNG DER ABFALLWIRTSCHAFT LEVERKUSEN**

### **Umbau Verwaltung der Abfallwirtschaft Leverkusen**

Das neue Gebäude für die AWL ist im Grunde ein Radikal-Umbau. Das zum Weiterbau vorgefundene Gebäude in Form einer zweigeschossigen Kammstruktur wurde gänzlich zurückgebaut, wobei auch der Rohbau noch diverse Veränderungen erfuhr.

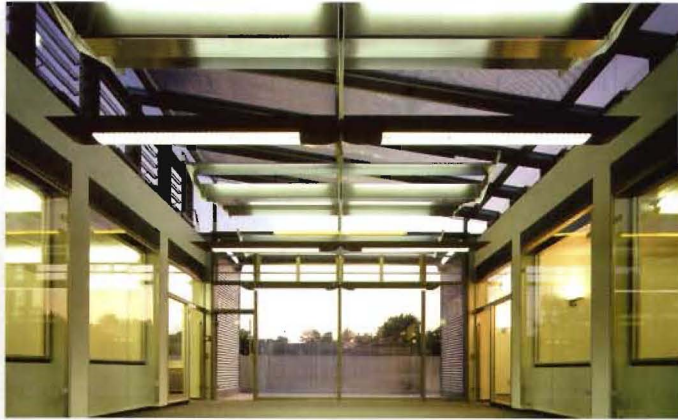
Ziel der planerischen Überlegungen war ein Gebäude mit hoher Arbeitsplatzqualität und einem geringen Energieverbrauch, verbunden mit einer klaren ästhetischen Architektursprache.

Die neue Gebäudehülle aus Aluminium und Glas trägt hierzu ebenso bei wie die zwischen den Kämmen eingefügten Glashäuser.

Die solare Kontrolle der Glashäuser erfolgt über Lichtlenkgläser in der Dachfläche und unterschiedliche Verschattungselemente (bewegliche Screens, feststehender Sonnenschutz und Blendschutzlamellen). Heizung und Kühlung in den Glashäusern sowie speziell hierfür entwickelte »Decken-Leuchten-Einheiten« ergänzen diese Maßnahmen.

## **PROJEKTE**



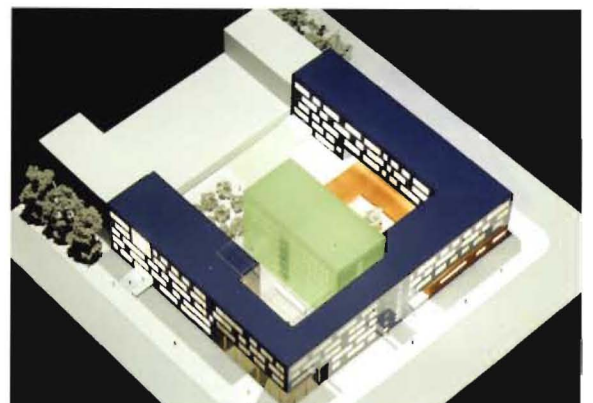


Die »Decken-Leuchten-Einheit« *Ambilux-Pandion* übernimmt vielfältige physikalische Funktionen für den Innenraum:

- sie schützt vor sommerlicher Wärmestrahlung aus dem Glasdach
- sie schützt vor winterlicher Wärmeabstrahlung in das Glasdach
- sie übernimmt akustische Funktionen durch Schalldämpfungseffekte und bildet gegenüber dem Lichtaustritt aus der Leuchte ein geschlossenes Reflektor-Deckensegel.



PROJEKTE



## PKH VERWALTUNG PENSIONS KASSE DER HOECHST AG, KÖLN

Mit Einbindung der bestehenden Gebäudeteile, die in den 60er Jahren entstanden sind, wird das Grundstück u-förmig überbaut.

Die Konzeption des Gebäudes sieht sowohl die Generalvermietung als die geschossweise Vermietung von Mieteinheiten vor, die über vier Erschließungszonen angegliedert werden. Die variable Einteilung der Mieteinheiten über Einzel-, Gruppen- und Kombibüros ermöglicht die Anpassung an unterschiedliche Bürostrukturen.

Zur Reduzierung der Betriebskosten (Niedrigenergie-Standard) wird das Gebäude natürlich entspeichert. Dies erfolgt mit der vom Büro GATERMANN+SCHOSSIG entwickelten Kiemenfassade (Fassadenklappen im Brüstungsbereich) und mit nach außen öffnenden Fassadenklappen im Oberlichtbereich. Die Aktivierung findet außerhalb der Bürozeiten im Sommer und in den warmen Übergangszeiten statt. Die Aufschaltung erfolgt zentral in Abhängigkeit zur Himmelsrichtung. Unterstützt wird dieses System durch die Anordnung von bivalenten Geräten, die neben den Funktionen Heizen/Kühlen auch die Einspeisung der Primärluft gewährleisten.

Auf einen außenliegenden Sonnenschutz wird zugunsten innenliegender Retrosysteme vollständig verzichtet. Die Retrotechnik übernimmt die erforderlichen Schutzfunktionen gegenüber Überhitzung im Sommer, die verbesserte Raumausleuchtung mit Tageslicht sowie den notwendigen Blendschutz.

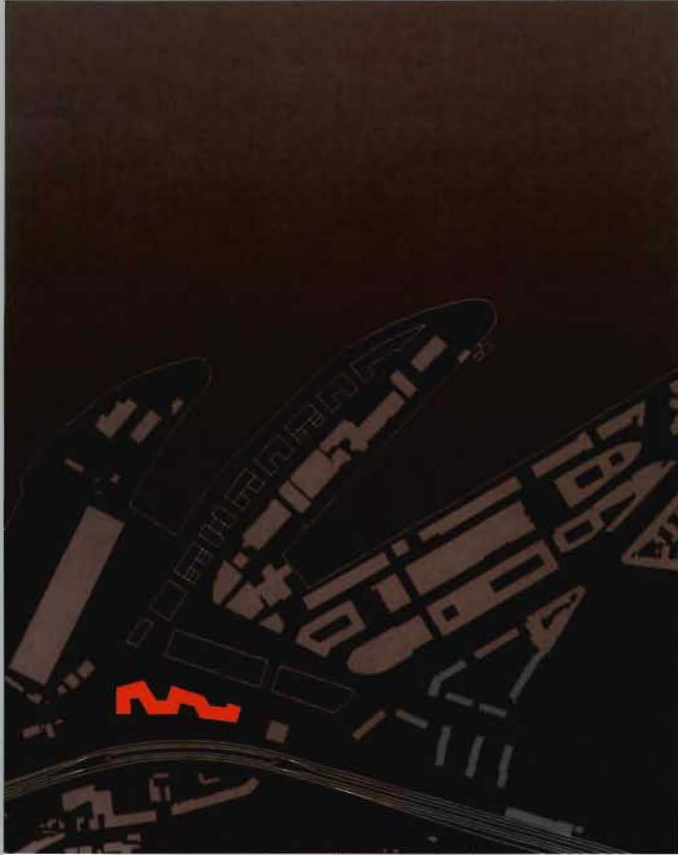
Die Innenräume werden durch eine Riegelleuchte ausgeleuchtet, die das Licht von der Fassade in den Innenraum flutet und gleichzeitig durch eine Belichtung der fensternahen Deckenzone in besonderer Weise den Charakter der Lochfassade in der Nacharchitektur herausarbeitet.



