



HELMUT KÖSTER

TAGESLICHT MODULIEREN

Strategien adaptiver Fassaden

DAYLIGHT MODULATION

Strategies for Adaptive Facades

WITAG-Verlag

HELMUT KÖSTER

Eine Publikation des
Wissenschaftszentrum Tageslicht (WITAG)

*A publication of the
Science Center Daylight (WITAG)*

TAGESLICHT MODULIEREN

Strategien adaptiver Fassaden

DAYLIGHT MODULATION

Strategies for Adaptive Facades

www.witag-verlag.de

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Dargestellten Technologien sind vom Autor durch gewerbliche Schutzrechte im In- und Ausland geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen der Patent-, Geschmacksmuster- und Urheberrechte ist unzulässig und strafbar. Dies gilt auch für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Verbreitung im elektronischen System. Zahlenangaben ohne Gewähr.

ISBN 978-3-00-048400-1

www.witag-verlag.de

All rights reserved.

This document, including all its parts is protected by copyright. Technologies described are protected by the author by national and international industrial property rights. Any use outside the strict limits of patent law, industrial design law and copyright are prohibited and liable to prosecution. This also applies to reproductions, translations, microfilming and storage and distribution in the electronic system. Numerical data provided without guarantee.

Dieses Büchlein ist in großer Dankbarkeit meiner Frau Brigitte gewidmet, die als Geschäftsführerin der Fa. RETROSolar gleichen Anteil an der Entwicklung und Realisierung der RETRO-Technik inne hat. Alles ist unser gemeinsames Werk.

Jan. 2015

This booklet is dedicated in deep gratitude to my wife Brigitte, who as CEO of the company RETROSolar has an equal part in the development and implementation of the RETRO technology. Everything is our shared work.

Jan. 2015

Inhalt	Contents	Seite/Page
Vorwort/Keywords	<i>Preface/Keywords</i>	5
Danksagung		7
Zum Inhalt	<i>Content</i>	8
Einleitung	<i>Introduction</i>	10
Grundlagen	<i>Basics</i>	10
Außenjalousie	<i>Exterior blind</i>	RETROLux A 14
Innenjalousie	<i>Interior blind</i>	RETROLux 50 20
Isolierglas	<i>Insulation glass</i>	RETROLuxTherm 30
Medienfassade	<i>Media Facade</i>	36
Innenjalousie	<i>Interior blind</i>	RETROFlex 38
Isolierglas	<i>Insulation glass</i>	RETROFlexTherm 50
Lichtlenkende Decke	<i>Light redirecting ceiling</i>	RETROTop 54
Integrierte Beleuchtung	<i>Integrated Lighting</i>	RETROLight 56
Wirtschaftlichkeit	<i>Economics</i>	58
Anhang 1	<i>Appendix 1</i>	
Adaptive Fassaden	<i>Adaptive facades</i>	63
Anhang 2	<i>Appendix 2</i>	
Messungen	<i>Measurements</i>	67
Anhang 3	<i>Appendix 3</i>	
Terminologie	<i>Terminology</i>	79
Anhang 4	<i>Appendix 4</i>	
EDL-G	<i>EDL-G</i>	85
Anhang 5	<i>Appendix 5</i>	
Energiepreise	<i>Energy costs</i>	89
Anhang 6	<i>Appendix 6</i>	
WITAG	<i>SCD</i>	93
Curriculum Vitae		96
Veröffentlichungen	<i>Literature</i>	98
Internat. Partner	<i>RETROSolar Global</i>	99

Vorwort

Der vorliegende Text ist eine Zusammenfassung einer Vorlesungsreihe von Dr. Köster zum Thema Tageslicht, präsentiert anlässlich verschiedener Konferenzen und im Rahmen von Universitätslehrgängen.

Dr. Köster erläutert seine Entwicklungen und Patente zur Tageslichttechnik anhand einer Auswahl gebauter Beispiele, die er als Designer für Tageslicht begleitet hat. Alle erläuterten Technologien werden u.a. von der Fa. RETROSolar hergestellt.

Preface

The present paper is a summary of a series of lectures by Dr. Köster on the topic daylight presented at numerous conferences and university courses.

Dr. Köster explains his developments and patents for daylight technologies based on a selection of realized projects which he accompanied as daylight designer. All technologies discussed are manufactured i. a. by the company RETROSolar.

Keywords:

Adaptive Fassaden
Tageslichttechnik, TLT
Tageslichtfassade
Tageslichtjalousien
Tageslichtausleuchtung
Tageslichtautonomie
Lichtlenkende Gläser
Passive Kühlung
Lichtumlenkende Lamellen-Profile
RETRO-Technik
RETRO-Reflexion
Raumtiefenausleuchtung
Spiegellamellen
Optische Wärmeregulung
Optischer Energietransport
Strahlungstransmission
Tageslichteffizienz

Keywords:

*Adaptive facades
Daylight technology
Daylight façade
Daylight blinds
Daylight illumination
Daylight autonomy
Light redirecting glazing
Passive cooling
Light redirecting louver profiles
RETRO-technology
RETRO-reflection
Illumination of the room depth
Mirror louvers
Optical heat control
Optical energy transport
Radiation transmission
Daylight efficiency*

Danksagung

Mein Dank gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), die im frühen Stadium der Retro-Technologie die Entwicklung makro- und mikrostrukturierter Lamellen im Rahmen mehrerer F+E-Vorhaben gefördert hat. Die Förderung galt auch der Anwendung der Technik in der Architektur sowie neuen Herstellungsverfahren der Lamellen.

Mein Dank gilt weiterhin dem Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi), das das Büro Köster Lichtplanung (KLP) im Rahmen eines mehrjährigen Verbundforschungsprojektes beauftragt hatte, wissenschaftliche Grundlagen zur Retro-Technik zu erarbeiten und Prototypen zu erstellen und zu vermessen sowie dem Lichttechnischen Institut der TU Berlin, das die Messungen unter Leitung von Prof. Dr. rer. nat. H. Kaase zur einfallswinkelabhängigen Lichtenergietransmission durchführte. Den weiteren Projektpartnern, dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (FH-ISE) und dem Institut für Bauphysik (IBP) der Universität Stuttgart danke ich für den Wissens- und Erfahrungsaustausch.

Weiterhin gilt mein Dank der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) ein weiteres F+E-Verbundprojekt zur Entwicklung einer Software an Köster Lichtplanung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Informatik der TU München, Prof. B. Brügge, vergeben hat. Die Software dient der Berechnung der Licht- und Energietransmission von Glasfassaden. Gefördert wird weiterhin ein neues Verfahren zur Herstellung von mikroprismenstrukturierten Fresnel-Spiegellamellen.

Für die Zusammenarbeit in der Grundlagenforschung und der Entwicklung einer Lichtstrahlenverfolgungssoftware danke ich dem Physiker Kiril Velkovsky, Sofia.

Acknowledgements

I would like to thank the German Federal Environmental Foundation (DBU), who supported the development of the macro- and microstructured RETRO-technology in the early stage within several R & D projects. The support also applied to the implementation of the technology in the architecture and new manufacturing method of the louvers.

In addition, I thank the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi), for authorizing the office Köster Lighting Design (KLP) as part of a multi-year collaborative research project to provide the scientific background for RETRO-technology and to create prototypes and measurements. I also thank the Light Technology Institute of the Technical University of Berlin that performed the measurements to the incident angle-dependent light energy transmission under the direction of Prof. Dr. rer. nat. H. Kaase. I also like to thank the other project partners, the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE FH) and the Institute for Building Physics (IBP), University of Stuttgart, for the exchange of knowledge and experience.

Furthermore, my thank goes to the VDI/VDE Innovation + Technik GmbH that on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) has appointed another R &D-project to Köster Lighting Design to develop a software in cooperation with the Institute of Computer Science at the Technical University Munich, Prof. B. Bruegge. The software is used to calculate the light and energy transmission of glass facades. A new method for producing micro prism-structured Fresnel-mirror louvers is also part-financed.

For cooperation in fundamental research and the development of a ray tracing software I thank the physicist Kiril Velkovsky, Sofia.

Zum Inhalt

Die Tageslichtmodulation erfolgt in der Gebäudehaut mittels Reflektoren, die die Helligkeit und blendfreie Lichtverteilung im Innenraum regulieren. Der Autor verbindet mit dem Begriff „Modulation“ auch eine „optische Wärmeregulung“ durch Ein- oder Auslenkung der Sonne mittels der von ihm entwickelten RETRO-Technik sowie den „optischen Energietransport“, d.h. die mit der Lichteinlenkung verbundene Energieverteilung im Innenraum.

Die Adaptivität von Tageslichtfassaden liegt in der Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Klimata, Breitengrade, Jahreszeiten, Tageszeiten und Bedürfnisse der Nutzer. Die Fassaden adaptieren ihre Schutzfunktion vor Überhitzung im Sommer und ihre Versorgungsfunktion mit Licht und solarer Wärme im Winter.

Die vom Autor patentierten RETRO-Tageslichtsysteme können außen vor der Fassade, innen hinter der Fassade, im Isolierglas oder bei zweischaligen Fassaden, im Fassadenzwischenraum angeordnet sein. Der vorliegende Überblick über unterschiedliche adaptive Fassadentypen gliedert sich nach den Technologien der Lichtlenkung sowie der Anwendung als außenliegende, innenliegende oder zwischen Glas liegende Systeme.

Das vorliegende Büchlein mag dem Leser einen Überblick über die optischen Systeme bieten, die den Jalousielamellen entweder aufgeprägt oder in die Lamellen eingeformt sind, um mittels Lichtumlenkung die Anforderungen an die Bauphysik und Lichttechnik zu realisieren.

Content

Daylight modulation is generated in the facade by using reflectors that regulate the brightness and glare-free light distribution in the interior. With the term "modulation" the author refers also to an "optical thermal control" by redirecting the sun to inside or outside with his developments of the RETRO-technology as well as the "optical energy transport", i.e. the energy distribution related to the redirected daylight in the interior.

The adaptivity of daylight facades is the ability to adapt to different climates, latitudes, seasons, times of day and user needs. The facades adapt their protective function against overheating in summer and its supply function with light and solar heat in the winter.

The RETRO-systems patented by the author can be positioned outside, in front of the facade, interior, behind the facade, in the insulation glass or in the cavity of double-skin facades. This overview of different types of adaptive facades is structured by the technologies of light redirection and the application as external, internal or integrated systems.

This booklet might offer an overview to the reader of the optical systems that are either embossed or incorporated into the louvers to realize the requirements for building physics and daylighting by light redirection.

Einleitung

Weltweit wird an Energieeinsparverordnungen und Gesetzen zur Nutzung regenerativer Energien gearbeitet. Der Schwerpunkt liegt bislang auf Systemen der Energiewandlung in Strom, Wärme und Wärmedämmmaßnahmen. Im Bauwesen ist es naheliegend, die Sonne vorrangig zur natürlichen Belichtung der Innenräume zu nutzen, ohne diese zu überhitzen.

Die verbesserte Versorgung der Arbeitsplätze mit natürlichem Tageslicht an Stelle künstlicher Beleuchtung ist eine bisher kaum wahrgenommene, jedoch äußerst nachhaltige und wirtschaftliche Ressource zur Energie- und Stromeinsparung. 30 % des Gesamtenergieverbrauchs durchschnittlicher Verwaltungsgebäude mit Großraumbüronutzung werden zurzeit nur für die künstliche Beleuchtung benötigt. Die Tageslichteinlenkung ermöglicht es, die Einschaltdauer der künstlichen Beleuchtung um ca. 50 % zu reduzieren. Weitere Einsparungen sind gleichzeitig durch eine verbesserte passive Kühlung mittels Ausblendung überhitzender Sonne im Sommer mit Hilfe von Sonnenschutz-Retro-Lamellen möglich.

Tageslichtlenksysteme stehen damit im Mittelpunkt neuester Strategien zur Energie- und CO₂-Einsparung.

Der richtige Umgang mit Sonne und Tageslicht ist eine wesentliche Energieeinsparressource und muss zu einem wesentlichen Element in der Entwicklung von Energiekonzepten heranreifen. Tageslichtplanung greift in die Disziplinen Lichttechnik, Fassadentechnik, Energietechnik und Architektur ein.

Introduction

Worldwide, efforts are made to introduce energy saving regulations and laws requiring the use of regenerative energies. The focus so far has been on energy conversion systems to obtain power and heat. It should be obvious that using the sun for natural illumination of indoor environments, without overheating, should be a primary goal for the building sector.

Improving the supply of natural daylight rather than using electric lighting is a highly sustainable and economic resource that saves both energy and power. Over 30 % of the total energy consumption of administrative buildings with open-plan offices is used for electric lighting! Simply by redirecting daylight into the room, the use of electric lighting can be reduced by at least 50 %. Further savings are possible by improving passive cooling through redirecting overheating sun with sun protection RETRO-louvers.

Daylight management systems are thus the focal point of the latest strategies to save energy and reduce the carbon footprint of buildings and are discussed in relation to glass coatings and facade constructions.

The correct manipulation and exploitation of the sun and daylight is vital as an energy savings resource and must mature into a key element in the development of energy concepts. Daylight design must become central to a range of disciplines, including lighting technology, facade technology, energy technology and architecture.



Abb. 1: Tageslicht, Farbwelten, Lichtstimmungen im Laufe von Tages- und Jahreszeiten

Fig. 1: Daylight, color worlds, light moods during the course of the days and the seasons

Die Aufgabe einer integralen, dynamischen Tageslichtplanung ist es, die unterschiedlichen Tageslichtverhältnisse und Jahreszeiten durch Licht und Schattenbildung im Gebäude erlebbar zu machen und den visuellen Außenbezug herzustellen. Es gilt, die Verbindung zur Natur, zur Sonne, in der Künstlichkeit unserer Bürowelt zu erhalten.

The objective of integral dynamic daylight design consists in making the varying daylight conditions, the seasons, tangible within the building by light and shadows and to create the visual connection to the outside. To preserve the link with nature, to the sun, in the artificiality of our office world is most important.

Die Tageslichttechnik soll durch die Reflexionsrichtung, d. h. durch Lichtein- und/oder Lichtauslenkung einen passiven, solaren Heizbeitrag ermöglichen oder eine passive Kühlleistung durch Minimierung der g-Werte gewährleisten, ohne den Außenbezug, die Durchsicht, zu verlieren.

Daylight technology should make it possible, by reflection direction, i.e. by irradiation direction and/or light redirection, to gain passive solar heating input and to ensure passive cooling power by minimizing the SHGC-values without losing the connection to outside (visual transmission).

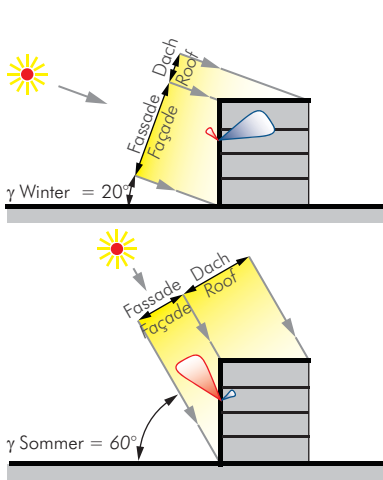


Abb. 2: Thermische Belastung von Dach und Fassade im Winter und im Sommer sowie Anforderungen an ein intelligentes Lichtlenksystem

Intelligente Tageslichtsysteme nutzen die unterschiedlichen Sonneneinfallswinkel im Winter und im Sommer für die Steuerung der Energietransmission (Winkelselektive Systeme). Sie sind nach dem physikalischen Gesetz "Einfallswinkel = Ausfallswinkel" konstruiert. Zur Verwendung kommen z.B. Aluminiumwerkstoffe mit speziellen Beschichtungen.

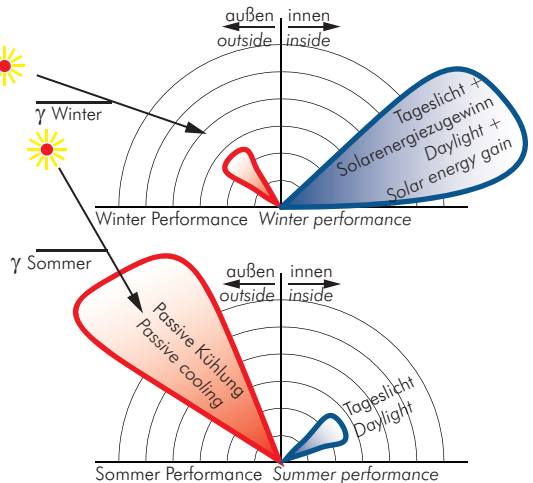


Fig. 2: Thermal loads on roofs and façades in winter and in summer and the requests to an intelligent light redirecting system

Intelligent daylight systems make use of the different sun incidence angles in winter and in summer for controlling the energy transmission (angle selective systems). They are designed in accordance with the physical law "angle of incidence = angle of reflection". For manufacture, e.g. aluminium materials with special coatings are used.

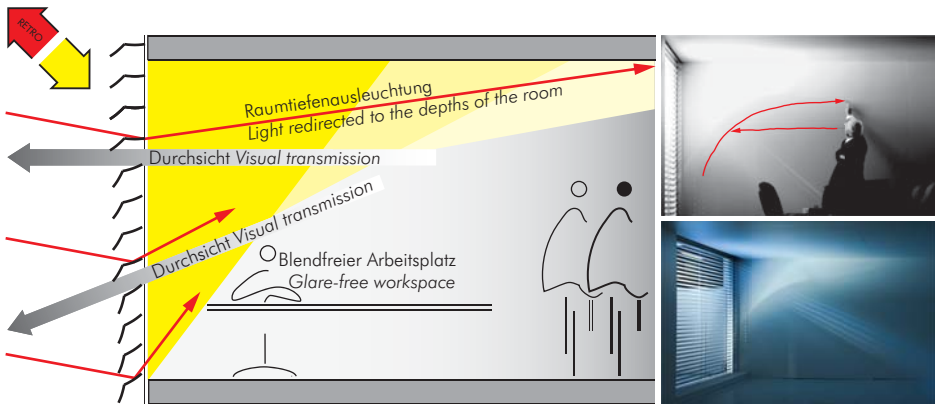


Abb. 3: Blendfreie Lichtumlenkung: Raumtiefausleuchtung durch den oberen Fensterbereich

Fig. 3: Glare-free light redirection: Room depth illumination through the upper window area

Die Tageslichttechnik sichert durch die Reflektortechnik die Versorgung der Innenräume insbesondere in der Raumtiefe mit Tageslicht. Dies erfolgt durch eine differenzierte Lichtumlenkung über besondere Lamellenausformungen: Im oberen Fensterbereich wird das Licht möglichst flach in die Raumtiefe eingelenkt, im unteren Fensterbereich ist das Licht steiler an die Innenraumdecke zu führen, um einen blendfreien Arbeitsplatz zu gewährleisten.

By reflector technology, the daylight technology insures the supply of the inner rooms, particularly in the room depth, with daylight. This is achieved by a differentiated light redirection via particular louver shapes: in the upper window area, the light is deflected as flat as possible into the room depth, in the lower window area, the light is to guide steeper to the inner room ceiling in order to guarantee a glare free work place.

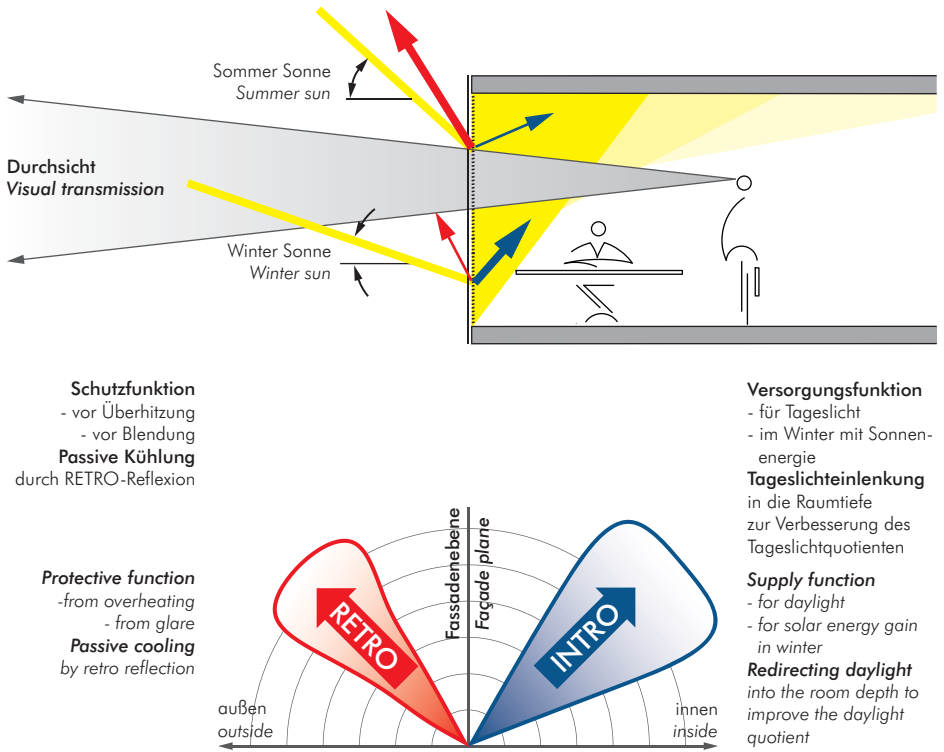


Abb. 4: Definition der Anforderungen in der Tageslicht-Konzeption

Fig. 4: Definition of the requirements on the daylight concept

Aus Nutzersicht gilt die Durchsicht bzw. die Aussicht als wesentliches Qualitätskriterium und Qualitätsmerkmal der Systeme. Deshalb ist die Tageslichttechnik so entwickelt, dass unabhängig von den bauphysikalischen Anforderungen (g-Werte) und den lichttechnischen Anforderungen (τ -Werte) immer eine möglichst gute Durchsicht durch die Systeme gegeben ist.

From the user's point of view, visual transmission or the outlook is considered the essential criterion and quality feature of the systems. Daylight technology is, therefore, developed so that good visual transmission through the systems is ensured independently from building-physics characteristics (g-values) and lighting requirements (τ -values).

Außenjalousie

Exterior blind

RETROLux A

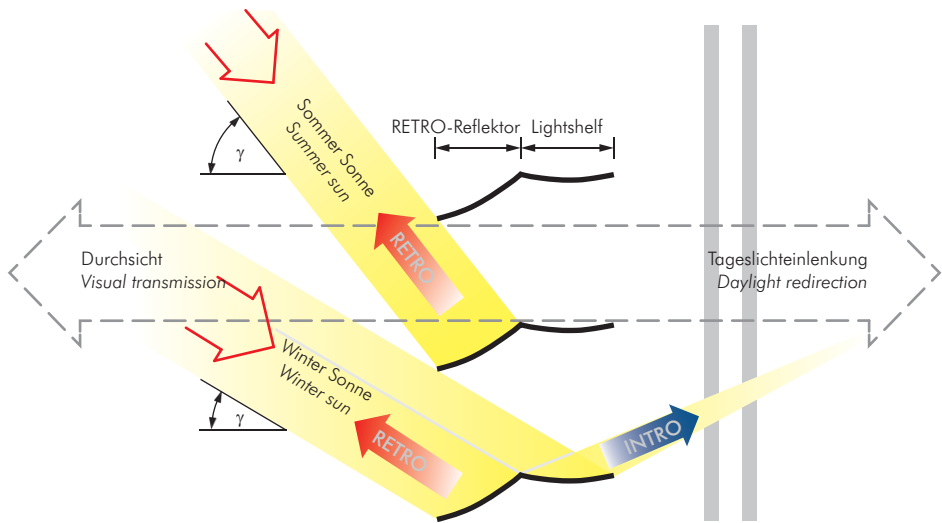


Abb. 5: RETROLux A: Monoreflexive Lichtumlenkung der Sommer- und Winter Sonne bei offener Jalousie

Fig. 5: RETROLux A: Monoreflexive light redirection of summer and winter sun with the blinds open.

Die Intelligenz der Lamellen besteht in der Ausbildung von zwei Lamellenhälften mit gegensätzlicher Funktion: einem zum Innenraum abgewinkelten Teilstück, das als Lightshelf zum Innenraum dient und gleichzeitig den Behang für eine bessere diffuse Lichteinflutung und Durchsicht öffnet und einem steiler angestellten RETRO-Reflektor. An diesem wird die hohe Sommersonne monoreflexiv ausgelenkt. Die Lichtumlenkung erfolgt zurück in den Himmel, ohne den Innenraum oder Parkplätze usw. mit Wärme und Sonnenstrahlung zu belasten, wie dies bei reflektierenden Glasscheiben der Fall ist.

The intelligence of the louvers consists in the shaping of two louver halves having opposite functions, i.e. one portion angled relative to the interior space serving as a light shelf to the interior space and at the same time opens the blind for better diffuse light influx and visual transmission, and a RETRO-reflector which is steeper positioned. At the latter, the high summer sun is mono-reflexively directed to the outside. Light deflection takes place back to the sky without charging the inner space or the parking lots etc with heat and sun radiation, as is the case when reflecting glass panes are used

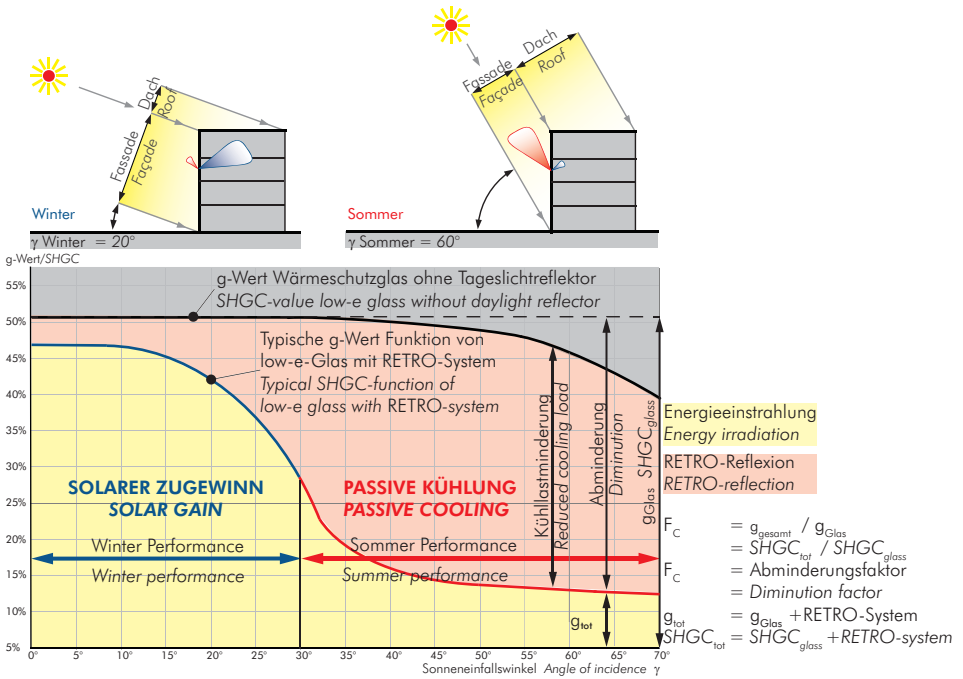


Abb. 6: Energiemanagement der RETROLuxA- Jalousien. Bei flacher, durchsichtiger Lamellenstellung: die Regelung des Energiezugewinns bzw. der passiven Kühlung erfolgt ausschließlich unter Nutzung der Sonneneinfallswinkel der hohen Sommersonne bzw. der flachen Wintersonne (Winkelselektivität).

