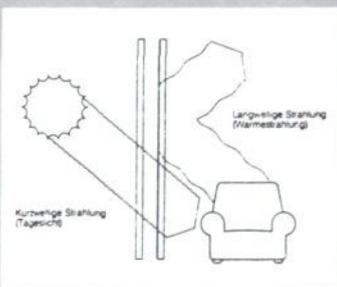
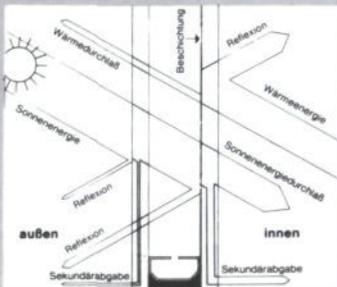


Komfort und Behaglichkeit bei gleichzeitig geringem Energieverbrauch sind heute die Kriterien, denen sich alle Gebäude, in denen Menschen leben und arbeiten, unterwerfen müssen. Aufgrund einschlägig negativer Erfahrungen gilt dies in besonderem Maße für die moderne Glasarchitektur. So wurden in der Vergangenheit großzügig verglaste Gebäude mit einem beträchtlichen Einsatz an Energie für Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung betrieben – bei sehr unbefriedigenden Ergebnissen für die Aufenthaltsqualität. Behaglichkeit wurde, zumindest soweit sie aus den bauphysikalischen Gegebenheiten resultiert, als direkte Funktion von Energie betrachtet. Diesen schlechten Ruf hat der Baustoff Glas noch nicht so ganz überwunden. Sehr zu unrecht, da der heutige Stand der Glastechnologie und die Entwicklung reagibler Fassadensysteme gerade der Glasarchitektur nicht nur in energetischer Sicht ein Plus einräumen.

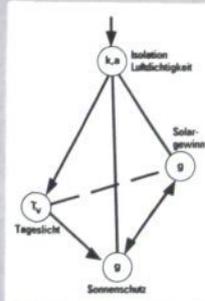
Die energetischen Eigenschaften von Glas werden im wesentlichen durch den k-Wert und den g-Wert definiert. Der Wärmedurchgangskoeffizient k gemes-



sen in W/m^2K ist das Maß für die Wärmetransmission von innen nach außen. Ein niedriger k-Wert bedeutet geringe Wärmeverluste. Der Gesamtenergiedurchlaßgrad g indiziert die Wärmegewinne. Er ergibt sich aus der Summe der direkt durchgelassenen Sonnenstrahlung und der sekundären Wärmeabgabe des Glases nach innen. Sonnenstrahlung verwandelt sich in

Wärme, wenn sie von den Oberflächen, auf die sie trifft, absorbiert wird. Diese Wärme bleibt im Raum gefangen, da Glas zwar die kurzwellige Strahlung hereinläßt, aber für die langwellige (Infrarot-)Strahlung der durch Absorption erwärmten Oberflächen undurchlässig ist. Auf diesem Effekt basieren die passiven Solargewinne.

Verglaste Flächen, sei es als Ganzglasfassade oder auch nur als Fenster, müssen folgenden Anforderungen genügen, um gleichermaßen Behaglichkeit und geringen Energieverbrauch zu gewährleisten:



- Gutes Wärmeisoliationsvermögen: Ein niedriger k-Wert senkt nicht nur die Heizlast, sondern erhöht die inneren Oberflächentemperaturen und vermeidet damit den unbehaglichen Effekt der sogenannten „Kältestrahlung“ und Kondensation. Gute Wärmeisolation setzt auch eine hohe Luftdichtigkeit und gute thermische Werte von Randverbund und Rahmensystem voraus.
- Hohe Tageslichtdurchlässigkeit insbesondere des diffusen Zenitlichts und eine möglichst tiefe Raumausleuchtung, um die Einschaltzeiten des Kunstlichts gering zu halten.
- Guter Sonnenschutz sowohl vor Blendlicht und starken Helligkeitskontrasten, als auch gegen Überhitzung des Raumklimas (Vermeidung von Kühllasten).
- Genügend Gesamtenergietransmission g, sofern von der Nutzung des Gebäudes sinnvoll, um mit Solargewinnen einen Beitrag zur erforderlichen Heiz- oder Kühlenergie zu leisten.
- In der neueren Diskussion um Bürogebäude wird zusätzlich noch zur Vermeidung des „sick building“ Syndroms die Forderung nach natürlicher Belüftung auch höhergeschossiger Gebäude erhoben.

Die neue Wärmeschutzverordnung
Die in der Architektenschaft heftig umstrittene Novellierung der Wärmeschutzverordnung berücksichtigt erheblich besser die energetischen Eigenschaften von Glas. Sie schreibt nicht nur höhere Anforderungen des baulichen Wärmeschutzes fest (Zielgröße

ist die Einsparung von 30% der Heizenergie), sondern beinhaltet ein völlig neues Konzept, diese Anforderungen zu formulieren. Die bisherige Verordnung regelt die Wärmeverluste durch die gebäudeumhüllenden Flächen mittels der Begrenzung des k-Werts. Demgegenüber begrenzt die neue WSVO den Jahres-Heizwärmebedarf, d.h. die bereitzustellende Wärmemenge in kWh pro Jahr und beheizte Grundfläche bzw. Raumvolumen. In das Berechnungsverfahren gehen die wesentlichen Größen, die den Jahres-Heizwärmebedarf modifizieren ein. Er wird nach der Gleichung

$Q_H = 0,9 (Q_T + Q_L) - Q_I$ ermittelt, wobei Q_T den Transmissionswärmebedarf unter Berücksichtigung der solaren Energiegewinne beschreibt, Q_L den Lüftungswärmebedarf und Q_I die internen Wärmegewinne.

Für verglaste Flächen bedeutet dies, daß künftig der äquivalente k-Wert maßgebend ist, der die Transmissionswärmeverluste mit den Energiegewinnen durch solare Strahlung und temporären Wärmeschutz verrechnet. Er wird wie folgt ermittelt:
 $k_{eq} = k - g \cdot S - k \cdot D$, wobei der g-Wert durch den Strahlungsgewinnkoeffizienten S nach der Himmelsrichtung gewichtet wird. Durch den Deckelfaktor D wird der temporäre Wärmeschutz berücksichtigt.

Ein Energiesparglas zum Beispiel mit einem k-Wert von $1,9 W/m^2K$ hat bei Südorientierung einen äquivalenten k-Wert von nur noch $0,07$, d.h. die erforderliche Heizenergie geht gegen Null und ein 3-Scheiben-Superglazing mit einem k-Wert von $0,70$ erzielt bei Südorientierung einen äquivalenten k-Wert von $-0,22$, d.h. Wärmegewinne. (Diese Werte beziehen sich nur auf die Verglasung. Die Werte für den Rahmen oder das konstruktive Gerüst müssen entsprechend ihrem Flächenanteil in den k-Wert eingehen.) Nähere Information und Beratung über die neue WSVO: Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e.V. Theodor-Heuss-Platz 7 1000 Berlin 19 Tel. 030 - 301 60 90

Glastechnologie

Der Baustoff Flachglas wird in der Stärke von 1mm bis 19mm und in Plattengrößen von ungefähr 18qm hergestellt. Die chemische Zusammensetzung ist immer gleich, aber die Bandbreite des Materialdesigns durch Beschichtung und Glaskombinationen ist heute so groß, daß dem Glas sehr unterschiedliche, physikalische Eigenschaften verliehen werden können, im Hinblick auf

- das gesamte Spektrum der Sonnenstrahlung,
- die mechanische Festigkeit,
- Feuerresistenz,
- die Absorption von Schallwellen
- und neuerdings auch gegenüber elektromagnetischer und Radar-Strahlung.



Spezialgläser für verschiedene Funktionen, hier aus dem Vegla Angebot.

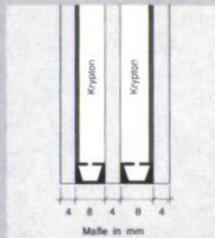
Für die Steuerung des k-Werts und des g-Werts ist zur Zeit vor allem die Mehrschichttechnologie maßgebend. Es handelt sich dabei um einen mehrschichtigen Aufbau aus beschichteten Gläsern und /oder beschichteten Folien, kombiniert mit gasgefüllten Zwischenräumen (Luft, Argon, Krypton und eventuell in Zukunft Xenon). Wärmeverluste entstehen durch Wärmestrahlung, Konvektion und Wärmeleitung (der k-Wert ist die Summe dieser Prozesse). Die Beschichtungen, in der Regel aus farbnutralem Silber, unterbinden die Wärmestrahlung. Zum Vergleich: Die Emissivität einer unbehandelten Glasoberfläche liegt bei $e = 0,85$, durch Oberflächenbeschichtungen läßt sie sich von $e = 0,40$ bis $0,05$ wählen. Kon-

vektion und Wärmeleitung werden durch das Gaspolster im Scheibenzwischenraum reduziert und zwar in Abhängigkeit von seiner Wärmeleitfähigkeit und Dicke. Bei den Edelgasen ist die Dicke wegen der Druckdifferenzen, die beim Aufheizen und Abkühlen entstehen, beschränkt.

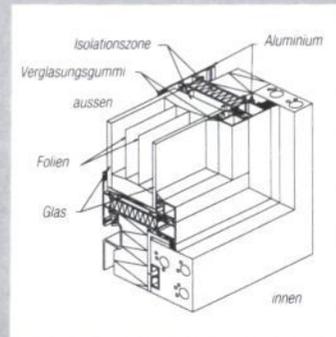
Infolge dieser Mehrschichttechnologie konnten die wärmedämmenden Eigenschaften von Glas in den letzten Jahren dramatisch verbessert werden:
 Einfachglas $k = 5,8$
 Isolierglas $k = 3,0$
 Wärmefunktionsglas $k = 1,9 - 1,2$
 Superglazing $k = 0,8 - 0,6$.
 Ein zusätzlicher positiver Effekt des Mehrscheiben-Isolierglases ist, daß 4 bis 6 Glasoberflächen zur Verfügung stehen, die neben der Wärmedämmung mit weiteren Beschichtungen und Funktionen versehen werden können. So bieten fast alle Glashersteller die Kombination mit Sonnenschutz, Schallschutz und Einbruchschutz an.