*Tageslicht-Simulation*



**3D-Schnitt einer Bürozeile**  
mit Darstellung der Lichtverteilung

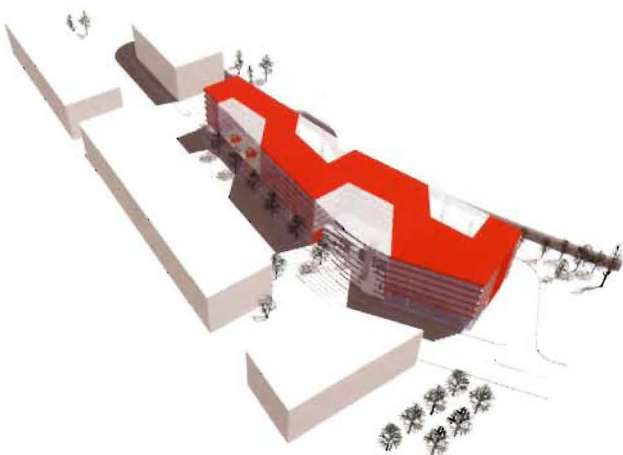


## CAPRICORN DÜSSELDORF

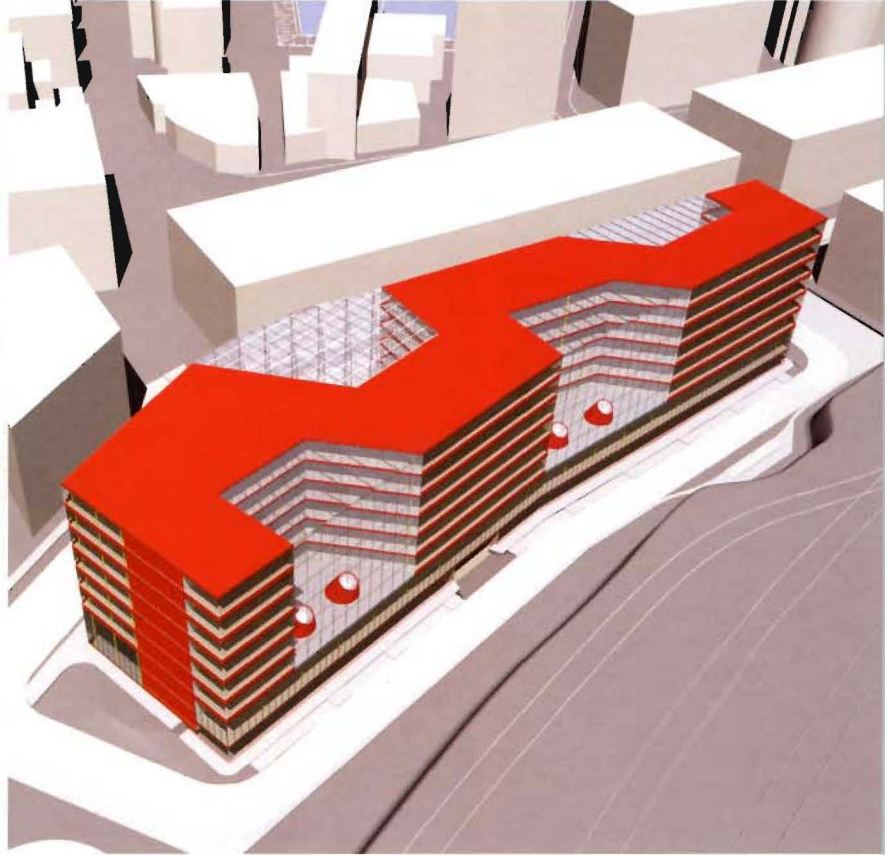
Das Capricorn-Gebäude wird als Entrée zum Medienhafen dessen Erscheinungsbild maßgeblich prägen. Damit steht es im Mittelpunkt einer umfassenden Weiterentwicklung des Düsseldorfer Hafens.

Die Mäander-Struktur mit großen Glashallen gibt dem Gebäude eine prägnante Gestaltung und garantiert höchste Arbeitsplatzqualität. In der zukunftsweisenden Außenfassade stecken eine Reihe neuer Ideen.

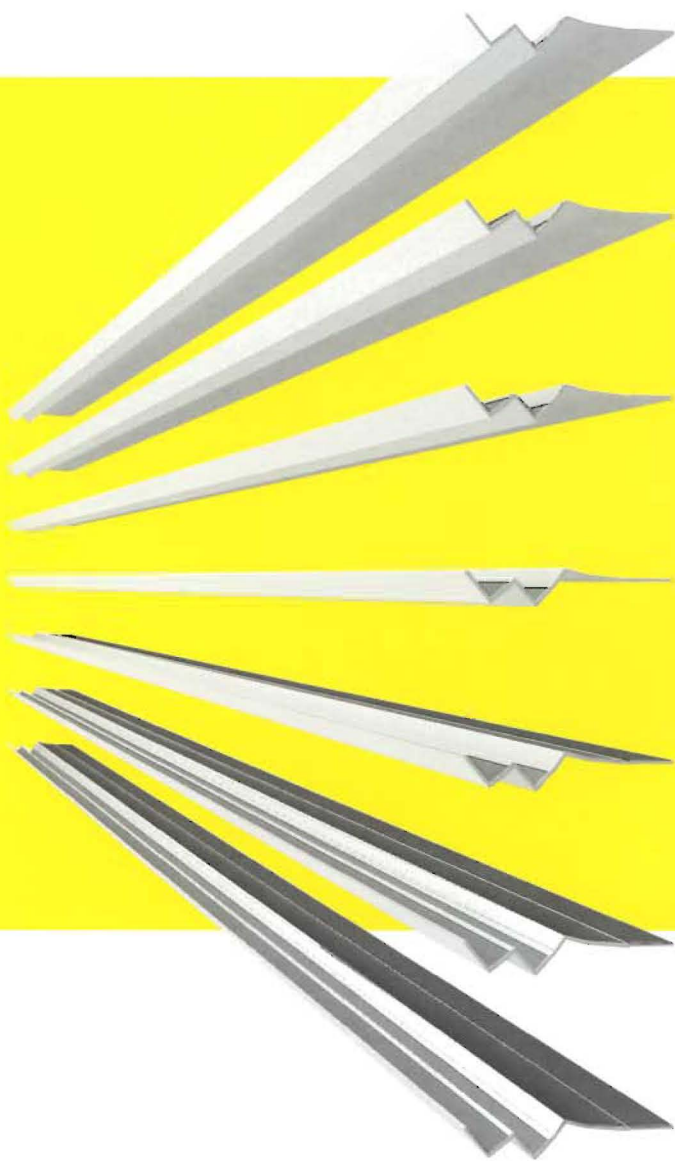
## PROJEKTE







Das Low-Energy Klimakonzept definiert sich unter anderem über die neue IntegralFassade. Photovoltaik-Elemente der neuesten Generation in der Fassade sind ebenso aktive Komponenten dieses Konzepts wie die sogenannten Energiebohrpfähle, mit denen Energie aus dem Erdreich gewonnen wird.



## PRODUKTE

Die Entwicklung oder Fortentwicklung von Produkten generiert sich vorwiegend aus konkreten Problemstellungen der Praxis.

Auch der integrale Planungsprozess führt oft zu ganz neuen Konzepten. Nicht selten drohen diese an fehlenden Bausteinen der Bauindustrie zu scheitern. In dieser Situation werden die Planer zu Erfindern. Es beginnt ein höchst interessanter und oft sehr fruchtbarer Dialog mit Firmen. Das Zusammenführen von Ideen des Planungsteams und technischem Know-how der Industrie selbst stellt hierbei eine große Chance dar. Nicht selten ist es genau dieser Weg, der bestimmte Dinge gut und schnell voranbringt. Zahlreiche der heutigen Serienprodukte sind so entstanden.

Die integrale Lichtfassade ist in ihrer Multifunktionalität das Resultat einer engen Zusammenarbeit zwischen Architekt und Lichtplaner.

Wesentliche gebäudetechnische Funktionen wie Heizen, Kühlen, Lüften, Nachtauskühlung, Sonnenschutz, Blendenschutz, Beleuchtung und Elektroversorgung der einzelnen Räume wurden vollständig in die Fassadenzone verlegt. Dies macht abgehängte Decken weitgehend entbehrlich.

Die Fassade ist als Kiemenfassade ausgebildet, die Lüftungsklappen im Oberlichtbereich öffnen nach außen und ermöglichen somit die innenliegenden Retrosysteme innerhalb des Fassadenprofilsystems unmittelbar hinter der Verglasungsebene zu führen. Hierdurch erreichen die Retrosysteme ihre optimale Wirkung im Schutz vor sommerlicher Überhitzung. Nachts werden die Retrosysteme bis auf Riegelhöhe herabgelassen und in eine geschlossene Position gestellt. Hierdurch übernehmen die Retrosysteme die Doppelfunktion für die Tag- und Nachtausleuchtung des Innenraumes, in dem diese über ihre Rückseite auch als Lichtlenk- und Reflexionssystem für das Kunstlicht dienen.



**Leuchte Ambilux-Pandion**

AWL Leverkusen  
Entwicklung Helmut Köster in  
Zusammenarbeit mit Elmar Schossig