Fig. 6: Energy management of RETROLux A blinds. In case of a flat, transparent louver position: control of the energy increase or the passive cooling is exclusively performed by using the sun incidence angles of the high summer sun or of the flat winter sun (angle selectivity).

Für das Lichtlenksystem RETROLux A ergibt sich ein typischer, dynamischer Verlauf der g-Werte (Ordinate) in Abhängigkeit vom Einfallswinkel der Sonne (Abszisse). Die Abminderung des Energieeintrags F_c errechnet sich nach DIN zu

$$F_c = g_{gesamt} / g_{Glas}$$

Die dargestellte Abminderung bei hoher Sommersonne ergibt sich bei flacher, offener Lamellenanstellung in Kombination mit Wärmeschutz-Isolierglas ohne zusätzliche Sonnenschutzbeschichtung.

For the RETROLux A light guiding system, a typical dynamic course of the g-values (ordinate) as a function of the incidence angle of the sun (abscissa) will result. The reduction of the energy irradiation F_c is calculated according to DIN at

$$F_c = g_{total} / g_{glass}$$

The reduction shown at high summer sun will result in case of flat open louver position in combination with heat protection insulating glass without any additional sun protection coating.

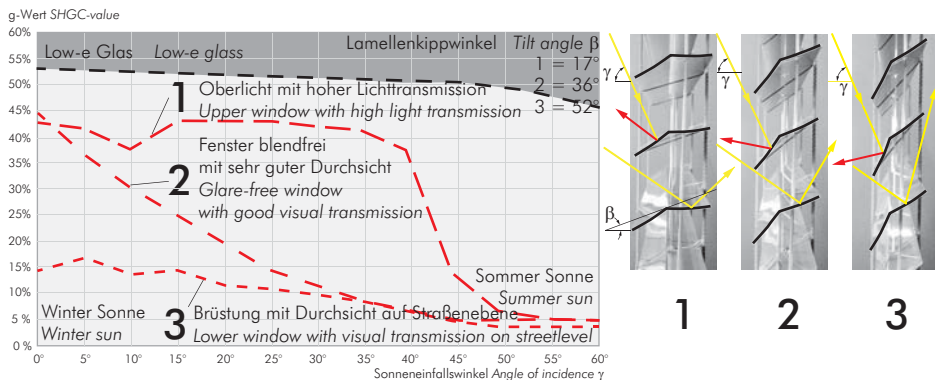


Abb. 7: Energiemanagement durch Lichtlenkung: Energietransmission in Abhängigkeit vom Lamellenkippwinkel (1, 2, 3) und vom Einfallswinkel der Sonne.

Fig. 7: Energy management by light deflection: Energy transmission as a function of louver tilt angle (1, 2, 3) and of angle of incidence of the sun.

Um die Blendfreiheit und gleichzeitig eine optimierte Lichteinflutung zu erzielen, wird die RETROLux A-Lamelle im oberen Fensterbereich flacher und im unteren Fensterbereich steiler angestellt. Somit ergeben sich durchaus unterschiedliche g-Werte im unteren und oberen Behangbereich. Im unteren Fenster ergibt sich am Arbeitsplatz ein reduzierter Energieeintrag. Gleichzeitig ist die Durchsicht auf die Straßenebene optimiert. Der obere Fensterbereich dient der Raumtiefenausleuchtung.

In order to obtain nonglaring and at the same time an optimized light influx, the RETROLux A louver is set more flat in the upper window area and steeper in the lower window area. In this way, completely different SHGC-values result in the lower and the upper blind area. A work place at the lower window will have a more reduced energy input. At the same time, visual transmission onto the street level will be improved. The upper part of the window serves the illumination of the depth of the room.



Abb. 8: RETROLux A in zweischaliger Fassade, Postverteilzentrum Wädenswil, CH; Arch.: HZDS, Heinz Zimmermann, Zürich, CH.

Fig. 8: RETROLux A in double-skin façade, mail distribution center Waedenswil, Switzerland; Arch.: HZDS, Heinz Zimmermann, Zurich, Switzerland.

In der Ansicht lebt das Gebäude mit der Sonne. Unabhängig von einer zuvor beschriebenen, optimierten Arbeitsstellung des Behangs lassen sich die Lamellen auch komplett schließen und ermöglichen eine ausreichende Abdunkelung im Büro für Beamerpräsentationen etc.

When looked at, the building lives together with the sun. Apart from the operational position of the blind described above, the louvers may be also completely closed and thus facilitate sufficient darkening of the office, for instance for beamer presentation.



Abb. 9: Haus der Forschung, Wien, AT; mit RETROLux A-Jalousien. Arch.: Neumann + Partner and Mascha & Seethaler, Wien, AT.

Fig. 9 : Haus der Forschung, Vienna, Austria; with RETROLux A-blinds. Arch.: Neumann + Partner and Mascha & Seethaler, Vienna, Austria.

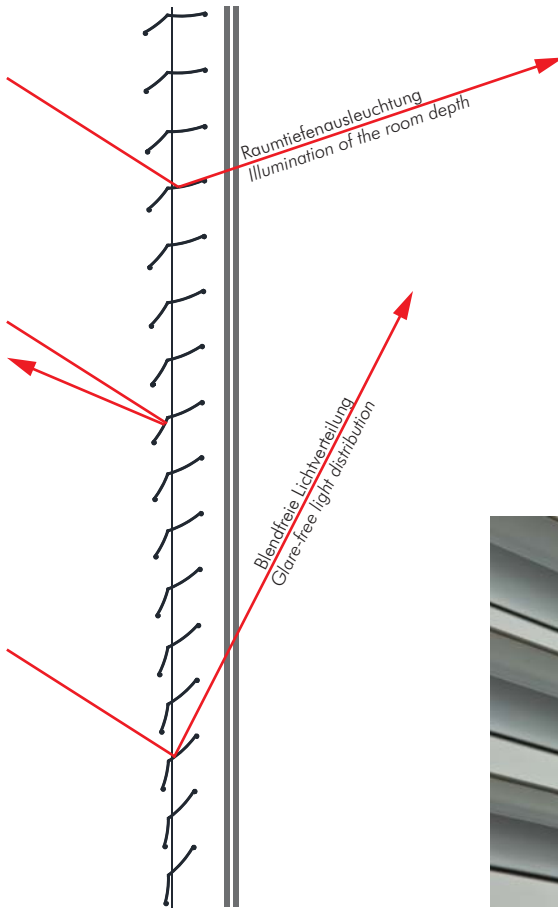


Abb. 10: Die Schlotterer-Jalousien werden mit Hilfe von Führungsschienen am Fensterrahmen befestigt. Der Jalousieschacht mit Jalousiepaket sitzt montagefreundlich mittels einer festen Eckverbindung auf den Führungsschienen auf.

Fig. 10: The Schlotterer blinds are attached with guide rails to the window frame. The shutter pocket with the louver package is mounted by a solid corner junction to the guide rails.

Die Jalousien der Firma Schlotterer zeichnen sich durch eine offene Lamellenstellung im oberen Behangbereich aus. Der Lamellenanstellwinkel nimmt nach unten kontinuierlich zu und gewährleistet eine vollständige Entblendung eines fensternen Arbeitsplatzes.

The blinds of the company Schlotterer are distinguished by an open louver position in the upper part of the blind. The tilt angle of the louver increases continuously from top to bottom and ensures a glare-free workplace.



Die Behänge der Firma Schlotterer zeichnen sich durch ein optisches Relief aus, das sich durch kontinuierlich veränderte Lamellenanstellwinkel ergibt, die im oberen Bereich die Raumtiefenausleuchtung und gleichzeitig eine sehr gute Durchsicht der Behänge gewährleisten.

The blinds of the company Schlotterer are characterized by the optical relief that results from continuously changing lilt angles of the louvers, which ensure the illumination of the room depth and at the same time a very good visual transmission.

Abb.: Bürogebäude Fa. Schlotterer, Adnet, AT. Die neue Architektur der Tageslichtfassade

Fig.: Office building Fa. Schlotterer, Adnet, Austria. The new architecture of the daylight facade





Abb. 3: Raumausleuchtung mit (links) und ohne (rechts) Tageslichtlenksystem



Fig. 3: Room illumination with (left) and without (right) daylight redirecting system

Innenjalousie

RETROLux 50 mm

Interior blind

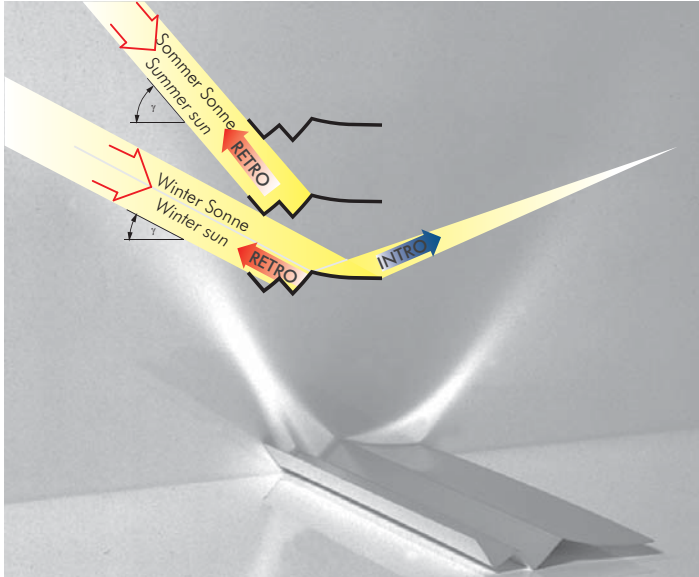


Abb. 11 : Optik des mono-reflektierenden Tageslichtsystems RETROLux 50 für den Innenbereich. Durch Vermeidung von sonst üblichen Pendel-Reflexionen der Streustrahlung an Lamellen ist die RETRO-Lamelle lichttechnisch und energetisch optimiert.

Fig. 11: Optics of the mono-reflective daylight system RETROLux 50 for the interior space. By avoiding otherwise common pendulum reflections of the scattered radiation on the louvers, the RETRO louver is optimized in terms of the photometric and energetic behavior.

Für innen liegende Tageslichtjalousien wurde eine RETROLux 50 mm-Lamelle mit w-förmigem RETRO-Reflektor entwickelt, die eine Durchsicht von > 70 % zwischen den Lamellen insbesondere im Sommer ermöglicht. Man erkennt an der Lichtumlenkung die Funktionalität der Lamellenteilstücke - des w-förmigen RETRO-Reflektors und des flachen Lightshelf.

For interior daylight blinds, a RETROLux 50 mm louver with a w-shaped RETRO-reflector has been developed which permits a visual transmission of > 70 % between the louvers, particularly in summer. The functionality of the louver portions are recognized by the light redirection, i.e. the w-shaped RETRO-reflector and the flat lightshelf.

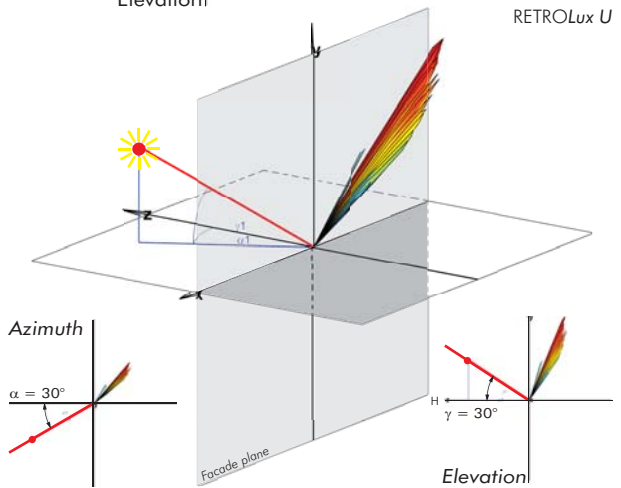
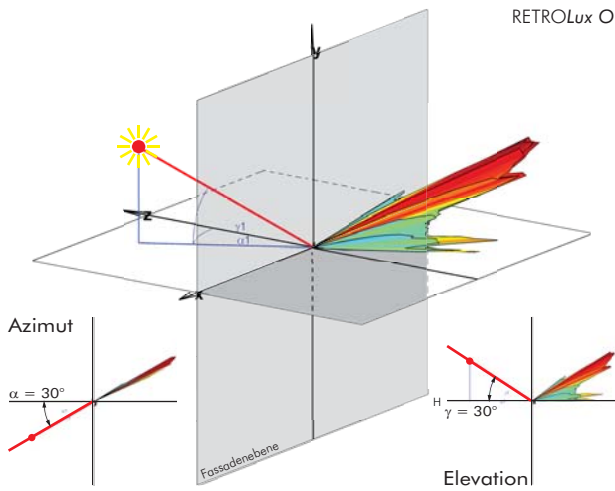


Abb. 12: Apec, Yan Xi Lake Beijing, CN; Arch.: BIAD Beijing Institute of Architecture, Peking, CN. Während 90 % der Nutzungsstunden verbleiben die Jalousien in horizontaler Position.

Fig. 12: Apec, Yan Xi Lake Beijing, China; Arch.: BIAD Beijing Institute of Architecture, Beijing, China. During 90% of the occupied hours, the blinds remain in a horizontal position.

Bei hoher Sommersonne ergibt sich in der Arbeitsposition der RETROLux 50 mm Behänge eine hervorragende Durchsicht bis zu 80 %. Die Lamellen verbleiben im Sommer in horizontaler, flacher Stellung. Die Behänge ermöglichen in geschlossener Position jedoch einen sehr guten optischen Verschluss.

When the RETROLux 50 mm blinds are in an activated position during summer, they offer an excellent visual transmission of up to 80 %. The louvers remain in a horizontal, flat position. However, the blinds allow in the closed position a very good optical closure.



Innerhalb eines Behanges werden zwei unterschiedliche Lamellen - Typ O (Oberlicht) und Typ U (unterer Fensterbereich)- eingebaut, um eine blendfreie Raumtiefenausleuchtung zu gewährleisten. Dies wird durch eine spezielle Ausformung des Lightshelvs erreicht. Beide Lamellentypen legen sich bei Auffahrt in einem Lamellenpaket ineinander.

Die Lamellen werden mit Reflexionsgraden von 75%, 85 %, 95 % und 98 % (mit Spezialbeschichtung) angeboten. Die Unterseite der Lamelle ist matt-weiß. Durch die besondere Ausformung ist auch die Lamelle selbst blendfrei.

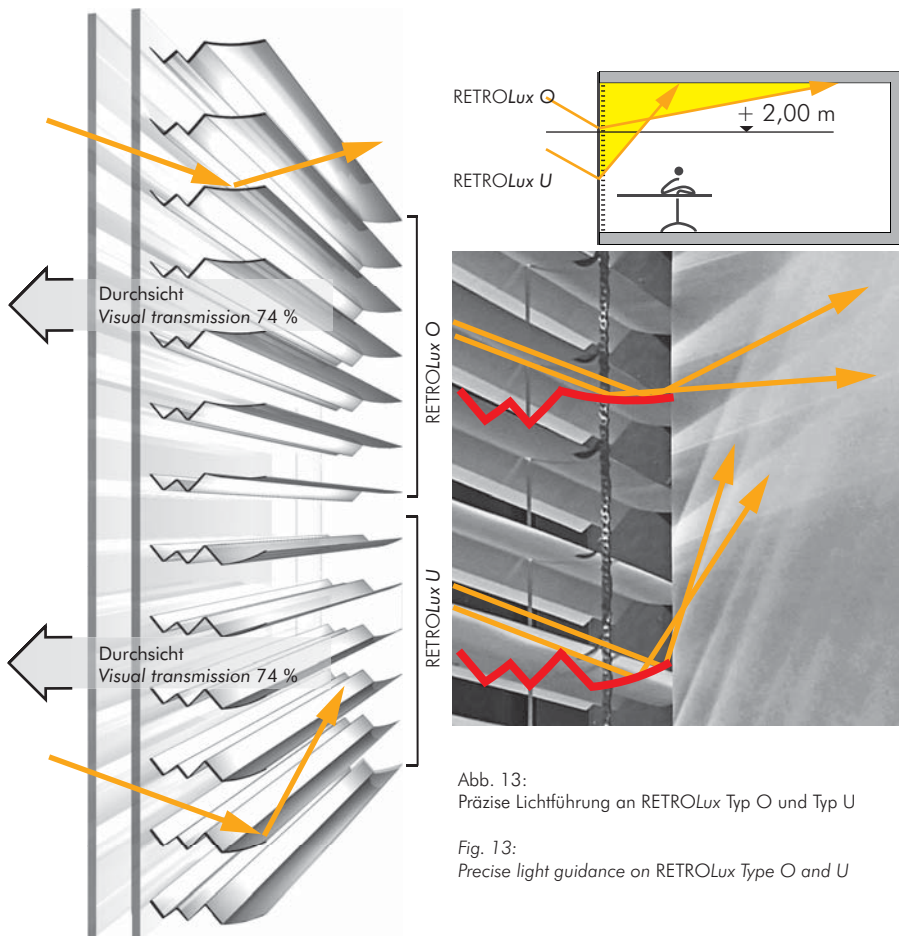


Abb. 13:
Präzise Lichtführung an RETROLux Typ O und Typ U

Fig. 13:
Precise light guidance on RETROLux Type O and U

Within one blind, two different louver types are installed to ensure glare-free room depth illumination: Type O (upper window area) and type U (lower window area). This is accomplished by a special shaping of the lightshelf. When gathered, both louver types rest into each other in one louver package.

The louvers are available with reflectivity of 75 %, 85 %, 95 % and 98 % (with special coating). The lower side of the louver is mat white. With a view to the particular shaping, the louver itself, too, is glare-free.

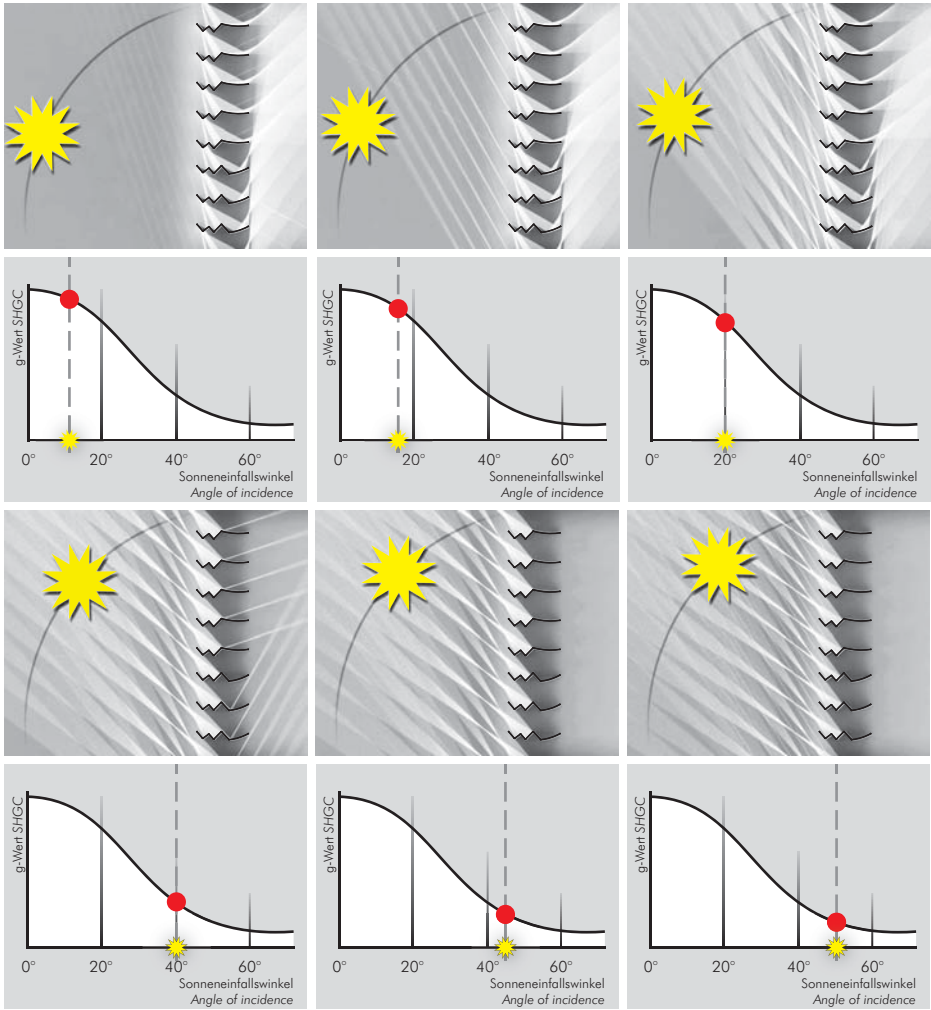


Abb. 14: Einfallswinkelselektive Selbst-Steuerung von RETROLux 50-Jalousien bei konstant horizontaler Lamellenposition, variabler g-Wert rot gekennzeichnet.

Je nach Sonneneinfallswinkel (flache Winter- sonne, hohe Sommersonne) ergibt sich ein angepasster g-Wert. Die hohe Sommersonne wird trotz konstant flacher Lamellenanstellung komplett ausgeblendet. Ein Schließen des Behangs erfolgt nur bei flacher Sonne.

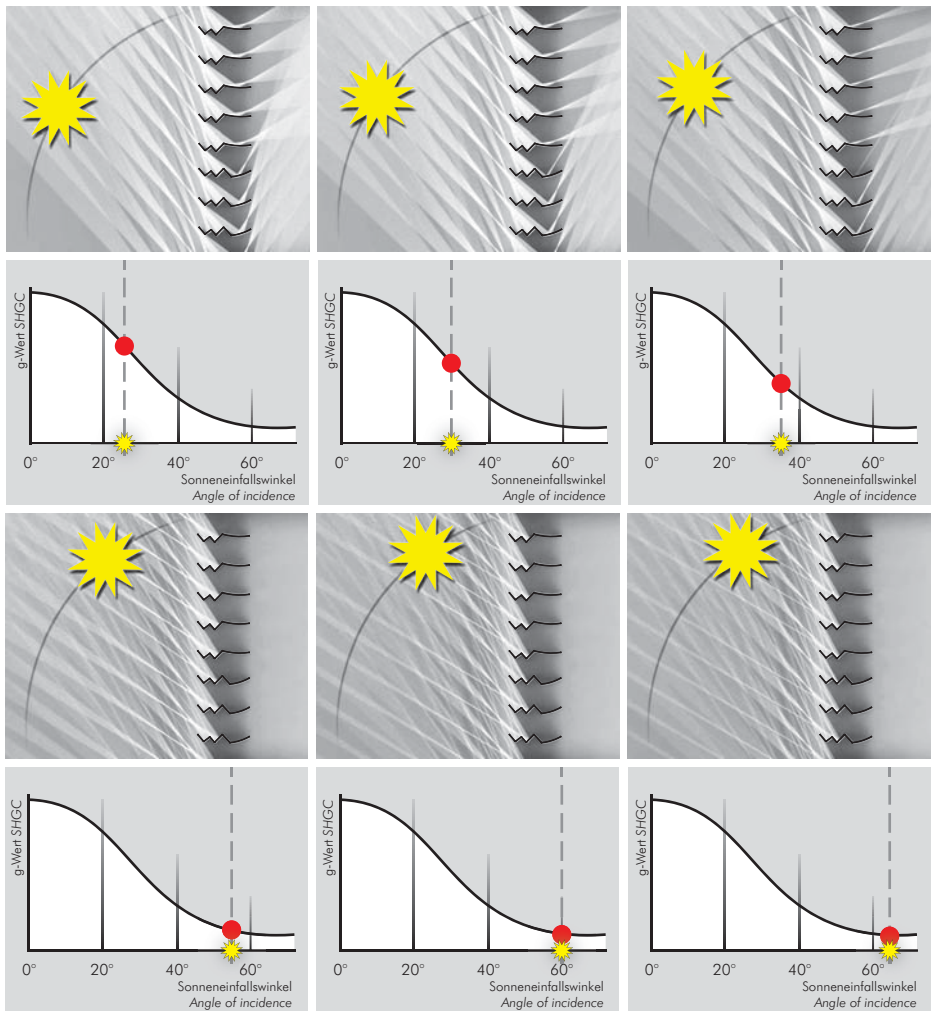


Fig. 14: Angle of incidence-selective self-control of RETROLux 50 mm blinds at constant horizontal louver position, variable SHGC -value in red.

Depending on the angle of sun incidence (flat winter sun, high summer sun), an adapted SHGC-value will result. In spite of constantly flat louver position, the high summer sun is completely deflected. Closing of the blind occurs only in case of flat sun.



Abb. 15: In den Stadtwerken Bochum wurden die RETROLux 50 mm Jalousien mit Erfolg als passive Kühlung eingesetzt. Arch.: Gatermann + Schossig, Köln

Fig. 15: In the Department of Works of the city of Bochum, Germany, RETROLux 50 mm blinds were successfully used as passive cooling. Arch.: Gatermann + Schossig, Cologne, Germany

Die RETROLux 50 mm-Jalousie kommt primär in Wohnungsbauten, Verwaltungsgebäuden und Gebäuden für Lehre und Forschung zum Einsatz. Besonders in Hochhäusern gilt die RETROLux 50 mm-Innenjalousie als Alternative zum außen liegenden Sonnenschutz.

Die Abminderung des Energieeintrags beträgt 60 % - 70 % bei gleichzeitig besserer Raumausleuchtung und Durchsicht.

The RETROLux 50 mm blind is primarily used in residential buildings, administrative buildings and buildings for science and research. Particularly in high rises, the RETROLux 50 mm interior blind can be considered as an alternative for an externally installed sun protection.

The diminution of the energy input is 60 % - 70 % while providing better room illumination and visual transmission.



Abb. 16: BNP Paribas, Paris, FR; Arch.: Valode & Pistre architectes, Paris, FR; RETROLux 50-Jalousien, spannselgeführt.

Fig. 16: BNP Paribas, Paris, France; Arch.: Valode & Pistre architectes, Paris, France; RETROLux 50 mm blinds; tension wire guided.



Die Jalousien kommen an allen Breitengraden zum Einsatz. In südlichen Ländern mit durchschnittlich höheren Sonneneinfallswinkeln werden die Lamellen mit größerem Abstand zueinander eingebaut als in nördlichen Breitengraden.

The blinds may be used at all latitudes. In southern countries with in average higher angles of solar incidence, the louvers are arranged relative to each other at a greater distance than in northern latitudes.



Abb. 17: Kassenärztliche Vereinigung, Dortmund, Arch.: SSP, SchürmannSpannel AG, Bochum. RETROLux 50 mm im Innenraum hinter Farbglass.

Fig. 17: Physicians' association, Dortmund, Germany; Arch.: SSP, SchürmannSpannel AG, Bochum, Germany. RETROLux 50 mm behind colored glass.

g-Werte von 10 % bei horizontaler, offener Lamellenanstellung lassen sich im Sommer z.B. in Kombination mit sog. farbneutralen Sonnenschutzgläsern (z.B. 66/ 32) erzielen.

SHGC-values of 10 % at horizontal louver position may be obtained in summer for instance in combination with so-called neutral-color sun protection glass (for instance 66/32).

