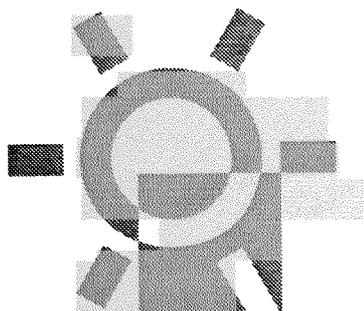


Materialien zu PACER

Passivsolare Elemente bei
Sanierungen und Umbauten

Transparente Wärmedämmung

Sandro Bernasconi
Heini Glauser
Andreas Haller
Andreas Herbst
Beat Züsli



PACER

Bundesamt für Konjunkturfragen

Passivsolare Massnahmen bei Sanierungen und Umbauten: **Transparente Wärmedämmung**

Die vorliegende Publikation wurde im Rahmen des PACER-Projektes «Möglichkeiten passivsolarer Massnahmen bei Sanierungen und Umbauten» erarbeitet. Es befasste sich mit der Anwendung dreier Elemente an Gebäuden: Balkonverglasung, Transparente Wärmedämmung und Luftkollektorfassade. Dazu wurden drei Studien mit Vorprojektcharakter erarbeitet, und die allgemeinen Erkenntnisse wurden in einem Synthesebericht zusammengefasst. Alle 4 Berichte sind einzeln oder als Paket erhältlich (Bestellnummern und Bezugsadresse auf der Seite 2).

Wird heute ein bestehendes Gebäude mit einer *äusseren Wärmedämmung* versehen, so können die Wärmeverluste der beheizten Räume erheblich reduziert werden. Gleichzeitig verhindert aber die lichtundurchlässige Dämmschicht die Nutzung der

Sonnenenergie. *Der Einsatz von transparenten Wärmedämmmaterialien (TWD) erweitert nun die Möglichkeiten der passiven Sonnenenergienutzung.*

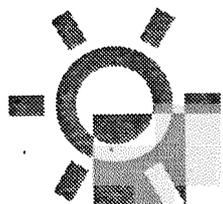
Im vorliegenden Bericht wird das *Prinzip der TWD* vorgestellt, ein *Vorschlag für die Gebäudesanierung mit TWD-Elementen* gemacht und anhand von zwei *Fallbeispielen* die architektonischen Möglichkeiten aufgezeigt. Abschliessend werden die *energetischen Auswirkungen* und das *Kosten-Nutzen-Verhältnis* der TWD-Fassade bei einem Objekt untersucht und *Hinweise zur Planung und Projektierung* sowie zum weiteren Abklärungsbedarf gemacht.

Die Untersuchung zeigt auf, dass bei einer Reduktion der TWD-Elementkosten die Anwendung von TWD im Sanierungsbereich eine sehr *interessante Möglichkeit zur Reduktion des Heizenergiebedarfs* sein kann.

Passivsolare Elemente bei
Sanierungen und Umbauten

Transparente Wärmedämmung

Sandro Bernasconi
Heini Glauser
Andreas Haller
Andreas Herbster
Beat Züsli



PACER

Bundesamt für Konjunkturfragen

Impressum:

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)
Belpstrasse 53
3003 Bern
Tel.: 031/322 2129
Fax: 031/372 4102

Programmleitung: PACER
c/o EPFL-LESO
Dr. Jean-Bernard Gay
Jean Graf
1015 Lausanne
Tel.: 021/693 4549
Fax: 021/693 2722

Ressortleiter: Dr. Charles Filleux
Basler & Hofmann AG
Forchstrasse 395
8029 Zürich
Tel.: 01/387 1122
Fax: 01/387 1101

Autoren: Sandro Bernasconi
Heini Glauser
Andreas Herbst
Beat Züsli
METRON Architekturbüro AG
Abteilung Energie
5200 Brugg
Tel.: 056/48 9111
Fax: 056/48 9100

Andreas Haller
E. Schweizer AG
Abt. Entwicklung
8908 Hedingen
Tel.: 01/763 6380
Fax: 01/763 6431

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes PACER von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen
3003 Bern, Oktober 1993

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern.

Bestell-Nummern:

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und
Umbauten:

Synthesebericht	724.210.1d
Balkonverglasungen	724.210.2d
Luftkollektorfassaden	724.210.3d
Transparence Wärmedämmung	724.210.4d

Form. 724.210.4d 10.93 400

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG/ABGRENZUNG	4
2.	TWD-WANDKONSTRUKTIONEN - ALLGEMEIN	7
2.1	Allgemeiner Aufbau	7
2.2	TWD-Fassadenkonstruktionen	8
2.3	Energiengewinne und Wandaufbau	10
2.4	Praktische Erfahrungen	10
3.	TWD-ELEMENT FÜR DIE BAUSANIERUNG - EIN VORSCHLAG	13
3.1	Konzept	13
3.2	Realisation	13
3.3	Charakteristiken	17
3.4	Beschattung	18
3.5	Schwachstellen und Probleme	19
4.	TWD UND IHRE ANWENDUNG AUS DER SICHT VON ARCHITEKTEN	21
5.	ZWEI FALLBEISPIELE	22
5.1	Sanierung einer bestehenden Gebäudehülle, mit teilweisem Einsatz von TWD-Elementen	22
5.2	Gebäudeerweiterung mit Einsatz von TWD	28
6.	ENERGIE, KOSTEN/NUTZEN	32
7.	PROJEKTIERUNG	35
7.1	Hilfsmittel zur Projektierung	35
7.2	Unterstützung bei der Projektierung durch den Hersteller	35
8.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	36
9.	LITERATURVERZEICHNIS	37

1. EINLEITUNG/ABGRENZUNG

Im Rahmen der PACER-Saniierungsstudie (2. Phase) ist Transparenz Wärmedämmung (TWD) einer der drei ausgewählten Themenbereiche, neben Balkonverglasungen und Luftkollektorfassaden.

Der angestrebte Einsatz von TWD bei Gebäudesanierungen soll durch Antworten auf folgende Fragen geklärt werden:

- o Welches sind die Rahmenbedingungen für die Anwendung von TWD? (z. B. Gebäudetypologie, Architektur, Konstruktion, Ökologie);
- o Welche speziellen Probleme treten dabei auf?
- o Können Aussagen zu Kosten und Nutzen gemacht werden? Und unter welchen Bedingungen ist TWD eine interessante Sanierungsoption?

Was ist Transparente Wärmedämmung, TWD?

Wenn bei einer Aussenwand eines Gebäudes die aussenliegende Wärmedämmung lichtdurchlässig und die Wand dahinter dunkelfarbig ist, erwärmt sie sich bei Sonnenschein stark, aber auch bei diffuser Strahlung (Winternebel) auf eine Temperatur weit über der Aussenluft. Wegen der Isolationswirkung kann nur noch ein kleiner Teil dieser Wärme nach aussen entweichen. Ein grosser Teil der Wärme dringt in die Wand ein und wird auf der Raumseite verzögert wieder abgegeben.

Die Lichtdurchlässigkeit der TWD und der tiefe k-Wert verbinden den passivsolaren Nutzen von Fenstern mit den Vorteilen einer guten Wärmedämmung.

Neben der Anwendung von TWD an Aussenwänden stehen zur Zeit auch zwei andere Verwendungszwecke im Vordergrund des Interesses: hochwärmedämmende Verglasungen (k-Wert < 1,0 k/m²K) und Sonnenkollektoren mit TWD, zur Optimierung der solaren Warmwassererzeugung.

Verschiedene Materialien verfügen über die TWD-Eigenschaften:

- Mehrfachverglasungen (inkl. Mehrfachfolien);
- Waben- und Kapillarstrukturen aus transparentem Kunststoff (z. B. Acryl);
- Kammerstrukturen aus transparentem Kunststoff (z. B. Acrylglaschaum);
- Homogene, wärmedämmende und transparente Strukturen (z. B. Aerogel, ein mikroporöses Silikatgerüst).

Im Rahmen dieser Studie betrachten wir nur die Möglichkeiten von TWD zur wärmetechnischen Optimierung von Aussenwänden bestehender Gebäude.

Vorgehen:

Bis heute ist TWD unter Architekten und Architektinnen noch kaum ein Thema, trotz einigen realisierten TWD-Musterobjekten. Zwei Hauptursachen für dieses bisher schwache Interesse sind sicher die hohen Kosten und das architektonisch fremde Element. Als Ziel dieser Studie sehen wir, neben den obenerwähnten Aspekten, einen Beitrag zur Überwindung dieser Negativaspekte: die Kosten für TWD müssen markant tiefer liegen und TWD braucht gut geeignete Umsetzungs- und Musterobjekte. Auf diesem Hintergrund suchten wir für die Fallstudie (Kap. 5) bestehende, in naher Zukunft sanierungsbedürftige Wohngebäude mit grösseren geschlossenen Wandpartien und/oder einem gleichmässigen Fensterraster. Entsprechende Gebäude sollen standardisierte und minimierte TWD-Elemente (niedrige Kosten) und eine gute architektonische Einbindung ermöglichen.

Die bisherigen Kosten von TWD-Elementen von über 1000 Fr./m² liegen gegenüber nahezu allen Fassadensanierungssystemen (250 - 500 Fr./m²), trotz der solaren Energiegewinne weit jenseits der Wirtschaftlichkeit. Auch ein stark erhöhter Energiepreis kann diese Differenz nie ausgleichen. Aus diesem Grund setzten wir uns als Ziel einen m²-Preis von 500 Fr. für fertig montierte TWD (ohne Beschattung). Durch Verzicht auf eine Beschattung bei Nordorientierung und durch Einsatz von marktgängigen Beschattungselementen (z. B. Lamellenstoren) bei den anderen Orientierungen soll der technische und finanzielle Aufwand auch der Beschattungselemente stark reduziert werden. Das aus diesen Vorgaben entstandene TWD-Element und entsprechende Prototypen (durch Fa. Schweizer) sind im Kapitel 3 beschrieben.

Optionen:

Die architektonische Auseinandersetzung mit TWD allgemein und dem im Laufe dieser Studie entstandenen TWD-System ergab zwei grundsätzliche Möglichkeiten zum Einsatz bei Sanierungsobjekten:

- 0 TWD auf bestehende Wandebene: bei Gebäuden mit grösseren zusammenhängenden Wandflächen (ohne Fenster) und bei regelmässigen Fenstereinteilungen, mit gleichen Abständen. Bei Süd-, West- und Ostfassaden sind vertikale Zwischenbereiche wesentlich geeigneter als horizontale Brüstungsbänder (einfache Beschattungslosungen). An Nordfassaden besteht eine grossere Gestaltungsfreiheit, weil dort auf Beschattungselemente verzichtet werden kann. (Kap. 5.1)

- o Bei älteren Wohnbauten, mit bescheidenen oder engen Platzverhältnissen kann die Sanierung mit partiellen Grundriss-Erweiterungen kombiniert werden. Vor schlecht wärme gedämmte Fassaden werden "Nullheizenergie-Rucksäcke" montiert: Halbvorfabrizierte Anbauten und Erweiterungen, mit TWD-verkleideter Aussenhülle. In diesem Fall dienen die Aufwendungen nicht nur der Sanierung und Energieeinsparung, sondern auch einer bedeutenden Nutzwertterhöhung. Trotz minimaler Eingriffe in die Fassade, kann die neue Fassadeneinteilung optimal auf die TWD-Elemente "angepasst werden. (Kap. 5.2)

Ausblick:

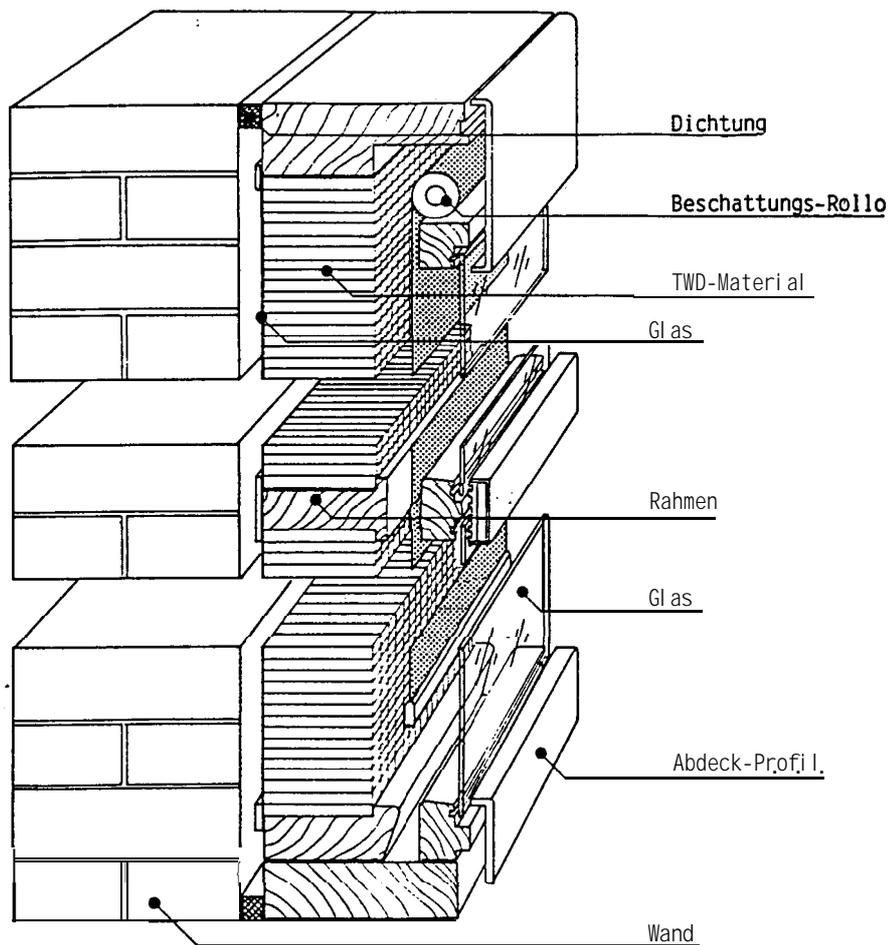
Falls es gelingt, den Systempreis für TWD durch standardisierte Elemente auf den Preis von 500.--/m² oder darunter zu reduzieren eröffnet sich im Sanierungsbereich ein beträchtliches Anwendungspotential. Gegenüber anderen energetischen Massnahmen schliesst TWD sicher mit einem schlechteren Kosten-Nutzen-Verhältnis ab. Die nichtenergetischen Qualitäten von TWD können bei geeigneten Objekten diesen Nachteil durchaus aufwiegen.

2. TWD-WANDKONSTRUKTIONEN - ALLGEMEIN

2.1 Allgemeiner Aufbau

Die heute aus Forschungs- und Demonstrationsprojekten bekannten TWD-Wandkonstruktionen [1,2] bestehen aus einer äusseren Glasabdeckung, einer Beschattungseinrichtung, dem TWD-Material, häufig aus einer inneren transparenten Abdeckung und der Wandoberfläche als Absorber der Sonnenstrahlung. Die Wandoberfläche wird in der Regel mit schwarzer Dispersion gestrichen. Bei TWD-Konstruktionen mit einem Luftspalt zwischen Absorber und Isolation ist eine weitere transparente Schicht auf der Rückseite des TWD-Materials notwendig, um lokale Konvektion zwischen Vorder- und Rückseite der TWD zu vermeiden. Diese Abdeckung kann aus einer Kunststoffolie oder einer weiteren Glasschicht bestehen. In einer modularen Konstruktion werden diese Materialien durch einen Rahmen zusammengehalten.