**Aluminiumhalter**

für Glas-Fassade Karstadt Gütersloh  
Entwicklung Elmar Schossig

**Postbank NL Köln-Porz**

**Riegelleuchte**  
Entwicklung Helmut Köster in  
Zusammenarbeit mit Dörte Gatermann

**RETRO Top Light**

Lichtlenkdecke mit  
Direkt/Indirekt-Leuchte  
Entwicklung Helmut Köster

**Kiemenfassade**

Karstadt Gütersloh  
Entwicklung Elmar Schossig

**Retro-Lamelle**

Entwicklung Helmut Köster



# INTEGRALFASSADE



## BAUTEILE / KONSTRUKTION

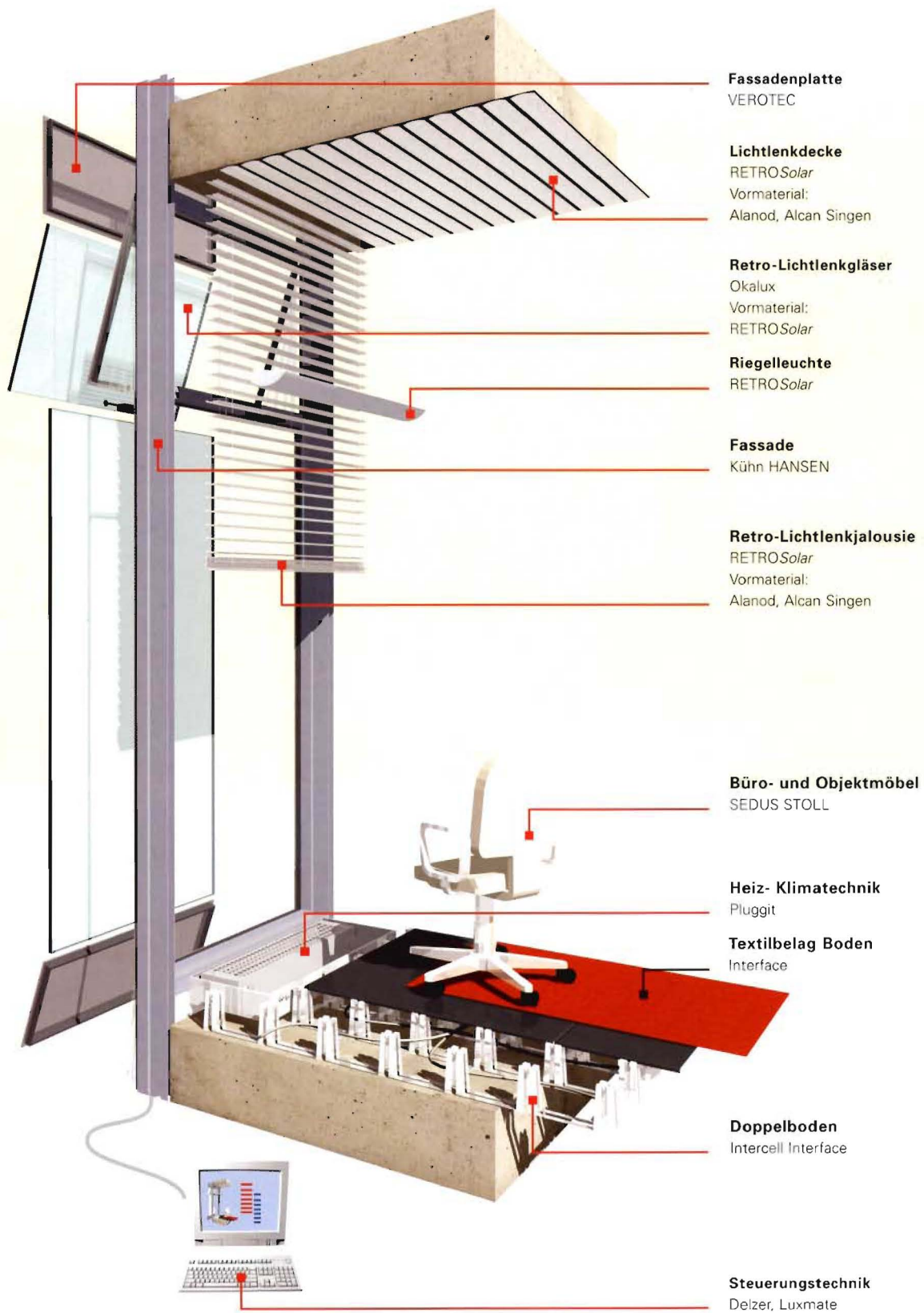
**Die beiden Schaubilder zeigen den Aufbau und die Komponenten der Integralfassade.**

Die äußere Membran in Form der Alu-Glas-Fassade ist zuständig für den Klimaschutz und die Be- und Entlüftung. Dies geschieht bei dieser Fassade durch sich nach außen öffnende Klappen. Die innenliegende Retro-Lamelle sorgt für den notwendigen Sonnenschutz und verbessert die Tageslichtnutzung.

Das spezielle Profilsystem der Fassade verfügt über modulare Ausbaustufen. Neben der Integration einer Fassadenleuchte besteht die Möglichkeit, ergänzende Lichtleisten oder Kabelführungen für den Einbau von Schaltern, Steckdosen oder ähnlichem vorzusehen.

Heizung - Lüftung und Kühlung werden über ein Quellluftinduktionsgerät geregelt. Die Medienführung hierfür wird im Doppelboden geführt.

Eine entsprechend ausgelegte Leittechnik für das Klima- und Lichtmanagement steuert das komplette System.





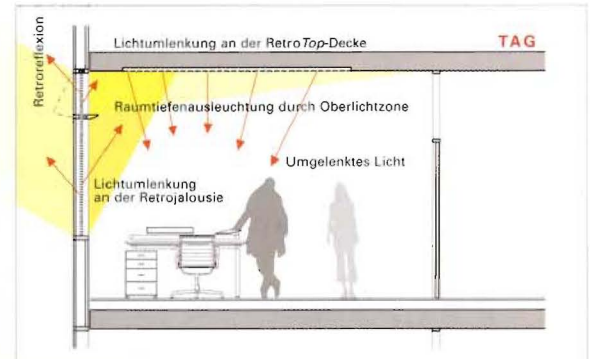
## UMWELTREAKTIONEN

### Die Integrale Lichtfassade ist ein fein abgestimmtes System

- von Lichttransparenz zur verbesserten Tageslichtausleuchtung,
- einem Lichtlenksystem mit Retrofunktionen zum Schutz vor Überhitzung,
- einem abgestimmten Glasaufbau zur Erzielung eines niedrigen Gesamtenergie durchganges in Kombination mit der Retrotechnik im Sommer,
- Solarenergie-Nutzungseffekten im Winter,
- Blendschutzfunktionen für den Bildschirmarbeitsplatz,
- einer künstlichen Beleuchtung aus der Fassade zum Innenraum und
- einer ausgefeilten Lüftungstechnik für die erforderliche Lüftungsrate und
- die Nachtauskühlung des Gebäudes.

Die neu entwickelte IntegralFassade zeichnet sich neben der Verlegung wesentlicher gebäudetechnischer Funktionen in die Fassade durch ein extrem schlankes Fassadenprofilsystem aus, das höchste Ansprüche an die Ästhetik erfüllt. In das Fassadenprofilsystem sind die Retro-Jalousien, die künstliche Beleuchtung, die Elektrotechnik mit Schaltern und Sensoren sowie Luftein- und auslässe integriert. Die Innovation besteht also in der Bewältigung komplexer gebäudetechnischer Funktionen und einer ästhetisch sauberen Detailausbildung der Fassadenprofile.

Alle Komponenten stehen in komplexer Wechselwirkung zueinander. Die Systeme werden optimal entsprechend der jeweiligen Nutzung des Raumes aufeinander abgestimmt. Eine automatische Regelung stellt den bestmöglichen Betrieb sicher, wobei jederzeit auf alle relevanten Komfortgrößen individuell Einfluss genommen werden kann.



## LICHT

### TAG

Die RETRO*Lux*-Jalousien gewährleisten eine präzise blendfreie Lichtführung in die Raumtiefe. Im unteren Fensterbereich wird das Licht durch die horizontal angestellten Lamellen steil an die Decke umgelenkt, im oberen Fensterbereich sorgt eine spezielle Lamellengeometrie für eine horizontale Lichteinflutung.

Die hohe, überhitzende Sommersonne wird retro-reflektiert. Der erforderliche Blendschutz am Bildschirmarbeitsplatz ist gewährleistet. Die horizontale Lamellenstellung ermöglicht auch bei aktivem Sonnenschutz eine hervorragende Durchsicht.

Die RETRO*Top*-Lichtlenkdecke oberhalb der Schreibtische sorgt für eine schattenfreie Arbeitsplatzausleuchtung mit Seitenlicht. So wird einseitig einfallendes Tageslicht mit angenehmer, horizontaler Beleuchtungsstärke auf den Arbeitsplatz gelenkt.

### NACHT

Die integrale Planung sieht vor, auch die künstliche Beleuchtung via Fenster auf die Arbeitsflächen umzulenken. Hierzu wurde RETRO*Light*, eine Riegelleuchte mit indirektem und direktem Lichtaustritt entwickelt. Die RETRO*Lux*-Jalousien werden nachts im Oberlichtbereich in eine geschlossene Position gedreht und dienen jetzt auf ihrer Unterseite auch als Lichtlenksystem für die künstliche Beleuchtung.

Die RETRO*Top*-Lichtumlenkdecke besteht aus konkaven, mikropismenstrukturierten Aluminiumlamellen, die eine DIN-gerechte Arbeitsplatzausleuchtung gewährleisten.

## KLIMA

### SOMMER / WINTER

Im Sommer wird durch die Interaktion von Retrotechnik und Glasaufbau der äußere Wärmeeintrag auf ein Minimum reduziert und zugleich eine effektive Tageslichtausleuchtung des Raumes erzielt. Trotz Sonnen- und Blendschutz wird Kunstlicht nicht benötigt, Strom gespart und dennoch die Wärmelast gemindert.

Frischlufte strömt über die unteren Kiemen in den Raum. Aufgrund des natürlichen thermischen Auftriebs fließt die verbrauchte Luft über die oberen Kiemen ab. Optional kann die einströmende Außenluft über geeignete Komponenten im Boden oder den Brüstungselementen gekühlt werden.

Mit der multifunktionalen Kühldecke, welche auch als Lichtlenk- und Akustikelement dient, wird die Restwärme abgeführt. Die Strahlungskälte der wassergekühlten Decke wird als sehr behaglich empfunden und die Wärme ohne störende Geräusche abgeführt.

In den oberen Geschoßen oder bei starkem Außenlärmpegel wird die notwendige Frischluftzufuhr mechanisch nach dem Quellluftprinzip eingebracht. Die Luft fließt langsam in den Raum und bildet einen Frischluftsee. Von Personen und Geräten erwärmt, steigt sie nach oben und zieht frische Luft nach.

Im Winter läßt sich der Raum über die unteren und oberen Kiemen natürlich belüften. Konvektoren im Boden vor der Fassade oder in den Brüstungselementen erwärmen die Luft und wirken einem Kaltluftabfall an der Verglasung entgegen. Die solaren Wärmeeinträge werden als Heizbeitrag genutzt.



