

# Klimafassaden

## Erfahrungsbericht sol-skin Gebäude der GÖTZ GmbH

Der Anfang von allem beginnt immer mit einer Idee, eingebettet in eine Vision, die eines Tages real werden soll. So auch beim Neubau der sol-skin Hauptverwaltung der GÖTZ GmbH in Würzburg. Ziel mit sol-skin war es, den Prototyp eines energiesparenden Verwaltungsbaus mit integrierter Fassade- u. Gebäudetechnik zu entwickeln, der dabei gleichzeitig ergonomische, "naturnahe" Arbeitsplätze beherbergt. Durch die konsequente Abstimmung von Gebäudeform, Konstruktion und Hülle, Anlagenbau und Gebäudeleittechnik, sollte ein gesamtheitliches energetisches Konzept verwirklicht werden, das die vorhandenen natürlichen Energiequellen, wie Tageslicht und Sonnenstrahlung, für

die Deckung des hauseigenen Bedarfs optimal nutzt. Fossile Energieträger sollten nur noch bei Bedarfsspitzen herangezogen werden.

### sol-skin Verwaltungsgebäude

Das Resultat der Idee war ein vollständig transparenter, zweigeschossiger Neubau in Stahlskelettbauweise, mit einem Grundriß von 38 x 38 m bei einer Gesamthöhe von 8,40 m. Geplant und realisiert wurde das Gebäude von den Stuttgarter Architekten Martin Webler und Garnet Geissler, in enger Zusammenarbeit mit Marcus Püttmer, Leiter der Gebäudetechnik der GÖTZ GmbH und dem Statiker Rudi Wolff.

Im Zentrum des kubischen Gebäudes befindet sich das 12 x 12 m große, nach oben offene Atrium mit Innenbegrünung und Wasserfläche. Überspannt wird das Atrium von einer anheb- und verfahrbaren Glas-

dachkonstruktion. Somit kann das Atrium bei schönem Wetter zur zugfreien, natürlichen Belüftung und zur Nachtabkühlung im Hochsommer herangezogen werden.

Einen wesentlichen Bestandteil des energetischen Konzepts bildet die eigenentwickelte Glas-Doppelfassade, die als Klimapuffer zwischen Außenwelt und Gebäudeinnerem fungiert. Die äußere Schale, die sog. Sekundärfassade ist als festverglaste Pfosten-Riegel-Konstruktion ausgeführt. Die Ausfachung besteht aus 36 mm starkem Isolierglas mit einem k-Wert von 1,5 W/m<sup>2</sup>. In der inneren Element-Fassade, der Primärfassade, sind manuell zu betätigende Schiebetüren und elektromotorisch betriebene Kippflügel zur Gebäudelüftung integriert. Die Luftzufuhr erfolgt über den 60 cm breiten Fassadenzwischenraum. Regelbare Lüftungsklappen im Sockel- und Attikabereich der

Sekundärfassade regulieren die natürliche, vertikale Konvektionsströmung in der Fassade. Axialgebläse in den Eckpunkten des Gebäudes erzeugen darüberhinaus auf Wunsch eine horizontale Luftströmung in der Doppelfassade zur Verteilung vorgewärmter Zuluft.

Der Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum besteht jeweils aus zwei unabhängig ansteuerbaren Raffstore-Lamellenelementen aus Leichtmetall, die den Lichteinfall ins Gebäude optimieren.

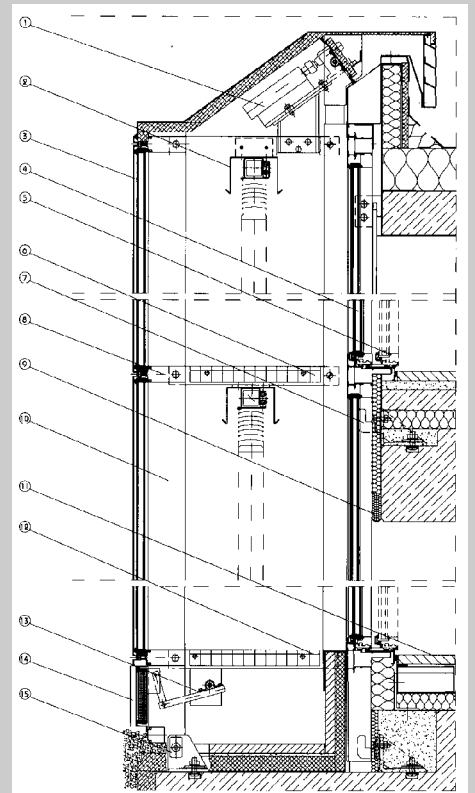
Beheizt wird das Gebäude mit Hilfe eines gasbetriebenen BHKW, welches Erdgas als Primärenergie in elektrische und thermische Energie umwandelt. Die Gesamtleistung des Aggregats beträgt rund 90 kW, wobei zwei Drittel davon auf die Wärmeleistung entfallen. Diese wird in Form von warmem Wasser der Fußbodenheizung zur Verfügung gestellt.

Rechts: sol-skin Gebäude, Ansichten Fassade;  
unten: Atrium 12 x 12 m mit Innenbegrünung.



Gebäudeecke mit Lüftungsklappen im Sockelbereich, Axialgebläse für horizontale Luftströmung, Sonnenschutz aus Raffstore-Lamellenelementen zur Optimierung des Lichteinfalls.

Rechts: Detailschnitt sol-skin Glas-Doppelfassade:  
1. Lüftungsklappen  
2. Abdeckung Raffstores  
3. Sekundärfassade  
4. Primärfassade  
5. Horizontal Schiebetür  
6. Al-Gitterrost  
7. Gußkonsole verstellbar  
8. Al-Riegel-Profil  
9. Deckenabschottung



Gekühlt wird in den Sommermonaten mit Solarenergie. Die Wirkungskette "thermischer Sonnenkollektor - Adsorptionskältemaschine - GÖTZ Rasterkühldecke" ermöglicht eine äußerst energiesparende Konditionierung des Gebäudes, da der Bedarf an Kühlleistung und das Angebot an thermischer Energie aus den Sonnenkollektoren synchron verlaufen.

Die Steuerung der komplexen Gebäudetechnik übernimmt ein LON-Netzwerk in Verbindung mit einem zentralen Leitreechner. Dessen neuronale fuzzy-logic Software ermöglicht das Regeln mit "unscharfen Grenzen", d. h. es können eine Vielzahl von Einflußgrößen flexibel berück-



sichtigt werden. Über 250 In- und Outdoorsensoren messen alle relevanten Zustände, wie beispielsweise Windgeschwindigkeit, Innentemperatur, Anwesenheit etc. und bilden damit den augenblicklichen Zustand des Gebäudes ab. Über 1000 Aktoren, wie Zuluftklappen, Ventilatoren, Blockheizkraftwerk usw. reagieren auf die aufbereiteten Meßwerte der Sensoren und agieren entsprechend.

Seit dem Bezug des Gebäudes werden von der Abteilung Gebäudeleittechnik alle wichtigen Daten der Sensoren und Aktoren kontinuierlich erfaßt und aufgezeichnet. Diese Meßwerte bilden die Grundlage für eine erste Auswertung hinsichtlich des energetischen Verhaltens des sol-skin Gebäudes.

## Energetisches Verhalten

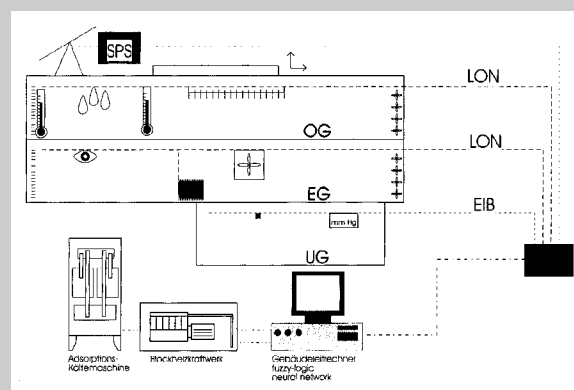
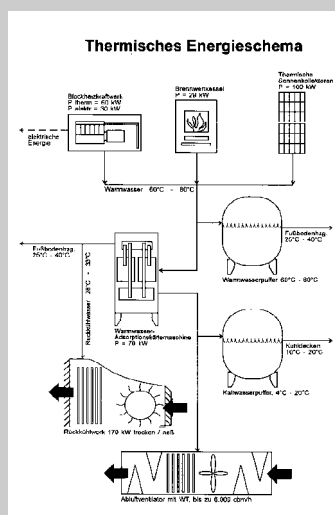
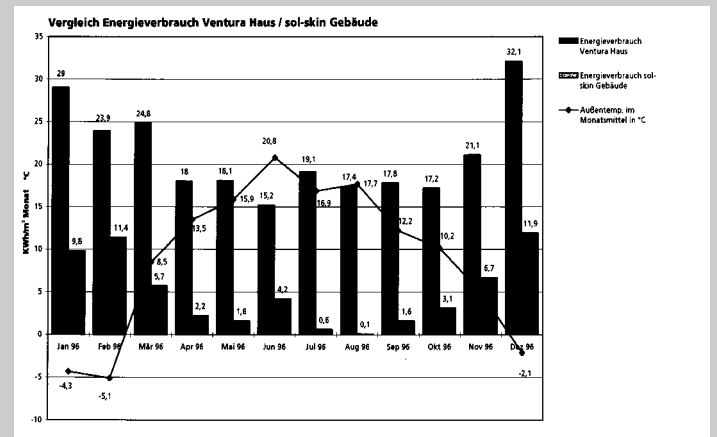
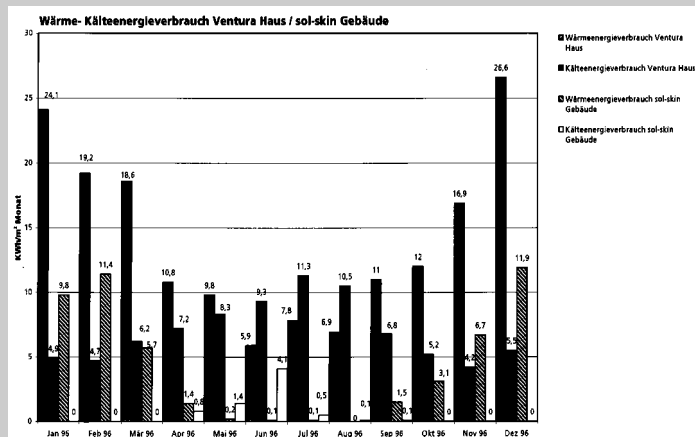
Um relevante Aussagen über den Energieverbrauch und damit auch über das Einsparungspotential des sol-skin Gebäudes treffen zu können, ist es notwendig ein weiteres Gebäude zu Vergleichszwecken heranzuziehen. Die Wahl fiel dabei auf das Ventura-Haus in Eschborn, ein modernes Büro- und Verwaltungsgebäude mit konventioneller Fassadentechnik, das im Herbst 1995 fertiggestellt wurde. Hinsichtlich der Gebäudeversorgung bedient sich das Ventura-

Haus eines Blockheizkraftwerks, einer Absorptionskälteanlage und eines Klimaanlage systems bestehend aus Primärluftanlage mit zentraler Außenluftaufbereitung und Ventilator-Konvektoren.

Im Diagramm 1 wurde der monatliche thermische Energieverbrauch pro qm im Jahr 1996 aufgezeichnet. Als Orientierungsgröße wurde zusätzlich die Außentemperatur im Monatsmittel in °C aufgetragen. Wie die Auswertung zeigt, liegt der Energieverbrauch des sol-skin Gebäudes deutlich unter dem des Ventura-Hauses. Über das Jahr gemittelt, benötigte das sol-skin Gebäude nur rund ein Viertel des Energiebedarfs des Ventura-Hauses. Vor allem in den Sommermonaten wird das Energieeinsparungspotential von sol-skin deutlich, da der Kälteenergieverbrauch des Gebäudes minimal ist, wie Diagramm 2 verdeutlicht. Bei dem Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum handelt es sich vom Wirkprinzip her quasi um einen außenliegenden Sonnenschutz. Dementsprechend ist der Abminderungsfaktor z, der das Verhältnis von durchgehender Wärmeenergie zur auftreffenden Strahlungsenergie angibt, sehr gering (z rund 0,2, im Gegensatz zu innenliegenden Jalousien bei denen der z-Faktor mehr als

doppelt so hoch ist). Dies bedeutet, daß in den Sommermonaten, wo die reflektierenden Seiten der Raffstore-Lamellen nach außen zeigen, ein Großteil der auftreffenden direkten Sonnenstrahlung zurückgeworfen wird, bevor sie sich in langwellige Strahlung verwandelt. Der Gesamtenergiedurchlaßgrad g des Verbundes Außen-, Innenfassade und Sonnenschutz liegt bei dem sol-skin Gebäude bei rund 0,08.