Figur 1: Typischer TWD Wandaufbau von Pilot- und Demonstrationsobjekten [aus 1]



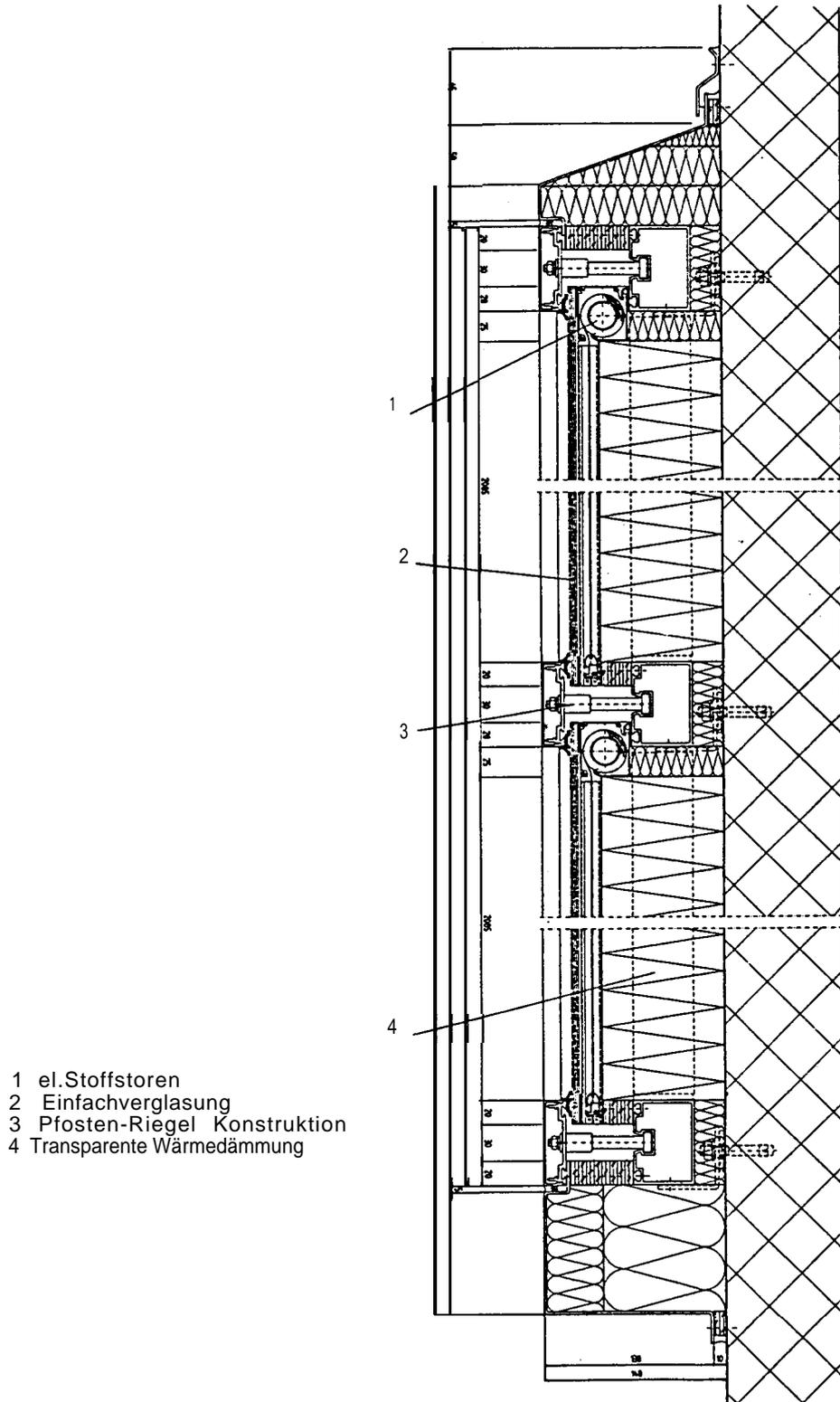
Der Rahmen muss luftdicht auf die Wand montiert sein, um Konvektion und Luftwechsel mit der Umgebungsluft zu vermeiden. Der Rahmen selbst sollte eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen und schlank ausgebildet sein, damit eine möglichst grosse aktive Fläche erreicht wird. Die aussere Glasabdeckung kann aus einem gewöhnlichen oder securisierten Glas bestehen. Die TWD-Wand muss schlagregendicht sein, um Eindringen von Wasser und daraus entstehendes Kondensat zu vermeiden. In der Regel ist eine Beschattung notwendig, um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden und während den Übergangszeiten die Energiegewinne steuern zu können. Häufig werden innenliegende Rollos verwendet.

2.2 TWD-Fassadenkonstruktionen

Als Fassadenkonstruktionen für TWD-Fassaden sind bisher vor allem im Mauerwerk verankerte Pfosten-Riegel-Systeme eingesetzt worden. Diese Stützkonstruktionen nehmen das TWD-Material, die Beschattung und die wasserdichte Glasabdeckung auf. Als zweckmässig haben sich eisenarme Gläser erwiesen, wie sie bei Sonnenkollektoren eingesetzt werden. Das Pfosten-Riegel-System kann in Holz-Metall oder in einem Metallbau-System ausgeführt sein.

Figur 2 zeigt den Vertikalschnitt einer Metallbau-Fassade mit TWD und integriertem Rollo als Beschattung. Die Tragkonstruktion besteht aus einem professionellen, thermisch getrennten Metallprofil-System über mehrere Stockwerke. Die TWD ist in das lichte Mass eingeschichtet und liegt direkt am Mauerwerk, um lokale Konvektion zu verhindern. Damit kann auf die zweite transparente Abdeckung, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, verzichtet werden. Die TWD hat eine begrenzte statische Festigkeit, weshalb das Material bei grösseren Elementflächen durch Zwischenstege abgestützt wird. Das Rollo wird im Luftspalt mit seitlichen Schienen geführt. Auf ausreichende Abstände zwischen Beschattungsfolie, Glas und TWD ist unbedingt zu achten. Dazu werden entsprechende Hartpapierauflagen verwendet. Die Glasabdeckung wird mittels Klemmleiste und Gumdichtung gehalten.

Figur 2: TWD Metallbau-Fassade mit integrierter Beschattung, Vertikal schnitt (Ernst Schweizer AG)



2.3 Energiegewinne und Wandaufbau

Die Energiegewinne der TWD-Fassade hängen im Wesentlichen vom Klima, der Orientierung der Fassade und dem dahinterliegenden Wandaufbau ab. Die grössten Energiegewinne lassen sich in sonnigem Klima erreichen. Die Südfassade ergibt den grössten Sonnenenergieeintrag. Aber auch im Norden erbringt das Diffuslicht einen Nettogewinn über die Heizsaison. Eine Nordfassade kann damit theoretisch zu einem verlustfreien Element werden.

Der Bruttoertrag der Sonnenenergie hängt aber auch vom Aufbau der hinter der TWD liegenden Wand ab. Entsprechend dem Wärmedurchlass und der Wärmespeicherfähigkeit beeinflusst die Wand, wieviel Energie in das Gebäude eindringen kann und mit welcher Zeitverzögerung die Wärme in die Räume angegeben wird. Simulationen zeigen, dass es Wände gibt die sich mehr oder weniger gut eignen. Ideal sind Wände aus 15 - 20 cm Beton. Andere Aussenwände, wie z. B. 15 - 32 cm Backstein oder Kalksandstein sind ebenfalls gut geeignet. Wände mit innen- oder aussenliegender Isolation sind völlig ungeeignet. Im Kapitel 6 sind die Simulationsergebnisse einer Reihe von verschiedenen Wandaufbauten angefügt. Es wurden dabei im Rahmen dieser Studie nur Orientierungen mit geringer oder keiner direkten Besonnung untersucht.

2.4 Praktische Erfahrungen

Projektierung

Neben den üblichen Aspekten wie

- Planarität der bestehenden Wandoberfläche,
 - statisch zulässige Maximaldimensionen der Fassadenmaterialien (speziell bei TWD),
 - Vermeiden von Wärmebrücken und Kondensat,
- müssen bei der Projektierung einer TWD-Fassade für ein Sanierungsobjekt folgende Punkte beachtet werden:
- konvektionsfreie Lagerung der TWD innerhalb der Fassade,
 - Beschattungseinrichtung falls erforderlich,
 - Spezielle Lösungen für Anschlüsse, häufig abhängig von weiteren Sanierungsmaßnahmen

Diese zusätzlichen Aspekte erhöhen die Komplexität der Projektierung ganz erheblich. Dies setzt sich natürlich bei der Ausführungsplanung fort.

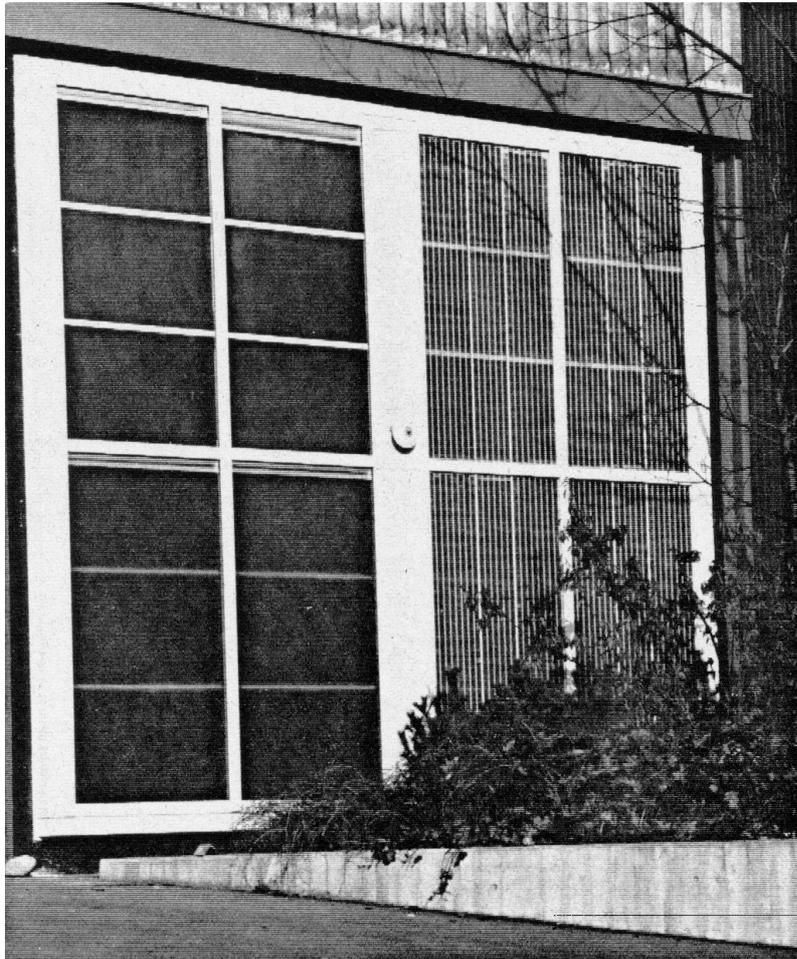
Bauablauf

In einem ersten Schritt muss das Mauerwerk vorbereitet werden. Aussenliegende Isolationen müssen entfernt und lokale Unebenheiten ausgebessert werden. Wenn die TWD in direktem Kontakt mit der Wand montiert wird, muss die Wand ausreichend plan sein. Abweichungen von bis zu 5 mm pro

Geschosshöhe und Pfostenraster sind zulässig.

Das Mauerwerk im Bereich der TWD wird anschliessend (matt-) schwarz gestrichen. Wenn ein reduzierter Energiegewinn in Kauf genommen wird, können auch andere Farben mit guter Absorption verwendet werden.

Zur Reduktion von Wärmebrücken wird die Metallfassade nur lokal in der Wand verankert und die Profile gegenüber der Wand isoliert. Die Fassade wird ansonsten in der üblichen Weise aufgebaut, die Zwischenstege aus Polycarbonat eingesetzt und die Rollos montiert und angeschlossen. Danach wird die TWD eingebracht, gegen die Mauer fixiert und anschliessend die Fassade mit der Glasabdeckung wasserdicht abgeschlossen.



Probleme und Konsequenzen

- Die Projektierung und Ausführungsplanung ist gegenüber einer konventionellen Metallfassade viel aufwendiger.
- Der typische Bauablauf bei den vorgängig beschriebenen Konstruktionen bedingt, dass das TWD-Material direkt auf der Baustelle in die Stützkonstruktion eingebracht wird. Da das Material - je nach Fabrikat - mehr oder weniger empfindlich auf Verschmutzung und mechanische Einflüsse reagiert, hat sich dieses Vorgehen als wetterabhängig und deshalb problematisch erwiesen.
- Beim Einsetzen der Glasabdeckung muss darauf geachtet werden, dass die Innenseite sauber ist und möglichst wenig Feuchtigkeit eingeschlossen wird. Eine Verschmutzung reduziert die Energiegewinne.
- Die üblichen Bautoleranzen sind häufig so gross, dass Nachisolierungen oder Anpassungsarbeiten auf der Baustelle notwendig sind um Wärmebrücken zu vermeiden.
- Die integrierten Rollos tragen zur Komplexität bei. Die Konstruktion muss korrekt und die Montage exakt ausgeführt sein, damit ein einwandfreier Betrieb gewährleistet ist. Die Wartung an den integrierten Rollos ist relativ aufwendig, da die Klemmleisten und die Glaser ausgebaut werden müssen.
- Eine Qualitätskontrolle bezüglich Wärmebrücken, konvektive Strömungen, etc. ist nach Abschluss der Fassadenmontage nur schwer möglich.
- Die Montage einer solchen TWD-Fassade kann deshalb insgesamt nur einem erfahrenen Expertenteam überlassen werden.
- Die erhöhte Komplexität in der Projektierung, Ausführungsplanung und Ausführung schlägt sich auch im Preis nieder. Während dieser Mehrpreis bei einer repräsentativen Metallfassade noch vertretbar erscheint (total 1100.- bis 1300.- ohne Beschattung), sind solche Kosten im Bereich der Wohnbausaniierung kaum tragbar.