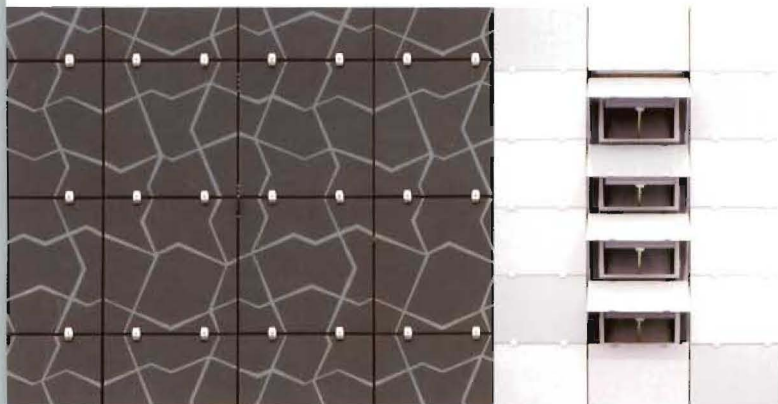
## GESTALTUNGSVIELFALT

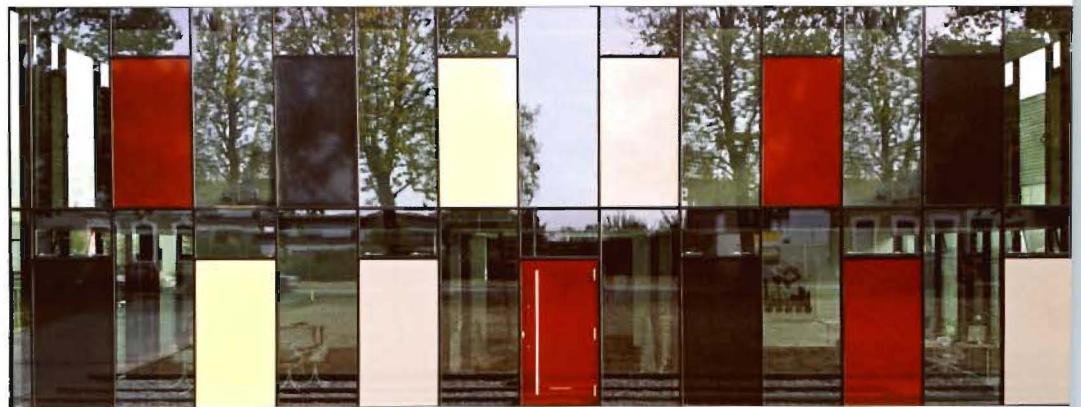


### **DIE NEUE INTEGRALFASSADE ERLAUBT EINE VIELZAHL VON LÖSUNGEN.**

Allen gemeinsam ist zunächst das äußerst filigrane Profilsystem. Bei nur 50 mm Breite können die Klappflügel unerkennbar integriert werden.

Die Gestaltung der Fassade hängt von verschiedenen Aspekten ab. Eine entscheidene Einflussgröße kommt hierbei aus dem Bereich der Bauphysik. Für die Energieeffizienz eines Gebäudes ist der sommerliche wie auch der winterliche Wärmeschutz von Bedeutung. Über diese allgemeine Betrachtung definiert sich auch der Anteil der transparenten Glasflächen. Durch die Integration von Paneelfeldern oder Photovoltaik lassen sich sehr vielfältige Erscheinungsbilder erzeugen. Das Thema Farbe ist hierbei von Bedeutung.

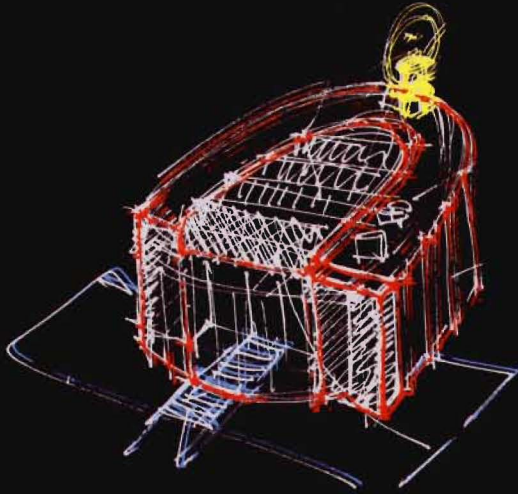






DLR

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln-Porz  
Konzeptstudie für ein innovatives Büro- und Forschungsgebäude  
Typologische Ideallösung als low-tech-Konzept  
Niedrigenergiestandard mit neuen Konzeptkomponenten  
(Solarpumpe, Retro-Lamellen-Technik)



## PRAXISREPORT

**Elmar Schossig**

Dipl.-Ing. Architekt

**Dr. Helmut Köster**

Dipl.-Ing. Architekt, Lichtplaner

**Elmar Schossig**

### ZUSAMMENARBEIT ZWISCHEN ARCHITEKTEN UND LICHTPLANERN

**»So, Planer, Architekten und Ingenieure, ergreift die Initiative. Geht ans Werk, und vor allen Dingen, arbeitet zusammen und haltet nicht voreinander hinterm Berg.«**

Dieses Zitat stammt von Richard Buckminster Fuller aus seinem Buch »Operating Manuel for Spaceship Earth« und datiert aus dem Jahre 1969. Wir schreiben inzwischen das Jahr 2002 aber noch immer ist das gemeinsame, integrale, interaktive, interdisziplinäre Planen keine Selbstverständlichkeit.

Dem Architekten kommt hier eine besondere Rolle zu. Schon vor 2000 Jahren hat Vitruv die Erfahrungsbandbreite des Architekten beschrieben – Wissenschaft, Philosophie, Medizin, Medium, Musik, und vieles mehr gehören dazu.

Vor diesem Hintergrund und in Kenntnis einer der zentralen Aufgaben des Architekten – alle an der Planung beteiligten fachlich zu koordinieren – ist die Methode einer integralen Planung nahezu zwingende Folgerung.

Sie ist im Grunde die einzige Chance, die sehr komplexen Aufgaben in Gänze mit hoher Qualität zu lösen. Je früher der gemeinsame Prozess einsetzt, um so größer ist die Chance für ein gutes Resultat.

In der gegenseitigen Anregung und Kritik liegt die befruchtende Qualität dieser Arbeitsweise. Nicht selten führt die integrierte Arbeitsweise zu neuen Ideen und Lösungsansätzen.



Unter den fachübergreifenden Disziplinen nimmt die Zusammenarbeit von Architekten und Lichtplanern eine besondere Stellung ein. Licht – und hierbei sprechen wir von Tageslicht und Kunstlicht – gehört zu den ganz essentiellen Planungshoheiten, bei denen Architekt und Lichtplaner zusammentreffen.

Die Anforderung an die Lichttechnik unserer Gebäude ist sehr hoch – technisch wie auch gestalterisch und zwar schon im frühesten Stadium, wenn die grundlegenden Entwurfsentscheidungen getroffen werden. Wie bekannt, ist die Gefahr einer sommerlichen Überhitzung eher ein Problem als die winterliche Beheizung. Dies liegt primär an den hohen internen Wärmelasten elektrischer Geräte, Computer und Bildschirmen. Gegenüber der winterlichen Auskühlung der Gebäude schützen die neusten Glasbeschichtungen hervorragend.

Einer der vorrangigen Aufgaben für das Planungsteam ist, dafür Sorge zu tragen, dass die inneren Raumkonditionen unter allen Umständen stimmen – und dies ganz

selbstverständlich ohne den Einsatz von viel Technik und Zusatzenergien.

Diese Aufgabenstellung verlangt eine sehr frühzeitige Zusammenarbeit, gerade von Architekt und Tageslichtplaner. Neben den wichtigen städtebaulichen Bedingungen eines Gebäudes – Himmelsrichtung, Verschattung, Gebäudeform – kommt der Fassade eine ganz besondere Bedeutung zu. Der Anteil transparenter Fassadenflächen spielt hierbei eine ganz besonders große Rolle, wie auch ein qualitativ hochwertiger Sonnenschutz. Je größer der transparente Anteil, desto größer ist die Gefahr einer solaren Überhitzung. Desto größer ist jedoch auch die Tageslichtausbeute bei bewölktem Himmel.

In diesem Spannungsfeld konkurrierender Einflussgrößen – beginnt der intensive Dialog zwischen Architekt und (Tages-)



Lichtplaner. Eine effiziente Lösung für Sonnenschutz und Tageslichtnutzung ist das Ziel der Überlegungen.

In der bisherigen Zusammenarbeit zwischen unserem Büro und dem Büro Köster + Köster haben die von Helmut Köster entwickelten und patentierten Lösungen für Sonnenschutz und Lichtlenkung eine große Rolle gespielt.

Ein frühes exemplarisches Resultat dieser Zusammenarbeit liegt schon einige Jahre zurück und manifestierte sich in der speziell für das Verwaltungsgebäude der AWL (Abfallwirtschaftsgesellschaft Leverkusen) entwickelten multifunktionalen Klimaleuchte Ambilux-Pandion. Für die entwurfsbestimmenden Glashäuser dieses Gebäudes wurde ein Bündel an Teilmaßnahmen ergriffen, um für ausgewogene Raumkonditionen zu sorgen:



Lichtlenkung in der Dachverglasung, feststehender Sonnenschutz und teilweise mobiler Sonnenschutz (außen) sind die baulichen Kernkomponenten. Dazu kommt die neuentwickelte multifunktionale Klimaleuchte. Sie übernimmt 4 Funktionen. Direkte Arbeitsplatzbeleuchtung, indirekte Lichtführung durch verstellbare Lichtlenklamellen, Schallabsorption durch oberseitige Akustikauflagen und Steigerung der Behaglichkeit durch Reduzierung der Raumhöhe sowie Vermeidung von Kälte und Wärmestrahlung aus dem Glasdach. Funktion und Design sind hier prägnantes Resultat einer fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen uns als Architekten und dem Lichtplaner Köster.

Vor dem Hintergrund aktueller Projekte unserer Büros haben sich noch weiterführende Konzepte ergeben. Gemeinsam mit dem dänischen Fassadenhersteller Kühn HANSEN wurde eine neue Klima- und Lichtfassade entwickelt. Diese Fassade ergänzt sich mit der von GATERMANN + SCHOSSIG entwickelten Kiementechnologie sowie der von Köster entwickelten Kunst- und Tageslichttechnik.

