

Ein Überblick über neue Produkte und einen neuen Markt

Fortschritte bei TWD

Transparente Wärmedämmung (TWD) ist eine attraktive Technologie, um das Ziel eines stark abgesenkten Heizenergieverbrauchs von Gebäuden zu erreichen. Als Ergänzung zu konventioneller opaker Wärmedämmung eröffnet es der Architektur ein weites Gestaltungsfeld. Trotz dieser Vorteile war die kommerzielle Marktdurchdringung bisher zögerlich. Die erste Dekade war gekennzeichnet durch Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben. Trotz des ökonomischen Risikos und trotz der hohen Kosten, die mit kleinen Märkten verbunden sind, greift eine steigende Anzahl von Unternehmen die Entwicklung auf und präsentiert neue Produkte. Der Artikel versucht diese Tatsachen zu beleuchten.

Während der letzten zwei Jahre erschienen eine Reihe neuer TWD-Produkte. Einige bestehen aus alternativen Materialien, andere sind echte Weiterentwicklungen bestehender Systeme. Am Markt entstand dadurch mehr Wettbewerb [1, 2].

Die Firma *Licht- und Energie-Optimierungssysteme GmbH (LES)*, Rednitzhembach, fertigt TWD-Verglasungen aus Polycarbonat-Wabenstrukturen. Da die meisten Anwendungen bisher mit Tageslichtnutzung und Lichtlenkung verbunden waren, wird das Material in schräg geschnittener Form verkauft. Typische Materialdicken sind 12 bis 50 mm für die Tageslichtnutzung, ansonsten werden Dicken um 100 mm benötigt.

Ebenfalls im Tageslichtbereich operiert die Firma *Colt International* mit dem Material *Moniflex* (Faltstruktur aus Zelloloseacetat, Abb. 2). Die schwedische Herstellerfirma versucht erfolgreich, die

solare Transmission dieses bisher stark reflektierenden Materials zu erhöhen.

Tubus Bauer, Bad Säckingen, produziert transparente Röhrchenplatten bis hinab zu einer Dichte von 40 kg/m^3 aus Polycarbonat, die gute Wärmedämmeigenschaften haben. Die Firma kann auf flexible Anforderungen reagieren und anwendungsspezifische Optimierungen anstreben.

Obwohl die solare Transmission vernachlässigbar ist, beansprucht das Kartonwabenmaterial der österreichischen Firma *ESA* den Namen transparente Wärmedämmung für sich. Als „Solarfassade“ wird eine Niedrigpreisfassade von der Firma vertrieben, die offensichtlich keine Überhitzungsprobleme hat. Geringe solare Energiegewinne (Wirkungsgrade zwischen 6 und 9 % je nach Massivwand) lassen sich auf Grund der Absorption der Solarstrahlung im Material erzielen.

Das transparente Wärmedämmverbundsystem *StoTherm®* der Firma *Sto AG*, Stühlingen, hat bei vergleichbaren Preisen wie das vorige System einen wesentlich höheren g-Wert. Das Produkt wurde im März 1996 auf den Markt gebracht. Die Vorfertigung von beliebigen Elementformen erleichtert die rationelle Anbindung an einen konventionellen Wärmedämmverbund. Die Montage ist schnell und sauber durch Vertragsfirmen gelöst. Ideal ist das System für die Renovierung von gegliederten Altbaufassaden (Abb. 3).

Die erste TWD-Verglasung mit transparent-selektiver Beschichtung, *KAPILUX-H*, wurde von der Firma *Okalux* präsentiert (Abb. 4). Die geschlossene Einheit, Randverbund in bewährter Isolierglas-technik, enthält Edelgas zur Reduktion der Wärmeleitung. Dadurch sind Verglasungsstärken bei sehr gutem k-Wert möglich, die mit kommerziellen Profilen verglast werden können. Die maximal erlaubte Temperatur beträgt laut Hersteller $60 \text{ }^\circ\text{C}$, da sonst der Gasdruck (Volumen 40 l/m^2) zu hoch werden könnte.

Ebenso ein High-Tech-Produkt ist das *HELIORANT™*-Modul der Firma *Schott Rohrglas GmbH*, Mitterteich. Gefüllt mit einer regelmäßigen Anordnung von 80 mm langen Glasröhrchen (Durchmesser 7 mm, Wandstärke $100 \mu\text{m}$) besitzt das Modul sehr hohe optische und ästhetische Qualität.