3. TWD-WANDELEMENTE FÜR DIE BAUSANIERUNG - EIN VORSCHLAG

3.1 Konzept

Auf der Suche nach einer Vereinfachung und Verbilligung des Systems wurden vor allem die folgenden Ziele anvisiert:

- Abgeschlossenes, robustes und industriell gefertigtes TWD-Element in standardisierten Dimensionen,
- Schlagregendichtes Baukastensystem
- Kompatibilität mit gängigen Fassadenverkleidungssystemen
- Einfache und effiziente Montage
- Architektonisch interessantes System (Flexibilität)
- Ökologisch vertretbares Produkt
- Minimaler Unterhaltsaufwand
- Halbierung des Systempreises gegenüber bisherigen Lösungen

Einige Konsequenzen aus diesen Forderungen :

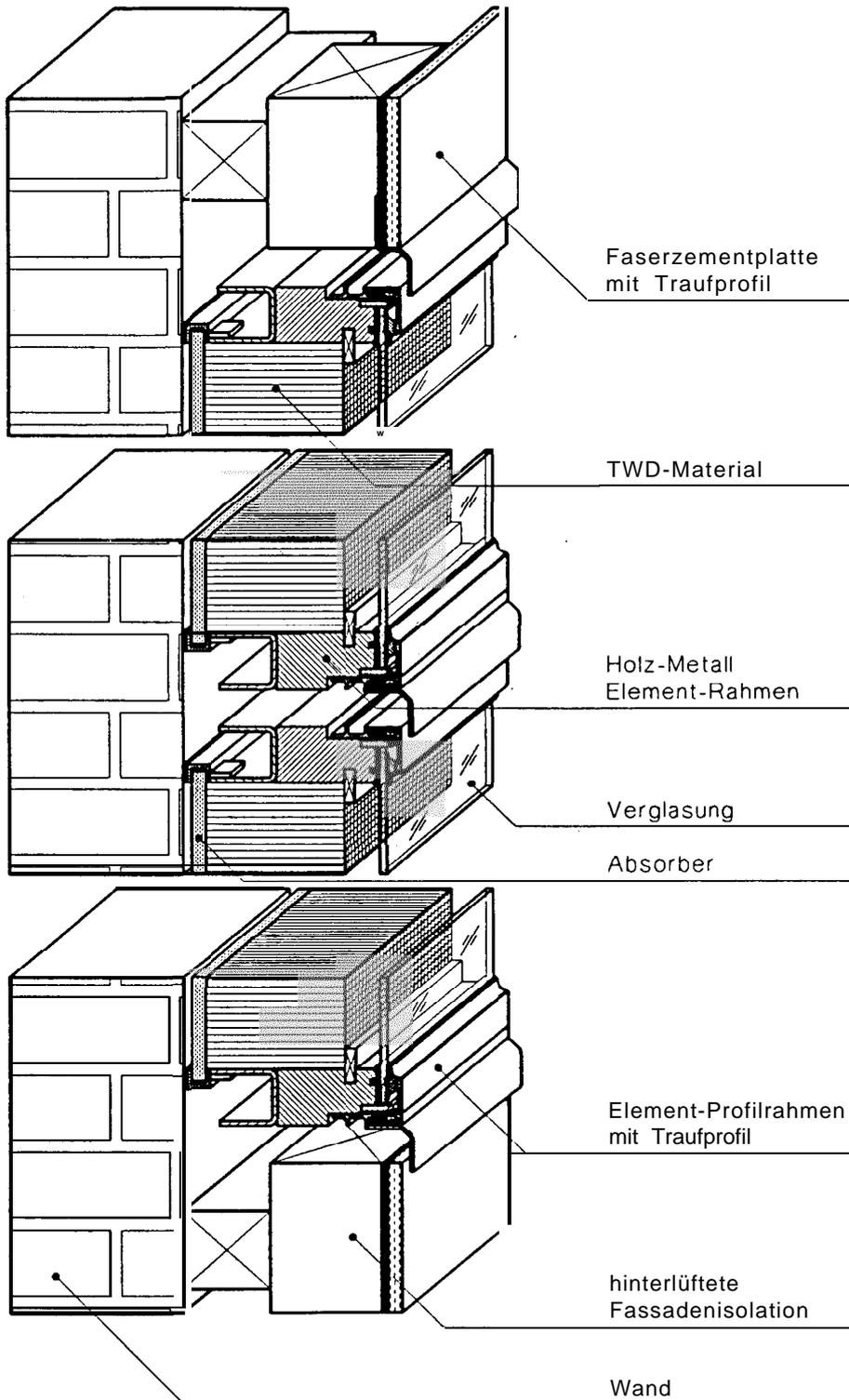
- Ausführung der Beschattung ausserhalb der Elemente
- Wenn möglich Integration des Absorbers im TWD-Element
- Integrierte Entwässerungsmassnahmen
- Integrierte Montagevorrichtung
- Minimale Randanteile
- Möglichkeiten zur farblichen Gestaltung
- Ökologisch optimierte Materialwahl und Konstruktion
- Elemente einzeln demontierbar und auswechselbar

3.2 Realisation

Standard Element

Das Standard-TWD-Element verfügt über einen stabilen Holzrahmen, der gleichzeitig eine relativ gute thermische Trennung zwischen warmer Wand und Aussenluft sicherstellt. Die Glasabdeckung ist mit einer Aluminium-Glasleiste und einer Gummidichtung weitgehend schlagregendicht am Holzrahmen befestigt. Der Luftraum zwischen Glasabdeckung und TWD ist gegen aussen mit kontrollierten Öffnungen entspannt, damit Feuchtigkeit entweichen kann. Die TWD ist mit einem Kunststoffprofil gegen den integrierten Absorber fixiert. Der integrierte Absorber besteht zum Beispiel aus einer eingefärbten Faserzementplatte und ist mit einem Stahlprofil am Holzrahmen befestigt. Die rückwärtigen Stahlprofile enthalten an vier Stellen die notwendigen Montagebeschläge.

Figur 3: Vertikalschnitt durch das Standard-TWD-Element mit Faserzementplatte als integriertem Absorber



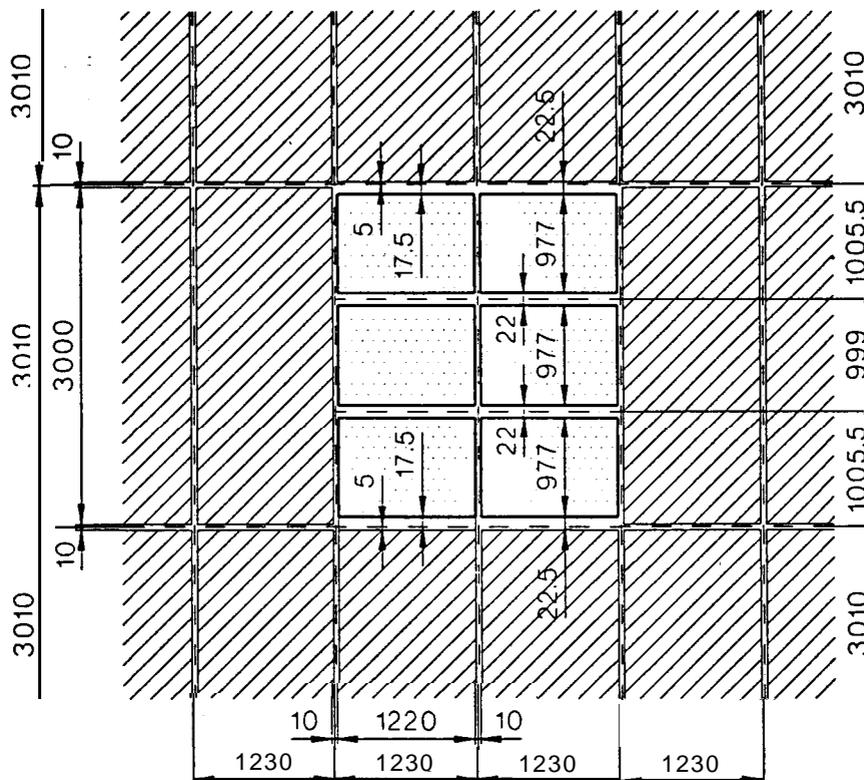
Baukastensystem

Diese Standard-TWD-Elemente können in vertikaler und horizontaler Richtung aneinandergesetzt werden. In horizontaler Richtung stoßen die Elemente aneinander. Die Entwässerung erfolgt in der vertikalen Fuge auf einer tieferliegenden Ebene (Abdeckung der Fugenisolation). Die horizontale Fuge ist durch das integrierte Traufblech überdeckt und führt das Wasser vom oberen Element auf das darunterliegende.

Kompatibilität

Für die vorliegende Studie wurde die vorgehängte Eternitfassade mit 10 cm Isolation und 8 cm Hinterlüftung als Referenzsystem gewählt. Um bei einer Kombination mit einem anderen System eine ebene Fassadenfläche zu erhalten kann die Elementtiefe entsprechend angepasst werden. In der Breite entsprechen die TWD-Elemente den Pelicolor Fassadenplatten. Die Höhe kann entsprechend dem Objekt und den Sanierungsbedingungen gewählt werden. In Figur 4 wird eine Variante mit drei TWD-Elementen pro Geschoss in Kombination mit Faserzement-Fassadenplatten dargestellt.

Figur 4: TWD-Wandheizelement von 1/3 Stockwerkhöhe in Kombination mit Faserzementplatten



Dimensionen

Die Dimensionen der TWD-Elemente ergeben sich teilweise aus dem Referenzsystem.

Raster:	Breite	1230 mm
	Höhe	1/1, 1/2 oder 1/3 Stockwerkhöhe
Element:	Breite	1220 mm
	Höhe	Raster - 23 mm
	Tiefe	160 mm
	Randbreite	35 mm
Fugen:	Vertikal	10 mm
	Horizontal	23 mm (durch Traufblech verdeckt)

Montagesystem

Für die Montage wurde ein gängiges und erprobtes Einhängesystem gewählt. U-Profile aus verzinktem Stahl werden vertikal im horizontalen Rasterabstand auf das Mauerwerk montiert. Die Stahlprofile enthalten im Abstand des vertikalen Rasters die entsprechenden Beschläge zur Montage der TWD-Elemente. Die Elemente können je nach Grösse von Hand oder mit einer Hebehilfe (Kran) an die Fassade gebracht und eingehängt werden.

Varianten und gestalterische Flexibilität

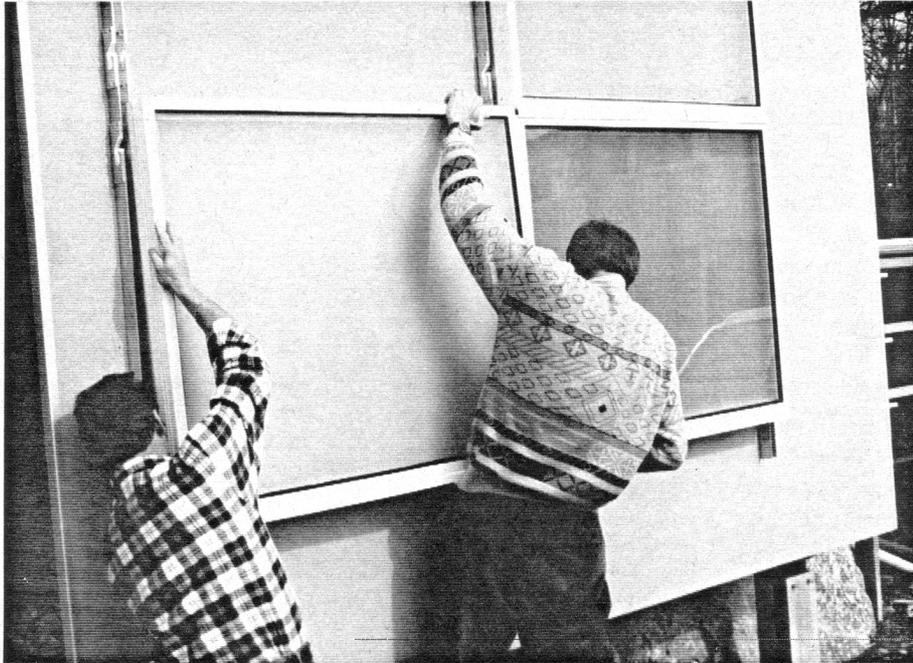
Prinzipiell sind in bestimmten Grenzen die Dimensionen des TWD-Elementes beliebig wählbar. Zum heutigen Zeitpunkt ist es unklar, ob sich eine beschränkte Palette von "standardisierten" Dimensionen für eine breitere Anwendung eignen würde. Es ist auch denkbar, dass der Architekt oder Planer objektspezifisch eine oder mehrere Elementgrößen definiert und damit die Fassade gestaltet. Für die Produktion ergeben sich daraus keine speziellen Probleme. Jedoch wird diese Flexibilität zu höheren Kosten führen.

Dasselbe gilt bezüglich der Flexibilität der Rahmenfarben. Da die TWD die Farbe des dahinterliegenden Absorbers in einer "milchigen" Tönung wiedergibt, kann durch die Farbwahl des Absorbers auch der flächige Farbeindruck der Fassade beeinflusst werden. Dabei sind jedoch die Konsequenzen bezüglich der Energiegewinne zu beachten.

Als technische Variante kann an Stelle des integrierten Absorbers auch eine transparente Schicht eingesetzt werden (Glas). Damit sollten Probleme mit sehr unebenen oder schrägen Wänden lösbar sein. Da bei dieser Lösung die Wand den Absorber darstellt, muss sie entsprechend eingefärbt werden. Da auf Grund der Unebenheiten grössere Ab-

stände zwischen dem TWD-Element und der Wand vorhanden sind, muss bei dieser Lösung aber auf die Unterdrückung von Konvektion entlang der Wand geachtet werden (Kaminereffekt).

Bild 2: Standard TWD-Elemente bei der Montage



3.3 Charakteristiken

Energetische Charakteristiken

Wärmeleitwerte sind mit dem Computerprogramm ISO-2 [3] gerechnet, Wärmeübergänge innen und aussen sind dabei enthalten, was bei der k-Wert Berechnung mit einem bestimmten Wandaufbau berücksichtigt werden muss.

- k-Wert Rahmen (inkl. Fuge): 1.45 W/m²K
- k-Wert verglaste Fläche: 0.76 W/m²K
- Linienzuschlag: 0.005 W/mK
- g-Wert: 70%
- α aussen: 20. W/m²K
- α innen: 8 W/m²K

Für ein Element mit 1/3 Stockwerkhöhe ergibt sich damit ein gesamter k-Wert von 0.88 W/m²K. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich hier um den "statischen" k-Wert des unbestrahlten Wandelementes (ohne Aussenwandanteil) handelt.

Materialien und graue Energie

Es war im Rahmen dieser Studie nicht möglich, eine seriöse Energie- und Oekobilanz für das TWD-Wandheizelement zu erstellen. Es hat sich aber gezeigt, dass für Variantenvergleiche relative Werte für graue Energien mit relativ bescheidenem Aufwand erstellt und als Optimierungs-Kriterien verwendet werden können.

3.4 Beschattung

Notwendigkeit

In der Regel brauchen alle von der Sonne direktbestrahlten Fassaden eine Beschattungseinrichtung, um eine Überhitzung der dahinterliegenden Räume zu verhindern und den Energieeintrag zu regeln. Wie in Kapitel 2 dargestellt, werden heute üblicherweise elektrisch betriebene, innenliegende Rollos oder aussenliegende Lamellenstoren verwendet. Die Preise liegen zwischen Fr. 150.- und Fr. 400.- pro m² inkl. elektrischem Antrieb und Montage. Diese Kosten sind stark von der Beschattungsfläche und den jeweiligen Formaten abhängig.

Als Alternative lassen sich auch fixe Beschattungen einsetzen, deren Transmission von der Sonnenbahn und damit von der Jahreszeit abhängt. An solchen Systemen wird zur Zeit noch gearbeitet [4]. Die Preise dafür dürften in der Grössenordnung von Fr. 50 - 100.- pro m² zu liegen kommen. Zur gleichen Kategorie von Beschattungen gehören im Prinzip auch Vordächer, "brise-soleil" und andere Fassadenvorsprünge. Es sind in diesem Bereich viele Möglichkeiten denkbar, die sich aber objektspezifisch ergeben und fallweise abgeklärt werden müssen. Für Fassadenbereiche, die keine direkte Bestrahlung durch die Sonne erfahren, kann in den meisten Fällen auf eine Beschattung verzichtet werden.

Aussenliegende Beschattung

Im Falle der vorliegenden Standard-TWD-Wandheizelemente muss die Beschattung - sofern notwendig - aus konstruktiven Gründe ausserhalb der Elemente eingesetzt werden. Diese Einrichtung kann dann über mehrere TWD-Elemente reichen. Das hat den Vorteil, dass verschiedene Arten von Beschattungen eingesetzt werden können.

Anwendungsrichtlinien

Bei gegen Nordost-Nord-Nordwest orientierte Fassadenflächen kann auf eine Beschattung vollständig verzichtet wer-

den. Im Bereich Südwest-Süd-Südost sind zur Vermeidung von Überhitzung Beschattungssysteme mit 85-90%-iger Abschattung der totalen Strahlung notwendig. Bei anderen Orientierungen können aber auch günstigere Beschattungssysteme mit geringeren Abschattungswerten eingesetzt werden. Im Rahmen dieser Studie war es jedoch nicht möglich, genauere Kriterien und Richtlinien zu erarbeiten.