Beispielhaft ist diese Konzeptidee der neuen Lichtfassade bei der Planung für die neue Hauptverwaltung der Stadtwerke in Bochum eingeflossen.

Dieses Projekt entwickelte sich für uns aus einem gewonnenen Wettbewerb. Im Zuge dieses Wettbewerbs hatte das Büro GATERMANN + SCHOSSIG ein Konzept für ein Atriumgebäude mit Turm entwickelt.

Der 60 m hohe Turm findet in diesem Fall seine Begründung in der städtebaulichen Aufgabe des Gebäudes.

Die von uns formulierte wichtige städtebauliche Vorgabe erforderte im Zuge der noch folgenden Planung eine sorgfältige Weiterentwicklung der Gebäudehülle. Ein Turm mit den Grundmassen 20 x 20 m ist vom Grundsatz nicht sehr flächenwirtschaftlich und zudem auch unter energetischen





Gesichtspunkten etwas problematisch. Da für das Gebäude eine hohe Energieeffizienz ein oberstes Planungsziel sein sollte, musste das Konzept für die Fassaden noch einmal gründlich untersucht werden.

Die Problematik der solaren, sommerlichen Zugewinne wie auch des Wärmebedarfs ergab die Notwendigkeit einer Reduktion der transparenten Fassadenteile.

Die Berechnungen ergaben ein sinnvolles Verhältnis von 55% : 45% (transparent – nicht transparent). Erreicht wurde dies durch eine flache Brüstung (60 cm) und ein Paneelfeld von 40 cm Breite an jedem Doppelachsraster. Durch den hohen Dämmwert der Paneele ( $k = 0,30$ ) konnte ein sehr guter mittlerer Dämmwert erzielt werden.

Gute Raumkonditionen bei minimalem Einsatz von Technik und Zusatzenergie sind mit dieser Lösung möglich geworden. Das Gebäude kann zudem natürlich be- und entlüftet werden.

Entscheidend für die Funktionstüchtigkeit des Konzeptes ist hierbei ein effizienter Sonnenschutz. Aus gestalterischen wie auch funktionalen Erwägungen war ein außenliegender Sonnenschutz nicht gewollt. Die Windanfälligkeit und die starke Verschmutzung sind Schwachpunkte einer solchen Lösung, im Bereich des Turmes kann wegen der Windverhältnisse sowieso kein außenliegender Sonnenschutz eingesetzt werden.

Eine der ganz wenigen technisch möglichen Lösungen für diese Problematik stellt die von Helmut Köster entwickelte Retro-Lamelle dar. Mit ihr lassen sich g-Werte erzielen, die fast denen eines außenliegenden Sonnenschutzes entsprechen. Gleichzeitig verfügen diese Lamellen auch über ein gutes Potential für die Lichtlenkung in die Raumtiefe. Damit sind zwischen Architekt und Lichtplaner beste Voraussetzungen für eine gestalterisch höchst anspruchsvolle multifunktionale Klima- und Lichtfassade geschaffen.

## TAGES- UND KUNSTLICHTPLANUNG

Als Kunst- und Tageslichtplaner haben wir uns auf die Entwicklung von Detaillösungen zur integrierten Führung des Tageslichtes und des Kunstlichtes spezialisiert. In dieser Funktion übernehmen wir eine wesentliche Verantwortung für das Energiemanagement des Gebäudes. Die Gebäudetechnik, also die Entscheidung, ob ein Gebäude voll klimatisiert werden muss, Kühldecken ausreichend sind, ob eine Bauteilkühlung oder eine Fensterlüftung reicht, ist im Wesentlichen davon abhängig, wie hoch die externe Wärmelast über die Fassade anzunehmen ist. Die externe Wärmelast eines Gebäudes ist von mehreren Faktoren abhängig:

- Glasflächenanteil
- Sonnenschutzfunktionen der verwendeten Gläser
- Schutz vor Überhitzung durch Retrotechnik / Lichtlenkung.

Während bisher der Grundsatz galt, dass nur ein außenliegender Sonnenschutz ein Gebäude wirkungsvoll vor Überhitzung schützen kann, ermöglicht die in unserem

Büro entwickelte Retrotechnik auch bei innenraumseitiger Anordnung so gute g-Werte zu erzielen, dass mit einfachster Bauteilkühlung oder Kühldecken gearbeitet werden kann.

Einer unserer Aufgaben im Planungsprozess ist es, den Glasflächenanteil unter Berücksichtigung dieser neuen Retrotechnologien zu bestimmen, ohne dass es zu Überhitzungen kommt.

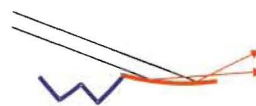
## INTEGRALER PLANUNGSANSATZ

Wir werden als Kunst- und Tageslichtplaner oftmals erst dann in den Planungsprozess mit eingebunden, wenn der Entwurf abgeschlossen ist. In der Zusammenarbeit mit dem Büro GATERMANN + SCHOSSIG werden wir immer wieder herausgefordert, bereits im frühesten Planungspro-



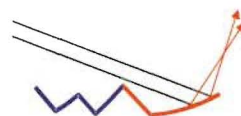
### RETROLux

Das erste, w-förmige Teilstück schützt den Innenraum vor Überbelichtung und Überhitzung insbesondere der hohen, aber auch der flachen Sonne durch Retroreflexion.



### RETROLux O

Die Lamellen für den oberen Fensterbereich verfügen über ein flach angestelltes zweites Lamellenteilstück zur Lichteinflutung in große Raumtiefen.



### RETROLux U

Die Lamellen für den unteren Fensterbereich verfügen über ein steiler angestelltes zweites Lamellenteilstück zur Lichteinlenkung an die Innenraumdecke.

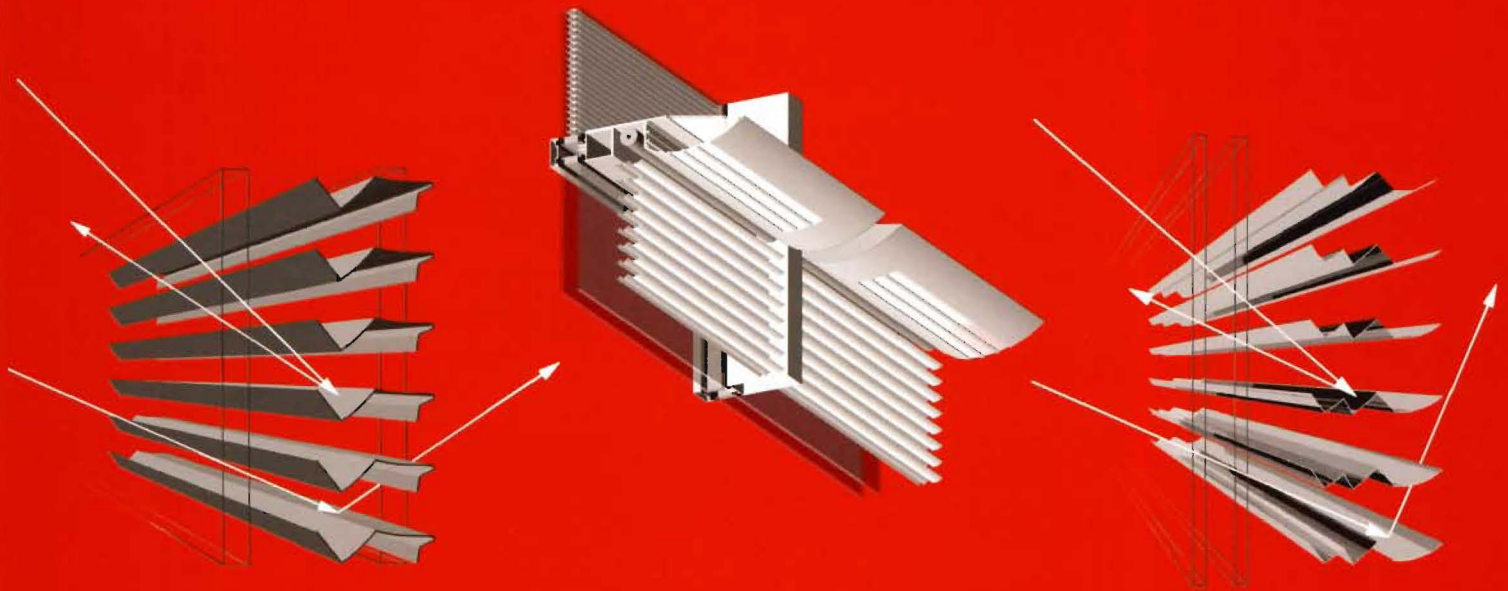
zess die Entwicklung neuer, integrierter Planungsansätze aufzeigen, wodurch die Nutzung von Synergieeffekten – von denen insbesondere der Klimatechniker profitiert – möglich wird. Während der Kunst- und Tageslichtplaner in einer späteren Entwurfsphase oftmals dem Gebäude nur seine Bauelemente aufpfropfen kann, hat der integrale Planungsprozess im Büro GATERMANN + SCHOSSIG immer wieder gezeigt, dass das frühzeitige Zusammenarbeiten, d.h. der gemeinsame Planungsprozess, zu ganz neuen Konzepten in der Gebäudetechnik, der Fassadentechnik, Lichttechnik und Klimatechnik und damit in der spezifischen technischen Konzeption und der Architektur führt. Der gemeinsame Planungsprozess ermöglicht das Aufspüren von Synergien, die letztlich zu einem energieoptimierten, aber auch einem kostenoptimierten Gebäude führen.