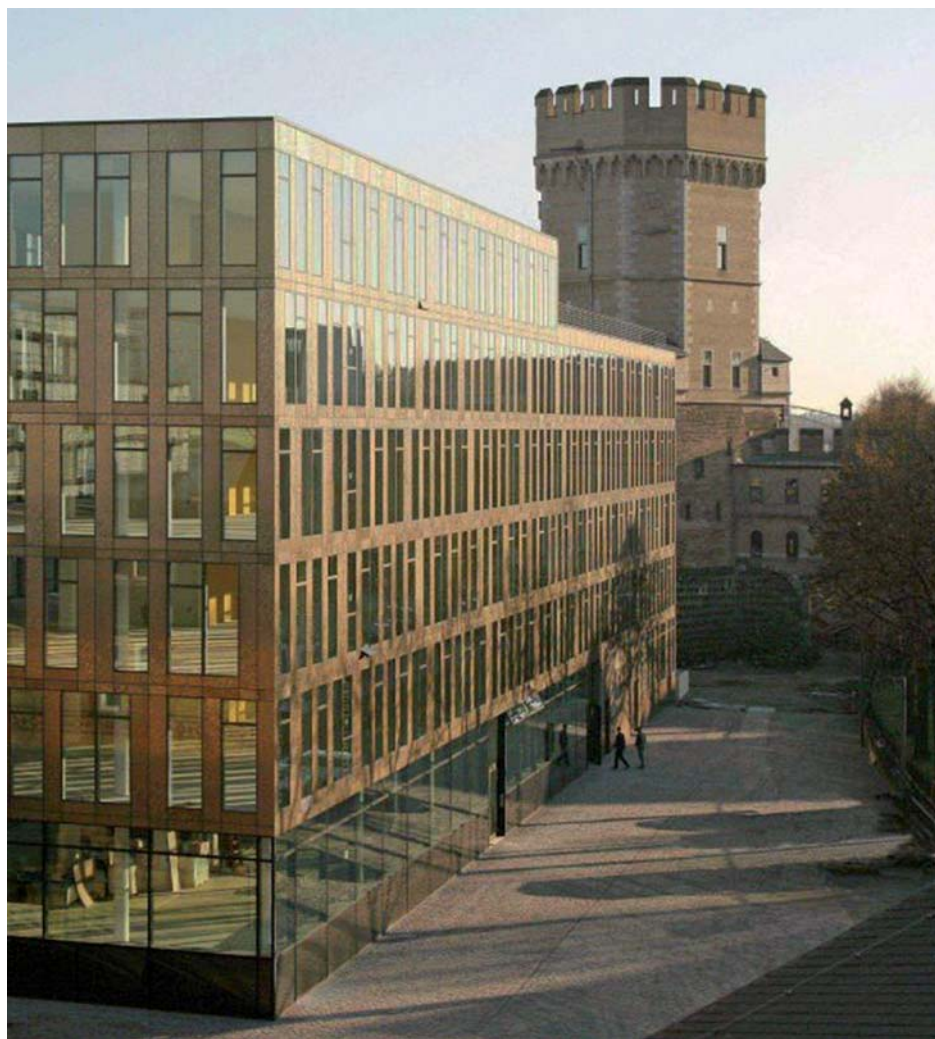


Abb. 18: Kontor 19 im Rheinauhafen, Köln,
Arch.: Gatermann + Schossig, Köln.

Fig. 18: Kontor 19 in Rheinauhafen, Cologne, Germany,
Arch.: Gatermann + Schossig, Cologne, Germany.

Isolierglas

Insulation glass

RETROLuxTherm

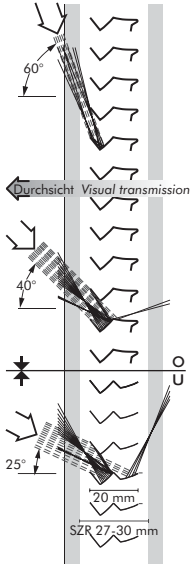


Abb. 19: RETROLuxTherm 20 mm: Gleichzeitigkeit von passive Kühlung - Tageslicht - Durchsicht.

Fig. 19: RETROLuxTherm 20 mm: simultaneity of passive cooling – daylight – visual transmission.

Die RETROLux-Technik wird bevorzugt auch für isolierglasintegrierte Lösungen verwendet (RETROLuxTherm). Bei diesen Lamellen ist der RETRO-Reflektor v-förmig ausgebildet. Vorzugsweise wird RETROLuxTherm mit eisenarmem Glas außen und Wärmeschutzschicht auf Pos. 3/5 eingesetzt. Sonnenschutzgläser sind nicht erforderlich. Man erkennt die Lichtumlenkung durch das Lightshelf als Lichtwurf an die Decke. Die Durchsicht ist hervorragend. Im Bereich der öffnaren Fenster kann RETROLux als auf- und abfahrbare, innen liegenden Jalousie eingebaut werden.

The RETROLux technology is preferably used also for insulation glass-integrated solutions (RETROLuxTherm). In this case, the RETRO-reflector is v-shaped. Preferably RETROLuxTherm is used with low-iron glass on the outside and low-e coating on pos. 3/5. Sun protection glazing is not required. The light redirection is noted through the light shelf as light projection to the ceiling. Visual transmission is excellent. In the area of openable windows, RETROLux can be installed as up and down going interior blind.

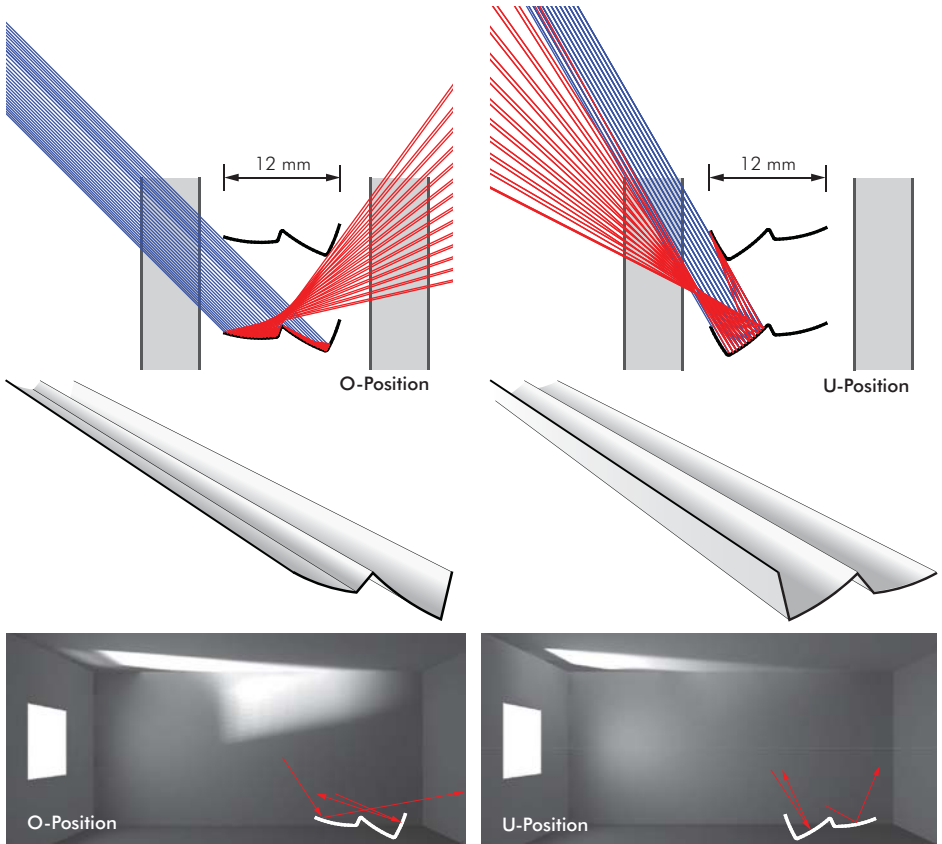


Abb. 20: RETROLuxTherm 12 mm: Typische Lichtverteilung und Innenraumausleuchtung für Profile in O- und U-Position (O = Oberlicht, U = unterer Fensterbereich).

Fig. 20: RETROLuxTherm 12 mm: Typical light distribution and room illumination for profiles in O- and U-position (O = upper window part, U = lower window part).

Die RETROLuxTherm 12 mm Profile sind im Oberlicht (O-Position) auch geeignet, die Zenitstrahlung einzufangen und in die Raumtiefe umzulenken. Die RETROLuxTherm Profile in U-Position lenken das Licht blendfrei an die Innenraumdecke.

The RETROLuxTherm 12 mm louvers are also suitable in the skylight (O-position) to catch the zenith light and to redirect it into the depth of the room. RETROLuxTherm profiles in U-position redirect the light glare-free on the interior ceiling.



Abb. 21: Audi-Max und Mensa, FH Gießen. Arch.: BLFP Architekten, Friedberg. RETROLuxTherm 20 mm im Isolierglas. Vorteil: wartungsfrei, vor Vandalismus und Wind geschützt, keine Alterung, kein Verschleiß, gute Durchsicht.

Fig. 21: Lecture Hall and Cafeteria, University of Applied Sciences, Giessen, Germany; Arch.: BLFP Architekten, Friedberg, Germany. RETROLuxTherm 20 mm in insulation glass. Advantage: maintenance-free; protected against vandalism and wind; no aging, no wear, excellent visual transmission.

Die RETROLuxTherm-Systeme bedürfen keiner Wartung, altern nicht und sind in der Isolierglaskavität sicher und ortsfest eingebaut - ideal für öffentliche Gebäude, Sporthallen, Fabrikationsgebäude, usw.

RETROLuxTherm systems do not require any maintenance, they do not age and are safely and stationary mounted within the insulation glass cavity - ideal for public buildings, sports halls, factory buildings etc.

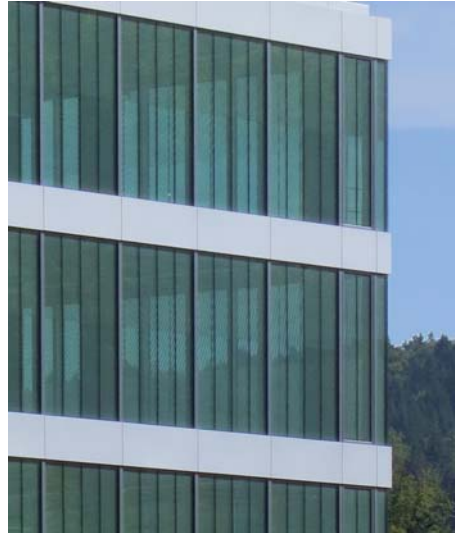


Abb. 22: Pharma 2020 Neubau Produktion, Sulzbach-Laufen. Arch: Koppenhöfer + Partner GmbH, Stuttgart. Alu-Konstruktion mit Tageslichtlenkung Typ RETROLuxTherm 20 mm im Isolierglas in Kombination mit einer Verglasung 50/25, ideal für großflächige Fassaden.

Fig. 22: Pharma 2020, New construction production; Sulzbach-Laufen, Germany; Arch: Koppenhöfer + Partner GmbH, Stuttgart, Germany. Aluminum construction with daylight redirection type RETROLuxTherm 20 mm, insulation glass integrated in combination with a glazing 50/25; ideal for large façades

Im Gebäude ‚Pharma 2020‘ wurden die RETROLuxTherm 20 mm-Systeme in Kombination mit einem farbneutralem Sonnenschutzglas fixiert eingebaut und sind über die gesamte Scheibenhöhe von bis zu 5 m in der kompletten Fassade verbaut.

In the “Pharma 2020” building, the fixed RETROLuxTherm 20 mm systems were installed in combination with a neutral-color sun protection glass and are installed over the total pane height up to 5 m on the complete façade.



Abb. 23: Sanierung des Plenarsaals Münster durch integrierte Kunstlicht- u. Tageslichtplanung einschließlich Lichtdeckengestaltung. Arch.: Schoeps u. Schlüter, Münster.

Fig. 23: Retrofit of the Plenary Session Chamber in Muenster, Germany, by integrated artificial light and daylight design including the design of light ceiling. Arch.: Schoeps und Schlüter, Muenster, Germany.

Im Plenarsaal Münster sind die RETROLuxTherm 20 mm - Verglasungen innenraumseitig durch fassadenintegrierte, indirekt strahlende Leuchten als Tageslichtergänzungsbeleuchtung geflutet.

Durch einen innenraumseitigen Appendix lenken die RETROLuxTherm O-Lamellen auch die künstliche Beleuchtung aus Riegelhöhe in den Innenraum ein. Hier verwirklicht sich eine integrierte Kunst- und Tageslichtausleuchtung.

In the Plenary Session Chamber of Muenster, Germany, the RETROLuxTherm glazing is illuminated by interior façade-integrated, indirectly radiating luminaires. These luminaires complement the daylight.

By means of an inwardly directed appendix, the RETROLuxTherm O louvers also redirect the artificial light from luminaires in the facade bars into the interior space. This implements an integrated artificial and daylight illumination.

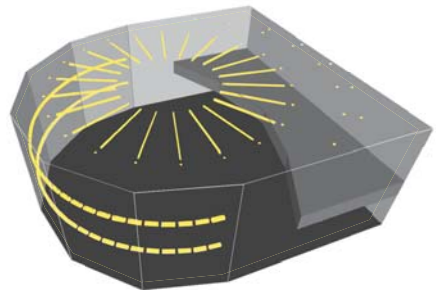
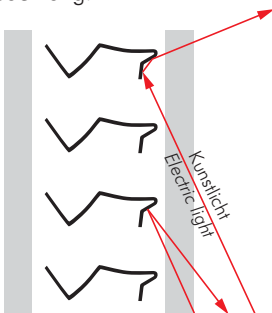




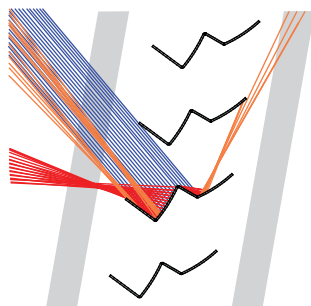
Abb. 24: Central Bank of Kuwait, Arch.: HOK, London, GB.

In der Central Bank of Kuwait ist RETRO-LuxTherm in einer geneigten Fassade und RETROFlexTherm im flachen Dach des Eingangsfoyer eingesetzt. Die Lamellen werden dabei so eingebaut, daß die direkte Sonne ausgeblendet, jedoch das diffuse Himmelslicht zur Raumausleuchtung eingelenkt wird. Die Lamellenneigung und der Abstand zwischen den Lamellen wurde nach Anforderungen der Himmelsrichtung, des Breitengrades und der Fassadenneigung berechnet.



Fig. 24: Central Bank of Kuwait, Arch.: HOK, London, England

In the Central Bank of Kuwait RETRO-LuxTherm is installed in the tilted façade and RETROFlexTherm in the roof of the foyer. The louvers are installed in a tilted position to reflect the direct sun and to redirect diffuse light into the space. The tilt angle and the distance between the louvers were calculated according to the orientation, the latitude and inclination of the façade.



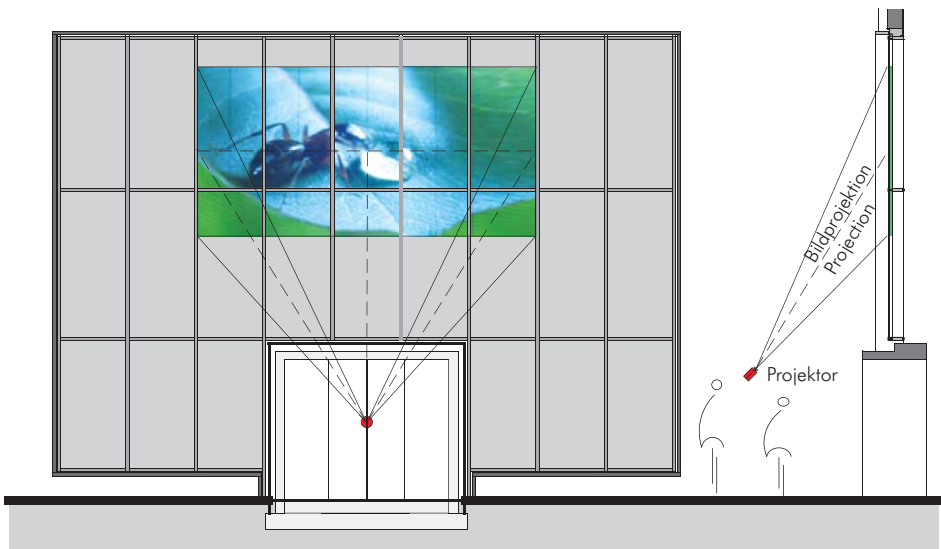


Fig. 26: Media façade of Sparkasse Hanau, DE, Arch.: Baudisch und Partner, Hanau, Germany.

Abb. 26: Medienfassade der Sparkasse Hanau, DE, Arch.: Baudisch und Partner, Hanau, DE.

Die Fassade der Sparkasse Hanau kann auch als Medienfassade oder zur farblichen Lichtgestaltung genutzt werden. Die Filmaufnahme wurde bei Dunkelheit aus 50 m Entfernung aufgenommen. Der Projektor steht vor dem Eingang zur Sparkasse.

The facade of the Sparkasse Hanau can also be used as media facade or for coloring effects by lighting. The pictures of a movie were taken at darkness and from a distance of 50 m. The projector is installed in front of the entrance to the bank.



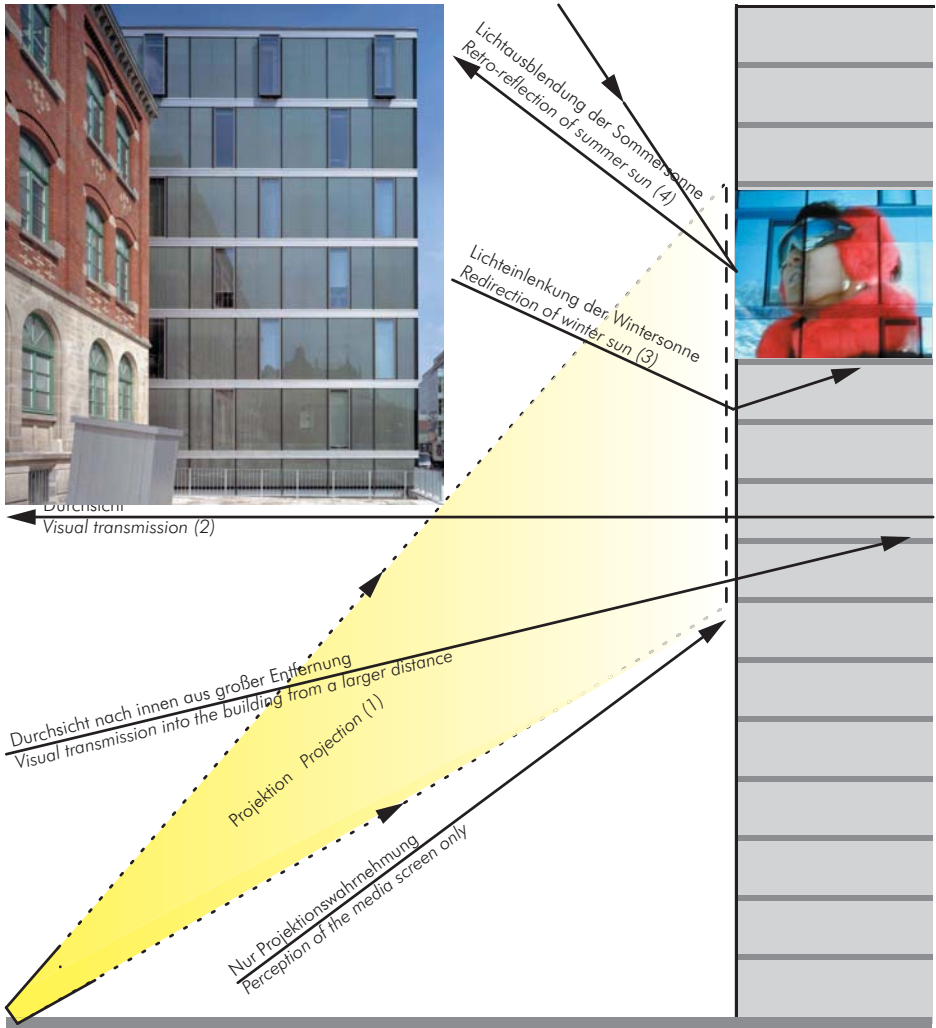
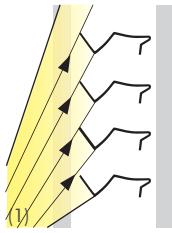


Abb. 25: Landesdenkmalamt, Esslingen, Arch.: Odilo Reuter, Esslingen.

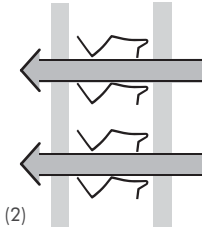
Fig. 25: State Monument office, Esslingen, Germany; Arch.: Odilo Reuter, Esslingen, Germany.

RETROLuxTherm-Fassaden werden auch als Medienfassade genutzt, indem eine Beamer-Projektion auf die weißen Unterseiten der Lichtlenklamellen geworfen wird.

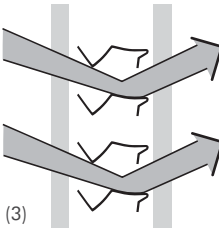
RETROLuxTherm façades are also used as media façade by projecting onto the white undersides of the light guiding louvers.



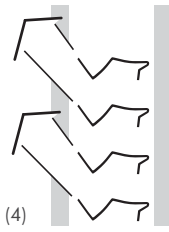
RETROLuxTherm-Lamellen werden zur Medienfassade
 RETROLuxTherm louvers serve as media screen



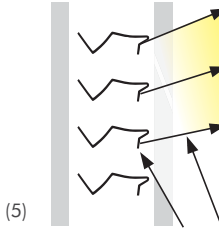
Durchsicht bis zu 64 %
 Visual transmission up to 64%



Lichtumlenkung in die Innenraumtiefe
 Light redirection into the depth of the room



Sonnenschutz
 Passive Kühlung
 Sun protection
 Passive cooling



Lichtumlenkung der künstlichen Beleuchtung
 Light redirection of electric light

Abb. 25: Medienfassade mit RETROLuxTherm durch Projektion auf die weißen Lamellenunterseiten.

Fig. 25: Media façade with RETROLuxTherm projection onto the white lower surface of the louvers.

Innenjalousie

RETROFlex

Interior blind

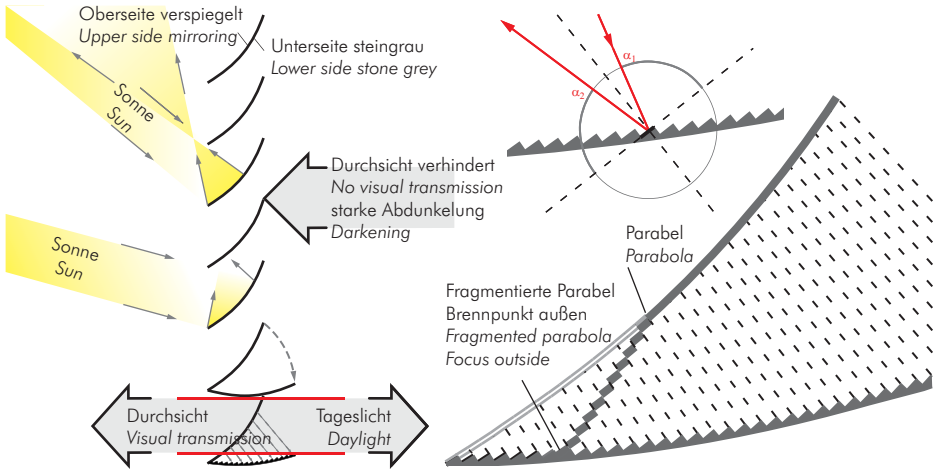


Abb. 27: Fresnel-Optik der RETROFlex-Lamellen: Die Optik einer geschlossenen Spiegellamelle wird mittels einer Mikrostruktur auf einer offen gestellten Lamelle nachgebildet. Vorteil: Bessere Durchsicht und Tageslichteinlenkung in offener Arbeitsstellung der Jalousien.

Fig. 27: Fresnel optics of RETROFlex louvers: The optics of a closed mirror louver is reproduced by the microstructure on an open-positioned louver. Advantage: Better visual transmission and daylight redirection with the blinds in the open operational position.

Die RETROFlex-Lamellen weisen eine Mikrostruktur in der Art kleiner Spiegel-Prismen auf, die eine Fresnel-Optik bilden. Die Intelligenz der Lamellen ermöglicht, mit einer offen gestellten Jalousielamelle das optische Verhalten eines geschlossenen Behanges nachzubilden, indem Fragmente einer steil angestellten Lamelle auf eine flach angestellte Lamelle projiziert werden. Der Vorteil ist eine erhöhte Transparenz und eine verbesserte Tageslichteinlenkung bei aktivem Sonnenschutz ohne den Innenraum aufzuheizen.

The RETROFlex louvers have a microstructure of the kind of small mirror prisms forming a Fresnel optic. The intelligence of the louvers makes it possible to reproduce with an open-positioned blind louver the optical behavior of a closed blind in that fragments of a steeply positioned louver are projected onto a flat-positioned louver. The advantage is an increased transparency and an improved daylight redirection while the interior space is not heated up.

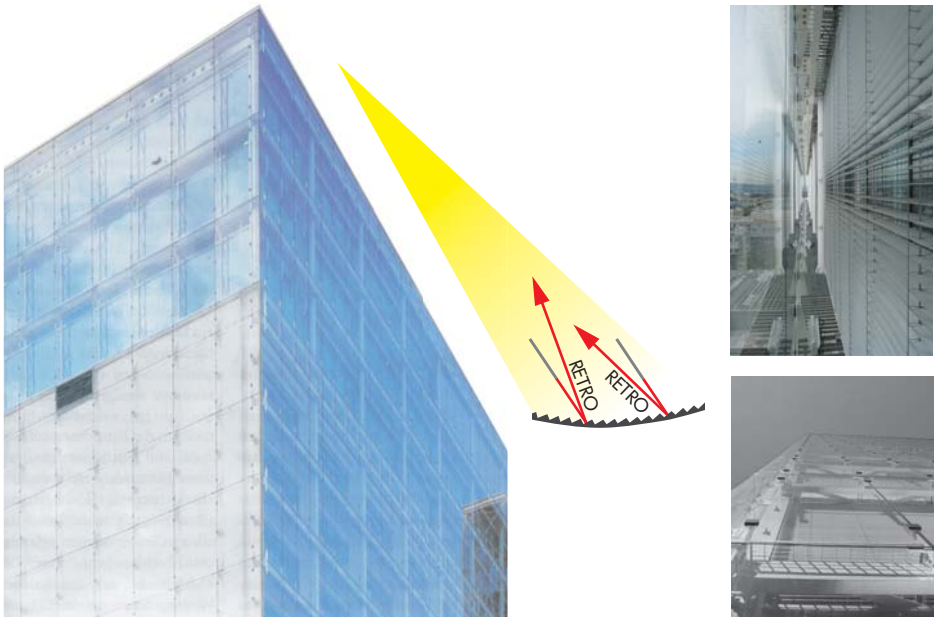


Abb. 28: BlueWin Zürich, CH; Arch.: Zimmermann + Läubli, Zürich, CH. RETROFlex in zweischaliger, hinterlüfteter Fassade.