An heißen, sonnenreichen Tagen wird das Gebäude zusätzlich mit Solarenergie gekühlt. Ein thermischer Sonnenkollektor mit einer Gesamtfläche von 200 qm produziert heißes Wasser. Dieses wird einer Adsorptionskältemaschine als "Antriebsmedium" zur Verfügung gestellt, die daraus Kaltwasser von 5-15 °C erzeugt. Die Kälteleistung dieser Anlage beträgt 70 kW. Als Adsorptionsmittel wird Silica-Gel genutzt, ein Stoff, der in der Natur als Mineral vorkommt und problemlos weiterverarbeitet bzw. entsorgt werden kann. Bei geringerer Kühllast erfolgt die Bereitstellung des Kaltwassers mit Hilfe des adiabatisch betriebenen Rückkühlwerks.



Oben links: Ventura-Haus, Eschborn;  
oben: Vergleich des Energieverbrauchs Ventura-Haus/sol-skin;  
links: Energieschema, Steuerung im sol-skin Gebäude.

Mit dem kalten Wasser werden dann die neuentwickelten GÖTZ Rasterkühldecken beschickt. Diese Kühldecken sind als Aluminium-Rasterverbund konzipiert, die Standardrastergröße beträgt in allen drei Dimensionen 80 mm. Aufgrund dieses konstruktiven Aufbaus ist die Energieaustauschfläche rund viermal höher als die belegte Deckenfläche. Die wasserführenden Endloskupferrohre sind fest auf die Oberseite des Aluminiumrasters eingewalzt, und passen sich in ihrem Verlauf den bauseitigen Gegebenheiten an. So lassen sich Aussparungen für Stützpfeiler oder Beleuchtungskörper einfach in den Rasterverbund integrieren. Die spezifische Kühlleistung der Rasterkühldecke beträgt  $163,9 \text{ W/m}^2$  (ermittelt nach DIN 4715-1).

Darüberhinaus erhalten die Kühldecken die volle thermische Speicherfähigkeit der Geschoßdecken. In Verbindung mit dem Atrium und den elektromotorisch betriebenen Kippflügeln in der Primärfassade ermöglichen sie eine optimale Nachtabkühlung des Gebäudes. Dadurch verzögert sich die Erwärmung des Baukörpers am darauffolgenden Tag deutlich. Diese Nutzung der Gebäudemassen als thermischer Speicher ist ein weiterer wichtiger Bestandteil des sommerlichen Kühlkonzeptes, wie Diagramm 3 verdeutlicht. Während die Außentempe-

ratur analog zum Verlauf der Globalstrahlung ansteigt, erwärmt sich das Gebäudeinnere nur langsam. Durch die natürliche, nächtliche Belüftung erreicht das sol-skin Gebäude gegen 7 Uhr morgens, also bei Arbeitsbeginn, seine minimale Temperatur. Die Erwärmung erfolgt dann sehr träge und mit einer geringen Amplitude von  $3^\circ\text{C}$ . Erst gegen 15.30 Uhr erreicht die Innentemperatur im EG mit knapp über  $24^\circ\text{C}$  ihren Tageshöchstwert.

In den Wintermonaten profitiert das sol-skin Gebäude energetisch (Diagramm 1, 2) vor allem durch die Wirkung der Glas-Doppelfassade. Der untere Teil der Raffstore-Lamellenelemente wird mit seiner dunkel beschichteten Absorptionsseite nach außen gedreht. Bei geschlossenen Lüftungsklappen erwärmt sich durch die Sonneneinstrahlung das Luftvolumen im Fassadenzwischenraum und bildet eine zusätzliche thermische Pufferzone. Durch diesen sogenannten "Treibhauseffekt" werden die Transmissionswärmeverluste deutlich reduziert. Der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient einer südlich orientierten Doppelfassade liegt um rund 30 % niedriger als der einer einschaligen Fassade. Südorientierte Fassaden erzielen gerade in den Wintermonaten einen deutlich höheren Strahlungsgewinn wie nordorien-

tierte. So erhält eine nordorientierte Fläche in den Monaten November bis Januar nur rund eine halbe Stunde lang am Tag eine Strahlungsintensität von mehr als  $100 \text{ W/m}^2$ , eine südorientierte Fläche hingegen an 4 Stunden. Damit auch die sonnenabgewandten Seiten des sol-skin Gebäudes von der Solarwärme profitieren, transportieren 40 Axialgebläse in den Eckpunkten die aufgewärmte Luft horizontal um das Gebäude. Das Energieeinsparungspotential des sol-skin Gebäudes liegt in den Winterzeit dadurch bei rund 50 %.

Das BHKW erreicht durch die Kraft-Wärme-Kopplung einen sehr hohen primärenergetischen Wirkungsgrad. Bei der Ausgestaltung des Fußbodens wurde komplett auf textile Bodenbeläge verzichtet. Hier wurde ausschließlich Naturstein verwendet, der sich in Verbindung mit der Fußbodenheizung durch eine hohe thermische Speicherfähigkeit auszeichnet.

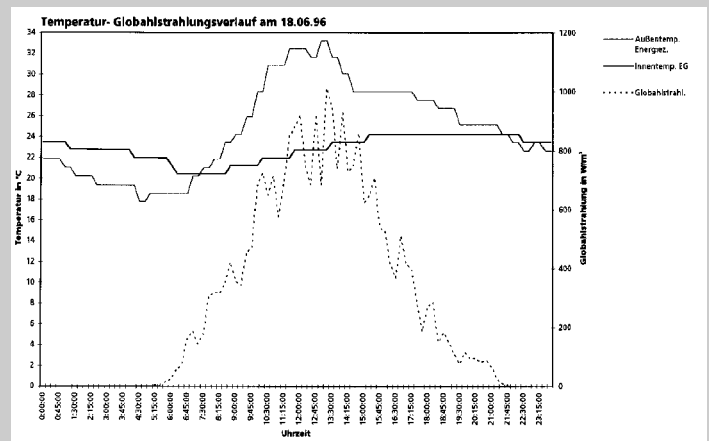
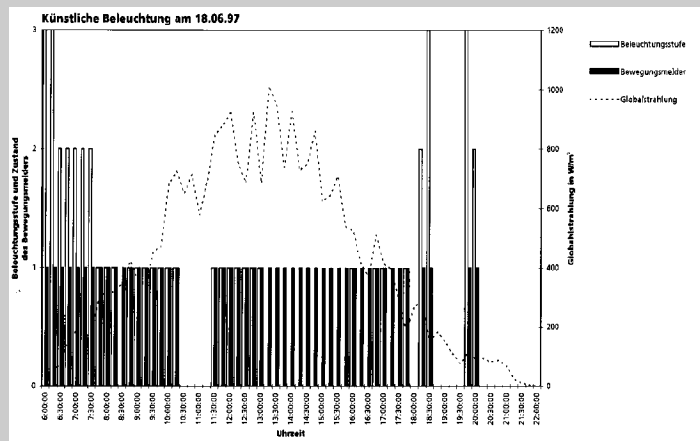
### Beleuchtung

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der sol-skin Philosophie ist die Optimierung der Beleuchtung, da in einem konventionellen Bürogebäude rund 40 % der eingesetzten Energie für Kunstlicht benötigt wird. Aufgrund des komplett transparenten Aufbaus des sol-skin Gebäudes kann das natürliche Sonnenlicht optimal genutzt werden. Die

Aluminiumlamellenelemente im Fassadenzwischenraum lenken das Tageslicht auf die Baumwoll-Spanndecken und diese reflektieren es wiederum direkt auf die Büroarbeitsplätze. Dies garantiert eine größtmögliche optische Behaglichkeit für die Nutzer.

In den Spann- und Kühldecken sind ebenfalls die künstlichen Beleuchtungseinheiten integriert. Energiesparlampen mit den Leistungsstufen 24, 48 und 72 Watt werden über Bewegungsmelder und Lichtsensoren arbeitsplatzspezifisch angesteuert, wie Diagramm 4 verdeutlicht. Bei Anwesenheit am Arbeitsplatz werden die Energiesparlampen in Abhängigkeit des vorhandenen Tageslichts stufenweise geregelt. Falls der Arbeitsplatz nicht besetzt ist, wie beispielsweise zwischen 10.30 und 11.30 Uhr, oder wenn das natürliche Tageslicht ausreicht, wird die künstliche Beleuchtung abgeschaltet. Dadurch wird die Betriebszeit der künstlichen Beleuchtung und der damit einhergehende Energieverbrauch optimiert. In den Abendstunden werden zusätzlich die Raffstore-Lamellen ausgefahren, um das Kunstlicht in die Arbeitsbereiche zurückzereflektieren.

Thomas Lödel  
Bayerischer Architekturpreis '95  
Balthasar-Neumann-Preis '96  
Antonio Petrini Preis '96

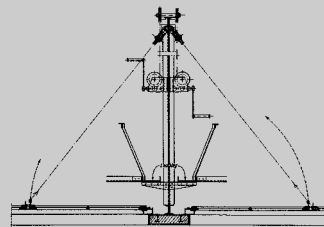


Oben: Künstliche Beleuchtung, Temperatur Relation zum Globalstrahlungsverlauf; links: Baumwollspanndecke mit integrierter Beleuchtung; rechts: integrierter Bewegungsmelder.

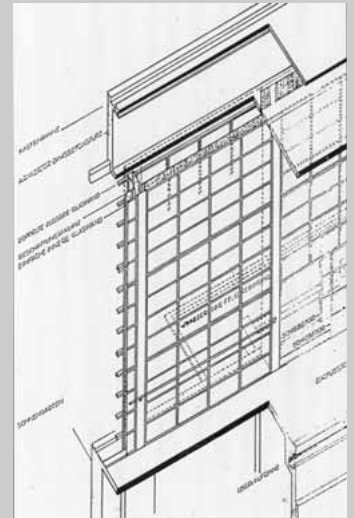
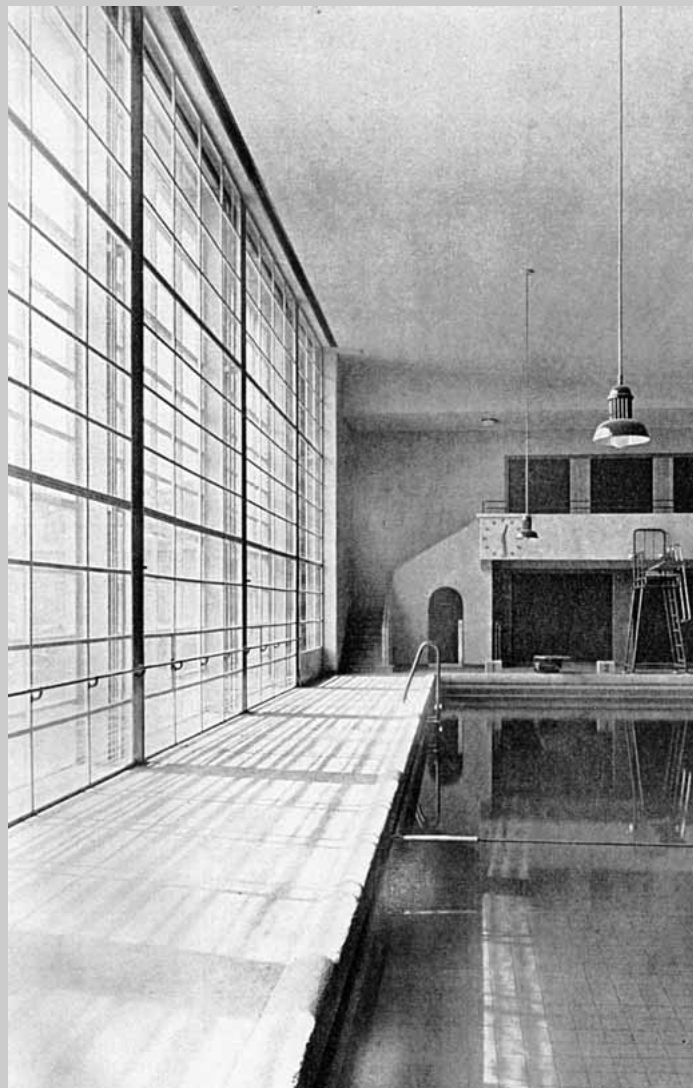
## Frühe Klimafassaden in Hallenschwimmbädern der 30er Jahre

Bereits 1929 wurde im Berliner Stadtbad Mitte von Carlo Jelkmann und Heinrich Tessenow eine Glas-Doppelfassade zur Abmilderung des extremen Gefälles in Temperatur und Feuchtegehalt zwischen Innen- und Außenluft eingesetzt. Im Sommer konnte die gesamte Fassade der damals größten Schwimmhalle Europas (60 x 23 x 12 m) über großflächige, dreiteilige Schiebeelemente (Rahmen und Sprossen Teak 2,60 x 2,49 m) sowie das Glasdach mit großen Klappflügeln vollständig geöffnet werden um dem Ideal der Körperkultur im Freien möglichst nahe zu kommen. Im Winter wurde Warmluft in den Scheibenzwischenraum geführt. Über Serviceöffnungen auf drei Geschossen konnte die warme Luft horizontal und vertikal zirkulieren. So konnte Kondensation an der Innenscheibe vermieden werden und jederzeit ein klarer Blick auf das umliegende Grün gewahrt bleiben. Die Wärme wurde über die damals größte rußfreie Koks-niederdruck-schüttkesselanlage erzeugt, über die Wärmeträger Dampf, Heiß-, Warmwasser sowie Warmluft im Gebäude verteilt und über eine Fußbodenheizung in den Umgängen, Heizkörper in den Wandsockeln sowie spezielle Heizanlagen zwischen den Glasschichten in Fassade und Glasdach abgegeben.