Climatop
 Vegla GmbH
 Viktoriaallee 3 - 5
 5100 Aachen
 Tel. 0241 - 516 21 66

Das Wärmedämmglas Climatop gehört zur neuen Generation des Superglazing. Es ist ein Dreifach-Isolierglas, dessen Scheibenzwischenräume mit dem Edelgas Krypton gefüllt sind. Krypton ist wesentlich teurer als das üblichere Argon, unterbindet aber noch besser die Wärmeleitung. Im Gesamtaufbau ist Climatop 28mm stark. Es erreicht einen k-Wert



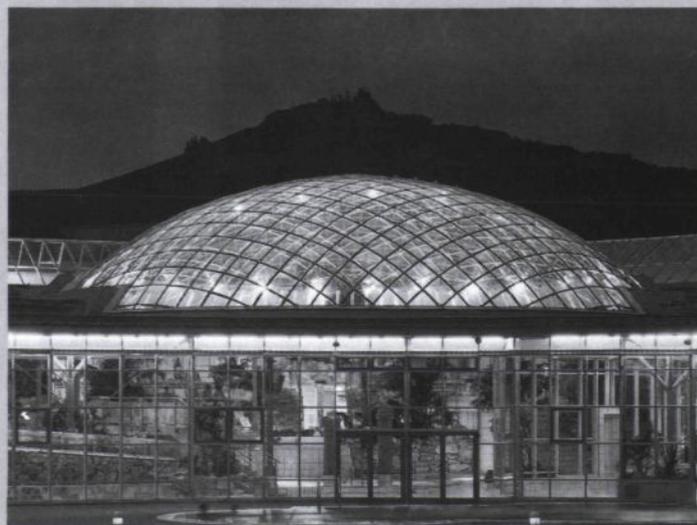
von $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$, ist also in seinen wärmedämmenden Eigenschaften vergleichbar mit einer gemauerten Massivwand. Der g-Wert liegt bei 45% - der äquivalente k-Wert ist also negativ - und die Lichttransmission bei 66%. Climatop kann wahlweise mit den Funktionen Schallschutz (Contrasonar), Sonnenschutz (Contrasol), und Einbruchschutz (Contracime) versehen werden.



Oben: Hallenbad in Pontresina, Fassade mit der HIT-Verglasung von Geilinger.

HIT - Glaselement
 Geilinger AG
 Grüzfeldstrasse 47
 CH - 8401 Winthertur
 Tel. 004152 - 88 11 11

Die Hochisolationstechnologie von Geilinger erreicht zur Zeit bei marktreifen Produkten die besten k-Werte. Das Glaselement besteht aus zwei Glasplatten mit einem 70 bzw. 63mm dicken Luftzwischenraum, der durch zwei gespannte, hauchdünn mit Silber beschichtete PET-Folien in drei Kammern unterteilt wird. Dieser Aufbau beschränkt optimal alle Mechanismen der Wärmetransmission: Das dicke Luftpolster nützt die geringe Wärmeleitfähigkeit der Luft, die Unterteilung in Kammern vermindert den konvektiven Wärmetransport und die Beschichtung unterbindet den Wärmestrahlungsaustausch zwischen den Gläsern.



Durch gezielte Auswahl von Folien- und Glastyp können die Eigenschaften des Glaselements nach Bedarf variiert werden:
 k-Wert $0,61 - 0,73$, g-Wert $20 - 60\%$, Lichttransmissionsgrad $22 - 64\%$ und Schallschutz $40 - 49 \text{ dB(A)}$. Da der Scheibenzwischenraum mit Luft gefüllt ist, entfallen die üblichen Probleme der Dichtigkeit des Randverbunds, welche die Lebensdauer gasgefüllter Isoliergläser beschränken. Geilinger hat zu diesem Glaselement verschiedene, ebenfalls hochisolierte Holz-/Metallrahmensysteme entwickelt und bietet komplette Fassadenlösungen an, die den phänomenalen Fenster k-Wert (Glas + Rahmen) von $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen.

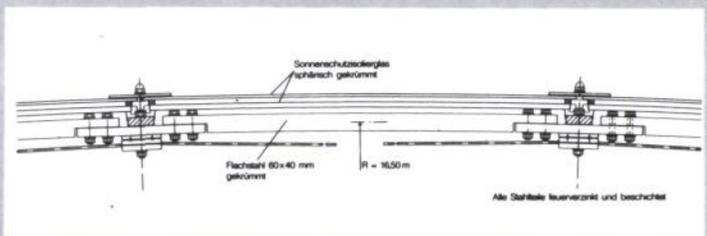
Sphärisch gebogenes Isolierglas
 Flachglas Consult GmbH
 Schwarzmühlenstraße 104
 4650 Gelsenkirchen
 Tel. 0209 - 168 29 10



Flachglas läßt sich in einfacher oder auch sphärischer Geometrie im Biegeofen verformen. Gebogenes Einscheibenglas findet seit langem im Ladenbau oder im Innenausbau Verwendung. Sphärisch gebogenes Isolierglas mit Beschichtung im Scheibenzwischenraum und extremen Biegetoleranzen ist eine Neuentwicklung der Flachglas Consult. Dieses Glas wurde im Schiffsbau erprobt, erstmalig bei dem Cruise Liner „Lady Moura“ mit der bündig ausgeführten, ununterbrochenen Rundumverglasung aus blau reflektierendem Isolierglas. Sie besteht aus $2 \times 19 \text{ mm}$ gebogenem Delodur in großformatigen Elementen. Für die Anwendung in der Architektur ist die Kuppel des Freizeitbades in Nekarsulm (Architekten: Kohlmeier + Bechler) ein aufregendes, erstes Beispiel. Das Grundraster der geodätischen Kuppel (Konstruktion: Schlaich, Bergermann + Partner) besteht aus 1m langen Flachstahlstäben, die mit Stahlseilen diagonal verspannt sind. Die Sonnenschutz-Isolierverglasung (Infrastop neutral 51/39) setzt sich zusammen aus 524 gebogenen Scheiben in 32 unterschiedlichen Scheibenformaten mit einer Stichhöhe zwischen 10 und 20mm.

Rechte Seite: Lichtstreuende Isolierverglasung mit Basogel (neben dem Erker).

Oben: Cruise Liner „Lady Moura“. Links und unten: Sphärisch verglaste Kuppel des Freizeitbades in Nekarsulm.



Evakuiertes Glas
 Europäisches Patent 247098

Die Mehrschichttechnologie der Isolierverglasung kann in ihren Elementen als ausgereift und im Wesentlichen ausgereizt gelten. Ein neuer Weg liegt in der Entwicklung von Vakuumverglasungen. Wenn zwischen zwei Glasscheiben ein mittleres Vakuum geschaffen wird, so entfällt die Wärmetransmission durch Wärmeleitung fast vollständig, die Wärmestrahlung kann durch die übliche Silberbeschichtung unterbunden werden. Für evakuiertes

Glas sind k-Werte von 0,3 – 0,4 W/m²K zu erwarten. Diese Technologie ist allerdings noch nicht über das Prototypen-Stadium im Labor gediehen. Zwei Probleme sind vor allem zu lösen: Die beiden Scheiben müssen in einem Raster von wenigen Zentimetern gegeneinander abgestützt werden und es ist ein absolut dichter Randverbund erforderlich, wenn das Vakuum erhalten bleiben soll. Da der Zwischenraum für das Vakuum nur 2 – 3 Zehntel mm betragen muß, entsteht mit evakuiertem Glas eine sehr dünne hochisolierende Verglasung (8 – 12mm).

Aerogele
BASF Aktiengesellschaft
 W-6700 Ludwigshafen
 Tel. 0621 – 600

Eine relativ neue Technologie für hochisolierende Verglasungen ist die Verwendung transparenter Dämmmaterialien zwischen zwei Glasscheiben. Transparente Wärmedämmungen (TWD) aus verschiedenen Kunststoffen und Silikatglas gibt es in Waben-, Kapillar-, und Schaumstrukturen, als Steg- und Wellplatten und in Form von Faservliesen und Hohlkugeln. Besonders vielversprechend ist die Aerogeltechnologie.



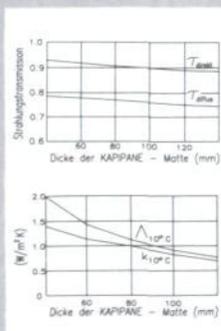
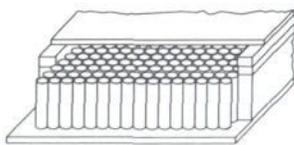
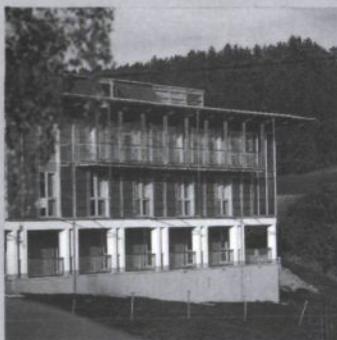
gie. Aerogele sind extrem mikro-poröse Strukturen mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit als ruhende Luft. Durch Evakuierung kann die Wärmeleitfähigkeit weiter reduziert werden, so daß je nach Schichtdicke k-Werte bis 0,3 W/m²K erzielt werden können.

Basogel, von der BASF entwickelt, ist ein Aerogel in Granulatform, das durch überkritische Trocknung aus Wasserglas hergestellt wird. Basogel ist undurchsichtig, hat aber bei einer Schichtdicke von z.B. 20cm noch eine Gesamtstrahlungstransmission von über 40%. Damit eignet es sich sehr gut als lichtstreuendes Element in allen Fassadenbereichen, wo

es nicht auf direkte Durchsicht ankommt. Die BASF arbeitet auch an der Herstellung eines homogenen Aerogels in Plattenform mit sehr viel höherer Gesamtstrahlungstransmission. Für beide Aerogele gibt es noch keine Produktion.

Kapipane und Kapilux
Okalux Kapillarglas GmbH
 8772 Marktheidenfeld – Altfeld
 Tel. 09391 – 68 14

Kapipane ist eine kapillarstrukturierte transparente Wärmedämmung zur passiven Solarnutzung aus dem glasklaren Polymer PMMA. Die Matte besteht aus einer Vielzahl senkrecht zur Oberfläche stehender, dünnwandiger Röhrchen mit einem Durchmesser von 4mm. Durch Verschweißen der Schnittkanten werden die offenen Röhrchen zu einer Einheit verbunden. Kapipane läßt die kurzwellige Lichtstrahlung durch und beschränkt die langwellige Wärmestrahlung. Der k-Wert sinkt mit der Dicke der Matte, während die Lichtdurchlässigkeit nur geringfügig abnimmt. Kapipane ist



Oben: Fassade mit transparenter Wärmedämmung, Jugendbildungsstätte in Windberg, Architekt: Thomas Herzog.

sehr bruch- und stoßempfindlich. In dem Glaspaneel Kapilux wird die Kapipane-Matte zwischen zwei Glasscheiben (ESG) eingeschlossen. Auf der Außenseite befindet sich ein Ventilationsspalt von 8mm zur Dauerbelüftung. Der Randverbund besteht aus einem thermisch getrennten Aluminiumprofil. Die Paneele gibt es in den Dicken 78, 98 und 138mm.