Fig. 28: BlueWin Zurich, Switzerland; Arch.: Zimmermann + Läubli, Zurich, Switzerland. RETROFlex in ventilated double-skin façade.

Die RETROFlex-Lamellen wurden erstmalig im Jahr 2002 im Bluewin-Hochhaus in Zürich in einer zweischaligen, hinterlüfteten Fassade eingesetzt. Die Lamellen neigen aufgrund ihrer metallischen Oberfläche kaum zur Staubablagerung (keine statische Aufladung im Gegensatz zu lackierten Oberflächen).

RETROFlex louvers were used for the first time in 2002 in a ventilated double-skin façade in the Bluewin high rise in Zurich, Switzerland. There is almost no dust accumulation, due to the metallic surface of the louvers (no static charge as opposed to lacquered surfaces).

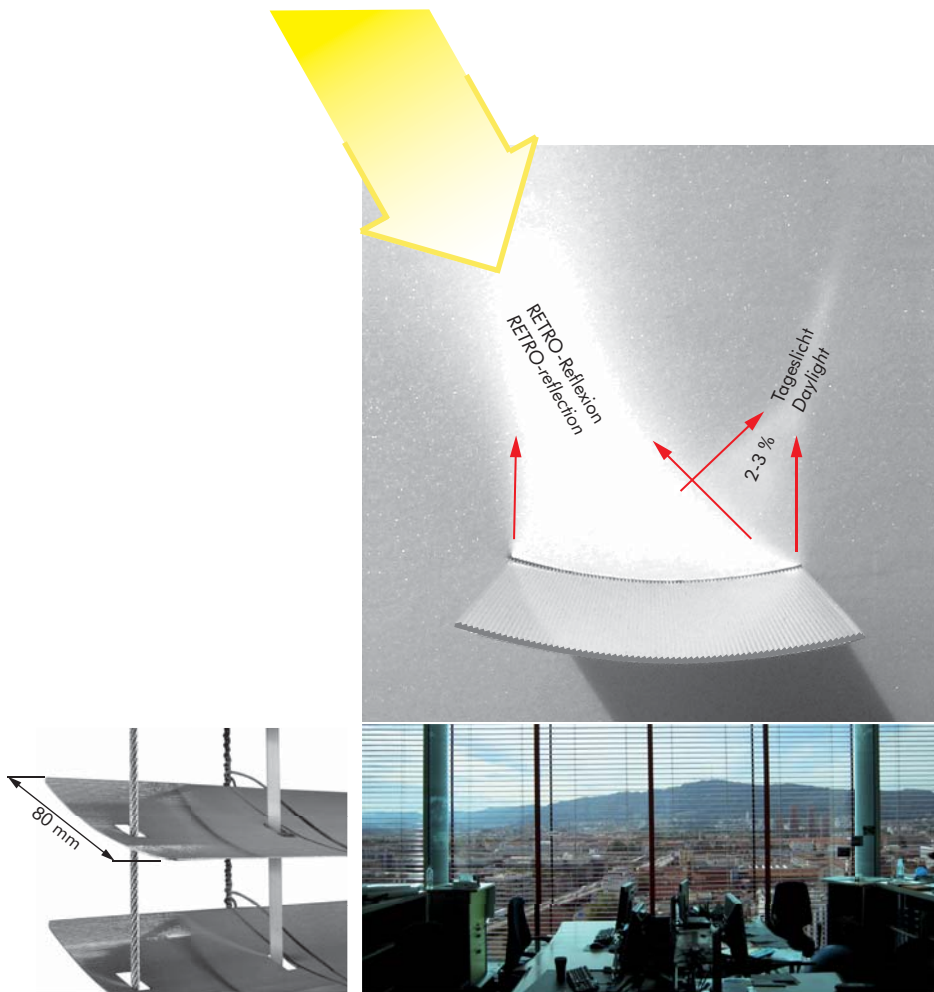


Abb. 29: Hinterlüftete, zweischalige Fassade mit Fresnel-Jalousien Typ RETROFlex 80 mm. Die Lamellen sind entweder spannselgeführt oder die Unterschiene wird durch ein seitliches U-Profil geführt.

Fig. 29: Ventilated double-skin façade with Fresnel optics of the RETROFlex 80 mm type. The louvers are guided by tension cables or the bottom rail is guided by an U-profile on both sides.

Der Bauherr entscheidet sich oft für RETROFlex aufgrund der guten Durchsicht im Zustand aktiver Beschattung der fensternahen Arbeitsplätze. Eine Lichteinlenkung von 2 - 3 % der direkten Sonnenstrahlung reicht aus, um den Innenraum tageslichtautonom zu belichten und gleichzeitig eine Überhitzung zu verhindern.

The client decides frequently in favor of RETROFlex because of the good visual transmission in the state of active shading of the work places near the windows. A diffuse light redirection of 2 - 3% of the direct solar radiation is sufficient to illuminate the interior daylight autonomously and simultaneously to prevent from overheating.



Abb. 30: RUGO, Luxembourg-Ville, LU: Zweischalige, nicht-hinterlüftete, teilweise gerundete Fassade mit segmentierten RETROFlex-Jalousien. Arch.: BALLINIPITT, Luxembourg Stadt, LU.

In gewölbten Closed-Cavity-Fassaden werden die Jalousien segmentiert. Die Innenfassade in Luxembourg weist für Wartungszwecke öffentbare Fensterflügel auf. Eine leichte Zugänglichkeit des Fassadenzwischenraumes sollte immer sichergestellt sein.



Fig. 30: RUGO, Luxembourg-Ville, Luxembourg. Non-ventilated double-skin, partly rounded façade with segmented RETROFlex blinds. Arch.: BALLINIPITT, Luxembourg.

In arched closed-cavity façades, the blinds are segmented. In the Luxembourg case, the interior façade includes openable window wings for maintenance purposes. The easy accessibility of the façade interspace should always be secured.



Abb. 31: Litex/Sopharma Triple Towers, Bürogebäude, Sofia, BG; Arch.: Dimitar Pascalev, Sofia, BG. Nicht-hinterlüftete, zweischalige Fassade mit Fresnel-Jalousien Typ RETROFlex 80 mm. U-Wert $< 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, g-Wert $\sim 0,05 - 1$ bei hoher Sommersonne und offener Jalousie

Fig. 31: Litex/Sopharma Triple Towers, Office buildings, Sofia, Bulgaria; Arch.: Dimitar Pascalev, Sofia, Bulgaria. Non-ventilated double-skin façade with Fresnel-blinds of the RETROFlex 80 mm type, U-value $< 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, SHGC-value $\sim 0.05 - 1$ in case of high summer sun and open blind.

In den Sopharma/Litex-Türmen in Sofia/Bulgarien wurden RETROFlex-Jalousien mit Erfolg wiederum in einer zweischaligen, nicht hinterlüfteten Fassade eingesetzt. Aufgrund des geringen Energieverbrauchs, insbesondere für Kühlung und Beleuchtung, wurden die Gebäude mit GOLD durch DGNB zertifiziert.

In the Sopharma/Litex Towers in Sofia, Bulgaria, RETROFlex blinds were successfully installed, in a non-ventilated double-skin façade. With a view to the low energy consumption, particularly for cooling and illumination, the building was certified by the DGNB with a gold medal.



Abb. 32: Die RETRO-Reflexion bei offen gestellter Jalousie in Sofia gewährleistet eine hervorragende, ganzjährige Durchsicht und Tageslichteinflutung bei aktivem Sonnenschutz. Das im Fassadenschnitt eingetragene Temperaturprofil entsteht bei einer Einstrahlung von ca. 500 W.

Fig. 32: The RETRO-reflection in case of open-positioned blinds, in Sofia, ensures an excellent all-year visual transmission and daylight illumination while maintaining active sun protection. The temperature profile in the facade section results from approx. 500 W solar irradiation.

Trotz der Lichtauslenkung wird ein zur Deckung des Tageslichtbedarfs ausreichender Anteil der Sonne in die Raumtiefe an die Innenraumdecke umgelenkt, auch bei aktivem Sonnenschutz. Die Innenräume sind in 8 -10 m Raumtiefe tageslichtautonom und erfordern - wie sonst üblich - tagsüber keine zusätzliche elektrische Beleuchtung.

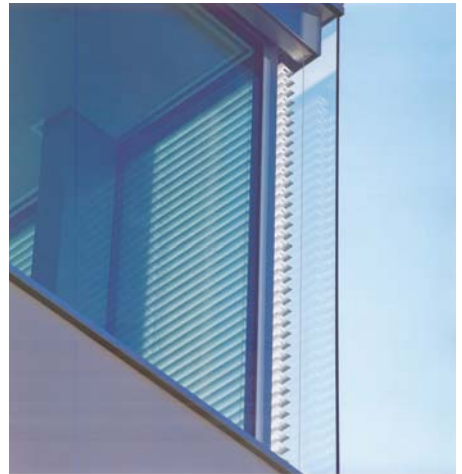
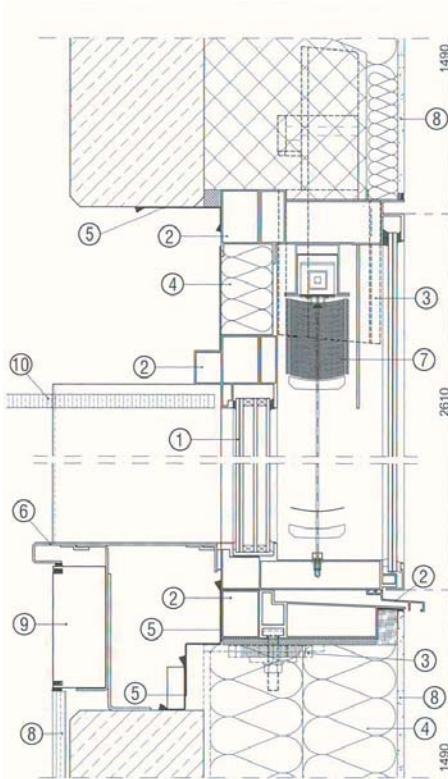
In spite of the out-reflection of the light, a portion of the sun sufficient for covering the daylight requirement is redirected into the room depth to the interior room ceiling, even in case of active sun protection. The inner rooms are autonomous as to the daylight up to a room depth of 8 – 10 m and do not require, as common, any additional electric lighting.



Fig. 31: New construction Analytical Laboratory, Kaiseraugst, Switzerland; Owner and Occupant: Hoffmann-LaRoche AG, Basel, Switzerland, Arch.: Nissen & Wetzlaff Architekten, Basel, Switzerland; Main Planning: Itten + Brechbühl AG, Basel, Switzerland; Facade construction: Gartner; Daylighting: Köster Lichtplanung, Frankfurt a.M., Germany

Abb. 31: Neubau Analytiklabor, Kaiseraugst, CH; Bauherr u. Nutzer: Fa. Hoffmann-LaRoche AG, Basel, CH; Arch.: Nissen & Wetzlaff Architekten, Basel, CH; Generalplaner: Itten + Brechbühl AG, Basel, CH; Fassadenplanung: Gartner, Tageslichtplanung: Köster Lichtplanung, Frankfurt a.M.

Die Reinraumlaborare sind von innen fest verglast. Die Fassade lässt sich für Wartungszwecke von aussen öffnen. Die Labore sind bis weit über 10 m Raumtiefe mit Tageslicht ausgeleuchtet. Die Bildschirmarbeitsplätze sind in einer 3 m-Zone unmittelbar hinter der Fassade angeordnet. Die Labore sind durch eine raumhohe Verglasung von den Bildschirmarbeitsplatz-Zone getrennt, in den Gebäudekern verlegt.



The cleanroom laboratories are fixed glazed on the inside. The facade is openable for maintenance from the outside. The labs are illuminated up to over 10 m room depth with natural daylight. The workplaces are located in a 3 m width zone right behind the facade. The laboratories are separated from the workplaces by a floor to ceiling glaswall located in the building's core.



Endenergieverbrauch pro m² netto Bürofläche
 End energy consumption per sqm net office space

Heizung Heating	40.7 kWh/m ² a
Strom für Wärme, Lüftung, Klima Electricity HVAC	31.6 kWh/m ² a
Fahrstühle etc Lifts et	14.4 kWh/m ² a
Elektr. Beleuchtung + Computer (Büro) Electr. lighting + computers (offices)	39.2 kWh/m ² a

Anmerkung: Belegungsdichte 8 m²/Person u. Bildschirm
 Note: occupancy density 8m² per person and screen
 Standort: N 42° 39' 56'', O 23° 21' 22''
 Klima: gemäßigtes Kontinentalklima
 Location: N 42° 39' 56'', O 23° 21' 22''
 Climate: moderate continental climate

Die Energiebilanz für die Hochhäuser in Sofia (kontinentales Klima) zeigt im Sommer trotz total verglaster Fassaden den sehr niedrigen Energiebedarf von ca. 5 kW/m²-Monat einschl. des Verbrauchs für Beleuchtung, Kühlung, Fahrstühle, usw.

The energy balance for the high-rise buildings in Sofia, Bulgaria (continental climate) shows in summer, in spite of a totally glazed façades, the very low energy demand, of approx. 5 kW/m²month, inclusive of the consumption for lighting, cooling, elevators etc.

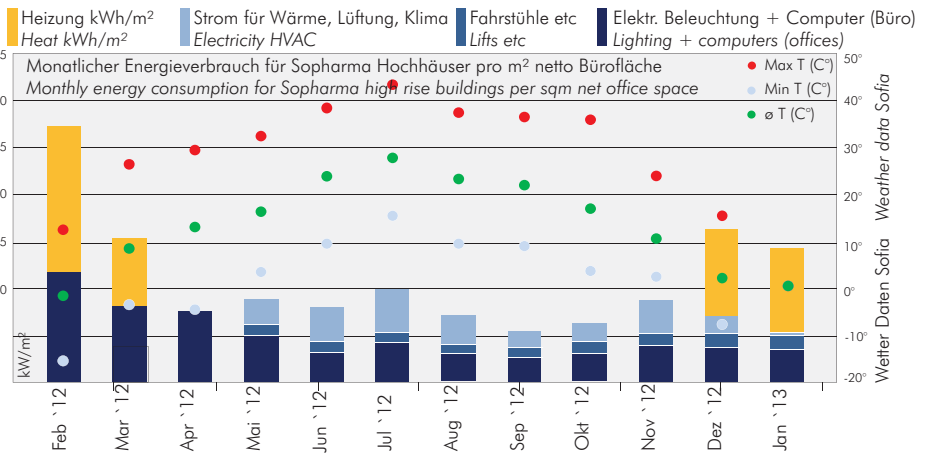
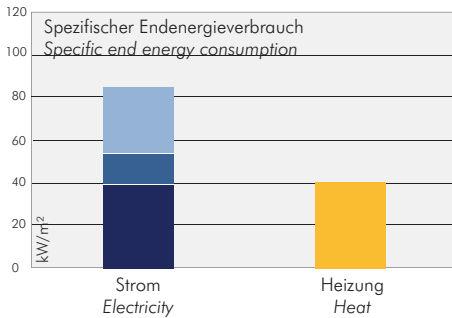


Abb. 33: Gesamtenergieverbrauch der Litex/Sopharma Türme in Sofia. Der geringste Verbrauch erfolgt aufgrund des minimalen Bedarfs an künstlicher Beleuchtung und niedriger Kühllasten im Sommer als positive Folge des Einsatzes der RETROFlex-Jalousien.

Fig. 33: Total energy consumption of the Litex/Sopharma Towers in Sofia, Bulgaria. The lowest consumption occurs because of the low requirements of artificial lighting and low cooling loads in summer – as a positive consequence of the use of RETROFlex blinds.



1. 3-Scheibenisoliervglas zum Innenraum, low-e auf Pos. 2 und 4
3-layer insulation glass towards the interior, low-e on Pos. 2 and 4
2. Einscheibenverglasung außen ESG
Single glazing outside, toughened safety glass
3. RETROFlex 80 mm, Scheibenzwischenraum 135 mm
RETROFlex 80 mm, distance between inner and outer glazing 135 mm

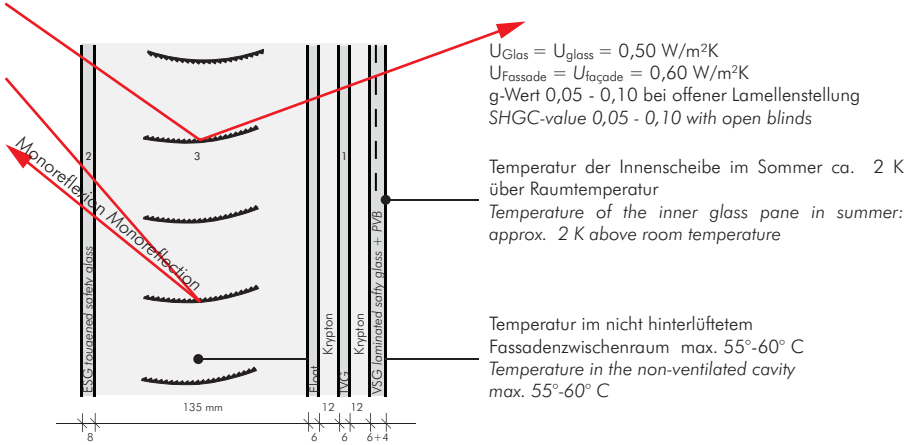


Abb. 34: Power Tower, Linz, AT; Arch.: Hofer, Zürich und Prof. L. Kaufmann, Linz, CH. RETROFlex in offener Arbeitsstellung mit RETRO-Reflexion durch Fresnel-Optik. Die Innenfassade ist mit einem Drei-Scheiben-Isoliervglas ausgeführt. Die vergleichsweise niedrige Höchsttemperatur in der Kavität von max. 60° C wird durch die Monorefektivität der RETROFlex-Optik erreicht.

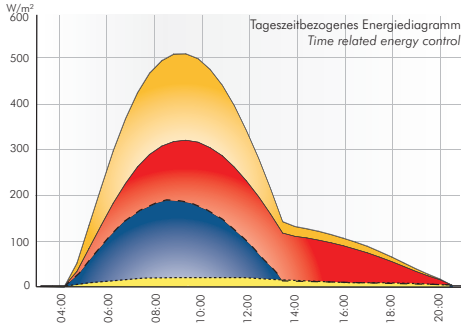
Fig. 34: Power Tower, Linz, Austria, Arch.: Hofer, Zurich and Prof. L. Kaufmann, Linz, Switzerland. RETROFlex in openposition with RETRO-reflection through Fresnel optics. The inner façade is covered with a three-layer insulation glass. The relatively low maximum temperature in the cavity of max. 60° C is achieved by the monoreflectivity the RETROFlex-optics.

Auch der ‚Power Tower‘ der Energie AG Oberösterreich, Linz wurde mit RETROFlex 80 mm-Jalousien in der geschlossenen Fassadenkavität ausgestattet. Jedes Fassadenelement verfügt über ein Trocknungsaggregat zur Vermeidung von Kondensatbildung. Andere Lösungen bestehen darin, mit trockener Luft einen Überdruck in der Fassade zu erzeugen. Die Fassaden der Litex/Sopharma Türme sind ebenfalls kondensatfrei, infolge einer Öffnung der Kavität nach außen zur Ansaugung kalter, trockener Luft.

Also the ‚Power Tower‘ of Energy Ltd. Upper Austria in Linz, Austria, was equipped with RETROFlex 80 mm blinds in the closed façade cavity. Each façade element includes a drying aggregate to avoid condensation. Other solutions generate with dry air a negative pressure in the facade. The facades of the Litex/Sopharma towers in Sofia are also without any condensation due to an opening of the cavity outwards to suck in the cold, dry air.

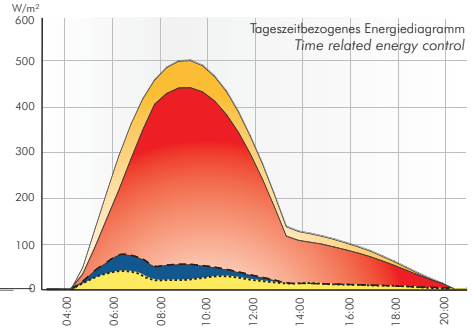
Standard

WSV-Verglasung, Standardjalousie innen.
Süd-Ost, 21.06.
Low-e glazing with internal standard blinds.
South-East, 21.06.



Best Practice

mit RETROFlex 80. Süd-Ost, 21.06.
with RETROFlex 80. South-East, 21.06.



- Gesamtenergieeintrag auf Fassade Total energy irradiation on the facade
- Retro-reflektierte Energie Total reflected energy
- Gesamtenergietransmission Total energy transmission
- Anteilige Lichttransmission Light transmission

Abb. 35: Energie-Berechnungen: Standard vs. Best Practice.

Fig. 35: Energy calculations: Standard vs. Best practice

Am Beispiel des „Power Tower“ in Linz wurde der Energieeintrag der RETROFlex-Lamellen an einer Südost-Fassade im Vergleich zu Standardlamellen gerechnet. Man erkennt die reduzierte sekundäre Wärmestrahlung (blau) und den gleichzeitig verbesserten Tageslichteintrag (gelb). Das rote Feld zeigt die wesentlich verbesserte Energieabstrahlung der RETROFlex-Lamellen (g-Wert-Verbesserung).

Using a South-East-facade („Power Tower“ in Linz, Austria) as an example, the energy input of the RETROFlex louvers was calculated versus standard louvers. One will note the reduced secondary heat radiation (blue) and the simultaneously improved daylight input (yellow). The red area shows the substantially improved energy reflection of the RETROFlex louvers (SHGC-value improvement).

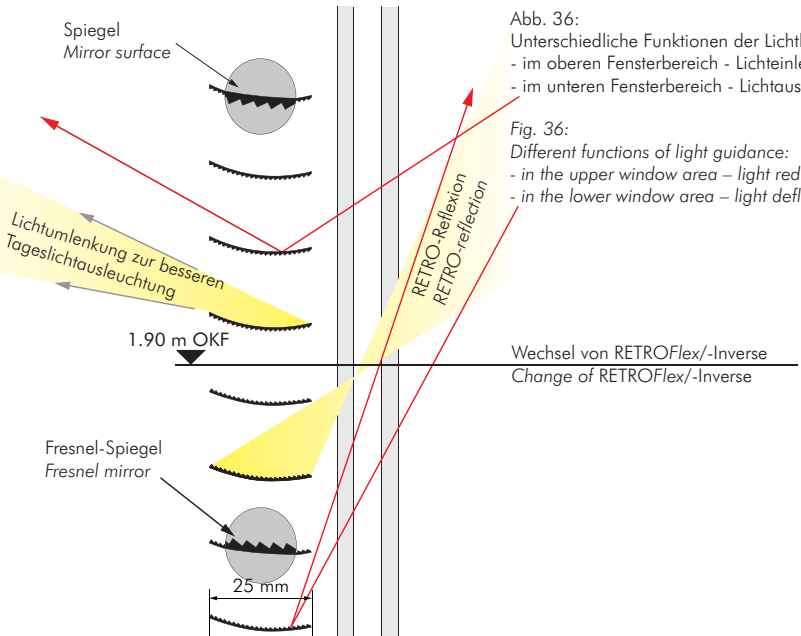


Abb. 36:
Unterschiedliche Funktionen der Lichtlenkung:
- im oberen Fensterbereich - Lichteinlenkung
- im unteren Fensterbereich - Lichtauslenkung

Fig. 36:
Different functions of light guidance:
- in the upper window area – light redirection
- in the lower window area – light deflection



Die Bank Santander in São Paulo/BR (Arch.: Edo Rocha, São Paulo, BR) wurde mit 25 mm RETROFlex-Jalousien hinter Sonnenschutzglas ausgestattet. Innerhalb eines Behangs sind die RETRO-Lamellen mit unterschiedlicher Funktionalität eingesetzt: Oberhalb Aughöhe als Lightshelf mit Lichtführung in die Raumtiefe, im unteren Fensterbereich als RETRO-Reflektor.



Bank Santander in São Paulo, Brazil (Arch.: Edo Rocha, São Paulo, Brazil) was provided with 25 mm RETROFlex blinds behind sun protection glass. Within one blind, the RETRO-louvers are used with different functionality: Above eye level as lightshelf with light guidance into the room depth, in the lower window area as RETRO-reflector.

Isolierglas

Insulation glass

RETROFlexTherm 25 mm



Abb. 37: RETROFlexTherm im Verbundfenster, motorisiert, zentral gesteuert.

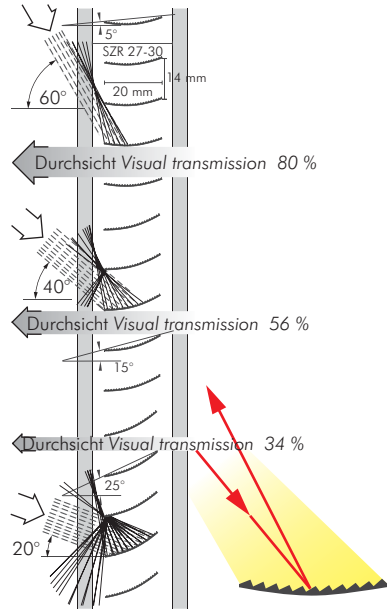


Fig. 37: RETROFlex in composite window, motorized, centrally controlled

Die RETROFlex-Lamellen lassen sich mit 25 mm Breite bevorzugt auch in Verbundfenstern einsetzen. Der Vorteil ist, dass sich sogar bei bewölktem Himmel eine verbesserte bzw. eine gleichmäßige Raumausleuchtung bis in große Raumtiefen ergibt.

In Verbundfenstern sind die Jalousien staubfrei und vor Wind geschützt eingebaut, jedoch für Wartungszwecke leicht zugänglich - eine kostengünstige Entwicklung auch für den Wohnungsbau. Neuere Entwicklungen verzichten auf die Verbundfenster indem eine Vorsatzscheibe auf das Isolierglas aufgebracht wird und die Kavität zur Kondensatvermeidung nur mit kalter Außenluft kommuniziert.

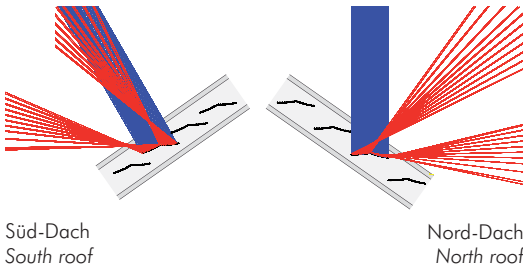
RETROFlex louvers with 25 mm width may preferably also be inserted in composite windows. The advantage is that even in case of a cloudy sky improved and uniform room illumination is obtained even in large room depths.

In composite windows, the blinds are installed dust-free and protected from wind but easily accessible for maintenance – an economical development also recommended for residential buildings. Recent developments forego the composite window by an additional pane applied to the insulation glass and the cavity communicates only with cold outside air to avoid condensation.



Abb. 38: Stiftung Waisenhaus, Frankfurt, Arch.: Braun Canton Volleth Architekten, Frankfurt. RETROFlex-Jalousie im Verbundfenster mit Passivhaus-Standard. Am Holzfensterflügel ist ein Aluminiumflügel mit einer Prallscheibe über Scharniere befestigt. Zwischen den Scheiben ergibt sich ein Schacht für die RETROFlex-Jalousie.