Martin Elsässer empfiehlt 1930 für Schwimmbäder generell doppelte Fassaden und Decken, sowie eine hohe Seitenverglasung insbesondere nach Süden. In seiner Schwimmhalle in Frankfurt Fechenheim kam eine dreischichtige Verglasung zur Ausführung.



Ganz oben: Detail der Klappflügelmechanik zur Öffnung des Glasdaches.



Oben: Schnittaxonomie Schwimmhalle Frankfurt Fechenheim, Arch. Martin Elsässer. Links: Innenansicht der doppelten Glasfassade.



Links: Aufnahme des Stadtbades in Berlin Mitte während der Bauzeit 1929. Im Vordergrund die Stahlstützen als Fachwerk bzw. stehende 'Vierendeelkonstruktion' mit Servicedurchgängen. Im folgenden Arbeitsgang werden die Stützen mit kleinteiligem Ziegelmauerwerk verkleidet.

Doppelte Verglasung Fassadenzwischenraum 90 cm, eiserne TZ-Stege zum Öffnen der Fensterelemente. Innenraum Heinrich Tessenow.

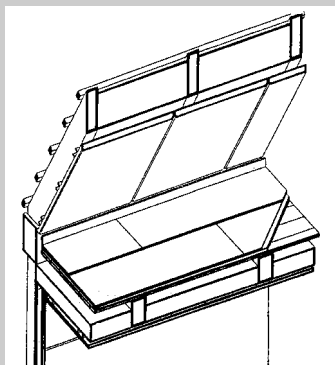
## Dach + Wand

### ReTec-Verfahren

#### Wülfrather Zement GmbH

Das neu patentierte ReTec-Verfahren wurde zur Sanierung von Wärmedämmverbundsystemen mit organischen Beschichtungen entwickelt. Die gängigen Schadensbilder sind Befall durch Algen, Blasen- und Rißbildung. Die Sanierung von schadhaften Kunstharzputz-Fassaden auf Wärmedämmverbundsystemen oder auf traditionellen zweilagigen Außenputzen, ein häufiges Sanierungsproblem speziell von Bauten aus den 60er und 70er Jahren, kann mit Hilfe des ReTec-Mörtel RT 956 gelöst werden. Hierzu wird die Oberfläche der Putzfassade horizontal und vertikal mit Hilfe eines Spezialwerkzeuges aufgeschlitzt. Diese mechanische Behandlung bildet infolge der gleichmäßigen Verteilung der vorhandenen Spannungen und der erreichten Diffusionsfähigkeit die Grundla-

ge für den Klebe- und Armierungsmörtel mit hohem Faseranteil zur Erhöhung der Zugfestigkeit des Materials. Die Strukturierung der Altputz-Oberfläche erhöht gleichzeitig die Haftung des neu aufgetragenen Mörtels. In die Putzlage wird ein Wülfratherm-Armierungsgewebe mittig eingebettet (Verdübelung mit mindestens 4 Schraubdübeln pro Quadratmeter) und für die Aufnahme von Oberputzen waagrecht aufgeraut oder abgerieben. Zu den Systemkomponenten gehören die entsprechenden mineralischen Oberputze oder wahlweise eine zusätzliche Dämmschicht, die direkt auf den ReTec-Mörtel 956 aufgebracht wird.



### Megaton-Falzziegel

#### Meindl Dachziegelwerke

Entwickelt wurde ein neuer Großflächenziegel mit ca. 40 % mehr Deckfläche gegenüber dem klassischen Falzziegel bei einem Gewicht von ca. 3,2 kg pro Tonziegel und nur ca. 11 Ziegel pro m<sup>2</sup> (entspricht ca. 36 kg/m<sup>2</sup> Dachfläche). Dies stellt ein vergleichsweise wirtschaftliches System der Tonziegeleindeckung dar. Zudem wird hier durch doppelt überdeckte Seitenverfaltung ein äußerst regensicheres Verfalsystem angeboten. Die Verlegung kann im Verband oder in der Reihe erfolgen.

### Brandschutz-Platte

#### Gyproc GmbH

Durch eine neue 25 mm dicke Massivbauplatte kann mit nur einfacher Beplankung im Dachgeschoß der Brandschutzwert F 90 erreicht werden. Dies war bislang nur mit entsprechend arbeitsaufwendiger doppelter Beplankung und versetztem Fugenbild möglich.

Die entsprechende Massivbauplatte wird mit CD-Profilen an den Dachsparren befestigt und unterscheidet sich damit in der Montage nicht von herkömmlichen einlagigen Gipsplattenkonstruktionen. Die Gyproc Massivbauplatte gibt es auch in der imprägnierten Ausführung für Feuchträume.

### Dachstein

#### Eternit AG

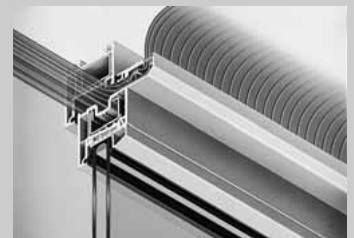
Mit dem Beton-Dachstein 'Esbjerg' in Dreiecksform stellt die Eternit AG eine Messe- und Weltneuheit auf der Bautec vor. Jeder einzelne Stein wirkt wie ein kleines Dach, die Seiten reagieren farblich unterschiedlich auf Sonneneinstrahlung. Sonnenlauf und Tageszeit bilden sich unmittelbar auf dem Dach ab: hell-dunkel bei Sonnenaufgang, allseitig gleichmäßig belichtet mittags, bei Sonnenuntergang Verfärbung in dunkles Grau.

## Fenster + Türen

### KöClimat

#### Kömmerring

Die hohen Wärmedämmwerte der Außenhüllen bei Neubauten oder renovierten Altbauten mit nachträglichem Wärmeschutz gehen einher mit unzureichender Frischluftzufuhr und in der Folge unkontrollierter Lüftung. Um Frischluftzufuhr bei möglichst geringen Wärmeverlusten sicherzustellen, bedarf es einer sinnvollen Kombination aus Grundlüftung und situativem Lüften. Hierfür sieht der Hersteller mehrere Lösungen vor. Anstelle der herkömmlichen Dichtprofile im Fensterbereich werden im Fensteraußenbereich in der Vertikalen spezielle Druckausgleichsprofile auf errechneten Längen eingesetzt oder die vollautomatischen Lüfterleiste 'KöClimat', die sogar witterungsunabhängig (Egalisierung der Druckverhältnisse) eine gleichbleibende Frischluftzufuhr sicherstellt. Der exakt kalkulierte Luftaustausch zwischen Außen- und Raumluft wird gewährleistet. Der Luftaustausch erfolgt zunächst in der Kammer zwi-



schen Rahmen und Flügel. Dort wird die Luft vorgewärmt bevor sie über ein weiteres Druckausgleichsprofil oben am Fenster raumseitig wieder austritt. Die Grundlage des Mechanismus bildet hierbei eine 'Wippe', die freischwebend in der Lüfterleiste lagert und den entsprechenden Ausgleich ermöglicht. Die Dichtigkeit gegen Schlagregen wird nicht beeinträchtigt. Das System ist mit allen anderen Profilen des Herstellers kompatibel.



Oben: ReTec-Verfahren zur Sanierung Wärmedämmverbundsysteme; darüber: Gipskartonplatten einschalig mit F 90 Brandschutzwirkung.



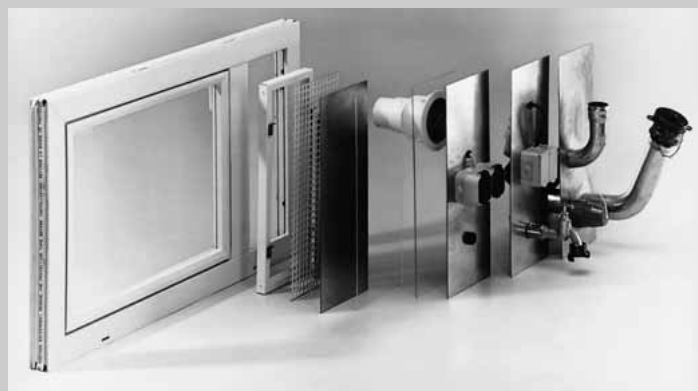


## Laibungsrahmen

**Schöck Bauteile GmbH**  
'Inset' Wärmedämmsystem zur Dämmung von Kellerfenstern. Das Fertigelement besteht aus Laibungsrahmen aus Glasfaserbeton zum Verbund mit Beton und Mauerwerk, einem umlaufenden Fugenband am Blendrahmen, abnehmbarem Wetter-schenkel, Dreh-Kipp-Fenster mit K-Wert  $1,45 \text{ W/m}^2\text{a}$ . Es sollen Wärmebrücken im Kellerbereich vermieden werden.

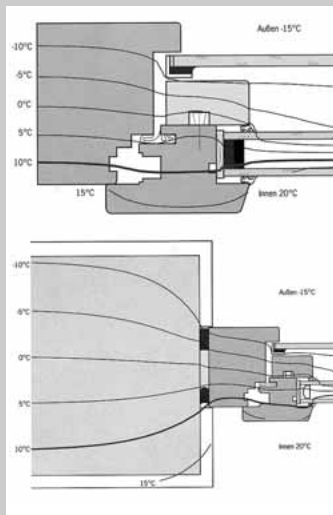
## Multifunktionsfenster

**Schöck Bauteile GmbH**  
Kellerfenster nach demselben Prinzip wie 'Inset', jedoch geteilte Fensterfläche. Neben dem verglasten Öffnungsflügel ist der zweite Teil als Bausatz für andere Einsätze konzipiert, beispielsweise für einen Wäschetrockneranschluß. Ein schnell herausnehmbarer Fixierahmen mit leicht drehbarem Schnellverschluß ist bereits eingebaut. Erhältlich in drei Größen (100 x 100, 100 x 75, 100 x 62,5 cm für vier Wandstärken 24 - 36,5 cm).



## Ecowin

**Pilkington Deutschland GmbH, Institut für Fenstertechnik (ift), Brockmann-Fenster**  
Gemeinsam von drei Firmen entwickelte neue Verbundfenster-Konstruktion als Energiesparfenster mit einem K-Wert von  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Ost-West-Energiebilanz). Das Fenster zeichnet sich durch eine neuartige Rahmenkonstruktion aus. Im Gebäudeinneren wird vor der Isolierglasscheibe eine Einfachverglasung aus K-Glas angebracht. Sie ist außenbündig auf dem Rahmen befestigt und überdeckt den Öffnungsflügel vollständig.



## Solar-Diode (KSD)

### Ökologic

Das 'KSD'-Fenster ist ein zu jeder Jahreszeit optimal temperiertes 'Energie-Gewinn'-Fenster, welches an die Jahreszeit durch einfaches Wenden um 180 Grad der in einem Drehrahmen eingefassten 2-Scheiben-Spezial-Iso-

lierglasscheibe um eine vertikale Achse angepaßt wird.