3.5 Schwachstellen und Probleme:

Wärmeübertragung

Durch die Integration des Absorbers in das Element wird der Übergang zwischen dem TWD-Element und der Wandoberfläche zu einem kritischen Bereich. Die Energie wird jetzt nicht mehr durch kurzweilige Lichtstrahlung, sondern durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung auf die Wand übertragen. Simulationen haben gezeigt, dass sich die Reduktion der Energiegewinne durch einen Luftspalt bis 10 mm in Grenzen halten. Die maximale Reduktion ergibt sich bei der höchsten Einstrahlung in südlicher Orientierung und beträgt dort bei 10 mm Luftspalt ca. 10% des möglichen Energiegewinnes. Bei rein diffusen Einstrahlungen sind die Reduktionen durch den Luftspalt vernachlässigbar gering.

Langzeitbeständigkeit

Da heute die Langzeiterfahrungen mit TWD-Elementen im Sanierungsbereich fehlen, kann über die Dauerhaftigkeit noch wenig gesagt werden. Die angewendeten Materialien sind jedoch mit Ausnahme der transparenten Wärmedämmung im Fassadenbau nicht neu. Da die Module in der Werkstatt hergestellt werden, ist eine hohe Fertigungsqualität zu erreichen. Auch die aussenliegende Beschattung kann mit Lamellenstoren, einem heute bewährten Produkt, gelöst werden.

Unvorhersehbare Schwachstellen beim Konstruktionsaufbau und beim Einsatz an bestehender Bausubstanz können nur im Rahmen der Praxiserprobung und an Pilotprojekten ausgemerzt werden.

Mögliche Weiterentwicklungen

Mit den vorliegenden Entwürfen ist es nicht gelungen, das Preisziel zu erreichen. Unter der Annahme von Preisreduktionen bei der TWD auf Fr. 100.-/m² und weiteren konstruktiven Optimierungen, sollte ein Preis von Fr. 500.-/m² inkl. Montage jedoch erreichbar sein.

Die energetische Rückzahldauer dieser ersten Prototype sind noch unbefriedigend. Mit einer Optimierung der Konstruktion sollte jedoch eine Halbierung der Energierrückzahldauer möglich sein. Weitere konstruktive Optimierungen im Zusammenhang mit Beschattungseinrichtungen sind notwendig, um einen akzeptablen Systempreis für beschattete TWD-Wandheizelemente zu erreichen.

4. TWD UND IHRE ANWENDUNG AUS DER SICHT VON ARCHITEKTEN

Elemente mit transparenter Wärmedämmung sind neuartige Produkte, sie sollen auch als solche verstanden werden. Es sind vor allem die spezifischen Eigenschaften, die entweder funktionsorientiert genutzt und gestalterisch umgesetzt werden sollen. Gefragt ist ein kreativer Umgang mit dieser neuen Technologie. Die Vorteile sollen gestalterisch ausgenutzt werden, eventuellen Nachteilen soll nach Möglichkeit konzeptionell aus dem Weg gegangen werden. Zu den gestalterischen Optionen zwei wichtige Eigenschaften als erste Ansatzpunkte:

Die Aussenhaut besteht aus Glas:

- o Glas ist ein "edles" Fassadenmaterial und kann eine Imageaufwertung eines Baus mit sich bringen.
- o Glas ist durch die glatte Oberflächenbeschaffenheit verschmutzungsunempfindlich. Gerade in Gebieten mit starker Luftverschmutzung wird eine Fassadenoberfläche langhaltiger.
- o Spiegelungen einer attraktiven Umgebung (schöne Bauten, Bäume, Landschaft etc.) können interessante Effekte hervorrufen.
- o Das Spektrum an Glasprodukten ist gross (sicherisiertes Glas, VSG, farbiges Glas, Dekorationsglas etc.).
- o Glas lässt sich vielfältig behandeln und bearbeiten (Siebdruck, Ätzungen etc.). Grossflächige Anwendungen sind denkbar (Hausnummern, Firmennamen, Kunst am Bau etc.)

Die Aussenhaut ist transparent:

- o Glasbaustein-Effekt: TWD-Elemente ermöglichen eine halbdurchsichtige Fassade (Belichtung ohne Einsicht).
- o Die Fassade erhält Tiefenwirkung. Man sieht in die Konstruktion eines Baus hinein. Es wird ablesbar, dass hier etwas "eingepackt" wurde. Der Ausdruck der Fassade ändert sich mit dem Ansichtswinkel.
- o Das Hintergrundmaterial schimmert durch. Hier ist ein kreatives Spiel mit Formen und Farben möglich.
- o High-Tech-Effekt: Die Tiefenwirkung, das Zeigen der Materialien, der Konstruktion, der Installationen und des Hintergrundes ermöglicht ein spezielles Erscheinungsbild der Architektur.
- o Verschiedene Effekte mit Licht sind denkbar.

5. ZWEI FALLBEI SPI ELE

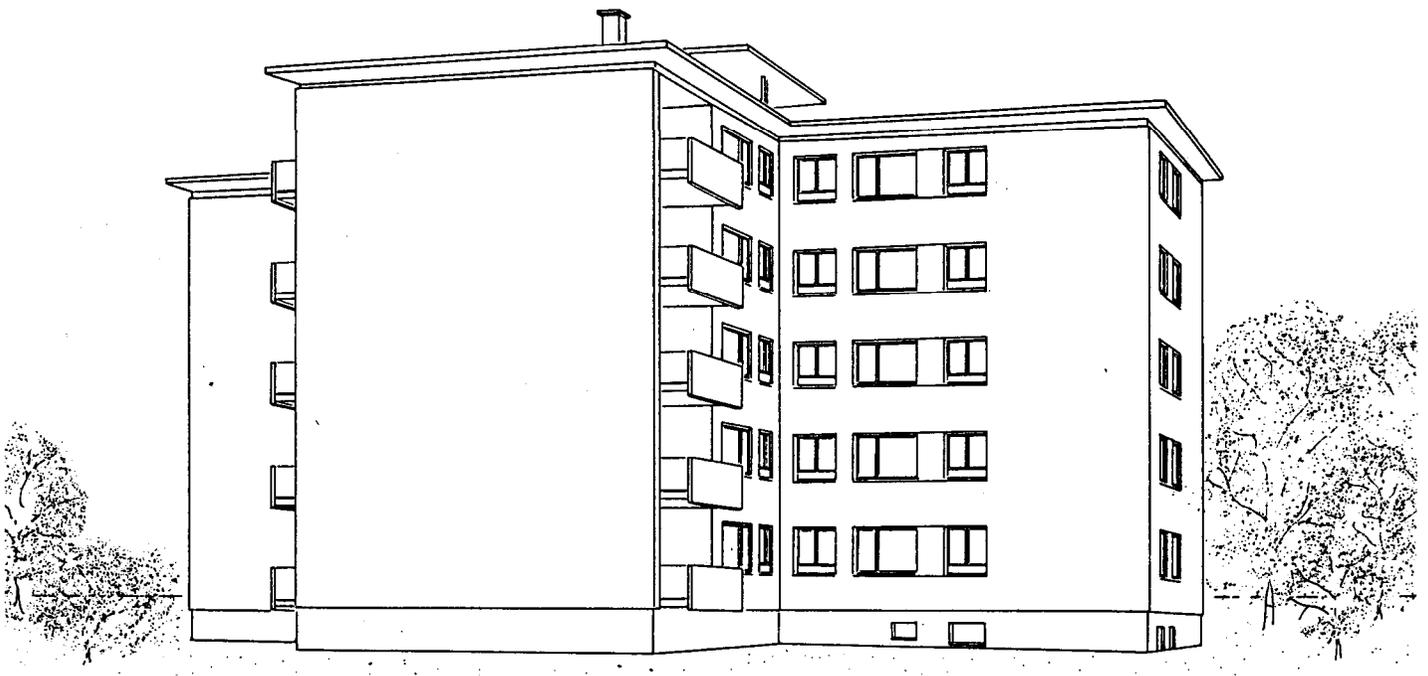
An zwei unterschiedlichen WohnGebäuden werden im Folgenden zwei grundsätzliche Möglichkeiten zum Einsatz von TWD im Sanierungsbereich dargestellt:

5.1 Sanierung einer bestehenden Gebäudehülle, mit teilweisem Einsatz von TWD-Elementen

Bei spi el 1:

MFH in Muri b/Bern, erbaut 1968 von Limbach und Bolliger Architekten, Bern; Eigentümer: Schweizerische Mobiliar Versicherungsgesellschaft.

Bild 3: MFH Muri, Zustand heute



NORD WEST ANSICHT

Neben konstruktiven, energetischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten gilt es insbesondere auch die gestalterischen Aspekte zu berücksichtigen. Wenn TWD in den Markt der vorhandenen Fassadensanierungsprodukte vordringen soll (verputzte Aussenwärmedämmung, Faserzementplatten, Keramiplatten, Holzverkleidungen, etc.), dann sind architektonisch überzeugende TWD-Anwendungen von ausschlaggebender Bedeutung.

Am MFH Muri werden drei Gestaltungsansätze gezeigt:

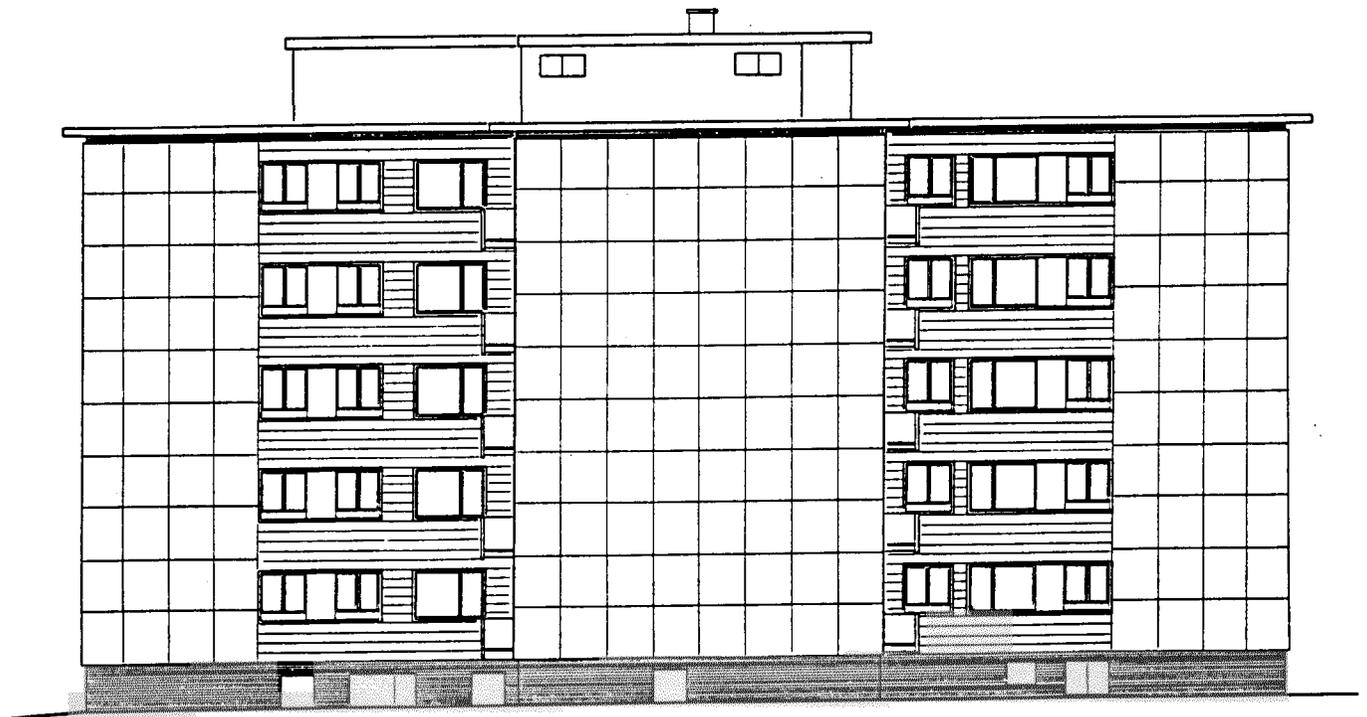
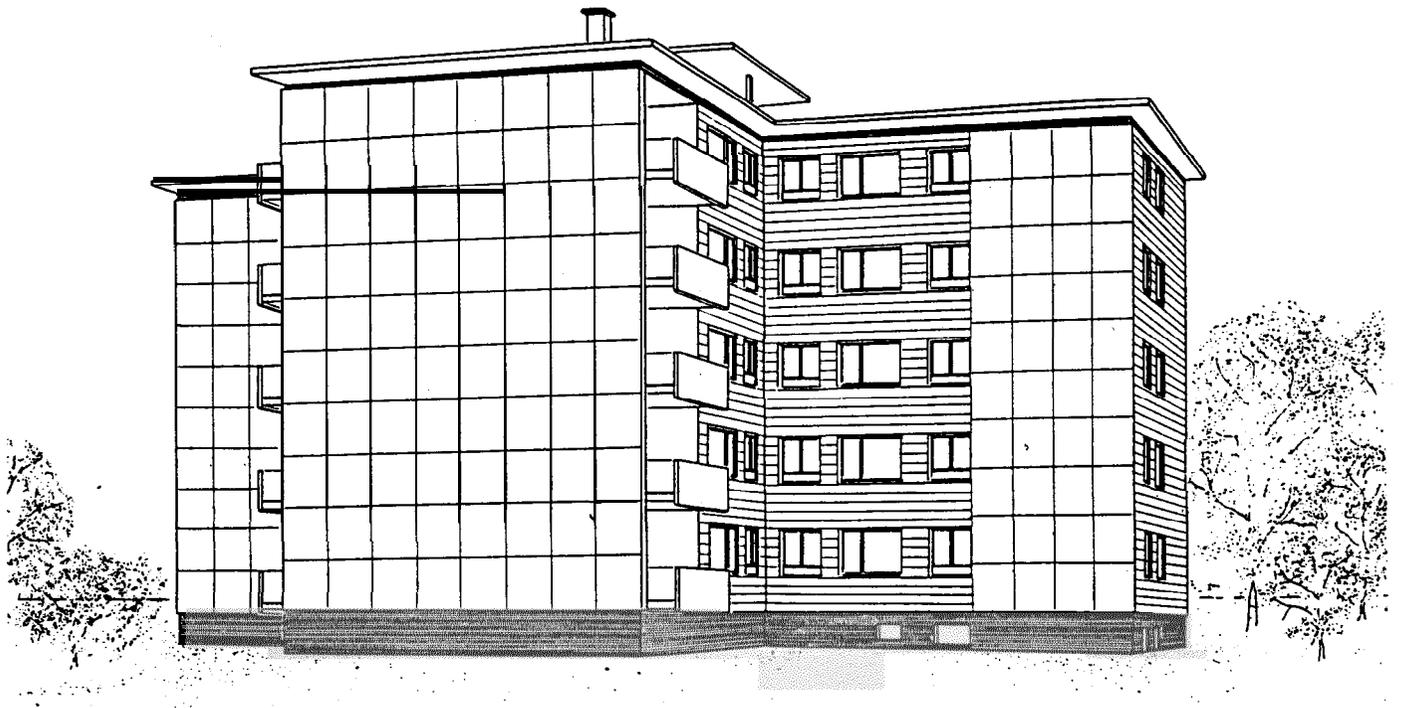
Normiertes TWD-Element im Kontrast zu anderen Fassadensanierungsplatten: (Bilder 4 + 5, S. 24)

Das in Kapitel 3 dargestellte und beschriebene TWD-Element (hier in Variante: halbe Stockwerkhöhe) wird auf den grossen, fensterlosen Nordfassadenflächen eingesetzt. Die übrigen Aussenwandflächen werden mit einem andersformatigen Faserzementpanel verkleidet.