Die Transmissionseigenschaften von TWD-Modulen können generell noch verbessert werden, indem beispielsweise breitbandige Entspiegelungsschichten

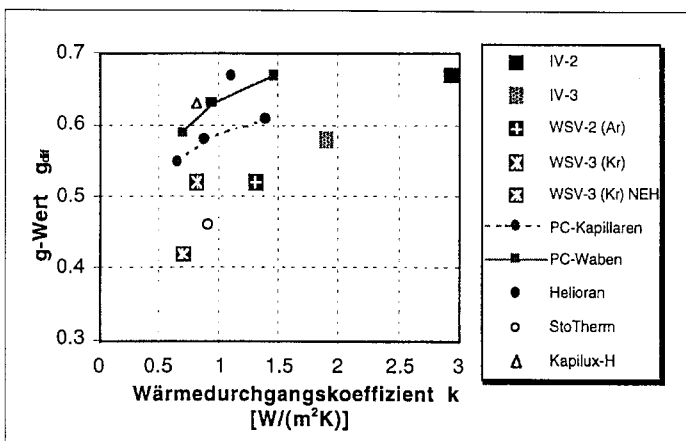


Abb. 1: Kenndaten verschiedener TWD-Systeme im Vergleich zu Mehrfachisolierverglasungen

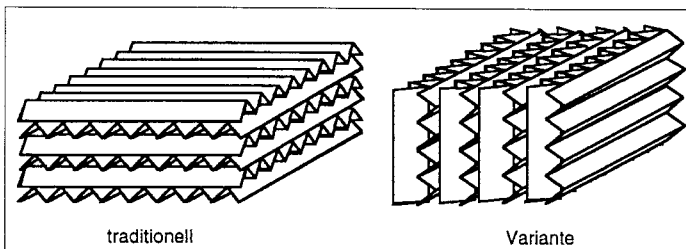


Abb. 2: Strukturoptimierung bei Moniflex-Material

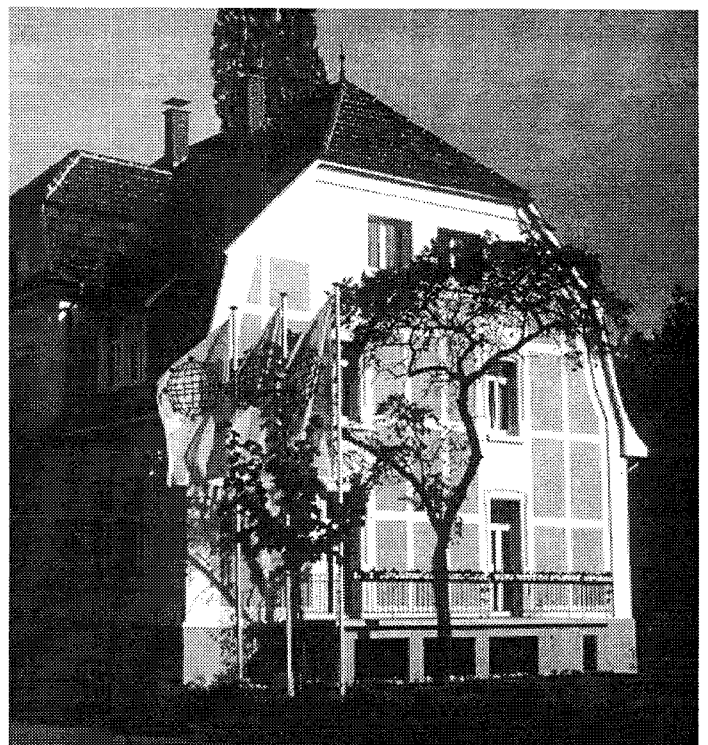


Abb. 3: Ansicht des ISES Headquarters in Freiburg – Renovierte Fassade mit StoTherm
Foto: Platzer