Aufbau der Isolierglasscheibe:

1. Scheibe aus Weißglas: 'extra-weißes' Fensterglas ohne Eisen, absorbiert besonders wenig Sonnenstrahlung. Dieses Glas mit hohem g-Wert läßt fast das gesamte Strahlungsspektrum der Sonne passieren. Es ist im Winter Außenseite, im Sommer Innenseite. Der Luftzwischenraum ist mit Edelgas gefüllt.
2. Scheibe aus Grünglas, selektives 'Absorptionsglas' mit emissionsmindernder Beschichtung. Der nicht sichtbare Anteil des Sonnenlichtes wird aufgenommen und in Wärmeenergie umgewandelt. Diese Scheibe (Innenseite im Winter, Außenseite im Sommer) ist bereits bei geringer Sonneneinstrahlung  $3-5^\circ \text{C}$  wärmer als die Zimmertemperatur und strahlt somit Wärme in den Raum ab. Im Sommer wird hier etwa die Hälfte der solaren Einstrahlung absorbiert und die Wärme nach außen reflektiert bzw. konvektiv an die Außenluft abgeführt.

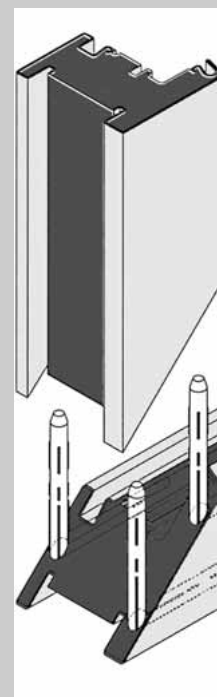
Das KSD-Fenster wirkt somit im Winter als Sonnenkollektor, im Sommer als Sonnenschutz. Bei verriegeltem Drehrahmen entspricht es einem herkömmlichen Dreh-Kipp-Fenster. Der Blendrahmen überdeckt die gesamte Breite des Fensterflügels einschließlich des Drehrahmens, somit wird dieser in keiner Position der Außenatmosphäre ausgesetzt und erreicht insgesamt einen hohen k-Wert; Lichttransmissionsgrad (Sommer/Winter):  $0,53 - 0,57$ . Das Fenster ist bisher nur mit Rahmenmaterial Holz erhältlich. Der Erfinder (Firmen- und Patentinhaber)



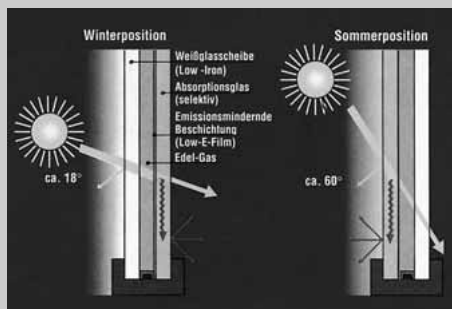
Dr. Heinz Kunert hat unter anderem auch die heizbare Heckscheibe und die Sekurit-Glasscheibe erfunden.

## Fenstersystem RP-Iso-Garant

**RP Technik Mannesmann**  
Energiesparfenster aus Edelstahl mit Hartschaumkern 'Wärmeblock'. Profiloberflächen erhältlich in Natur, gebürstet oder geschliffen. Flächenversetzte und flächenbündige Ausführung von Flügel und Rahmen möglich. Die Rahmenherstellung konnte durch Zusammenbau mit selbstklemmenden Eckverbindern vereinfacht werden. Das übliche Schweißen entfällt. Die Schnittkanten erfordern keine Nachbehandlung, durch vollflächige Verklebung der Hartschaumschnittfläche wird eine hermetisch dichte Rahmenecke erreicht. K-Wert Rahmen unter  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$



Oben: Multifunktionsbausatz Elektro-, Sanitär-, Lüftungskupplung; links darüber: Laibungsrahmen.



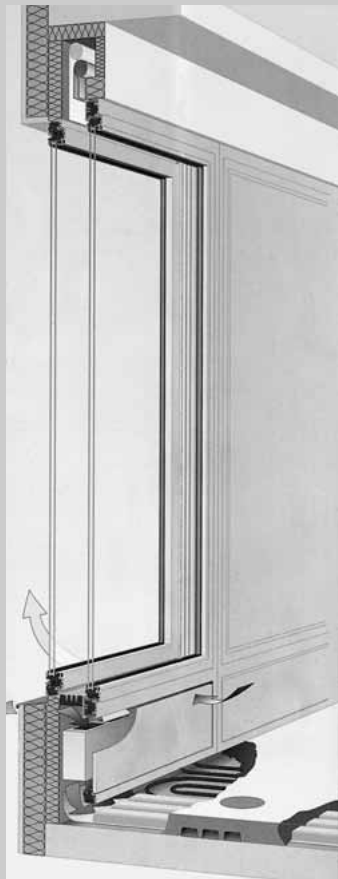
# Fassade

## Trisolar-Fassade

### RP Technik Mannesmann

Integrierte Doppelfassaden- und Systembodentechnik mit bioklimatischem Sonnen- Blend-, und temporärem Wärmeschutz sowie dezentraler Wärmerückgewinnung. Mit dem neuen Konzept soll eine ganzheitlich abgestimmte Technik angeboten werden.

Die Fassade besteht aus einer großflächigen Doppelverglasung als vollentkoppelter Kasten mit Öffnungsflügeln zwischen einem unteren Brüstungsfeld mit integrierten dezentralen Wärmetauschern und einem oberen Deckenblindfeld mit Rollvorrichtungen für zwei elektrisch betriebene Rollblenden. Über die Wärmetauscher wird ein Fußbodenwärmespeicher mit nutzbarer Kälte bzw. Wärme aus der Außenluft zur Nachtabkühlung oder zum saisonalen Nord-Süd-Ausgleich versorgt. Durch eingebaute Wasserrohrschlangen funktioniert der Speicher als integrierte Kühldecke und Wärmeboden mit Wärmeträger Wasser. Spezielle hochdämmende neue Rahmenkonstruktionen



aus Edelstahl bzw. Aluminium mit Polyurethanhartkern ermöglichen über Tag einen k-Wert von 0,48. Bei Einsatz der ausrollbaren durchsehbaren Sonnenschutzblende bzw. des Nachtrollos 'Tophtherm' für den temporären Wärmeschutz verringert sich der Wert auf 0,4 bzw. 0,29. Die Fassadenkonstruktion erreicht ein bewertetes Schallschutzmaß R'w von 47 dB. Die Regelung von Heizung, Lüftung und Kühlung erfolgt über integrierte Steuerungselemente. Das System ermöglicht flexible Leitungsinstallation für Strom, Daten- und Kommunikationsnetze. Durch den Einsatz integrierter Technik sind bei hohem Vorfertigungsgrad insgesamt nur wenig Technikflächen erforderlich.

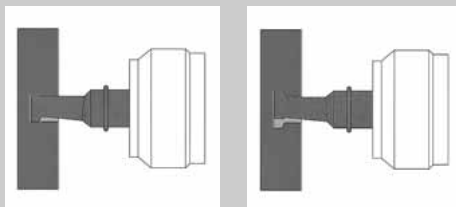
### Hinterschnitt-Fassadenanker Karl Eischeid GmbH

Erste allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die verdeckte Befestigung von Granit-Fassadenplatten ab einer Plattendicke von 20 mm.

Durch ein patentiertes Werkzeug wird ein zylindrisches Bohrloch und die Hinterschneidung hergestellt. Der Hinterschnitt-Anker wird als Sechskantschraube mit Sperrverzahnung in das exakt erstellte Bohrloch eingebracht und sitzt spreizkraftfrei mit exaktem Formschluß. Damit verteilt sich die anliegende Last gleichmäßig auf die Auflageflächen.

Diese Methode der formschlüssigen Verbindung in der Fassadenplatte ist rationell und einfach, da nur ein einteiliger Anker und eine Schraube zur Befestigung erforderlich sind. Das paßgenaue Verbindungsmittel wird exakt auf den Anwendungsfall abgestimmt hergestellt. Das System kann auch für sehr große und schwere Platten angewendet werden. Denkbare Fassadenmaterialien sind armerter Beton, Glas, Keramik, Kunststoff und Zementfaserplatten.

Unten von links nach rechts: Herstellen des zylindrischen Bohrloches, Hinterschneiden, Einbringen des Ankers.



## Sunselect

### Interpane Glas Industrie AG

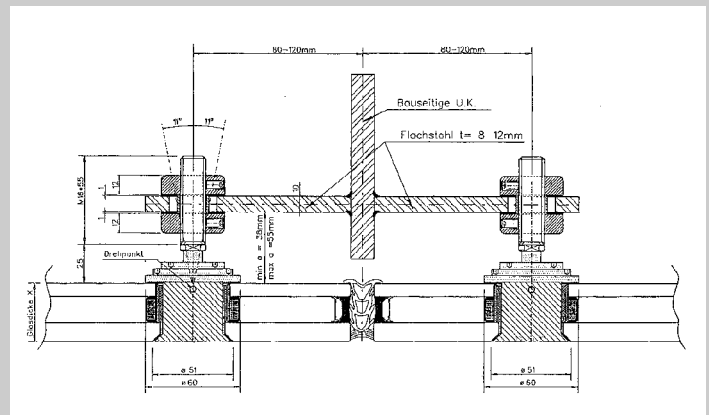
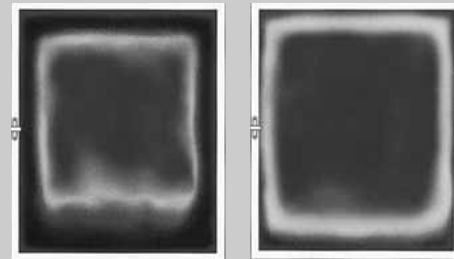
Seit kurzem wird die Beschichtungstechnologie aus der Glasveredlung auch für das Beschichten von metallischen Substraten angewandt. Sie wird damit nutzbar für den industriellen Sonnenkollektorbau.

Ein hochselektives Absorberband 'sunselect' wird als Halbzeug für Solar-Kollektoren zur Steigerung des Wirkungsgrades weltweit erstmals gefertigt. Der besondere Herstellungsprozeß, genannt 'Sputtern', ein Kathoden-Zerstäubungsverfahren zur Beschichtung von Kupferabsorberbändern bis zu 1.20 m Breite, ersetzt den herkömmlichen umweltschädlichen, da gewässerbelastenden, Galvanisierungsprozeß.

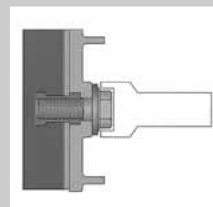
## Thermoplus TIS

### Pilkington Deutschland GmbH

Unter dem Motto 'Energie sparen, speichern und regulieren' wurde eine neue Verbundfenster-Konstruktion patentiert. Sie wird 'warm-edge-System' genannt und verringert, wie in thermografischen Aufnahmen sichtbar wird, durch Ersetzen herkömmlicher Aluminium-Halter durch thermisch optimierte Abstandhalter den Wärmestrom von Isoliergläsern im Randbereich um bis zu 40 %.



Oben: Isolierglashalter Okapoint, werkseitig montiert. Ein drehbar gelagerter Bolzen erlaubt Anpassungen bis zu 15°.



## Okapoint-Haltesystem

### Okalux Kapillarglas GmbH

Beim neuen Glashaltesystem für punktgehaltene Isoliergläser erfolgt die Verschraubung der Glashalter mit dem Isolierglas bereits beim Hersteller, nicht wie üblich auf der Baustelle. Dazu werden in die Bohrungen im Isolierglas werkseits die Halterungen außenbündig eingebracht, lediglich der Bolzen wird auf der Baustelle eingeschraubt. Der Vorteil liegt in der Kontrollierbarkeit des Anpreßdrucks und der prüfbar und damit garantierten Wasserdampfdichtigkeit am Haltepunkt. Ein im Halter eingebautes elastomeres Lager ermöglicht die Drehbarkeit des Bolzens in alle Richtungen (15 Grad) und eine entsprechende Anpassung auf der Baustelle. Die Rückfederung wirkt sich dämpfend auf die Hintergrund-Konstruktion aus. Alle verwendeten Teile sind UV-beständig, bauaufsichtlich anerkannt und geprüft.

