

Gutachten und  
Bewertung von  
Gutachten

Umfassende Umweltkonzepte

Hilfe zur Umsetzung

Analysen und  
Einzelberatung

Beratung, Vorträge  
und Seminare

Öffentlichkeitsarbeit  
und Veröffentlichungen

**Reader**

## Umweltgerecht bauen

- ✓ Solarenergie, Regenwassernutzung
- ✓ Ökologische Baustoffe
- ✓ Testergebnisse und Übersichten
- ✓ Beispiele

Autor: Jörg Bergstedt

# Institut für Ökologie e.V.

## Das Institut

Wir sind keine geldschwere Einrichtung, besitzen überhaupt kein zentrales Büro - aber das empfinden wir als Vorteil. Im Institut für Ökologie arbeiten BiologInnen, PlanerInnen, UmweltschutztechnikerInnen und viele mehr zusammen. Die meisten sind in lokale oder regionale Projekte eingebunden, das Institut hat die Aufgabe, überregional agieren zu können.

Wir bieten:

- Referate, Seminare, Veröffentlichungen (auch im Auftrag anderer)
- Planungen, Gutachten, Bewertungen
- Beratung für UmweltakteurInnen, Umweltbildung
- Kritische Beiträge zu Umweltschutzstrategien
- Viermal jährlich die Umweltzeitung "Ö-Punkte"

## Die Reader

Mit den Readern haben wir zu einigen der Themen, die wir intensiv bearbeiten, Materialsammlungen zusammengestellt. Sie sind für PraktikerInnen im Umweltschutz genauso brauchbar wie für Studium u.ä. Folgende Reader sind bereits erschienen (je 12 DM):

- |                       |                           |                                    |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|
| - Umweltbildung       | - Naturlehrpfade          | - Software für UmweltschützerInnen |
| - Agenda 21           | - Politik von unten       | - Ökonomie von unten               |
| - Umweltgerecht bauen | - Weiden: Baum des Jahres | - Naturschutz von unten            |

In Planung:

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| - Internet für UmweltschützerInnen | - Regionale Tourismusentwicklung |
|------------------------------------|----------------------------------|

## Die Adresse

Institut für Ökologie, Turmstr. 14a, 23843 Bad Oldesloe

Gegen 5 DM in Briefmarken schicken wir Ihnen ein Informationspaket samt einem Probeheft der Ö-Punkte zu. Dort finden Sie auch die genauen AnsprechpartnerInnen zu den verschiedenen Themen.

## Materialien zu den Perspektiven radikaler, emanzipatorischer Umweltschutzarbeit

Mit besonderen Rabatten für Büchertische, SammelbestellerInnen usw.!

- Buch "Perspektiven radikaler, emanzipatorischer Umweltschutz"  
Kapitel zu Strukturen, Naturschutz, Ökonomie, Umweltbildung und mehr.  
280 Seiten, IKO-Verlag, 39,80 DM. Rabatt: Ab 5 Ex.: 30 DM. Ab 10 Ex.: 25 DM.
- Buch "Agenda, Expo, Sponsoring - Recherchen im Naturschutzfilz"  
Infos zum Filz zwischen Umweltschutz, Wirtschaft und Staat. Beschreibung der Umweltverbände und -einrichtungen. Rechte Ökologie, Esoterik, Agenda/Nachhaltigkeit, Anbieterung, Umweltparteien und vieles mehr. 400 Seiten, IKO-Verlag, 39,80 DM. Rabatt s.o.
- CD "Agenda, Expo, Sponsoring": Gescannte Dokumente, Internetauszüge und mehr zum Filz. Mit Acrobat-Reader. Für DOS, Windows, Apple, Linux und OS/2. IKO-Verlag, 49,80 DM. Rabatte: Ab 5 Ex. 32 DM. Ab 10 Ex. 25 DM.
- Gesamtpaket (2 Bände plus CD): 115 DM pro Paket, ab 5 Stück je 80 DM, ab 10 Stück je 65 DM.
- Ö-Punkte, die Zeitung für aktive UmweltschützerInnen: 20 DM/4x im Jahr. Einzelheft 5 DM.  
Angebot für SammelbestellerInnen: Mehrfachabo 20 DM plus 3 DM für jedes weitere Heft/Jahr.
- Rundbrief "Perspektiven emanzipatorischer Umweltschutzarbeit", aktuelle Ausgabe: 2 DM.



Bestelladresse (gegen Rechnung plus Porto):  
MaterialAuswahl UmweltSchutz  
Postfach 1818, 36228 Bad Hersfeld  
(10 DM auch in Briefmarken, 2 DM Porto)

Sammelbestellungen bei IKO-Material  
IKO-Verlag  
Postfach 900421, 60444 Frankfurt

Neu: Das Angebot für Büchertische, WeiterverkäuferInnen usw.  
- einfach "Ö-Depot" - Infos anfordern



Und gleich mitbestellen:  
Aktionsmappe Umwelt  
Die Tips für die praktische Arbeit vor Ort.  
A4-Ordner, 29,80 DM.  
Ab 5 Stück je 20 DM,  
ab 10 Stück je 16 DM.

Die Debatte im Internet: <http://www.thur.de/philouvu.html>

# Inhalt und Quellen

---

## Inhalt und Quellen

### **Solarenergie**

5 - 19

Praxistips zu Solaranlagen  
Autor: Jörg Bergstedt  
Quelle: Widerhaken 1/1996

Fördergelder für solare Warmwasseranlagen  
Autor: Markus Klebsch  
Quelle: Widerhaken 5/1997

Praxistips und Fördergelder für solare Stromerzeugung  
Autor: Markus Klebsch  
Quelle: Widerhaken 2/1998

Umweltverträglichkeit der Photovoltaik  
Quelle: BINE-Projekt-Info Nr. 6/September 1998

Test von Sonnenkollektoren (Warmwasser)  
Quelle: Öko-Test Sonderheft Bauen, Wohnen, Renovieren (1996)

### **Umweltgerechte Heizungsanlagen**

20 - 22

Autor: Olaf Nitsch  
Quelle: Widerhaken, Ausgabe Mai/Juni 1997

### **Regenwassernutzung**

23 - 31

Praxistips zur Regenwassernutzung  
Autor: Jörg Bergstedt  
Quelle: Widerhaken 2/1996

Grundlagen und Tips zum Bau von Anlagen  
Autor: Matthias Marcard  
Quelle: Broschüre der Stadt Gießen

### **Biologische Dämm- und Baustoffe für Dach und Wände**

32 - 46

Praxistips zu Dämmstoffen  
Autor: Jörg Bergstedt  
Quelle: Widerhaken 5/1996

Ergänzungen zu Inhaltsstoffen  
Autor: Jörg Bergstedt  
Quelle: Widerhaken 1/1997

Test von Dämmstoffen  
Quelle: Öko-Test Sonderheft Bauen, Wohnen, Renovieren (1996)

Test von Innenausbauplatten  
Quelle: Öko-Test Sonderheft Bauen, Wohnen, Renovieren (1996)

Transparente Wärmedämmung  
(Vorstellung von Beispielen)  
Quelle: BINE-Projekt-Info 3/1996



# Inhalt und Quellen

---

## **Farben**

**47 - 54**

Praxistips zu Bio-Farben  
Autor: Jörg Bergstedt  
Quelle: Widerhaken 3/1996

Test von weißen Wandfarben  
Test von Lackfarben  
Test von Holzschutzmitteln  
Test von Holzlasuren  
Quelle: Öko-Test Sonderheft Bauen, Wohnen, Renovieren (1996)

## **Begrünung von Wänden und Dächern**

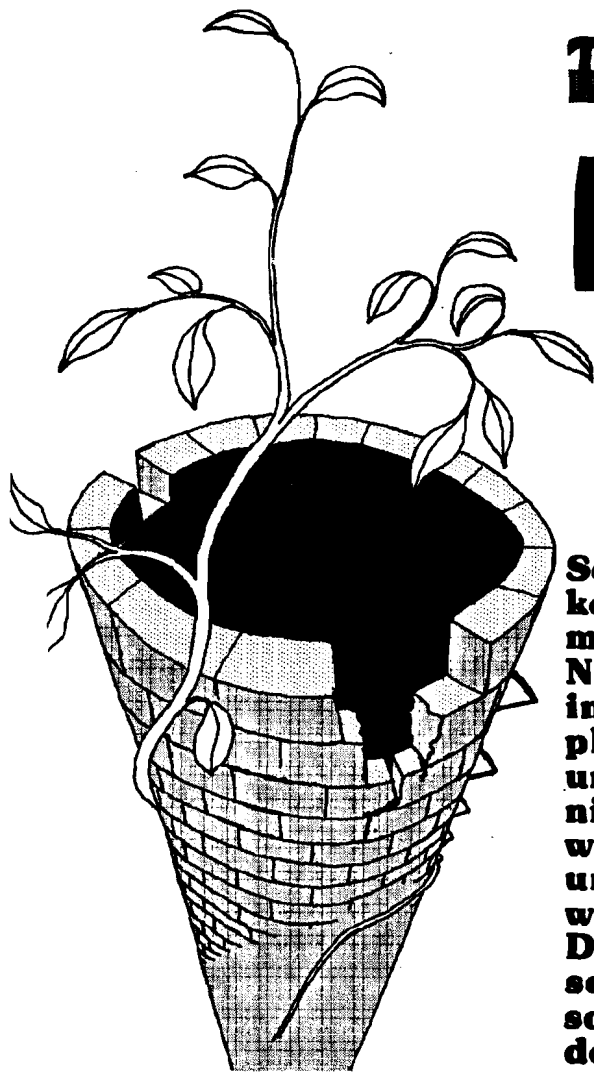
**55 - 57**

Praxistips  
Autor: Jörg Bergstedt  
Quelle: Widerhaken 4/1996

## **Literatur**

**58**

# Hol die Sonne ins Haus!



**Sonnenschein - jeden Tag! Mal nur diffus durch Wolken oder Nebel, oft genug aber klar und im Sommer manchmal so heiß, daß wir es kaum aushalten. Die Natur nutzt Licht und Wärme optimal aus. Vor allem in den grünen Pflanzen wandelt der Stoff Chlorophyll das Licht in stoffliche Energie (Stärke, Zucker) um. Der Mensch hat dieses Naturschauspiel noch nicht nachvollzogen. Seine Maschinen verbrauchen wertvolle Energie, seine Bauwerke sind aus Beton und Asphalt, laden sich in der Sonne auf, d.h. werden wärmer und wärmer. Genutzt wird das alles nicht. Dabei wäre es so einfach: Die Technik, aus Sonnenschein warmes Wasser zu gewinnen, ist inzwischen so ausgereift, daß Anwendungsmöglichkeiten für jedes Haus bestehen - finanziell auch gut leistbar. Das wird im folgenden Text dargestellt.**

(jb). Wer als BesitzerIn oder NutzerIn eines Hauses an die Nutzung der Sonne denkt, hat grundsätzlich zunächst zwischen zwei Verfahren der Energiegewinnung zu denken: Strom oder Wärme. Das erste Verfahren ist noch relativ teuer und im Energieertrag (Umwandlungsfaktor Licht in Strom) schlecht. Bei modernen Solarzellen werden heute ca. 12 Prozent des Lichtes in Strom umgewandelt. Hinzu kommen die Speichertechniken, entweder in teuren und meist umweltbelastenden Akkus oder eingespeist in Netz. Im Warmwasserbereich sehen die Daten wesentlich günstiger aus: Das dort verwendete Material ist vergleichsweise umweltverträglich (vor allem Kupfer und Glas), zudem ist es preiswert, so daß die Gesamtanlage bezahlbar ist für jedeN. Der Ausnutzungsgrad der auftreffenden Strahlung ist je nach Kollektorbauart sehr hoch, d.h. viel wird in Wärme umgewandelt. Daher sollte die Entscheidung in der Regel für eine Warmwasseranlage fallen (oder beides).

Warmwassergewinnung aus der Sonne ist eine Technik für jedes Haus, jede öffentliche Ein-

**Überall möglich!**

richtung (Schule, Sporthalle usw.). Sie läuft, einmal installiert, ohne weiteren Arbeitseinsatz (automatische Re-

gelung). Und sie bringt eine zweifache Ersparnis: Zum einen erwärmt sich das Wasser selbst im Winter, wenn die Sonne scheint und unterstützt damit den Heizkessel. So wird etwas weniger Holz, Öl oder Gas benötigt. Im Sommer kann das Solardach die gesamte Wasserverwärmung (für Duschen, Küche, ...) übernehmen, der Heizkessel wird ausgeschaltet. Das spart besonders.

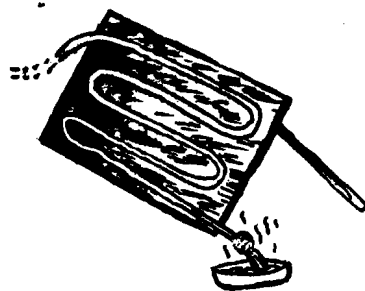
Auf der Dachfläche, die am weitesten nach Süden ausgerichtet ist, wird der Kollektor angebracht. Liegt ein Haus genau in Ost-West-Richtung, wäre auch möglich, die Kollektoren

auf Winkelstützen in der Südgiebelwand zu befestigen. Beim Flachdach ist eine Anbrin-

## Der Kollektor

gung ohnehin auf solchen Winkel nötig, eine Ausrichtung gen Süden dann optimal zu machen. Sodann sind zwei Wege denkbar: Montage auf dem Dach oder eingebettet in die Dachziegel, die dann natürlich vorher abgedeckt werden müssen. Günstiger ist der zweite Fall, weil der Solarbereich dann windgeschützt ist. Der erste Fall ist vor allem sicherer in der

## Der "Spiel"-Kollektor zum Selbstbauen



Als Demonstrationsobjekt kann ein ganz einfacher Kollektor gebaut werden: Eine Holztafel schwarz anmalen, darauf einen schwarzen Schlauch mit Haken in Schlingen befestigen. Das Ganze Richtung Sonne stellen und fertig: Die Wirkung ist groß! Verbesserte Technik: Um die Holztafel Seitenbretter (Lücken für den Schlauch lassen) und Glasscheibe aufkleben, dann entsteht ein Kasten.

Gute Idee für Kinderbasteln in Schulen und zuhause.

Regendichtigkeit, weil ja das Dach unverändert bleibt. Es werden lediglich einige Halterungen im Dach befestigt, auf die die Kollektorbauerteile dann geschraubt werden. Von verschiedenen Herstellern werden Fertigkollektoren angeboten, die einfach auf dem Dach befestigt werden. Je nach gewünschter Gesamtfläche werden dann mehrere dieser Bauteile nebeneinandergebracht. Sie alle bestehen aus einem vollständigen Rahmen aus Aluminium und oben als Abdeckung Glas. Innen liegt der eigentliche Kollektor. In Kupferrohren fließt das Wasser, seitliche "Flügel" sind schwarz beschichtet und nehmen die Einstrahlung auf. Die fertigen Kollektorbauerteile haben nur noch zwei Gewindeanschlüsse außen, sodaß die Teile miteinander verbunden bzw. Zu- und Ablauf des Wassers Richtung Speicher (meist im Heizungsraum) angeschlossen werden können. Diese beiden Verbindungsrohre müssen aber in jedem Fall durch das Dach geführt werden, dafür ist eine günstige Stelle zu wählen.

Eine Weiterentwicklung der oben beschriebenen, sogenannten Flachkollektoren sind die Vakuum-Röhrenkollektoren. Es sind Glasröhren, in deren Inneren die Sonnenstrahlung absorbiert wird. Sie werden in jedem Fall auf ein Trägerrüst über der Dachbedeckung angebracht. Vakuum-Röhren sind teurer, aber auch wirksamer als Flachkollektoren.

Im Innern des Hauses ist ein Warmwasserspeicher nötig, damit das solargewärmte Wasser vom Dach auch gespeichert werden kann. Schließlich soll warmes Wasser auch nachts oder an Regentagen zur Verfügung stehen. Da-

## Speichern

her wird ein Speicher aufgestellt, in dessen unteren Bereich das solargewärmte Wasser durch eine lange Rohrschlange (Austauscher) fließt und die Wärme an die Wassermengen im Speicher abgibt. So ein Speicher funktioniert wie eine große Thermoskanne, d.h. das erwärmte Wasser wird über längere Zeit warm gehalten und kann nun genutzt werden. Da im Winter die Sonneneinstrahlung nicht immer reicht, führt vom Heizkessel eine zweite Rohr-

### SOLARANLAGEN SELBERMACHEN



Preiswert.  
Leistungsstark.  
Montagefreundlich.

**"Sehr gute Anlage mit sehr guter energetischer Beurteilung und sehr hoher Wirtschaftlichkeit" test 3/95**

Kostenlos Testergebnisse und Solar-Katalog anfordern!



**Wagner & Co**  
SOLARTECHNIK  
REGENWASSERNUTZUNG  
Ringstraße 48, 35091 Colbe  
Tel.: 06421-80070  
Fax: 800722

schlange in den Speicher, die ebenfalls warmes Brauchwasser erzeugt.

Bei großen Solaranlagen kann die Sonnenwärme auch zum Heizen genutzt werden. Dann muß noch ein Übergang zum Heizkreislauf geschaffen werden. Möglich ist, auch für das Heizungswasser einen Puffer aufzustellen, in dem solare Wärme zwischengespeichert werden kann.

Letztes von drei Teilen einer jeden Solar-Warmwasseranlage (neben Kollektor auf dem Dach und dem Speichersystem) ist die Regelungstechnik. Angetrieben von einer Pumpe soll ja das Wasser, wenn es von der Sonne erwärmt wurde (aber auch nur dann!) zu der richtigen

## Regelungen

Stelle (in der Regel dem Speicher) geführt werden. Damit der aber nicht überhitzt wird, muß bei einer bestimmten Lage die Pumpe wieder abgeschaltet oder der Warmwasserstrom in weitere Speicher umgeleitet werden. Dazu werden an verschiedenen Stellen Thermofühler angebracht. In einer kleinen Zentraleinheit werden sie zusammengeführt und die Pumpe bzw. eventuelle Umleitventile geschaltet. Außerdem kann mensch sich dort die jeweiligen Temperaturen anzeigen lassen.

Die Kosten können sehr stark schwanken und seien hier für ein Ein-Familienhaus mit 4-5 Per-

sonen angenommen. Außerdem sei vorausgesetzt, daß der Heizkessel ohnehin gerade ersetzt wird (das wäre praktisch, weil dann die Verlegearbeiten usw. ein einem Rutsch durchgeführt und entsprechend billiger werden) oder schon für einen geregelten Betrieb (Erwärmung des Brauchwasserspeichers) tauglich ist.

## Die Kosten

Dann fallen an Kosten an:

- Kollektor ca. 5-8qm	
a. im Selbstbau:	2-3000,- DM
b. als Fertigteile:	5-6000,- DM
- Speicher ca. 300l	2-3500,- DM
- Regelung, Pumpe	600,- DM
- Rohre usw.	500,- DM

Somit liegt die Gesamtsumme für ein Ein-Familienhaus bei gut 5000 bis ca. 10000,- DM. Dieses Geld nun muß keiner ganz selbst bezahlen. Es gibt staatliche Zuschüsse. Das Land Hessen bezahlt 30 Prozent (max. 3000,- DM). Einige Städte und Gemeinden bzw. auch Stromversorger geben ebenfalls Zuschüsse, z.B. weitere 10 Prozent oder eine feste Prämie (z.B. 1000,- DM pro Anlage). Hier lohnt es sich, beim Versorgungsunternehmen (Stadtwerke, OVAG ...) sowie der zuständige Gemeinde nachzufragen.

# Wie mensch Geld für's warme Wasser bekommt

Geld für warmes Wasser, soll ich das etwa verkaufen? Nein - die neue Serie "Fördergelder" zeigt in der ersten Folge wie mensch an Zuschüsse und Fördergelder für Anlagen kommt, mit denen warmes Wasser durch Sonnenenergie erzeugt wird. Diese sogenannten solarthermischen Anlagen bestehen im einfachsten Fall aus Sonnenkollektoren, einer Regelung und einem Speicher für das darin erwärmte Brauchwasser. Mit diesem so erwärmten Wasser kann mensch im Sommer seinen gesamten Warmwasserbedarf abdecken und die Öl oder Gasheizung abschalten. Die Installation solcher Solaranlagen wird dabei durch das Land Hessen und zusätzlich durch viele Kommunen bezuschußt. Durch diese Gelder sind die Investitionskosten für die Einrichtung der Anlage nach ca. 5 Jahren wieder raus. Dann wird das warme Wasser via Sonnenenergie praktisch kostenlos bereit.