ASI-Glas
Photronics Solartechnik GmbH
 Herrmann-Oberth-Str. 9
 W-8011 Putzbrunn
 Tel. 089 – 45 66 03 38

ASI-Glas ist ein mit amorphen Siliziumzellen beschichtetes Glas zur photovoltaischen Stromerzeugung. Es läßt sich für großflächige Fassadenverglasungen verwenden, als opake Verkleidung und transparent. Bei transparenten Elementen wird die Intensität



tät des Sonnenlichts durch das gesamte Spektrum reduziert, so daß die natürlichen Farben erhalten bleiben. ASI-Glas hat Sonnenschutz- und Wärmedämmfunktion. Es kann als belüftetes Fassadenelement, als wärmege-dämmtes Paneel, als Warmluft-kollektor oder als Teil der Isolierverglasung verwendet werden. PST bietet für die photovoltaische Stromversorgung komplette Systeme mit Netzanschluß oder Solarbatterie an.

Datastop
Pilkington Glass Ltd.
 Alexandra Works
 St. Helens England WA10 3TT
 Tel. 0044744 – 45 13 26

Datensicherheit vor unbefugtem Abfragen oder elektronischen Störungen ist für die computerisierte Geschäftswelt von zentraler Bedeutung. Pilkington hat zu diesen Zweck eine Reihe von „Datastop“-Verglasungen entwickelt, die elektromagnetische

Strahlung reduzieren. Sie basieren auf dem Prinzip des Faradayschen Käfigs. Das Glas wird in mehreren Lagen mit einer Beschichtung versehen, die Signale aus dem elektrischen Feld reflektiert. Das Maß der Signalabschwächung wird in Dezibel (dB) bei einer Frequenz von 1000 MHz angegeben. Datastop wird als laminiertes Einfachglas (L) oder als Isolierglasscheibe (D) für innere Trennwände und Fassadenverglasungen in den Standarddicken 8,5 und 24mm angeboten. Die Gläser haben eine gute Durchsicht und hohe Lichttransmission.

Litefloor
Eckelt Glas
 ResthofstraÙe 18
 A – 4400 Steyr
 Tel. 00437257 – 677 71

Litefloor wurde als tragendes, rutschfestes Glas für transparente Fußböden oder Treppen entwickelt. Die Rutschfestigkeit wird durch eine Beschichtung erreicht, deren Farbe und Muster individuell gestaltet werden können. Das Maß der Transparenz und der Gleitwiderstand sind nach Bedarf zu bestimmen. Litefloor wurde u.a. für den Glasboden von Stansted Aiport (Foster Ass.) verwendet. Es besteht im Grundaufbau aus einem drei-



scheibigen Verbundsicherheitsglas, wovon zwei Scheiben tragende Funktion haben und die dritte 6mm dicke Scheibe die Beschichtung aufnimmt. Der Frik-tionskoeffizient von Litefloor ist besser als bei herkömmlichen Materialien wie Granit oder Marmor. Eine zwischen den Scheiben liegende Kunststoffschicht sorgt bei Überbeanspruchung für Sicherheit. Die minimale Scheibengröße ist 20 x 50cm, die max. Scheibenlänge 220cm; für die Bestimmung der Glasdicke liegen Berechnungen in Abhängigkeit von Größe und Auflager vor.

Sonnenschutz- und Tageslichtsysteme

Für den Massivbau mit relativ kleinen Öffnungen – in unseren Breiten die überkommene Bauweise – ist Sonnenschutz kein Thema. Nur ca. ein Drittel aller Tagesstunden sind direkt besonnt. Glas wurde früher nur dort intensiv eingesetzt, wo auch der Treibhauseffekt erwünscht war. Erst mit der Lichtifizierung der Moderne und der Auflösung der traditionellen Wand, wurde Sonnenschutz zum maßgeblichen Problem neben dem Wärmeisoliationsvermögen des Glases. Dabei geriet die Lösung dieses Problems häufig in Konflikt mit der Forderung nach natürlicher Belichtung und führte zur ökonomischen Absurdität künstlicher Beleuchtung am hellen Tage. Aber auch die psychologischen Effekte des Tageslichts für das Wohlbefinden spielen heute, besonders im Arbeitsleben, eine wichtige Rolle. Mit der Diskussion um Minimalenergiehäuser und den Erfahrungen des passiv solaren Bauens kommt als weitere, im Prinzip widersprüchliche Anforderung die (partielle) Nutzung der solaren Energie für den Betrieb des Gebäudes hinzu. Schließlich sollte nicht vergessen werden, daß Sonnenschutz den Sichtkontakt nach außen nicht dauerhaft unterbinden oder beeinträchtigen darf.

Das Spektrum der Sonnenstrahlung unterteilt sich in die Wellenbereiche der ultravioletten Strahlung, des sichtbaren Lichts und der unsichtbaren Wärmestrahlung (Infrarot). Für die natürliche Beleuchtung ist nur



Modell für den Brise-Soleil an der Südfassade des Lehr- und Forschungsgebäudes der ETH-Zürich von Fosco, Fosco-Oppenheim und Vogt. Die Lamellenblenden aus Verbundglas werden von einer vorgehängten Metallkonstruktion getragen.

der Bereich des sichtbaren Lichts zu nutzen. Diffuses Zenitlicht liefert eine höhere Lichtausbeute als direkte Sonnenstrahlung. Sein Anteil ist entscheidend für die Raumausleuchtung und sollte bei Sonnenschutzmaßnahmen nicht ausgeblendet werden. Es lassen sich zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze unterscheiden:

- starre Systeme mit festen, unveränderbaren Werten bezüglich Sonnenschutz und Tageslichttransmission,
- variable Systeme mit veränderbaren Charakteristika.

Unter die erste Kategorie fallen zum einen auskragende Bauteile, vorgesetzte Blenden, horizontale und vertikale Sonnenbrecher (brise-soleil), zum anderen spezielle Verglasungen. Sonnenschutzgläser gibt es mit selektierenden Beschichtungen (hohe Tageslichttransmission bei geringer Gesamtenergie-Transmission) oder mit reflektierenden Beschichtungen unterschiedlicher Dichte und Farbigkeit. Diese Maßnahmen erfüllen die primären Funktionen des Sonnenschutzes gut, haben aber zum Nachteil, daß die zugrunde gelegten Werte immer einen Kompromiß zwischen den Jahreszeiten erfordern. Wechselnden Außenbedingungen und individuellen Bedürfnissen können sie nicht Rechnung tragen.

Zu variablen Systemen gehören alle Arten beweglicher Lamellenblenden, -jalousien und textiler Elemente. Entscheidend ist hier neben Material und Oberfläche die Frage, wo sie angebracht werden. Innenliegende Elemente sind zwar ein guter Blendschutz, transportieren aber durch Absorption der Strahlung die Wärme in den Raum. Außenliegende Elemente bilden den effektivsten Sonnenschutz. Wenn sie mit genügend Abstand montiert werden, damit kein Warmluftpolster vor der Fassade hängen bleibt, sorgt der Auftrieb der erwärmten Luft für zusätzliche Kühlung. Ein Nachteil ist, daß solche vorgehängten Konstruktionen reinigungs- und wartungsintensiv sind und wegen der Windanfälligkeit für Hochhäuser nicht geeignet. Im Scheibenzwischenraum untergebrachte bewegliche Jalousien oder Rollos sollten möglichst eine reflektierende Oberfläche haben, um vor der eigenen Erwärmung geschützt zu werden.

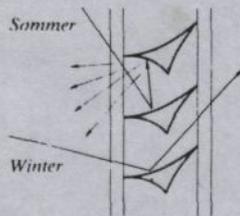
Ein zweiter, alternativer Weg des variablen Sonnenschutzes liegt in der Entwicklung schaltbarer Verglasungen mit Beschichtungen variabler Transmission. Hierher gehören fotochrome, thermochrome, elektrochrome Schichten und Schichten aus mikroverkapselten Flüssigkristal-

len. Diese Gläser sind für Fenster, die Durchsicht gewähren sollen, wenig geeignet, da ihre Wirkungsweise darin besteht, daß sie sich eintrüben oder verdunkeln – im Fall der ersten beiden mit einem licht- oder temperaturabhängigen Automatismus. Als Elemente einer steuerbaren Ganzglasfassade sind sie eine wichtige (Zukunfts-)technologie.

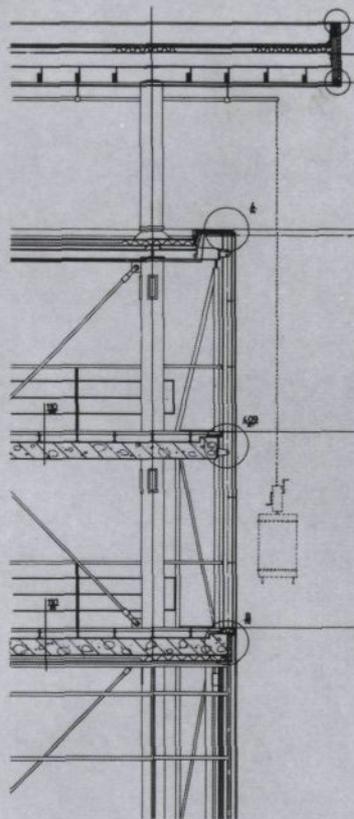
Drittens schließlich versuchen die Tageslichtsysteme die Kombination von regelbarem Sonnenschutz und natürlicher Belichtung. Sie machen sich zunutze, daß die direkte, wärmeerzeugende Sonnenstrahlung für die gute Raumausleuchtung nicht erforderlich ist. Optische Systeme, Prismen, verspiegelte Reflektoren und Hologramme, teils im Isolierglas eingebaut, teils auf bewegliche Lamellen oder Blenden aufgebracht, arbeiten alle mit dem Prinzip der Lichtreflexion, -umlenkung und -streuung.

Geschäftsgebäude Haans / Tilburg
Architekt: Jo Coenen
Fassade: Okasolar
Okalux Kapillarglas GmbH (s.o)

Die Süd- und Ostseite des Haupttraktes des Geschäftsgebäude Haans werden durch die vollständig transparente Vorhangfassade bestimmt. Der Architekt hat hier auf alles verzichtet, was den flächigen Eindruck hätte stören können, nur die schlanken Aluminiumprofile untergliedern die Fassade. Damit wurde ein Schutz gegen Blendlicht und Überhitzung des Raumklimas im Sommer erforderlich. Zur Anwendung kam das von Helmut Köster entwick-



kelte Solarglas „Okasolar“. Es ist ein Isolierglas mit fest angeordneten verspiegelten Reflektorprofilen im Scheibenzwischenraum, das je nach Anwendung als zeitlich gesteuert oder permanenter Sonnenschutz, als Lichtlenkelement oder als passiv solar Element dienen kann. In Kombination mit Okalux-lichtstreuendem Isolierglas sind k-Werte > 1,0 W/m²K möglich. Okosolar variiert den Strahlungsdurchgang in Abhängigkeit vom Sonnenstand; durch die Form der Profile wird alles reflektierte Licht gestreut und in die Tiefe des Raums transportiert. (Ausführliche Beschreibung von Okosolar siehe 100/101 ARCH*, S. 115.)