Fig. 38: Stiftung Waisenhaus, Frankfurt, Germany; Arch.: Braun Canton Volleth Architekten, Frankfurt, Germany. RETROFlex blind in composite window of passive house standard: To the wooden window wing, an aluminum wing with an impact pane is attached via hinges. Between the panes, there is a space for the RETROFlex blinds.



Süd-Dach
South roof

Nord-Dach
North roof



Abb. 39:
Fresnel-Optiken im Isolierglas einer Dachverglasung (RETROFlexTherm). Sanierung des Glasdaches der Universitäts-Bibliothek, Mannheim.

Fig. 39:
Fresnel optics in the insulation glass of a roof glazing (RETROFlexTherm). Retrofit of the glass roof of the university library, Mannheim, Germany.



In Dachverglasungen werden vorzugsweise RETROFlexTherm 25 mm-Lamellen verwendet. Diese ermöglichen bei horizontaler Lamellenanstellung und sehr guter Durchsicht eine optimierte Auslenkung der hohen Sommersonne. Durch die Sanierung des Glasdaches konnte mit Hilfe der RETRO-Technik die Temperatur unter dem Dach im Sommer um 10° C gesenkt werden.

In case of roof glazing, preferably RETROFlexTherm 25 mm louvers are used. They permit, in case of horizontal louver position, very good visual transmission and an optimized retro-reflection of the high summer sun. By retrofitting the glass roof and by the use of RETRO-technology, the temperature under the roof, in summer, could be lowered about 10° C.

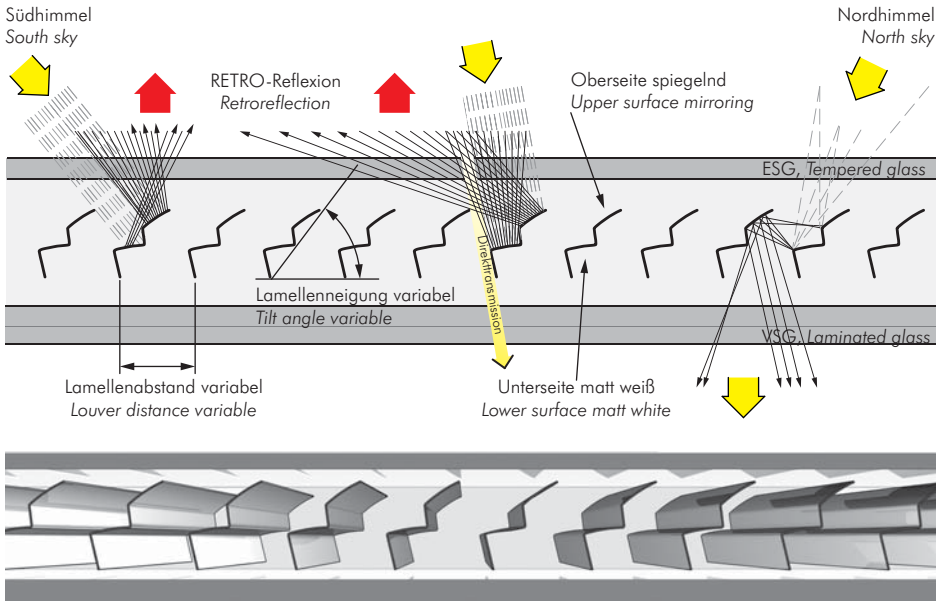


Abb. 40: RETROLuxTherm im Dach mit Blick nach Norden

Fig. 40: RETROLuxTherm in the roof with view towards North



Lichtlenkende Decke

RETROTop

Light redirecting ceiling



Abb. 41: RETROTop-Deckenelement . Die Decke dient der Umlenkung der künstlichen Beleuchtung sowie des gelenkten Tageslichts.

Fig. 41: RETROTop-ceiling element. The ceiling redirects the electric light as well as the redirected daylight.

RETROTop-Lamellen verfügen über eine mikroprismenstrukturierte Oberfläche und werden als Lichtlenkdecke fassadenparallel zur Lichtumlenkung des Kunst- und Tageslichtes eingesetzt. Das von der Fassade an die Decke geführte Licht, wird aufgrund einer konkaven Ausführung der mikrostrukturierten Lamellen kegelförmig auf die Arbeitsebene umgelenkt. Dadurch ergibt sich für die Arbeitsplätze eine hervorragende Ausleuchtung mit blendfreiem Top- und Seitenlicht. Die Schattenbildung durch einseitigen Lichteinfall ist überwunden.

Zusätzlich weist die RETROTop-Decke aufgrund der Mikrostrukturierung eine hervorragende akustische Dämpfung auf, die durch die frei oszillierende Aufhängung der Lamellen unterstützt wird.

RETROTop louvers, utilizing a special micro prism-structured surface, redirect both electric light and daylight onto work desks. They are mounted as dropped ceilings parallel to the facade. These special blinds concentrate redirected light into a cone, supplying excellent glare-free illumination to where it is needed most in the office. The shadow effect by the sidelight is avoided.

In addition, the micro structured surfacing enables RETROTop ceilings to provide an exceptional degree of sound-wave scattering. This acoustic absorption effect is supported by the fact that the louvers can be freely oscillated and positioned as desired.

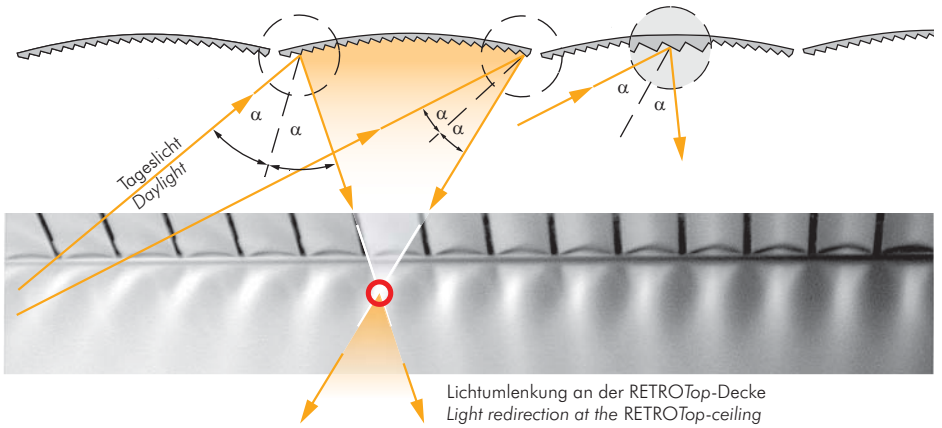


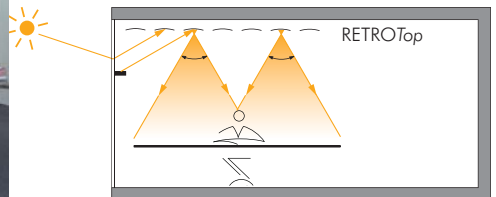
Abb. 42: Funktionsprinzip der Lichtlenkdecke. Bei Verwendung von RETROTop als Sekundärreflektor verbessert sich die Beleuchtungsstärke um bis zu 100 lx am Arbeitsplatz.

Fig. 42: Functional principle of light redirecting ceiling. By using RETROTop as a secondary reflector, the light intensity can be improved by up to 100 lx at the workplace.



Abb. 43: Umlenkschema: Tages- und Kunstlicht wird an die Decke gelenkt und als Vertikalbeleuchtung auf den Schreibtisch gestrahlt.

Fig. 43: Daylight and electric lighting is redirected onto the ceiling, which in turn becomes a vertical light-source, illuminating the work desk.



Integrierte Beleuchtung

RETROLight

Integrated lighting

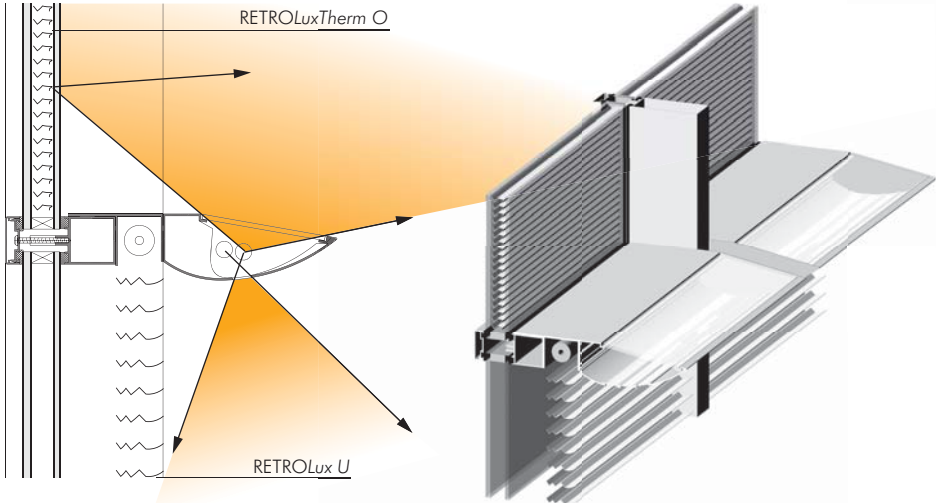


Abb. 44: Lichtumlenkung am Tageslichtsystem

RETROLight ist eine im Wesentlichen indirekt strahlende Langfeldleuchte, die auf Riegelhöhe montiert ist. RETROLight ermöglicht eine integrale Lichtführung von Kunst- und Tageslicht. Es werden Synergien gewonnen, indem die Lamellenunter- bzw. Lamellenrückseiten auch zur Lichtumlenkung der künstlichen Beleuchtung genutzt werden. Der untere Lichtaustritt der Leuchte wird vom Lichtplaner/Designer festgelegt (gemessener Wirkungsgrad der Leuchte 83%).

Fig. 44: Light redirection with daylight system

RETROLight is a crossbar lighting fixture with primarily indirect light emission. RETROLight provides an integrated flow of daylight and electric lighting. Synergies are achieved by redirecting electric light into the depth of the room via the lower or back side of the louvers. The size of the direct light emission of the luminaire can be determined by the designer (measured efficiency of the RETROLight fixture: 83%).



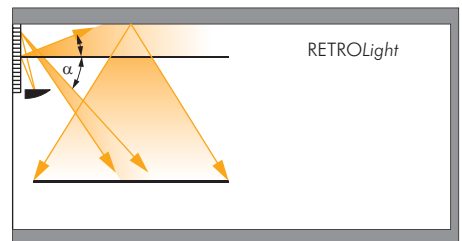
Abb. 45: Synergieeffekte durch die Integration von Tageslicht und künstlicher Beleuchtung. Schwächeres Tageslicht wird durch RETROLight ergänzt. Die elektrische Beleuchtung wird über die Unterseite der RETROLux oder RETROLuxTherm-Lamellen umgelenkt.

Fig. 45: Synergies by integrating daylight and electric lighting. Faint daylight is complemented by RETROLight. The artificial illumination is deflected by the bottom of the RETROLux or RETROLuxTherm louvers.



Abb. 46: Schreibtischausleuchtung mit RETROLight über das Oberlicht

Fig. 46: Desk illumination with RETROLight via the skylight



Wirtschaftlichkeit

Economics

Ziel der Tageslichttechnik

- Kühllastminderung durch Retro-Reflexion
- Reduzierter Stromverbrauch durch verbesserte Tageslichtautonomie

Goal of daylighting

- Reduced cooling load by retro-reflection
- reduced electric power consumption by improved daylight autonomy

- Solare Strahlung auf die Fassade kWh
Solar irradiance kWh
- Gesamtenergieeintrags kWh
Total energy transmission kWh
- Gesamtlichteintrags kWh
Total light transmission kWh

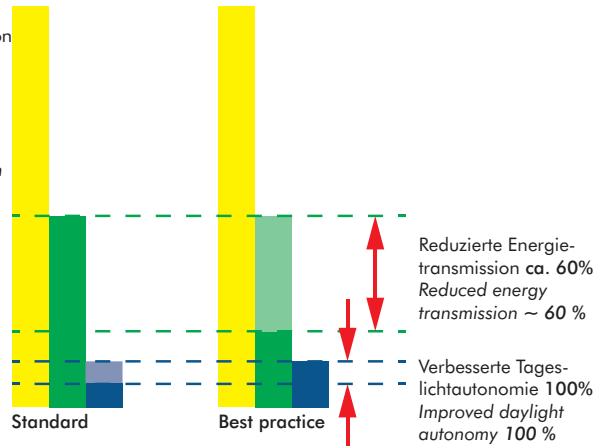


Abb. 46: Die RETRO-Technik reduziert den Gesamtenergieeintrags bei gleichzeitig verbesserter Tageslichtausleuchtung durch Lichteinlenkung.

Fig. 46: The RETRO-technology reduces the total energy input while improving at the same time the daylight illumination by light redirection.

Die Wirtschaftlichkeit der RETRO-Systeme liegt in einer ganz wesentlichen Reduktion des Gesamtenergieeintrags bei gleichzeitiger Verdoppelung des Tageslichteintrags. Dies wird durch die präzise Lichtführung an den Lamellen mit monoreflektiver Lichtauslenkung und/oder Lichteinlenkung bei offener Jalousie erreicht.

The economic efficiency of the RETRO-systems is a very significant reduction in the total energy input while doubling the daylight input at the same time. This is achieved by the precise light distribution on the louvers with monoreflective light redirection to inside and/or outside when the blinds are open.

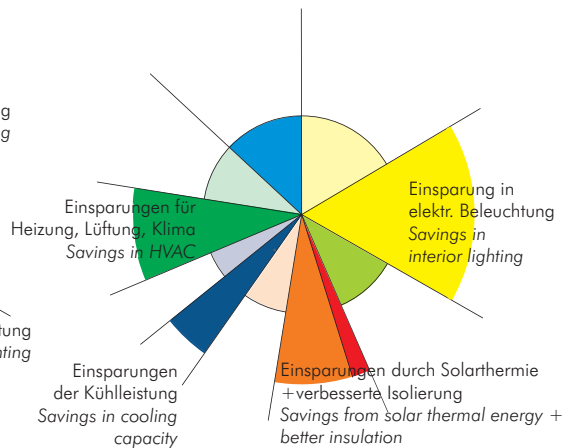
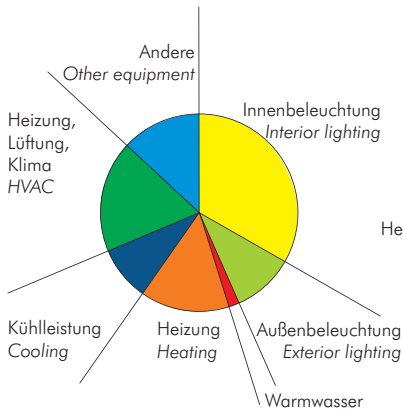


Abb. 42: Links: Gegenwärtiger Energieverbrauch eines typischen Verwaltungsgebäudes mit Großraumbüros (USA). Rechts: Energiesparpotential mittels verbesserter Tageslichtnutzung durch RETRO-Technik einschließlich Solarthermie und verbesserter U-Werte.

Fig. 42: Left: Present energy consumption of a typical open-plan office building (USA). Right: Saving potentials by improved daylight utilization by RETRO-technology including solar thermal energy and improved U-values.

Insbesondere der Einsatz einer optimierten Tageslichttechnik ermöglicht Energieeinsparungen in Verwaltungsbauten von min. 30 % jährlich. Dies gilt auch für Deutschland unter Berücksichtigung der fensternahen Arbeitsplätze.

Especially the use of optimized daylight technology allows energy savings in administration buildings of min. 30 % per year. Even when considering workstations close by the window as common in Germany.

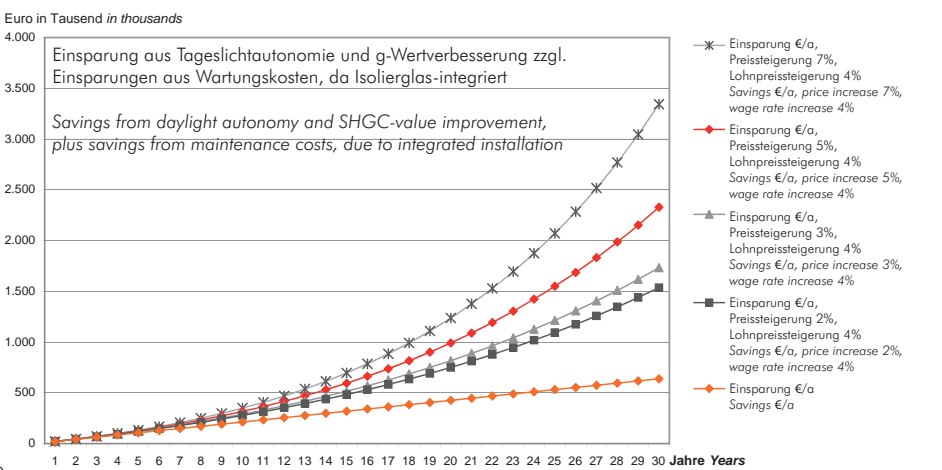
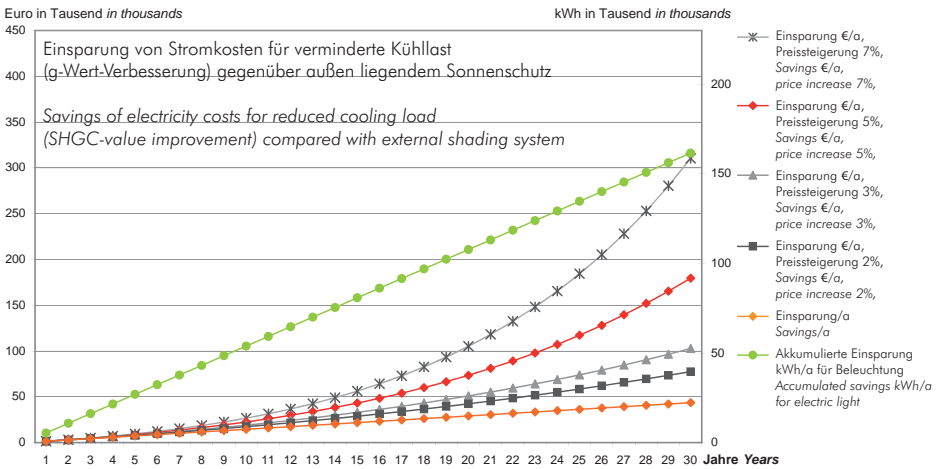
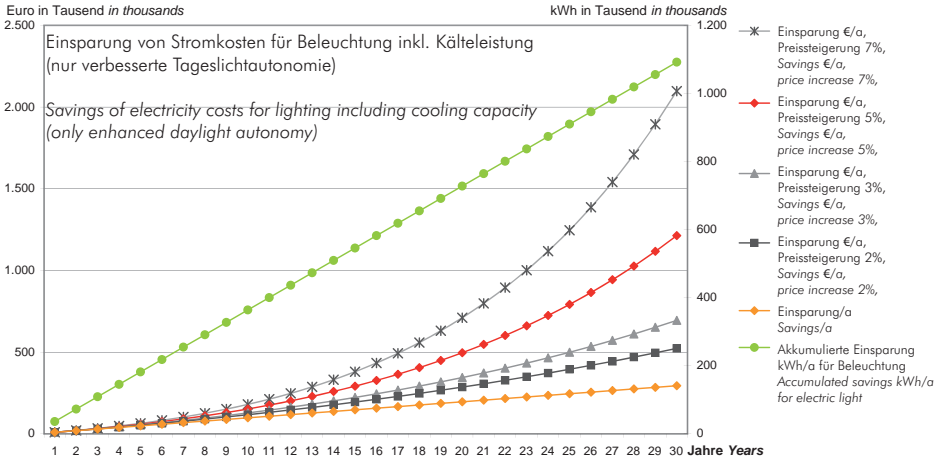


Abb. 43: Energiesparpotential durch RETRO-Technik am Beispiel einer Schule mit insgesamt 1000 m² Glasfläche an Nord-/Ost-/Süd-/Westfassade am Standort Frankfurt. Die Energieeinsparung für elektrische Beleuchtung und Kühlung sowie die zusätzlichen Kosteneinsparungen für Wartung werden über einen Zeitraum von 30 Jahren für eine isolierglasintegrierte Tageslichttechnologie im Vergleich zu einem traditionellen, außen liegenden Sonnenschutz berechnet.

Fig. 43: Energy saving potential of the RETRO-technology shown on the example of a school in Frankfurt, Germany, provided with a total of 1000 m² of glass area on the northern, eastern, southern and western façade. The energy savings for electric lighting and cooling as well as the additional savings for maintenance are calculated covering a period of 30 years for insulation glass integrated daylight technology as compared to traditional exterior sun protection.

Durch den verminderten Gesamtenergieeintrag (g-Werte) wird der Energieverbrauch für Kühlung eingespart, durch die gleichzeitig verbesserte Tageslichtausleuchtung sind zusätzliche, weit aus höhere Einsparungen für elektrischen Strom erzielbar. Hier erkennt man die Wirtschaftlichkeit der verbesserten Tageslichtversorgung. Die Berechnungen beinhalten auch die durch die elektrische Beleuchtung verursachten Kühllasten, da der verbrauchte Strom komplett in Wärme gewandelt wird und die Klimaanlage belastet. An einer Fassade von 1000 m² sind ohne Berücksichtigung von Energiekostensteigerungen im Laufe von 10 Jahren bei einem Strompreis von 0,27 €/kWh einschließlich Einsparung an Wartungskosten (bei Einbau der Systeme zwischen Glas) als Mittelwert aller Himmelsrichtungen in unserem Klima ca. 168.000 € im Vergleich zu außen liegendem Sonnenschutz einzusparen. Unter Berücksichtigung von 5 % Strompreissteigerung/Jahr ergeben sich nach 10 Jahren akkumulierte Einsparungen in Höhe von 317.335 €, nach 20 Jahren in Höhe von 991.497 € und nach 30 Jahren in Höhe von 2.328.611 € pro 1000 m² Glas. Die Mehrkosten für die glasintegrierte Installation sind meist in einem Zeitraum von max. 5 Jahren zu amortisieren. Vorliegender Vergleich bezieht sich auf einen Wettbewerb der isolierglasintegrierten System zu traditionellen Außenraffstoren. Die Wirtschaftlichkeit fällt in einem Vergleich mit herkömmlichen innen liegenden Lamellen hinter Sonnenschutzverglasung noch wesentlich deutlicher aus.

In view of the reduced total energy input (SHGC-values), energy consumption for cooling is saved by the improved daylight illumination, additional considerably higher savings for electricity can, at the same time, be obtained. The economic efficiency of the improved daylight provision is obvious. The calculations also include the cooling loads caused by the electric lighting considering that the current used is completely converted to heat thus loading the air-conditioning system. Taking a façade of 1000 m², it is possible to save during the course of ten years, not considering energy costs increases, at a current price of 0.27 Euros/kWh, inclusive of the savings of maintenance costs (when installing the systems between the glass), as a mean value of all four geographic directions in our climate zone, about 168,000 Euros as compared to a sun protection provided exteriorly. Taking in consideration an electricity cost increase of 5 % per annum, savings accumulated after 10 years will amount to 317,325.00 Euros, after 20 years to 991,497.00 Euros and after 30 years to 2,328,611.00 Euros per 1000 m² glass facade. The additional costs for the glass-integrated installation can, in most cases, be amortized within a period of five years. The present comparison refers to a competition between the insulation glass-integrated systems and traditional external blinds. The economic efficiency is even more distinct when comparing with standard interior louvers behind sun protection glazing.