Die Hemmschwelle, sich Solarkollektoren auf das Dach zu setzen, ist trotz des finanziellen Anreizes hierzulande immer noch groß, es besteht eine unbegründete Skepsis gegenüber der Technik. Die Tatsache, daß auf relativ wenigen Dächern Kollektoren installiert sind, führt oftmals zu der Annahme, daß "es" doch nichts "Vernünftiges" sein kann, sonst hätten es doch viel mehr auf dem Dach. Ändern tut sich dies, wenn Nachbarn oder Bekannte sich die Sonnenwärme in's Haus holen und damit die Technik greifbar wird. Erstaunte Blicke sind sicher, wenn da so 100°C Kollektortemperatur präsentiert werden können. Es entsteht ein gewisser Nachahmungseffekt. So kann es kommen, daß in einem kleinen Ort mit knapp 500 Einwohnern 7 Anlagen existieren. Eigentlich sollte Solartechnik Standard sein, bei Heizungsneueinstellungen wird aber oft durch die Heizungsfirmen dem Bauherrn die Solartechnik ausgeredet: "So ein Blödsinn" bekommt mensch auf eine entsprechende Nachfrage schon mal zu hören. Die "alteingesessenen" Heizungsfirmen haben oftmals den Anschluß an die Technik verpaßt. Sie bauen lieber die 08/15 Systemheizung ein. Dagegen haben sich andere Firmen, die oft erst "durch" die Solartechnik entstanden sind, spezialisiert und bieten das entsprechende KnowHow von der Beratung bis zur Inbetriebnahme. Die Solartechnik erfordert mehr Planungsaufwand, da nur individuell geplante, auf den Warmwasserbedarf und die Ausrichtung zur Sonneneinstrahlungsrichtung optimale Wirkungsgrade erzielen. So kann der Jahres-Warmwasserbedarf zu 60% mittels Son-


nenenergie abgedeckt werden. Von Firmen die Solaranlagen mittels einer "Faustformel": 3 Köpfe gleich drei Kollektoren verkaufen wollen, sollte mensch besser "die Finger lassen". Das Ergebnis kann dann enttäuschend sein, z.B. wenn die Dachausrichtung schlecht ist, wird trotzdem eine Anlage verkauft, obwohl sie nachher wenig Leistung erbringen wird; deshalb: bei solchen Angeboten besser zu einer anderen

Firma gehen. In diesem Bereich tätige seriöse Firmen führen auch Beratungsgespräche durch, bei denen nicht gleich der Geldbeutel gezückt werden muß und trotzdem ein individuelles Angebot erstellt wird. Auch in Bezug auf die Komponentenhersteller (Speicher, Kollektoren) sollte mensch sich Beraten lassen um gute Qualität zu bekommen. Viele Firmen haben langjährige Erfahrung im Kollektor- und Speicherbau und sind spezialisiert darauf, oder sie haben Abteilungen, die sich nur mit Solartechnik beschäftigen. Dort läuft das Produkt dann nicht unter "ferner liefern". Wichtig ist, sich zu versichern, daß auch bei einem Defekt eine Ersatzteilbeschaffung über einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren "garantiert" werden kann.

Optimal ist, sich bei dem ganzen Vorhaben an eine Firma zu wenden, bei der mensch alles aus einem Guß bekommt: Beratung, Planung, Komponentenbeschaffung, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme. Wer es sich zutraut kann dabei auch einen Teil in Selbstmontage erstellen (Kollektormontage, Rohrverbindungen u.s.w.).

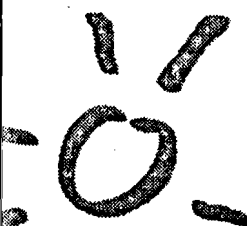
## Wie bekommt mensch denn nun die Zuschüsse und wieviel gibt es?

Zuallererst ist bei der zuständigen Kreisverwaltung, hier der Landkreis Gießen bzw. der Magistrat der Stadt Gießen, ein Antrag anzufordern. Der Antrag muß dann zusammen mit einem Fragebogen und einem prüfbareren Angebot für eine Anlage,





**bad & heizung**

Starke Energie  
zum Nulltarif



Die Sonne - eine  
kostenlose Energie-  
quelle, die nie ver-  
siegelt. Heute ver-  
sorgt sie auch bei  
uns komplette Heiz-  
systeme, erzeugt  
Warmwasser oder  
gewinnt mit ande-  
ren regenerativen  
Systemen Energie  
zum Nulltarif.

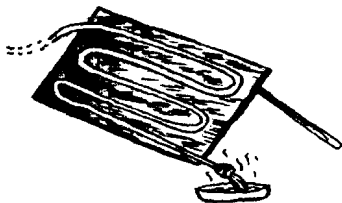
 **Info:** 

Sanitär Heizung Klima  
35390 Gießen, Nordanlage 24  
Tel. 06 41/36004, Fax 337 79

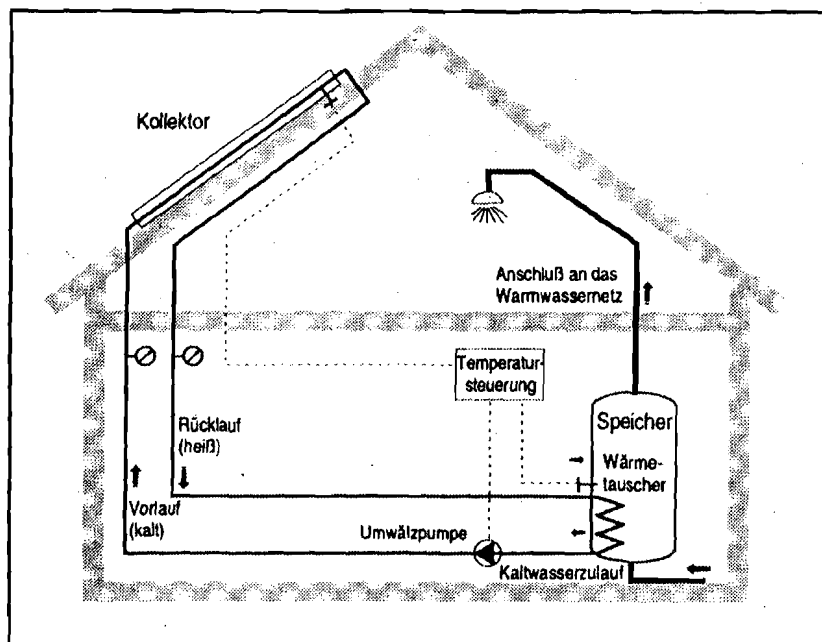
**MOOTZ**  
...macht das Bad zum Erlebnis.

einem Grundbuchauszug und einem Lageplan (Flurkarte) dort wieder abgegeben werden. Erst wenn der Antrag genehmigt ist, darf mit dem Bau begonnen werden. Antragsberechtigt sind sowohl EigentümerInnen als auch MieterInnen, wenn sie über eine Einverständniserklärung des/r VermieterIn verfügen. Voraussetzungen sind eine geeignete Ausrichtung des Daches, relative Verschattungsfreiheit (min. 70%), eine ausreichende Aufstellungsfläche, ein Warmwasserspeicher mit min. 100 ltr. Inhalt oder Speicherkollektoren, eine automatische Regelung und eine Wärmedämmung gemäß den gesetzlichen Anforderungen.

Die Anträge sind dabei so kompliziert, daß sie am besten gleich von der Firma ausgefüllt werden, die die Anlage auch geplant hat, dabei kann das Angebot gleich mit abgegeben werden. Der/die HauseigentümerIn braucht sich dann erstmal um nichts weiter zu kümmern. Je nachdem in welchem Ort sich das Objekt befindet kann nach dem Bewilligungsbescheid mit dem Errichten der Anlage begonnen werden. Falls die Kommune zusätzlich zu der Landesförderung ebenfalls Zuschüsse gewährt, ist jetzt zuerst hier der entsprechende Antrag zu stellen. Erst wenn auch dieser genehmigt ist, darf gebaut werden.



Eine Ausnahme bei der Landesförderung gibt es: Wer für ein Haus oder Wohnung die Öko-Zulage im Rahmen der Eigenheimzulage kassiert, bekommt keine weitere Förderung wie oben beschrieben. Bei der Landesförderung werden 20% der Anlagenkosten bis max. 2000 DM je Anlage, bzw. bei Mehrfamilienhäusern 1000 DM je Wohnung als Zuschuß gewährt. Hinzu kommen 10% Förderung für KundInnen die im Versorgungsbereich der OVAG liegen, sowie eventuell kommunale Zuschüsse. Die Öko-Zulage im Rahmen der Eigenheimzulage beträgt über einen Zeitraum von acht Jahren 2% der Aufwendungen für die Anlage, höchstens 500 DM.



Prinzip einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung (aus: "Solaranlagen" Ökobuchverlag, Staufen)

## Technik

Zur Technik von solarthermischen Anlagen hat der Widerhaken bereits öfter berichtet, deshalb hier nur ein kurzer Exkurs. Eine Anlage besteht aus dem Kollektor, hier gibt es Flach-, sog. Selbstbau- und Vakuumröhrenkollektoren. Die Vakuumkollektoren kosten ca. 50% mehr gegenüber den normalen Kollektoren, sie haben jedoch den Vorteil, daß sie auch bei diffusem Licht bereits Leistung abgeben. Vom Kollektor wird dann über eine Rohrverbindung und einen am Ende angeschlossenen Wärmetauscher das Wasser im Speicher erwärmt. In dem Rohrkreislauf befindet sich eine Wasser-/ Frost-Schutzmittellösung um ein Einfrieren der Rohre und des Kollektors im Winter zu verhindern. Der Kreislauf wird durch eine Pumpe in Gang gesetzt. Diese schaltet sich über eine Regelung selbsttätig ein, wenn die Kollektortemperatur über der des Speichers liegt, und entsprechend wieder aus, wenn die Kollektortemperatur unter die des Speichers fällt. Als Speicher kommen mehrere Varianten in Betracht, zum einen ein kombinierter Speicher, der im oberen Bereich einen Wärmetauscher hat, welcher über die normale Öl/Gas- oder Festbrennstoffheizung versorgt wird, und im unteren Bereich einen zweiten Wärmetauscher besitzt, der an den Solarkreislauf angeschlossen ist. Diese Variante wird vorzugsweise bei Neubauten oder Heizungsumstellungen gewählt. Wird die Solaranlage nachträglich bei einer bestehenden Heizung eingebaut, wo sich auch bereits ein

Warmwasserspeicher befindet, wird einfach ein zusätzlicher Speicher aufgestellt, der dem vorhandenen Warmwasserspeicher vorgeschaltet wird. Grundsätzlich läßt sich eine Solaranlage immer einbauen, unabhängig von der vorhandenen Heizungsanlage.

Der Einbau ist meist ziemlich einfach zu lösen. Der Kollektor kann auf das Dach oder aber in die Dachhaut montiert werden. Optimal ist, wenn das Dach sowieso abgedeckt werden muß, z.B. wenn es gedämmt werden soll, gleich den Kollektor mit in die Dämmung und die neue Dacheindeckung zu integrieren. Dabei lassen sich am einfachsten Kältebrücken bei der Dämmung und Wärmebrücken beim Kollektoreinbau verhindern. Der Kollektor soll schließlich möglichst wenig Wärme an seine Umgebung abgeben, sondern möglichst viel an den Solarkreislauf. Die Rohrleitungen zum Speicher, welcher meist im Keller seinen Platz haben dürfte, können sowohl außen am Haus, als auch innen, z.B. in einem verkleideten Schacht verlegt werden. Die Rohre sollten dabei gut isoliert werden.

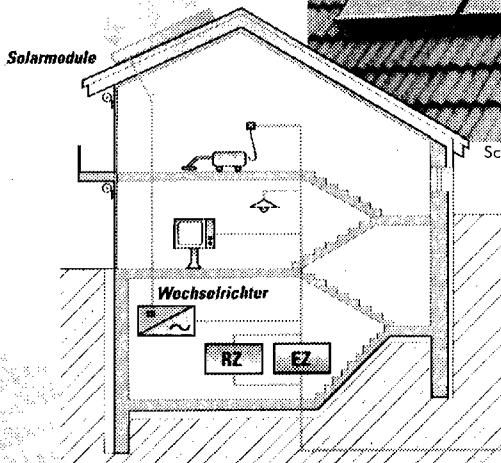
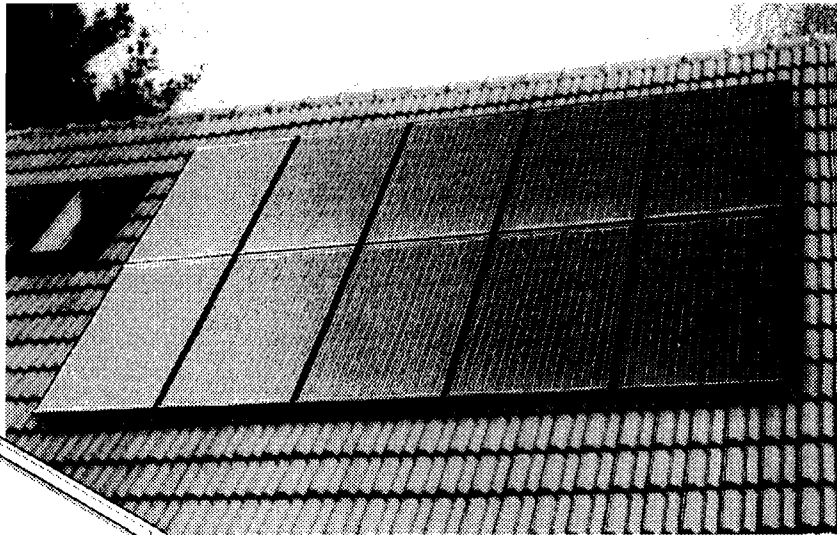
mk



Der Kollektor des Umweltmodellhauses in Saasen wird montiert



## Wie mensch...



Schema und Photo: PHÖNIX Projekt, 1,1 kW Solarstromanlage

## ...zu seinem Kraftwerk kommt

Strom aus Sonnenlicht, die zweite direkte Möglichkeit, sich Sonnenenergie in die eigenen vier Wände zu holen. In der Ausgabe IV/97 stellte der Widerhaken bereits die solarthermische Nutzung vor, hier, in der dritten Folge der Fördergelderserie, wird vorgestellt, wie die Sonnenstrahlung in Strom umgewandelt werden kann und wie diese Technik durch Zuschüsse unterstützt wird.

Die Sonne strahlt in hiesigen Breitengraden mit max. 1 Kilowatt (kW) pro Quadratmeter an der Erdoberfläche. Sich diese quasi unerschöpfliche Energie in's Haus zu holen, bietet sich geradezu an. Im Gegensatz zu der schon etwas weiter verbreiteten Verwendung zur Wassererwärmung spielt die Stromerzeugung aus Sonnenenergie, die sogenannte Photovoltaik (PV), noch eine sehr kleine Rolle. Die Gründe dürften zum einen an einer Hemmschwelle liegen, die allen nicht Standardtechniken vorsteht, zum anderen an den hohen Investitionskosten und dem auf der anderen Seite billigen Strom der großen Energieversorgungsunternehmen (EVU). Mensch kann nicht einfach in einen Laden gehen und in gewohnter Konsumorientierung etwas einpacken, zu Hause auspacken, einschalten und fertig. Dennoch ist die/der HäuslebesitzerIn, hat sie/er eineN PartnerIn gefunden, die/der die Anlage installiert und die nötigen Formulare und Unterlagen bearbeitet, nicht belastet mit irgendwelchen Formalitäten oder mit viel Lauferei.

Der Selbstbau einer PV-Anlage ist für technisch versierte Menschen möglich, wenn auch nicht besonders einfach. Die einzelnen Komponenten müssen aufeinander abgestimmt sein, dies ist bei Einzelkäufen schwierig. Zwischenzeitlich werden auch Komplettanlagen im Paket angeboten, die frei Haus geliefert werden und sozusagen nur noch zusammengebaut werden müssen. Diese praktische Entwicklung läßt zwar keine individuelle Anlagendimensionierung zu, ist aber preislich sehr günstig. Bei der individuellen Planung und Zusammenstellung sowie Montage muß mensch mit Kosten von ca. 18 TDM pro Kilowatt Anlagenleistung rechnen. Eine Komplettanlage mit ca. 2 kW kostet dagegen "nur" ca. 27 TDM inklusive

einer Abnahme. Der Selbstbauer kann so kräftig sparen, muß sich zur Zuschußbeantragung aber durch einen nicht unerheblichen Papierberg arbeiten.

### Umweltentlastung

Der Sonnenstrom ist im wahrsten Sinne des Wortes sauber. Seine Produktion auf dem Dach ist ein kleines Stückchen Unabhängigkeit und Dezentralisierung. Er muß nicht weit transportiert werden, wodurch geringere Leitungsverluste entstehen. Im Gegensatz zu dem in Kraftwerken produzierten Strom, wo ca. 65% an ungenutzten Abwärmeverlusten anfallen, ist Sonnenstrom sozusagen abfallfrei. Jedes erzeugte Kilowatt Sonnenstrom spart so mehr als 3 kW Primärenergie in Form von Öl, Kohle oder Uran ein.

### Die Solarzellen

Herzstück jeder PV-Anlage sind die Solarmodule, der "Generator". Jedes dieser Module besteht aus ein-



zelen Solarzellen. Diese werden aus dem Stoff Silizium hergestellt. Andere Materialien befinden sich in der Erprobung, spielen auf dem Markt aber noch keine Rolle. Im Aufbau der Solarzellen existieren zwei wesentliche Unterschiede, es gibt billige Dünnschichtzellen, die als amorphe Solarzellen auf dem Markt sind. Sie spielen durch ihren geringen Wirkungsgrad von 6 bis 9% im PV-Markt nur eine kleine Rolle und finden Verwendung in Taschenrechnern, Solarspielzeug und Kleinnanwendungen. Die teuren monokristallinen Zellen kommen heute an Wirkungsgrade bis 19% heran. So werden max., von den oben erwähnten 1 kW Sonnenstrahlung pro qm, 190 Watt (W) Sonnenstrom erzeugt. Bei Standardsolarmodulen rechnet mensch mit einem Durchschnittsertrag von 800 Kilowattstunden (KWh) pro kW Modulleistung.

## Der Winkel und das Dach

Die in verschiedenen Spannungen und Leistungen erhältlichen Solarmodule werden auf das Dach oder in die Dachhaut montiert. Die in-Dach-Montage ist dabei etwas teurer, aufwendiger und birgt eine Schwachstelle, was die Dichtheit des Daches angeht. Wie bei der solarthermischen Sonnenenergienutzung ist die Ausrichtung des Daches zuerst entscheidend, ob überhaupt eine Montage auf dem Dach sinnvoll ist. Dabei spielen die Dachneigung, die Himmelsrichtung und die Beschattungsfreiheit eine Rolle. Eine Südausrichtung stellt logischerweise das Optimum dar, eine Abweichung von bis zu 45 Grad in östlicher oder westlicher Richtung mindert den maximalen Ertrag aber nur um ca. 5%. Die Dachneigung spielt in Kombination zur Dachausrichtung eine Rolle, ein Dach in Südausrichtung hätte mit einer Neigung von 30% seinen besten Winkel. Bei einer Abweichung nach Osten oder Westen führt eine flachere Anstellung zu weniger Verlusten als bei Südausrichtung.

## Nur ohne Schatten!

Der Punkt Beschattungsfreiheit spielt



## Mit der Stromverschwendung perDu? Der freie Strommarkt.

Im Zuge der EU ist auch der Strommarkt dabei, sich zu öffnen, das heißt, es werden in Zukunft alle Stromerzeuger ihren Strom überall hin verkaufen dürfen. Bisher ging dies nicht. Die deutschen EVUs hatten eine Monopolstellung. Sie haben zwar in dem bestehenden Leitungs-Verbundnetz Stromleitungen in sämtliche angrenzenden Länder betrieben und auch von dort Strom bezogen, verkauft haben sie ihn dann aber sozuzugan als ihren Strom an den Endverbraucher. In Zukunft können beispielsweise französische Stromanbieter mit ihrem staatlich subventionierten billigsten Atomstrom auf den deutschen Markt. Ein Preiskampf "Marktwirtschaft live" wird entstehen. Zuerst nur für Groß- und Großverbraucher, denen dann eigene Leitungen gelegt werden. Irgendwann ist durch den Preiskampf eine Senkung der Strompreise auch für den kleinen Endkunden zu befürchten. Strom wird billiger. Alle Bemühungen der letzten Jahre, weniger Strom zu verbrauchen werden damit ad absurdum geführt. Schlimmstenfalls werden stromfressende Geräte wieder bevorzugt, anstatt sich teurere, auf Energieeinsparung zugeschnittene, zuzulegen. Einer Stromvergeudung werden dank EU Tür und Tor geöffnet. Die deutschen EVUs, ihrer Monopolstellung beraubt, sehen mit Schrek-

ken diese Entwicklung. Sie bekommen Druck, billiger anzubieten um im Preiskampf zu bestehen. Hatten sie bisher eine sichere Stellung, die ihnen klar kalkulierbare Einnahmen garantierten, sieht das in Zukunft anders aus. Viele Energiesparprogramme gingen und gehen von den EVUs aus, so wie im großen derzeit z.B. ein Stromgigant (Preußen-Elektra) mit ganzseitigen Anzeigen für Energieeinsparung wirbt, tun die kleinen, wie die Stadtwerke Gießen, ihren Anteil mit der hohen Einspeisevergütung für Strom aus Photovoltaik-Anlagen. Dieser, dem wirtschaftlichen Denken entgegengesetzten Firmenphilosophie, steht ein Ende bevor. Den sicheren und hohen Gewinnen der Stromlieferanten haben diese Ausgaben nicht weh getan, lagen sie doch im "Peanuts"-Bereich. Im freien Strommarkt ist zu befürchten, daß derartige Förderungen durch die EVUs völlig wegfallen. Der Endkunde ist ja nicht mehr mit seinem Stromlieferer verwachsen, und dieser wird nicht die Gefahr eingehen, hier eine hohe Einspeisevergütung zu zahlen um dort teuren Strom verkaufen zu müssen. Positive Stimmen für die Öffnung des Strommarktes gibt es auch. Da sehen manche z.B. die Chance, Strom aus regenerativen Energien anbieten zu können.

mk

ebenfalls eine sehr große Rolle. So kann z.B. eine Beschattung von 1% der Anlagenfläche zu einer Einbuße von 60% führen. Dies rührt daher, daß in der Zusammenschaltung der Module immer die schwächste Solarzelle, also in dem Fall die beschattete, die Anlagenleistung bestimmt. Der Beschattungsfreiheit ist daher besondere Auf-

merksamkeit beizusteuern. Ein Antennenmast, Äste oder gar eine Gaube können, werfen sie einen Schatten auf die beabsichtigte Montagefläche, zu einem Ärger werden. Für den Fall, daß das Schattenproblem nicht zu beseitigen ist, gibt es spezielle Solarmodule, die mit speziellen Überbrückungsdioden ausgestattet sind. Diese schalten selbsttätig die beschattete Zelle ab, so daß die Schattenverluste geringer werden. Fällt das Dach als Montageort

wegen ungünstiger Ausrichtung weg, gibt es noch die Möglichkeit, die Module auf einem Ständer im Garten oder aber auch an der Fassade zu befestigen.