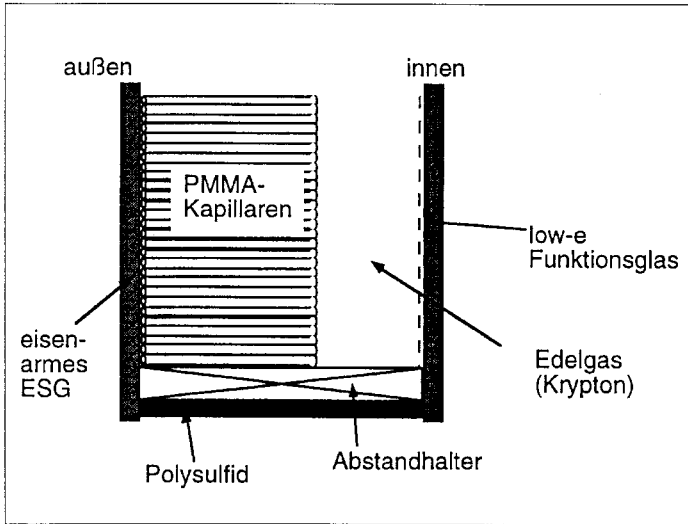


Abb. 4: Aufbau der hermetischen TWD-Verglasung KAPILUX-H

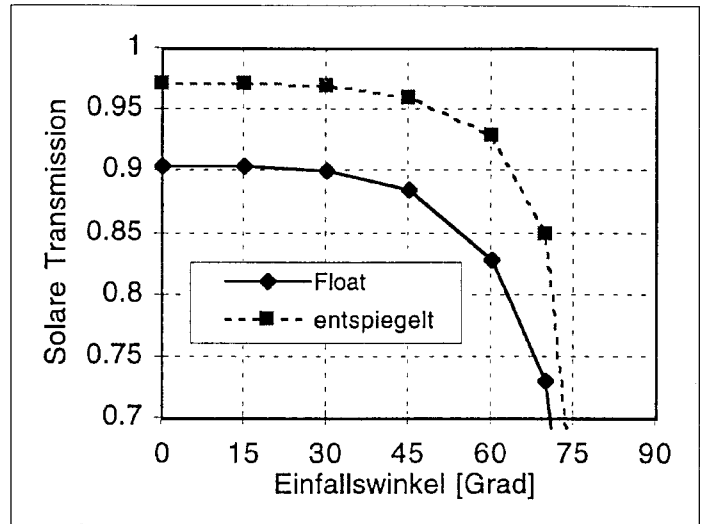


Abb. 5: Erhöhung der Transmission durch breitbandige Entspiegelung

aufgebracht werden, wie sie im Rahmen eines Fraunhofer-Verbundprojektes entwickelt werden (Abb. 5).

Systemtechnik und Verschattung

Das Hauptinteresse bei den Entwicklungen liegt auf der Senkung der Kosten und auf einer Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit. Probleme mit Feuchte und Kondensation in der TWD (Greenpeace, Hamburg) und mit dem Brandschutz (Paul-Robeson-Schule, Leipzig) bei Demonstrationsprojekten konnten behoben werden. Allerdings werden die Kosten durch spezielle Anforderungen und Son-

derkonstruktionen hochgetrieben. Es ist lebenswichtig für eine Technologie, billige und zuverlässige Lösungen zu finden.

Bei großen Fassadenflächen ist es wichtig, die sommerliche Überhitzung durch TWD-Gewinne zu vermeiden. Abgesehen von den üblichen Lösungen mit Jalousien und Rollos sind Alternativen absehbar.

Eine hinterlüftete TWD-Fassade /3/ ist durch einen Schweizer Architekten bei den Solarhäusern Domat/Ems verwirklicht worden (Abb. 6). Das Haus ist rundum mit TWD-Fassade versehen. Während Ost-, Süd- und Westwände

Speicherung über massive Betonwände ermöglichen, ist die Nordseite als Lichtwand ausgebildet. Da das hinterlüftete System keine Verschattungseinrichtungen benötigt, beschäftigen sich auch kommerzielle Anbieter mit diesem System. Die Beherrschung der Strömungsbedingungen, der Temperaturbeständigkeit und der Minimierung von Wärmebrücken sind wesentliche Voraussetzungen für ein fertiges Produkt.