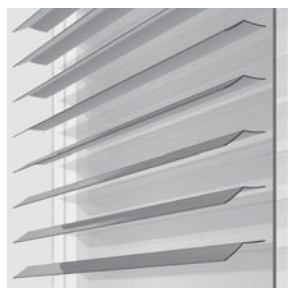
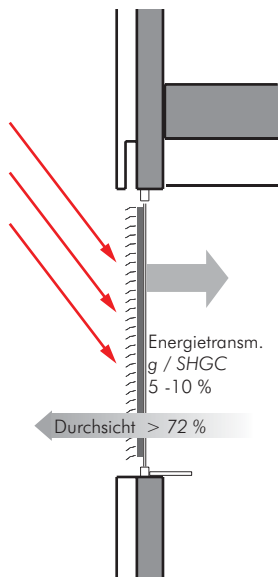
Anhang 1
Adaptive Fassaden

Appendix 1
Adaptive facades

RETRO - Systeme

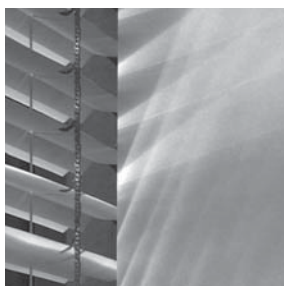
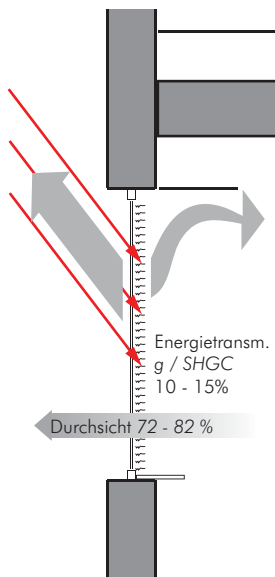
RETROLux A

Außenjalousie
External louvers



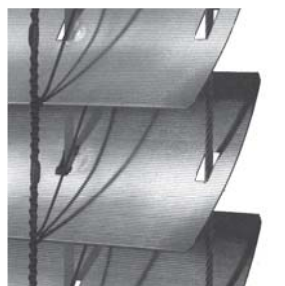
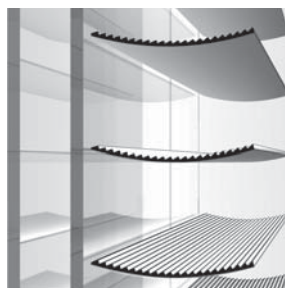
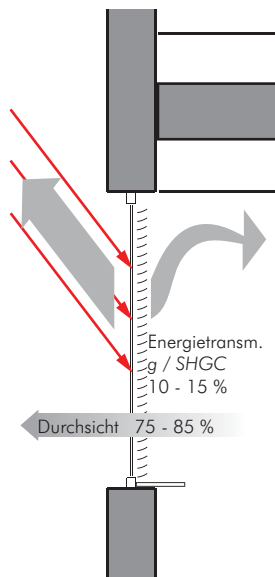
RETROLux 50

Innenliegende makrostrukturierte
Lamellen
Internal macrostructured louvers



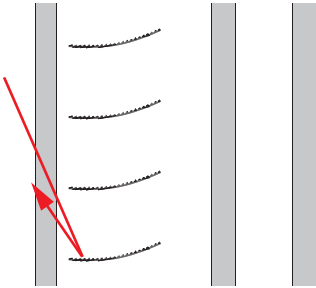
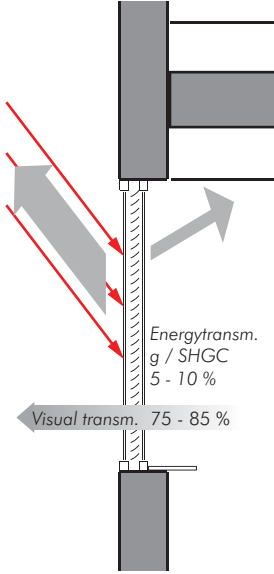
RETROFlex

Innenliegende, mikrostrukturierte
Lamellen
Internal, microstructured louvers



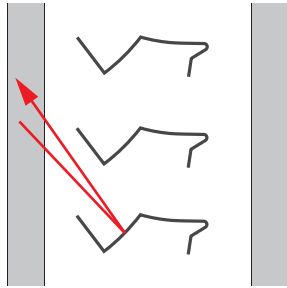
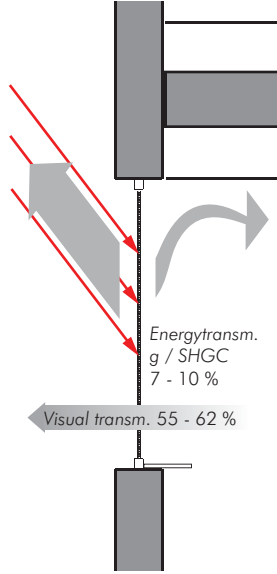
RETROFlex

Microstrukturierte Lamellen in zweischaliger Fassade
Microstructured louvers in double-skin façade



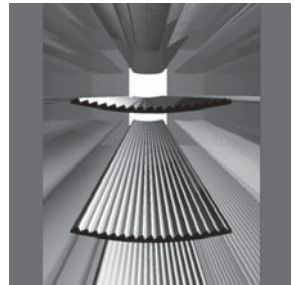
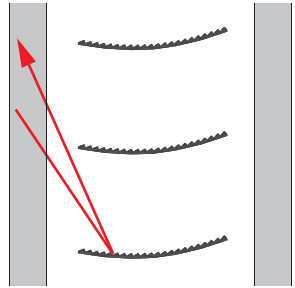
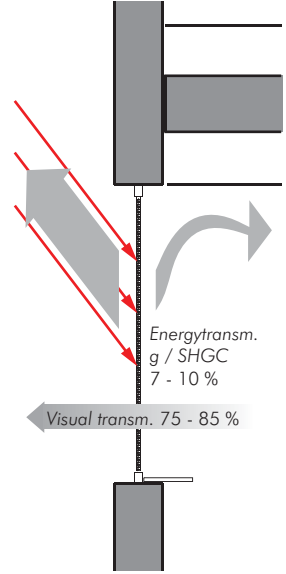
RETROLuxTherm

Macrostrukturierte Lamellen im Isolierglas
Macrostructured louvers in insulation glass



RETROFlexTherm

Microstrukturierte Lamellen im Isolierglas
Microstructured louvers in insulation glass



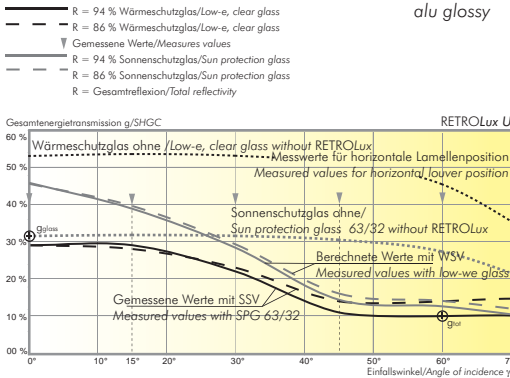
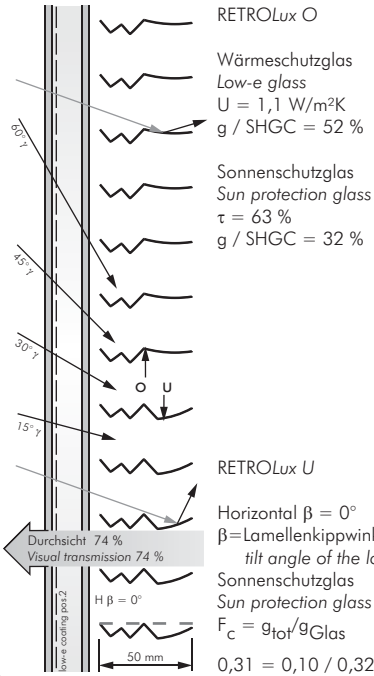
Anhang 2
Messungen

Appendix 2
Measurements

Messwerte RETROLux

Lamellenoberseite
Alu semi-spektral
Gesamtreflexion R = 94 %
alternativ R = 86 %
Lamellenunterseite
weiss RAL 9010 oder
Alu glänzend

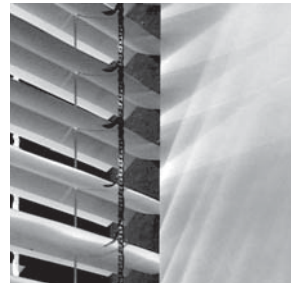
Louver upper side
alu semi-spectral
total reflectivity R = 94 %
alternative R = 86 %
Louver lower side
white RAL 9010 or
alu glossy



RETROLux O, R = 94% RETROLux O, R = 86% RETROLux U, R = 94% RETROLux U, R = 86%

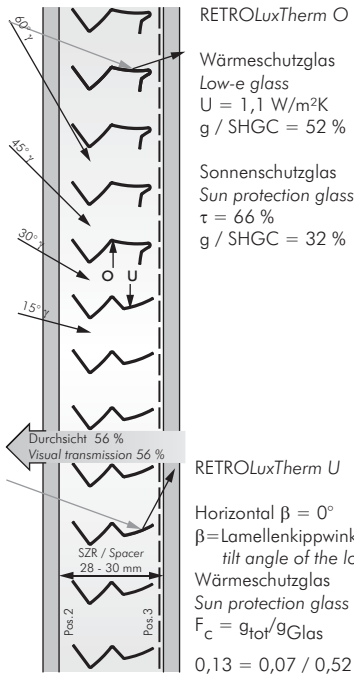
SSV Sun protection glass																									
$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$						
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
τ	0,50	0,42	0,29	0,07	0,04	0,49	0,35	0,19	0,05	0,02	0,50	0,40	0,21	0,07	0,03	0,50	0,36	0,18	0,05	0,02	0,49	0,37	0,17	0,03	0,02
	15	0,50	0,42	0,24	0,04	0,04	15	0,49	0,34	0,18	0,04	0,03	15	0,50	0,41	0,20	0,05	0,03	15	0,49	0,37	0,17	0,03	0,02	
	30	0,49	0,40	0,20	0,03	0,04	30	0,48	0,31	0,15	0,02	0,03	30	0,49	0,45	0,17	0,02	0,03	30	0,49	0,40	0,15	0,01	0,02	
	45	0,48	0,38	0,14	0,03	0,03	45	0,47	0,27	0,10	0,02	0,02	45	0,49	0,33	0,13	0,02	0,02	45	0,48	0,28	0,11	0,02	0,01	
	60	0,42	0,23	0,02	0,03	0,03	60	0,39	0,15	0,02	0,03	0,00	60	0,43	0,18	0,02	0,02	0,00	60	0,41	0,14	0,01	0,02	0,00	
$g, SHGC$	$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					$\alpha / ^\circ$	$\gamma / ^\circ$					
		0	15	30	45	60		0	15	30	45	60		0	15	30	45	60		0	15	30	45	60	
	0	0,29	0,23	0,23	0,11	0,10	0	0,30	0,28	0,21	0,14	0,14	0	0,29	0,29	0,29	0,11	0,10	0	0,29	0,28	0,23	0,14	0,14	
	15	0,29	0,28	0,24	0,11	0,10	15	0,30	0,28	0,23	0,13	0,14	15	0,29	0,29	0,23	0,11	0,10	15	0,30	0,29	0,23	0,13	0,14	
	30	0,29	0,28	0,23	0,12	0,10	30	0,29	0,28	0,22	0,14	0,14	30	0,29	0,28	0,22	0,12	0,10	30	0,29	0,28	0,23	0,15	0,14	
	45	0,28	0,26	0,20	0,10	0,09	45	0,29	0,26	0,20	0,13	0,12	45	0,29	0,26	0,19	0,10	0,09	45	0,29	0,26	0,20	0,13	0,12	
	60	0,24	0,23	0,14	0,08	0,09	60	0,24	0,23	0,16	0,11	0,12	60	0,25	0,23	0,13	0,08	0,09	60	0,25	0,23	0,16	0,11	0,12	

α = Azimutwinkel
Azimuth angle
 γ = Elevationswinkel
Elevation angle



Radiometrisch
gemessene Werte/
Radiometric
measured values
TU Berlin,
Institut für Lichttechnik
Prof. Dr. Kaase, Dr. Aydinli

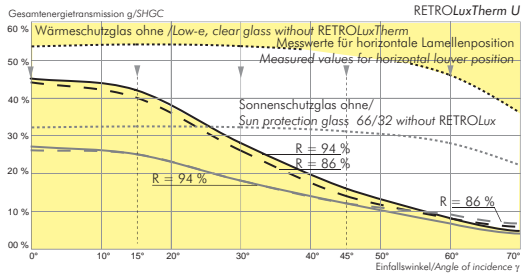
Measurements RETROLuxTherm



Lamellenoberseite
Alu semi-spektral
Gesamtreflexion R = 94 %
alternativ R = 86 %
Lamellenunterseite
weiss RAL 9010

Louwer upper side
alu semi-spektral
total reflectivity R = 94 %
alternative R = 86 %
Louwer lower side
white RAL 9010

R = 94 % Wärmeschutzglas/Low-e, clear glass ———
R = 86 % Wärmeschutzglas/Low-e, clear glass - - -
Gemessene Werte/Measured values ▾
R = 94 % Sonnenschutzglas/Sun protection glass ———
R = 86 % Sonnenschutzglas/Sun protection glass - - -
R = Gesamtreflexion/Total reflectivity



RETROLuxTherm O,
R = 94%

RETROLuxTherm O,
R = 86%

RETROLuxTherm U,
R = 94%

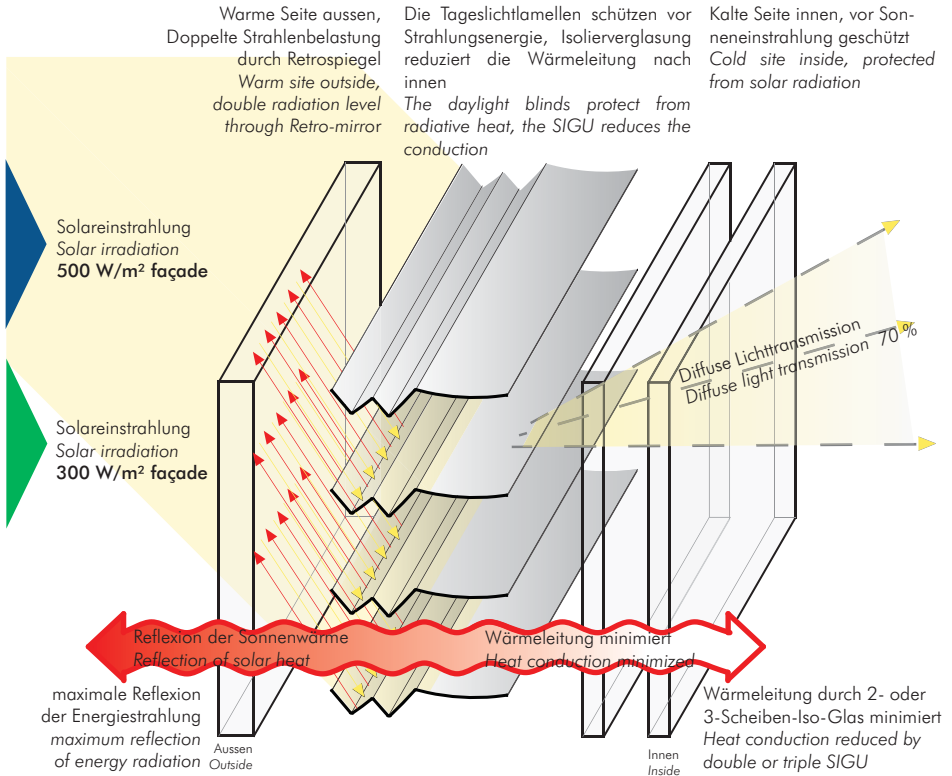
RETROLuxTherm U,
R = 86%

WSV, Low-e glass, clear																																					
T		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$					T		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$																		
		0	15	30	45	60								0	15	30	45	60								0	15	30	45	60							
0		0,45	0,44	0,29	0,10	0,01						0		0,45	0,39	0,22	0,08	0,01	0		0,48	0,42	0,26	0,10	0,02						0		0,45	0,38	0,22	0,09	0,01
15		0,45	0,45	0,28	0,08	0,01						15		0,45	0,40	0,22	0,06	0,01	15		0,48	0,44	0,28	0,09	0,02						15		0,46	0,39	0,23	0,07	0,01
30		0,46	0,43	0,25	0,04	0,01						30		0,46	0,37	0,19	0,02	0,02	30		0,48	0,42	0,24	0,06	0,02						30		0,47	0,38	0,21	0,05	0,02
45		0,46	0,39	0,18	0,01	0,02						45		0,45	0,32	0,13	0,01	0,02	45		0,48	0,37	0,19	0,02	0,02						45		0,47	0,31	0,15	0,01	0,02
60		0,40	0,27	0,03	0,01	0,00						60		0,39	0,20	0,02	0,02	0,00	60		0,41	0,22	0,04	0,02	0,00						60		0,40	0,18	0,04	0,02	0,00
g, SHGC		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$					g, SHGC		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$																		
0		0,44	0,43	0,32	0,14	0,02						0		0,44	0,42	0,29	0,11	0,05	0		0,45	0,42	0,28	0,14	0,08						0		0,44	0,40	0,26	0,14	0,08
15		0,44	0,44	0,32	0,13	0,02						15		0,44	0,42	0,29	0,11	0,05	15		0,45	0,42	0,29	0,14	0,07						15		0,44	0,41	0,29	0,13	0,09
30		0,44	0,42	0,30	0,11	0,02						30		0,44	0,40	0,27	0,10	0,10	30		0,45	0,41	0,28	0,12	0,08						30		0,45	0,40	0,27	0,12	0,10
45		0,44	0,40	0,25	0,08	0,08						45		0,43	0,37	0,23	0,09	0,11	45		0,45	0,37	0,23	0,08	0,08						45		0,45	0,36	0,23	0,10	0,11
60		0,39	0,33	0,14	0,04	0,07						60		0,39	0,29	0,14	0,08	0,10	60		0,40	0,29	0,14	0,07	0,07						60		0,39	0,27	0,14	0,09	0,10
SSV, Sun protection glass																																					
T		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$					T		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$																		
0		0,39	0,37	0,25	0,09	0,01						0		0,39	0,33	0,19	0,07	0,01	0		0,41	0,36	0,23	0,09	0,02						0		0,38	0,32	0,19	0,07	0,01
15		0,39	0,39	0,24	0,07	0,01						15		0,39	0,34	0,19	0,05	0,01	15		0,41	0,37	0,24	0,07	0,02						15		0,39	0,33	0,19	0,06	0,01
30		0,39	0,36	0,21	0,03	0,01						30		0,39	0,32	0,16	0,02	0,02	30		0,41	0,36	0,22	0,05	0,02						30		0,40	0,33	0,18	0,04	0,02
45		0,39	0,33	0,15	0,01	0,01						45		0,38	0,27	0,11	0,01	0,02	45		0,40	0,31	0,16	0,02	0,02						45		0,40	0,27	0,13	0,01	0,02
60		0,34	0,23	0,03	0,01	0,00						60		0,33	0,17	0,02	0,01	0,00	60		0,35	0,19	0,05	0,01	0,00						60		0,34	0,15	0,03	0,01	0,00
g, SHGC		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$					g, SHGC		$\alpha / ^\circ$					$\gamma / ^\circ$																		
0		0,26	0,26	0,21	0,10	0,07						0		0,26	0,24	0,20	0,09	0,09	0		0,27	0,25	0,18	0,12	0,07						0		0,26	0,25	0,18	0,12	0,09
15		0,26	0,27	0,21	0,10	0,07						15		0,26	0,24	0,20	0,09	0,09	15		0,27	0,25	0,19	0,10	0,07						15		0,26	0,25	0,19	0,11	0,09
30		0,26	0,26	0,20	0,09	0,07						30		0,26	0,25	0,19	0,10	0,10	30		0,26	0,25	0,18	0,10	0,07						30		0,26	0,25	0,19	0,11	0,10
45		0,26	0,24	0,17	0,08	0,07						45		0,26	0,23	0,17	0,09	0,10	45		0,26	0,23	0,16	0,09	0,07						45		0,26	0,23	0,16	0,10	0,10
60		0,23	0,21	0,12	0,04	0,07						60		0,23	0,20	0,13	0,08	0,10	60		0,23	0,19	0,11	0,06	0,07						60		0,23	0,19	0,13	0,08	0,10

RETROLuxTherm erfordert kein Sonnenschutzglas. Die Wärmeschutzschicht ist auf Pos. 3 zu legen
RETROLuxTherm does not require any solar protection glass. The low-e coating should be placed on pos. 3

Energietransfer

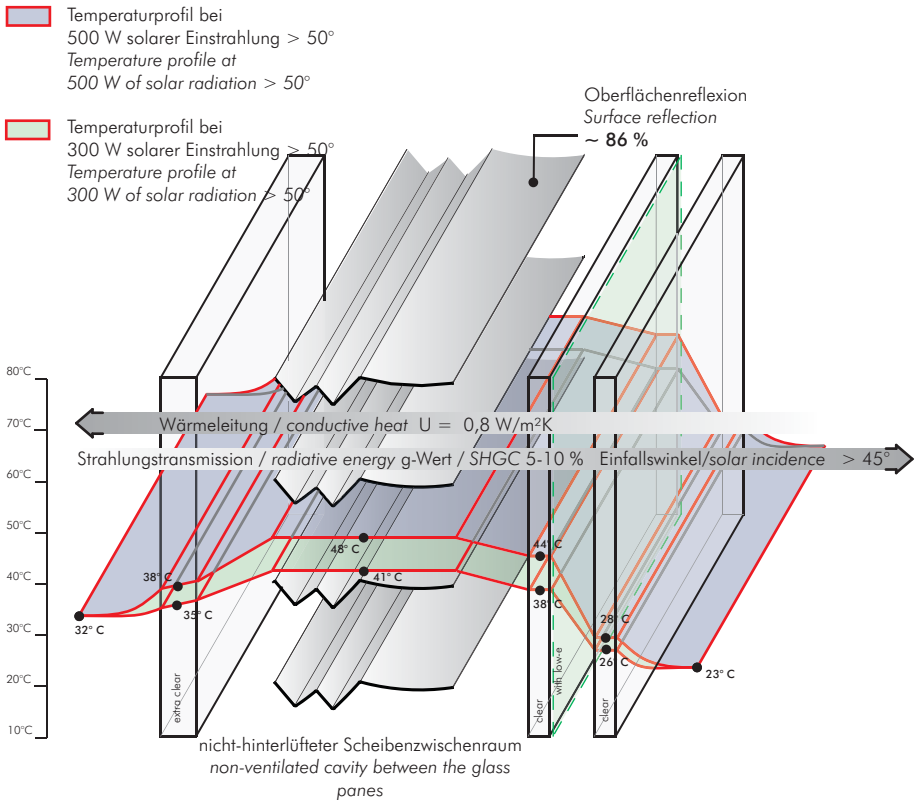
Energy-transfer



Die Außenscheibe unterliegt einer doppelten Strahlungsbelastung durch einfallende und retroreflektierte Strahlung. Die Außenscheibe sollte daher möglichst in eisenarmem, farbneutralem Glas ausgeführt werden, um eine Absorption und Wärmeentwicklung zu vermeiden. Umso geringer die Temperatur der Außenscheibe ist, umso geringer ist die Wärmestrahlung zwischen den Lamellen auf die innere Isolierverglasung. Umso besser der Reflexionsgrad der Lichtlamellen, umso geringer ist die Aufheizung des Luftzwischenraumes.

Wichtig: Die Lichtstrahlung muß **monorefektiv** reflektiert werden, d.h. einfallende Sonne ist unter Vermeidung von Pendelreflexionen zwischen den Lamellen mit nur einer einzigen Reflexion in den Außenraum zurück zu reflektieren. Dies lässt sich nur mit einer präzisen Lichtlenkoptik der Spiegellamellen erreichen. Ungezielte Streueffekte (z.B. an weißen Lamellen) führen zu deutlich höheren Temperaturen zwischen den Scheiben, da es zu Mehrfachreflexionen und damit zu erhöhter Absorption kommt. Der vorliegende Temperaturverlauf ist mit RETROLux oder mit RETROflex-Lamellen bei Einfallswinkeln > 45° und bei horizontaler Lamellenposition erreichbar. Die Lamellenkontur ist von entscheidender Bedeutung, da nur bei diesen Lamellen und horizontaler Lamellenposition die niedrigen Temperaturen und die gleichzeitige Durchsicht von 70 - 80 % zwischen den Lamellen und die gleichzeitige verbesserte Raumausleuchtung zu realisieren ist. Üblicherweise betragen Maximalwerte der Solarstrahlung 500 W/m². Die Maximaltemperatur der Innesscheibe liegen dann meist noch unter 3 K über Raumtemperatur - also deutlich unter 28° C. Die Temperaturen in der Kavität sollten 60° C nicht übersteigen, um die Langlebigkeit von Motoren, Kunststoffteilen und Geweben zu gewährleisten.

Temperaturprofile Temperature-profile



The outer pane is exposed to a double radiation load by incident and retroreflected sun. The outer pane should therefore, be made from low-iron, color-neutral glass to prevent absorption and heat generation. The lower the temperature of the outer glazing, the lower the heat radiation between the louvers will be on the inner glazing. The better the reflectivity of the light redirecting louvers, the lower the heat-up of the air space will be.

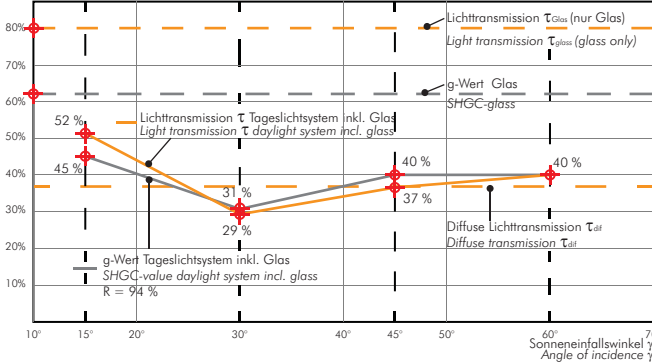
Important:

The sun irradiation must be reflected **monoreflective**, i.e. incident solar radiation has to be reflected with one single reflection into the outer space only to avoid ping-pong effects between the louvers. Only a precise light control optics of the mirror louvers can achieve this quality. Diffuse scattering effects (e.g. with white louvers) lead to much higher temperatures between the glass panes, since there are multiple reflections and thus increased absorptions. The temperature profile presented can be reached by RETROLux or RETROFlex blinds at angles of incidence > 45° and with horizontal louver position. The contour of the blinds is of crucial importance, because the low temperatures, the simultaneous visual transmission of 70-80% between the louvers and the simultaneous improved illumination of the room can only be realized with these louvers in a horizontal louver position. Maximum values of solar radiation are approx. 500-600 W/m². The maximum temperature of the inner glass pane will not extend 3 K above room temperature - and will be below 28° C. The temperatures in the cavity should not extend 60° C to ensure the longevity of the motors, plastic parts and fibers.

Messwerte

RETROLuxTherm 12 mm

g-Wert mit Wärmeschutzglas, low-e auf Pos. 3
SHGC-value with glass, low-e on pos. 3



2-Scheibenverglasung,
g = 0,62, τ = 80 %
2-layer glazing,
SHGC = 0.62, τ = 80 %

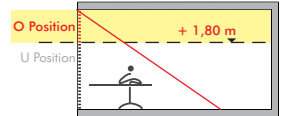
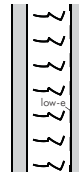
O-Position

Zenitlichtgewinnung / gain of zenith light

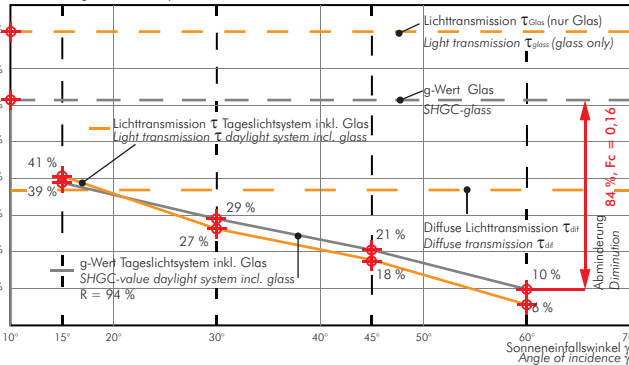
Reflektivität der Lamellen
Reflectivity of the louvers R = 94 %
Aufbau / Composition :
6 mm Weißglas / clear glass
12 mm RETROLuxTherm 12mm
6 mm Float N33,
Beschichtung Pos. 3 / coating pos. 3

		O-Position											
		$\gamma / ^\circ$				$\gamma / ^\circ$							
$\alpha / ^\circ$	τ	0	15	30	45	60	g	0	15	30	45	60	
		0	0,52	0,29	0,37	0,40		0,40	0	0,45	0,31	0,39	0,40
		15	0,50	0,28	0,38	0,41		0,41	15	0,44	0,31	0,39	0,39
		30	0,47	0,27	0,39	0,40		0,40	30	0,42	0,30	0,39	0,39
		45	0,39	0,31	0,39	0,37		0,37	45	0,38	0,31	0,38	0,36
60	0,27	0,35	0,37	0,20	0,20	60	0,30	0,35	0,36	0,26			

Radiometrisch gemessene Werte / Radiometric measured values
TU Berlin, Institut für Lichttechnik, Prof. Dr. Kaase, Dr. Aydinli



g-Wert mit Wärmeschutzglas, low-e auf Pos. 3
SHGC-value with glass, low-e on pos. 3

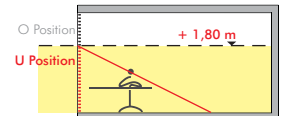
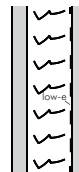


U-Position

zur passiven Kühlung / for passive cooling

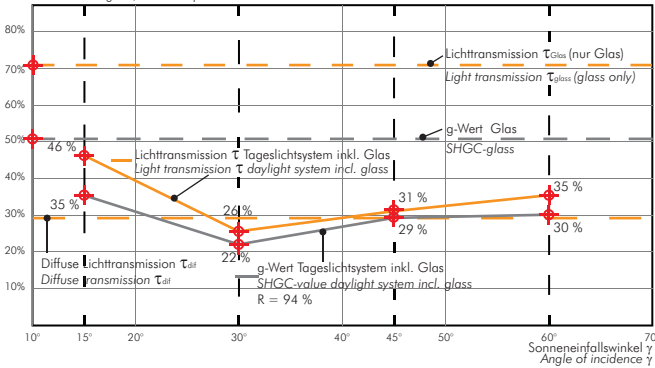
Reflektivität der Lamellen
Reflectivity of the louvers R = 94 %
Aufbau / Composition :
6 mm Weißglas / clear glass
12 mm RETROLuxTherm 12mm
6 mm Float N33,
Beschichtung Pos. 3 / coating pos. 3

		U-Position											
		$\gamma / ^\circ$				$\gamma / ^\circ$							
$\alpha / ^\circ$	τ	0	15	30	45	60	g	0	15	30	45	60	
		0	0,41	0,27	0,18	0,06		0,06	0	0,39	0,29	0,21	0,10
		15	0,41	0,26	0,18	0,06		0,06	15	0,39	0,28	0,20	0,09
		30	0,42	0,24	0,15	0,06		0,06	30	0,39	0,27	0,18	0,09
		45	0,36	0,22	0,08	0,06		0,06	45	0,35	0,24	0,12	0,08
60	0,23	0,15	0,07	0,03	0,03	60	0,28	0,18	0,11	0,08			



Measurements

g-Wert mit Wärmeschutzglas, low-e auf Pos. 3 und 5
SHGC-value with glass, low-e on pos. 3 and 5

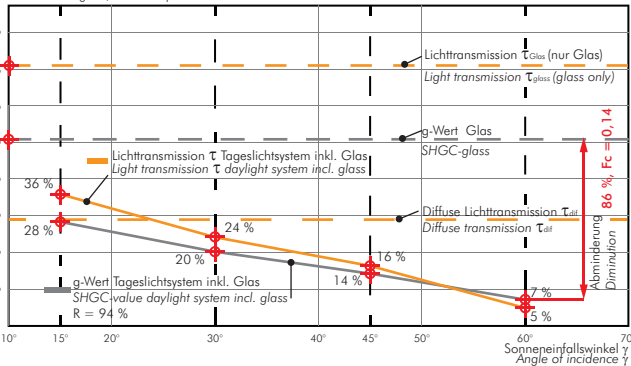


3-Scheibenverglasung,
g = 0,51, τ = 72 %
3-layer glazing,
SHGC = 0.51, τ = 72 %

α / °	γ / °				g	τ	τ_{diff}
	15	30	45	60			
0	0,46	0,26	0,31	0,35	0,30	0,30	0,30
15	0,44	0,25	0,32	0,34	0,30	0,29	0,29
30	0,41	0,24	0,32	0,34	0,30	0,29	0,30
45	0,33	0,25	0,33	0,32	0,28	0,29	0,28
60	0,23	0,27	0,31	0,15	0,26	0,28	0,18

Radiometrisch gemessene Werte / Radiometric measured values
TU Berlin, Institut für Lichttechnik, Prof. Dr. Kaase, Dr. Aydinli

g-Wert mit Wärmeschutzglas, low-e auf Pos. 3 und 5
SHGC-value with glass, low-e on pos. 3 and 5



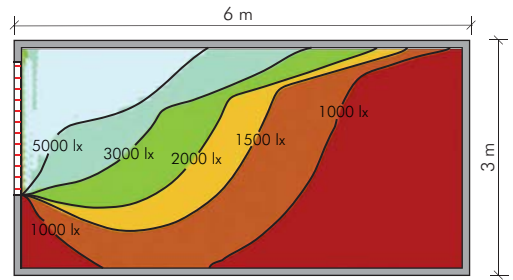
α / °	γ / °				g	τ	τ_{diff}
	15	30	45	60			
0	0,36	0,24	0,16	0,05	0,28	0,20	0,14
15	0,36	0,23	0,15	0,05	0,28	0,20	0,14
30	0,37	0,21	0,13	0,05	0,28	0,19	0,12
45	0,31	0,18	0,06	0,04	0,25	0,17	0,08
60	0,19	0,11	0,05	0,03	0,19	0,12	0,06

Tageslichtautonomie

Typische Raumausleuchtung mit RETROLux-Systemen

Die Iso-Lux-Linien auf einer Innenwand für Sonneneinfall $\gamma = 45^\circ$ und $\alpha = 30^\circ$ zeigen die sehr gute, gleichmäßige und blendfreie Innenraumausleuchtung bis in große Raumtiefe.