## vom Dach zur Lampe

Von den Modulen, die eine Gleichspannung erzeugen, wird der Strom über Leitungen abgeführt. Jetzt gibt es wieder zwei grundsätzlich unterschiedliche Anlagentypen, von denen abhängt, welche Komponenten noch benötigt werden. Das sind zum einen die Inselanlagen und zum anderen die netzgekoppelten Anlagen. Inselanlagen werden überall dort eingesetzt, wo sowieso kein Netzanschluß vorhanden ist oder wo bewußt auf "Normalstrom" verzichtet werden soll. Bei diesen Anlagen wird der Strom, kommt er von den Modulen, in der Regel in Batterien zwischengespeichert, denn sonst stünde nur Strom zur Verfügung, wenn die Sonne scheint. Gerade dann braucht mensch bekanntlich

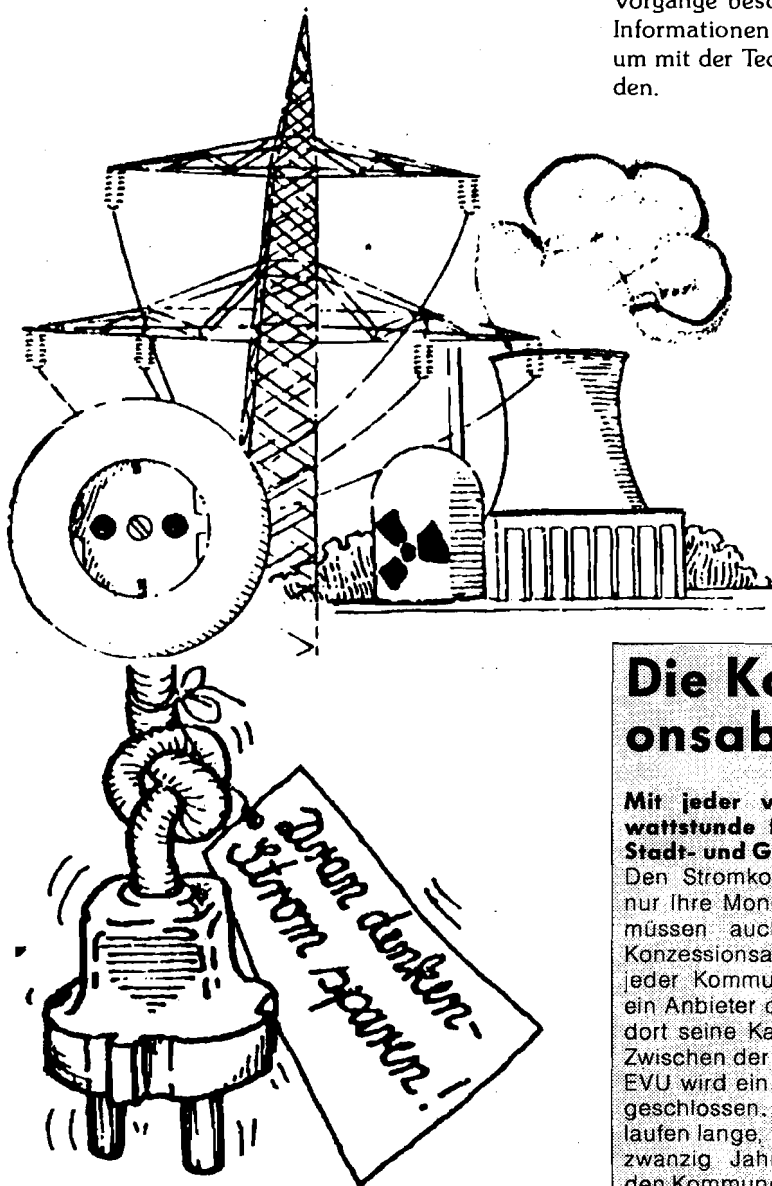


aber den wenigsten Strom. Die Batterien sind meist spezielle Solarbatterien, die für die Solarlade- und Entladezyklen optimiert wurden. Die Systemspannung der Batterieanlage ist von der Anlagengröße und der Weiterverwendung des Stroms abhängig. In Mini-Anlagen, z.B. in Wochenendhäusern sind dies 12 oder 24 Volt. In größeren Anlagen auch 48, 60 oder mehr. Die Geräte sind dann entweder für die Spannung ausgelegt, oder es wird ein Wechselrichter zwischengeschaltet. Dieser ist für den Anschluß von üblichen 230 Volt Geräten nötig. Bei netzgekoppelten Anlagen entfallen die Batterien und das Netz ist sozusagen der Speicher. Verbunden wird das eigene Sonnenstromkraftwerk mit dem öffentlichen Stromnetz über einen speziellen Wechselrichter. Dieser speist den gerade nicht im eigenen Haus benötigten Strom über einen zusätzlichen Zähler, den Rückkaufszähler (RZ), in das Stromnetz ein. Für diesen Strom bekommt mensch bares Geld, die Einspeisevergütung (siehe Kasten auf der nächsten Seite). Wird im Haus mehr verbraucht als die PV-Anlage liefert, verbraucht mensch, ohne daß er irgendwelche Umschaltvorgänge bemerkt, den normalen Strom, der wie vorher über den "Einkaufszähler" (EZ) läuft. Bei netzgekoppelten Anlagen sind in der Hausinstallation keine Änderungen nötig. Bei Inselanlagen ist dagegen die Installation eines Niederspannungsnetzes von Vorteil.

## Die Zuschüsse

Wie bereits erwähnt, ist die Sonnenstromtechnik nicht billig. Hinzu kommt, daß die Preise entgegen vielen Prognosen von vor ein paar Jahren nicht gesunken, sondern im Laufe des letzten Jahres um 5 bis 7 Prozent gestiegen sind. Der Dollarkurs und die nicht erreichten

Absätze dürften hierfür verantwortlich sein. Um der Technik trotzdem ein wenig auf die Sprünge zu helfen, gibt es von mehreren Stellen Zuschüsse. In ganz Hessen einheitlich gilt das Förderprogramm des hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit. Das seit 1994 existierende Förderprogramm bietet eine Bezuschussung von 30% der Kosten. Begrenzt wird der Bemessungsbetrag jedoch auf 17 TDM pro kW Anlagenleistung, wobei mindestens 1 kW installiert werden muß. Hier wurde entgegen der Preissteigerung am Markt eine Senkung vorgenommen, denn bei Anträgen die bis 31.03.1997 gestellt waren, galt noch der Betrag von 20 TDM als Bemessungsgrundlage. Die tatsächlichen Kosten liegen heute noch bei ca. 18 TDM. Der Finanztopf für das Förderprogramm ist ausreichend gefüllt, mit einer Ablehnung von Anträgen ist daher nicht zu rechnen.



Das Antragsverfahren ist mit viel Papier verbunden. Nachdem mensch sich die Unterlagen beim Ministerium bestellt hat, bekommt er neben dem Antrag die "Aus-schreibungsunterlage für die Planung, Lieferung, Montage und Inbetriebnahme einer Photovoltaik-Anlage", ein "Inbetriebnahmeprotokoll" und die "Technischen Anforderungen, Planungs- und Installationshinweise" zugeschickt. Die "Technischen Anforderungen" sind ein 97seitiges DIN A4 Heft, welches sehr umfassend und informativ über das Gesamthema Photovoltaik informiert. Hier wird eine vorbildliche Informationspolitik betrieben, bei der dem PV interessierten mensch ein Buch an die Hand gegeben wird, daß verständlich die physikalischen Vorgänge beschreibt und sämtliche Informationen bietet, der er braucht, um mit der Technik vertraut zu werden.

Zuerst muß dann der Antrag ausgefüllt und mit einer Vielzahl weiterer Unterlagen, wie Lageplänen, Montagskizzen, Schaltplänen, sowie einer Bescheinigung des zuständigen EVU wieder an das Ministerium gesandt werden. Jetzt heißt es 6 bis 8 Wochen warten. Kommt der Bewilligungsbescheid,

## Die Konzessionsabgabe

**Mit jeder verbrauchten Kilowattstunde fließt Geld in den Stadt- und Gemeindegeldbeutel.**

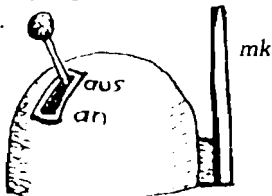
Den Stromkonzernen hing nicht nur Ihre Monopolstellung an, sie müssen auch eine besondere Konzessionsabgabe zahlen. In jeder Kommune darf immer nur ein Anbieter die Wege nutzen um dort seine Kabel zu verbuddeln. Zwischen der Kommune und dem EVU wird ein Konzessionsvertrag geschlossen. Diese Verträge laufen lange, in der Regel um die zwanzig Jahre, und bescheren den Kommunen ein stattliches Zubrot. Jede Kilowattstunde bringt etwa 2,5 Pf ein. Rechnet mensch einen Durchschnittsverbrauch von 2000 kWh pro Kopf und Jahr, ergibt sich beispielsweise für Staufenberg ein Sümmchen von 400 TDM.

muß dem Ministerium innerhalb von 30 Tagen mitgeteilt werden, daß mensch den Bescheid annimmt. Das Geld liegt dann bis zum Jahresende des Folgejahres abrufbar bereit. Erst nach Zustellung des Bescheides darf mit dem Bau begonnen werden. Wer zusätzlich einen kommunalen Zuschuß bekommt (in Biebertal), kann zeitgleich dort einen Antrag stellen. Auch hier ist dann mit dem Baubeginn zu warten, bis der Bewilligungsbescheid der Gemeinde vorliegt. Ist die Anlage fertiggestellt, muß der "gesamtverantwortliche Bieter", also die ausführende Firma, ein Inbetriebnahmeprotokoll erstellen. Außerdem gewähren auch die EVUs Zuschüsse. Hier ist in der Regel nach Fertigstellung der Anlage ein Antrag zu stellen, da das betreffende EVU sowieso die Netzverbindung überprüft, ist der Kontakt zum Kunden bereits vorhanden. Die Anlage wird dann von den EVU MitarbeiterInnen abgenommen.

## Der Preis des Sonnenstroms

Trotz der Zuschüsse und Einspeisevergütungen ist der Sonnenstrom leider nicht billiger als der umweltbelastende Strom aus konventionellen Kraftwerken. Wer sich beispielsweise eine Selbstbauanlage mit ca. 2 kW Anlagenleistung in Biebertal auf das Dach schraubt, muß mit ca. 27 TDM Anlagenkosten rechnen. Er bekommt 8100 DM Landeszuschuß, 3000 DM Zuschuß des EVU und dann nochmal 3000 DM Zuschuß von der Gemeinde Biebertal; verbleiben also 12.900 DM, die aus eigener Tasche finanziert werden müssen. Der Preis für die Kilowattstunde Sonnenstrom läßt sich dann wie folgt berechnen: Bei einer Lebensdauer von 20 Jahren, einem jährlichen Ertrag von 1400 kWh, muß der Betrag von 12.900 DM durch 28.000 kWh geteilt werden, heraus kommt so ein Preis von rund 46 Pf für die Kilowattstunde eigenerzeugten Stromes.

In jedem Fall tut mensch mit einer PV-Anlage etwas gegen die verfehlte Energiepolitik mit ihrem Atom- und Kohlestrom, entlastet die Umwelt und ist etwas unabhängiger. Steigende Energiepreise können ihn in Zukunft auch kalt lassen - dies läßt auf viele viele neue Sonnenstromanlagen hoffen...



Hänschen fährt umsonst in ganz Deutschland, wenn er nicht älter als vier Jahre ist. Und Hans fährt günstig, wenn er nach den vielen Angeboten der Bahn fragt. Bei Fahrtkartenausgaben, Reisebüros mit DB-Lizenz oder über T-Online «DB» und Internet [www.bahn.de](http://www.bahn.de)

## Stichwort: Einspeisevergütung

Wer selber zu einem Mini-EVU wird, spricht, sich eine Photovoltaikanlage auf das Dach schraubt, einen Windgenerator aufstellt, sich vielleicht Wasserkraft zu Nutze macht oder sonst auf irgend eine Art und Weise Strom produziert und ihn an ein großes EVU verkaufen will, kommt in den Genuß des sogenannten Energieeinspeisungsgesetzes. Ein Bundesgesetz mit großer Wirkung für den kleinen Stromerzeuger. Das Gesetz verpflichtet nämlich die großen "Stromer" dazu, allen aus erneuerbaren Energien erzeugten Strom in ihrem Versorgungsgebiet abzukufen und ihn nach einem vorgeschriebenen Satz zu vergüten. Die Vergütung richtet sich nach dem durchschnittlichen Erlös pro verkaufter Kilowattstunde Strom sämtlicher EVUs an ihre Endkunden. Dieser Wert wird vom statistischen Bundesamt jeweils für das vorletzte Kalenderjahr berechnet. Der Vergütungssatz ist im Gesetz festgeschrieben

und beträgt beispielsweise für Photovoltaik- und Windkraftanlagen 90% des Durchschnittserlöses. In 1996 betrug der Durchschnittserlös 18,65 Pf, somit müssen die EVUs 1998 mindestens 16,79 Pf an die Einspeiser zahlen, eben 90% des Durchschnittserlöses. Sie können diesen Betrag beliebig erhöhen und damit die Einspeisung attraktiver werden lassen.

Im Landkreis Gießen gibt es drei EVU's die die Endkunden beliefern. Die Stadtwerke Gießen (SWG), die Energie Aktiengesellschaft Mitteldeutschland (EAM) und die Oberhessischen Versorgungsbetriebe Aktiengesellschaft (OVAG). Die EAM und die OVAG vergüten dabei den Sonnenstrom mit 17 Pf pro Kilowattstunde und die SWG mit 1 DM für neu installierte Anlagen befristet auf 20 Jahre. Für bestehende Anlagen werden von den SWG 18 Pf pro kWh vergütet.

mk

# Die Förderprogramme:

## Bundesförderprogramm

Bereits seit 1995 gibt es ein Förderprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien seitens des Bundesministeriums für Wirtschaft. Der Geldtopf für dieses Förderprogramm ist jedoch seit langem leer, ein Antrag wird infolgedessen derzeit abgelehnt. Weiterhin schließt dieses Förderprogramm die Inanspruchnahme von weiteren Fördergeldern von Kommunen oder EVUs aus, läßt also keine Kumulierung zu. Es spielt daher praktisch keine Rolle und ist hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

## Landesförderprogramm

Die hessische Landesregierung fördert die Installation von PV-Anlagen mit einem Zuschuß von 30% auf die förderfähigen Kosten. Diese sind auf max. 17 TDM pro kW und 100 TDM pro Anlage begrenzt. Eigenleistungen können nicht eingerechnet werden. Die Anlage muß mindestens 1 kW Leistung haben.

## Förderung durch die SWG

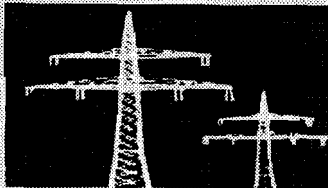
Die Stadtwerke Gießen fördern die Sonnenstromanlagen mit einer Investitionshilfe von 2 DM pro Watt, bis max. 3000 DM, dies entspricht 1,5 kW Anlagenleistung.

## Förderung durch die EAM

Die Energie Aktiengesellschaft Mitteldeutschland gewährt einen Zuschuß in Höhe von 1500 DM pro kW Leistung, bis zu 50 TDM pro Anlage, was einer Leistung von 33,33 kW entspricht.

## Förderung der OVAG

Die Oberhessischen Versorgungsbetriebe zahlen 1000 DM Zuschuß je kW Anlagenleistung bis max 5000 DM pro Anlage, die damit 5 kW Leistung hätte.



## Kommunale Zuschüsse

Im Landkreis Gießen gewährt als einzige Kommune die Gemeinde Biebertal einen Zuschuß für PV-Anlagen. Hier werden nach Abzug der Förderung durch das Land und das EVU 30% Zuschuß auf die förderfähigen Kosten gewährt, wenn die Anlage in Eigenleistung errichtet wird. Bei Installation durch einen Unternehmer werden 20% gezahlt, maximal jedoch 3000 DM.

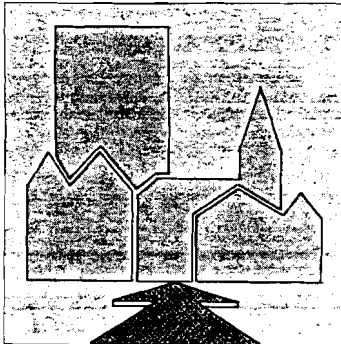
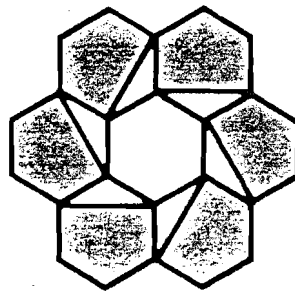
## Sonstige Förderungen

Hier sind zinsverbilligte Kredite von einigen Banken zu erwähnen. In Anbetracht der hohen Investitionskosten für PV-Anlagen nicht ganz uninteressant, praktisch aber eher für Großanlagen von Bedeutung. Auf detaillierte Angaben verzichtet der Widerhaken daher an dieser Stelle.



Sämtliche hier vorgestellten Förderprogramme gelten für den Netzparallelbetrieb. Für Inselanlagen gelten andere Bedingungen. Von Seiten der EVU werden hier keine Zuschüsse gewährt. Unter besonderen Voraussetzungen ist eine Förderung des Landes jedoch möglich.





# Photovoltaikanlagen

## Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit

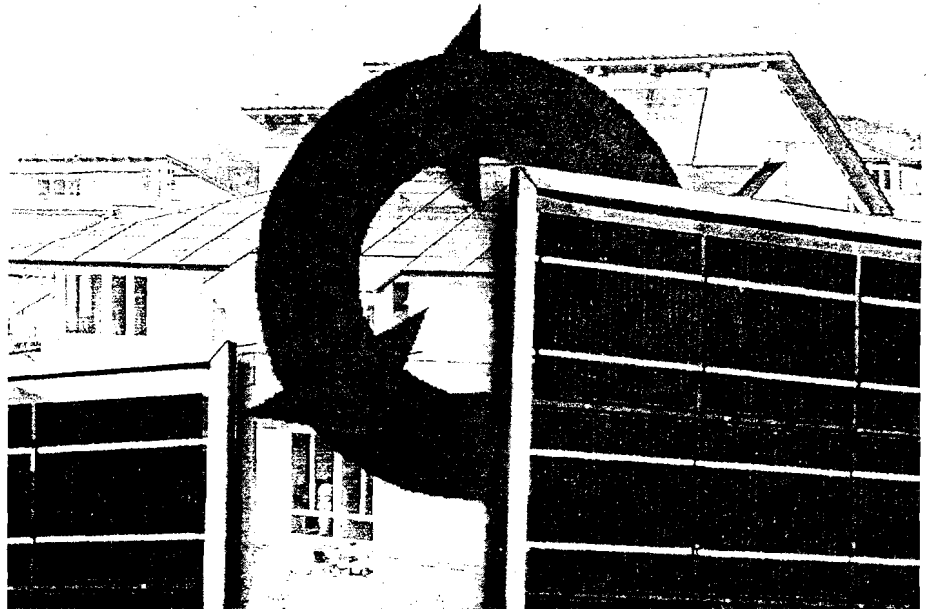


Abb. 1: Entwicklung und Einsatz von Recyclingstrategien für Photovoltaikanlagen Bilder: ASE

Die umweltfreundliche Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) erfreut sich einer zunehmenden Beliebtheit und die Installation neuer Anlagen hat einen rasanten Anstieg erfahren. Im Gegensatz zur konventionellen Stromerzeugung werden während des Betriebes keine umweltgefährdenden Emissionen freigesetzt. Verschiedene Studien haben gezeigt, daß PV-Anlagen entgegen früheren Behauptungen eine positive energetische Bilanz haben. Eine PV-Anlage benötigt heute zwischen 5 und 12 Jahre, bis sie eine Energiemenge produziert hat, die der des energetischen Aufwandes zur Herstellung, Betrieb und Entsorgung entspricht. Bei einer Lebensdauer der Anlage von voraussichtlich 20-25 Jahren ergeben sich somit positive Energiebilanzen. Mit den in Entwicklung befindlichen Dünnschichtsolarzellen sind voraussichtlich noch geringere energetische Amortisationszeiten erreichbar.