Statische Verschattung mit vertretbaren Verlusten in der Heizsaison ist durch die Faltbleche der Firma Ernst Schweizer AG auch ohne bauliche Maßnahmen an

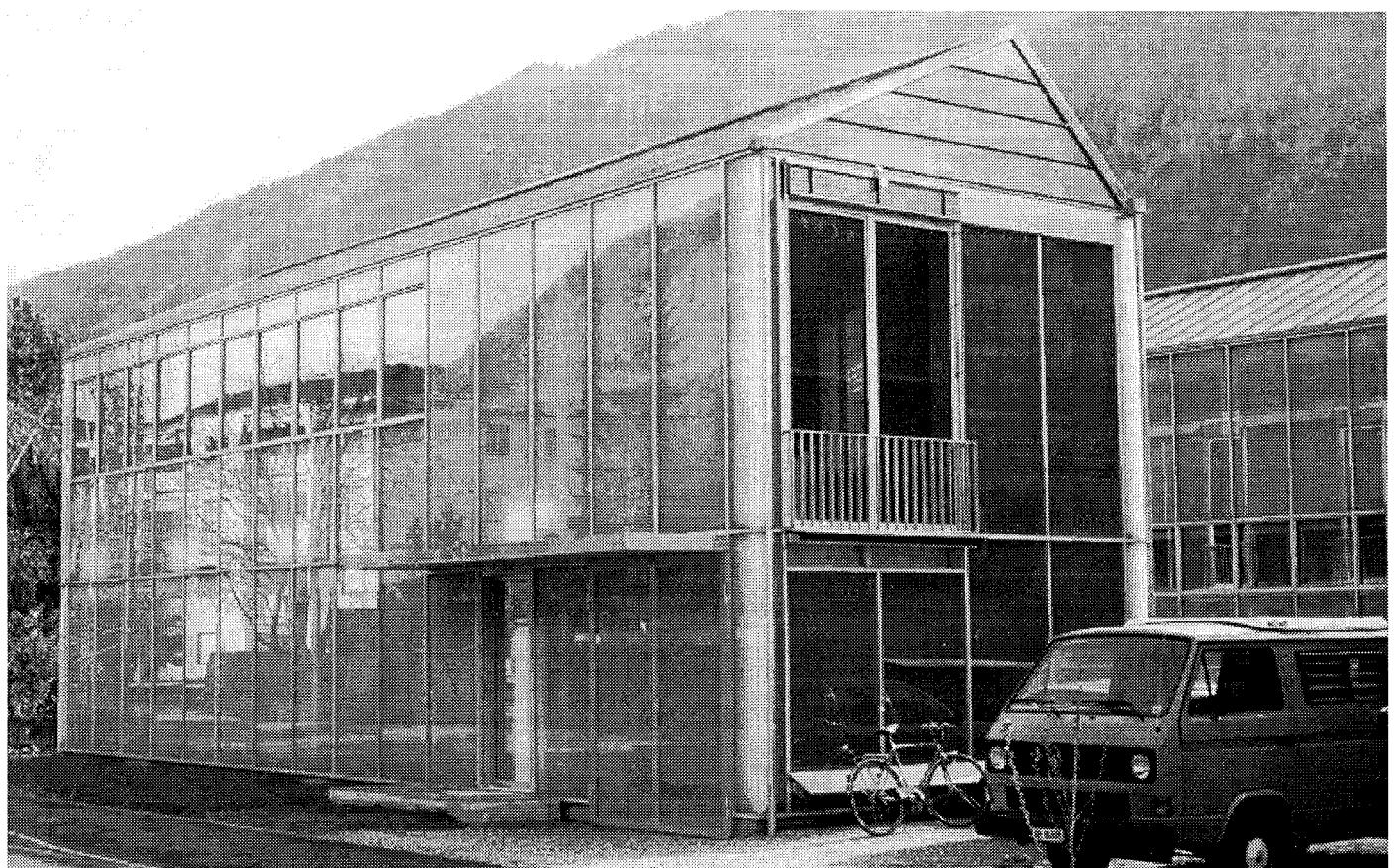


Abb. 6: Ansicht des Solarhauses Domat/Ems (Schweiz) – Vollbelegung der opaken Fassadenfläche mit hinterlüfteter TWD

Foto: Platzer



Abb. 7: Ansicht des Mehrfamilienhauses Wollerau/Schweiz – TWD-Module mit statischen Verschattungsblechen im Brüstungsbereich
Foto: Ernst Schweizer AG

südorientierten Fassaden realisierbar /4/ (Abb. 7, 8).