Gründe für den Einsatz nur eines normierten TWD-Elementes:

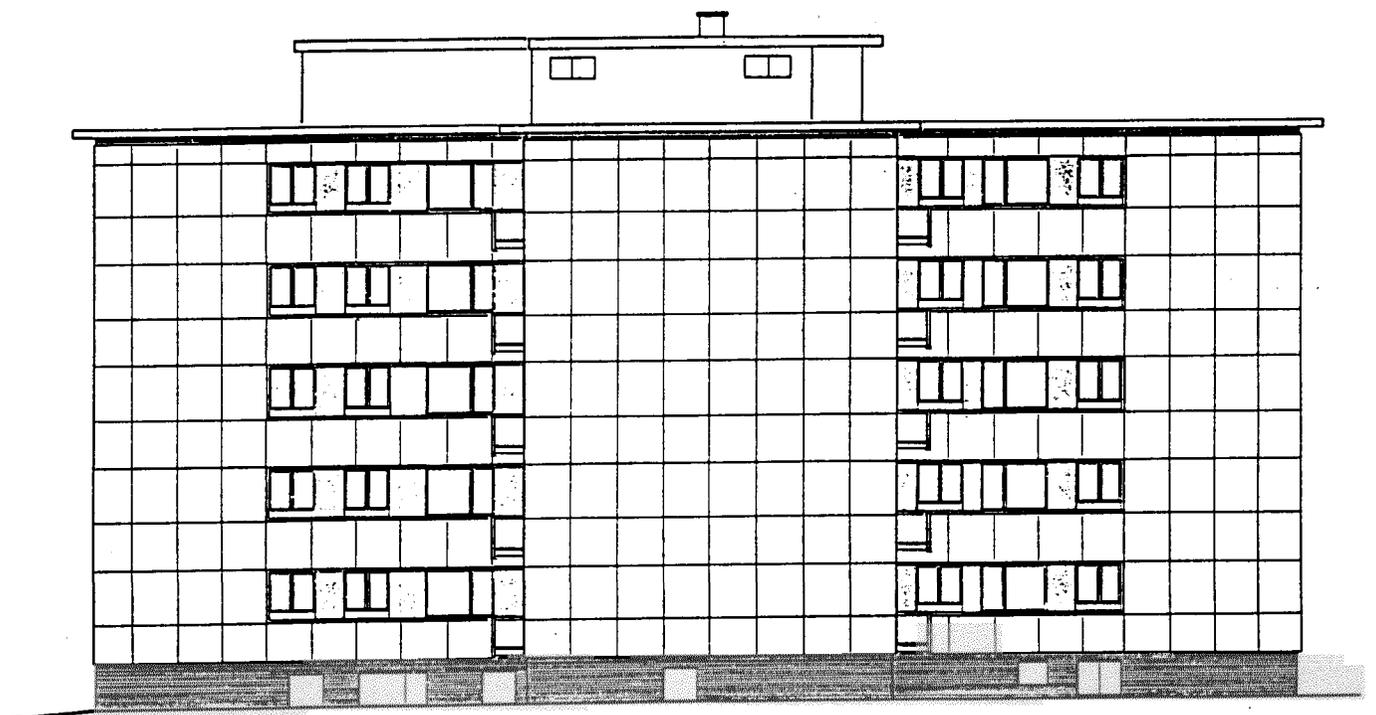
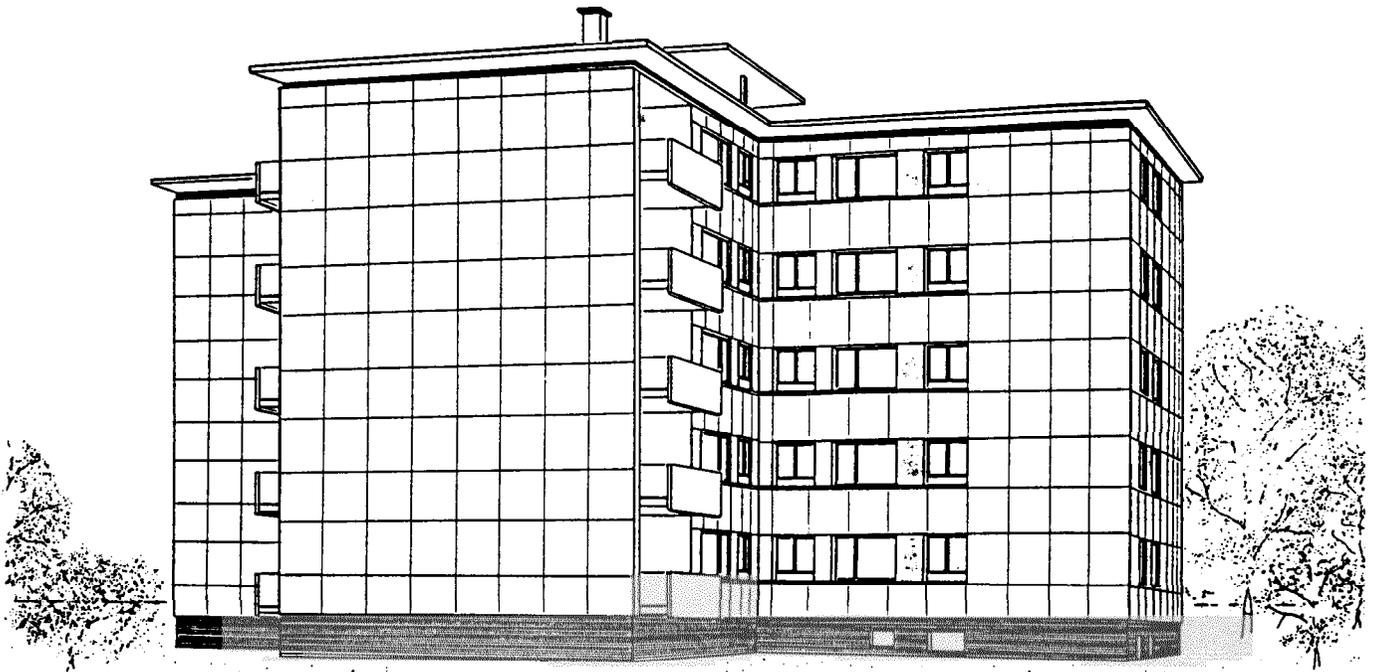
- günstiger Stückpreis, da nur eine Elementgrösse produziert werden muss;
- Optimierung der Elementfläche aus material- und montagebedingten Überlegungen;
- einfache Montage und einfacher späterer Ersatz (wo nötig), da nur eine Grösse;
- Planungs- und Ausführungsaufwand ist gering;
- Durch die Beschränkung der TWD-Elemente auf die grossflächigen fensterlosen Nord-Fassadenteile werden die TWD-Elemente speziell hervorgehoben und damit seine speziellen Eigenschaften augenfällig manifestiert;
- Mit handelsüblichen Fassadenplatten (z. B. Pelicolor, Eternit) können alle "Restfassadenteile" verkleidet werden und Anschlüsse an Fenster, Balkone und die Toleranzen (in gleicher Flucht wie TWD) gelöst werden;
- die so entstehenden Kontraste im Material, dem Format und der Oberflächenstruktur können noch durch die Farbwahl der Absorberfläche oder der Restfassade gesteuert werden.

Bilder 4 + 5: Normiertes TWD-Element im Kontrast zu anderen Fassadensanierungspl atten.



NORDFASSADE

Bilder 6 + 7: TWD-El emente im Wechsel spi el mit gleich-
formatigen vorgehangten Fassadenpl atten.



HOROPASSAGE

TWD-Elemente im Wechselspiel mit gleichformatigen vorgehängten Fassadenplatten: (Bilder 6 + 7, S. 25)

Durch Anpassung der Elementgrößen an die baulichen Gegebenheiten, wie Brüstungshöhen, Fensterhöhen, Sturz- und Sockelbereich wird die Nordfassade zu 100% mit TWD-Elementen verkleidet.

Mit dem gleichen Plattenraster werden die Süd-, West- und Ostfassade mit opaken Faserzementplatten verkleidet.

Durch dieses Konzept entsteht eine neue homogene Fassadenabwicklung, die speziell der Eck- und Fugenausbildung gerecht wird. Der einzige Unterschied zwischen TWD-Elementen (Nordseite) und den opaken Plattenelementen (übrige Fassaden) ist die andere Oberflächen- und Materialstruktur.

Vielen Bauten könnte durch diese Fassadensanierungsoption eine neue Haut übergezogen werden, ohne die Fenster-Wand-Einteilung stark zu verändern.

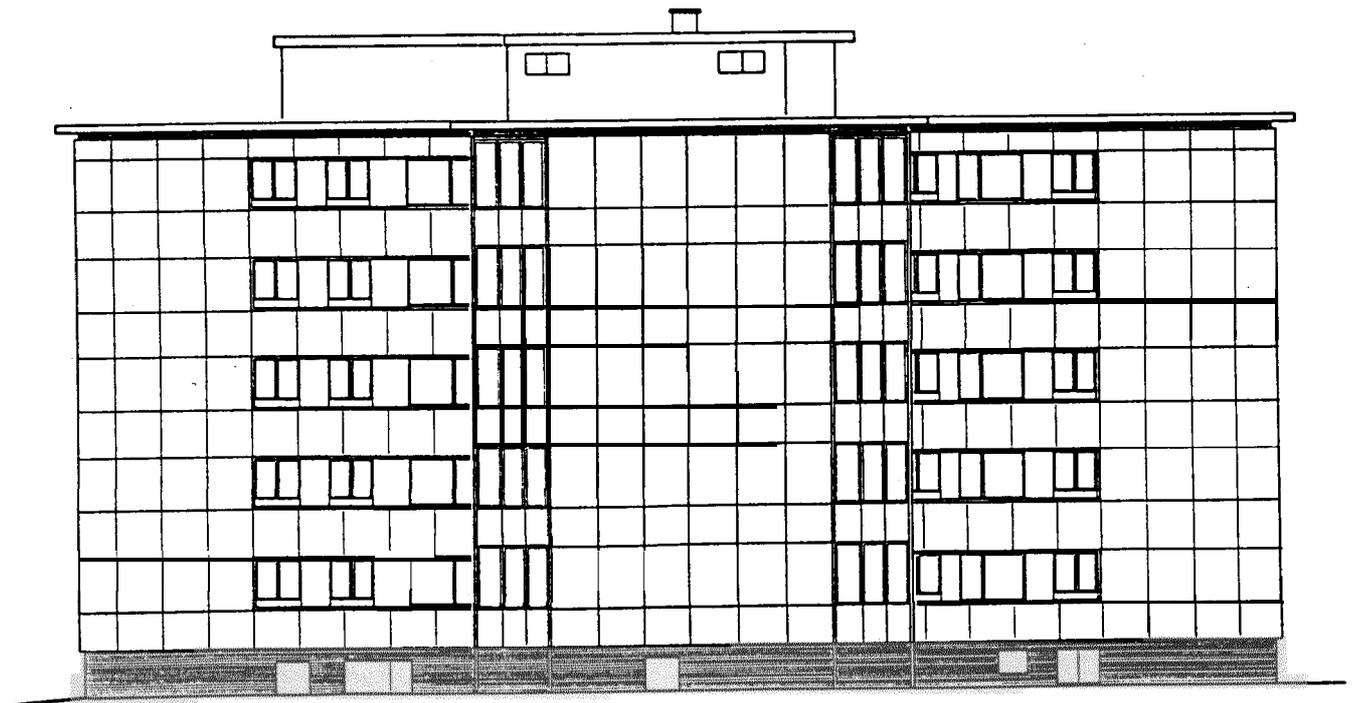
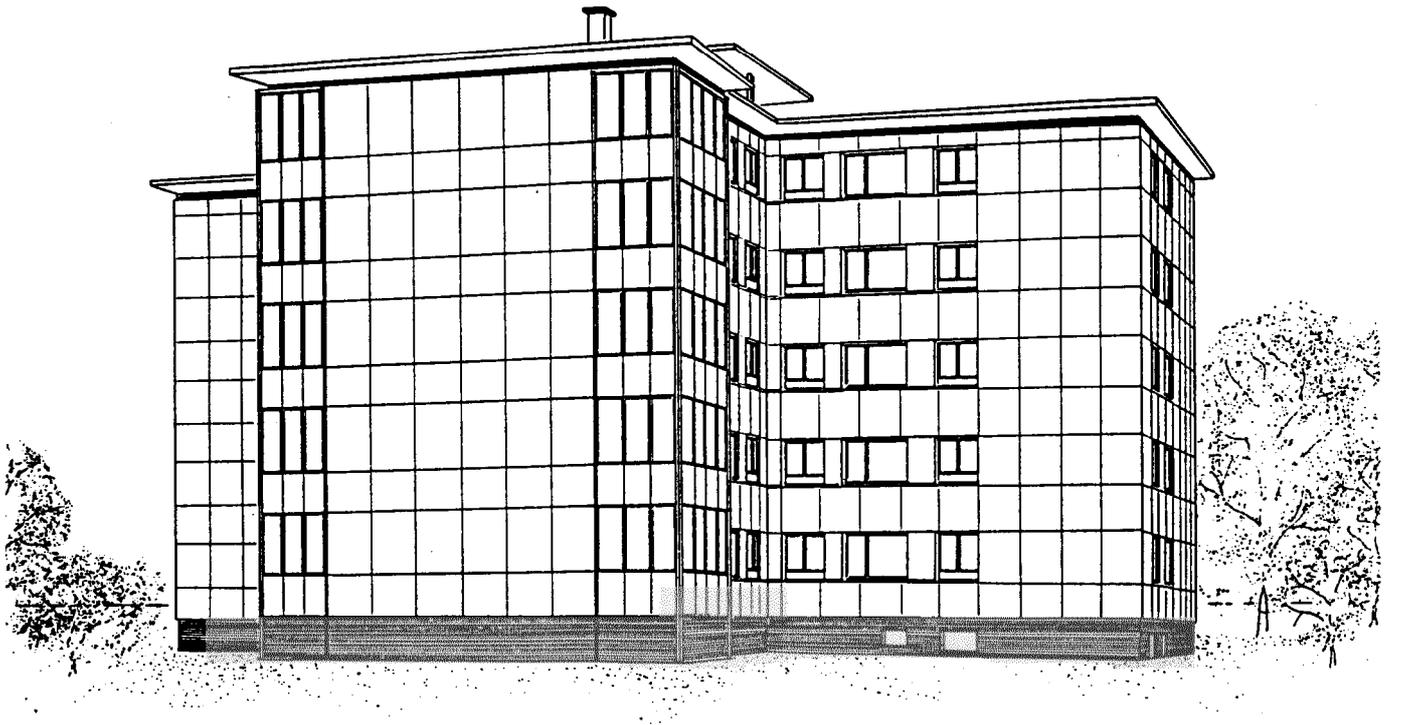
TWD-Elemente als raumbildendes Fassadenelement:
(Bilder 8 +9, S. 27)

Gegenüber den zwei vorgängigen Lösungen, mit Beschränkung der Sanierungselemente auf die Wandpartien, wird in dieser Variante die neue Fassadenschicht dazu benutzt, neue Raumqualitäten auszubilden. Eine Kombination von TWD mit Balkonverglasungen (weitergehende Optionen siehe Kap. 5.2).