Die Akzeptanz regenerativ erzeugten Stromes hängt neben einer positiven Energiebilanz auch von den für die Herstellung der Anlage verwendeten Materialien, deren möglichen toxischen Eigenschaften und Verfügbarkeiten sowie von wirtschaftlichen Recyclingstrategien der Anlagenbestandteile ab. Durch eine Rückführung der einzelnen Modulkomponenten (Glasanteil, Solarzelle, Rahmenmaterial) in den Fertigungsprozeß, ist die energetische Rücklaufzeit und der Materialeinsatz im Herstellungsprozeß weiter zu reduzieren. Diese Entwicklung hat neben einer Steigerung der Umweltverträglichkeit einen weiteren positiven Effekt: die Herstellungskosten für PV-Module sinken.

Die Zunahme installierter PV-Anlagen, fehlende Recyclingstrategien und die Auswahl der verwendeten Materialien war Anlaß, im Rahmen von zwei Forschungsvorhaben, die das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) gefördert hat, die verschiedenen Aspekte der Umweltverträglichkeit von Photovoltaikanlagen zu betrachten. Eines der Projekte untersucht die Risiken für Umwelt und Gesundheit bei der Herstellung, dem Betrieb und der Entsorgung von CIS- und CdTe-Dünnschichtsolarzellen und Modulen. Das zweite Vorhaben beschäftigt sich mit der Entwicklung von Recyclingverfahren für Module, die auf der Basis von kristallinem und amorphem Silizium hergestellt werden. Ziel ist es, die einzelnen Modulkomponenten wieder in die vorgehenden Fertigungsverfahren integrieren zu können.

## Solarzellentypen

Solarzellen werden aus Materialien hergestellt, die über verschiedene Eigenschaften verfügen müssen. Eine wichtige Größe ist der Absorptionskoeffizient. Ist er klein, muß die Zelle dick und das Material besonders rein sein und die kristalline Struktur darf nur kleine Störungen aufweisen. Ist er groß, kann die Zelle sehr dünn, das Material weniger rein und die kristalline Struktur nicht so perfekt sein. Gegenwärtig werden nur aus wenigen Materialien gute Zellen hergestellt. Der überwiegende Teil (ca. 95%) wird aus Silizium angefertigt, das mit 27% nach Sauerstoff das in der Erdrinde zweithäufigste Element ist und weder giftig ist noch korrodiert.

### Mono- und polykristalline Solarzellen

**Kristallines Silizium:** An kleinen Keimkristallen werden große, zylinderförmige Einkristallstäbe gezogen und in Scheiben von 0,3 mm Dicke zersägt. Hierbei geht ca. die Hälfte des wertvollen Siliziums verloren. Die so entstehenden Siliziumwafer werden zu monokristallinen Solarzellen verarbeitet. Kristallines Silizium liegt ebenfalls in polykristallinen Zellen vor. Für ihre Herstellung können billigere und weniger energieaufwendige Verfahren genutzt werden. Einziger Nachteil kristalliner Solarzellen, deren Wirkungsgrad zwischen ca. 12 und 18% liegt, ist ihre schlechte Absorptionseigenschaft der Solarstrahlung, so daß die Zellen relativ dick (0,3 mm) sein müssen.

### Dünnschicht solarzellen

Zu diesem Zelltyp gehören Solarzellen, die nicht aus kristallinem Silizium hergestellt werden und sehr dünn (einige µm) sind.

**Amorphes Silizium:** Im Gegensatz zum kristallinen Silizium sind in amorphen Siliziumzellen alle Atome völlig ungeordnet. Dieser Aufbau der Atome bedingt eine hohe Absorptionseigenschaft, so daß schon wenige tausendstel Millimeter für eine Solarzelle genügen. Als leitende, frontseitige Schicht wird Indium-Zinn-Oxid genutzt. Solarzellen aus amorphem Silizium werden derzeit überwiegend in Armbanduhren und Taschenrechnern verwendet. Ihr Wirkungsgrad liegt bei ca. 8%.

**Kupfer-Indium-Selenid (CIS):** Solarzellen aus Kupferindiumdiselenid haben ebenfalls einen hohen Absorptionskoeffizienten. Als Halbleiterschicht (Buffer) wird Cadmiumsulfid verwendet. Das giftige Cadmium soll bei einer großindustriellen Produktion durch andere Stoffe ersetzt werden. Der Wirkungsgrad im Labor beträgt ca. 16%.

**Cadmiumtellurid (CdTe):** Das Material ist ebenfalls für Dünnschicht solarzellen geeignet und wird durch Aufdampfen im Vakuum ähnlich der CIS-Solarzellen auf Glasträger aufgebracht. Als Halbleiterschicht (Buffer) wird ebenfalls Cadmiumsulfid eingesetzt. Der Wirkungsgrad beträgt im Labor ca. 15%.

Tab. 1: Stoffmengen von Dünnschicht solarzellen verschiedener Hersteller, 1-4 CdTe-Zellen

g/m <sup>2</sup>	1	2	3	4	5, CIS
CdS	0,96	28,9	48,2	1,4	0,24
CdTe	12,4	37,2	62	15,5	-
Cd ges.	6,55	39,8	66,4	8,3	0,19
Te	6,6	19,8	33	8,3	-
Cu	-	-	-	-	1,95
In	-	-	-	-	3,75
Se	-	-	-	-	4,95
Mo	-	-	-	-	8,16
Zn	7	-	-	-	6,78

## Umweltverträglichkeit von Dünnschichtmodulen

Die Untersuchungen vom „Fraunhofer-Institut für Festkörpertechnologie“ beschränken sich auf Kupfer-Indium-Selenid- (CIS) und Cadmium-Tellurid- (CdTe) Module, deren Marktanteil heute bei ca. 5% liegt. In Deutschland ist beabsichtigt, in kurze Fabrikationsstätten für CIS- und CdTe-Solarzellen im MW-Bereich zu errichten. Die Dünnschichttechnologie ist aufgrund des sparsamen Material- und Energieeinsatzes und der geringeren Produktionskosten (im Vergleich zu Siliziumzellen) ein Verfahren, das zukünftig einen höheren Marktanteil erwerben kann. In den Halbleiterschichten kommen jedoch in geringen Konzentrationen u. a. die Elemente Cadmium, Selen, Tellur und Kupfer (Cd, Se, Te, Cu) vor, die toxisch sein können (Tab. 2). Somit sollten die möglichen Risiken für Umwelt und Gesundheit während der Produktion, des Betriebes und der Entsorgung dieser Module beachtet werden.

Tab. 2: Mögliches toxisches Potential von Cadmium, Selen, Tellur und Kupfer

- Cd Cd wird im Organismus an Metallothionein, ein Protein, gebunden und transportiert. Ab einer Konzentration von 200 ppm werden bestimmte Enzyme gehemmt und die Nieren geschädigt. Die Cd-Absorption ist durch Inhalation 10 x höher als durch orale Aufnahme, so daß Dämpfe und Stäube besonders gefährlich sind.
- Se Se ist für den Menschen essentiell, d. h. eine gewisse Aufnahme ist für den Stoffwechsel notwendig. Eine zu hohe Se-Aufnahme führt bei Aminosäuren zum Austausch von Schwefel durch Se und zu Störungen im Stoffwechsel. Bedenklich ist Selenwasserstoff H<sub>2</sub>Se.
- Te Te und seine Verbindungen sind weniger toxisch als Selen, da es als unlösliches Element die Darmwand nicht passieren kann. Gefährlich ist Tellurwasserstoff.
- Cu Cu ist für alle Organismen essentiell. Zu hohe Cu-Konzentrationen können jedoch toxisch wirken und führen zu Störungen im Stoffwechsel. Es kommt zur Bindung freier Cu-Ionen an Proteine, die dadurch gehemmt werden.

**Produktion:** Je nach Modultyp und Hersteller werden für CdTe-Module zwischen 10 und 530 g Cd pro m<sup>2</sup> verbraucht. Nach der Fertigstellung befindet sich auf den CdTe- ca. 6 bis 66 g Cd pro m<sup>2</sup> und den CIS-Modulen ca. 4,9 g Se pro m<sup>2</sup> (Tab. 1). Ein kritischer Reststoff bei der CIS-Modulherstellung ist der gasförmige und toxische Selenwasserstoff H<sub>2</sub>Se.

**Betrieb:** Im Normalbetrieb einer Photovoltaikanlage ergeben sich keine Austräge umweltgefährdender Stoffe. Bei möglichen Störfällen, d. h. Bränden und Glasbruch kann es zu einer Freisetzung von Cd, Te und Se in die Luft bzw. den Boden kommen. Zur Ermittlung des Potentials der freisetzbaren Stoffe wurden Verbrennungs- und Auswaschversuche durchgeführt. Bei der Verbrennung ist die Menge der freigesetzten Stoffe neben dem Vorhandensein von Sauerstoff auch von der Temperatur und der Dauer des Brandes abhängig. CdTe hat unter oxidierenden Bedingungen eine hohe Stabilität wohingegen das Selen der CIS-Zellen verdampft. Ist kein Sauerstoff vorhanden, ist CIS sehr stabil und CdTe verdampft. Wird von einer gesamten Modulfläche von 50 m<sup>2</sup> und einer Branddauer von einer Stunde ausgegangen, setzen CIS-Module 200 g Se (4 g Se/m<sup>2</sup>, 100% Freisetzung) und CdTe-Module jeweils 40 g Cd und Te frei (8 g Cd bzw. Te/m<sup>2</sup>, 10% Freisetzung). CdTe-Module überschreiten geringfügig die maximale Luftkonzentration nach dem von Hassauer (1993) angegebenen Schwellenwert für Cd von 0,33 µg/m<sup>3</sup>, unterschreiten aber den Schwellenwert von 2,5 mg/m<sup>3</sup> der OSHA (amerikanische Gesundheitsbehörde). Für die Aufnahme von Tellur liegen keine Grenzwerte vor. Die Ergebnisse bei CIS-Modulen haben gezeigt, daß die möglichen Freisetzungen toxischer Stoffe unter dem MAK-Wert (max. Arbeitsplatzkonzentration bei 8 h Aufenthalt) liegen.

Die Auswaschversuche ergaben bei einem Vergleich der erzielten Werte mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung keine überhöhten Konzentrationen.

**Entsorgung:** Aufgrund der experimentellen Befunde ist eine Deponierung von CdTe-Modulen derzeit nicht möglich. Eine Entsorgung von CdTe und CIS-Modulen über die Müllverbrennung ist, da Dünnschichtmodule kaum brennbare Materialien enthalten, nicht mit einer Reduzierung der Abfallmenge verbunden. Außerdem werden der Glas- und Rahmenanteil der Module einer möglichen Wiederverwertung entzogen. Grundsätzlich sollte daher ein Produkt-Recycling der Module angestrebt werden. Hierfür müssen zunächst einsetzbare Methoden entwickelt werden. Grundsätzlich ist eine Rücknahmeverpflichtung des Handels anzustreben.

**Empfehlungen:** Module sollten gleichfalls auf der Rückseite mit einer Glasabdeckung versehen werden, um eine bessere Stabilität und im Brandfall eine höhere Sicherheit zu gewährleisten. Insbesondere bei der Produktion von CdTe-Module ist es empfehlenswert, Verfahren den Vorzug zu geben, die mit geringen Stoffmengen unter minimalem Energieaufwand arbeiten.



## Recycling von Modulen aus Silizium

Neben einer energie- und materialeffizienten Modulproduktion sollte die Reintegration ausgedienter Module in den Fertigungsprozeß als Entwicklungsziel beachtet werden. Module auf kristalliner Basis beherrschen zur Zeit den Weltmarkt mit einem Anteil von ca. 85%. Wird eine mittlere Lebensdauer für Module von 20 Jahren angesetzt, so würden Module, die 1985 produziert wurden, im Jahre 2005 zum Recycling anfallen (Tab. 3). Die jährlich installierte Leistung (weltweit) lag vor 20 Jahren unter 1 MW und ist bis 1997 auf über 120 MW/Jahr gestiegen (Deutschland 1997: 14 MW). Die zur Entsorgung anstehenden Mengen sind momentan noch sehr gering, so daß sich eine Wiederverwertung derzeit kaum rentiert. Der drastische Anstieg der Weltjahresproduktion (Abb. 2) zeigt, daß zukünftig mit erhöhten Rücklaufmengen gerechnet werden kann. Die prognostizierten Wachstumsraten liegen bei jährlich ca. 15-30%. Eine energetisch optimierte Wiederverwertung der Module wirkt sich positiv auf Amortisationszeit und Kosten von PV-Anlagen aus und verkürzt die energetischen Rücklaufzeiten.

### Stand der Recyclingverfahren

- Ein fabrikinternes Recycling, d. h. die Wiederverwertung von Rohstoffausschuß, ist bei allen Herstellern Stand der Technik.
- „BP Solar“ hat in Laborversuchen ganze Siliziumwafer mittels einer Säure aus dem Verbund getrennt. 75% der Wafer blieben intakt und konnten erfolgreich zu neuen Solarzellen mit einem etwas geringeren Wirkungsgrad verarbeitet werden.
- „Siemens Solar“ hat ein Verfahren entwickelt, das rahmenlose Module ohne vorherige Stofftrennung in Ferrosilizium überführt. Diese Silizium-Eisenlegierung kann bei der Stahlherstellung eingesetzt werden.
- Das Verfahren von „Pilkington Solar International“ erlaubt eine Trennung der Module in die Komponenten Glas, Metalle und Siliziumwafer.

### PV-Modul-Recycling: Stand der Forschung

Ziel der Forschungsarbeiten von „Pilkington Solar International“ ist es, unter Berücksichtigung der Energie- und Ökobilanz, eine vollständige Trennung der Module in die einzelnen Komponenten (Glas, Metalle, Siliziumwafer) zu erreichen, so daß diese wieder im Produktionsprozeß eingesetzt werden können. Hierzu ist es notwendig, sehr hohe Reinheiten der einzelnen Fraktionen zu gewährleisten.

**Materialien für PV-Module:** PV-Module enthalten neben hohen Kunststoffanteilen eine Reihe verschiedener Metalle und Beschichtungen, die je nach Hersteller in sehr unterschiedlichen Zusammensetzungen und Mengen eingesetzt werden (Tab. 4). Um beim Recycling schwer trennbare Substanzgemische zu vermeiden, ist es erforderlich, die Module zunächst nach Herstellern zu sortieren. Der Massenanteil des Rahmens (Stahl, Aluminium, PU, PVC) beträgt für Standardmodule (Fläche ca. 0,5 m<sup>2</sup>) zwischen 10-25%, kann aber bis zu 50% erreichen. Der Anteil der Zellen liegt für amorphe Siliziummodule unter 1% des Gesamtgewichtes.

### Voraussetzungen für ein ökonomisches und umweltgerechtes Recycling:

- flächendeckendes Sammelnetz und Erfassung der zu verwertenden PV-Module
- Sortierung nach Herstellern
- Aufbereitung der Altmodule, d. h. Trennung in einzelne Fraktionen
- Rückführung des Glasanteils in den Floatprozeß
- Rückführung der Siliziumwafer in die Solarzellenproduktion

### Recyclingverfahren und Ergebnisse

PV-Module enthalten eine Vielzahl verschiedener Materialien und Beschichtungen, so daß an ein Recyclingverfahren sehr hohe Ansprüche gestellt werden müssen. Zunächst wurde eine Trennung der Module in den bestehenden Verbundglasrecyclinganlagen versucht, da Deutschland hier über ein flächendeckendes Sammelsystem verfügt. Eine wirtschaftlich vertretbare Trennung in einer für die Floatglasproduktion erforderlichen Reinheit konnte nicht erreicht werden. Das entwickelte thermische Verfahren liefert sehr gute Ergebnisse (Abb. 3). Die Einbettmasse der Module wird unter kontrollierten Bedingungen verbrannt, so daß die Glasabdeckung, der Metallanteil und 90% der Siliziumzellen aus dem Modulverbund gelöst werden können. Es treten keine Verunreinigungen mit Kunststoffen und Metallen auf. Die Oberflächen der Siliziumwafer werden in einem weiteren Schritt gereinigt und können anschließend erneut zur Solarzellenproduktion eingesetzt werden. Der Wirkungsgrad entspricht dem neuer Solarzellen. Die Reinheit des Glasanteils entspricht den Anforderungen des Floatglasprozesses zur Flachglasherstellung, so daß aus dem Recyclat wieder ein hochwertiges Produkt entsteht.

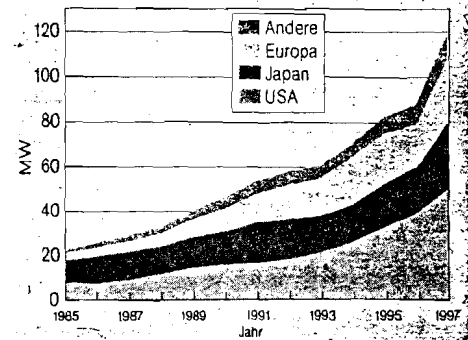


Abb. 2: Entwicklung des PV-Weltmarktes

Tab. 3: Geschätzte Modulmengen, die nach ca. 20-25 Jahren zum Recycling anfallen würden:

Produktionsjahr	1985	1989	1991	1993	1995
Fläche km <sup>2</sup>	0,228	0,402	0,539	0,610	0,848
Modulmasse in t	2280	4020	5390	6100	8480
Ausschuß ges. in t (Produktion, Transport usw.)	45,6	80,4	107,8	122	169,6

Tab. 4: Ungefäher Massenanteil der verschiedenen Materialien (Auswahl) unterschiedlicher Modulhersteller

Komponente	Inhaltsstoffe (typische Werte)	Ungefäher Massenanteil (ohne Rahmen)
Glas (2-10 mm)	SiO <sub>2</sub> ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; CaO; MgO; Na <sub>2</sub> O; K <sub>2</sub> O; SO <sub>3</sub>	30-65%
Einbettmasse (1-2 mm)	EVA, Acrylate, (PVB)	5-10%
Solarzelle 200-400 µm	Silizium	5-10%
Verbinder 0,04x2-0,2x5	Cu (Sn, Pb, Ag), Al (Mg, Si)	1%
Metallisierung	Ag; SiO <sub>2</sub> ; Cu; Ni; Al; Ti; Pd; Sn;	< 0,1%
Antireflexschicht	TiO <sub>x</sub> ; Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	< 0,1%
Dotierung	Bor oder Al, Ga, In, Phosphor oder As, Sb	
Kabel 1,5-2,5 mm <sup>2</sup>	Cu, PVC, Gummi, Silikon PTFE	1%
Dosen	PVC, PC, PET, ABS, Cu, Messing, Stahl, Gummi	0-5%
Versiegelung, Kleber	Silikone, Butyl, Polysulfide, Cyanacrylate	0-10%
Rückseitenmaterial	fluorierte Kohlenwasserstoffe, Polyester	0-10%

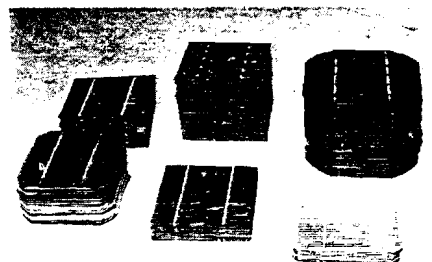


Abb. 3: Im Prozeß zurückgewonnene Siliziumzellen



## Ausblick

In zahlreichen Studien wurden einzelne Aspekte zur Umweltverträglichkeit von Photovoltaikanlagen untersucht. Häufigstes Kriterium einer ökologischen Bewertung von PV-Anlagen ist der Energieaufwand für die Herstellung, den Betrieb, die Entsorgung und die daraus abgeleitete energetische Amortisationszeit. Der Energiebedarf schwankt je nach angewandtem Produktionsverfahren für die Siliziumwafer und Rahmentypen.

CIS- und CdTe-Module werden zukünftig höhere Marktanteile erwerben. Die im Rahmen der Studie durchgeführte Stoffbetrachtung zeigt keine kritischen Belastungen im normalen Betriebszustand. Auch im Störfall (Brand, Bruch) gibt es kein auffälliges Indiz für eine Belastung von Mensch und Umwelt. Die weiteren Entwicklungen sollten darauf hinwirken, das Cadmium zu reduzieren und geeignete Wiederverwertungsstrategien zu entwickeln.

Die Arbeiten zum Recycling von PV-Modulen aus Silizium zeigen, daß eine Wiederverwertung aufgrund der Vielzahl der verwendeten Materialien und des komplexen Verbundes nur in speziellen Verfahren gelingt. Das entwickelte thermische Trennverfahren hat sehr gute Ergebnisse erzielt, bedarf jedoch streng kontrollierter Verbrennungsbedingungen, da ansonsten der Ertrag wiederverwertbarer Siliziumzellen auf ca. 60% sinkt. Weitere Arbeiten in ersten Pilotanlagen wären notwendig, um das Verfahren zu stabilisieren und größere Modulmengen zu verarbeiten. Die Siliziumwafer, deren Erzeugung sehr energieintensiv ist, stellen mit heutigen Preisen von 2-4 DM/St. den größten Wert im Modul dar. Die Wiederverwertung der Wafer kann zukünftig neben einer kostengünstigeren Produktion von PV-Modulen auch die energetische Amortisationszeit von PV-Anlagen verbessern. Durch den wachsenden PV-Markt wird in Zukunft das Aufkommen zu entsorgender Module steigen, so daß ein ökonomisches Recyclingverfahren einsatzfähig sein sollte. Die Untersuchungen haben verdeutlicht, daß je nach Hersteller die Materialzusammensetzungen der Module so stark variieren, daß sie für den Recyclingprozeß vorsortiert werden müssen. Somit wäre es erstrebenswert, die Vielfalt der Materialien und deren Mengen zu vereinheitlichen.