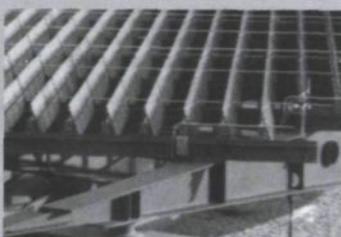


Fassadenschnitt des Geschäftsgebäudes Haans mit der Okasolar-Verglasung.



Plenarsaal Bonn
 Architekt: Behnisch & Partner
 Oberlicht: Tageslicht-System
 Siemens AG, Beleuchtungstechnik
 Tel. 08669 - 331

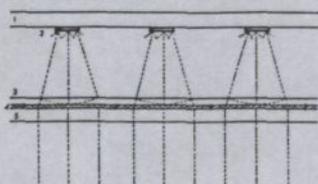
Die Raumwirkung im Plenarsaal des Deutschen Bundestags wird stark von dem Tageslicht bestimmt, das durch das runde Oberlicht in den Innenraum gelangt. Dieses Oberlicht wurde in Zusammenarbeit mit dem Lichtplaner Christian Bartenbach auf der Grundlage der Siemens Tageslichttechnik entwickelt. Es besteht aus beweglichen, lamellenförmigen Prismenelementen, die elektronisch auf den Sonnenstand ausgerichtet werden. Die Prismen reflektieren die direkte Sonnenstrahlung, lassen aber



das diffuse Zenitlicht nahezu ungehindert durch. Auf diese Weise sorgen sie für einen wirkungsvollen Sonnen- und Wärmeschutz, ohne daß der Raum spürbar verdunkelt wird. Das System besteht aus 523 Lamellenflügeln aus dem durchsichtigen PMMA. Sie sind auf einer eigenen Tragkonstruktion über dem Glasdach montiert. Mittels Kardanwellen werden sie von 10 Stellmotoren immer so ausgerichtet, daß die Sonnenstrahlen senkrecht auf die Prismen treffen. Das passiert auch bei bewölktem Himmel, so daß die Prismen immer richtig stehen, wenn die Sonne durchbricht. (Ausführliche Beschreibung der Siemens Tageslichttechnik siehe 96/97 ARCH*, S. 104).

Expo Wohnen, IGA 93 in Stuttgart
 Architekten:
 Hegger, Hegger-Lühnen, Schleiff
 Trägerrost für lichtlenkende Hologramme und Solarzellen
 Institut für Licht- und Bautechnik,
 FH-Köln, Tel. 0221 - 82 75 28 12

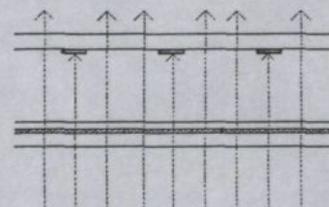
Jedes der drei in die Höhe gestaffelten Wohnhäuser der HHS Architekten besteht aus einem einfachen kubischen Baukörper, aus dem ein kleiner Innenhof ausgeschnitten ist. An die Gruppe lehnt sich eine geneigte und dem Hang folgende, leicht gekippte Scheibe an. Sie dient als



Direkte Sonneneinstrahlung

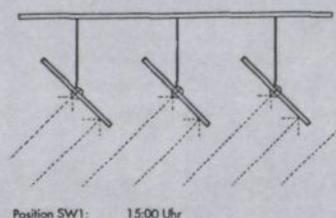
- Aufbau:
 1 Glas
 2 Solarzellen-Streifen
 3 Glas
 4 Hologramme
 5 Glas

bündeln, vergrößern sie die strahlungsempfangende Fläche und intensivieren die Nutzung der Sonnenenergie. Dies bietet die Kombination mit Solarzellen an. In Zusammenarbeit mit Helmut Müller vom ILB wurde für den Trägerrost folgendes Konzept entwickelt: Im Firstbereich sind teiltransparente Photovoltaik-Module in die Isolierverglasung des Daches integriert. Sie erzeugen Strom und sorgen gleichzeitig für die notwendige Verschattung dieses Bereichs

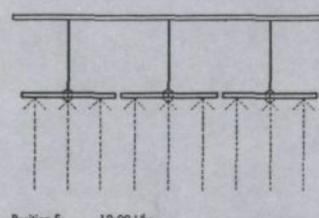


Diffuse Sonneneinstrahlung

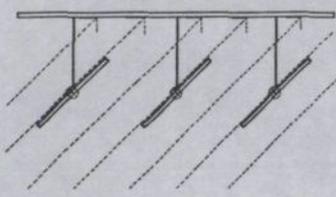
Trägerrost für die Installation von Solarzellen und holographisch optischen Elementen (HOE), die in Verbundglas eingebettet sind. Hologramme in der Gebäudehülle lassen sich für eine Vielzahl von Aufgaben einsetzen: Sie verbessern die Tageslichtbeleuchtung durch gezieltes Umlenken von diffuser und direkter Sonnenstrahlung, dienen als Sonnen- und Blendschutz, sie können die Strahlungsintensität durch spektrales Ausfiltern von Infrarot und Ultraviolett steuern und die Tageslichtfarbe verändern (siehe dazu auch 108 ARCH*, S.84). Da HOE das Licht



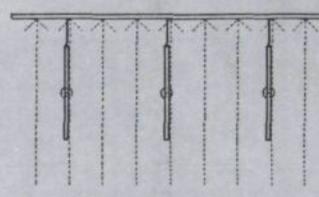
Position SW1: 15:00 Uhr



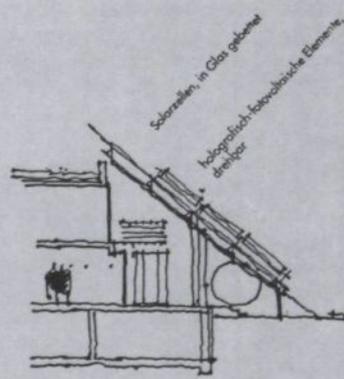
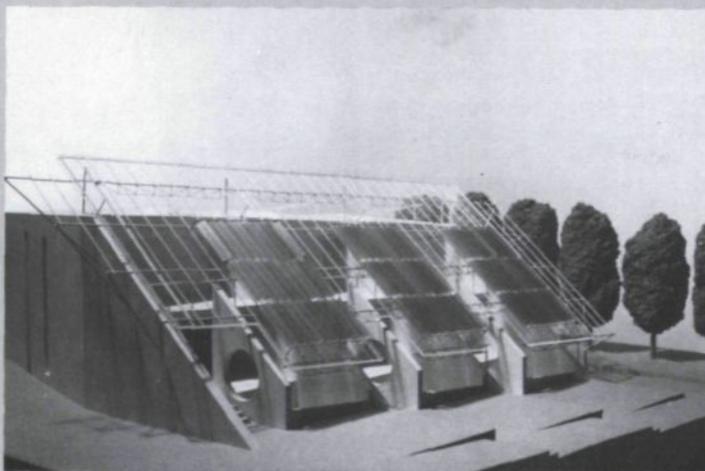
Position S: 12:00 Uhr



Position SW2: 15:00 Uhr



Position O/W:



Oben: Modell des Trägerrostes mit den holographisch-photovoltaischen Elementen. Darüber: Schematische Darstellung des Aufbaus und der Funktionsweise der beweglichen, gläsernen Lamellen. Sie bewirken bei senkrechter Stellung zur Sonnenstrahlung: Verschattung, dif-

fuse Raumbeleuchtung und aktive PV-Nutzung. Bei paralleler Stellung zur Sonnenstrahlung nutzen sie das einfallende Licht und gewähren senkrecht zur Fassade freie Sicht, eine aktive PV-Nutzung findet nicht statt.

Rohrgitterrost – Sonnenschutz
 Josef Gartner Et Co
 W. Heusler, C. Scholz
 Postfach 20/40
 W – 8883 Gundelfingen
 Tel. 09073 – 840

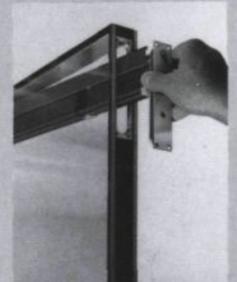
Der Rohrgitterrost-Sonnenschutz, System Gartner wurde erstmalig am neuen Münchner Flughafen realisiert. Er besteht aus drei Ebenen von horizontalen Rohren, die parallel über schräg verglasten Dachflächen angebracht sind. Die zur Dachfläche nächste und die entfernteste Rohrebene sind gegenüber der feststehenden mittleren verschwenkbar. Hierdurch können die Rohrebenen immer so zueinander angeordnet werden, daß eine der drei Ebenen die direkte Sonnenstrahlung abfängt. Das System wird kontinuierlich der Sonne nachgeführt. Durch die konstanten Abstände zwischen den Rohren in einer Ebene und den Ebenen wird bei jeder Sonnenschutzstellung eine nahezu gleichmäßig große Durchsicht und Lichttransmission erreicht. Die runden Rohrquerschnitte mit den weiß beschichteten Oberflächen reflektieren die auftreffende direkte Sonnenstrahlung in unterschiedliche Richtungen, d.h. sie streuen auch nach in-

nen. In den Innenraum dringt nur diffuses Tageslicht (Transmissionsgrad 20 – 35%), das unabhängig vom Himmelszustand und Sonnenstand für eine gleichmäßige und blendfreie Ausleuchtung sorgt. Die Rohre sind an ihren Enden mit Seitenteilen aus Rechteckprofilen zu Rosten verschraubt, die wiederum über Schwenkhebel zu den dreilagigen Paketen verbunden werden. Das Gesamtsystem besteht aus mehreren dieser Pakete, die drehbar in einer Tragkonstruktion über der schrägen Dachebene aufgehängt sind. Die obere Abstützung jedes einzelnen Pakets überträgt die für die koordinierte Schwenkbewegung aller Pakete notwendige Antriebskraft. Der Antrieb erfolgt über eine motorgetriebene Torsionswelle. Die Motoren werden durch Mikroprozessoren gesteuert, so daß das koordinierte Schwenken der Rohrroste in Abhängigkeit vom Sonneneinfallswinkel und Himmelszustand vollautomatisch erfolgen kann.