## Kapilux-W

### Okalux Kapillarglas GmbH

In Ergänzung zu Okalux als Weiterentwicklung von Kapilux-H wurde das Isolierglas Kapilux-W entwickelt, das zusätzlich zu den Eigenschaften von Okalux (lichtstreuende Wirkung für gleichmäßiges, schattenfreies Licht ohne Blendung) die Durchsicht und damit ein Aufrechterhalten des Kontaktes

nach außen ermöglicht. Der Bereich der Durchsicht hängt von der Länge und dem Durchmesser der Kapillaren ab, die nicht bündig im Luftzwischenraum sitzen, sondern einseitig einen Luftspalt freilassen, der je nach gewünschter Durchsicht wählbar ist (z.B. 16 mm Kapillareinlage, 8 mm Spalt). Damit wird die Möglichkeit zur Variation der Eigenschaften (Lichtdurchlässigkeit, Sonnenschutz, WD) in Abhängigkeit von Einbausituation und Orientierung gegeben. Die weiße Einfärbung der Kapillaren bewirkt zudem eine äußerst gleichmäßige Lichtstreuung.

## Linit-Solarpaneele

### Linzmeier Bauelemente GmbH

Die bisher als Fassadenverkleidung, Wärme- und Schalldämmung eingesetzten Fassadenpaneele werden um eine Wirkungskomponente ergänzt: Sie sind jetzt auch als photovoltaische Elemente (Ausbeute ca. 85 kWh/m²a) einsetzbar. Es handelt sich hierbei um montagetfähige Elemente, deren Plattendicken auf die gewünschten k-Werte abgestimmt werden können, einsetzbar in Verbindung mit verschiedenen Fassaden- und Befestigungssystemen (k-Wert 0,31 bei Gesamtdicke von 124 mm, PUR-Hartschaum-Kern). Anstelle der Linit-Gläser kommt hier eine Deckschicht aus 'Optisol' zum Einsatz. Der an dieser Oberfläche durch Umwandlung aus Sonnenlicht gewonnene Strom wird in das hausinterne Netz eingespeist.

## Siebdruk-Sicherheitsglas

**Grünzweig + Hartmann, Vegla**  
Das speziell für eine hinterlüftete Fassadenkonstruktion aus ESG und Mineralwolle-Dämmstoff mit LZR entwickelte Sicherheitsglas wird auf der Rückseite wahlweise farbig mit Siebdrukmustern bedruckt. Die nicht brennbare Mineralwolle-Dämmschicht, aufgebracht auf einer speziell hierfür entwickelten Aluminium-Unterkonstruktion kann ebenso farbig gestaltet werden (Vlieskaschierung). Für die Glasfassade mit passiver Nutzung von Solarenergie ist ein Patent angemeldet (G+H Fassadentechnik + Vegla).

## Holz

### Leimfreie Spanplatte

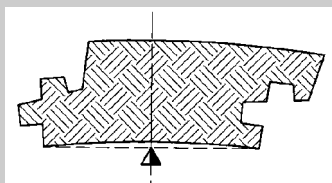
#### Osmo Ostermann + Scheiwe

Im Sinne umweltfreundlicher Produktion von Standardbauprodukten hat Osmo einen neuen Paneeltyp für Wand und Decke entwickelt: Die 'Struktura' Holzfaserverplatte wird völlig ohne künstliche Leime oder Bindemittelzusätze hergestellt. Im Spezialverfahren werden fein zerspanntes Kiefernholz und geringe Anteile Birken-, Tannen- und Fichtenspäne gemischt, mit Wasser angerührt und unter hohem Druck und Temperaturen von 215-230 °C in strukturierte Formen gepreßt. Es entstehen Paneele von hoher Festigkeit mit Umweltgarantie E1. Oberflächenfinish Acrylfarbe, feuerhemmend Brandschutzklasse B2, schall- und wärmedämmend, diffusionsfähig; einsetzbar im Innenbereich, jedoch nicht im direkten Spritzwasserbereich. Das Material kann direkt vernagelt werden, bei Verschraubung werden Verbindungen mit bis zu 215 kg Auszugskraft erreicht.

### Selbstdichtende Holzverbindung

#### Noba Nordbahn gGmbH

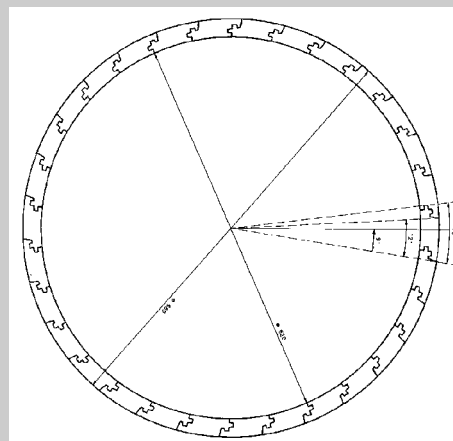
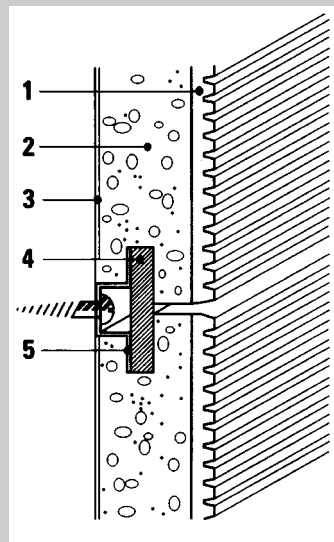
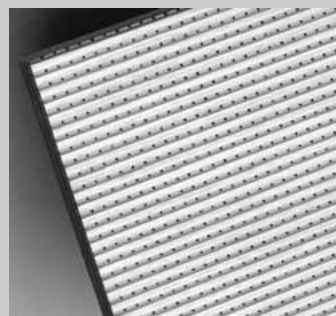
Mit dem Patent für eine neuartige Holzverbindung hat die Noba Behindertenwerkstatt das Böttchern wieder in den Bereich wirtschaftlicher Realität gebracht. Anstelle der überlieferten Technik, nach der gekrümmte zweifach konische Hartholzbretter stumpf gestoßen und mit Hilfe heißer Eisenringe dichtgespannt wurden, steht beim neuen Verfahren ein einziger Arbeitsgang zur Herstellung einer verbindungsmittelfreien Stoßfuge. Durch einen Kehlautomaten erhält jedes Einzelbrett zwei sich ergänzende, mehrfach konische Profilfräsungen auf beiden Seiten. Die Verbindung erfolgt durch Formschluß, Dichtung durch Selbstklemmung. Die Werkstatt produziert mit diesem Verfahren eine preisgünstige Regentonne aus massivem Eichen- oder Lärchenholz.



### Akustikpaneel

#### Lignoform GmbH

Das mikroperforierte, gerillte Holzwerkstoffakustikpaneel 'Quadrillo' auf Hartfasergrundplatte erlaubt eine hochgradige Absorptionsfähigkeit über den gesamten Frequenzverlauf. Das Holzsandwichelement mit neuem Kern aus zementgebundenem Polystyrol wird in allen Laubholzarten, sowie allen Farbaufträgen ausgeführt und kann auch mit gekrümmter Oberfläche hergestellt werden. Homogene Oberflächen erlauben einheitliche Gestaltung. Das Material ist voll recycelbar und erreicht die Brandschutzklasse B1.

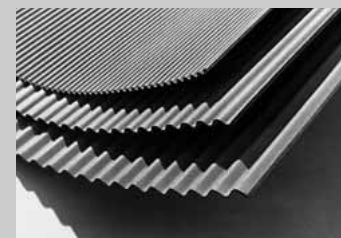


## Baufokus

### Wellboard

#### Well GmbH

'Wellboard' ist ein neuer biegsamer Flächenwerkstoff aus Cellulose. Durch Wellenlängen im cm-Bereich ergeben sich Steifigkeit in Längsrichtung sowie Biegsamkeit und Flexibilität in Querrichtung. Der naturbraune Werkstoff wird mittels Hitze und mit Druck zu wellenförmigen Platten gepreßt. Das Material ist vollständig leimfrei und kann wie Holz bearbeitet werden: Hobeln, Bohren, Schleifen und Kleben. Oberflächenbehandlung mit Lasur und deckenden Farben.



### Sperrholztafeln aus Douglas Fir

#### Osmo Ostermann + Scheiwe

Sperrholzfassadensystem aus geschoßhohen Douglas Fir- oder Fichtensperrholztafeln mit wasserdichten horizontalen Wechselfalzan schlüssen. Die vertikalen Anschlüsse werden mit Überlappung, z-Profilen oder Leisten ausgeführt. Das Sperrholz ist 5 fach wasserfest verleimt, die Schnittkanten müssen jedoch vor Wasser geschützt werden. Oberflächen werden sägerauh oder reliefgebürstet hergestellt. Die Tafeln werden unbehandelt sowie fertig lasiert vertrieben. Formate 244 x 122 oder 274 x 122 cm, auf Geschoßhöhe abgestimmt.

Links: Einzelbohle mit Kehlnutfräsung. Faßquerschnitt mit Verbindungsmittelfreien, selbstdichtenden Fugen; darüber: Akustikpaneel: 1. Quadrillo Membrane 2. Mittelschicht 3. Hartfaser perforiert 4. Holzfeder 5. Hutprofil



# Metall

## Metallgewebe

### GKD, Gebrüder Kufferath

Der klassische Bereich 'Sieb- und Filtertechnik' des Herstellers beinhaltet die Produktion von technischen Geweben in Form von Drahtgeweben und Filterelementen für chemische und pharmazeutische Industrie, Luft- und Raumfahrttechnik sowie Automobil- und Elektronikindustrie. Zu diesen Produktsegmenten im High-Tech-Bereich gehören z.B. die Entwicklung von Turbulenzsieben zur Verhinderung von Verwirbelungen am Luftaustritt der Flugzeugdüsen. Diese technischen Gewebe finden als 'Prozeßbänder' (maximale Webbreite der Endlosbänder: 8 m) auch Anwendung im Umweltschutz, bei der Nahrungsmittelverarbeitung, in der Holzverarbeitenden Industrie

(Siebe für das Schöpfen von Papier) und im Bergbau.

Seit einigen Jahren hat sich das Wirkungsfeld um die Produktion für verschiedene Anwendungsbereiche im Bauwesen erweitert. (Hierfür neu gegründet die Abteilung 'Architektur und Design'). Hierzu gehören - auf den jeweiligen Spezialfall abgestimmt - beispielsweise großmaschige Strukturgitter als Dach- und Fassadenverkleidung (Dominique Perrault, Radsport- und Schwimmhalle Berlin) sowie segelartige Drahtgeflechte als architektonisches Gestaltungsmittel für den Innenbereich eingesetzt anstelle textiler Materialien, die aus brand-schutztechnischen Gründen nicht anwendbar sind (Bibliothèque Nationale, Paris). Es werden jeweils einzelne Gewebeelemente, bestehend aus Rahmenkonstruktion und bespann-

tem Gitterfeld, eingesetzt. Im Fall der Radsporthalle sind die Felder begehbar. Damit kann das gesamte Dach problemlos gewartet werden.

Die Vielseitigkeit des Materials erlaubt speziell auf den Einzelfall abgestimmte Produkte hinsichtlich Draht- bzw. Seilstärke, Webmuster (und damit Oberflächenstruktur), Material und Größe der Maschen. Das spezifische Know-how aus den technischen Anwendungsbereichen findet beispielsweise Anwendung in der Feinabstimmung des laminaren Luftstroms durch ein Metallgewebe zur Minderung der 'Zugigkeit' von Parkhäusern.