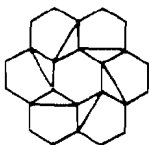
## Literatur

1. Hirtz, W.; Huber, W.; Kolb, G.: Umweltvorsorgeprüfung bei Forschungsvorhaben - Am Beispiel von Photovoltaik. Bd. 1. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich GmbH. Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung. Dez. 1993. Angewandte Systemanalyse. Nr. 67.
2. Möller, J.; Heinemann, D. (Oldenburg Univ. Fachbereich Physik. Abt. Energie- und Halbleiterforschung); Wolters, D. (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie); integrierte Betrachtung der Umweltauswirkungen von Photovoltaik-Technologien. In: Ostbayerisches Technologie-Kolleg (OTT), Regensburg (Hrsg.): 13. Symposium Photovoltaische Solarenergie. Staffelstein, 11.-13. März 1998. S. 549-553.
3. Steinberger, H. (Fraunhofer Institut für Festkörpertechnologie, München); Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen bei der Herstellung und Anwendung sowie Entsorgung von Dünnschichtzellen und Modulen. Kenntnisstandbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben 0329205A. [1996].
4. Wambach, K. (Pilkington Solar International GmbH, Gelsenkirchen): Recycling of PV-Modules. In: 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy Conversion. Wien (Austria), 06.-10. Juli 1998. Proceedings.

Weitere Informationen zu diesem und weiteren Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) sowie zu Neuen Energietechniken, Nachwachsenden Rohstoffen und Umweltthemen sind erhältlich bei:

BINE-Projekt-Infos informieren mehrmals pro Jahr zu Forschungsvorhaben des BMBF im Bereich neuer Energietechnologien und zu Umweltthemen. Sie können abonniert werden. Dieser Service ist kostenfrei und wird gefördert vom BMBF.

BINE



Informationsdienst

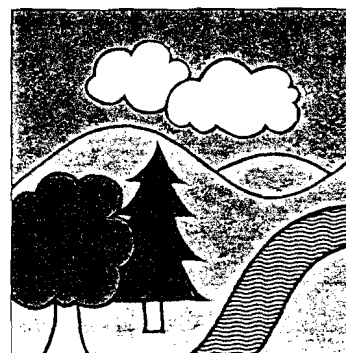
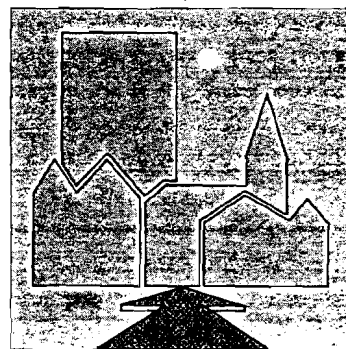
Mechenstraße 57  
53129 Bonn

■ Tel. 02 28/9 23 79-0  
■ Fax 02 28/9 23 79-29  
■ bine@fiz-karlsruhe.de

Redaktion: Dipl. Biol. Micaela Nolte

Herausgeber: Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Ein Nachdruck des Textes - auch auszugsweise - ist bei Angabe der Quelle und gegen Zusendung eines Belegexemplares zulässig, ein Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten. Alle Abbildungen und Fotos sind - soweit nichts anderes vermerkt ist - von den Projektdurchführenden zur Verfügung gestellt worden



## Projektorganisation

### Förderkennzeichen:

0329205A  
0329530A

### Förderung des Vorhabens:

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)  
Heinemannstr. 2  
53175 Bonn

### Projektentwicklung im Auftrag des BMBF:

Projekträger Biologie, Energie, Umwelt (BEO)  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Dr. Wolfgang Langen  
52425 Jülich

### Projektdurchführung:

Fraunhofer Institut für Festkörpertechnologie (IFT)  
Dr. Helmut Steinberger  
Hansastr. 27 d  
80686 München

Pilkington Solar International GmbH  
Dr. Karsten Wambach  
Mühlengasse 7  
50667 Köln

100 % Recyclingpapier



## Sonnenkollektoren Hitze vom Himmel

Bevort		Preis pro m <sup>2</sup>	Auflaufhöhe in m	Gesamtgewicht in kg	Absorberfläche in m <sup>2</sup>	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Jahr	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Februar	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Juli	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Oktober	Preis-Leistungs-Verhältnis	Blauer Engel	Anmerkungen
AEG	RK 100	Vakuum-Röhrenkollektor	2170,00	2,12 x 0,72	35	1,05	725	29	101	51	2,99	nein
AEG	FK 100	Flachkollektor	790,00	0,74 x 2,39	44	1,62	528	17	79	35	1,50	nein
Agema	Azur 3	Flachkollektor	735,00	2,44 x 0,93	57	1,99	620	21	92	41	1,19	nein
Air Fröhlich	M240	Flachkollektor	595,00	0,96 x 2,35	42	2,00	550	18	82	36	1,08	nein 2)
Altec	Solar 2000sy	Flachkollektor	500,00	1,99 x 1,29	45	2,28	558	18	84	37	0,90	nein
Aquasol	AS 6 - Flachkollektor	Flachkollektor	540,00	2,00 x 3,02	123	5,31	590	20	88	39	0,92	nein
AR-CON	AR-CON STU	Flachkollektor	540,00	1,22 x 2,27	52	2,41	534	17	80	35	1,01	nein
AR-CON	AR-CON ST	Flachkollektor	600,00	1,23 x 2,28	52	2,41	593	20	88	40	1,01	nein
AR-CON	AR-CON S-350	Flachkollektor	430,00	1,24 x 3,15	40	3,46	493	17	73	33	0,87	nein 1)
AR-CON	AR-CON S-250	Flachkollektor	544,00	2,30 x 1,25	26	2,53	455	15	68	30	1,20	nein 1)
ARGE Roskopf Solar Doma Solartechnik	Großflächen-Fertigkollektor	Flachkollektor	505,00	2,07 x 3,16	210	5,31	480	13	76	30	1,05	nein 2)
Batec	Ba 22	Flachkollektor	890,00	1,12 x 2,07	39	2,19	525	17	79	35	1,70	nein 1)
Christeva	Cortec 2 - VRK 6	Vakuum-Röhrenkollektor	2315,00	0,73 x 2,62	40	1,12	880	39	118	63	2,63	nein
Christeva	C2S	Flachkollektor	860,00	2,05 x 0,36	21	0,60	502	15	77	33	1,71	nein
Daimler Benz Aerospace	SEIDO 2-6	Vakuum-Röhrenkollektor	1750,00	2,12 x 0,72	40	1,01	733	30	102	52	2,39	nein
Daimler Benz Aerospace	SEIDO 1-16	Vakuum-Röhrenkollektor	1750,00	2,11 x 1,92	100	2,70	649	25	92	45	2,70	nein
Doma	Doma Fertigkollektor	Flachkollektor	472,00	2,01 x 3,89	249	6,61	495	15	77	32	0,95	nein
Eco-Sun	Gobi 410	Flachkollektor	645,00	1,21 x 3,09	69	3,38	594	20	88	40	1,09	nein
Eco-Sun	Gobi 408	Flachkollektor	778,00	1,21 x 2,48	57	2,69	569	19	85	38	1,37	nein
Eco-Sun	Stern G 324	Flachkollektor	709,00	1,24 x 1,85	41	2,06	519	17	79	34	1,37	nein
Elco Klöckner	ASTRON 30	Vakuum-Röhre	1690,00	2,12 x 1,96	78	3,00	674	25	97	47	2,51	ja 1)2)
Energie Solaire	AS	Flachkollektor	270,00	2,37 x 0,80	20	1,93	304	6	54	15	0,89	nein 4)
Energetechnik Müller	SES-AZ	Flachkollektor	682,00	2,00 x 1,31	52	2,34	577	20	85	39	1,18	nein
Energy Consulting	ECON EKS 2000	Flachkollektor	785,00	1,83 x 0,71	30	1,09	584	19	87	39	1,34	nein
Ernst Schweizer	Integrierter Sonnenkollektor	Flachkollektor	600,00	2,19 x 3,54	210	5,91	572	19	85	38	1,05	nein
Ernst Schweizer	Elementkollektor	Flachkollektor	560,00	2,47 x 1,19	64	2,60	574	19	85	38	0,98	nein
Euroclima	Euroclima ECS 15/II	Flachkollektor	550,00	2,01 x 0,76	34	1,37	404	12	63	26	1,36	nein 6)
Fyrasol	KA 1	Flachkollektor	600,00	1,26 x 2,03	58	2,30	586	20	87	39	1,02	nein
Holleis	Indachkollektor MTI	Flachkollektor	430,00	1,03 x 2,00	72	1,78	523	16	79	34	0,82	nein
Ikorus	Ikorus 1	Flachkollektor	460,00	1,98 x 0,97	50	1,74	507	16	77	33	0,91	nein
MEA-Maschinen und Energieanlagen	MEA - K 191,0	Flachkollektor	586,00	2,05 x 1,05	55	1,98	514	16	78	34	1,14	nein
Microtherm	SK-6	Vakuum-Röhrenkollektor	1410,00	0,63 x 1,89	17	1,05	642	29	86	46	2,20	nein
Microtherm	SK-18F	Vakuum-Röhrenkollektor	1049,00	0,56 x 1,76	16	0,98	427	18	58	31	2,46	nein 2)
Paal	Solahart K	Flachkollektor	530,00	1,02 x 1,93	40	1,84	552	18	84	36	0,96	nein
Paradigma	SOLAR 500	Flachkollektor	635,00	1,63 x 3,29	97	4,70	562	18	84	37	1,13	nein 2)
Pro Solar	PS 2170	Flachkollektor	640,00	1,21 x 1,90	39	2,10	532	17	81	35	1,20	nein 1)3)
Ruesch	Ruesch Integra-2	Flachkollektor	650,00	2,01 x 1,83	69	2,58	564	18	85	37	1,15	nein 2)
Schweizer	Vakuunkollektor	Vakuum-Röhrenkollektor	1625,00	0,73 x 2,93	46	1,27	871	39	117	63	1,87	nein
Silisol	RA1-N1	Flachkollektor	450,00	2,03 x 1,03	48	1,86	503	16	76	33	0,89	nein
Solar-Diamant	SU/WU	Flachkollektor	720,00	1,13 x 2,00	32	1,94	564	18	84	37	1,28	ja
Solar-Einkaufsgesellschaft	Solar-EK / HS	Flachkollektor	440,00	2,07 x 1,07	57	1,93	567	19	85	38	0,78	nein
Solar-Einkaufsgesellschaft	GFK 6	Flachkollektor	360,00	2,11 x 3,22	170	5,88	542	17	82	36	0,66	nein
Solar-Energie-Technik	D1	Flachkollektor	525,00	0,90 x 2,21	52	1,83	585	20	86	40	0,90	nein

DKO 1531 Sonderheft Bauen, Wohnen, Konsumieren

## Sonnenkollektoren Hitze vom Himmel

Bauart		Preis pro m <sup>2</sup>	Außenmaße in m	Gesamtgewicht in kg	Absorberfläche in m <sup>2</sup>	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Jahr	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Februar	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Juli	Bruttowärmeertrag in kWh/m <sup>2</sup> im Oktober	Preis-Leistungs-Verhältnis	Blauer Engel	Anmerkungen
Solarenergie Vertriebs- und Entwlg.-Gesellschaft	Flach	Flachkollektor	550,00	1,98 x 0,98	45	1,72	507	16	76	33	1,08	nein
Solartherm	ST 200	Flachkollektor	595,00	2,42 x 0,92	56	2,02	587	19	88	38	1,01	nein
Soltop Schuppisser	SOLTOP ESSA 2	Flachkollektor	600,00	2,42 x 0,92	50	2,02	583	19	86	39	1,03	nein
Solvis	F 60	Flachkollektor	632,00	1,45 x 4,76	112	6,04	575	19	85	39	1,10	nein 2)
Sonnenkraft	Indachkollektor SK IDK	Flachkollektor	435,00	2,05 x 3,02	130	5,20	556	18	84	37	0,78	nein
Sonnenkraft	Großflächenkollektor SK GK	Flachkollektor	590,00	2,01 x 3,01	120	5,19	556	18	83	37	0,97	nein
Sonnenkraft	SK 500	Flachkollektor	550,00	1,24 x 2,08	49	2,20	561	19	84	37	0,98	nein
Stefan Nau	Nau-Variisol	Flachkollektor	681,00	1,30 x 2,00	52	2,31	585	20	86	40	1,16	nein
Stiebel Eltron	SOL 300 A	Vakuum-Röhrenkollektor	1790,00	2,31 x 2,04	80	3,00	688	28	96	47	2,43	ja 1)2)
Stiebel Eltron	SOL 170 A	Flachkollektor	600,00	1,98 x 1,01	42	1,77	524	17	79	34	1,15	ja 5)
Sun Shine	Solarland Fe	Flachkollektor	524,00	2,11 x 1,11	61	1,97	469	14	74	30	1,12	nein
Sun Shine	Solarland CuCu sel	Flachkollektor	725,00	1,07 x 2,00	35	1,96	501	16	75	33	1,45	nein
Sunpower	MK 4-fach SP-HS	Flachkollektor	371,00	3,98 x 2,15	219	7,39	539	17	81	36	0,69	nein 2)
Sunset	CC-A	Flachkollektor	514,00	1,89 x 1,07	43	1,90	549	18	82	36	0,94	ja
Sunset	HC-20	Flachkollektor	690,00	1,08 x 1,90	39	1,82	636	24	90	44	1,08	nein
Techno solar	KELVIN 2	Flachkollektor	680,00	2,45 x 0,94	55	2,03	594	20	89	40	1,14	nein
Thermo Solar	Heliostar 400 V-A	Flachunterdruckkollektor	995,00	1,01 x 2,01	60	1,72	663	24	95	46	1,50	nein
Thermo Solar	Heliostar 300 V	Flachkollektor	566,00	1,01 x 2,01	48	1,75	524	16	79	34	1,08	nein
UFE Solar	Eurokollektor C18	Flachkollektor	514,00	2,15 x 1,21	6	2,26	552	18	83	37	0,94	ja 1)
Viessmann	Color Sol	Flachkollektor	794,00	0,76 x 2,39	45	1,61	576	18	87	38	1,38	nein 1)
Viessmann	Duo Sol, H30	Vakuum-Röhrenkollektor	1832,00	2,13 x 1,43	77	3,00	672	26	95	47	2,73	nein 1)
Viessmann	Tubo Sol	Vakuum-Röhrenkollektor	2260,00	0,72 x 2,12	37	1,05	725	29	101	51	3,12	nein
Vitruv	BW 2	Flachkollektor	625,00	2,24 x 0,86	25	1,43	491	15	75	32	1,27	nein
VRB/EES-Intern.	PCS 130-24/9,2	Flachkollektor	750,00	2,42 x 0,92	45	1,98	496	16	75	33	1,51	nein
Wagner	C18	Flachkollektor	517,00	2,15 x 1,21	6	2,26	552	18	83	37	0,94	ja 1)
Wagner	LB	Flachkollektor	520,25	5,74 x 1,48	21	7,58	541	17	81	36	0,87	ja 1)2)
Werner Senghas	Optimisol	Flachkollektor	625,00	1,06 x 2,00	44	1,87	583	20	87	39	1,07	nein
Winkler	Winkler SFK 2HS	Flachkollektor	471,00	0,99 x 2,00	55	1,67	509	16	77	33	0,93	nein

**Anmerkungen:** 1) Bruttowärmeerträge basieren auf den Messungen nach der neuen DIN 4757, Teil 4. Im Vergleich zu den Messungen von Kopperswil sind sie ca. 3-5% tiefer. Der Grund liegt in den unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten während der Messung: nach DIN 2-4 m/s künstlicher Wind, Kopperswil: 1-1,5 m/s natürlicher Wind.

2) Der Kollektor ist in verschiedenen Modulgrößen erhältlich.

3) Baugleich mit Eurokollektor C18 von UFE Solar.

4) Nicht verglast, im Dach integriertes Kollektortyp.

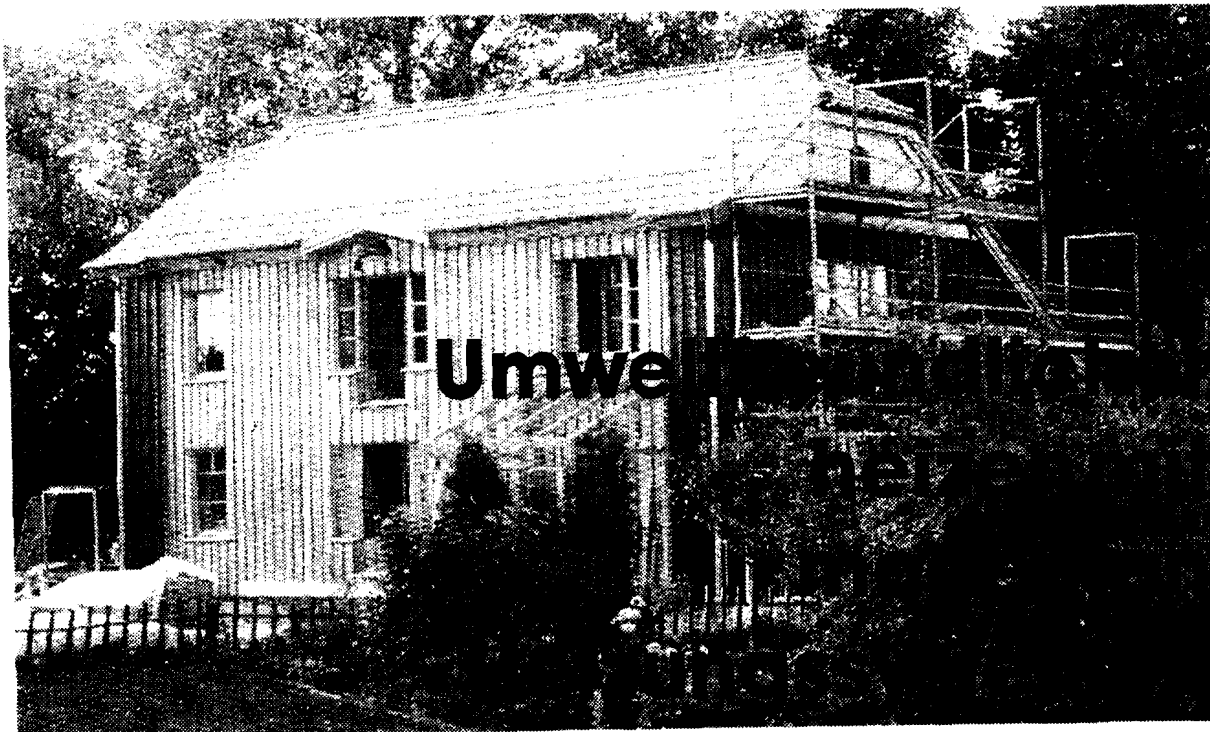
5) Kollektor ist SPF-qualitätsgeprüft.

6) laut Anbieter Produktion eingestellt.

**Testmethode:** Berücksichtigt wurden Kollektoren, für die Prüfzeugnisse eines unabhängigen Institut vorliegen. Der Preis basiert auf Herstellerbefragungen, gilt bei der Abnahme von 10 m<sup>2</sup> Absorberfläche und versteht sich ohne Mehrwertsteuer. Der Bruttowärmeertrag wurde für eine mittlere Kollektortemperatur von 50 Grad, einer südlichen Ausrichtung und 45-Grad-Neigung der Kollektoren berechnet. Es wurden die Wetterdaten von Freiburg zu Grunde gelegt. Als Preis-Leistungs-Verhältnis wurden die Kollektorkosten durch die Jahres-Brutto-Wärmeerträge dividiert.