Eine preisgünstige passive Verschattungsoption versprechen thermotrope Schichten zu werden. Abhängig von der Temperatur wechseln die in Glas oder TWD eingebetteten Schichten zwischen klarem und streuendem Zustand. Die solare Transmission fällt dabei auf unter 10 % /5/ (Abb. 9 und Kasten unten).

Baurechtliche Bestimmungen

Im baurechtlichen Bereich ist der Fortschritt langsam. Eine Vornorm prEN 832 beschäftigt sich mit der Berechnung des Heizenergiebedarfes von Gebäuden. TWD-Solarwände werden behandelt, eine genaue Definition der Parameter wird jedoch nicht gegeben.

Es wird beispielsweise nicht beschrieben, wie die monatlich stark variierenden g-Werte der TWD ermittelt werden können. Die Frage der Nutzbarkeit solarer Gewinne ist unbefriedigend gelöst, da der positive Einfluß der Massivwand nicht berücksichtigt wird.

Analog ist die Lage bei dem bisherigen Entwurf der DIN 4108 Teil 6. In einer gemeinsamen Initiative von Herstellern

und Forschungsinstituten wurde deshalb eine Richtlinie erarbeitet, die eine systematische Ermittlung von Systemkenngrößen aus gemessenen standardisierten Produktdaten ermöglicht. Dies ist ein erster Schritt, der eine Basis für die Einordnung der TWD als Bauprodukt bilden kann, wie es von der europäischen Bauproduktenrichtlinie gefordert wird. Der Kontakt kann über den Autor hergestellt werden.

Marktentwicklung

Etwas mehr als 85 Gebäude wurden in den vergangenen Jahren in den drei Ländern Deutschland, Österreich und Schweiz mit rund 15.000 m² TWD ausgestattet.

Die Tageslichtanwendung ist bei wenigen, vorzugsweise großen Projekten zu beobachten, die Solarwandanwendung im Wohngebäudebereich mit im allgemeinen klei-

nen Flächen. Mehr als zwei Drittel der Fläche wurde in den letzten drei Jahren installiert (Abb. 10).

Auf dem Markt werden in zunehmendem Maße neue Produkte angeboten. Mehr Wettbewerb und Spezialisierung sind die Folge. Ein Arbeitskreis mit etwa 15 Firmen beschäftigt sich mit baurechtlichen Fragen. Dies zeigt, daß die TWD sich allmählich zu einem kommerziell interessanten Produkt entwickelt.

Baurechtliche Hürden, niedrige Energiepreise und fehlende Planungserfahrung halten bisher die Verkaufszahlen niedrig. Marketingbemühungen sind wichtig, um Vor- und Nachteile gegen-

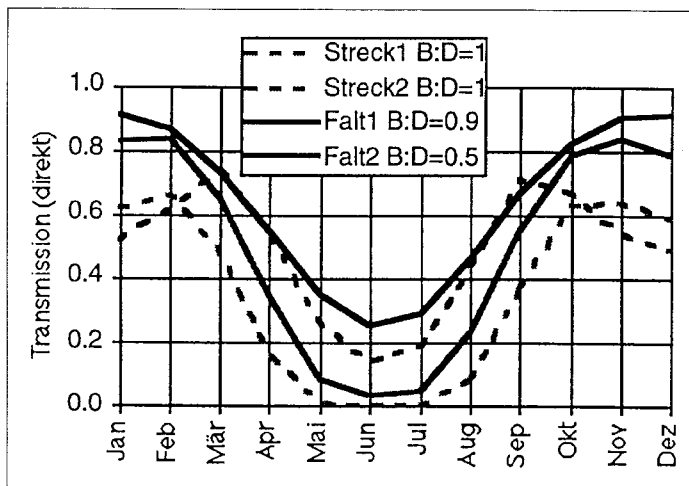


Abb. 8: Saisonale monatliche Transmission von Verschattungsblechen (Prototypen) für direkte Solarstrahlung