Sonnenkontrolljalousie T 80
 Technical Blinds Ltd.
 Old Town Lane, Wooburn Town
 High Wycombe, Bucks. HP 10 0PN
 Tel. 0044628 – 53 05 11

Die Jalousie „T 80 Sun Controller“ wurde speziell für den außenliegenden Schutz vor Sonnenstrahlung und -hitze konstruiert. Sie kann natürlich auch als innerer Blendschutz verwendet werden. Die Jalousie läßt sich vollständig zurückziehen und ist robust und präzise im Gebrauch. Sie ist daher gut geeignet, um auch an Flächen mit großer Höhendimension (bis zu 15m) installiert zu werden. Die 80mm breiten, leicht gekrümmten Lamellen der Jalousie bestehen aus

auch vollautomatisch mittels einer Solarkontroll-Einheit erfolgen. Die Sunshield Fins sind für Neubauten und zur Nachrüstung bestehender Gebäude geeignet. Sie lassen sich in die Fassade integrieren oder können als vorgehängte Konstruktion mit eigenem Rahmen und begehbarem Steg angebracht werden.



glattem oder perforiertem Aluminium. Sie werden durch hitzeresistente Stifte in den seitlichen Führungen gehalten. Die Jalousie ist mit einer großen Auswahl an Farbbeschichtungen lieferbar. Die Bedienung kann mit manuellem Getriebe und Kurbel oder elektrisch erfolgen. In Verbindung mit der T 800 Autoshade Solarkontroll-Einheit ist eine selbsttätige Steuerung nach Sonnenstand möglich.

Trisolux-Jalousie
 Trisolux GmbH
 Brühlstr. 16
 W-7310 Plochingen
 Tel. 07153 – 224 15

Trisolux ist ein variabler Lichtschutz im Isolierglas. Im Scheibenzwischenraum ist eine Jalousie eingeschlossen, die elektrisch bedient wird. Dadurch entfallen die meisten bei Außenanlagen erforderlichen Wartungs- und Reinigungsarbeiten. Jalousie und Motor sind aber durch einen seitlichen Verschluß jederzeit zugänglich. Der Luftzwischenraum muß mindestens 31,5mm betragen, die gesamte Einbaubreite ist 42mm. Da der seitliche Verschluß gedichtet ist, können auch gasgefüllte Wärmeschutzgläser verwendet werden, kombiniert mit Sonnenschutz, Sicherheits- und Schallschutz. Trisolux ist in 20 Farben lieferbar. Mit dem elektronisch gesteuerten Schalter Slow-Change können die 16mm breiten Lamellen genau nach Lichteinfall eingestellt werden. Serienschaltung und Fernsteuerung sind möglich.

Sonnenschutzrippen
 Technical Blinds Ltd. (s.o.)

Die Sonnenschutzrippen „Sunshield Fins“ sind sowohl innen als auch außen zu verwenden. Sie werden aus gezogenem Aluminium in den Breiten 80 – 900mm hergestellt. Die Sunshield Fins können in fester Position einzeln oder aber miteinander verbunden beweglich montiert werden und sind dann durch einen Motor nach Sonnenstand zu steuern. Dies kann

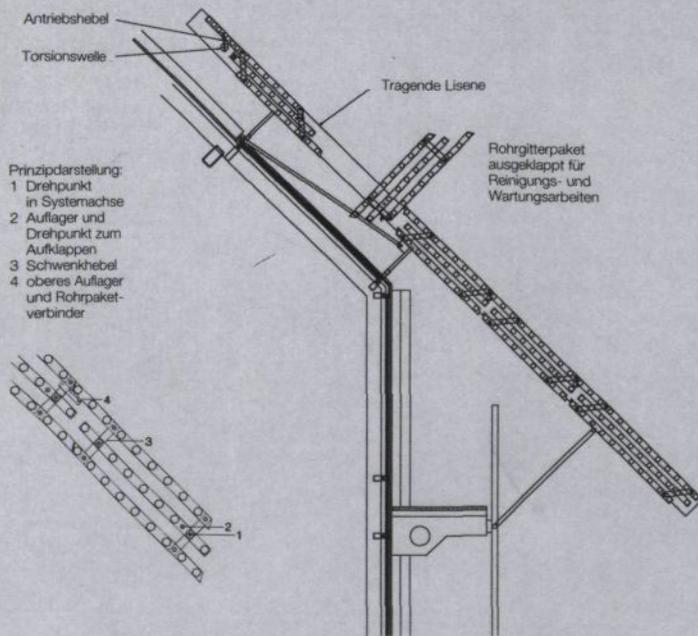
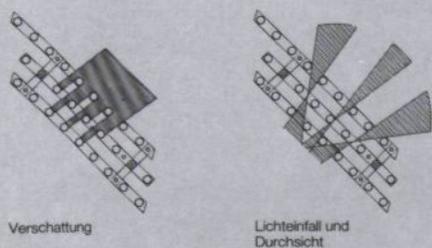


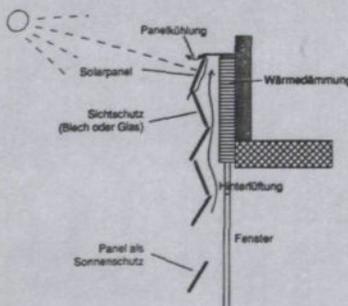
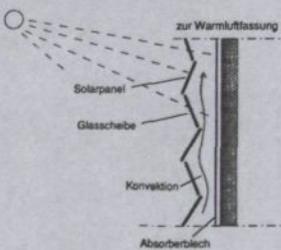
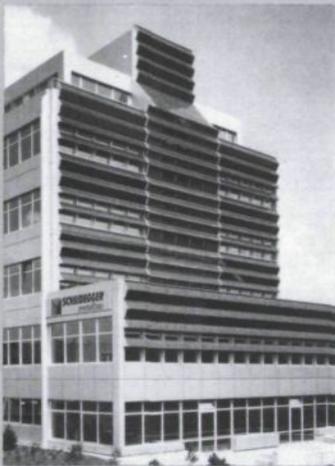
Foto oben: Der Rohrgitterrost-Sonnenschutz am Terminal des neuen Münchner Flughafens. Darunter: Schnitt durch die Anlage.



Mehrschichtige, steuerbare Fassaden

Bürobau Scheidegger
Photovoltaik-Fassade
Scheidegger Metallbau AG
Neuhof 23
CH - 3422 Kirchberg
Tel. 004134 - 45 33 45

Der Büroneubau der Firma Scheidegger sollte Pilotcharakter für energiegewinnende Fassaden haben. Die Südwestfassade des sechsstöckigen Gebäudes ist vollständig als multifunktionale Photovoltaik-Fassade ausgebildet. Es wurden monokristalline Solarzellen von Siemens verwendet mit einer Gesamtfläche von 262qm. Die erwartete Leistung liegt bei 12 - 13000 kWh /Jahr. Die Anlage ist netzgekoppelt, der eingespeiste Strom wird vergütet. Die Photovoltaikgeneratoren bilden zusammen mit verspiegelten Bändern eine vorgehängte, hinterlüftete Fassade.

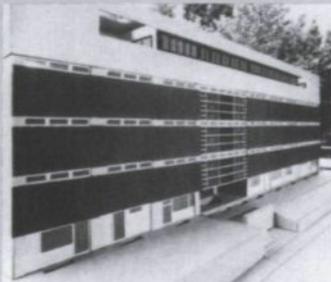


Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise der hinterlüfteten PV-Fassade.

Sie übernehmen damit auch die Funktion des Witterungsschutzes und der Beschattung im Fensterbereich. Die dahinter aufsteigende und sich dabei erwärmende Luft wird mittels Ventilator abgesaugt und im Treppenhausbereich eingeblasen. Durch die Hinterlüftung erhöht sich der Wirkungsgrad der Solarzellen. Das vorwiegend als Büro- und Produktionsgebäude genutzte Haus kommt ohne Lüftungsanlage aus. Es besteht ein optimaler Wärme- und Sonnenschutz. Die verbleibenden externen Lasten werden durch Speicherung in der massiven Gebäudehülle abgefangen.

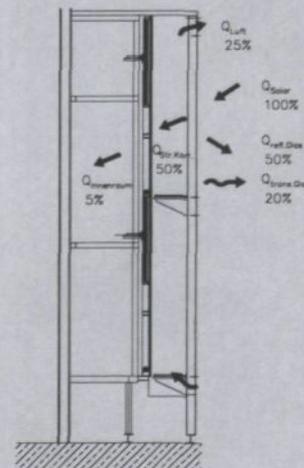
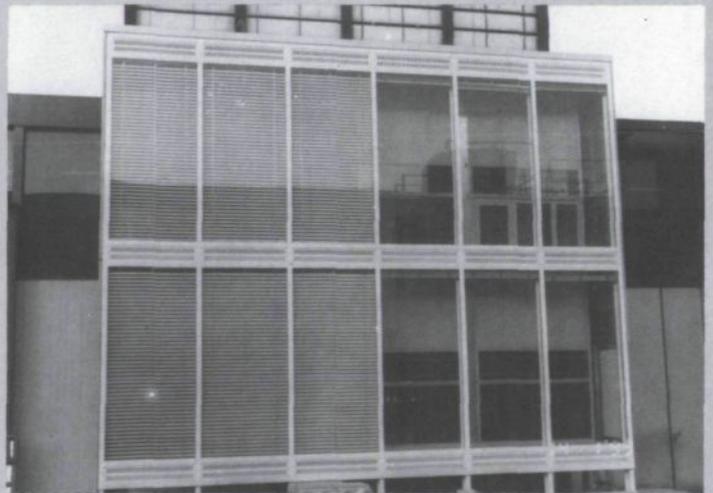
Haus Lombardi in Minusio
Solarkollektor-Fassade
Architekten: Lombardi & Schira
Via Ciseri 5
I - 6600 Locarno
Tel. 003993 - 31 90 54

Bei dem Wohn- und Geschäftshaus der Haustechnikfirma Lombardi sollten die Solarkollektoren zur Brauchwassererwärmung optisch vollständig in die Fassade integriert werden und als Trennelement zwischen innen und außen ohne zusätzliches Mauerwerk dienen. In die Zwischenräume der Pfosten-Riegel-Fassade können gleichermaßen Isoliergläser, verglaste Isolierpaneele oder die neuartig konzipierten Sonnenkollektoren eingesetzt werden. Dadurch entsteht, trotz verschiedener Elemente, ein einheitliches Erscheinungsbild. 27qm Sonnenkollektoren geben die Wärme über einen Rippenrohrwärmetauscher ab, der im 1500 Liter fassenden Wassererwärmer eingebaut ist. Der tägliche Verbrauch liegt bei 930 Liter, die Durchschnittstemperatur bei 55°C. Energie wird in diesem Gebäude auch bei der Heizung gespart: Mit einer Elektro-Wärmepumpe wird Umweltwärme aus Betonfassaden-Elementen, dem Erdreich und Wärmerückgewinnungsaggregaten gewonnen.