**Testinstitut:** SPF Solartechnik Prüfung Forschung, Ing. Schule ITR, CH-8640 Rapperswil.

**Verzeichnis der Anbieter:** AEG, Muggenhofer Str. 135, 90429 Nürnberg; Agema SA, En Bronjon, CH-1510 Moudon; Air Frohlich-Multisol, Schanthalstrasse, CH-9323 Steinach; Altec Solartechnik, Windmühlweg 21, 07907 Schleiz; Aquasol Solartechnik, Schulstr. 18a, 89180 Beighülen; AR-CON Solvorme, Jyttevej 18, DK-9520 Skarping; ARGE Roskopf Solar/Dama Solartechnik, Im Brodalos 18, A-6820 Frostanz; Batec solvorme, Danmarksvej 8, DK-4681 Herfølge; Christeva Sonnenergie-Technik, Wirtfeldweg 10, 82054 Souerlach, Daimler Benz Aerospace, 88039 Friedrichshafen; Dama Solartechnik, Hauptstr. 65, A-6712 Bludesch; Dama Solartechnik, Hauptstrasse 65, A-6712 Bludesch; Eco-Sun, Schwannholerstr. 79, 80336 München; Elko Klockner Heiztechnik, Mohenzellernstr. 31, 72379 Hechingen-Sickingen; Energie Solaire SA, Ile Falcon - C.P. 195, CH-3960 Siere; Energietechnik Müller, Industriestrasse 8, 74589 Sottendorf; Energy Consulting (Econ), Shosse 3, Objekt M19, A-2355 Wiener Neudorf; Ernst Schweizer, Bahnhofplatz 11, CH-8908 Hadingen; Euroclima, Arnbach 88, A-9920 Sillian; Fyrosol Solartechnik, Guetli 191, CH-9428 Walzenhausen; Göttinger, Grossgraben 7, A-4360 Grein; Heliex Solartechnik, Kirchham 255, A-5751 Moishofen; Ikarus Solar, Fabrikstr. 14, 87437 Kempten; MEA-Maschinen und Energieanlagen, Engerwizdorfstr. 40, A-4210 Gallneukirchen; Microtherm Energietechnik, Sur la Place, F-25930 Lods; Pool Solar, Achsterter Str. 23, 89155 Erbach-Ersingen; Paradigma - Ritter Energie-Umwelttechnik, Ertlinger Str. 30, 76307 Karlsbad-Langensteinbach; Pro Solar Energietechnik, Deisenfongstr. 47-51, 88212 Ravensburg; Ruesch Solartechnik, Knoauerstr. 58, CH-6330 Chom; Schweizer B. Energie, Chnubachi 36, CH-8197 Rafz; Silisol, Lehen 31, A-4613 Holzhausen; Solar-Diamant-System, Postfach 11 40, 48489 Wettingen; Solar-Einkaufsgesellschaft mbH, Bach 8, A-4223 Katsdorf; Solar Energie-Technik, Industriest. 1-3, 68804 Altlussheim; Solarenergie Vertriebs- und Entwicklungs-Gesellschaft, Honauer Landstr. 551, 60386 Frankfurt; Solartherm, Holderfeldstrasse 25, 73527 Schwabisch Gmünd; Soltop Schuppisser, Eisoverstr. 41, CH-8352 Raterschen; Solvis Energiesysteme, Mosenbergstr. 1, 38122 Braunschweig; Sonnenkraft Vertriebsgesellschaft, Solar & Oekozentrum, A-9321 Kappel am Krappfeld; Stefan Nau & Co, Bruckenstr. 1, 72135 Oetthausen; Stiebel Eltron, Dr. Stiebel-Str., 37603 Holzminden; Sun Shine, Ploesstr. 38a, I-39042 Brixen; Sunpower Energiesysteme, Noarnerstr. 30, A-4320 Feig; Sunset Energietechnik, Industriest. 8-22, 91325 Adelsdorf; Techno solar, Kemptener Str. 36, 87647 Unterthurgau; Thermo Solar Energietechnik, Leibnizstr. 15, 93055 Regensburg; Viessmann Werke, Postfach 10, 35105 Allendorf; Vitruv, Kirchstr. 10, A-6091 Goizans; VRB/EES-International, Faradaystr. 6, NL-4004 JZ Tiel; Wagner & Co, Ringstr. 14, 35091 Calbe; Werner Senghas, Solarsysteme, Erlenrocker 19, 74245 Lützenstein; Winkler Spenglerlei - Solarsysteme, Runost. 39, A-6800 Feldkirch.



Das Foto entstammt dem Buch "Niedrig Energie Häuser", welches im Öko-Buch Verlag, Freiburg erschienen ist.

## Das UmweltHaus

Autor  
Olaf Nitsch

Dies ist der erste Teil eines umfangreichen Artikels zum Thema Heizen. Der zweite Teil folgt in der nächsten Ausgabe.

Gerade in diesen Tagen ärgert sich so manch einer über die Nachzahlung bei den Heizungskosten der Nebenkostenabrechnung. Gerechtfertigt ist dies natürlich nur, wenn er/sie MieterIn ist, denn jeder Eigenheimbesitzer für die Heizkosten selbst verantwortlich. Energiesparende Techniken einzusetzen um die Heizkosten gering zu halten und es mit dem Umweltschutz ernst zu meinen, können sich meist nur die leisten, die in den eigenen vier Wänden wohnen. Es gibt aber kaum VermieterInnen, die da investieren, wo es sich nicht für sie selbst auszahlt. Dieses Problem hier auszudiskutieren, wird kaum Sinn machen. Hier sollen Techniken dargestellt werden, die vor allen Dingen unserer Umwelt nützen. Darum jetzt ein paar Zeilen zu dem, was umwelttechnisch möglich ist.

### Weswegen heizen wir?

Natürlich, weil es draußen kälter ist als wir es innen haben wollen. Wir heizen jedoch viel zu viel, weil uns die Wärme "abhaut". Man könnte meinen: Geht nicht, da das Haus bzw. die Wohnung ja ein geschlossener Raum ist. Aber genau das ist der Irrtum. Geschlossen bezieht sich auf die Tatsache, daß keiner durch Wände oder geschlossene Fenster und Türen gehen kann. Die Wärme allerdings ist an keinen Körper gebunden und somit in der Lage als Energie durch Wand, Dach und Fenster, etc. zu fließen. Das heißt, die Wand erwärmt sich innen beim Heizen und wärmt sich dann weiter auf, bis sie an der Außenwand ihre Wärme abgeben kann. Diesen Wärmefluß kann man aufhalten, in-

dem man einen Widerstand errichtet. Das können meterdicke Mauern sein oder auch nur wenige Zentimeter (15-30 cm) dicke Isolierstoffe. Genauso bei den Fenstern. Gerade alte Gebäude haben teilweise nur einfach verglaste Fenster, die die Wärme so schlecht im Raum halten, daß an der Innenseite der Fenster in manchen Wintern das Kondenswasser aus der Atemluft und von Zimmerpflanzen sich niederschlägt und zu Eisblumen gefriert, da auf der Innenseite Temperaturen unter 0° C herrschen.

Nicht zu vergessen sind die Wärmeverluste, wenn die warme, feuchte und verbrauchte Luft beim Lüften nach außen befördert wird. Die frische, meist trockenerere Außenluft strömt kalt in die Räume ein und muß dort erwärmt werden.

All dies braucht Energie.

Je nach Standard und Baujahr des Hauses bzw. der Wohnung, liegt der Heizenergieverbrauch für jeden bewohnten Quadratmeter zwischen 0 und 25 l Öl bzw. m<sup>3</sup> Gas jährlich.

Folgende Beheizungsmöglichkeiten und Maßnahmen rund um die Heizung tragen zu einer umweltfreundlichen Wärmeversorgung bei.

## Lüftungswärme zurückgewinnen

Die 0 bezieht sich auf moderne Häuser mit einer kontrollierten Lüftungsanlage, die der Abluft die Wärme entzieht und dann der Frischluft wieder zuführt. Die besten Systeme dieser Art können 90% der Wärme zurückgewinnen. Der einzige Nachteil ist, daß diese Geräte mit Strom betriebene Ventilatoren zum Befördern der Luft brauchen. Doch auch hier hat sich in den letzten 3 Jahren sehr viel getan, so kommt das heute beste Gerät aus Sachsen. Es benötigt im Jahresdurchschnitt nur 1 kWh Strom um 8 kWh Wärme aus der Abluft zurückzugewinnen. Wenn diese eine Kilowattstunde Strom aus einer Photovoltaikanlage, Windkraftanlage oder einer anderen umweltfreundlichen Energiequelle gewonnen wird ist, für die Umwelt sehr viel erreicht. Selbst wenn der Strom aus einem Wärmekraftwerk (Stein- /Braunkohle) kommt und da etwa 2 1/2 bis 3 kWh Wärme zur Erzeugung dieser einen kWh Strom verfeuert werden, wird noch wirklich Energie gespart.

Solch eine Anlage kostet für ein Einfamilienhaus (200 qm) etwa 15.000 DM oder auf drei Wohnungen bezogen etwa 5000 DM je Wohnung 65 qm). Die Investitionskosten rechnen sich bei heutigen Energiepreisen kaum, allerdings führt

solch eine Anlage zu einem deutlich verbesserten Raumklima. Eigenheimbesitzer kommen nach dem Urlaub in eine Wohnung zurück, die eben nicht muffig riecht. Gerade wer Angst vor Einbrüchen hat und deshalb die Fenster wochenlang während des Urlaubs geschlossen hat, braucht sich keine Sorgen mehr um die Feuchtigkeit in den Räumen machen. Aber auch für VermieterInnen, ob Privatpersonen oder Wohnungsbau-gesellschaften, sind die Lüftungsanlagen interessant. Diese sorgen bei schlechter Lüftung durch MieterInnen für ein Entfeuchtung der Wohnungen und somit für eine Langlebigkeit der Bausubstanz.

**WICHTIG !** Bei den oben beschriebenen Anlagen muß darauf geachtet werden, daß das Haus eine gewisse Luftdichtheit besitzt. Tips und Hinweise hierzu geben Ingenieurbüros, die Beratungsstellen der Energieversorger und das Team der Projektwerkstatt in Saasen.

**ERINNERUNG !** Im Winter richtig lüften heißt: "STOBLÜFTEN", d.h. kurzzeitig (ca. 5-10 min./Stunde) das Fenster ganz aufmachen. Das "Kippen" von Fenstern führt zu hohen Wärmeverlusten und Schimmel am Fensterrand, wo sich gegebenenfalls die Tapete als erstes löst.

## Fernwärme

Wo immer die Möglichkeit besteht, sich an Fernwärme anzuschließen sollte dies auch gemacht werden. Diese Energieform ist relativ ökologisch, da bei den meisten Wärmeversorgern gleichzeitig mit der Wärme auch hochwertiger Strom erzeugt wird. Dieser Strom muß dann nicht mehr in den großen Kraftwerken der Stromgiganten erzeugt werden, die wesentlich höhere Energieverluste haben. Wer neu baut, spart sich mit dem Fernwärmeanschluß den Schornstein, und auch im Altbau wird die jährliche Überprüfung überflüssig. Der Öltank kann einer Regenwasserzisterne weichen bzw. zu einer Zisterne (nach Reinigung) umgebaut werden. Der Austausch der Heizungsanlage (etwa alle 20 Jahre) entfällt. Der Fernwärmeanschluß (nicht größer als ein Kühlschranks) hält wesentlich länger.

## Ölheizung

Ist die Ölheizung älter als 15 Jahre kann man pauschal sagen, daß nur etwa 80% des verheizten Öls auch als Wärme in den Räumen ankommt. Heizöl verursacht außerdem 30% mehr Kohlendioxid (CO<sup>2</sup>)-Abgase als Erdgas bei der Bereitstellung jeweils der gleichen Energiemenge. Früher und auch noch heute wurden Ölheizungen mit bis zu 90° C warmen Wasser betrieben, was an vielen Stellen zu hohen Energieverlusten führt. Außerdem stinken dann die Heizkörper, weil der sich darauf ablagernde Staub verschwehlt. Neue Ölheizungen dürfen nur noch als Niedertemperatur-Heizung (maximale Temperatur < 75 °C) betrieben werden. Die Ölbrenner sind mit dem Kessel zu einer Einheit (UNIT) verbunden und weisen deutlich niedrigere Wärmeverluste auf. Teilweise gibt es Brennwertgeräte auf dem Markt, die den Abgasen noch den Wasserdampf entziehen und somit ein bißchen mehr Energie aus dem Öl gewinnen. Wer mit Öl heizt sollte sich auf jeden Fall darüber bewußt sein, das auch er/sie, für die mit der Ölförderung verursachten Umweltschäden einen Teil der Verantwortung trägt. Wer keine Möglichkeit hat, sich an Erdgas anzuschließen, kann auch mit Flüssiggas heizen. Auch für diejenigen, die erst in ein paar Jahren an das Erdgasnetz angeschlossen werden, bietet es sich, an einen Flüssiggastank für diese Zeit zu mieten. Die Gasheizungsanlage ist fast dieselbe wie beim Erdgas. Es müssen später nur für 100,- bis 200,- DM ein paar Kleinteile gewechselt werden. In jedem Fall kann ein Teil des Ölverbrauchs durch die Nutzung von Sonnenenergie vermieden werden.

## Gasheizung

Die Gasheizung ist unter den Heizsystemen mit fossilen Brennstoffen (Öl, Braun- und Steinkohlen, Torf, usw.) die mit dem geringsten Kohlendioxid (CO<sup>2</sup>)-Ausstoß. Bei gleicher Wärmemenge produziert die Verbrennung von Gas nur halb so viel CO<sup>2</sup> wie die Verbrennung von Braunkohle. Wird das gesamte Heizungsnetz mit niedrigen Temperaturen betrieben, läßt sich sogar der

Wasserdampf aus den Abgasen in sogenannten Brennwertkesseln noch zum Heizen nutzen. Diese Brennwertgeräte kosten etwa 1000 bis 1500 DM mehr als konventionelle Kessel, sparen dafür aber etwa 10% des Gasverbrauchs ein. Das heißt 20 Jahre lang jedes Jahr 100 bis 200 DM jährliche Ersparnisse (nach heutigen niedrigen Energiepreisen) und ein beruhigteres Umweltbewusstsein. Bei Neubauten reicht ein einfaches Abgasrohr für die Abgase der Brennwertgeräte, das lediglich 150,- DM je Meter kostet (gegenüber einem Schornstein mit etwa 500 DM je Meter). Auch die Kehrgebühren der Schornsteinfeger fallen geringer aus, weswegen diese nicht unbedingt zum Thema Brennwert um Rat gefragt werden sollten, da es ja nicht in ihrem Interesse liegt weniger zu verdienen. Fragen sie lieber die Stadtwerke oder HeizungsbauerInnen.

## Holzheizung und Kohleöfen

Mit Holzheizung sind hier nicht irgendwelche idyllischen Kaminfeuer gemeint, sondern Holz-Heizkessel, die in Schüben mit Holz befeuert werden und die Wärme dann direkt an das Heizungssystem abgeben bzw. überschüssige Wärme in Pufferspeicher geben. Es macht kaum Sinn, Holzheizungen in der Übergangszeit (Herbst und Frühjahr) nur teilweise mit Holz zu beladen, um ein wenig Wärme zu bekommen, da in den Fällen meistens die Verbrennung so schlecht läuft, daß viele Schadstoffe entstehen.

Allerdings ist Holz ein relativ ökologischer Brennstoff, da es zu den nachwachsenden Energiequellen zählt. Das stimmt natürlich nicht, wenn das Holz durch etliche Autofahrten mit gefülltem Kofferraum besorgt wird. Am ökologischsten sind die Resthölzer aus Holzverarbeitenden Betrieben. Übrigens irgendwelche lackierten Hölzer und geleinerten und geklebten Platten dürfen auf keinen Fall verheizt werden, da hierbei Schadstoffe entstehen, die der Natur (also auch uns Menschen) schaden. Wer trotzdem solch belastete Abfallhölzer verbrennt, riskiert eine Freiheitsstrafe wegen illegaler Abfallbeseitigung.



# Reggen

## Nutzen, nicht weglaufen lassen!

**(jb). Wassernotstand, Trockenheitsschäden rund um den Vogelsberg, Überschwemmungen flußabwärts ... das jährliche Krisenmanagement frißt Millionen von Mark und zeigt, daß die Wasserkreisläufe gehörig durcheinandergeraten sind. Woran liegt's? Durch die versiegelten Flächen (12 Prozent unseres Landes sind bebaut mit Straßen, Häusern und Industrie - Tendenz steigend!) fließt das Schmelz- und Regenwasser schneller als von Natur aus in die Fließgewässer. Die sind zudem begradigt und so kommt das Wasser aus großen Landesteilen als Hochwasserspitze zusammen.**

**Eine Gegenmaßnahme heißt: Das Regenwasser auffangen, nutzen und so langsam wieder an die Kanalisation abzugeben. Das schont auch die Grundwasserreserven - und den Geldbeutel des Regenwassernutzers allemal.**

**Der folgende Text zeigt, wie es geht.**

Das Regenwasser kommt von selbst, zwar nicht jeden Tag, aber doch so über das Jahr verteilt, wie es auch gebraucht wird. Im Sommer, wenn z.B. im Garten Wasser benötigt wird, regnet es auch am meisten. Zu lösen sind eigentlich nur zwei Probleme: Das Wasser muß gesammelt und zu den Verbrauchsstellen geschafft werden. Und es muß gespeichert werden können. Denn gerade im Sommer bringen Gewitter und Platzregen große Wassermengen, die so schnell gar nicht genutzt werden können. Auf der anderen Seite bleibt es oft wochenlang trocken.

### Das Wasser sammeln

Interessant sind vor allem die Dachflächen. Mit Ausnahme von Grasdächern fließt das Wasser in der Regel schnell ab. Dort, wo die Fallrohre zur Erde gehen, können dieselben angezapft und das Wasser umgelenkt werden. Durch geschickte Planung können lange Rohrstrecken vermieden werden, wenn z.B. der Regenwasserspeicher in die Nähe eines der Fallrohre kommt oder die Dachrinnen am Dach im Gefälle geändert und das Fallrohr an die andere Seite gelötet bzw. gesteckt wird. Hier ist am günstigsten, einen Plan zu

zeichnen und diesen dann umzusetzen. Dann kann auch gut berechnet werden, wieviel Meter welchen Fallrohres benötigt wird.

Der Abzweig von den Fallrohren sollte an möglichst wenigen Stellen erfolgen, da hier jeweils ein Filter einzubauen ist - und der kostet Geld (200 bis 800,- DM je nach Wassermenge und Filterqualität). Wenn alle Fallrohre an einer Stelle zusammengeführt werden können (an der Wand, im Keller oder unterirdisch), ist das gut. Die Rohre führen dann in den Filter und aus diesem zwei Rohre hinaus - das eine zum Speicher, das andere, das auch die Schmutzfracht (Sand, Blätter usw.) mittransportiert, wieder in die Kanalisation oder auch in einen Gartenteich, Sumpfbeet u.ä.



Grundsätzlich sind drei Varianten möglich. Die erste bedeutet, einen vorhandenen Speicher zu nutzen. Viele Grundstücke verfügen noch über alte Zisternen, Klärgruben, Sickergruben u.ä. Diese können ausgepumpt, ausgeräumt und gesäubert sowie dann gedichtet werden. Der Zulauf vom Filter führt in diese

Grube. Zudem muß ein Überlauf geschaffen werden, der bei Überfüllung das Wasser ab einem bestimmten Wasserstand wieder in den Kanal laufen läßt (einfaches Rohr auf Höhe des maximalen Wasserstandes). Die Nutzung einer Zisterne ist besonders dann praktisch, wenn diese leicht zu reinigen ist und in der Nähe der Fallrohre bzw. des Hauses liegt, in dem die späteren Wasserverbraucher (Toiletten usw.) stehen. Als zweite Möglichkeit kann ein Erdtank vergraben werden. Die Vorgehensweise ist ansonsten die gleiche. Der Platz sollte gleich sinnvoll ausgewählt werden. Als dritte Variante kommen Tanks im Keller in Frage. Standort wäre in unmittelbarer Nähe vom Fallrohr (bzw. dem Punkt, wo die Fallrohre zusammengeführt wurden), damit das Wasser in den Speicher und das Rest- bzw. Überlaufwasser wieder aus die-

sem herauskann. Denn auch ein solcher Speicher braucht einen Überlauf. Lassen die bestehenden Türen keine großen Speicher durch, so können mehrere kleine miteinander verbunden werden. Denken Sie daran: Der Speicher sollte ausreichend groß sein, damit das wertvolle Wasser auch aufgefangen werden kann. Für Einfamilienhäuser sind Größen zwischen 1000 und 2000 Liter sinnvoll.

## Die Pumpe

Pumpe und Regelung ergeben zusammen ein Hauswasserwerk, daß ein kleines Wunder darstellt. Obwohl recht klein und auch nur zwischen 600 und 1500,- DM teuer schafft es wartungsfrei den gleichen Komfort wie ein Trinkwasseranschluß. Die Pumpe saugt das Wasser aus dem Speicher an und pumpt es zu den Verbrauchern. Ein Druckmesser mißt den Wasserdruck in der Leitung. Dieser ist in der Regel zwischen 2 und 3 bar, so daß das Wasser ähnlich dem Leitungswasserdruck aus Hähnen bzw. in die Toiletenspülkästen läuft. Wird nun irgendwo ein Hahn geöffnet oder eine Toilette gespült, sinkt der Druck. Das registriert der Druckmesser und die Pumpe schaltet automatisch an. Nach Schließen des Hahnes baut sich der Druck neu auf und die Pumpe stoppt.

Zum Hauswasserwerk gehört noch ein Trockenlaufschutz, d.h. ein Schwimmer, der die Pumpe abschaltet, wenn Wasser fehlt. In gleichen Moment sollte dann der Tank mit Trinkwasser nachgefüllt werden, damit Toiletten usw. auch bei ausbleibendem Regenwasser funktionieren. Hier ist zu beachten, daß keine direkte Verbindung von Regenwasser und Trinkwasserleitung entstehen darf, um eine Verschmutzung des Trinkwassers auszuschließen. In der Regel wird daher eine Trinkwasserleitung mit Magnetventil oben an den Speicher geführt. Meldet der Schwimmer Wasserknappheit, so geht das Magnetventil auf und das Wasser fließt im freien Fall in den Speicher - bis eben der Schwimmer wieder reagiert und das Magnetventil schließt bzw. die Pumpe anschaltet.