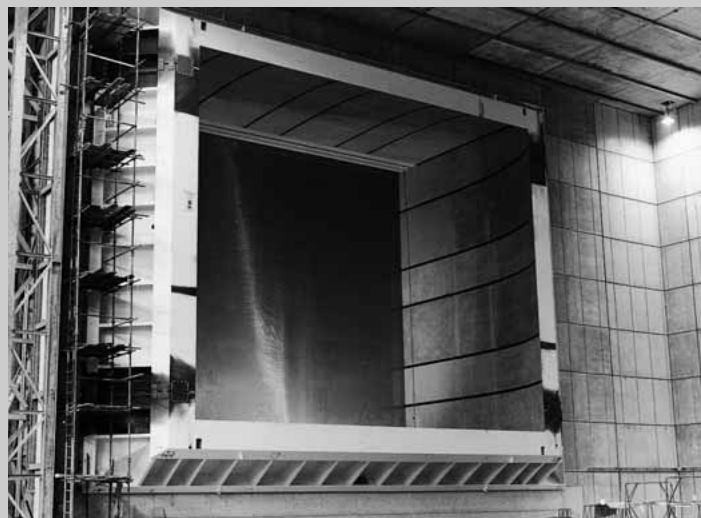
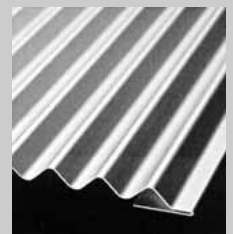
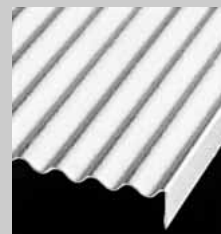
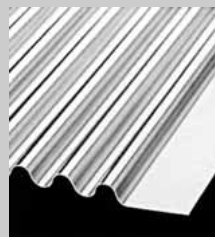
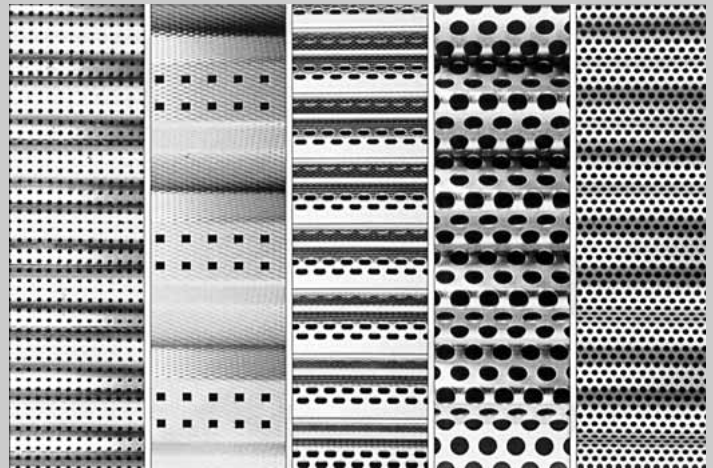
## Welltec

### Metallwarenfabrik Neustadt

Der Hersteller produziert individuell geformte Well-, Trapez- und Strukturbleche mit variabler Oberflächenveredlung in Edelstahl, Stahl, Aluminium, Messing und Kupfer. Die Produkte werden auf den speziellen Anwendungsfall abgestimmt, maßkonfektioniert und liegen damit in Strukturierung und Abmessung außerhalb der Standardartikel (maximale Plattengrößen 1200 x 5500 mm bzw. 1500 x 5000 mm, Materialstärken von 0.5 - 10 mm). Es können beispielsweise bombierte, d.h. zusätzlich in Längsrichtung bzw. gegen das Wellenprofil gebogene Bleche hergestellt werden (Radien bis zu 500 mm). Für die Oberfläche sind unterschiedlichste Strukturen wählbar, auch Lochungen von gewellten Blechen, ganzflächig oder partiell, sind denkbar. Die häufig problematische Lösung der Eck- und Randfelder sowie der Anschlußbereiche zwischen zwei Blechtafeln wird ohne Abdeckbleche durch entsprechende Profilierung oder durch Blechschwerte sowie durch entsprechende Randgestaltung gelöst.



Rechts: Dachverkleidung der olympischen Radsporthalle in Berlin mit großmaschigen Strukturgittern; Architekt Dominique Perrault.



Oben: Turbulenzsieb aus Metallgewebe zur Verhinderung von Verwirbelungen im Windkanal..

## Mobilbau-System C/S Raum Center GmbH

Mobilbau steht für temporäre Büro-, Wohn- und Verkaufsunterkünfte in transportablen Raumzellen. Das modulare 'Transform'-System von C/S ist eine Anpassung der von Großbaustellen bekannten Container-Städte an die erhöhten Anforderungen von Wohnungs- und Messebau. Das Produkt unterscheidet sich vom klassischen Containerbau durch handwerkliche Fertigung in Holz- und Stahlbauweise sowie durch metrische Module in den Maßen 3,00 x 3,00 x 3,00 m, bzw. 6,00 und 9,00 m Länge. Die installierten Zellen werden im Werk vorgefertigt und direkt zur Baustelle transportiert. Das einfachere Grundgerüst für den Rest der Konstruktion wird in einer angemieteten Halle vor Ort montiert. Der Transport aller montierten Teile erfolgt auf Spezialfahrzeug mit Sondergenehmigung ohne weitere besondere Vorkehrungen. Bei der Holzbauvariante wird ein Brett-schichtholzrahmen mit patentierten, neuartigen dreidimensional biegesteifen Eckverbindungen eingesetzt. Die Einheiten können dreigeschossig mit Flächenlasten von 300 kg/m<sup>2</sup> gestapelt werden.



Mobilbaurucksack im Raster 3,00 x 1,50 m von Primärgerüst abgehängt.

## Mobilbau-Rucksack C/S Raum Center GmbH

Das C/S Mobilbauhaus ist ein modulares Raumsystem aus vertikal und horizontal addierbaren Grundmodulen für verschiedenste Raumanforderungen. Das System erlaubt modulare Erweiterungen im Mobilbau. Einzelne Einheiten wie Wohn-, Schlaf- oder Eßbereich werden nach Bedarf wie Rucksäcke an das Kernhaus an- oder wieder abgehängt. Die kleinteilige Rasterung von 3,00 x 3,00 x 3,00 m, bzw. 3,00 x 3,00 x 1,50 m macht das System individuell auf Wohnungsgrundrisse anpaßbar.

## Sanitärzellen aus Edelstahl C/S Raum Center GmbH

Nach Herstellerangabe die erste Edelstahllinie im sanitären Mobilbau. C/S EdelSanitär wird komplett aus V2A-Stahl hergestellt und ist daher hygienischer als konventionelle Elemente. Die Elemente können gekauft oder gemietet werden.

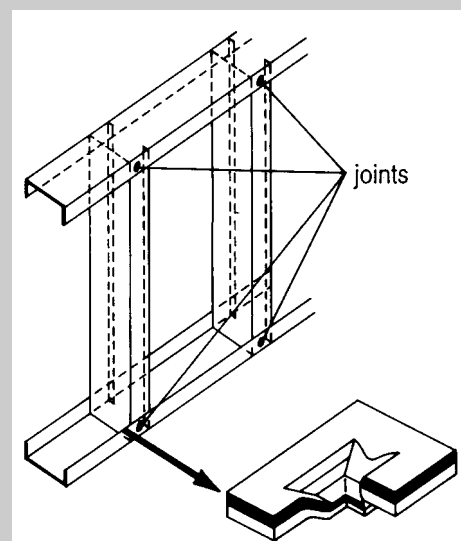


Oben: V2A Sanitärzelle C/S Edelsanitär mit Kuhfuss WC-Becken.

## Stahlblechständerbau Hexaport International Ltd.

Als Alternative zur Holzrahmenbauweise wird von Hexaport eine Stahlblechständerkonstruktion für den Bau von Wirtschaftsgebäuden und Wohnhäusern angeboten. Das System bietet gegenüber der Holzbauweise Vorteile hinsichtlich Brandschutz, Insektenresistenz (Termiten), sowie Standfestigkeit unter extrem hohen Windlasten und ist vor allem auf den amerikanischen Markt zugeschnitten. Für die einfache Montage wurde die Bearbeitung des Werkstoffs Stahl fast vollständig an die Bedingungen der amerikanischen Holzbaumontage angeglichen: Extrem leichte und vollständig vorabgebundene Profile mit abgerundeten Kanten und Ecken werden verpackt und durchnummeriert auf die Baustelle geschickt und dort mit Hilfe eines Spezialwerkzeugs ohne Verbindungsmittel zusammengefügt. Alle Profile verfügen

Rechts: In Stahl nach Vorbild der Holzrahmenbauweise erstelltes Hexaport-Haus; darunter: eine verbindungs-mittelfreie 'Clinch-Verbindung'



über vorgebohrte Öffnungen für Rohrleitungen und Elektroverkabelung. Der komplette Bausatz wird in Amerika vorgefertigt und dann weltweit verschifft.

**Druckfügeaggregat**  
**Walter Eckold GmbH + Co. KG**  
Hydraulikaggregat mit Elektromotor zur Herstellung von Verbindungen zwischen Stahlblechprofilen im Ein-Mann-Betrieb. Für den Stahlblechständerbau repräsentiert dieses Gerät die Analogie zur 'nail-gun' im amerikanischen Holzständerbau. Das leichte Handgerät erstellt mit Druckfügetechnik selbst bohrende Befestigungen ohne zusätzliches Verbindungsmittel oder Nieten durch langsames, gemeinsames Verformen der beiden aufeinanderliegenden, zu verbindenden Bleche oder Kantenteile ('pressjoining-system' oder 'Clinchen').

# Meßtechnik

## Optischer Dehnungssensor IEMB eV - BAM Berlin

Das Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin hat mit der Bundesanstalt für Materialprüfung einbettbare Miniatur-Dehnungssensoren aus Glasfasern entwickelt. Es handelt sich um winzige Meßeinheiten, welche Informationen über Standsicherheit und Bewegungsverlauf eines Bauwerks übermitteln, nutzbar als baubegleitende Qualitätssicherung sowie zur Bewertung bestehender Bausubstanz. Sensortechnik, möglichst in der Bauphase in den Beton dauerhaft integriert, liefert Meßaussagen für die gesamte Betriebsdauer des Bauwerks. Das faseroptische Meßverfahren führt zum 'intelligenten Bauteil'. Aufzeichnungen von Erstarrungs- und Erhärtungsverhalten von Baustoffen, kontinuierliche oder gezielt abfragbare Informationen über das Verhalten im Betrieb (beispielsweise Längendeckung von Brücken, Veränderungen im Tragverhalten, Reaktion auf Temperaturen) zeigen Verformungsänderungen und Schadensereignisse an. Es wird eine sehr hohe Dehnungsauflösung erreicht (ca.  $0,1 \mu\text{m}/\text{m} = 0,0001\%$ ). Bei Verfügbarkeit

entsprechender Monitoring-Technik hätte beispielsweise der Bau des Münchner Olympiastadions vielleicht auch ohne den mittleren Pylon genehmigt werden können.

## Thermografie Mutz GmbH

Thermografie ist mittlerweile ein übliches Verfahren zum Aufspüren von Schwachstellen in Gebäude- und Gerätehüllen. An Gebäuden werden neben Wärmebrücken, Mauerwerksdefekten und Rissen, Isolations- und Dämmungsfehlern auch Wasserschäden in Flachdächern, Leckagen an Fußbodenheizungen, Wasserrohren sowie Lüftungswärmeverluste durch Thermografie mehrfarbig sichtbar. Infrarotsensoren geben nach Oberflächentemperatur abgestufte Abbildungen von wärmeerzeugenden Körpern wieder. Meßbar sind Temperaturen von  $-20$  bis  $1500^\circ\text{C}$ . Das Verfahren wird neben Gebäudemessungen auch für vorbeugende Instandhaltung von Elektroanlagen, Lecksuche, Auffinden von schlecht schließenden Türen und defekten Dämmungen bei Kühltürmen verwendet. Mit Thermografie wird vieles sichtbar, was dem menschlichen Auge sonst verborgen bleibt. Bei der Thermografie von Tieren werden

die Möglichkeiten der Technologie besonders deutlich: Mittels Thermografie kann die Trächtigkeit von Nashörnern, welche üblicherweise bis zuletzt verborgen bleibt, frühzeitig festgestellt werden. Beim Pferdesport können Zerrungen, Muskelrisse oder Entzündungen in den Gelenken diagnostiziert werden.

Die Mutz GmbH stellt diese und andere neue Meßtechnologien in einem Servicebus kleinen und mittleren Unternehmen kostenfrei zur Verfügung. Das Unternehmen wird vom Berliner Senat und der Europäischen Union gefördert.

## Mobile Thermografie-Kamera InfraTec GmbH

Die mobile Thermografie-Kamera 'Varioscan' 3011-st compact erfaßt Temperaturunterschiede von wenigen  $100\text{stel Grad}$ . Die Abspeicherung erfolgt wahlweise intern oder auf wechselbaren Flash-Speicherkarten. Diese Speichermedien sind geeignet zum Datentransfer an den PC oder Macintosh. Die Dokumentation erfolgt mit Farbdruckern. In das kompakte Kameragehäuse sind eine Aufnahmeinheit sowie ein leuchtkräftiges  $4,0\text{-Zoll-TFT}$  Farbdisplay integriert. Die zugehörige Steuersoftware gewährleistet eine schnelle und einfache Bedienung, aktuelle Tastaturbelegungen erscheinen auf dem Display.