Das dabei eingesetzte "raumbildende" TWD-Element kann mit dahinterliegender Speicherschicht oder transparent ausgeführt werden. Mit der äusseren Erscheinung (evt. zusätzlich unterstützt durch die äussere Glasstruktur) kann der gewünschte Bezug zwischen Innen und Aussen hergestellt werden. Andeutung sowie Verfremdung kann zu einem Thema der neuen Fassadengestaltung werden.

Diese Art des Umganges mit TWD-Elementen ist der architektonisch interessanteste, bietet er doch räumliche sowie optische Veränderungsmöglichkeiten bestehender Bausubstanz.

Bi l der 8 + 9: TWD-El emente als raumbi l dende Fassaden-
el emente



HOROFASSADE

5.2 Gebäudeerweiterung mit Einsatz von TWD

Die Problemstellung:

Einerseits soll die Gebäudehülle energetisch verbessert werden, andererseits drängt sich je nach dem auch eine Anpassung der Wohnungen an die heutigen Nutzungsansprüche auf.

In der Zwischen- und Nachkriegszeit wurden die Wohnungen flächenmäßig kleiner angelegt als heute. Die Ansprüche sind mittlerweile beträchtlich gestiegen. Das Manko liegt nicht unbedingt bei den zu kleinen Zimmern - dies kommt den heutigen unterschiedlichen Wohnformen (WGS, Alleinerziehende etc.) eher entgegen - Probleme bieten viel mehr die häufig zu kleinen Küchen, Badezimmer, das Fehlen von möblierbaren Nischen etc.

Als Pendant zu grösseren Balkonen und Wintergärten können in vielen Fällen gegen Norden rucksackartige Gebäudeerweiterungen die gewünschte Vergrößerung der Wohnfläche bringen.

Steht eine umfassende Sanierung der Gebäudehülle an, ist der Platz und die Möglichkeit der Mehrausnutzung vorhanden, der Mehraufwand für die Gebäudeerweiterung bleibt in einem akzeptablen Rahmen, da eine Fassade so oder so gebaut werden muss. Durch den Einsatz von TWD-Elementen für die Fassade kann der Energieverbrauch trotz Vergrößerung der Nutzfläche gesenkt werden.

Beispiel 2:

Ein typischer Zürcher Genossenschaftsbau. Es handelt sich um die Wohnsiedlung Luggweg, erbaut 1959/60 von K. Egender und W. Müller [5].

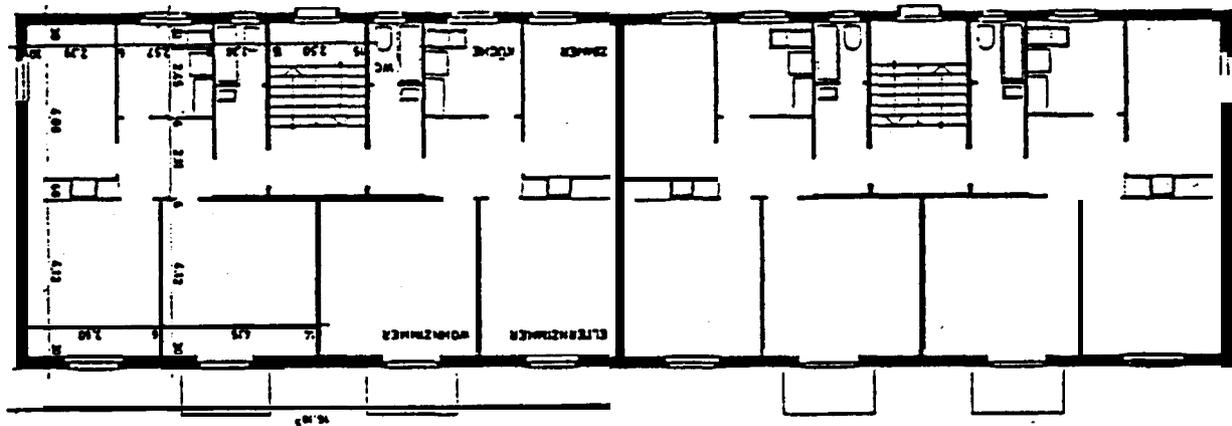
Der fünfgeschossige, Nord-Süd gerichtete Bau mit zwei Treppenhäusern bietet pro Geschoss je zwei Dreizimmerwohnungen. Die Netto-Wohnfläche pro Wohnung beträgt 56 m². Heute wird nach WEG (Wohnbau- und Eigentumsförderungsgesetz) für eine 3 bzw. 4 Personenhaushalt-Wohnungen 60 bzw. 70 m² als minimale Wohnfläche gefordert.

Mangelhaft sind vor allem die zu kleinen Küchen. Eine grossere Wohnküche brachte praktisch einen zusätzlichen Wohnraum. Ebenfalls interessant wäre eine Vergrößerung der kleinen nordseitigen Schlafzimmers (nur 10.5 m²). Die Bad/WC-Lösung ist im vorliegenden Beispiel durch das Trennen des Lavabos vom WC/Bad genügend. Bei anderen Beispielen wäre eine Vergrößerung des Badezimmers im Anbau denkbar.

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle macht eine zusätzliche Fassade schicht notwendig. Diese neue Hülle wird an der Nordfassade um etwa zwei einhalb Meter nach aussen geschoben. Dabei entsteht eine zusätzlich nutzbare Raumschicht als Essplatz oder Zimmernische. Die innere Organisation des Grundrisses bleibt unverändert. Einziger Eingriff in die bestehende Bausubstanz ist das Vergrössern von sechs Fenstern von Küchen und Schlafzimmern.

Durch die Gebäudeerweiterung werden die Wohnungen je um ca. 13 bis 15 m² grösser, also etwa um einen Viertel. Während des Bauvorganges können die Mieter in der Wohnung bleiben. Die Erneuerung von Sanitaranlagen und Küchen sind unabhängig möglich, aber nicht zwingend.

Bild 10 + 11: Grundriss 1:200, heute und mit "Rucksack"



3 ZIMMER WGH

3 ZIMMER WGH

56 m² + 15.5 = 71.5m²

56 m² * 13 = 69 m²

WOHNKÜCHE

ESSRALM/ARBEITSPL. ZIMMER

+ 28%

+ 23%



Konstruktion der Anbauten:

Betondecken auf Stahlstützen, an Fassade verankert.
Aussenhaut: TWD-Elemente gegen Norden, neue Fenster, Eternit hinterlüftet. Hinter den TWD-Elementen bilden Gipswände die Speichermasse.

Ebenfalls denkbar sind partielle TWD-Elemente mit Glas innen und aussen. Diese Option bietet eine interessante Möglichkeit für Treppenhäuser oder andere, nur leicht beheizte Räume mit hohem Lichtbedarf. Die Betondecken wirken als Speichermasse.

Ein wichtiger Vorteil solcher Anbau- und Rucksacklösungen sind die Optimierungsmöglichkeiten bei der neuen Fassadenausbildung:

Vorfabrizierte und standardisierte TWD-Elemente (s. Kap. 3) können den Grundraster bestimmen.

Durch eine umgekehrte Montage der Aussenwände, zuerst TWD-Elemente und anschliessend innere Verkleidung mit der Speichermasse (Vollgipsplatten), entfallen mühsame und zeitaufwendige Anpassarbeiten.

6. ENERGIE, KOSTEN/NUTZEN

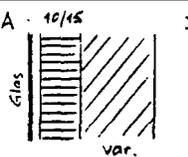
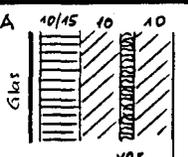
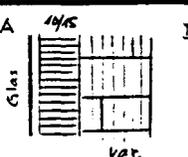
Auch auf Nord-, Nordost- und Nordwest-Fassaden bringt TWD über die Heizsaison kleine Wärmegewinne, in jedem Fall ist gemäss der folgenden Simulationsberechnung von TWD auf verschiedenen Wandkonstruktionen die Gewinn-Verlust-Bilanz null oder positiv. Diese Berechnung basiert auf den folgenden Annahmen und Randbedingungen:

Simulationsprogramm: HELIOS-TI
 Klima: Zürich Kloten 1983/84
 Raummodell: Büro
 Innenraumtemperatur: $T_i = 19.5^\circ\text{C}$ (Mittelwert)
 TWD-Material: Arel (Messwerte FhG-ISE 1989)
 Wandorientierungen: NE, NW und N

Energiegewinne in MJ/m² TWD-Wandfläche und Heizperiode (HP: Oktober bis April).

Durchschnitts- und Maximalwerte der Innenwandtemperaturen in [°C] im Sommer (Monat Juli).

α aussen: 20 W/m²K α innen: 8 W/m²K

Konstruktion (Masse [cm])	d var. [cm]	Energiegewinne [MJ/m ² HP]				Wandtemperatur [°C]			
		10 cm TWD		15 cm TWD		NE/NW		N	
		NE/NW	N	NE/NW	N	Durch	Max.	Durch	Max.
 A 10/15 I Glas var.	10	138	41	197	101	30.5	37.5	27.8	32.0
	15	133	39	192	98	30.0	36.5	27.0	30.8
	20	129	37	187	96	30.0	33.8	27.0	30.0
 A 10/15 10 10 I Glas var.	2	86	25	135	70	27.7	29.6	26.0	27.4
	5	57	16	94	49	26.1	27.3	25.0	25.9
 A 10/15 I Glas var.	12	109	33	163	85	28.8	35.9	26.8	30.8
	18	96	29	148	77	28.0	32.0	26.5	29.1
	25	84	24	132	69	27.3	30.0	26.0	27.8
	32	73	21	118	61	26.7	28.5	25.7	27.0



Beton



Backstein



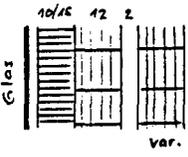
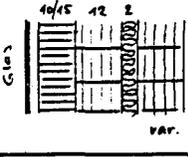
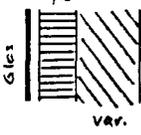
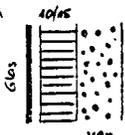
TWD



Luft



Isolation (PS)

Konstruktion (Masse [cm])	d var. [cm]	Energiegewinne [MJ/m ² HP]				Wandtemperatur [°C]			
		10 cm TWD		15 cm TWD		NE/NW		N	
		NE/NW	N	NE/NW	N	Durch	Max.	Durch	Max.
 A 10/15 12 2 I Glas var.	15	78	23	124	65	27.4	29.7	25.9	27.4
	18	74	21	120	62	27.2	29.2	25.8	27.1
 A 10/15 12 2 I Glas var.	15	65	19	106	56	26.3	27.9	25.4	26.6
	18	62	18	103	54	26.1	27.5	25.3	26.4
 A 10/15 I Glas var.	12	131	40	184	98	30.0	37.2	27.6	31.7
	18	123	37	179	93	29.6	34.4	27.3	30.3
	32	108	31	162	84	28.7	31.2	26.8	28.6
 A 10/15 I Glas var.	8	123	37	179	93	29.6	34.4	27.3	30.3



Backstein



Kalksandstein



Gips



TWD



Luft



Isolation (PS)

Der energetische Gesamtnutzen von Nordfassaden mit TWD hängt direkt von der gewählten Referenzsaniierung ab. Der Hauptnutzen liegt in einer k-Wert-Minimierung auf oder leicht unter 0.

TWD an Nordfassaden bringt folgende Vorteile:

Benutzerunabhängiges System;

Angenehme Oberflächentemperaturen (19-25°C während der Heizperiode);

Freie Möblierbarkeit auch entlang den Aussenwänden (keine Beeinträchtigung des TWD-Systems).

Für das Objekt in Kap. 5.1 (MFH in Muri) wurde mit Hilfe des ENBI-Programmes der Heizenergiebedarf gemäss SIA-Empfehlung 380/1 für verschiedenste Sanierungsoptionen berechnet:

Der heutige Heizenergiebedarf Q_h liegt gemäss dieser Berechnung bei $460 \text{ MJ/m}^2 \text{ EBF}$.

Bei optimaler konventioneller Sanierung, mit den folgenden k-Werten: Dach und Aussenwand $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, Kellerdecke $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ und Fenster $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, kann ein Q_h von $175 \text{ MJ/m}^2 \text{ EBF}$ erreicht werden.

Mit Hilfe der nordseitigen TWD (gemäss Kap. 3 und 5.1), anstelle der konventionellen Wärmedämmung sinkt der Q_h nochmals auf $150 \text{ MJ/m}^2 \text{ EBF}$, bei Mehrkosten von ca. $30 \text{ Fr./m}^2 \text{ EBF}$ (beim angestrebten TWD-Preis von $500. \text{ --/m}^2$).

Bei der Berechnung verschiedenster Varianten mit TWD schnitt die Option TWD auf der Südfassade (mit Beschattung durch Lamellenstoren, Annahme Systempreis total: 1000 Fr./m^2) mit einem leicht besseren Kosten/Nutzen-Verhältnis ab: $Q_h = 115 \text{ MJ/m}^2 \text{ EBF}$ bei Mehrkosten von ca. $60 \text{ ---/m}^2 \text{ EBF}$). Die Ausführungsprobleme von TWD an der entsprechenden Fassade (sehr unregelmässige Wandflächen) wurden im Rahmen dieser Studie nicht weiter untersucht.

7. PROJEKTI ERUNG

7.1 Hilfsmittel zur Projektierung

Die Architekten oder Planer können sich mittels einer einfachen Handrechenmethode rasch einen Überblick über die Größenordnung der Energiebilanz beim Einsatz von TWD-Wandheizungen machen. Die Methode basiert auf der Tatsache, dass bei einer Heizsaison-Energiebilanz die freie Wärme eine Funktion des Gewinn/Verlust-Verhältnisses ist, und dass alle Arten freier Wärme gleichwertig sind. Auf der Basis der SIA-Empfehlung 380/1 kann mit einem Tabellenkalkulationsprogramm eine ganze Heizsaison betrachtet werden [2]. Diese Methode liefert Energiebilanzen mit ca. 10% Genauigkeit. Für eine genauere monatsweise Abschätzung der Energiebilanzen können Wärmbedarfsprogramme verwendet werden, die entsprechende passiv-solare Komponenten speziell behandeln. Beispielsweise kann im Rechenprogramm D 010 [7] mit dem Element "Wärmespeicherwand" eine TWD-Wandheizung modelliert werden. Dabei lässt sich näherungsweise auch eine Beschattung berücksichtigen (Einzelheiten dazu sind bei den Autoren erhältlich).

Ist auch eine Abschätzung der Innenraumtemperaturen und eine Optimierung zwischen direkten (Fenster) und indirekten (TWD-Wand) passiven Gewinnen erwünscht, kommt der Planer nicht um die detaillierte Simulation des Gebäudes herum. Die Programme HELIOS [8] und TRNSYS [9] eignen sich direkt für die Simulation von Gebäuden mit TWD-Wänden. Alle oben aufgeführten Programme sind auf IBM-kompatiblen PC's lauffähig.

7.2 Unterstützung bei der Projektierung durch den Hersteller

Die Hersteller von TWD-Wandkonstruktionen sind in der Regel bereit, Planer und Architekten bei den ersten Abschätzungen und Dimensionierungen kostenlos zu unterstützen. Für weitergehende Abklärungen und Simulationen sind Entschädigungen nach Arbeitsaufwand angebracht. Der Aufwand dafür bewegt sich für ein mittleres Gebäude in der Größenordnung von 40 Ingenieurstunden.

8. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Untersuchungen zeigen, dass die Anwendung von transparenter Wärmedämmung an einem Sanierungsobjekt grundsätzlich an allen Fassaden möglich ist. Bei den SW/S/SE-Fassaden ist ein Beschattungselement notwendig. Die Mehrkosten für die Beschattung sind bei hohen Systemkosten für die TWD-Elemente nicht von grosser Bedeutung. Wenn es gelingt, die TWD-Elementkosten stark zu reduzieren, können die Beschattungskosten für das Kosten-Nutzen-Verhältnis aber relevant werden und dadurch NW/N/NE-Fassaden für die TWD-Anwendung interessant machen.