## Die Verteilung

Für die Regenwasserversorgung müssen die Verbraucher (Hahn für Garten und Putzen, Toiletten und eventuell Waschmaschine) eine gesonderte Zuleitung bekommen. Diese kann mit allen Stoffen erfolgen, die in der Sanitärtechnik bekannt sind. Schnell und einfach geht es mit PE-Rohren. Ab-

zweigstücke, Anschlüsse und alles weitere sind im Baustoffhandel leicht zu bekommen. Um den Materialeinsatz (Kosten sparen!) und die notwendigen Löcher und Schlitze in den Wänden zu minimieren, ist auch hier eine gute Planung notwendig. Hähne, Toiletten und Spülkästen in Hahnen neben oder übereinander. Dann kann die Leitung gehen dort geführt werden!

## Quanta costa?

Im Selbstbau kann eine Regenwasseranlage sehr billig sein. Von Bedeutung ist die Frage, ob Speicher beschafft werden müssen. Das schlägt mit 1000 bis 4000,- DM zu Buche (je nach Größe). Insgesamt kostet eine Anlage im Selbstbau für ein Einfamilienhaus zwischen 5000 und 8000,- DM. Hierfür gibt es Zuschüsse - in der Regel über die Gemeinde. Diese liegen bei 50 Prozent und aufwärts. Hintergrund ist die Grundwasserabgabe, die inzwischen gezahlt wird, wenn Boden versiegelt wird. Hier sollte rechtzeitig nachgefragt werden, denn: Bezuschußt wird nur, was noch nicht begonnen wurde. Leider führt das häufig zu einer Verzögerung, die auch eine unnötige Grundwasserentnahme bedeutet, weil ja die Zeit der Trinkwasserentnahme verlängert wird.

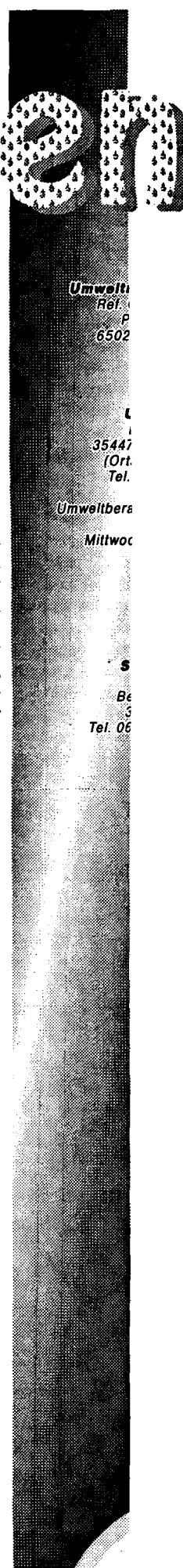
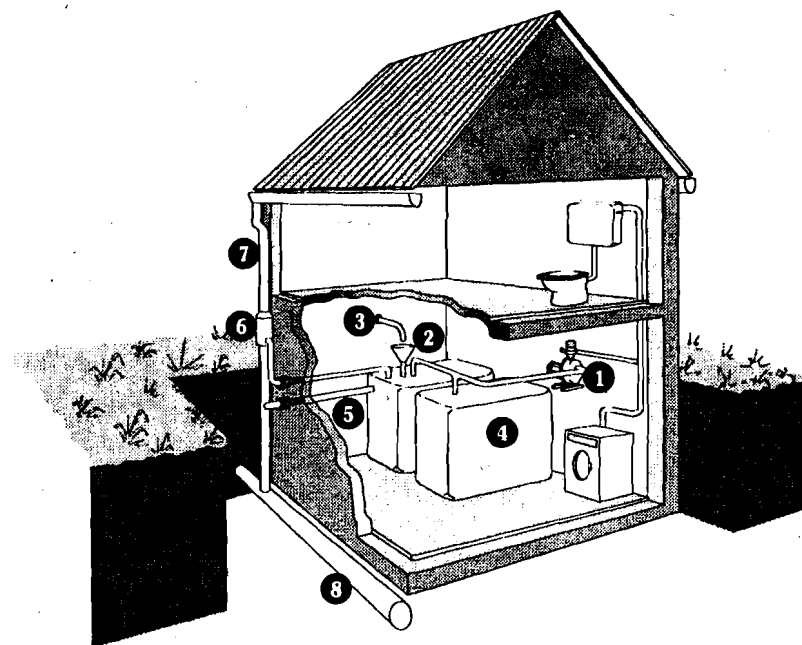
# Regen

Beispiel für eine Regenwasseranlage mit Tanks im Keller (Auslegung: 3-4 Personenhaushalt):

- 1 Hauswasserwerk (Pumpe und Druckmesser)
- 2 Trichter
- 3 Trinkwassernachspeisung mit Magnetventil
- 4 Speicher (Haupt- und Erweiterungstank, zusammen ca. 2000 bis 3000 l)
- 5 Überlauf zur Kanalisation
- 6 Filtersammler mit Abzweig zu den Speichertanks
- 7 Fallrohr
- 8 Kanalisation (nimmt Schmutzfracht aus Filtersammler und Überlaufwasser mit).

Das Beispiel stammt aus dem Infoheft der Firma "Wagner & Co.". Die Kosten für eine solche Anlage betragen 4000 bis 5000,- DM.

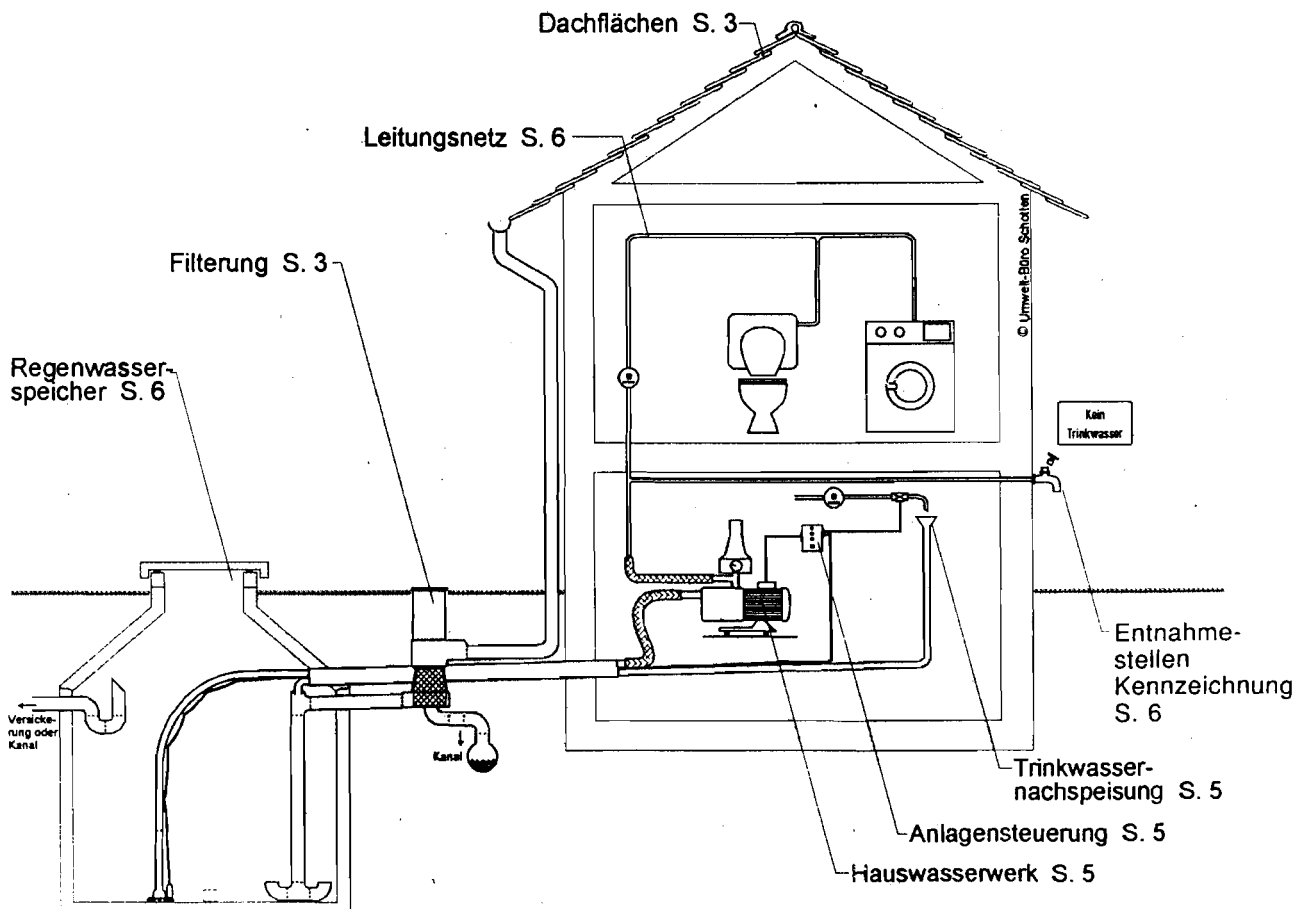
(Schema leicht verändert)





## Regenwassernutzung im Haus

Empfehlungen zum Bau von Regenwassernutzungsanlagen  
Hinweise zur Beantragung von Fördermitteln



## PLANUNGSGRUNDLAGEN IN GIEßEN

Regenwassernutzungsanlagen müssen sorgfältig geplant werden. Dies erspart u. U. enorme Folgekosten. Grundlagen der Planung sind die wasserwirtschaftliche Bilanz der Anlage und eine Stückliste mit Kostenberechnung.

### WASSERWIRTSCHAFTLICHE BILANZ

**Brauchwasserbedarf:** Zur Berechnung des jährlichen Brauchwasser-Bedarfs sind folgende Durchschnittswerte zugrunde zu legen:

**Berechnungsbeispiel:** Ein 4-Personen-Haushalt hat bei 100 m<sup>2</sup> bewässerter Gartenfläche folgenden Brauchwasserbedarf pro Jahr:  
 4 Personen x (8m<sup>3</sup> + 6m<sup>3</sup> + 2m<sup>3</sup>) + 6m<sup>3</sup> Garten = 70 m<sup>3</sup>

#### Brauchwasserbedarf

(m<sup>3</sup> pro Person und Jahr)

WC-Spülung	8
Wäschewaschen	6
Putzen, Reinigen	2
Gartenbewäss. pro 100 m <sup>2</sup>	6

**Regenwasserertrag:** In Gießen ist im Durchschnitt der Jahre etwa mit folgendem nutzbarem Regenwasserertrag zu rechnen:

**Anmerkungen:** Die Dachprojektionsfläche ist die vom Dach überspannte Fläche, also die Summe von Hausgrundfläche und Dachüberstand. In Gießen regnet es im Durchschnitt der Jahre etwa 610 mm/Jahr. **Berechnungsgrundlage:** Regenwasserertrag = Dachprojektionsfläche x Jahresniederschlag x Abflußbeiwert (bei einem Nutzungsgrad von 90%).

#### nutzbarer Regenwasserertrag

Dachprojek- tionsfläche	m <sup>3</sup> /Jahr bei Schrägdach	m <sup>3</sup> /Jahr bei Kiesdach
100 m <sup>2</sup>	40	32
120 m <sup>2</sup>	48	39
140 m <sup>2</sup>	56	45
160 m <sup>2</sup>	64	52

### SPEICHERGRÖSSE

Um bei guter Wasserqualität viel Trinkwasser einzusparen, sollte ein Regenwasserspeicher in Gießen folgendes Volumen bzw. höchstens die nächstgrößere Liefergröße besitzen:

**Anmerkung:** Selbst 30% kleinere Speicher als oben angegeben bringen immer noch eine hohe Trinkwassereinsparung. Sie werden installiert, wenn für einen Kellertank wenig Platz vorhanden ist oder wenn der Regenwasser-Ertrag den Brauchwasserbedarf dauerhaft wesentlich überschreitet.

#### Speichergröße in Gießen

Dachprojek- tionsfläche	Speicher- größe
100 m <sup>2</sup>	2,8 m <sup>3</sup>
120 m <sup>2</sup>	3,3 m <sup>3</sup>
140 m <sup>2</sup>	3,7 m <sup>3</sup>
160 m <sup>2</sup>	4,2 m <sup>3</sup>

### STÜCKLISTE UND KOSTENABSCHÄTZUNG

Die Kosten für eine Regenwasseranlage hängen sehr stark von den baulichen Gegebenheiten, den verwendeten Bauteilen, der Eigenleistung und den Angeboten der ausführenden Firmen ab. Holen Sie sich Vergleichsangebote ein!

#### Berechnungsbeispiel:

Wirbelfeinfiter	650,-
Betonzisterne incl. Erdarbeiten	3.400,-
Anschluß, Inneninstallation Zisterne	700,-
Hauswasserwerk mit Druckautomatik	700,-
Pumpen-Einbausatz, Wasseruhren, ....	500,-
Anlagensteuerung komplett	550,-
Kennzeichn.-Material, Wasserhähne	100,-
Druckleitung	600,-
Installation durch Fachbetrieb	1.400,-
MwSt 15%	1.290,-
<b>Summe</b>	<b>9.890,-</b>

## BRUCHWASSERLEITUNGSNETZ, KENNZEICHNUNG, WARTUNG



### Druckleitung

Anforderungen: Korrosionsbeständiges und lichtdichtes Material, z. B. Kunststoffleitungen aus PP, PPR, PE, PB; durchgängige und dauerhafte Kennzeichnung als 'Kein Trinkwasser' (unter Putz mit Trassenband, auf Putz mit Klebfahnen); geräuschgedämpfter Pumpenanschluß; Entleerungsmöglichkeit an der tiefsten Stelle (Entleerung zur Vermeidung langer Standzeiten z.B. im Urlaub); ggf. Wärmeisolierung (z.B. wenn Warmwasserleitungen parallel geführt werden).

### Entnahmestellen

Anforderungen: WCs mit Spülkästen (möglichst keine Druckspüler) und Spülstop-Taste; kein Regenwasserbetrieb von WCs mit langen Standzeiten (z.B. selten benutztes Gäste-WC); dauerhafter

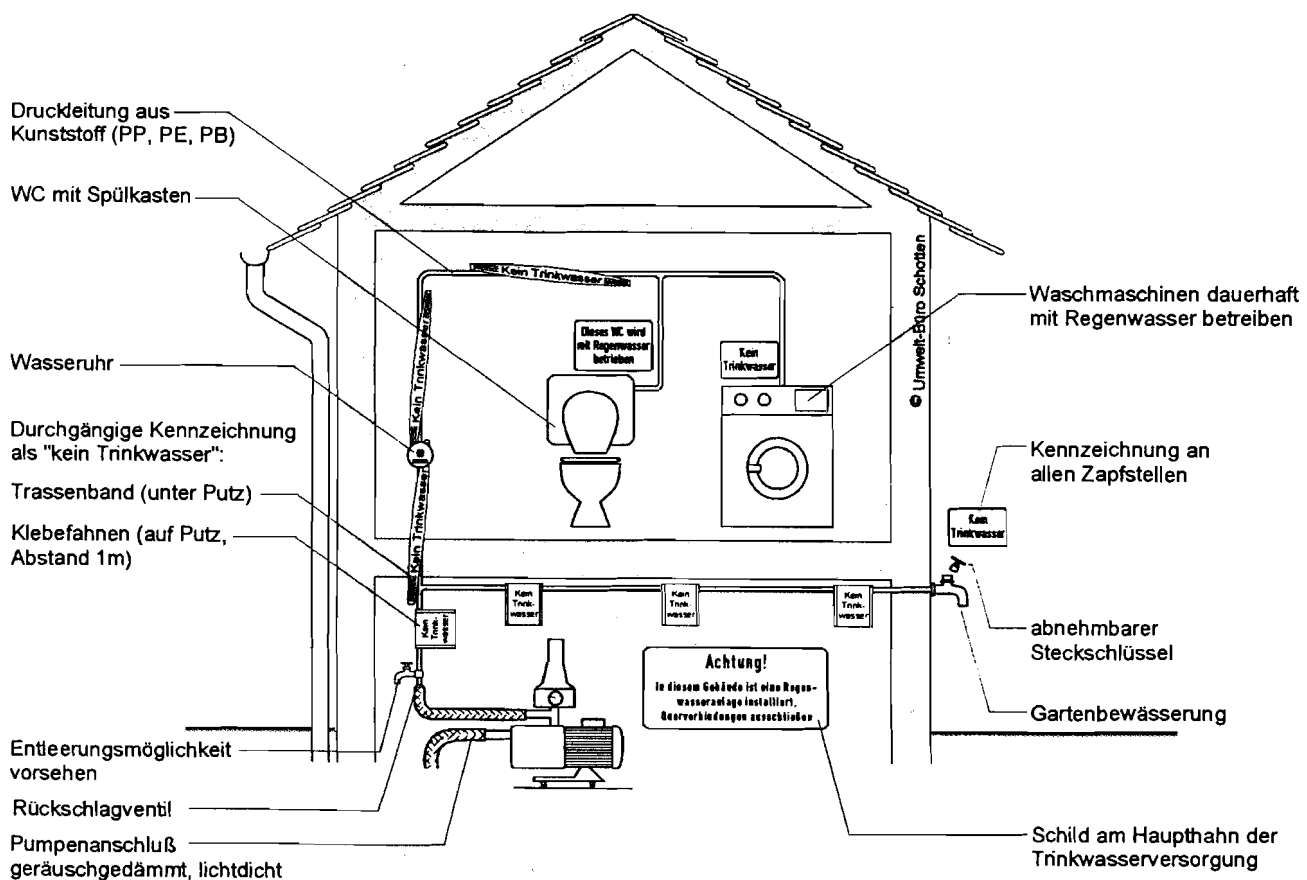
Anschluß der Waschmaschinen (nicht zwischen Regen- und Trinkwasser-Leitungsnetz umkoppeln); keine Regenwasser-Zapfhähne in Küche oder Badezimmer.

### Kennzeichnung

Anforderungen: Schild 'Kein Trinkwasser' an allen Verbrauchsstellen (bei WC's wahlweise 'Dieses WC wird mit Regenwasser betrieben'); Schild am Haupthahn der Trinkwasserversorgung 'In diesem Gebäude ist eine Regenwasseranlage installiert; Querverbindungen ausschließen'; durchgehende Kennzeichnung des Brauchwasserleitungsnetzes als 'Kein Trinkwasser' (s. o.). Versehen aller Zapfstellen mit abnehmbaren Steckschlüsseln.

### Wartung und Außerbetriebnahme

Für die Regenwasseranlage ist ein Wartungsplan (besonders für Filter, Speicher, Rückstausicherung, Pumpe, Trinkwassernachspeisung und Steuerung) zu erstellen und einzuhalten. Der Speicherzulauf sollte für Wartungsarbeiten oder bei Schadstoffeinträgen möglichst mit einer Absperrmöglichkeit ausgerüstet werden. Bei längeren Anlagenstillstandszeiten (z.B. Urlaub) sind das Druckleitungssystem und die Spülkästen zu entleeren (Vermeidung längerer Standzeiten).



**HAUSWASSERWERK**



**Anforderungen**

Bedarfsangepaßter geringer Energieverbrauch, hoher Wirkungsgrad, Korrosionsfestigkeit, Langlebigkeit, geringe Geräusentwicklung, geräuschgedämmte Aufstellung, zuverlässige Drucksteuerung.

**Pumpentypen, Drucksteuerung**

Für Wohngebäude werden i. d. R. ansaugende, mehrstufige Kreiselpumpen ohne Membrandruckgefäß, seltener auch Tauchmotorpumpen, eingesetzt, die über eine Druckautomatik gesteuert werden. Der Aufstellungsort sollte bei einer Temperatur

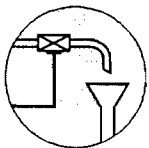
unter 18°C frostfrei, staubarm und trocken nahe am Speicher sein.

**Saugleitung**

Material: korrosionsbeständig; wasser-, luft- und lichtdicht; geeignet z. B. PE-Rollenmaterial, Durchmesser mindestens wie Pumpen-Anschluß.

Verlegung: stetig steigend zum Hauswasserwerk, frostsicher, möglichst kurz und ohne Verbindungsstellen.