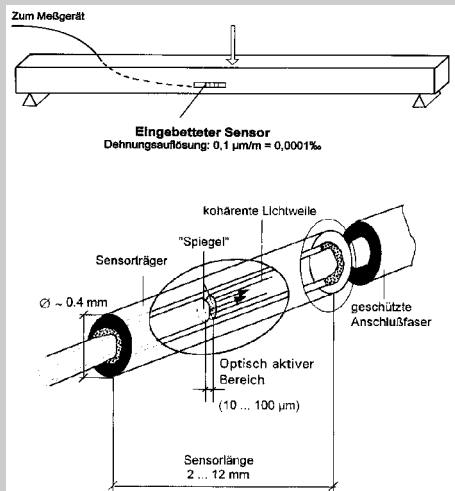
## DISTO Memo

### Gebrüder Wichmann GmbH

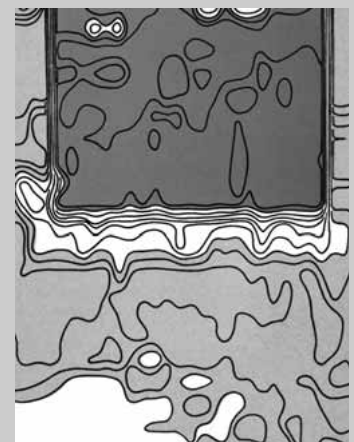
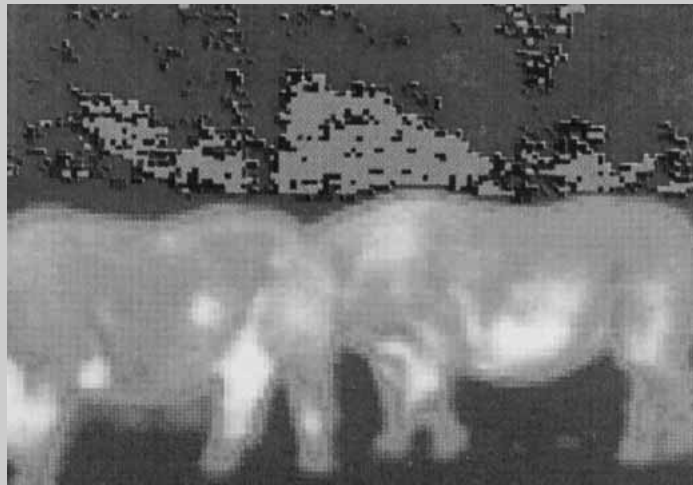
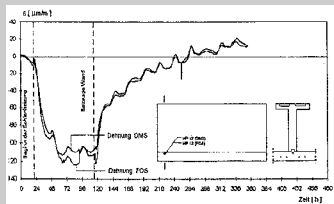
Interner Meßwertspeicher und RS 232-Schnittstelle für die Kommunikation zwischen Baustelle und Büro, für direkte Zweigweg-Kommunikation mit PCs, Laptops, Palmtops und Newton. Mit entsprechender Software können alle Arbeitsschritte vom Aufmaß bis zum fertigen Plan abgedeckt werden. Der interne Speicher erfaßt bis zu  $1000$  Einzelwerte (Strecken, Flächen, Volumina). Speicherung auf dem Gerät oder Übertragung online auf den Rechner, wo die Daten unmittelbar weiterverarbeitet werden können.

## Bauwerksuntersuchung Geophysik GGD

Die Wirkungsbereiche des Institutes kreisen um mehrere Schwerpunktthemen des Bauwesens: Baugrunduntersuchungen nach dem Motto: 'nicht bohren, sondern messen', die Untersuchung von Baukörpern nach verschiedenen Kriterien, archäologische Messungen, Forschung und Analyse, hochgenaue Setzungsmessungen und das Spezialgebiet der Messung und Kontrolle von Wasserdichtheiten. Für jeden dieser Bereiche gibt es vielfältige Anwendungsfälle, wie z.B. die Ermittlung von Verdrehungen der Widerlager einer Brücke durch Messung seismischer Geschwindigkeiten zum qualitativen Nachweis der Spannungsänderungen oder - ein aktueller Anwendungsfall - die Prüfung und Berechnung der Wasserdichtheit der Berliner Baugruben. Hierzu werden stets neue Meßinstrumente und -verfahren entwickelt.



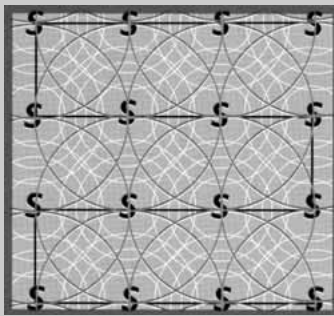
Rechts: Sensor Auflösung  $0,1 \mu\text{m}/\text{m}$ ; darüber: Prüfkörper mit eingebettetem Glasfasersensor.



Oben: Seismische Tomografie eines Fundamentkörpers; links: Thermografie von trächtigem Nashorn; darüber von Plattenbauten.

## Online Monitoring

**Progeo Monitoring GmbH**  
Entwicklung von microcontroller-gesteuerten Leckmelde- bzw. Ortungsanlagen für die Überwachung von Dach- und Bauwerksabdichtungen. Gängiger Anwendungsfall ist die vollflächige und permanente Überwachung zur Vermeidung und Begrenzung von Leckagen. Dafür werden Sensoren bereits bei der Herstellung der Abdichtung in das Bauwerk integriert, unterhalb der zu überwachenden Schicht oder in einem Kontrollraum der zwischen zwei Abdichtungen verlegt wird. Die relevante Schicht ist leitfähig, so daß Feuchtigkeit zuverlässig festgestellt werden kann. Das Meßraster wird auf das jeweilige Objekt abgestimmt, von den Kreuzungspunkten dieses Rasters aus werden Widerstandsänderungen innerhalb der Sensoranlage bzw. in der Abdichtung selbst erfaßt und lösen Alarm aus. Änderungen werden schnell erkannt, die entsprechenden Schäden können genau lokalisiert werden.



Oben: Einbringen der Sensoren für flächige Sensoranlage Progeo Smartex; darüber: Meßredundanz durch Überlagerung.

## Lasertechnik

**Hilti Deutschland GmbH**  
Das neue Produktfeld Lasertechnik zum Loten, Messen, Ausrichten bietet eine Reihe hochpräziser Geräte.

Grundsatz bei der Entwicklung der Geräte war die Bedienbarkeit durch nur eine Arbeitskraft und die Unabhängigkeit von Strom durch leistungsfähigen Batteriebetrieb. Der Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 635 Nanometer ist auch bei hoher Umgebungshelligkeit gut sichtbar und bleibt mit einer Ausgangsleistung unter 1 mW unbedenklich für das menschliche Auge. Alle Geräte sind ausgestattet mit nivellierbarem Untersatz.

Die Wasserwaage nach dem 'Kimme und Korn'-Prinzip zur Peilung erlaubt Messungen mit einer Reichweite bis zu 30 m. Dies geschieht durch ein Strahlteiler-Prisma, das den Hauptstrahl zur genauen Referenzbestimmung horizontal beläßt und einen Teil des Strahles um 90 Grad umlenkt. Die Rotations-Lasergeräte erlauben Ausrichten in vertikaler und horizontaler Ebene. Hier wird gleichzeitig mit zwei Strahlen auf der Rotations-ebene und senkrecht dazu gemessen. Der Dreiaxsenlaser arbeitet entsprechend mit drei im rechten Winkel zueinander stehenden Laserstrahlen mit Strahlungsausstritt aus einem gemeinsamen Zentrum. Dieses Gerät nivelliert sich nach der Platzierung am Standpunkt durch das integrierte Pendelsystem selbsttätig innerhalb von 5 Sekunden. Die Abweichung nach 10 m beträgt  $\pm 3$  mm.

Das Distanzmeßgerät, geeignet vor allem für unzugängliche Stellen und große Entfernungen, zeigt die Ergebnisse auf dem Display an. Es wird zur Berechnung von Flächen und Volumi-

na verwendet. Mit der entsprechenden Zusatzausstattung ('Tracking Funktion') eignet es sich für Dauermessungen und bietet bis zu 100 Speicherplätze.

## Betonprüfgeräte

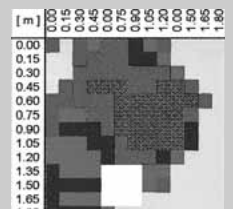
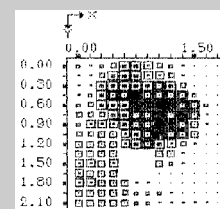
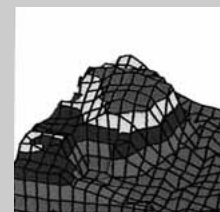
### Proceq

Die Geräte funktionieren als Qualitätsprüfer der Material- und Verarbeitungsqualität ohne Beschädigung des Prüfkörpers (zerstörungsfreie Kontrolle).

Verschiedene Meßgeräte zur Korrosionsanalyse per Potentialfeldmessung liefern Ergebnisse für Meßflächen bis zu 4000 qm. Die Funktionsweise fußt auf dem elektrochemischen Prozeß der Korrosion des Stahls. Das galvanische Element liefert elektrischen Strom, der an der Betonoberfläche über Widerstandsmessung ablesbar ist. Die Visualisierung erfolgt direkt über Graustufen-Grafiken am Display des Anzeigegerätes. Verschiedene Aufsätze für die eingesetzten Stabelektroden ermöglichen einfache Handhabung.

Ultraschallgeräte, die durch die Ermittlung der Schallgeschwindigkeit im Material Auf-

schluß über Dichte und Elastizität geben, werden zur Überprüfung der Gleichmäßigkeit des Betons, der Aufdeckung von Hohlstellen, Rissen und Defekten etwa aus Frosteinwirkung, zur Ermittlung der Betonfestigkeit (E-Modul) eingesetzt. Verschieden ausgestattete Bewehrungssuchgeräte verschiedener Ausstattung dienen zum Orten von Bewehrungsstäben und zeigen die kleinste gemessene Betonüberdeckung für die betrachtete Stelle an. Bei entsprechender Vernetzung können direkt nach der Messung Bewehrungspläne gedruckt werden. Alle Geräte sind auf Benutzerfreundlichkeit hin optimiert.



Oben: Digitalisierte Darstellung des Bewehrungsverlaufs (Proceq).

## Fertigung

### Werkzeugfamilie Scaritec AG

Die Scaritec Wärmedämmverbundsystem Gerätetechnik hat sich auf die Entwicklung von Handwerkzeug zur Bearbeitung von Mineralwolle und Hartschaumplatten vor Ort spezialisiert.

Handliche und leichte Universalschneidegeräte mit ausgeklügelter Technik erlauben komplizierte Gehrungs-, Trenn-, Fälz- und Winkelschnitte. Bei einmal eingestellter Maschine können dieselben Schnitte nacheinander präzise wiederholt werden. Die Geräte basieren auf dem Drahtschnittprinzip mit zweifach kippbarem Rahmen. Sie sollen Zeitverluste durch Wege auf dem Gerüst vermeiden, sind mit Spezialhaken direkt in die schon verlegten Platten einhängbar und halten auch auf frischverlegtem Material.

Diverse Anschläge und Schienen mit integrierter Wasserwaage verfügen über die gleiche Spezialhalterung und erlauben sukzessives Einrichten und Schneiden exakter Fensterlaibungen in eingebautem Material mit Hilfe zusätzlicher Handschneidegeräte. Hartschaumplatten werden mit einem elektrisch erhitzten Draht geschnitten, Mineralwolle mit einer Art Laubsäge. Ein weiteres Handschneidegerät ist mit ergonomischem Griff sowie einem radial drehbaren Drahtalthebügel versehen für das Schneiden von Innenecken und konischen Laibungen. Zur ermüdungsfreien Bearbeitung von Untergründen



Oben: Drahtschnittrahmen zweifach kippbar; daneben konische Laibungen, Gehrungen; darunter: Universal-schleifgerät mit zwei gegenläufig drehenden Scheiben.

und Flächen oder Plattenstößen wurde ein Universalschleifgerät entwickelt. Es besteht aus zwei gegenläufig drehenden Schleifscheiben, Antriebswelle, Absaugung sowie einem am Körper zu befestigenden Elektromotor. Verschiedene Aufsätze erlauben u.a. das Abfilzen von Putzflächen.

Mit den schlüssig zusammenwirkenden Hilfsmitteln für Arbeiten an einem vergleichsweise neuen Material als Lösung einer nicht gerade inspirierenden Aufgabe wird eine auch für andere Werkstoffe beispielhaft stringente Werkzeugfamilie angeboten.