Um das Interesse für TWD-Fassaden bei Planern und Bewohnern zu wecken, sind in naher Zukunft ausgeführte Sanierungsobjekte notwendig. Dazu sind bezüglich Grundrissanordnung und Fassadengestaltung geeignete Objekte auszuwählen. An diesen Objekten sollen nebst den baulich-konstruktiven Problemen auch die notwendige Anpassung bzw. Neuinstallation von Heizung und Lüftung überprüft werden. Die Auswirkungen der TWD-Fassade können nicht isoliert betrachtet werden, sondern müssen im "Gesamtsystem Gebäude" integriert werden.

9. LI TERATURVERZEI CHNI S

- [1] P. O. Braun et. al.: Transparent Insulation of Building Facades - Steps from Research to Commercial Applications; Solar Energy Vol. 49 No. 5 pp. 413 - 427, 1992
- [2] K. Wellinger et. al.: Transparence Isolation, Schlussbericht zum Forschungsprojekt 1987 - 1990, BEW 1990
- [3] ISO-2, Programm zur thermisch-hygri schen Bauteil analy se; IAB AG, Institut für Analytische Bauphysik, CH-8400 Winterthur.
- [4] H. Hartwig, Gebäude mit Transparenter Isolation - Optimierung des Überhitzungsschutzes; Jahresbericht 1992 zum Forschungsprojekt EF-REN (91)026 des Bundesamtes für Energi ewirtschaft, Bern.
- [5] Finanzamt und Bauamt II der Stadt Zurich: Kommunal er und genossenschaftlicher Wohnungsbau in Zurich, 1990.
- [6] P. Schnei ter, K. Wellinger: **Transparente Isolation**, Neue Möglichkeiten der Sonnenenergie-Nutzung, SIA 32/1992.
- [7] Benutzerhandbuch Rechenprogramm D 010 zum Handbuch der passi ven Sonnenenergie entzung SIA/BEW Documenta tion D 010, August 1991
- [8] Benutzerhandbuch HELIOS-PC (Versi on 1.0), Juli 1992. EMPA Abteil ung Bauphysik (176), 8600 Dübendorf.
- [9] TRNSYS, A Transient System Simulati on Program (Ver sion 13.1), January 1991. Solar Energy Laboratory, Uni versi ty of Wi sconsi n, Madi son, USA.

Publikationen und Videos des Impulsprogrammes PACER

Erneuerbare Energien: Der notwendige «Fort»-Schritt

Der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien gilt als eine Option, längerfristig fossile Energieträger zu substituieren und eine Energieversorgung zu gewährleisten, die im Einklang mit der Ökologie steht. «Erneuerbare Energien: Der notwendige «Fort»-Schritt»: So liess sich die Option umschreiben und nach ihr heisst die Broschüre, welche das Impulsprogramm PACER kurz zusammenfasst. Die einfache, prägnante Beschreibung ermöglicht einen Überblick über die Zielsetzungen, die verschiedenen Angebote und Mittel der Wissensumsetzung von PACER und ist mit grossen Bildern illustriert, die der Veranschaulichung dienen. Ferner umfasst sie die Adressen der Programmleitung und der verschiedenen Ansprechstellen in der Schweiz sowie eine Liste der Träger- und Patronatsorganisationen.
Bestell-Nr: 724.201 d gratis

Strom aus erneuerbaren Energien

«Photovoltaik - Grundlagen, Montage und Einspeisung»

Studien des Bundesamtes für Energiewirtschaft zeigen: Der Strom aus Solaranlagen könnte rund 10 Prozent des gesamten Stromverbrauchs in der Schweiz abdecken. Zur Produktion von Solarstrom bieten sich insbesondere ungenutzte Gebäudeflächen, Parkplätze sowie Flächen entlang von Eisenbahnlinien und Autobahnen an. Für die entsprechende Verbreitung der Solarzellentechnik sind interessierte Berufsleute nötig, welche die Möglichkeiten erkennen und Photovoltaikanlagen bauen wollen. So lässt sich letztlich auch auf eine Kostensenkung hinwirken.

An solche Elektroinstallateure richtet sich die Dokumentation zum gleichnamigen PACER-Kurs «Photovoltaik - Grundlagen, Montage und Einspeisung». Sie bietet diesen Berufsleuten das Fachwissen, um die eigene Hemmschwelle gegenüber der unbekannteren Technik abzubauen und eine Anlage realisieren zu können. Schwerpunkt bilden die Netzverbund-Anlagen, bei welchen als Speicher für den unregelmässig anfallenden Solarstrom das öffentliche Netz benützt wird.

Die Dokumentation soll dem Elektroinstallateur als Nachschlagewerk bei Installation und allfälliger Wartung einer Solaranlage dienen. Sie vermittelt deshalb - nebst theoretischem Grundlagewissen über Meteorologie, Solarzellentechnologie sowie Komponenten und Besonderheiten der Solaranlage - eine praktische Anleitung für die Installation. Dazu gehören unter anderem Gesetze, Vorschriften und Bewilligungen, die es beim Bau zu berücksichtigen gilt.

1991, 110 Seiten, Bestell-Nr. 724.242 d

Fr. 24.-

Video «Photovoltaik:

Einführung für Architekten und **Bauherren»**

Elektrizität ist die gebräuchlichste Energieform, um die Nacht in Tag zu verwandeln. **Elektrizität** lässt sich mit Hilfe von Photovoltaik aus der Sonne gewinnen: Solarzellen wandeln die Sonnenstrahlung in Strom um. Das PACER-Video «**Photovoltaik**: Ein führung für Bauherren und **Architekten»** visualisiert die Möglichkeiten der solaren Stromerzeugung und motiviert zu deren Anwendung.

Die Funktion und der Aufbau einer Solarzelle, ihr Wirkungsgrad sowie die weiteren Komponenten einer Photovoltaik-Anlage sind im Video erklärt und grafisch dargestellt. Solaranlagen werden entweder als Inselanlage oder im Netz-

verbund betrieben. Bei einer Netzverbundanlage dient das öffentliche Stromnetz als Speicher. Im Gegensatz dazu funktioniert eine Inselanlage unabhängig vom Elektrizitätsnetz und eignet sich dementsprechend für die Stromerzeugung abseits eines Netzanschlusses. Eine Batterie speichert den Überschussstrom.

Nebst diesen Grundlagen zeigt das Video die Montage von Photovoltaik-Anlagen detailliert auf. Statements von Besitzern verdeutlichen, dass sich Unterhalt und Wartung auf periodische Kontrollen beschränken, weil eine Photovoltaik-Anlage keine mechanisch beweglichen Teile aufweist. Beispiele dokumentieren den Handlungsspielraum und die ästhetische Herausforderung, die sich für ArchitektInnen insbesondere bei der Integration von Solarzellen in eine Gebäudefassade ergeben.

Eine Begleitbroschüre -sie ist im Preis inbegriffen -vertieft die Thematik und tritt zusätzlich auf die Planung, Dimensionierung und den Bau einer Photovoltaik-Anlage detailliert ein. Anhand einer Checkliste mit den wesentlichen Beurteilungskriterien lässt sich abschätzen, ob es sinnvoll ist, am untersuchten Objekt eine Anlage zu realisieren. Video (VHS-PAL 15''), inklusive Begleitbroschüre (36 Seiten): 1992, Bestell-Nr, 724.241 d Fr. 30.-

«Photovoltaik - Planungsunterlagen für autonome und netzgekoppelte Anlagen»

Die Photovoltaik, die direkte Erzeugung von Strom aus Sonnenenergie, hat in den vergangenen Jahren den Sprung von der Anwendung bei Pilotanlagen zur weitverbreiteten Technologie geschafft. Bis ins Jahr 2000 - so sieht das Aktionsprogramm Energie 2000 vor - soll die heute installierte Solarzellenfläche um rund das 200-fache gesteigert werden.

An diese Zielsetzung tragen der PACER-Kurs «Photovoltaik - Planung in Theorie und Praxis» sowie die für den Kurs ausgearbeitete Publikation «Photovoltaik - Planungsgrundlagen für autonome und netzgekoppelte Anlagen» massgeblich bei. Die Publikation bietet Fachleuten, wie Planern und Ingenieuren, Grundlagenkenntnisse über Sonneneinstrahlung sowie verschiedene Systeme und deren Installation. Das Hauptgewicht liegt auf der Vermittlung praxisnaher Anleitungen für die Planung von Solaranlagen. Insbesondere bei autonomen Systemen, die unabhängig vom öffentlichen Elektrizitätsnetz funktionieren, ist die Planung von grösster Bedeutung, muss doch die Anlage genügend Strom für alle Verbraucher erzeugen und eine Batterie überschüssigen Sonnenstrom speichern können. Bei den Netzverbundanlagen stehen Marktübersicht und Ertragsberechnungen im Mittelpunkt, welche die korrekte Planung erleichtern sollen. Angaben zur Installation von Solaranlagen wie auch Kostenberechnungen runden den planerischen Teil der Dokumentation ab. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen werden sowohl Kosten und Tarifierung als auch graue Energie und Energierücklaufzeit aufgezeigt und Subventionsmöglichkeiten erläutert.

1992, 90 Seiten, Bestell-Nr. 724.243 d

Fr. 20.-

Photovoltaik: Dachmontagesysteme

Heute können einfache standardisierte Photovoltaikanlagen bis zu einer Leistung von rund 3 kW durch das Installationsgewerbe ohne grosse Spezialkenntnisse realisiert werden. Damit eröffnet sich für die Fachleute das Bausegment, insbesondere für Dachdecker und Elektroinstallateure ein neues Auftragspotential. Die Dokumentation «**Photovoltaik: Dachmontagesysteme»** und dergleichen Kurs bietet dem Dachdecker das notwendige Wissen, um diese berufliche Chance wahrzunehmen und zusammen mit dem

Elektroinstallateur eine photovoltaische Solaranlage normgerecht und einwandfrei funktionsfähig zu installieren, in Betrieb zu setzen und allenfalls zu warten. Grundlageninformationen zum Potential, zum Aufbau und zur Funktion von Photovoltaik- sowie Kollektoranlagen führen in die Thematik ein. Das Hauptgewicht liegt auf einer detaillierten Übersicht über die verschiedenen Montagearten, wie die Systeme «Auf Dach», Spezial- und Solardachziegel sowie Integration in die Dachebene oder Fassade. Die Publikation tritt ausserdem auf die Standorteignung der Solaranlagen, das Bewilligungsverfahren sowie die Zusammenarbeit mit Planern und Elektrikern ein und behandelt kurz die Montagesysteme für Kollektoranlagen.
1993, 123 Seiten, Bestell-Nr. 724.246 d Fr. 30.-

Passive und aktive Sonnenenergienutzung

Video: «Sonne und Architektur»

Schon früh richteten die Menschen die Bauweise ihrer Wohnhäuser nach der Sonne aus und profitierten von der Speicherfähigkeit gewisser Materialien: Sie haben die Sonnenenergie passiv genutzt. Wenn Licht um Wärme die Räume durchfluten, ist nicht nur eine Energieeinsparung zu erzielen, sondern ebenso lässt sich die Wohnqualität für die BewohnerInnen steigern.

Die heutigen Erkenntnisse eröffnen neue Möglichkeiten, mit der Sonne zu bauen, was im Video «Sonne und Architektur» dargestellt wird. Es bietet ArchitektInnen und PlanerInnen aber auch LehrerInnen angehender Baufachleute einen Einblick in eine der Zeit angepasste Bauweise, die dem Anspruch gerecht wird: Moderne Architektur befindet sich im Einklang mit Ökonomie. Anhand von Entwurfskizzen wird durch die wichtigsten planerischen Grundsätze der Solararchitektur geführt. Neue Bauten aus den Bereichen Wohnen, Dienstleistung, Industrie und Gewerbe verdeutlichen, dass sich mit geschickter Bauweise für alle Gebäudetypen optimale Lösungen zur passiven Nutzung der Sonnenenergie realisieren lassen. Grundsätzlich soll möglichst viel Licht in ein Gebäude eindringen und möglichst wenig Wärme verlorengehen. So gelten beispielsweise in der Grösse der Orientierung des Baues angepasste Fenster und Scheiben mit guter thermischer Isolierung als wichtige Bestandteile der Solararchitektur.

Beinahe grenzenlos ist bei der passiven Sonnenenergienutzung der gestalterischen Spielraum für ArchitektInnen. In diesem Zusammenhang sind Glasatrien zu erwähnen und architektonische Konzepte mit durchdachtem Lichteinfall, der eine wohnlich-helle Atmosphäre in den Räumen schafft. Glasatrien wie auch Wintergarten bieten als Pufferzone zwischen beheiztem Wohn- oder Arbeitsbereich und dem Aussenklima zusätzlichen Raum.

1991, (VHS-PAL 15'), Bestell-Nr. 724.211 d Fr. 25.-

«Sonne und Architektur - Leitfaden für die Projektierung»

Schon heute leistet die Sonneneinstrahlung durch die Fenster einen ansehnlichen Beitrag zur Deckung des Heizwärmebedarfs in Gebäuden. Eine konsequente Nutzung der passiven Sonnenenergie kann mithelfen, den Verbrauch nicht erneuerbarer Energien zu senken. Wie dieses Ziel erreicht werden kann, zeigt das Handbuch «Sonne und Architektur - Leitfaden für die Projektierung».

Die Publikation ist unterteilt in die folgenden fünf Kurzbeschreibungen:

- Potential
- Bauteile und Grundsätze
- technische Installationen
- Bauprojekt Gesetze und Normen

In einer reich gestalteten Beispielsammlung wird anhand bestehender Bauten aufgezeigt, dass sich die Nutzung der passiven Sonnenenergie bereichernd auf die architektonischen Möglichkeiten auswirken kann.

1992, 151 Seiten, Bestell-Nr. 724.212 d Fr. 46.-

«solare Warmwassererzeugung - Realisierung, Inbetriebnahme und Wartung»

Die Sonnenenergienutzung bildet für Sanitär- und Heizungsfachleute eine berufliche Herausforderung: Die Fähigkeit, Sonnenenergieanlagen zu installieren und zu warten, kann mithelfen, Arbeitsplätze zu erhalten, neue zu schaffen und Gewinne zu erzielen.

Der PACER-Kurs «Solare Warmwassererzeugung - Realisierung, Inbetriebnahme und Wartung» und die gleichnamige Dokumentation unterstützen insbesondere Sanitär- und Heizungsfachleute der Planungs- und Ausführungsstufe sowie Sanitär- und Heizungszeichner in ausführenden Betrieben, sich die fachliche Kompetenz anzueignen, um diese berufliche Chance wahrnehmen zu können. Die Publikation bietet einleitend meteorologische Grundlagen und tritt auf das Funktionsprinzip eines Sonnenkollektors, dessen Aufbau und die gebräuchlichsten Kollektortypen ein. Im Mittelpunkt stehen Anleitungen zur selbständigen Dimensionierung, Installation, Inbetriebnahme und Wartung von Solaranlagen. Dabei werden einfache Warmwasseranlagen im Ein- und Zweifamilienhaus, Warmwasseranlagen im Mehrfamilienhaus sowie Warmwasseranlagen mit Heizunterstützung im Ein- und Zweifamilienhaus eingehend behandelt. Die Dokumentation beinhaltet ferner das Vorgehen bei der Realisierung einer Solaranlage im Überblick. Sie beschreibt den Ablauf von der Idee, über Preisabsprache, Datenerhebung, Kollektorstandort und Art der Zusatzenergie bis hin zu Baubewilligung und möglichen Subventionen.