Zweite-Haut-Fassaden
Josef Gartner & Co. (s.o.)
A. Schwab, J. Ernst, W. Heusler

Bei Zweite-Haut-Fassaden wird eine Glasfront einer konventionellen Gebäudehülle vorgelagert. Im Luftspalt, dem sogenannten Fassadenkorridor, können Sonnen- und Blendschutzsysteme angeordnet werden, wo sie vor Beschädigung durch Windkräfte geschützt sind. Durch den thermischen Auftrieb entsteht am Sonnenschutz eine Art Kaminströmung, die im Kühlfall Abwärme an die Umgebung abtransportiert. Mit einer Zweite-Haut-Fassade kann dem Wunsch nach einer natürlichen Belüftung auch bei hohen Gebäu-



Oben: Zweite-Haut-Testfassade im Prüfstand, Blick in den begehbaren Fassadenkorridor mit verschiedenen Sonnenschutzmöglichkeiten. Links: Darstellung der Energieströme im Kühlfall. Nur 5% der auftretenden Solarstrahlung gelangt bei heißem Wetter als Wärme in den Innenraum.

gebäude mit hohen inneren Wärmelasten) sollte die Außenhaut einfach verlastet werden, während im Heizfall (z.B. Wohngebäude) die Einsparung von Heizenergie und damit die Isolierverglasung vorzuziehen sind.

Um genauere Kenntnisse über die bauphysikalischen, wärmetechnischen und strömungsmechanischen Eigenschaften von Zweite-Haut-Fassaden zu gewinnen, hat die Firma Gartner einen Prüfstand mit einer Testfassade von 10m Breite und 8,5m Höhe im Maßstab 1:1 errichtet. Der 1m breite, begehbare Fassadenkorridor erstreckt sich über zwei Geschosse. Für den Innenraum wurden reale Temperaturverhältnisse simuliert. Für den sommerlichen Kühlfall ergaben die Meßergebnisse das Resultat, daß nur ca. 5% der auftretenden Solarstrahlung als Kühllast in den Innenraum gelangen. Für den Winter ist noch das Ende der jetzigen Heizperiode abzuwarten.

Interaktive Doppelfassade Fassadentechnik Rudolph GmbH
Ibsenstraße 71
O-1633 Mahlow
Tel. 03379 - 332 18

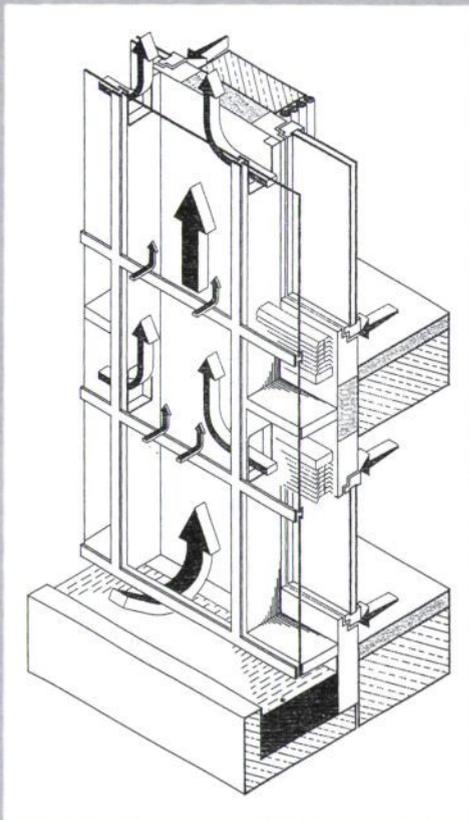
An einer neuartigen Lösung für energiesparende Fassaden mit natürlicher Belüftung arbeitet auch die Fassadentechnik Rudolph (zusammen mit Alco, Münster und dem Fassadeningenieur Jordan). Ihr neues Konstruktionsbüro in Berlin-Mahlow wurde auf dem Grundkonzept der Interaktiven Doppelfassade, System TWINFACE entwickelt. Das Besondere an TWINFACE ist die Anordnung von Fenstervorräumen und Schächten in einer Doppelfassade. Sie sind untereinander und mit den Innenräumen durch Überstromöffnungen zwischen Fenstervorräumen und Fenster verbunden und bilden ein Gesamtsystem, daß wiederum über Schachtöffnungen und Fugen mit der Außenwelt in Verbindung steht. Aufgrund von Temperaturdifferenzen zwischen

Innenraum, Fenstervorraum und Schacht und Windeinflüssen bildet sich im Gebäude eine Druckverteilung aus, die zur Regelung der Luftströme genutzt werden kann. So ist es bei intelligenter Anordnung der Strömungsöffnungen möglich einen Luftwechsel auch an windstillen, warmen Sommertagen zu erreichen, einen übermäßigen Luftaustausch an windreichen Wintertagen zu vermeiden und den Luftaustausch insgesamt so zu gestalten, daß Schad- und Belastungsstoffe sich nicht im Inneren anreichern.

Neben der zugfreien natürlichen Belüftung, die raumlufttechnische Anlagen einsparen hilft, sorgt TWINFACE auch für solare Energiegewinne. Hier wird an eine Kombination mit transparenter Wärmedämmung und elektrochromen Gläsern gedacht. Es besteht die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung. Durch die Nutzung der Nachtauskühlung und des Temperaturunterschiedes zwischen Nord- und Südfassade wird die Kühllast verringert. In den Fenstervorräumen kann wettergeschützt Son-

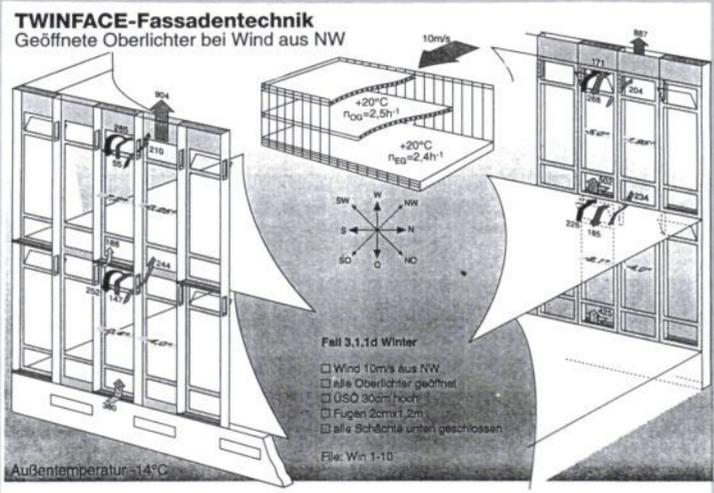
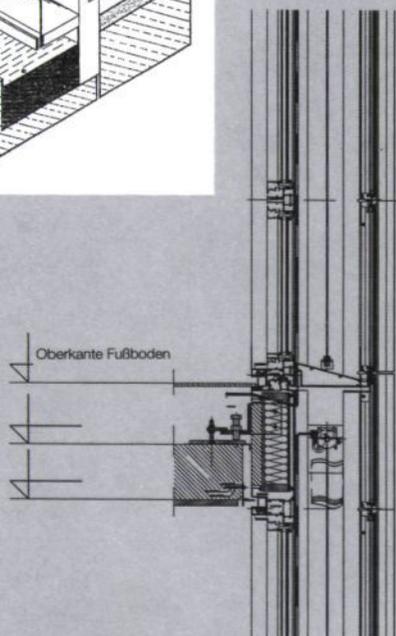
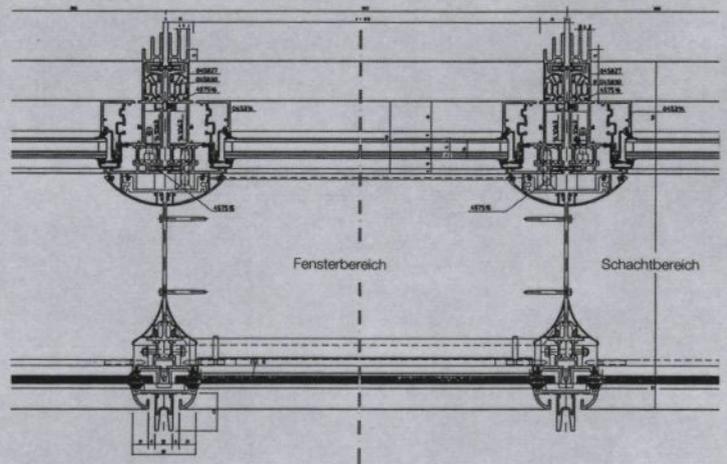
nenschutz mit Lichtumlenkung untergebracht werden. Doppelfassaden wie das System TWINFACE haben schalldämmende Wirkung und erlauben es, haustechnische Elemente in die Fassade zu integrieren. Der Aufwand für Wartung und Instandhaltung wird reduziert.

TWINFACE befindet sich noch in der Erprobungsphase. Strömungstechnische Simulationsrechnungen wurden von der Deutschen Aerospace vorgenommen. Aber für schwierige Fälle, wie z.B. Windstille bei gleichzeitigem Temperaturengleich zwischen innen und außen, liegen noch keine Erfahrungen vor. Es sind weitere Untersuchungen vorgesehen über Strömungsverhältnisse und Lüftungsstrategien unter verschiedenen klimatischen Bedingungen bei unterschiedlicher Anordnung und Auslegung der Öffnungen. Auch der vorbeugende Brandschutz wird anhand der Untersuchung der Rauchausbreitung unter verschiedenen Randbedingungen behandelt.



Links: Funktionsschema zum Grundkonzept der Twinface-Fassaden. Die Außenluft tritt durch Schachtöffnungen und Fugen in den Zwischenraum der Doppelfassade. Die Luftströme werden im Aufsteigen durch die Überstromöffnungen zwischen Fenstervorräumen, Schächten und Innenraum unter Ausnutzung der Temperatur- und Druckunterschiede gelenkt.

Rechts: Horizontalschnitt durch Fenstervorraum und Schacht. Unten: Vertikalschnitt mit Deckenanschluß.



Die Deutsche Aerospace hat Simulationen unter verschiedenen klimatischen Bedingungen und Konstellationen zu Erpro-

bung des Twinface-Systems durchgeführt.

Götz Verwaltungsgebäude
Sol Skin
Götz GmbH
Höhenstraße 16
W-7012 Fellbach
Tel. 0711 - 57 54 20

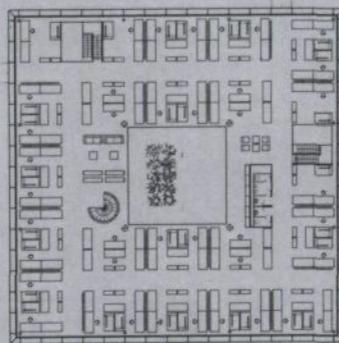
Der zweigeschossige Neubau der Fassadenfirma Götz in Würzburg fungiert als Prototyp eines energiesparenden Gebäudes mit integrierter Fassade- und Gebäudetechnik. Die Fassade soll über die üblichen Funktionen hinausgehend als intelligentes Hüllsystem Gebäudeklima, Energiehaushalt, Belichtung und Belüftung steuern. Das Gebäudekonzept (Architekten: Webler + Geissler) sieht einen kubischen, vollständig transparenten Baukörper mit offenem Atrium vor. Ein großes Innenvolumen mit kleinem Außenflächenanteil soll die Transmissionswärmeverluste minimieren. Die Arbeitsplätze in dem offenen Grundriß sind ca. 20qm groß. Zusammen mit der großen Geschoßhöhe entstehen dadurch so große Luftvolumina, daß die Luftwechselrate und damit die Lüftungswärmeverluste bei ungünstiger Witterung gering gehalten werden. Das Gebäude soll zu allen Zeiten zugfrei natürlich be- und entlüftet werden.