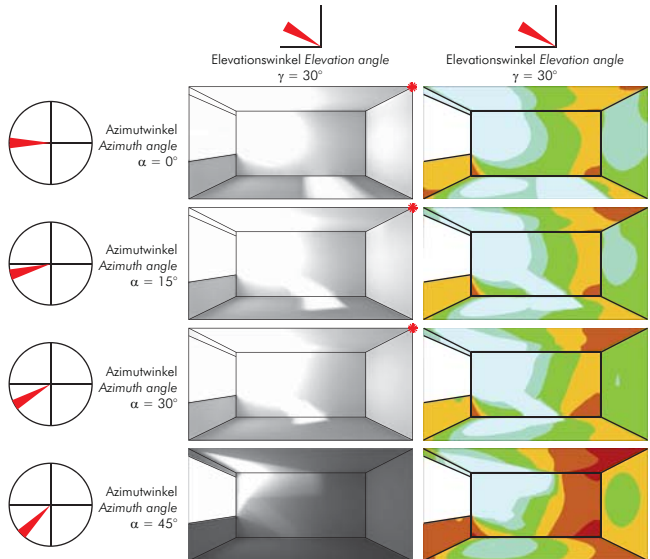
The Iso-lux lines on the inner wall for incident sun with $\gamma = 45^\circ$ and $\alpha = 30^\circ$ show the very good uniform and glare-free room illumination into the depth of the room.



Ansicht Wand mit Iso-Lux-Linien
Elevation Wall with Iso-lux-lines

RETROLuxTherm 12 mm-Systeme regulieren ohne Lamellennachführung den Sonneneinfall zugunsten einer gleichmäßigen Raumausleuchtung.

RETROLuxTherm 12 mm-systems regulate the solar incidence without tracking the louvers in favor of a uniform room illumination.



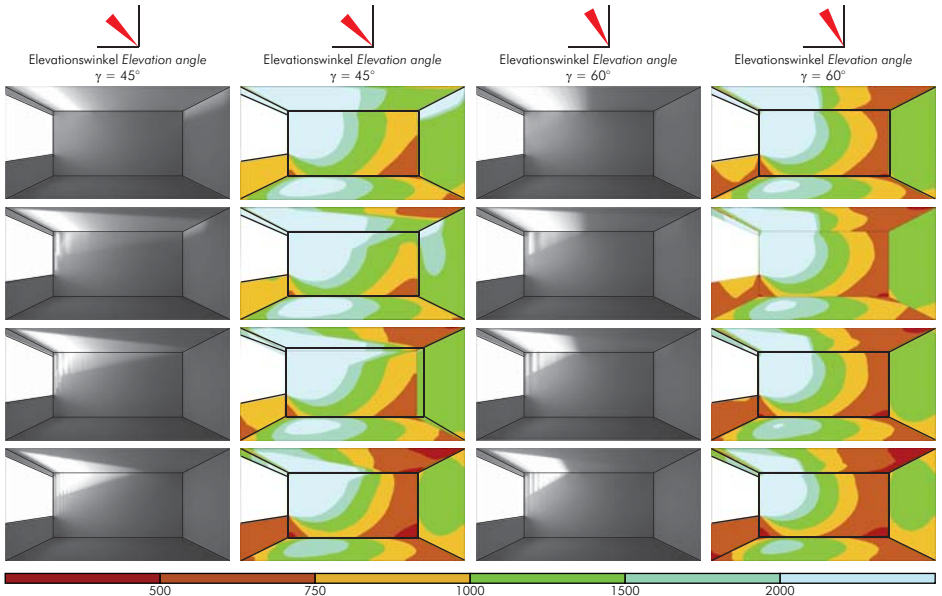
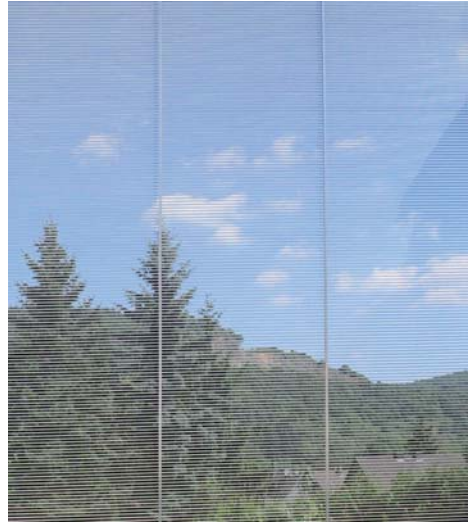
* Zusätzlicher Blendschutz innen empfohlen
Additional inner glare protection recommended

Daylight autonomy

Typical room illumination mit RETROLux-systems

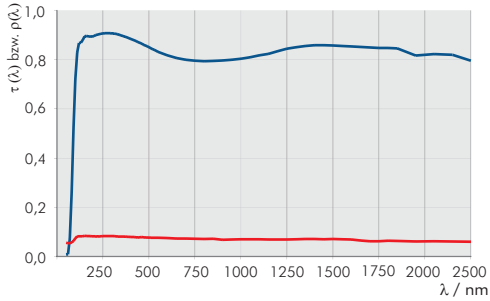
Das Fenster zeigt eine Durchsicht von 62 %. Durch die schlanken Lamellen entsteht eine feine, kaum sichtbare Linienführung.

The window shows a visual transmission of 62 %. The slim louvers create fine lines, barely visible.



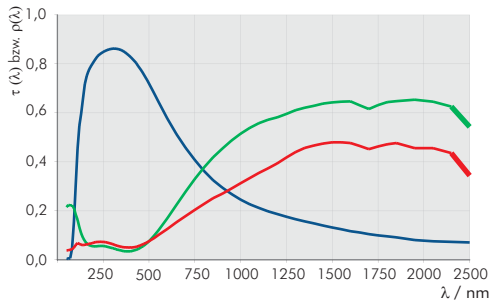
Spektrale Kennzahlen von Gläsern u. RETRO-Lamellen

Spectral characteristics of glazing and RETRO-louvers



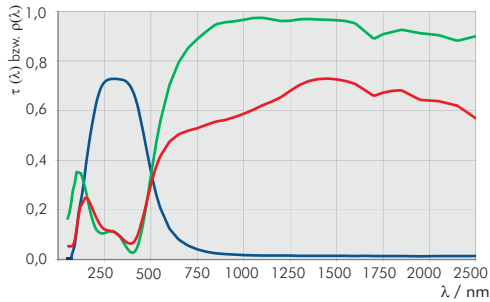
Spektrale Kennzahlen des unbeschichteten Glases
Spectral characteristic of uncoated glass

— $\tau(\lambda)$
— $\rho(\lambda)$
— $\rho'(\lambda)$



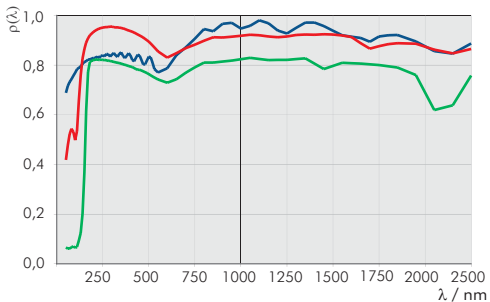
Spektrale Kennzahlen des Wärmeschutzglases
Spectral characteristic of low-e glass

— $\tau(\lambda)$
— $\rho(\lambda)$
— $\rho'(\lambda)$



Spektrale Kennzahlen des Sonnenschutzglases
Spectral characteristic of sun protection glass

— $\tau(\lambda)$
— $\rho(\lambda)$
— $\rho'(\lambda)$



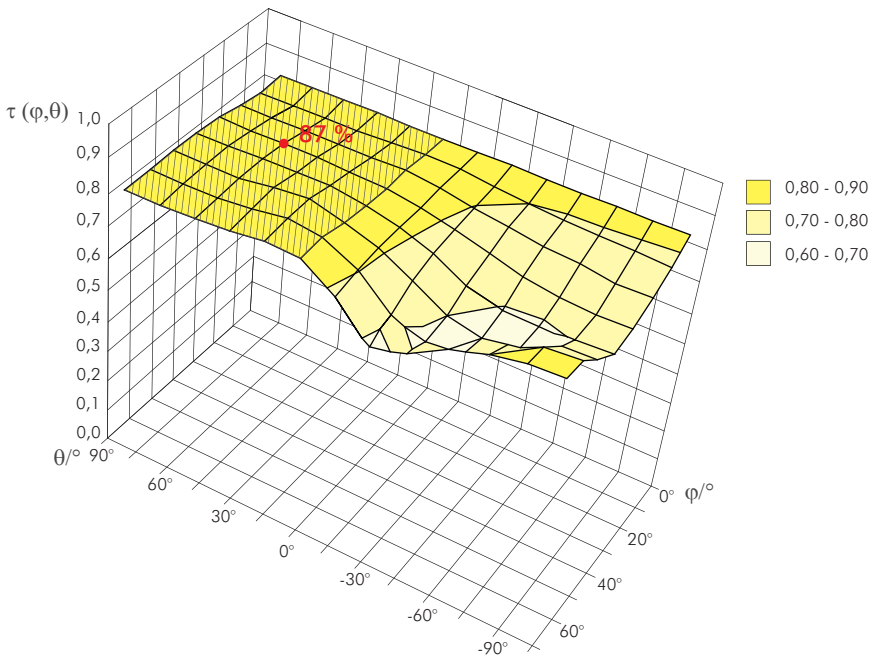
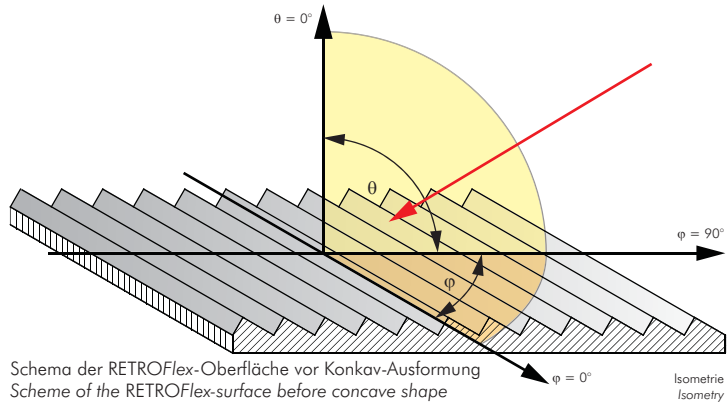
Spektrale Reflexionsgrade
der RETROLux-Lamellen
Spectral reflectivity of
RETROLux blinds

Farbwiedergabe > 99
Color rendering > 99

— $\rho_{86\%}$ Reflexion reflectivity
— $\rho_{94\%}$ Reflexion reflectivity
— weiss white

Reflexionswerte RETROFlex

Reflection values



Die durchschnittliche gemessene Gesamtreflexion der RETROFlex-Oberfläche beträgt unter Berücksichtigung der azimutalen Bewegung der Sonne von Ost nach West ~ **86%** . Die Emissivität der Oberseiten beträgt bei 60°C **71,9%** . Die Emissivität der Unterseiten beträgt bei 60°C **84,2%**

The measurement of total reflection of the RETROFlex surface as an average value under consideration of the sun's movement from East to West is ~ **86%** . The emissivity of upper surface is for 60°C **71.9%** . The emissivity of the lower surface is for 60°C **84.2%**

Anhang 3
Terminologie

Appendix 3
Terminology

Lichttransmission (τ_V)

Das Verhältnis des durch das Glas transmittierten Lichtstroms zum einfallenden Licht. Unter Verwendung von D65 einer Lichtquelle nach CIE-Norm mit einer spektralen Verteilung zwischen 380 und 780 nm.

Lichtreflexion (R_L)

Das Verhältnis des durch Glas reflektierten Lichtstroms zum einfallenden Licht in D65 nach CIE-Norm.

Ultraviolette Transmission (τ_{UV})

Ultravioletter Anteil der transmittierten Strahlung

Direkt-Energietransmission (τ_E)

Anteil der durch das Glas übertragenen solaren Energie mit einer spektralen Verteilung zwischen 300 nm und 2150 nm.

Energier reflexion (R_E)

Anteil der solaren Energie, der vom Glas reflektiert wird.

Energieabsorption (A_E)

Anteil der solaren Energie, der von der Verglasung absorbiert wird.

Sonnenschutzfaktor (**b** oder **SC**)

Gemäß VDI 2078: Quotient aus dem g-Wert der jeweiligen Verglasung und dem g-Wert eines Zweischeiben-Normalglasfensters.

$$b = g_{EN\ 410} / 0,80.$$

International: $SC = g / 0,87$. 0,87 ist der g-Wert eines 3 mm starken Float-Glases.

Light Transmission (LT)

The ratio of the light flux transmitted through the glass to the incident light flux expressed by the illuminant CIE D65 (with a spectral distribution between 380 and 780 nm).

Light Reflection (LR)

The ratio of the light flux reflected by the glass to the incident light flux expressed by the illuminant CIE D65.

Ultra-violet Transmission (UV)

Proportion of ultra-violet radiation transmitted (spectrum range between 280 and 380 nm).

Direct Energy Transmission (DET)

Percentage of solar energy flux transmitted through the glass with spectral distribution between 300 nm and 2150 nm.

Energy Reflection (ER)

Percentage of solar energy flux reflected by the glass.

Energy Absorption (EA)

Percentage of solar energy absorbed by the glazing.

Shading Coefficient (SC)

According VDI 2078: Ratio of the SHGC-value of the glazing and the SHGC-value of a two-layer standard glass window

$$b = g_{EN\ 410} / 0,80.$$

International: $SC = g / 0.87$. 0.87 = is the solar factor of a 3 mm clear float glass.

Selektivitätskennzahl S

Die Selektivitätskennzahl kennzeichnet das Verhältnis Lichtdurchlässigkeit zu Gesamtenergiedurchlassgrad. Die Kennzahl S bewertet Sonnenschutzgläser in Bezug auf eine erwünschte hohe Lichtdurchlässigkeit im Verhältnis zu dem jeweils angestrebten niedrigen Gesamtenergiedurchlassgrad. Eine hohe Selektivitätskennzahl drückt ein günstiges Verhältnis aus.

$$S = \frac{\text{Lichttransmissionsgrad}}{\text{Gesamtenergiedurchlassgrad}}$$

Abminderungsfactor F_C

gem. DIN EN 4108 Teil 2 gibt der F_C -Faktor an, um welchen Prozentsatz die Gesamtenergietransmission des Glases g_{Glass} mittels des Sonnenschutzes abgemindert wird

Gesamtenergiedurchlassgrad (g)

Verhältnis der gesamten durch das Glas transmittierten solaren Energie zur gesamten einfallenden, solaren Energie. Der Gesamtenergiedurchlass ist die Summe der in einen Innenraum eingestrahlteten Sonnenenergie als Summe der direkten Transmission (τ_E) und der vom Glas in den Innenraum abgestrahlten Energie, soweit diese vom Glas (A_E) absorbiert wurde.

Die Definition gilt für folgende Bedingungen:

- Sonneneinfallswinkel 30°
- Innenraumtemperatur = Außentemperatur
- Wärmeübergangswerte:

$$\alpha_{\text{innen}}: 8 \text{ W/m}^2\text{K}; \alpha_{\text{ausßen}}: 23 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Kurzwellen-Koeffizient

Direkte Energietransmission dividiert durch 0,87 (SWSC = $\tau_E / 0,87$).

Selectivity coefficient S

The selectivity coefficient is defined as the ratio of light transmission in relation to the solar factor. The index S evaluates the sun protection glass in relation to a desired high light transmission relative to the low total energy transmission. A high selectivity ratio expresses a favorable ratio.

$$S = \frac{\text{Light transmission}}{\text{total solar energy transmission.}}$$

Diminution factor F_C

according to DIN EN 4108 part 2 the F_C factor indicates the percentage by which the total energy transmission of glass SF_{glass} is reduced by the sun protection

Solar Factor (SF) or Total Solar Energy Transmission

Ratio of total solar energy flux entering through the glass to the incident solar energy. The total energy is the sum of the incoming solar energy by direct transmission (DET), and the energy radiated by the glass to the inside atmosphere after being absorbed by the glass (EA). The calculation takes account to the following:

- Sun at 30° above the horizon at a right angle to the façade;
- ambient temperature equal to outward temperature;
- surface heat exchange coefficients:
internal: $8 \text{ W/m}^2\text{K}$; external: $23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Short Wave Shading Coefficient (SWSC)

Direct Energy Transmission divided by 0.87 (SWSC = $\text{DET} / 0.87$).

Langwellen-Koeffizient (LWSC)

Quotient aus der in den Innenraum transmittierten sekundären Wärmestrahlung als Folge der Absorption im Glas und 0,87.

Long Wave Shading Coefficient (LWSC)

Proportion of absorbed energy transfer to the interior divided by 0.87

U-Wert (Europa)

Wärmedurchgangskoeffizient (gem. CEN-ISO 9050): Der Wärmedurchgangskoeffizient (oder U-Wert) ist die Wärmemenge in Watt pro Stunde, die durch 1 m² Wand (Glas) übertragen wird unter Berücksichtigung einer Differenz von 1° Kelvin zwischen innen und außen (W/m²K).

Der U-Wert wird berechnet mit einem Wärmeübergangskoeffizienten der Wand-Oberfläche:

- α_{innen} : 8 W/m² K

- $\alpha_{\text{ausßen}}$: 23 W/m² K

Je kleiner der U-Wert, umso weniger Wärme wird durch die Verglasung transmittiert.

U-value (Europe)

Heat-transfer coefficient (based on CEN-ISO 9050 standards):

The heat-transfer coefficient (or U-value) is the amount of heat in watts transmitted per hour through 1 m² of wall (glass) with a difference of 1° Kelvin between the inside and the outside (W/m²K).

The U-value is calculated for the wall's surface heat exchange coefficient:

- internal: 8W/m²K

- external: 23 W/m²K

The lower the U-value, the less heat is transmitted through the glazing material.

U-Wert (amerikanischer Standard)

Der Wärmedurchgangskoeffizient wird (gemäß ASHRAE) unter folgenden Bedingungen berechnet:

	Sommer (Tag)	Winter (Nacht)
Aussentemperatur	+ 32°C	- 18°C
Innentemperatur	+ 24°C	+ 21°C
Windgeschwindigkeit	12 km/h	24 km/h
Ambient air speed	0	0
Solare Einstrahlung	783 W/m ²	0

U-value (American Standard)

Heat-transfer coefficient (based on standard ASHRAE conditions) calculated under the following conditions:

	Summer (day)	Winter (night)
Outside temperature	+ 32°C	- 18°C
Inside temperature	+ 24°C	+ 21°C
Wind speed	12 km/h	24 km/h
Ambient air speed	0	0
Solar radiation	783 W/m ²	0

Relativer Wärmegewinn

Der gesamte Wärmeeintrag durch Verglasung für eine bestimmte Bedingungen. Der relative Wärmeeintrag wird wie folgt berechnet:

$$[\text{Verschattungskoeffizient} \times 640 \text{ W/m}^2] + [8 \text{ }^\circ\text{C} \times \text{sommerlicher k-Wert}]$$

Umrechnungsfaktoren

$$1 \text{ W/m}^2 = 0.317 \text{ BTU /ft}^2$$

$$1 \text{ W/m}^2\text{K} = 0.176 \text{ BTU/hr/ft}^2/^\circ\text{F}$$

Relative Heat Gain (RHG)

The total heat gained through glazing for a specific set of conditions.

The Relative Heat Gain is calculated as follows:

$$[\text{Shading Coefficient SC} \times 640 \text{ W/m}^2] + [8^\circ\text{C} \times \text{summer k-value}]$$

Conversion factors in American units:

$$1 \text{ W/m}^2 = 0.317 \text{ BTU /ft}^2$$

$$1 \text{ W/m}^2\text{K} = 0.176 \text{ BTU/hr/ft}^2/^\circ\text{F}$$

Lichtdurchlässigkeit, Solar- und UV-Daten basieren auf labor-spektrophotometrischen Messungen gewichtet mit einem geeigneten Verfahren. g-Wert und (europäische) U-Wert-Berechnungen gemäß ISO 9050-1990.

Light Transmission, Total Solar and UV data are based on laboratory spectrophotometric measurements weighted using an appropriate method. Solar factor and (European) U-value calculations are in accordance with ISO 9050-1990.

Energiegehalt ausgewählter Brennstoffe für den Endverbrauch - Umrechnungstabelle

Energy content of selected fuels for end use - conversion table

Brennstoff (Nettowärmeinhalte) Energy commodity (NCV)	kJ kJ	kg Öläquivalent (OE) kgoe	kWh kWh
1 kg Steinkohle Hard coal	17200 - 30700	0,411 - 0,733	4,778 - 8,528
1 kg Leichtes Heizöl Light fuel oil	42300	1,010	11,750
1 kg Erdgas Natural gas	47200	1,126	13,10
1 kg Holz Wood	13800	0,330	3,833
1 kg Pellets/Holzbricketts Pellets/wood bricks	16800	0,401	4,667
1 kWh Elektrische Energie Electrical energy	3600	0,086	1

Anhang 4

Gesetz über Energiedienstleistungen und andere
Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G)

Energy Service Directive (ESD) des Europäischen Parlamentes und Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G)

Der Bundestag hat aufgrund der EG-Richtlinie 2006/32/EG, Energy Service Directive (ESD) am 04.11.2011 das Gesetz über Energiedienstleistungen und Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G) beschlossen und sich unter § 3, Energiesparziele, verpflichtet, Energieeffizienzmaßnahmen kostenwirksam zu steigern. Energiesparrichtwerte wurden aufgrund von Strategien zur Erreichung dieser Ziele durch die Bundesstelle Energieeffizienz definiert.

Kommentar des Autors zur Durchführung der Richtlinie:

Der Aufgabenkatalog der Bundesstelle für Energieeffizienz ist unter § 9, EDL-G unter Berücksichtigung der natürlichen Ressource Tageslicht wie folgt zu erweitern:

- Die Einsparung von elektrischer Energie durch verbesserte Nutzung der natürlichen Ressource Tageslicht und die Reduzierung sommerlicher Kühllasten durch verbesserte Schutzmaßnahmen vor Überhitzung ist von der beauftragten Bundesstelle für Energieeffizienz als Energieeffizienzmaßnahme anzuerkennen und in die Energieeffizienzplanung aufzunehmen.
- Die Öffentlichkeit ist über die technische Spezifikation der Lichtlenkmaßnahmen sowie Maßnahmen zur sommerlichen Kühllastminderung zu unterrichten.
- Die öffentliche Hand hat durch Anwendung und Nachweis von Energieeinsparungen durch verbesserte Tageslichtnutzung und verminderten sommerlichen Kühlbedarf ihre Vorbildfunktion bei öffentlichen Gebäuden wie Schulen, Universitäten, Verwaltungsbauten, usw., wahrzunehmen.
- In den Beirat der Bundesstelle für Energieeffizienz sind Experten der Tageslichttechnik aufzunehmen.
- Die Bundesstelle für Energieeffizienz hat die Bundesregierung zu beraten und Endkunden im Rahmen von Energieverträgen, Abrechnungen und weiterem Schriftwechsel der Energieversorger über Energieeffizienz von Tageslichtversorgungsmaßnahmen und Kühllastminderungsmaßnahmen zu informieren. Desweiteren muss sie technische Spezifikationen zu Sonnenlichtlenkvorrichtungen für Fenster- und Glasfassaden vorlegen und an die entsprechenden Stellen überreichen.