1993, 221 Seiten, Bestell-Nr. 724.213 d Fr. 50.-

Video: «Solare Wassererwärmung: Technik von heute für eine Energie der Zukunft»

Wie wird die Energie der Sonne zur Wassererwärmung genutzt? Welches sind die idealen Einsatzgebiete für Sonnenkollektoranlagen? Diese Fragen stehen im Zentrum des Videos Solare Wassererwärmung: Technik von heute für eine Energie der Zukunft». Es visualisiert die aktive Nutzung der Sonnenenergie: Sonnenkollektoren eignen sich zur Erwärmung des Brauchwasser in Wohn- und Geschäftsbauten und für die Schwimmbadbeheizung und zur Heizungsunterstützung. Ebenso verdeutlicht das Video, - insbesondere durch Interviews mit ausführenden Berufsleuten und Anlagebesitzern - dass es sich bei der aktiven Sonnenenergienutzung, um eine einfache Technik handelt. Die Installation erfordert die üblichen Fachkenntnisse von Heizungs- und Sanitärinstallateuren. Zusätzlich können aktive Solarsystem ArchitektInnen vor eine berufliche Herausforderung stellen: Die Suche nach einer ästhetisch optimalen Lösung für die Integration eines Systems. Weitere Aspekte bilden Wirtschaftlichkeit, Kosten und sinnvolle Realisierungsmöglichkeiten von Sonnenkollektoranlagen. Denn sowohl der Einbezug eines Solarsystems bei der Planung eines Neubaus, wie auch eine notwendige Heizungsanierung bei einem bestehenden Gebäude kann der geeignete Zeitpunkt für die Installation sein.

Das Video wird durch eine Begleitbroschüre vertieft und richtet sich an Architekten, Mitarbeiter von Installationsfirmen, Verantwortliche der Verwaltung, Bauherren und weitere Interessierte.

1993, Bestell-Nr. 724.214 d Fr. 35.-

Biomasse und erneuerbare Energien in der Landwirtschaft.

«Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft Planungsgrundlagen»

Auf landwirtschaftlichen Betrieben wird Biomasse produziert, in den Ställen fällt Wärme an und ebenso sind Flächen für die Installation von Sonnenkollektoren vorhanden. Vor diesem Hintergrund ist die Dokumentation «Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft: Planungsgrundlagen» entstanden, ausgearbeitet zum gleichnamigen PACER-Kurs. Sie behandelt schwerpunktmässig die Themenbereiche Wärmerückgewinnung aus der Stallluft mittels Wärmepumpen für die Beheizung des Wohnhauses und Wärmetauscher für die Beheizung der Zuluft sowie Sonnenkollektoren für die Heubelüftung und im Anhang die Dimensionierung von Biogasanlagen.

Landwirtschaftlichen BeraterInnen, MitarbeiterInnen von Meliorationsämtern sowie von Architektur- und Ingenieurbüros vermittelt die Dokumentation die nötigen Planungsgrundlagen und Kenntnisse, um den Einsatz von Wärmerückgewinnung, Sonnenkollektoren und Biogasanlagen bei einem Neu- oder Umbau zu evaluieren. Auf Grund dieser Abklärungen lässt sich in der Vorprojektphase beurteilen, wie sinnvoll die Anwendung eines der Systeme, sowohl in ökologischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht, ist. Die Grunddaten zur Dimensionierung der drei Anlagentypen werden mit PC-Programmen berechnet. Sie sind im Anhang der Publikation erläutert und können mit dem dort beigelegten Gutschein bezogen werden.

1991, 123 Seiten, Bestell-Nr. 724.221 d Fr. 38.-
(inkl. 3 MS-Dos-Disketten)

Video mit Unterrichtshilfe: «Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft»

Seit jeher nutzt der Landwirt die Sonnenenergie: Indirekt, indem er aus Biomasse Nahrung für Mensch und Tier produziert und direkt bei der Gastrocknung im Freien für die Futteraufbereitung. Die Nutzung von nicht erneuerbaren Energien hat zur Verdrängung interner Kreisläufe auf landwirtschaftlichen Betrieben und zu massiven Umweltbelastungen geführt. Der Einsatz erneuerbarer Energien wie Sonnenenergie, Wasserkraft oder Energie aus Biomasse reduzieren die Belastung.

In der Dokumentation und dem Video «Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft» werden die heutigen Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung erklärt und aufgezeigt: Als bewährte Beispiele sind Biogasanlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom, Photovoltaikanlagen und Kleinwasserkraftwerken zur Stromproduktion und Sonnenkollektoren für die Heubelüftung dargestellt. Die neuere Technik der Treibstoffproduktion mittels nachwachsender Rohstoffe wird am Beispiel des Raps aufgezeigt.

Die Dokumentation ist speziell für landwirtschaftliche Schulen konzipiert. Sie bietet mit Kopiervorlagen, Grafiken, Abbildungen und prägnanten Zusammenfassungen für die Herstellung von Folien ideale Unterrichtshilfen. Ergänzend sind Beispiele aus der Praxis und Wirtschaftlichkeitsrechnungen angeführt. Als Einstieg in die Thematik eignet sich das Video.

Video: 1992, Bestell-Nr. 724.222 d (VHS-PAL 15'), Fr. 25.-
Publikation:

1992, 69 Seiten, Bestell-Nr. 724.222.1 d Fr. 17.-

«Vergärung von häuslichen Abfällen und Industrieabwässern»

Bei der anaeroben Vergärung oder Methanisierung werden organische Reststoffe in den erneuerbaren Energieträger Biogas und in organischen Dünger umgewandelt. Sowohl zur Vergärung fester als auch flüssiger Substrate sind in jüngster Zeit neue Verfahren entwickelt worden. Sie eröffnen der Abfallbewirtschaftung, die sich im Zusammenhang mit der getrennten Sammlung organischer Abfälle im Umbruch befindet, ganz neue Perspektiven.

Neben Informationen zu den Grundlagen der Vergärung gibt die Dokumentation «Vergärung von häuslichen Abfällen und Industrieabwässern» eine Übersicht über die neuesten Verfahren. Durch einen technischen und ökonomischen Vergleich der Vergärung mit aeroben Verfahren (Kompostierung, Abwasserbelüftung) lassen sich zukünftige Einsatzmöglichkeiten anaerober Verfahren abgrenzen. Ebenso kann das Potential an erneuerbarer Energie in Form von Biogas bestimmt werden. Anhand realisierter Anlagen werden betriebliche Konsequenzen, Kosten und Energiebilanzen vorgestellt.

Die Dokumentation richtet sich an Vertreter von Gemeinden und Industrien, welche sich mit der Verwertung biogener Abfälle und Abwässer beschäftigen, an Ingenieur- und Planungsbüros sowie an interessierte öffentliche Stellen. Ziel ist, dem Leser einen Überblick über die Aufbereitung biogener Reststoffe zu geben, welcher eine optimale Entscheidungsfindung für zukünftige Projekte erlaubt.

1993, 68 Seiten, Bestell-Nr. 724.230 d Fr. 16.-

Faltblatt:

«Selbstbau-Sonnenkollektoren Heubelüftung»

Mit einem Sonnenkollektor für die Heubelüftung sparen LandwirtInnen nicht nur Strom und Geld. Er verkürzt auch die Trocknungszeit und verbessert zudem die Futterqualität. Dem Faltblatt können Kurzinformationen über die Schritte für den Bau ebenso entnommen werden wie über die Funktionsweise eines solchen Sonnenkollektors für die Heubelüftung.

1993, Bestell-Nr. 724.223.1 d gratis

Elektrizität aus Kleinstwasserkraftwerken - eine saubere und umweltfreundliche Energie

«Kleinstwasserkraftwerke - Einführung in Bau und Betrieb»

In der Schweiz besteht ein beträchtliches Potential für Kleinstwasserkraftwerke. Dank Fördermassnahmen von Bund und Kantonen kann sich die Realisierung einer solchen Anlage aus finanzieller Sicht als interessant erweisen.

Für den Einstieg in diese Thematik dient der Faltprospekt «Kleinstwasserkraftwerke». Ausführlichere Informationen enthält die vorliegende Broschüre. Sie ist eine Übersetzung der bereits erschienenen französischsprachigen Publikation «Petites centrales hydrauliques» des Bundesamtes für Konjunkturfragen. Sie richtet sich an all jene, die sich generell über Kleinstwasserkraftwerke informieren möchten oder eine Anlage zu realisieren gedenken. Die vorliegende Broschüre wird durch kantonale Informationsblätter zum Thema Kleinstwasserkraftwerke ergänzt. All diese Publikationen können bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ) in 3000 Bern bezogen werden.

Die Zukunft der Kleinstwasserkraftwerke ist aufs engste mit der Entwicklung der Strompreise, im besonderen der Rücklieferungstarife verbunden. Zu Redaktionsschluss dieser Broschüre zeichnen sich rasche, für die Kleinstwasserkraftnutzung erfreuliche Veränderungen ab.

1993, 96 Seiten, Bestell-Nr. 724.244 d Fr. 25.-

Faltblatt: «Kleinstwasserkraftwerke»

Prospekt für Entscheidungsträger mit einem Kurztext über dezentrale, umweltgerechte Energieerzeugung sowie Beispielen: Reaktivierung und Modernisierung alter Anlagen sowie Elektrizitätsversorgung von Siedlungen und Alpwirtschaften, die nicht ans öffentliche Stromnetz angeschlossen sind.

1993, Bestell-Nr. 724.245 d

gratis

Materialien zu PACER

Mit «Materialien zu PACER» startet das Impulsprogramm PACER eine Dokumentationsreihe zu aktuellen Fragen der Anwendung erneuerbarer Energien. «Materialien zu PACER» trägt dem Wunsch vieler Beteiligten Rechnung, im Rahmen von PACER erarbeitetes Wissen, das nicht direkt in Kursen umgesetzt werden soll, einem breiten Kreis von Interessierten raschmöglichst zugänglich zu machen.

Die ersten vier Hefte sind dem Thema «Möglichkeiten passivsolarer Massnahmen bei Sanierungen und Umbauten» gewidmet. Die Programmleitung PACER hofft, die Dokumentationsreihe, welche keineswegs auf das Gebäude beschränkt ist, baldmöglichst durch weitere Themen zu ergänzen.

Bereits erschienen sind:

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.

Synthesebericht

Autor: Markus Kunz

1993, Bestell-Nr. 724.210.1d

Fr. 12.-

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.
Balkonverglasungen

Autoren: Christian Süssstrunk, Eric Labhard

1993, Bestell-Nr. 724.210.2d

Fr. 12.-

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.
Luftkollektorfassaden

Autoren: Hansruedi Meier, Peter Steiger

1993, Besteli-Nr. 724.210.3d

Fr. 12.-

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten.
Transparente Warmedämmung

Autoren: Sandro Bernasconi, Heini Glauser,
Andreas Hailer, Andreas Herbster, Beat Züsli

1993, Bestell-Nr. 724.210.4d

Fr. 12.-

Die drei Impulsprogramme des Bundesamtes für Konjunkturfragen 1990 bis 1995

Impulsprogramme sind auf 6 Jahre befristete Massnahmen zur Vermittlung von neuem Wissen in die berufliche Praxis. Ansatzpunkte sind zielgruppengerechte Information, Aus- und Weiterbildung. Die Vorbereitung und Durchführung erfolgt in enger Kooperation von Wirtschaft, Bildungsinstitutionen und Bund.



IP BAU

IP BAU – Erhaltung und Erneuerung

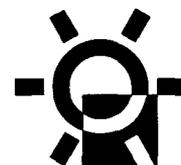
Der volkswirtschaftliche Stellenwert der baulichen Erneuerung ist bedeutend; schon heute werden mehr als 50% der jährlichen Bauinvestitionen für die Erneuerung inkl. Ersatzneubau aufgewendet. Nur mit vermehrter fachlicher Kompetenz und ganzheitlichem Denken kann verhindert werden, dass die Qualität unserer Bauten und Anlagen, aber auch die wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Werte unserer Quartiere, Siedlungen, Dorf- und Stadtteile verlorengehen. Das Impulsprogramm BAU erarbeitet Wissen aus den Bereichen Hochbau, Tiefbau und Umfeld - gesamtheitlich und umweltgerecht -, um die Qualität der Erneuerung und Erhaltung zu verbessern und mit guten Lösungen die bestehende Bausubstanz an die heutigen und zukünftigen Anforderungen von Funktion und Nutzung heranzuführen.



RAVEL

RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität

Forschungs- und Untersuchungsprojekte des Impulsprogrammes RAVEL über den Stromverbrauch in Industrie, Dienstleistung und Haushalt zeigen: Elektrische Energie wird heute oft nicht oder zu wenig intelligent genutzt. D. h. dieselbe Leistung konnte mit einem Bruchteil des bisherigen Stromverbrauches erzielt werden und das wirtschaftlich, ohne Komforteinbusse. Zudem werden mit Strom zum Teil Leistungen erzeugt, für die sich kein Bedürfnis nachweisen lässt. Wird der heute nicht intelligent genutzte Strom frei, erhält unsere Volkswirtschaft neue Spielräume. Damit diese Chance genutzt werden kann, müssen die RAVEL-Erkenntnisse in der Praxis wirksam werden. Dazu werden sie von Fachleuten in sofort anwendbares, praxisgerechtes Wissen aufgearbeitet und in Weiterbildungskursen, Informationsveranstaltungen und Publikationen an die Praxis vermittelt.



PACER

PACER – Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien können - so die Beurteilung von Experten - einen nicht unwesentlichen Anteil an die Deckung des Energiebedarfs leisten. Sie zeichnen sich ausserdem durch ihre Umweltverträglichkeit aus. Trotzdem ist ihre Anwendung momentan noch gering.

Hier setzt PACER an. Das Impulsprogramm will Techniken im Bereich erneuerbarer Energien fördern, die ansorgereift sind und sich nahe an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit befinden: passive und aktive Sonnenenergienutzung für die Wärmeerzeugung, Energiegewinnung aus Biomasse und solare Stromproduktion. Zu diesem Zweck bereitet PACER bestehendes Wissen auf, erarbeitet und vermittelt unter anderem Planungshilfen für Architekten, Ingenieure und Installateure sowie Entscheidungsgrundlagen für Bauleute und Behörden.

Neu ab November 1993

Materialien zu PACER

Mit «Materialien zu PACER» startet das Impulsprogramm PACER eine Dokumentationsreihe zu aktuellen Fragen der Anwendung erneuerbarer Energien. «Materialien zu PACER» trägt dem Wunsch vieler Beteiligten Rechnung, im Rahmen von PACER erarbeitetes Wissen, das nicht direkt in Kursen umgesetzt werden soll, einem breiten Kreis von Interessierten raschmöglichst zugänglich zu machen.

Die ersten vier Hefte sind dem Thema «Möglichkeiten passivsolarer Massnahmen bei Sanierungen und Umbauten» gewidmet. Die Programmleitung PACER hofft, die Dokumentationsreihe, welche keineswegs auf das Gebäude beschränkt ist, baldmöglichst durch weitere Themen zu ergänzen.

Bereits erschienen sind:

1993, 724.210.1d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Synthesebericht

Autor: Markus Kunz

1993, 724.210.3d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Luftkollektorfassaden

Autoren: Hansruedi Meier, Peter Steiger

1993, 724.210.2d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Balkonverglasungen

Autoren: Christian Süssstrunk, Eric Labhard

1993, 724.210.4d

Passivsolare Elemente bei Sanierungen und Umbauten

Transparente Wärmedämmung

Autoren: Sandro Bernasconi, Heini Glauser, Andreas Haller, Andreas Herbster, Beat Züsli