Die Sol Skin Fassade besteht aus einer zweischaligen, hochgedämmten Isolierverglasung mit wärmerückreflektierenden Oberflächen. Durch die Sonnenstrahlung entsteht im Zwischenraum aufgrund der Kaminwirkung eine natürliche Luftströmung. Die äußere Schale ist fest verglast. Die regelbaren Lüftungsklappen befinden sich im Attika- und Fußbereich. Über einen speziellen Sonnenreflektor und -absorber kann entweder die Zuluft im Fassadenzwischenraum erwärmt und die Sonnenstrahlung durch Umlenkung an die Raumdecke gestreut oder bei heißem Wetter nach außen reflektiert werden. Nachts und im Winter werden die Lüftungsklappen geschlossen und es legt sich ein Warmluftpolster um das Gebäude. In der inneren Haut sind Schiebetüren untergebracht, so daß jeder Nutzer sein individuelles Klima schaffen kann.

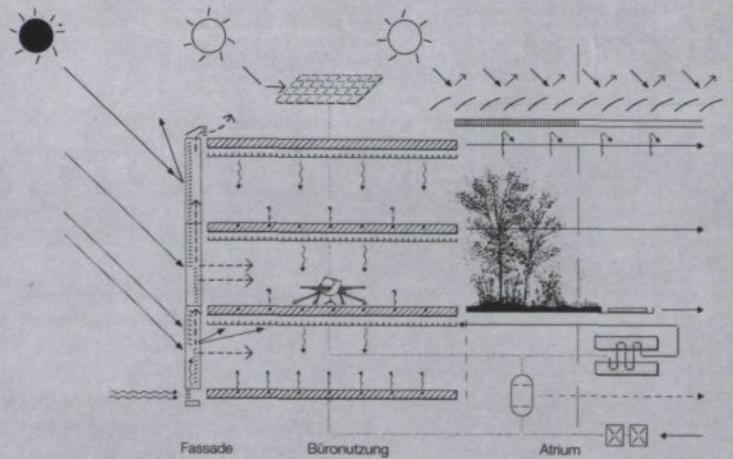
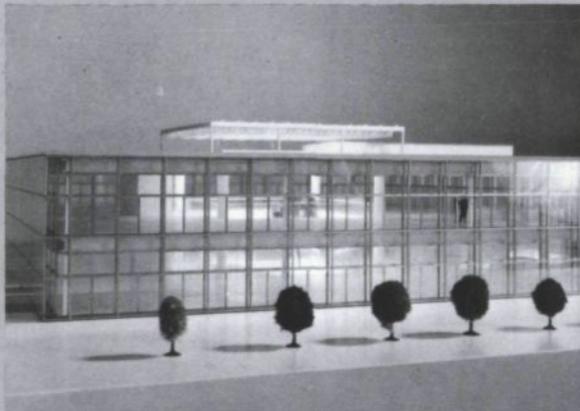
Als Zusatzheizung für den Winter ist eine niedrig-temperaturige Fußbodenheizung vorgesehen, die von einem Blockheizkraftwerk mit Wärme-Kraft-Kopplung gespeist wird, das auch gleich das Heißwasser bereitstellt. Demgegenüber ist der Energiebedarf zur Kühlung des rundum verglasten Gebäudes im Sommer hoch. Dazu werden Sonnenkollektoren eingesetzt. Das von ihnen erhitzte Wasser wird in dem Bürogebäude nur zum geringen Teil direkt benötigt und

dient dazu, eine Absorptionskältemaschine zu betreiben, die das Kaltwasser für die Kühldecke aufbereitet. Kühlflächen dürfen wegen der Gefahr der Kondensation keinen zu großen Temperaturunterschied zur Umgebungsluft haben. Hier kommt ein neu entwickeltes Kühlpaneel mit großer Oberfläche zum Einsatz, das auch die Energiespeicherfähigkeit der darüberliegenden Decke nicht abschirmt. Die Fassade und die technische Ausrüstung wird über zentrale Gebäudeleittechnik gesteuert.

Die natürliche Beleuchtung des Innenraums auch in der Tiefe erfolgt neben der in der Fassade eingesetzten Tageslichttechnik zusätzlich über das Atrium. Das verfahrbare und abhebbare Oberlicht des Atriums ist vollflächig verglast. Zur Lichtlenkung und thermischen Isolation wurde transparente Wärmedämmung verwendet.



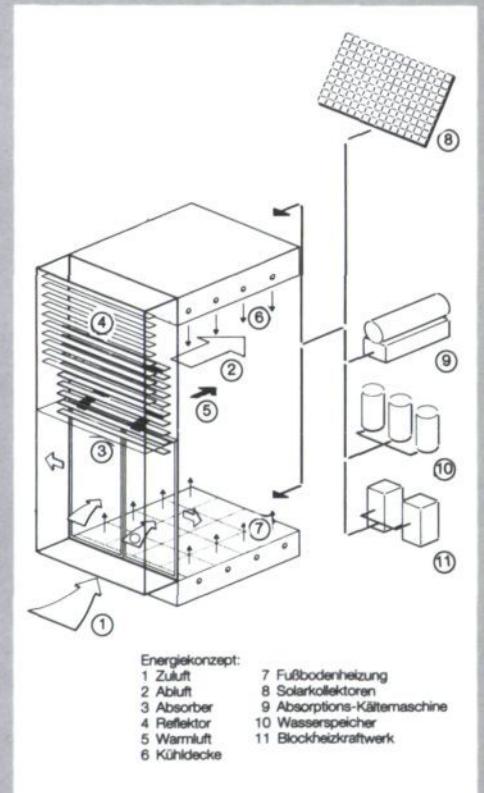
Grundriß Obergeschoß.



Der schematische Schnitt zeigt die prinzipiellen Elemente des Sol Skin Systems: Eine doppelte Fassade mit integriertem Sonnenschutz zur differenzierten Kli-

ma-, Lüftungs- und Lichtregulierung und Kühldecken, die die hohe Kühllast des voll verglasten Gebäudes mit abfangen.

Rechts: Am Energiekonzept des Gebäudes sind Absorberflächen zur Erwärmung des Fassadenzwischenraums, Reflektorflächen zur Vermeidung der Erwärmung, Solarkollektoren, die die Absorptionskältemaschinen für die Kühldecke mit Heißwasser versorgen und ein Blockheizkraftwerk für die Fußbodenheizung beteiligt.



Modell und Ansicht zeigen die vollständige Transparenz des Gebäudes.

Konstruktionsbüro Gartner: energie- und komfortoptimiert
Architekt: Ackermann + Partner
Josef Gartner & Co. (s.o.)
W. Heusler, J. Ernst, C. Scholz

Beim Neubau des Konstruktionsbüros des Metallbauers Gartner wurde versucht durch Bauform und Grundriß, sowie Maßnahmen des Wärme- und Sonnenschutzes, durch Solarenergie- und Tageslichtnutzung und durch Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik Energiekosten einzusparen und die Behaglichkeit zu steigern. Die Gebäudehülle ist hochwärmedämmt mit k-Werten von $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Aluminiumpaneele und $0,9$ für die dreifach Wärmeschutzverglasung. Je nach Orientierung liegt der äquivalente k-Wert der Verglasung zwischen $-0,23$ und $0,45$. Es besteht also die Gefahr, daß der Innenraum sich im Sommer stark aufheizt. Daher wurde dem Sonnenschutz besondere Bedeutung zugemessen. Er besteht in beiden Geschossen aus rahmenlosen, schwenkbaren 300mm breiten Glaslamellen, die zur koordinierten Bewegung über Antriebsstangen miteinander verbunden sind. Der Lichttransmissionsgrad beträgt nur

14% . Die Fenster können durch angepaßte Lamellenstellungen immer streifenfrei abgeschattet werden. Aufgrund der Teiltransparenz bleibt die Sichtverbindung nach außen auch in geschlossener Stellung erhalten. Die Lamellen fungieren als lichtlenkendes Tageslichtsystem und reflektieren bei bedecktem Himmel Licht an die helle Raumdecke. Dies bewirkt eine Aufhellung auch der tieferliegenden Raumzonen. Ein Glasdach mittig über der gesamten Gebäudelänge verstärkt noch die natürliche Belichtung. Es wird mit überbreiten, schwenkbaren Aluminiumlamellen verschattet. Sie sind in ihrer Stellung unabhängig vom Einfallswinkel der Sonne und es gelangt mehr diffuses Zenitlicht in den Raum.

Zur Beheizung des Gebäudes wird sowohl für die Außenwände als auch das Glasdach die „Integrierte Fassade“ eingesetzt. Dieses von Gartner entwickelte Fassadenheizsystem nutzt die raumseitige Tragkonstruktion der Fassade als wasserführendes System zur Heizung oder Kühlung. Konventionelle Heizkörper sind überflüssig. Die zu Rahmen verschweißten Pfosten und Riegel aus Rechteckprofilen sind mit-