Energy Service Directive (ESD) by the European Parliament and Act on energy services and other energy efficiency measures (EDL-G)

The Bundestag has passed under the EC Directive 2006/32 / EC, Energy Service Directive (ESD) on 04/11/2011, the law on energy services and energy efficiency measures (EDL-G) and obliged to increase energy efficiency measures cost effective in § 3. Energy saving ratios have been defined by the federal agency for energy efficiency due to strategies to achieve these goals.

Author's comment for the implementation of the Directive:

The task catalog of the Federal Authority for energy efficiency is to expand under § 9, EDL-G considering the natural resource daylight, as follows:

- The saving of electric energy through improved use of the natural resource daylight and reducing summer cooling loads through improved protection against overheating must be recognized by the responsible federal agency for energy efficiency as an energy efficiency measure and must be included in energy efficiency planning.*
- The public must be informed about the technical specifications of the light redirecting systems and measures to summer cooling load reduction.*
- The public authorities has a role model and must perceive this by the application and verification of energy savings through improved daylighting and reduced summer cooling loads in public buildings such as schools, universities, office buildings, etc.*
- Experts of daylighting technology should be included on the advisory board of the federal agency for energy efficiency.*
- The federal agency for energy efficiency has to advise the federal government and to inform end-users in the context of energy contracts, invoices and further correspondence of the energy-providers about the energy efficiency of daylighting measures and cooling load reduction measures. Furthermore, they must provide technical details for sun light redirecting devices for windows and glass facades and hand over to the appropriate authorities.*

Begriffsbestimmungen aus § 2 EDL-G

Energieaudit: Ein systematisches Verfahren zur Erlangung ausreichender Informationen über das bestehende Energieverbrauchsprofil eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe, eines Betriebsablaufs in der Industrie oder einer Industrieanlage oder privater oder öffentlicher Dienstleistungen, zur Ermittlung und Quantifizierung der Möglichkeiten für wirtschaftliche Energieeinsparungen und Erfassung der Ergebnisse in einem Bericht.

Energiedienstleister: Eine natürliche oder juristische Person, die Energiedienstleistungen oder andere Energieeffizienzmaßnahmen für Endkunden erbringt oder durchführt und dabei in gewissem Umfang finanzielle Risiken trägt, wobei sich das Entgelt für die erbrachten Dienstleistungen ganz oder teilweise nach der Erzielung von Energieeffizienzverbesserungen und der Erfüllung der anderen vereinbarten Leistungskriterien richtet.

Energiedienstleistung: Tätigkeit, die auf der Grundlage eines Vertrags erbracht wird und in der Regel zu überprüfbaren und mess- oder schätzbaren Energieeffizienzverbesserungen oder Primärenergieeinsparungen sowie zu einem physikalischen Nutzeffekt, einem Nutzwert oder zu Vorteilen als Ergebnis der Kombination von Energie mit energieeffizienter Technologie oder mit Maßnahmen wie beispielsweise Betriebs-, Instandhaltungs- und Kontrollaktivitäten führt.

Energieeffizienz: Das Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zum Energieeinsatz.

Energieeffizienzmaßnahmen: Alle Maßnahmen, die in der Regel zu überprüfbaren und der Höhe nach mess- oder schätzbaren Energieeffizienzverbesserungen führen.

Energieeffizienzmechanismen: Allgemeine Instrumente zur Schaffung von Rahmenbedingungen oder von Anreizen für Marktteilnehmer bei Erbringung und Inanspruchnahme von Energiedienstleistungen und anderen Energieeffizienzmaßnahmen, die von der öffentlichen Hand, insbesondere von der Bundesstelle für Energieeffizienz eingesetzt werden.

Energieeffizienzverbesserung: Die Steigerung der Endenergieeffizienz durch technische, wirtschaftliche oder Verhaltensänderungen.

Energieeinsparungen: Die eingesparte Energiemenge, die durch Messung oder berechnungsbasierte Schätzung des Verbrauchs vor und nach der Umsetzung einer oder mehrerer Energieeffizienzmaßnahmen oder Verhaltensänderungen ermittelt wird, wobei äußere Bedingungen, die den Energieverbrauch negativ beeinflussen, durch Bildung eines Normalwerts zu berücksichtigen sind.

Siehe auch Energieeffizienzklasse / Energieeinspeisung / Energiepolitik / Energerecht (EU) / Wirkungsgrad

Definitions by § 2 EDL-G

Energy Audit: *a systematic procedure to obtain adequate knowledge of the existing energy consumption profile of a building or group of buildings, of an industrial operation and/or installation or of a private or public service, identify and quantify cost-effective energy savings opportunities, and report the findings*

Energy Service Company (ESCO): *a natural or legal person that delivers energy services and/or other energy efficiency improvement measures in a user's facility or premises, and accepts some degree of financial risk in so doing. The payment for the services delivered is based (either wholly or in part) on the achievement of energy efficiency improvements and on the meeting of the other agreed performance criteria.*

Energy Service: *the physical benefit, utility or good derived from a combination of energy with energy efficient technology and/or with action, which may include the operations, maintenance and control necessary to deliver the service, which is delivered on the basis of a contract and in normal circumstances has proven to lead to verifiable and measurable or estimable energy efficiency improvement and/or primary energy savings.*

Energy Efficiency: *a ratio between an output of performance, service, goods or energy, and an input of energy.*

Energy Efficiency Improvement Measures: *all actions that normally lead to verifiable and measurable or estimable energy efficiency improvement.*

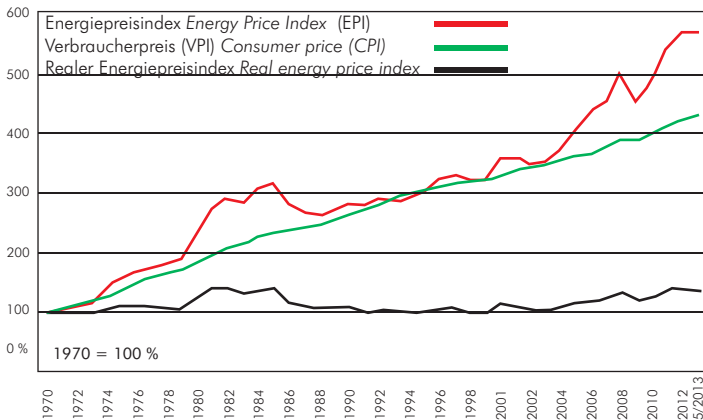
Energy Efficiency Mechanisms: *general instruments used by governments or government bodies to create a supportive framework or incentives for market actors to provide and purchase energy services and other energy efficiency improvement measures.*

Energy Efficiency Improvement: *an increase in energy end-use efficiency as a result of technological, behavioural and/or economic changes.*

Energy Savings: *an amount of saved energy determined by measuring and/or estimating consumption before and after implementation of one or more energy efficiency improvement measures, whilst ensuring normalisation for external conditions that affect energy consumption;*

See also: Energy Efficiency Class / Power Supply / Energy Policy / Energy Law (EU) / Efficiency.

Verzinsung von Investitionen in Energiesparmaßnahmen Interest on investments in energy saving



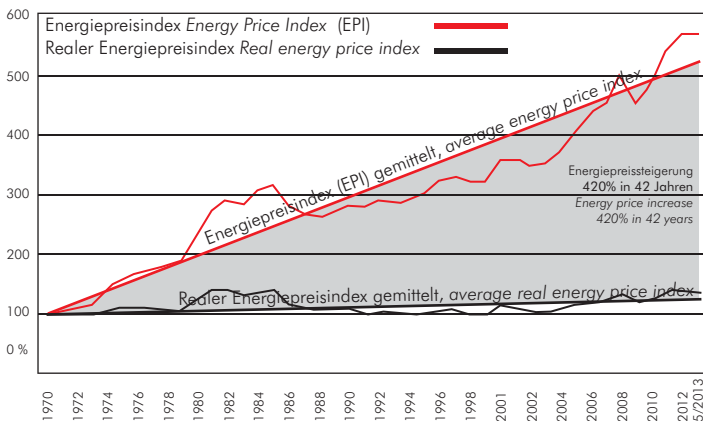
Entwicklung des Energiepreisindex für Haushalte bzw. des Verbraucherpreisindex in Österreich

Development of energy price index for households or consumer price index in Austria

Quelle/Source: Statistik Austria, Österreichische Energieagentur

Der Energiepreisindex steigt mit dem Verbraucherpreisindex kontinuierlich an. Inflation bereinigt ist der EPI jedoch mit Ausnahme der zweiten Ölkrise in den 1980er-Jahren bis 2004 nahezu unverändert geblieben. Die ab 2007 einsetzende Rohstoff-Hausse führte zu einem weiteren Preisanstieg bei Energie, der sich - unterbrochen von der Wirtschafts- und Finanzkrise bis heute fortsetzt.

The energy price index (EPI) continues to rise with the consumer price index. Adjusted for inflation the EPI has remained almost unchanged with the exception of the second oil crisis in the 1980s to 2004. The onset of the commodities boom from 2007 led to a further price increase for energy, which continues interrupted by the economic and financial crisis until today.



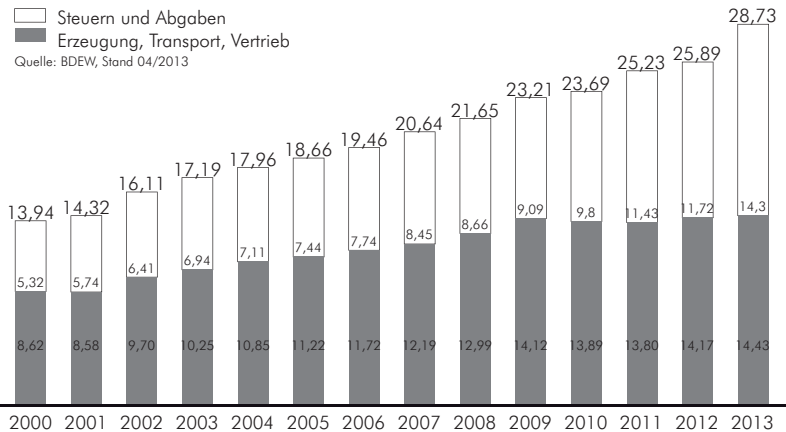
Renditenentwicklung durch eingesparte Kosten für Energie gemessen an der Entwicklung des österreichischen Energiepreisindex (EPI) zum realen Energiepreisindex

Return performance by savings in energy costs measured by the development of the Austrian energy price index to the real energy price index

Energieeinsparung ist ein lohnendes Investment, das inflationsbereinigt seinen Wert erhält. Die Verzinsung des für Energiesparmaßnahmen angesetzten Kapitals beträgt - über 42 Jahre betrachtet - im Schnitt jährlich 10 %. Diese Zinsen werden durch Einsparungen auf der Ausgabe-seite erwirtschaftet. Das Investment in Energiesparmaßnahmen kann die Performance von Investmentfonds und Rentenfonds schlagen und gilt damit als AAA-Investment.

Energy saving is a rewarding investment, which inflation adjusted does not lose its value. The return on investment for energy saving, is over a period of 42 years in average 10% annually. This interest rate is generated by reductions in expenses. The investment in energy saving can beat the performance of investment funds and retirement funds and can be considered an AAA investment.

Steuern und Abgaben
 Erzeugung, Transport, Vertrieb
 Quelle: BDEW, Stand 04/2013



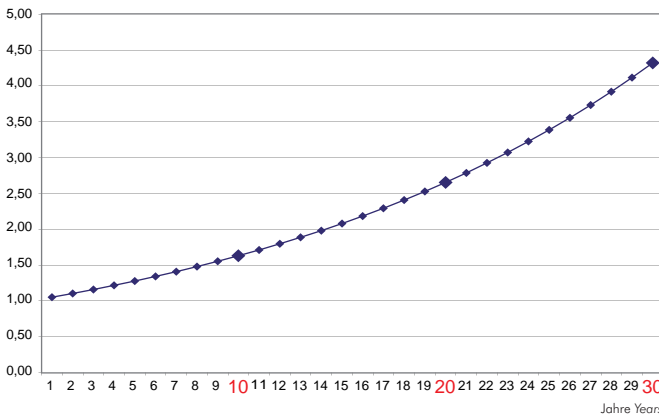
Durchschnittlicher Strompreis eines Drei-Personen-Haushaltes in ct/kWh bei einem Jahresverbrauch von 3500 kWh (Strompreis für Haushalte)

Average electricity price of a three-person household in ct/kWh with an annual consumption of 3,500 kWh (electricity prices for households)

Im Laufe von 10 Jahren hat sich der Bezugspreis in Deutschland mehr als verdoppelt.

Over the course of 10 years, the purchase price in Germany has more than doubled.

Faktor Factor



Faktor der akkumulierten Einsparungen für eine jährliche Energiepreissteigerungsrate von 5 % durch Effizienzmaßnahmen (Exponentialfunktion).

Factor of the accumulated savings for an annual energy inflation rate of 5% through efficiency measures (exponential).

Bei jährlichen Einsparungen von ca. 25 €/m² Glasfläche ergeben sich folgende Beträge:
 nach 10 Jahren ca. 408 €
 nach 20 Jahren ca. 1325 €
 nach 30 Jahren ca. 3240 €

Annual savings of 25 €/m² glass facade add up to :
 408 € after 10 years
 1325 € after 20 years
 3240 € after 30 years

Anhang 6
Wissenschaftszentrum
Tageslichttechnik (WITAG)

*Appendix 6
Science Center Daylight
(SCD)*

Wissenschaftszentrum Tageslichttechnik (WITAG)

Das Wissenschaftszentrum Tageslichttechnik hat sich die Aufgabe gestellt, aufbauend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen und Entwicklungen von Experten der Tageslichttechnik, Architekten und Planer in der Projektentwicklung zu beraten. Weiteres Ziel ist die Unterstützung der Industrie bei der Umsetzung der neuen Tageslichttechnologien und weiteren Energieeffizienzmaßnahmen.

Aufgabenbereiche sind auch die Durchführung und die Koordination von Forschungsprojekten an Universitäten und Hochschulen zur Effizienz und Anwendung der Tageslichttechnik.

Das Wissenschaftszentrum Tageslichttechnik baut eine Bibliothek unterschiedlichster Effizienzlösungen weltweiter Architekturprojekte und deren Zertifizierung auf. Diese breite Wissensbasis unter Berücksichtigung innovativer Technologien ist Grundlage für die Weiterentwicklung von Softwarelösungen zur Berechnung der Energieeffizienz. Die Softwarelösungen sind Tools für Planer und für die Punktbewertung nationaler Zertifizierungssysteme.

Öffentlichkeitsarbeit und die Beratung von politischen Arbeitsgruppen, Verbänden und Energiedienstleistern sowie die Aus- und Weiterbildung von Planern und Auditoren ist weiterer Schwerpunkt des Wissenschaftszentrum Tageslichttechnik.

Science Center Daylight (SCD)

The Science Center daylight has taken on the task to advise architects and planners in project development based on the scientific developments of various experts in daylight technology. Another objective is to assist industry in the implementation of the new daylight technologies and other energy efficiency measures.

Further functions are the implementation and coordination of research projects at universities for efficiency and realization of daylight technology.

The Science Center Daylight is building a library of different efficient solutions of worldwide construction projects and their certification. This solid base of knowledge incorporating the very latest technology, is the foundation for the further development of software solutions to calculate the energy efficiency. The software solutions are tools for designers and for the point evaluation of national certification systems.

Public relations and the consulting of political committees, associations and energy service providers, and the education and training of planners and auditors is another focus of the Science Center Daylight.

Anhang 5
Energiepreise

Appendix 5
Engery costs

Curriculum Vitae



DR. HELMUT KÖSTER
Dipl.-Ing. Architekt

Köster Lichtplanung
Karl-Bieber-Höhe 15
60437 Frankfurt a. M.
T: +49 (0)69 50 746 40 F.: 50
Email: info@koester-lichtplanung.de
www.koester-lichtplanung.de

- Architekturstudium an der TU Braunschweig,
- Dissertation „Entwicklung einer Tageslichttechnik basierend auf Spiegelsystemen unter dem Gesichtspunkt der visuellen und thermischen Behaglichkeit“ bei Prof. Dr. Ing. Lehmann, TU Karlsruhe und Prof. Dr. Kaase, TU Berlin
- ab 1978 freiberuflicher Architekt in Berlin
- seit 1986 Weiterführung des Planungsbüros in Frankfurt/Main mit dem Schwerpunkt Kunst- und Tageslichtplanung

- *Studied architecture at the Technical University Brunswick, Germany*
- *Thesis "Development of Daylight Technology based on Reflective Systems in Consideration of Visual and Thermal Comfort" with Prof. Lehmann, TU Karlsruhe, and Prof. Kaase, TU Berlin*
- *since 1978 freelance architect in Berlin/Germany*
- *since 1986 Establishment of the freelance office in Frankfurt/Main, Germany with a focus on lighting design and daylighting*

Entwicklungen/Patente

Zahlreiche Patente in Deutschland, Europa, Kanada, USA, Australien etc. auf dem Gebiet der Kunst- und Tageslichttechnik, integrierte Beleuchtungstechnik (insgesamt mehr als 100). Auszug Patentliste:

- EP 1 212 508 B1 Toothed daylight blinds
- DE 102 60 711 B4 Blendfreie Jalousien
- EP 0 793 761 B1 Stepped lamella for guiding light radiation
- EP 2534329 Z-shaped venetian blind slats for daylight deflection
- PCT/IB 2010/055512 Light guiding venetian blinds with prism shaped slat surface
- PCT/IB 2010/055509 light guiding slats having flattened tooth structure
- DPMA 10 2012 112 2555.5 Mikropriemenstrukturierte Jalousiebehänge

Developments/Patents

numerous patents in Germany, Europe, Canada, USA, Australia etc. in the field of electric lighting and daylight technology, integrated lighting design (in total > 100). Excerpt from patent list:

Dr. Köster hat sich als Architekt auf die Lichtplanung mit dem Schwerpunkt Tageslichttechnik und Energietechnik spezialisiert. Dr. Köster verfügt über zahlreiche Patente und Entwicklungen neuester Tageslichtlenksysteme und integrierter Beleuchtungssysteme. Unter seiner wissenschaftlichen Leitung führt das Büro neben der Lichtplanung im Hochbau Auftragsforschungen und Entwicklungen auch für die Industrie durch. Mehrere Forschungsprojekte zu seinen Patenten wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und durch das Bundeswirtschaftsministerium zum Teil auch in Kooperation mit Fraunhofer Instituten und der Technischen Universität Berlin gefördert. Weitere F+E-Schwerpunkte sind die Entwicklung einer Software zur Berechnung der Licht- und Energietransmission in Glasfassaden unter Berücksichtigung von lichtlenkenden Spiegelstrukturen in Zusammenarbeit mit der TU-München, Institut für Informatik sowie die Entwicklung neuer Spiegel-Lamellenstrukturen mit Fresnel-Optik. Beide F+E-Vorhaben werden durch den Bundeswirtschaftsminister, VDI/VDE im Rahmen der F+E-Plattform Novascape gefördert. Das Büro hat in den vergangenen 25 Jahren ca. 600 000 m² Tageslichtlenksysteme weltweit in Fassaden und Glasdächern geplant und verwirklicht. Hier einige der jüngeren Bauvorhaben mit Tageslichtsystemen des Büros Köster Lichtplanung:

- Bank Santander in São Paolo/Brazil
- Headquarters of the SCHOTT Glass AG, Mainz/Germany
- Highrise of the Energie AG, Linz/Austria
- Triple Towers, Sofia/Bulgaria
- Central Bank of Kuwait
- Laboratory building Hoffmann-La Roche, Basel/Switzerland
- Office building BNP-Paribas, Paris/France
- Laboratory building Novartis, Basel/Switzerland
- Hospital Bozen/Italy
- Sarona Market, Tel Aviv/Israel
- Arena Allianz Parque, São Paulo/Brazil
- Baidu, Beijing and Shenzen/China
- APEC, Exhibition Hall, Beijing, China
- China Construction Bank, Beijing, China
- International Horticultural Exposition, Qing Dao, China

Dr. Koester has specialized as an architect on lighting design with emphasis on daylight-technology. Dr. Koester holds numerous patents and developed newest daylight control systems and integrated lighting systems. Under his scientific leadership the office is not only known for daylighting but also for contract research and developments for the industry. Several research projects concerning his patents were funded by the German Federal Environmental Foundation (DBU) and by the Federal Ministry of Economics partly in cooperation with Fraunhofer Institutes and the Technical University of Berlin. Further R & D priorities are the development of a software for the calculation of light and energy transmission in glass facades, considering light redirecting mirror structures, in collaboration with the Technical University of Munich, Department of computer science as well as the development of new mirror louver structures with Fresnel optics. Both R & D projects are funded by the Federal Minister of Economics, VDI / VDE under the R & D platform Novascape. The office has planned and realized approximately 600 000 m² facades and glass roofs with daylight systems around the world over the past 25 years. Here are some of the recent construction projects with daylight systems from the office Koester Lighting design:

Buch Veröffentlichungen

- Köster, Helmut, 2004 Tageslichtdynamische Architektur - Grundlagen, Systeme, Projekte, Birkhäuser Verlag, Basel, ISBN 3-7643-6729-6
Engl. Ausg.: ISBN 3-7643-6730-X
Chinesische Ausg.:
ISBN 9-78-7-5083-5110-0
Tschechische Ausg.:
ISBN 978-80-247-3049-3
- Daylighting Controls, Performance and Global Impacts, Encyclopedia of Sustainability in Science and Technology, Springer Verlag, Heidelberg
Engl. Ausg.: ISBN-10: 0387894691, ISBN-13: 978-0387894690

Published books

- Köster, Helmut, 2004 *Dynamic Daylighting Architecture - Basics, Systems, Projects*, Birkhäuser Verlag, Basel, ISBN 3-7643-6729-6
Engl. edition.: ISBN 3-7643-6730-X
Chinese edition:
ISBN 9-78-7-5083-5110-0
Czech edition:
ISBN 978-80-247-3049-3
- *Daylighting Controls, Performance and Global Impacts, Encyclopaedia of Sustainability in Science and Technology*, Springer Verlag, Heidelberg
Engl. edition.: ISBN-10: 0387894691, ISBN-13: 978-0387894690

Auszug Literaturliste (seit 2010)

- Köster, Helmut, 2014, So nutzen Sie Tageslicht mit der richtigen Technik, Sicht+Sonnenschutz, Heft 9/2014, S. 20 - 21
- Gago, E. J., Muneer, T., Knez, M., Köster, Helmut, 2014, Natural light controls and guides in buildings. Energy saving for electrical lighting, reduction of cooling load. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2014), pp. 1-13
- Köster, Helmut, 2013, Daylight as an energy saving resource. *IGS Intelligent Glass Solutions*, Issue 1 2013, S. 65-70
- Köster, Helmut, 2013, Energiesparressource Tageslicht. *ASUprotect*, Heft 1.2013, S. 23-26
- Villa, Massimo, 2012, Ormai è giorno! *Luce e design*, Nr. 2, April 2012, S. 20-24
- Pätzold, Kerstin, 2012, Tageslicht nutzen und Sonnenschutz automatisch steuern. *Sicht+Sonnenschutz*, Heft 6/2012, S. 16-18
- Köster, Helmut, 2012, Energiesparressource Tageslicht, *Technik in Bayern*. Heft 01/2013, S. 21-22
- Köster, Helmut, 2011, Daylight - Energiesparressource Tageslicht: Innovative Tageslichtlenksysteme. *AIT*, Heft 12.2011, S. 134 - 136
- Köster, Helmut, 2011, Ressource Tageslicht - Energiesparpotentiale. *GLAS*, Heft 3/2011, S. 44-49
- Köster, Helmut, 2011, Lichtlenkung - eine gute Variante. *GLASWELT*, Heft 8/2011, S. 34-35
- Köster, Helmut, 2011, Daylight as Energy Saving Resource. *Lighting India*, July - August 2011, S. 20 - 27
- Köster, Helmut, 2011, Energiesparressource Tageslicht, Standard-Sonnenschutz schöpft Potentiale nicht voll aus. *Rollladen + Sonnenschutz*, Nr. 5 2011, S. 8 - 11

Literature (excerpt since 2010)

RETRO-Technologie weltweit



RETRO-technology global

Deutschland _____ Germany

RETROSolar
Gesellschaft für Tageslichtsysteme mbH
Danziger Str. 5, D- 55606 Kirn

China

RETROSolar
www.retrosolar.cn

Hongkong

RETROSolar
www.retrosolar.cn

USA

www.retrosolar.com
www.pmbconsultinginc.com

Frankreich _____ France

www.stores-mariton.com/fr

Österreich _____ Austria

www.schlotterer.at



Hersteller von Isolierglas-integrierten RETRO-Systemen
Producer of insulationglass integrated RETRO-systems

- Hunsrücker Glasveredelung Wagener GmbH & Co. KG
www.glas-wagener.de/deutsch/startseite.html
- Energy Glas GmbH
<http://energy-glas.com/>
- Union Glass Srl
www.unionglass.it
- Gulf Glass Industries
www.gulfglass.com

„Diese Buch gibt einen hervorragenden Überblick über die intelligente Nutzung des Tageslichtes und zeigt Systemlösungen auf, die unerwartet hohe Energieeinsparungen insbesondere durch einen verminderten Bedarf an elektrischer Beleuchtung und Kühlung ermöglichen. Diese Buch ist Pflichtlektüre für Architekten, Licht- und Fassadenplaner.“

Volker Hartkopf, PhD, Dr.h.c., Director, Center for Building Performance and Diagnostics; Professor, School of Architecture Carnegie Mellon University; Chair, United Nations Environmental Programme Sustainable Building and Climate Initiative (UNEP/SBCI) Think Tank Benchmarking of Best Practices

„Ein Buch, das eindrucksvoll belegt, wie intelligente Kombinationen von Lichtumlenkung (auch innen liegend) und Sonnenschutzglas den klassischen außen liegenden Sonnenschutz ersetzen können. ‚Schatten dicht und Licht an‘ gehört hoffentlich bald der Vergangenheit an!“

Prof. em. Dr.-Ing. Helmut Müller, Architekt

„‚Mehr Licht, weniger Wärme‘ - das Buch zeigt effiziente Tageslichtstrategien auf, um die Widersprüche moderner Glasarchitektur zu lösen.“

Prof. Dr. Stephen Wittkopf, Hochschule Luzern

"This book provides an excellent survey of the intelligent use of daylight and displays system-solutions which enable unexpectedly high energy savings in particular by a reduced need for electric lighting and cooling. This book is essential reading for architects, lighting- and facade-designers."

Volker Hartkopf, PhD, Dr.h.c., Director, Center for Building Performance and Diagnostics; Professor, School of Architecture Carnegie Mellon University; Chair, United Nations Environmental Programme Sustainable Building and Climate Initiative (UNEP/SBCI) Think Tank Benchmarking of Best Practices

"A book that proves impressively how intelligent combinations of light redirection (also interior) and solar protection glazing can replace the traditional exterior sun protection. ‚Shutters down and lights on‘ will hopefully soon be past!"

Prof. em. Dr.-Ing. Helmut Müller, Architekt

"‚More light, less heat‘ - this book shows efficient daylight strategies to resolve the contradictions of modern glass architecture."

Prof. Dr. Stephen Wittkopf, Lucerne University of Applied Sciences and Arts



Mit freundlicher Unterstützung der Fa. RETROSolar
With generous support from the company RETROSolar



9 783000 484001

ISBN 978-3-00-048400-1