Lichtfenkglas

Riegelleuchte in der Fassade

Lichtfenkjalousie



### Anforderungen

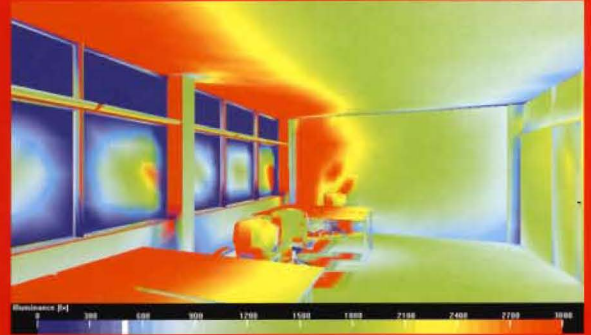
Dieser Prozess erfordert, dass bereits im Vorentwurf die Anforderungen an die Fassade von Seiten des Tageslichtplaners deutlich formuliert werden. In der Zusammenarbeit mit dem Büro GATERMANN + SCHOSSIG besteht Konsens in bezug auf folgende Anforderungen:

- gute Durchsicht der Fassade auch zum Zeitpunkt des aktiven Sonnenschutzes
- niedrigste Energietransmission bei hoher, einfallender Sommersonne zugunsten der Kühllasteinsparung
- passive Solarenergienutzung bei flacher Sonne in Winter
- blendfreie Lichteinflutung
- wartungsfreie / wartungsarme Technologien
- kostengünstige / kostenneutrale Planung
- Unterordnung der Bauelemente der Licht- und Tageslichttechnik in ein minimalistisches Gestaltungskonzept.

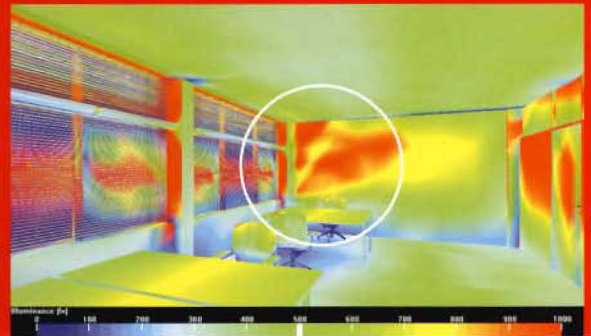
Gefordert werden Minimaltechnologien ohne das Backing einer aufwendigen Klimaanlage. Als Beispiel für eine Minimaltechnologie wird das Prinzip der optischen Wärmeregulierung aus unserem Hause angeführt. Die optische Wärmeregulierung bezieht sich auf die Steuerung der Solarenergietransmission in der Fassade über den Sonneneinfallswinkel.

Sonneneinfallswinkelabhängige Selbststeuerungssysteme wurden von unserem Büro erstmals im Zusammenhang mit der Produktentwicklung von Okasolar im Jahre 1980 entwickelt. Inzwischen liegen neue, effektivere Strukturen (auch für Okasolar) vor, die es ermöglichen, die hohe, überhitzende Sommersonne mit einer einzigen Reflexion in den Himmel zu retroreflektieren (zurückzustrahlen). Mit diesen Strukturen werden auch bei farbneutralen Wärmeschutzgläsern g-Werte von  $< 0,1$  erzielt.

21. März  
Südfassade  
ohne Retrotechnik



21. März  
Südfassade  
mit Retrotechnik

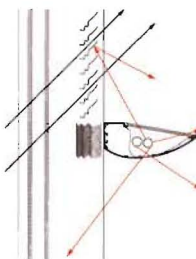


Nacht



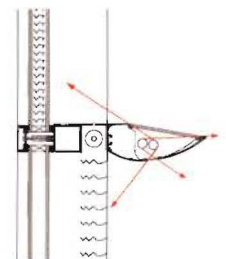
**RETROLux O / RETROFlex**

dient nachts auch zur Umlenkung des Kunstlichtes. Hierzu wird der Behang bis zur Riegelleuchte gerafft und im oberen Behangteil schräg angestellt, so dass die Oberlichtlamellen eine geschlossene Reflexionsfläche für das aus der Riegelleuchte indirekt austretende Licht bilden.



**RETROLuxTherm O**

Im Oberlichtbereich ist RETROLuxTherm O angeordnet, welches nicht nur zur Umlenkung von Tageslicht sondern auch zur Umlenkung des Kunstlichtes dient.





### **Stadtwerke Bochum**

Bei den Stadtwerken Bochum sollen RETROLux-Jalousien eingesetzt werden, die sich durch eine ganz besondere Lamellenkontur auszeichnen: Die Lamellen bestehen aus einem ersten, nach außen orientierten, w-förmigen Teilstück zur Retroreflexion der überhitzenden Sommersonne. Das zweite, nach innen orientierte Teilstück, ist als Lightshelf ausgebildet und lenkt das diffuse und das flache Licht nach innen.

Die RETROLux-Lamellen im Oberlichtbereich sind so ausgebildet, dass das eindringende Tageslicht in große Raumtiefen umgelenkt wird. Um Blendfreiheit für den fensternahen Arbeitsplatz zu gewährleisten, weisen die RETROLux-Lamellen im unteren Fensterbereich eine geänderte Kontur auf, so dass die Sonne blendfrei und steil an die Decke umgelenkt wird. Die kompletten Lamellenpakete lassen sich in einen Schacht einfahren.

### **Simulationen**

In unserem Büro wurden Berechnungsmethoden entwickelt, bei denen die einzelnen Fassaden exakt in den Horizontalkreis der Sonne eingemessen werden und die Energieeinstrahlung, die Retroreflexion und den Gesamtenergiedurchgang der Fassade bei horizontaler Lamellenposition (maximale Durchsicht!) simulieren.

Weitere Simulationen beziehen sich auf die tageszeitbezogene Energieeinstrahlung / Retroreflexion bzw. Transmission in der Fassade. Diese Berechnungen werden standardmäßig für den 21. Dezember, den 21. März / 21. September und den 21. Juni durchgeführt.

Im Rahmen einer weiteren Simulation wird die externe Wärmelast in Abhängigkeit vom Glasflächenanteil ermittelt. Die Diagramme zeigen die maximale sowie die mittlere externe Wärmelast über einen Tagesgang. Diese Darstellungen helfen dem Klimatechniker, sehr schnell zu ermitteln, mit welchen maximalen Lastfällen er zu rechnen hat und wie die Auslegung der Kühlsysteme vorzunehmen ist. Derartige Diagramme sind ein wesentlicher Bestandteil des integralen Planungsprozesses, da sie letztlich ein sehr schnelles Kontrollinstrumentarium für den Glasflächenteil einerseits und die korrelierende Kältetechnik im Hintergrund andererseits darstellen.

### **Künstliche Beleuchtung**

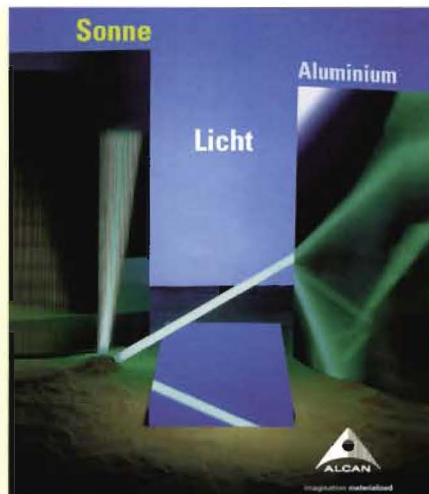
In der Entwicklung des Konzeptes zur künstlichen Beleuchtung wird bei den Stadtwerken Bochum der Gedanke verfolgt, auch nachts das Kunstlicht über die Fassade in den Raum zu bringen. Hierzu wird im Riegelbereich der Fassade eine Langfeldleuchte mit direktem und indirektem Lichtaustritt angeordnet. Das indirekt austretende Licht trifft auf die Unterseite der Tageslicht-

systeme, die in eine geschlossene Position gedreht sind, so dass sich eine geschlossene Reflexionsfläche für das Kunstlicht ergibt. Somit sind die Tageslichtlenksysteme nicht nur tags aktiv, sondern auch nachts. Mit diesem Beleuchtungsschema werden Beleuchtungsstärken von 500 lx in Fensternähe realisiert, die zur Raumtiefe hin auf 200 - 300 lx abnehmen.

Eine weitere Entwicklung besteht darin, an den Decken mikropismenstrukturierte Lamellensysteme anzuordnen, die das von unten an die Decke geflutete Kunst- und Tageslicht kegelförmig auf die Arbeitsebene umlenken. Hierdurch wird eine zweiseitige Beleuchtungssituation mit vorteilhafter, blendfreier Seitenlichtausleuchtung realisiert.



imagination materialized



## ALANOD. Nothing reflects like ALANOD

ALANOD GmbH beschäftigt sich seit 1975 mit der Herstellung eloxierter Aluminiumbänder. Die Produkte von ALANOD zählen zu den führenden weltweit.

Die eigene Vakuumbeschichtungsanlage veredelt kontinuierlich Aluminiumbänder bis zu 1250 mm Breite und 0,8 mm Dicke mit reflexionsverstärkenden Schichten.

### Produkte

Oberflächen für die Beleuchtungsindustrie, dekorative Anwendungen oder auch eingefärbt, MIRO mit einer Gesamt-Reflexion von 95% (DIN 5036) bei völliger Interferenz-Farbenfreiheit, MIRO-SUN für Tageslichtsysteme, MIRO-THERM für Solarkollektoren.