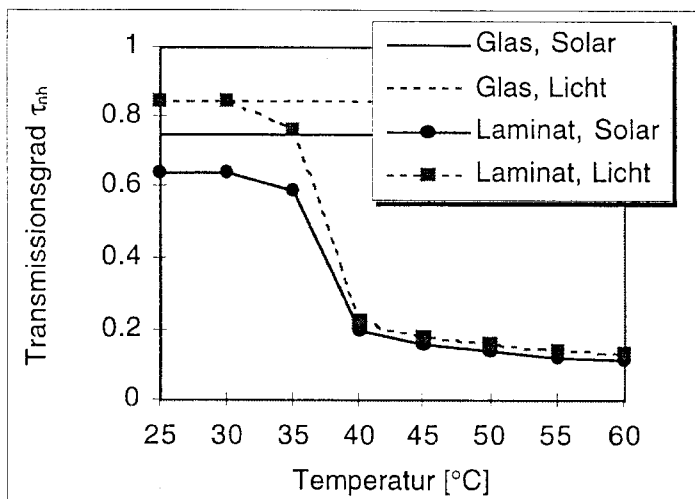


Abb. 9: Schalhub bei Glasscheibe Float mit/ohne thermotrope Schicht

Thermotrope Schichten am Fraunhofer ISE

Thermotrope Materialien, die bei niedrigen Temperaturen Sonnenlicht und -wärme durchlassen, aber bei höheren Temperaturen durch Streuung reflektieren, können Gebäude vor Überhitzung und solar-thermische Anlagen vor Materialzerstörung schützen.

Ein Anwendungsbereich ist die Regelung solarer Gewinne über transparent wärmedämmte Fassaden. Die thermotrope Schicht befindet sich unter der transparenten Abdeckung und verhindert, daß überschüssige Sonnenenergie den Absorber aufheizt und damit das Gebäude erwärmt. Thermotrope Verglasungen eignen sich als Dachverglasung in Fabriken, Museen oder Einkaufspassagen sowie als Fenster in Brüstungs- oder Oberlichthöhe. Sie schützen im Sommer vor Überhitzung und wirken als Blendschutz, der störende Schlagschatten verhindert. In der übrigen Jahreszeit bleibt die Sicht nach draußen frei.



Thermotropes Fenster. Oberhalb der Schalltemperatur wird das klare Fenster selbsttätig weiß reflektierend.
Foto: ISE

über konkurrierenden Konzepten herauszustellen. Wenn niedrige Heizenergiekennzahlen unter 40 kWh/m²a angestrebt werden, ist eine TWD-Solarwand ein Ergänzungsprodukt zur opaken Wärmedämmung. In Konkurrenz steht sie dagegen zu vergrößerten Fensterflächen oder zur Lüftungswärmerückgewinnung.

Die Kosten von TWD-Systemen sind schwer anzugeben (Tab. 1). Erstens sind sie projektabhängig. Der Planungsaufwand schlägt bei Kleinprojekten zu Buche. Zweitens ist die TWD für die Hersteller noch eine Randerscheinung. Kleine und nicht optimierte Anlagen treiben die Kosten nach oben. Die TWD steht am Anfang der Kostendegression mit höheren Stückzahlen. Ein Faktor zwei erscheint möglich.

Schlußfolgerungen

Die Lage ist vielversprechend, aber nicht zufriedenstellend. Der kleine Markt wächst und wird vielfältiger. Breite Informationsvermittlung, einfacher Zugang zu Planungshilfen, Kostenreduktion und baurechtliche Regelungen sind notwendig, um die Technologie voranzutreiben.

Viele Aktivitäten könnten produktunabhängig sein. Daher war die Gründung eines Hersteller-Arbeitskreises ein wichtiger Schritt vorwärts zu einer Zukunft, in der die TWD eine wichtige Komponente zur Reduktion der Energieverbrauchs und zur Erweiterung der planerischen Möglichkeiten ist.

Literatur

/1/ W. J. Platzer, „Transparent insulation materials: A review“, SPIE Conf. Proc. 2255 Optical Mat. Techn. for Energy Eff. and Solar Energy XIII (1994) 616-627

/2/ A. Kerschberger, W. J. Platzer, „Transparente Wärmedämmung: Produkte, Planung, Projekte“, Bauverlag, Wiesbaden (erscheint vorauss. im Herbst 1997)

/3/ G. Liersch, „Untersuchung des Energietransportes in einer konvektiv hinterlüfteten transparenten Wärmedämmfassade“, Fortschrittberichte VDI, Reihe 4 Nr. 120, VDI Verlag (1993)

/4/ H. Hartwig, A. Haller, P. Schneiter, Gebäude mit transparenter Isolation Optimierung des Überhitzungsschutzes, Schlußbericht zum Forschungsprojekt, Ernst Schweizer AG, Hedingen (1995)

/5/ H. R. Wilson, A. Raicu, P. Nitz, J. Ferber, „Thermotropic Glazings“, Tagungsband Window Innovation '95, Toronto, ISBN-0-660-16085-5 (1995) S. 489-498

Fraunhofer ISE, Adressenliste TWD, Öffentlichkeitsarbeit

Über den Autor:

Dr. rer. nat. Werner J. Platzer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg.