### Mauerwerksroboter Lissmac/Kalksandstein

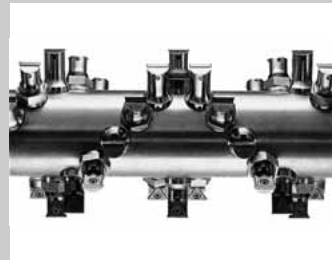
Technisch zur Serienreife weiterentwickelter Mauerwerksroboter der Firma Lissmac, Bad Wurzach. Sie erlaubt vollautomatisches Vermauern geschoßhoher KS-Mauertafeln Stein auf Stein. Mit dem vorgestellten Automaten können in 8 Stunden 140 qm KS-Mauerwerk Steinformat 16 DF vermauert werden. Bei Verwendung großformatiger KS-Tafeln können in der gleichen Zeit 250 qm erstellt werden.



### System Biber

Groh, Prischmann + Schulz Forschung, Entwicklung und Vertrieb einer Fassadenfräse, die ein sehr schnelles und effizientes maschinelles Entfernen von Beschichtungen und Putzen erlaubt. Durch dieses System der technologischen Flächenbereitung entsteht ein im Vergleich zu manuellem Bearbeiten gleichmäßiger Untergrund für die neue Putzschicht. Die Gerüststellung entfällt, da der Werkzeugkopf direkt an einem Hubarm geführt wird. Der Werkzeugkopf dient als Aufnahme- und Antriebsgehäuse für schnell rotierende Werkzeuge wie Fräswellen, Bürsten, Schleifwalzen und Diamantwellen.

Das System sorgt für eine gesundheitliche Entlastung der Bauarbeiter und Baustellenumgebung, da durch eine Absaugung direkt hinter der Fräse stark verminderte Staubbelastung auftritt. Die Beeinträchtigungen durch Baulärm reduzieren sich auf ein Minimum.



## Verschiedenes

**Keramik-Wärmetauscher für Niedrigtemperaturheizung Bomat-Heizungstechnik GmbH**  
Ein System der Abgaswärmerückgewinnung (AWR), welches abgekoppelt vom Kessel funktioniert und daher unabhängig hoch zu fahren ist (70/80 Grad). Anders als bei gängigen Niedrigtemperatursystemen, welche größere Abstrahlflächen benötigen und die bei der Wärmeerzeugung auf niedrigerem Temperaturniveau gefahren werden, sind bei dem vorgestellten System die Heizkörper von Hochtemperatursystemen weiterhin betreibbar (Renovierungsfall).

Während einerseits über den Wärmetauscher im Zuge der Wärmerückgewinnung 40 °C warmes Wasser gewonnen wird, führt der Wärmeverlust beim Gas zu massiver Kondensation der Säure an den Austauschflächen des Aggregates. Dies hat zweierlei Konsequenzen: Da das Abgas dekontaminiert ist, wird kein gemauerter Kamin mehr benötigt, ein einfaches PVC-Rohr reicht aus. Zweitens kann aufgrund der nun auftretenden Korrosion jedoch kein (preiswerterer) Metallwärmetauscher mehr verwendet werden. Dieses Problem wird durch den angebotenen 'Bomat' Keramikwärmetauscher gelöst. Die am Wärmetauscher ausfallende Säure (pro Liter Öl entsteht 1 l Säure mit pH-Wert 2, pro m³ Gas 1,5 l Säure mit pH-Wert 4) wird in einer systemintegrierten Neutralisationsanlage aufgefangen und in Kalkstein gebunden. Dieser muß ca. alle 3 Jahre entsorgt werden und ist laut Herstellerangabe ökologisch unbedenklich.

Durch den deutlich größeren Temperaturunterschied im Gas vor und nach der Kondensation wird mit Keramikwärmetauschern ein erheblich größerer Wirkungsgrad als bei herkömmlichen Systemen erzielt.

### Bike-Lift

**Sommer GmbH Torantriebe**  
Ein Nebenprodukt der Lösung für beengte Garageneinfahrten: die platzsparende Aufbewahrung von bis zu drei Rädern übereinander ist mittels eines einfachen Systems. Die Fahrräder stehen in zwei Schienen, die an die Garagenwand montiert werden, einer Führungs- und Standrinne und werden mit einem elektrischen Lift (einfacher Aus-/Einschalter) nacheinander vertikal verschoben bzw. angehoben.



## Doppelschubdorn Schöck Bauteile GmbH

Es werden neue Doppelschubdorne zur Querkraftübertragung bei Dehnfugen im Stahlbetonbau. Vier neue Varianten für die Aufnahme extremer Querkräfte im Tiefbau, Tunnel-, und U-Bahnbau wurden entwickelt. Bei den patentierten Doppelschubdornen handelt es sich um Armierungsteile die nur Querkräfte übertragen. Längskräfte gehen durch die in Längsrichtung glatt geschliffene Oberfläche nicht in das Stahlteil ein.



## Clou-Fertigarage Zapf Systemgaragen GmbH

System mit 'eiförmigen', sowohl als Einzel- als auch Reihengarage aufstellbaren Fertigbauteilen. Design Award Winner 1998 (Industrie Forum Design Hannover). Mit diesem Konzept wird das zweite Haus neben dem freistehende Einfamilienhaus oder die Reihe kleiner Häuschen als Riegel neben der Reihenhausbauung vermieden. Stattdessen wird eine 'Gartenwelle' mit der Funktion der Aufnahme der Pkws vorgeschlagen. Die 'Clou'-Garage ist als Betonschale konstruiert und in 4 Größen erhältlich, jeweils komplett ausgestattet mit Inneneinrichtung, Tor etc. Extras wie komplexe integrierte Überwachungsanlagen hygrostat-gesteuerte Raumentfeuchtungsanlagen (Trocknen des Autos nach der Wäsche) sind serienmäßig möglich und vorgeordnet. Auch die Anspeisung eines Retentionsbeckens aus dem durch die schräge Fläche anfallenden Wasser wird als Möglichkeit aufgezeigt.

## Hersteller

**Bomat-Heizungstechnik**  
Rengoldshauser Str. 4  
D - 88662 Überlingen  
fon 07551-809970  
fax 07551-809971

**BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung**  
F/E-Projekt BT 6111  
Unter den Eichen 87  
D - 12205 Berlin  
fon 030-81040  
fax 030-8112029

**C/S Raum Center GmbH**  
Frankfurt  
Industriestraße 23  
D - 61449 Steinbach/Ts  
fon 06171-97670  
fax 06171-976710

**Walter Eckold GmbH**  
D - 37444 St. Andreasberg  
fon 05582-8020  
fax 05582-8272

**Eternit AG**  
Geschäftsbereich Hochbau  
Ernst-Reuter-Platz 8  
D - 10587 Berlin  
fon 030-34850  
fax 030-6601249

**Geophysik GGD**  
Bauwerkuntersuchung  
Ges. für Geowissenschaftliche Dienste mbH  
Postfach 1416  
D - 04332 Leipzig  
fon 0341-2421180  
fax 0341-2421231

**Götz GmbH**  
Postfach 190220  
D - 97040 Würzburg  
fon 0931-6678-0  
fax 0931-6678-200

**G & H**  
Grünzweig & Hartmann  
D - 67005 Ludwigshafen  
Postfach 1240  
D - 68521 Ladenburg  
fon 0621-4701651  
fax 0621-4701606

**GKD Gebrüder Kufferath GmbH & Co KG**  
Metallweberstraße 46  
D - 52348 Düren  
fon 02421-8030  
fax 02421-803211

**Groh Prischmann & Schulz**  
Saalmannstraße 7-9  
D - 13401 Berlin  
fon 030-4137038  
fax 030-4136040

**Gyproc GmbH**  
Scheifenkamp 1  
D - 40878 Ratingen  
fon 02102-4760  
fax 02102-476100

**Hewi**  
Postfach 1260  
D - 34442 Bad Arolsen  
fon 05691-820  
fax 05691-82319

**Hexaport International**  
Building Systems  
10N, Riverdale Road  
USA - Weare NH 03281  
fon 001-603-5291000  
fax 001-603-5290400

**Hilti Deutschland GmbH**  
Hiltistraße 2  
D - 86916 Kaufering  
fon 0130-182010  
fax 0130-182011

**IEMB eV**  
Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU Berlin  
D-12200 Berlin  
fon 030-81044633  
fax 030-81041917

**InfraTec GmbH**  
Infrarotsensorik und Meßtechnik  
Gostritzer Straße 61-63  
D - 01217 Dresden  
fon 0351-8718620  
fax 0351-8718727

**Interpane Glas AG**  
Postfach 20  
D - 37697 Lauenförde  
fon 05273-8090  
fax 05273-8547

**Keil Werkzeugfabrik**  
Karl Eischeid GmbH  
Im Auel 42  
D - 51766 Engelskirchen  
fon 02263-8070  
fax 02263-807333

**Kömmerling Gruppe**  
Zweibrücker Straße 200  
D - 66954 Pirmasens  
fon 06331-562596  
fax 06331-562196

**KS Kalksandstein**  
Postfach 210160  
D - 30401 Hannover  
fon 0511-279540  
fax 0511-2795454

**Lignofarm GmbH**  
Tizianplatz 35  
D - 64546 Mörfelden  
fon 06105-22033  
fax 06105-22035

**FJ Linzmeier Bauelemente**  
Schortentalstr.24  
D - 07607 Königshofen  
fon 036691-7220  
fax 036691-72220

**Meindl Dachziegelwerke**  
Josef Meindl GmbH & Co  
Postfach 260  
D - 84402 Dorfen  
fon 08081-290  
fax 08081-2949

**Metallwarenfabrik**  
Neustadt GmbH  
Industrieweg 34  
D - 23730 Neustadt  
fon 04561-51790  
fax 04561-517970

**Mutz**  
Mobiles Umwelttechnik  
Zentrum Ingenieur-GmbH  
Wattstraße 10  
D - 13355 Berlin  
fon 030-4678130  
fax 030-46781399

**Nordbahn GmbH**  
Glienicke Chaussee 6  
D - 16567 Schönfließ  
fon 033056-838-0  
fax 033056-83810

**Ökologie -**  
Ökologische Innovationen  
Mozartstraße 18  
D 78144 Tennenbronn  
fon 07729-922992  
fax 07729-922999

**Okalux Kapillarglas**  
GmbH  
D - 97828 Marktheidenfeld-Altfeld  
Pressediens:  
Richard-Wagner-Str. 11  
70184 Stuttgart  
fon 0711-164430  
fax 0711-1644341

**Osmo Ostermann & Scheiwe GmbH & Co**  
Hafenweg 31  
D - 48155 Münster  
fon 0251-692451  
fax 0251-692451

**Pilkington Deutschland**  
GmbH  
Auf der Reihe 2  
D - 45884 Gelsenkirchen  
fon 0209-1681  
fax 0209-2257

**Proceq SA**  
Riesbachstraße 57  
CH - 8034 Zürich  
fon 0041-3899800  
fax 0041-3899812

**Progeo Monitoring GmbH**  
Huttenstraße 31  
D - 10553 Berlin  
fon 030-3499100  
fax 030-34991030

**RP Technik GmbH**  
Mannesmann  
Postfach 1362  
D - 58733 Wickede  
fon 02377-9250  
fax 02377-925237

## Baufokus

**Schöck**  
PR Agentur Trostner  
Gutenbergstraße 14  
D - 70794 Filderstadt  
fon 0711-770000  
fax 0711-7700010

**Scaritec AG**  
Dellstraße 148  
CH - 4333 Münchwillen  
fon 0041-62-8731133  
fax 0041-62-8731144

**Sommer GmbH**  
Torantriebe  
Hans-Böckler-Str. 23-27  
D - 72230 Kirchheim/T.  
fon 07021-80010  
fax 07021-800150

**well GmbH**  
Schwarzer Bär 2  
D - 30449 Hannover  
fon 0511-9288110  
fax 0511-9288118

**Gebrüder Wichmann**  
GmbH & Co KG  
Marienstr. 19-20  
D - 10117 Berlin  
fon 030-28482100  
fax 030-28482111

**Wülfrather Zement**  
GmbH  
Wilhelmstraße 77  
D - 42489 Wülfrath  
fon 02058-172524  
fax 02058-172378

**Zapf Systemgaragen**  
GmbH & Co  
Nürnberger Straße 38  
D - 95440 Bayreuth  
fon 0921-6010  
fax 0921-601580