### ALANOD Aluminium-Veredlung GmbH & Co. KG

Egerstraße 12  
58256 Ennepetal  
Postfach 1102 | 58240 Ennepetal  
Tel. +49 (0) 2333. 986 - 500  
Fax +49 (0) 2333. 986 - 555  
alanod@alanod.de  
www.alanod.de

ALANOD Ltd. | Chippenham Drive | Kingston  
Milton Keynes MK10 0AN – United Kingdom  
Phone +44 1908 28 20 44  
Fax +44 1908 28 20 32 - 033  
alanod@alanod.co.uk | www.alanod.co.uk

## Aus Tradition innovativ

Die Alcan Singen GmbH gehört zu den traditionsreichsten Aluminium-Walzwerken in Europa. Seit rund 90 Jahren wird dort an der stetigen Fortentwicklung und Vervollkommnung der Walztechnologie gearbeitet. Im Mittelpunkt stehen Produktinnovationen mit großem Kundennutzen, denn auch in Zukunft gibt es gewichtige Gründe für die Leichtigkeit und das Reflexionsvermögen von Aluminium.

Das besondere Know-how bei der Herstellung genau definierter Oberflächenqualitäten nutzen die Alcan Singen Kunden aus zahlreichen Industriezweigen zur Sicherung ihres Markterfolges: Ob spezielle 3D-Oberflächen für die moderne Beleuchtungsindustrie, Schilderqualitäten, elegante Behältnisse und Accessoires in der Kosmetikindustrie, Vormaterial für Zierleisten und die Verpackungsindustrie – mit Alcan Singen Aluminium werden Zukunftsideen Realität.

### Alcan Singen GmbH

**Alcan Rolled Products**  
Alusingen-Platz 1  
78224 Singen  
Tel. +49 (0) 7731. 80 - 0  
Fax +49 (0) 7731. 80 - 2699  
Josef.Statti@alusuisse.com  
www.alcan.com

DELZER-Kybernetik sind Ingenieur-Spezialisten und Physiker für die Anwendungen:

**Produktinnovation / Energietechnik /  
Softwareentwicklung / CAE-Tools**

»Wir stellen unsere umfassenden Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Kybernetik in den Dienst unserer Kunden.«

### Energietechnik

Energiekonzepte für Bürogebäude, Wohngebäude, Industriebauten und verfahrenstechnische Anlagen werden ganzheitlich dynamisch simuliert und optimiert. Die Abstimmung für Heizung, Kühlung, Beleuchtung mittels passiven und aktiven Methoden in Verbindung mit einer optimierten Regelungstechnik sparen Investitionskosten bei gleichzeitig tiefen Betriebskosten. Die dynamischen Simulationen umfassen auch die vollständige Dynamik für die Feuchte in Räumen und Bauteilen (Kondensations-, Verdampfungsprozess, Kapillarwirkung und Diffusion), so dass das Gebäude und die Regelung zum Erzielen der optimalen relativen Feuchte angepasst wird.

### Delzer Kybernetik GmbH

Ritterstraße 51  
79541 Lörrach  
Tel. +49 (0) 7621. 95 77 - 0  
Fax +49 (0) 7621. 95 77 - 20  
info@delcyb.com | info@delzer.de  
www.delcyb.com | www.delzer.de

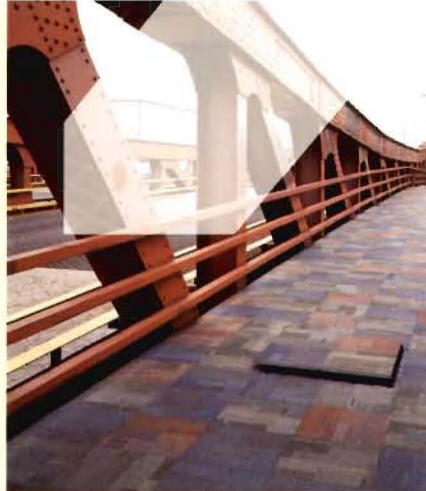




Innerhalb der IGH GRUPPE, einer der größten unabhängigen Ingenieur- und Beratungsunternehmen der deutschen Baubranche, ist das IGH INSTITUT die hauseigene »Forschungsschmiede«. 1998 gegründet, sind die Naturwissenschaftler und Ingenieure des IGH INSTITUT auf die Erforschung und Anwendung innovativer Planungsmethoden und die Erstellung von Expertisen spezialisiert. Unter dem Dach des Integralen Ansatzes werden technische Systemplanungen angeboten für Tragwerk, Fassaden, Bauphysik, Technische Gebäudesimulation/Energie, Kunst- und Tageslichtplanung (Fachbereich: v.light), Brandschutz sowie Umwelt/Verkehr. Mit ausgefeilten **integralen Ingenieurkonzepten** unterstützt das IGH INSTITUT anspruchsvolle, nutzerbestimmte Architektur.

**IGH Institut GbR**

Immermannstraße 49/51  
50931 Köln  
Tel. +49 (0) 221. 400 768 - 05  
Fax +49 (0) 221. 400 768 - 99  
info@k.igh.com  
www.igh-institut.de



INTERFACE ist ein weltweit führendes Unternehmen für Serviceleistungen rund um den Bodenbelag, spezialisiert auf den Objektbereich, mit Verkaufsniederlassungen in über 110 Ländern.

Mit den Marken Interface und Heuga ist INTERFACE der weltweit größte Hersteller von **System-Teppichboden**. Zusätzlich bietet INTERFACE mit Renovations einen speziellen Service für den problemlosen Austausch von System-Teppichboden an, ohne Unterbrechung des Arbeitsablaufes. Darüber hinaus umfasst das Produktangebot flexible Lösungen für Verkabelungsprobleme. Unter den Marken InterCell und TecCrete stellt INTERFACE diverse **Doppelboden-Systeme** her. Das Projekt PRO-day verdeutlicht, wie vielfältig, ästhetisch und anspruchsvoll Lösungen im Baugeschehen sein können und definiert, welche Optionen Bodenkonstruktionen wie InterCell für die Verbesserung von Energiehaushalt, Arbeitsplatzqualität und die Gestaltung von Gebäuden bereithalten. Dieses innovative Kabelmanagement-System ist, in Kombination mit Interface-Teppichfliesen, nicht von ungefähr ein Teil des PRO-day Messestandes auf der »light+building« in Frankfurt.

**Interface Deutschland GmbH**

Kimpler Straße 282  
47807 Krefeld  
Tel. +49 (0) 2151. 37 18 - 0  
Fax. +49 (0) 2151. 37 18 - 43  
info-de@eu.interfaceinc.com  
www.interfaceeurope.com/de



**Verbindung von Innovation und Wirtschaftlichkeit: Die Kühn HANSEN Metallbau GmbH**

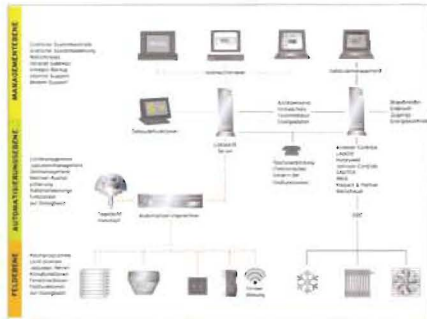
Die europaweit agierende Kühn HANSEN Metallbau GmbH stellt auf der internationalen Fachmesse »Light + Building 2002« ihre neueste Innovation vor: die Integral-Fassade. Entwickelt wurde diese gemeinsam mit den Architekten GATERMANN + SCHOSSIG und den Lichtplanern Köster + Köster.

Die Kühn HANSEN Metallbau GmbH ist ein Mitglied der Hansen Gruppe. Niederlassungen befinden sich neben Deutschland auch in Dänemark, England, Norwegen und Schweden. Insgesamt sind mehr als 900 Mitarbeiter für das Unternehmen tätig. Mit einer über 30jährigen Erfahrung in der Entwicklung von individuellem Design für Glas- & Metallfassaden verpflichtet sich das Unternehmen für absolute Termintreue und höchste Qualität. Modernste Maschinen und Gerätschaften garantieren die Vereinigung der Unternehmensleitidee: Der Verbindung von Innovation und Wirtschaftlichkeit. Bekannt ist die Kühn HANSEN Metallbau GmbH unter anderem durch das Cell-Glazing für filigrane Fassaden.

**Kühn HANSEN Metallbau GmbH**

Rungedamm 29  
21035 Hamburg  
Tel. +49 (0) 40. 73 47 - 710  
Fax. +49 (0) 40. 73 47 - 1911  
metallbau@kuehnhansen.de  
www.kuehnhansen.de | www.hansengroup.biz

## LUXMATE®



LUXMATE Controls ist Anbieter von elektronisch-digitalen Licht- und Raummanagementsystemen mit Hauptsitz in Dornbirn / Österreich und Vertriebsbüros in Deutschland, England und Spanien. Das LUXMATE-System findet Anwendung in allen Bereichen **professioneller Gebäudebeleuchtung** und in der **datentechnischen Vernetzung im Gebäudemanagement**. Die Kompetenz liegt in der elektronischen Steuerung von Tageslicht, Kunstlicht, Notlicht, Fenstern, Jalousien, Leinwänden und Außenbeleuchtung. LUXMATE ist kompatibel zu etablierten Kommunikationsstandards wie LonMarks® und EIB, sowie für die neue Digitalnorm für Vorschaltgeräte DALI.