	Dicke [mm]	k [W/(m ² K)]	g _{diff} [%]	Richtpreis [DM/m ²]	
				TWD-Paneel	TWD-System
TWD-Systeme					
OKALUX Kapilux H	49	0,8	63	400,-	1.000,-
LES Waben	26 - 100	1,9 - 0,9	k. A.	k. A.	1.000,-
SCHOTT Helioran	90	1,1	67	550,-	1.100,-
SCHWEIZER SolFas	110	0,9	60	-	750,-
STO Therm Solar	104	0,9	48	-	480,-
Lichtwand Profiliglas	105	0,9	48	180,-	300,-
ESA Kartonwaben	126	0,8	13	-	430,-
Holzfenster					
WSV 2fach, Argon	24	1,3	51	150,-	500,-
WSV 3fach, Krypton	32	0,7	37	250,-	650,-
WSV 3fach, Xenon	32	0,4	35	400,-	800,-

Tab. 1: Preisschätzungen und Kennzahlen aus Herstellerangaben für verschiedene TWD-Fassaden

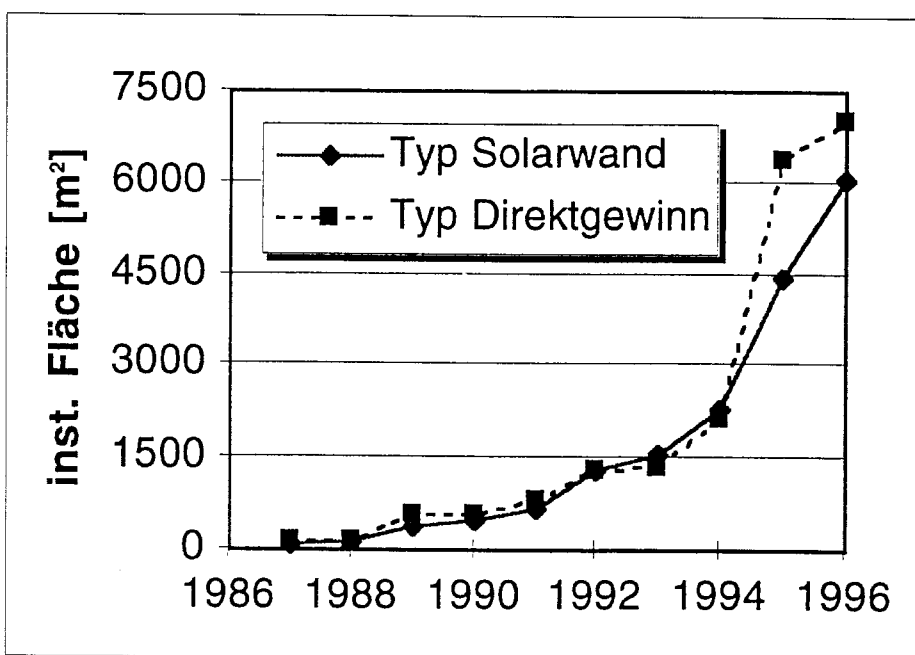


Abb. 10: Akkumulierte Fläche von TWD-Systemen



Was Sie von einem Solarspeicher heute erwarten können?

- Keine Legionellen-Keime durch Durchlauferhitzer-Prinzip
- Sehr gute Umweltverträglichkeit von der Herstellung bis zur Entsorgung
- Sofort warmes Wasser durch neuartiges Schichtensystem
- Heizungsunterstützung mit serienmäßigem Heizungswärmetauscher

CONUS 500 Der Solarspeicher
s. a. Bericht in Sonneenergie 6/95

Conosolar Energiespeicher- und Regelungssysteme GmbH, Dreieichstraße 48
D-80594 München am Meer, Telefon: 069 - 61 99 11 29 Telefax: - 28