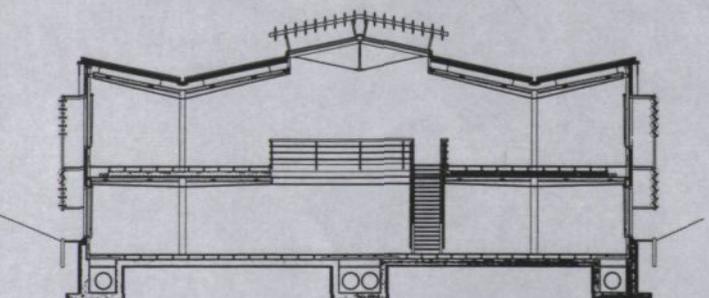
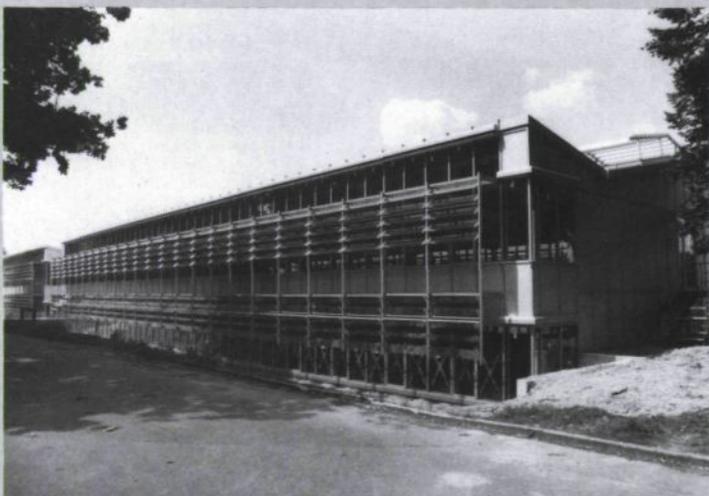
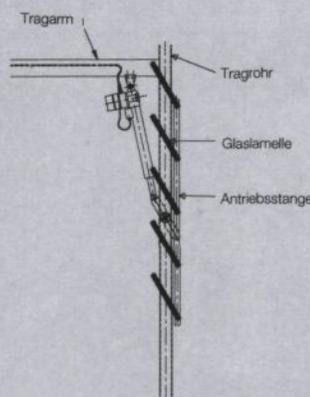
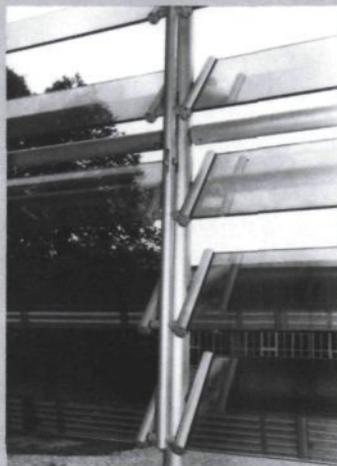
tels genau definierter Überstromöffnungen zu hydraulischen Elementen zusammengefaßt. Die erwärmten Stahlprofile steigern (bzw. mindern im Kühlfall) die Oberflächentemperatur des Glases, so daß auch in unmittelbarer Fensternähe thermische Behaglichkeit herrscht. Ein weiterer positiver Effekt ist die Unterbindung von Kondensation. Die häufig geäußerte Vermutung, daß Fassadenheizsysteme wegen ihres Außenkontaktes mehr Heizenergie verbrauchen, konnte durch Messungen eines unabhängigen Instituts eindeutig widerlegt werden. Höhere Oberflächen-

temperaturen erlauben eine reduzierte Raumlufttemperatur. Im Fall der beheizten Fassade reicht eine Raumlufttemperatur von 20°C aus, während bei einer unbeheizten Außenwand mit einer Ganzraumstrahlungstemperatur von 17°C , die Raumlufttemperatur auf 23°C angehoben werden muß, um dieselbe empfundene Temperatur von 20°C zu erreichen.

Zur Raumkühlung kommt neben der „integrierten Fassade“ auch eine neuartige Strahlungskühlung zum Einsatz, die keine unangenehme Luftbewegung erzeugt. Die Oberflächentemperatur der abgehängten Kühldecke wird wenige Grad unter die Raumlufttemperatur abgesenkt. Sie besteht aus gelochten, gut wärmeleitenden Aluminiumblechen, die mit dem wasserführenden Rohrsystem zu Einheiten verschraubt sind. Diese Decke erfüllt auch lichtstreuende und schallabsorbierende Funktion.

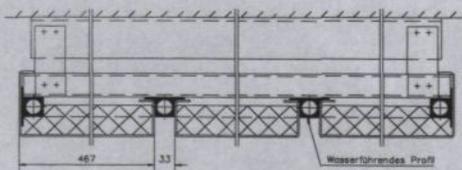
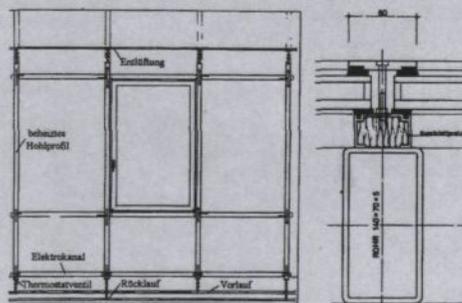
Neben der natürlichen Belüftung durch Öffnbare Fenster wurde das Prinzip der Quelllüftung angewandt, d.h. die Luftaustrittsgeschwindigkeit ist sehr gering und die Zulufttemperatur liegt nur wenig unter der Raumlufttemperatur. Durch die Nutzung der gesamten Brüstung für Luftauslässe kann eine mehr als ausreichende Luftaustauschrate erreicht werden. Die Quelllüftung vermeidet Lüftungswärmeverluste an kalten Tagen.

Ein dezentrales Gebäudeleitsystem (DDC) sorgt für den aufeinander abgestimmten Betrieb aller haustechnischen Anlagen, wobei die Analyse des energetischen Verhaltens des Gebäudes mit den Steuerungsregeln rückgekoppelt werden kann. Dies erlaubt die ständige Anpassung an die tatsächlichen Bedürfnisse.



Oben: Die beweglichen Glaslamellen zum Sonnenschutz der Fassade, Foto und Schnitt durch die Anlage.

Links: Der Querschnitt des Gebäudes zeigt das Oberlicht mit den überbreiten, schwenkbaren Aluminiumlamellen. Rechts: Versuchsaufbau einer „Integrierten Fassade“. Rechts unten: Querschnitt durch Kühldeckenpaneele.



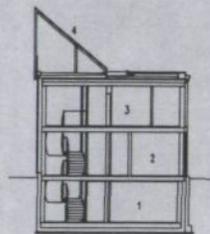
Energieautarkes Solarhaus
 Fraunhofer-Institut für
 Solare Energiesysteme (ISE)
 Oltmannsstraße 22
 W-7800 Freiburg
 Tel. 0761 - 401 40

Das Einfamilienhaus deckt seinen Energiebedarf zu 100 Prozent aus der thermischen und photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie. Dies setzt voraus, daß die Energieverluste durch die Gebäudehülle soweit wie möglich minimiert werden. Die Nordseite ist hochwärmege-dämmt mit einem FCKW-freien Zellulosedämmstoff aus Altpapierflocken. Die kleinen Fenster zur Belichtung von Treppenhaus und der Flure sind mit dem Superglazing Climatop verglast. Die Südseite ist als Speicherwand mit transparenter Wärmedämmung aufgebaut, die ihre Wärme zeitlich verschoben abgibt und als solare Raumheizung fungiert. Wärmeverluste treten nicht mehr auf. Die Fenster der Südseite sind Holzkastenfenster mit doppelter Wärmeschutzverglasung (Climaplus N). Alle Fenster lassen sich öffnen, aber um Lüftungswärmeverluste an kalten Tagen zu vermeiden, ist das Haus mit einem Lüftungsrohr-netz ausgestattet; die Zuluft wird über einen Wärmetauscher aus der Abluft erwärmt.

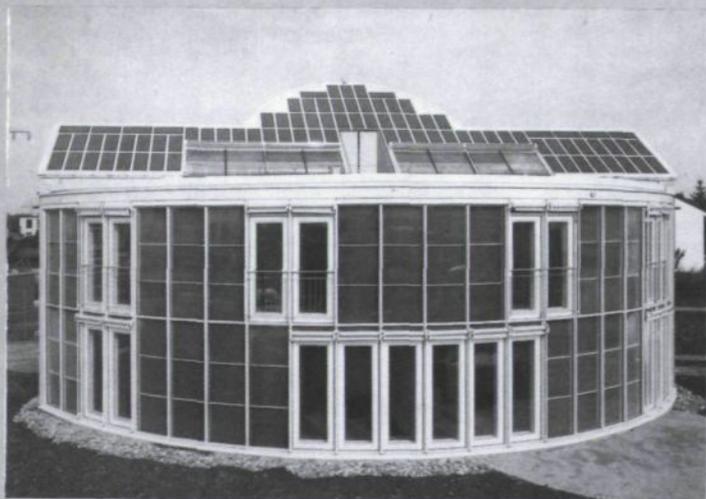
Die Versorgung mit Strom und Warmwasser erfolgt mit Photovoltaikmodulen und Solar-kollektoren. Sie sind auf einem 40 Grad geneigten Stahltragwerk über dem Flachdach so untergebracht, daß eine maximale Solarenergieausbeute über das ganze Jahr möglich ist. 84 PV-Module mit monokristallinen Solarzellen liefern 4500 kWh pro Jahr. Die Kollektoren bedecken

eine Fläche von 14qm und sind in ihrer Leistung intensiviert: Mit Hilfe eines Reflektors werden die Absorberflächen beidseitig von der Sonne beschienen. Die Kollektoren erwärmen das Wasser in einem 1000 Liter großen Speicher im Keller. Um auch im Winter genügend Energie zur Verfügung zu haben, wird der photovoltaisch erzeugte Strom durch Elektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff verwandelt. Die Tanks sind neben dem Haus, teils unter der Erde untergebracht. Das Regenwasser wird in einer Zisterne gesammelt und gefiltert für Toilette und Waschmaschine genutzt.

Die für die Erstellung des Hauses benötigte Energie ist ca. 3 mal so groß wie bei einem konventionellen Massivbau. Durch die hohe Betriebsenergie des konventionellen Gebäudes amortisiert sich der Mehraufwand an Herstellungsenergie bereits in 10 Jahren, d.h. das Haus ist dann energieautark. 120 Sensoren liefern Daten über Energieverbrauch -und gewinne. Außerdem wird das 145qm große Haus in einer zweijährigen Testphase von dem Projektleiter W.Stahl und seiner Familie bewohnt. Es ist öffentlich zugänglich.



Querschnitt



FARBE AUF GLAS

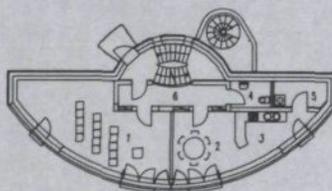
BI-ThermColor®
 Konstruieren und Gestalten
 mit farbbedrucktem Glas.

- Individuelles Glasdesign
- Steuerbarer Strahlungsdurchlaß
- Enorme Kostenreduzierung

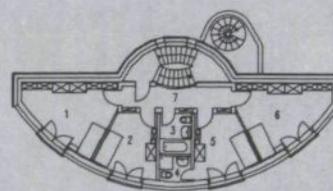
BGT

BGT Bischoff Glastechnik
 Alexanderstraße 2
 D-7518 Bretten
 Tel.: 07252/503-0
 Fax: 07252/503-283

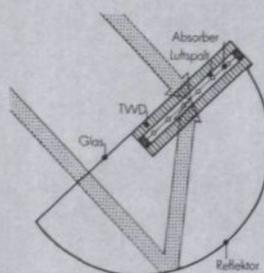
Erdgeschoß



Obergeschoß



Rechts: Prinzip der transparenten Wärmedämmung zur solaren Raumheizung.
 Unten: Solarkollektor mit zweiseitig bestrahltem Absorber.



Holzkastenfenster mit doppelter Isolierverglasung.