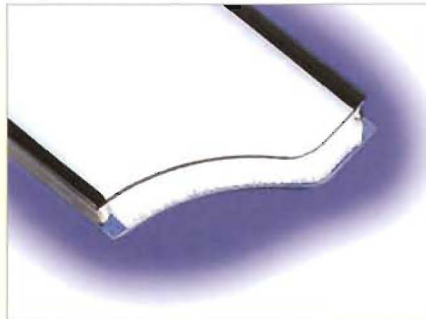
- 1991 - Markteinführung
- 1992 - Project CAA-Southampton mit 2 500 LM-Adressen
- 1993 - Kombination von Licht und Jalousiensteuerung
- 1994 - Projekt UBS-Basel (CH) mit 8 000 LM-Adressen
- 1995 - Über 100 000 LM-Adressen realisiert
- 1996 - Interface zu Landis & Steafa - Project ILB Berlin
- 1997 - Interface zu Johnson Controls - Czech. Nat. Bank
- 1998 - LUXMATE wird eigenständige Firma
  - Eröffnung des Vertriebsbüros in London
- 1999 - Führendes Licht- und Raummanagement in Europa
- 2000 - Eröffnung des Vertriebsbüros in Frankfurt
- 2001 - Eröffnung des Vertriebsbüros in Madrid
  - ab Herbst 2001

### LUXMATE Controls GmbH

Schmelzhütterstraße 26  
A - 6850 Dornbirn  
Tel. + 43 (0) 5572. 599 - 0  
Fax + 43 (0) 5572. 599 - 699  
luxmate@luxmate.co.at  
www.luxmate.co.at

## OKALUX

Wir denken Isolierglas weiter.



Der überwiegende Teil der von OKALUX hergestellten Produkte sind **Spezialisiergläser** für Sonderanforderungen, meist mit im Scheibenzwischenraum **integrierten Funktions-Materialien**.

Einen hohen Stellenwert genießt seit jeher die Qualitätssicherung. Bedingt durch den rasanten Fortschritt in der Glasindustrie haben sich die Qualitätsanforderungen im Laufe der Jahre grundlegend geändert. OKALUX bemüht sich ständig, die interne und externe Qualitätsüberwachung der Entwicklung anzupassen. Objektbezogene Programme zur Qualitätsüberwachung sind üblich.

Das Produktprogramm von OKALUX umfasst alle erhältlichen Glasarten in jedweder Bearbeitung. OKALUX stellt selbst keine vorgespannten, laminierten oder etwa bedruckten Gläser her. Dafür arbeitet OKALUX mit unterschiedlichen Vorlieferanten zusammen, zu denen gute Beziehungen bestehen und deren unterschiedliche Stärken bei OKALUX bekannt sind.

### OKALUX GmbH

97828 Marktheidenfeld-Altfield  
Tel. + 49 (0) 9391. 900 - 0  
Fax + 49 (0) 9391. 900 - 100  
info@okalux.de  
www.okalux.de



**Pluggit steht für innovative, hocheffiziente Installationstechnik und Raumklimasysteme.**

Das Pluggit Office System ist ein integriertes und strukturiertes Installations- und Raumklimasystem für die wichtigsten haustechnischen Funktionen, wie Klimatisierung, elektrische Stromversorgung, Daten- und Telekom-Vernetzung und Raumbeleuchtung.

Für ein hervorragendes und Arbeitsplatz-individuelles Raumklima sorgt dabei die PluggMar (Pluggit Move Air Right) Quellluft-Induktionstechnik, die auf aerodynamisch ausgefeilten und projekt-individuell adaptierbaren Gerätekonstruktionen basiert.

PluggMar Klimageräte stehen für

- extra-flaches Design
- integriertes Lüften, Heizen, Kühlen
- hohe Leistung durch Raumlufinduktion
- hoher Komfort durch Quellluftprinzip
- universell einsetzbar in Wand und Boden

### Pluggit GmbH

#### Bereich Pluggit Office

Siemensstraße 1  
65795 Hattersheim  
Tel. + 49 (0) 6190. 91 91 - 0  
Fax + 49 (0) 6190. 91 91 - 20  
wilfried.breitwieser@pluggit.com  
www.pluggit.com





Die Firma RETROSolar hat eine integrale Produktfamilie entwickelt, die sich aus dem Gedanken der **Tageslichttechnik** über eine **integrierte, künstliche Beleuchtung** bis zu einer **Lichtlenkdecke** erstreckt.

RETROLux und RETROFlex sind Lichtlenkjalousien, die vorzugsweise im Innenraum angeordnet sind und die Schutzfunktionen des traditionellen, außenliegenden Sonnenschutzes übernehmen.

Eine verbesserte Tageslichtnutzung und eine wesentlich verbesserte Durchsicht wird erzielt.

RETROLuxTherm und RETROFlexTherm sind isolierglasintegrierte Lichtlenksysteme für Dächer und Fassaden.

RETROLight ist eine Riegelleuchte in der Fassade, RETROTop ist eine Lichtlenkdecke, die eine integrierte Lichtführung von Kunst- und Tageslicht über die Decke auf die Arbeitsebene ermöglicht.

#### RETROSolar

##### Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH

Danziger Straße 51  
55606 Kirn

Tel. +49 (0) 6752. 91 20 - 79

Fax +49 (0) 6752. 91 20 - 80

info@retrosolar.de

www.retrosolar.de



Die Sedus Stoll Aktiengesellschaft entwickelt, fertigt und vertreibt seit über 130 Jahren

**Büro- und Objektmöbel.** Die Zentrale steht dort, wo andere Urlaub machen, im Schwarzwald am Hochrhein in Waldshut.

»Life inspires« ist die Kraft für Produktinnovationen von Sedus. Die Zukunft des Unternehmens liegt in der Umsetzung der Vision:

**»Das Besondere hat ein Lächeln im Gesicht.«**

Sedus entwickelt aus den Informationen der Arbeitswelt und aus seinen eigenen Erfahrungen. »Life inspires« ist daher weder Strategie noch Programm, es verkörpert die Haltung eines Unternehmens, das in den letzten Jahren die meisten Designauszeichnungen in der Branche erhalten hat. Sedus, ein Bewegunternehmen. Sedus, der Herausgeber des Onlinemediums für zeitgenössische Architektur: [www.a-matter.de](http://www.a-matter.de)

#### Sedus Stoll Aktiengesellschaft

Brückenstraße 15  
79761 Waldshut

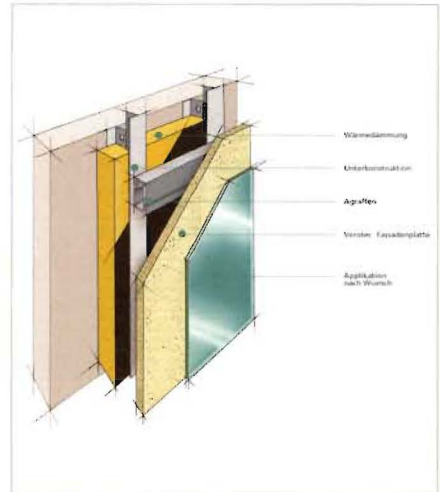
Tel. +49 (0) 7751. 84 - 0

Fax +49 (0) 7751. 84 - 310

sedus@sedus.de

www.sedus.de

## Verotec



#### Verotec GmbH

*Wir stellen uns vor*

Die Verotec GmbH wurde 1987 als Tochter der Sto AG gegründet und bietet heute mit Firmensitz in Lauingen ca. 130 Arbeitsplätze.

Neben fugenlosen **hinterlüfteten Fassaden** werden **Panelfassaden** angeboten. Beliebige Oberflächen wie z.B. Glas, Naturstein, Metall, Keramik oder Putz ermöglichen dem Planer ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit.

Für den Holzrahmenbau oder auch zur Sanierung von Industrieblechfassaden bietet Verotec stets die perfekte Lösung.

Eine weitere Produktschiene sind Bossen sowie Dekoprofile für innen und außen. Eine Spezialität: Die Reproduktion historischer Profile, die auch im Denkmalschutz hohe Akzeptanz finden. Designerdecken sowie ästhetisch anspruchsvolle Akustikdecken, die gleichzeitig der Raumkühlung oder Heizung dienen, runden das Leistungsspektrum ab.

#### Verotec GmbH

Marketing Abteilung  
Hanns-Martin-Schleyer-Straße 1  
89415 Lauingen

Tel. +49 (0) 9072. 990 - 0

Fax +49 (0) 9072. 990 - 160

infoservice.verotec@stoeu.com

www.verotec.de

## INITIATOREN

### ■ WITAG

Wissenschaftszentrum

Tageslichttechnik

Karl-Bieber-Höhe 15

60437 Frankfurt / Main

Tel. + 49 (0) 69. 507 66 - 06

Fax + 49 (0) 69. 507 46 - 50

info@witag.de

www.WITAG.de

### ■ GATERMANN + SCHOSSIG

Architekten BDA

Richartzstraße 10

50667 Köln

Tel. + 49 (0) 221. 92 58 21-0

Fax + 49 (0) 221. 92 58 21-70

info@Gatermann-Schossig.de

www.Gatermann-Schossig.de

### ■ Köster + Köster

Tages- und Kunstlichtplanung

Karl-Bieber-Höhe 15

60437 Frankfurt / Main

Tel. + 49 (0) 69. 507 46 - 40

Fax + 49 (0) 69. 507 46 - 50

LichtplanKoester@aol.com

www.Koester-Lichtplanung.de

## IMPRESSUM

## PARTNER

- ALANOD
- Alcan Singen
- Delzer Kybernetik
- IGH INSTITUT
- INTERFACE
- Kühn HANSEN Metallbau
- LUXMATE controls
- Okalux
- Pluggit
- RetroSolar
- Sedus Stoll
- Verotec