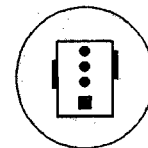
**TRINKWASSERNACHSPEISUNG**



**Anforderungen**

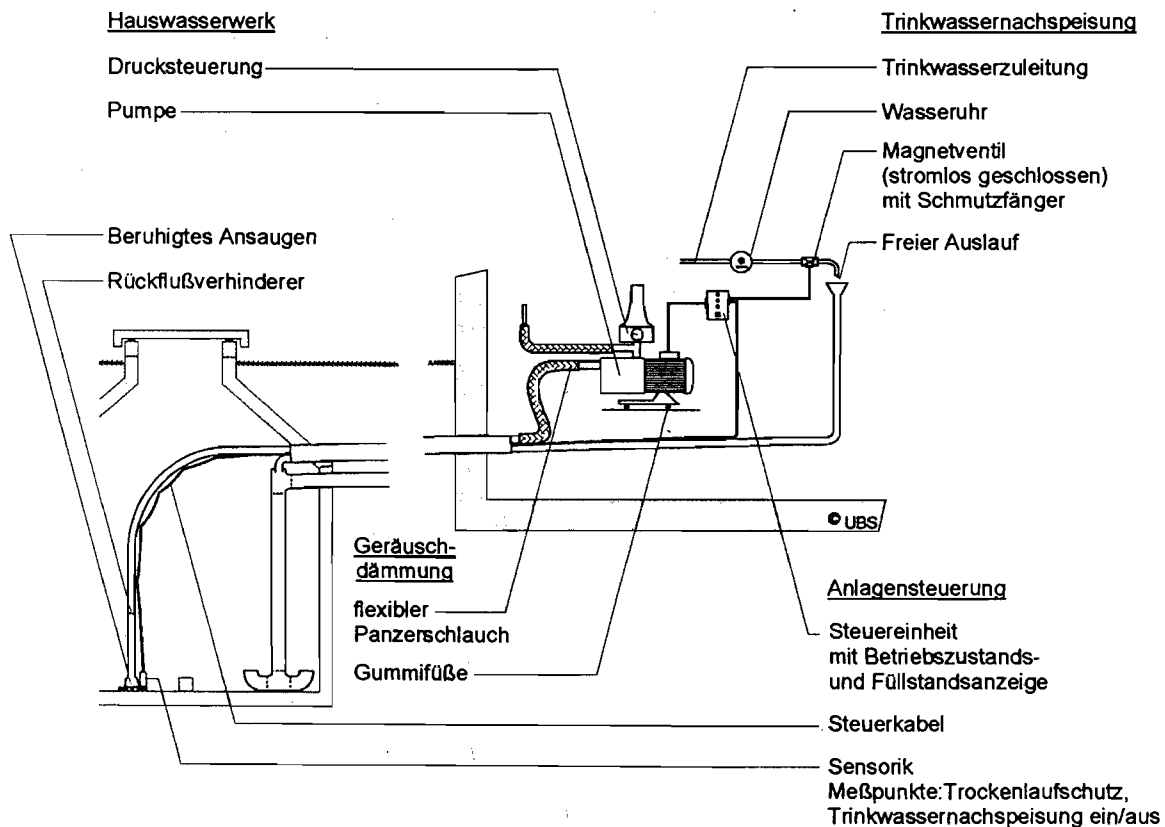
Zuverlässige Notversorgung bei Regenwassermangel, strikte Trennung von Trink- und Regenwassersystem gem. DIN 1988, Einspeisevolumen möglichst max. 1/2 Tagesbedarf. Zulässige technische Umsetzung: Nachspeisung in den Speicher über freien Auslauf oder Rohrunterbrecher A1 15 cm über Speicheroberkante.

**ANLAGENSTEUERUNG**

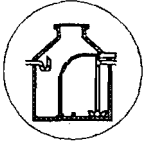


**Anforderungen**

Hohe Schaltfestigkeit, geringer Stromverbrauch, Niederspannung für Teile mit Wasserkontakt, Trockenlaufschutz bei geringem Füllstand, Minimale Trinkwassernachspeisung, laufende Betriebszustandskontrolle, einfache Installation, geringer Wartungsaufwand.



## REGENWASSERSPEICHER



### Anforderungen

Lagertemperatur unter 18°C; wasserdichte, lichtdichte, geruchs- und farbneutrale Ausführung, Sicherung vor Eindringen von Schmutz, Tieren und Kanalgasen; Rückstausicherung; möglichst Absperrmöglichkeit des Speicherzulaufes für Wartungsarbeiten oder bei Schadstoffeinträgen. Die Speichergröße richtet sich in erster Linie nach der Größe der Dachfläche. Zur Ermittlung der Speichergröße s. Seite 7.

### Erdzisternen

sind anderen Speicherarten grundsätzlich vorzuziehen. Besonders zu empfehlen sind Betonzisternen aus einem Guß, da diese ohne Nacharbeiten dauerhaft wasserdicht sind und der Beton sauren Regen abpuffert.

Ebenfalls verwendet werden: Betonringzisternen (gründliche Abdichtung der Ringfugen und der Speicherwand erforderlich, Gefahr von Undichtigkeiten durch spätere Bodensetzungen); alte Klärgruben (gereinigt, gelüftet und abgedichtet, Schmutzwasserleitung im Umschluß); Kunststoff-Erdtanks (schlechte Wasserneutralisation, Auftrieb beachten, keine PVC-Tanks verwenden); alte Öl- und Gastanks (gereinigt und beschichtet).

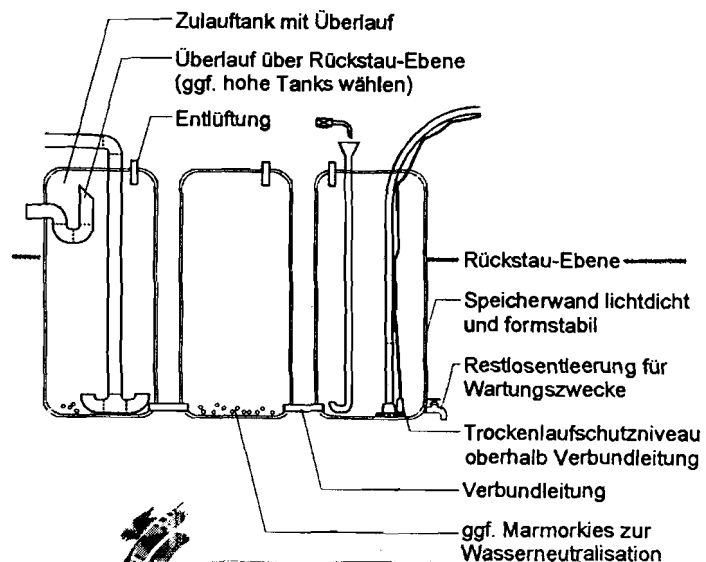
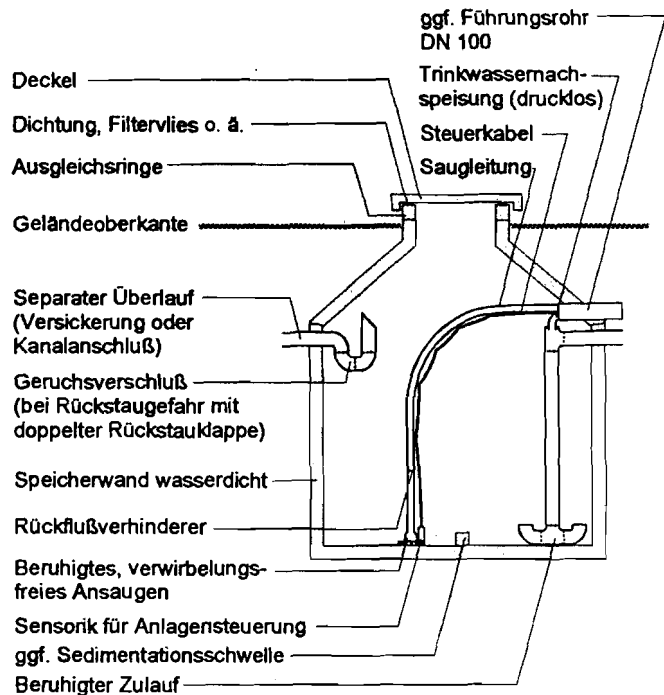
### Kellertanks

werden oft bei nachträglichen Einbauten oder bei kleineren Speichern verwendet. Zum Einsatz kommen i. d. R. Kunststoff-Kellertanks (lichtdicht, keine PVC-Tanks; bevorzugt: Recycling-Tanks). Die Inneninstallation entspricht prinzipiell der Installation von Erdzisternen. Zusätzliche Anforderungen an Kellertanks sind im Bild rechts aufgeführt. Im Aufstellungsraum (Temperatur unter 18°C) ist ein ausreichender Bodenablauf vorzusehen.

### Wasserreinigung im Speicher

In der 2. Wasserreinigungsstufe (nach der Feinfiltration) müssen sich feinste Fest- und Schwebstoffe im Speicher stabil absetzen können. Das so gebildete Sediment darf weder durch den Regenwasserzulauf noch durch den Trinkwassernachlauf oder durch das Ansaugen aufgewirbelt werden. Zusätzliche Förderung der Sedimentation: Trennung von Zulauf- und Entnahmebereich (Sedimentationsschwelle).

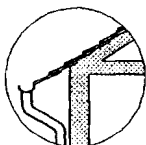
Der Speicherüberlauf (Durchmesser mindestens wie Zulauf) ist getrennt vom Zulauf zu installieren; der Speicher muß auch in Trockenjahren mind. 3-5-mal kräftig überlaufen. Damit wird das notwendige Abschwemmen von Schwimmschichten erreicht.



## TECHNISCHE MINDESTSTANDARDS

Im folgenden werden technische Mindeststandards für eine erfolgreiche, nachhaltige Nutzung des Regenwassers erläutert. Anlagenbetreiber sollten im eigenen Interesse und im Hinblick auf eine reibungslose Auszahlung der Fördermittel auf eine Umsetzung dieser Empfehlungen bei Planung und Bau ihrer Anlage achten.

### DACHFLÄCHEN



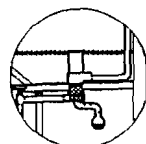
Die nutzbare Regenwassermenge hängt in erster Linie von der angeschlossenen Dachflächengröße ab. Deshalb sollten alle verfügbaren und geeigneten Dachflächen (u. U. auch von Nachbarhäusern) genutzt werden.

Folgende Dachmaterialien beeinträchtigen die Regenwassernutzung:  
Gras, Sedum, Bitumen, Metall, verwitterter Asbestzement

Alle geeigneten Dachflächen anzapfen

Keine problematischen Dachmaterialien verwenden

### FILTERUNG



Die Feinfiltration von Dachablaufwasser vor dem Speicher ist überaus wichtig.

Anforderungen: Filterfeinheit mind. 0,2 mm; hohe Wasserausbeute durch dauerhaft saubere Filterflächen; geringer Wartungsbedarf; Gewährleistung

einer ungehinderten Gebäudeentwässerung auch bei verstopftem Filter (DIN 1986); schnelles Austrocknen nach Regenfällen.

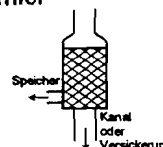
Feinfiltration vor dem Speicher

#### Geeignete wartungsarme Systeme

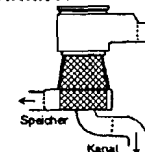
z. B. Fallrohr-Filter-sammler: sehr gute Filterleistung, selbstreinigend, wartungsarm, Entwässerungs-DIN-gerecht, in jedem Regenfallrohr einzubauen. Geeignet für: Häuser mit wenigen Regenfallrohren; nachträgliche Einbauten, Speicher mit Rückstaugefährdung.

z. B. Wirbel-Feinfilter: Filterprinzip und Eigenschaften wie Fallrohr-Filter-sammler, wird jedoch nach Zusammenführung der Regenwasser-Grundleitungen in den Erdboden eingebaut. Geeignet für Häuser mit mehr als 2-3 Fallrohren und ausreichenden Gefälleverhältnissen ohne Rückstaugefahr.

Filtersammler



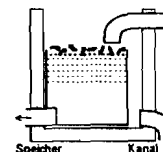
Wirbel-Feinfilter



#### Problematische wartungsintensive Systeme

z. B. Vorfilterschacht mit Sand/Kies-Filter oder mit Topffilter/Filtermatten bzw. alle Systeme, in denen sich ausgefilterter Schmutz anreichert (Verstopfungsgefahr hoch): Betrieb nur in nicht rückstaugefährdeten Bezirken bei dauerhaft intensiver Wartung und ausreichendem Notüberlauf für den Filter möglich.

Topffilter

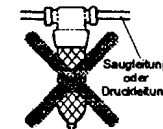


#### Kein zusätzlicher Feinfilter nach dem Speicher

Kartuschen- und sonstige Feinfilter im Rohrsystem gefährden durch Verstopfen, Verkeimen und Veralgen die Pumpe und die Wasserqualität. Sie verursachen zudem einen hohen Wartungsaufwand und laufende Folgekosten, deshalb sollte auf ihren Einbau verzichtet werden.

Voraussetzungen: Feinfiltration vor dem Speicher, Sedimentation feinsten Feststoffe im Speicher sowie Abschwemmen evtl. Schwimmschichten über den Speicherüberlauf (s. a.: 'Speicher')

saug-/druckseitiger Feinfilter



## GRUNDLAGEN DER REGENWASSERNUTZUNG

### !! *DESHALB REGENWASSERNUTZUNG*

Einsparung von Trinkwasser	Sauberes Trinkwasser wird immer knapper und teurer.
Entlastung der Kanäle und Kläranlagen	Hochwasserspitzen bei heftigen Regenfällen behindern und verteuern die Abwasserentsorgung enorm.
Zukunftsvorsorge	zunehmende Probleme der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung erfordern neue Maßnahmen in der Wasserwirtschaft.

### ⌘ *PLANUNGSZIELE FÜR REGENWASSERNUTZUNGSANLAGEN*

Großer Nutzen, vertretbare Kosten	Einsparung möglichst großer Trinkwassermengen bei vertretbaren Bau- und Unterhaltungskosten
Wasserqualität, Betriebssicherheit, geringer Wartungsaufwand	Gewährleistung guter Wasserqualität und hoher Betriebssicherheit bei geringem Wartungsaufwand durch sorgfältige Anlagenplanung
Lange Nutzungsdauer	lange problemarme Nutzungsdauer und zuverlässige Funktion
Umweltschonende Materialien	z. B. Einbau von energiesparenden, langlebigen Pumpen, Verwendung von Recyclingmaterial, Verzicht auf PVC

### ☞ *REGENWASSERQUALITÄT, ANWENDUNGSBEREICHE, BETRIEBSSICHERHEIT*

Technik und Hygiene	Die Qualität des verwendeten Regenwassers hängt unmittelbar von der verwendeten Anlagentechnik ab. Wasser aus einwandfreien Regenwasseranlagen kann unbedenklich für das Wäschewaschen verwendet werden. Es erfüllt i. d. R. die Qualitätsanforderungen der europäischen Badegewässerverordnung, sofern die Anlagen qualifiziert geplant wurden und einen technischen Mindeststandard aufweisen.
Verwendung und die Grenzen	Regenwasser wird nur von Dachflächen aufgefangen und wird ausschließlich für die WC-Spülung, die Waschmaschine und Putz-/Reinigungszwecke (ganzjährig) sowie für die Gartenbewässerung (3-5 Monate/Jahr) verwendet.
Vorfahrt für Sicherheit	Die technischen Mindeststandards verlangen eine kompromißlose Trennung von Regenwasser- und Trinkwassersystem sowie eine große Betriebssicherheit.

### 💧 *WASSERWIRTSCHAFTLICHER NUTZEN, EINSPARUNGEN*

Trinkwasser sparen	wassersparendes Verhalten vorausgesetzt, kann nochmals über die Hälfte des Trinkwasserverbrauchs durch Regenwasser ersetzt werden (s. a. Seite 7).
Effektiver Einsatz	Nur durch vollständiges Auffangen und ganzjähriges sparsames Verwenden von Regenwasser werden die Regenwasseranlagen optimal genutzt. Auch die nutzbaren Regenwassermengen sind begrenzt!
Echte Zukunftsinvestition	Erst die Verwendung von langlebigen Bauteilen und die Einhaltung der technischen Mindeststandards ermöglicht eine langjährige Einsparung von Trink- und Abwasser.
Förderprogramm	Die Stadt Gießen bezuschußt Regenwassernutzungsanlagen mit bis zu DM 3500,-. Es werden jedoch nur Anlagen gefördert, die die Förderrichtlinien erfüllen (Hinweise s. S. 8).

## PLANUNGSGRUNDLAGEN IN GIEßEN

Regenwassernutzungsanlagen müssen sorgfältig geplant werden. Dies erspart u. U. enorme Folgekosten. Grundlagen der Planung sind die wasserwirtschaftliche Bilanz der Anlage und eine Stückliste mit Kostenberechnung.

### WASSERWIRTSCHAFTLICHE BILANZ

**Brauchwasserbedarf:** Zur Berechnung des jährlichen Brauchwasser-Bedarfs sind folgende Durchschnittswerte zugrunde zu legen:

**Berechnungsbeispiel:** Ein 4-Personen-Haushalt hat bei 100 m<sup>2</sup> bewässerter Gartenfläche folgenden Brauchwasserbedarf pro Jahr:  
 $4 \text{ Personen} \times (8 \text{ m}^3 + 6 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3) + 6 \text{ m}^3 \text{ Garten} = 70 \text{ m}^3$

#### Brauchwasserbedarf

(m<sup>3</sup> pro Person und Jahr)

WC-Spülung	8
Wäschewaschen	6
Putzen, Reinigen	2
Gartenbewäss. pro 100 m <sup>2</sup>	6

**Regenwasserertrag:** In Gießen ist im Durchschnitt der Jahre etwa mit folgendem nutzbarem Regenwasserertrag zu rechnen:

**Anmerkungen:** Die Dachprojektionsfläche ist die vom Dach überspannte Fläche, also die Summe von Hausgrundfläche und Dachüberstand. In Gießen regnet es im Durchschnitt der Jahre etwa 610 mm/Jahr. Berechnungsgrundlage: Regenwasserertrag = Dachprojektionsfläche x Jahresniederschlag x Abflußbeiwert (bei einem Nutzungsgrad von 90%).

#### nutzbarer Regenwasserertrag

Dachprojek- tionsfläche	m <sup>3</sup> /Jahr bei Schrägdach	m <sup>3</sup> /Jahr bei Kiesdach
100 m <sup>2</sup>	40	32
120 m <sup>2</sup>	48	39
140 m <sup>2</sup>	56	45
160 m <sup>2</sup>	64	52

### SPEICHERGRÖSSE

Um bei guter Wasserqualität viel Trinkwasser einzusparen, sollte ein Regenwasserspeicher in Gießen folgendes Volumen bzw. höchstens die nächstgrößere Liefergröße besitzen:

**Anmerkung:** Selbst 30% kleinere Speicher als oben angegeben bringen immer noch eine hohe Trinkwassereinsparung. Sie werden installiert, wenn für einen Kellertank wenig Platz vorhanden ist oder wenn der Regenwasser-Ertrag den Brauchwasserbedarf dauerhaft wesentlich überschreitet.

#### Speichergröße in Gießen

Dachprojek- tionsfläche	Speicher- größe
100 m <sup>2</sup>	2,8 m <sup>3</sup>
120 m <sup>2</sup>	3,3 m <sup>3</sup>
140 m <sup>2</sup>	3,7 m <sup>3</sup>
160 m <sup>2</sup>	4,2 m <sup>3</sup>

### STÜCKLISTE UND KOSTENABSCHÄTZUNG

Die Kosten für eine Regenwasseranlage hängen sehr stark von den baulichen Gegebenheiten, den verwendeten Bauteilen, der Eigenleistung und den Angeboten der ausführenden Firmen ab. Holen Sie sich Vergleichsangebote ein!

#### Berechnungsbeispiel:

Wirbelfeinfiter	650,-
Betonzisterne incl. Erdarbeiten	3.400,-
Anschluß, Inneninstallation Zisterne	700,-
Hauswasserwerk mit Druckautomatik	700,-
Pumpen-Einbausatz, Wasseruhren, ...	500,-
Anlagensteuerung komplett	550,-
Kennzeichn.-Material, Wasserhähne	100,-
Druckleitung	600,-
Installation durch Fachbetrieb	1.400,-
MwSt 15%	1.290,-
<b>Summe</b>	<b>9.890,-</b>





# Von Dämmstoffen an Wand und Dach

Wind, Regen, Schnee, Eiseskälte ... der Winter macht immer wieder deutlich, daß der Mensch ursprünglich aus anderen Regionen der Erde stammt und in Mitteleuropa im Winterhalbjahr nur dank eines ständigen Energie-Inputs überlebt. Allerdings würde es reichen, wenn die Häuser, in denen der Mensch lebt, gewärmt werden. Oft aber wird für draußen mitgeheizt - Wände und Dächer sind nicht ausreichend gedämmt oder nicht winddicht. Der Themenschwerpunkt in dieser Ausgabe der Reihe "Das Umwelthaus" soll zeigen, wie mit umweltverträglichen Mitteln viel Energie gespart werden kann. Denn: Gerede über alternative Energieformen hin und her ... die wichtigste und umweltschonenste Energieform ist immer noch das Energiesparen. Und die Heizung ist der Hauptenergieverbrauch jeden Haushaltes!

## Die Unterscheidung: Wärmespeicher und Wärmeisolierung

Wer über Dämmung redet, muß zwei Begriffe unterscheiden. Zum einen gibt es Stoffe, die auch im biologischen Hausbau eingesetzt werden und die Wärme speichern bzw. wieder abgeben können. Der beste Stoff ist schwerer Lehm, z.B. Lehmziegel oder Stampflehm. Auch Natursteine oder Mauersteine aus Ton können Wärme speichern. Das bedeutet, daß sie Wärme aufnehmen und langsam wie-

der abgeben. Zunächst also ist das ein Energieverlust, dann aber wird die Wärme im Raum konstant gehalten und als angenehme Strahlungswärme von den Wänden wieder reflektiert. Wärmespeichernde Wände sind in jedem Haus sinnvoll und erhöhen die Wohnlichkeit. Allerdings bieten wärmespeichernde Materialien keine Isolierung. Sie nehmen ja gerade die Wärme auf und geben sie wieder ab - sie würden dieses auch nach draußen tun. Daher sind Wärmespeicher uneingeschränkt für Innenwände zu empfehlen. Bei Außenwänden dürfen sie nur dann benutzt werden, wenn sie durch eine dicke Isolierungsschicht an der Außenseite geschützt sind.

Denn zum zweiten gibt es Stoffe, die isolieren - aber eben deshalb keine Wärme speichern. Am häufigsten verwendet werden Polystyrol, Stein- und Glaswolle. Alle drei haben aber erhebliche Nachteile und sind in der Herstellung recht energieaufwendet. In der Baubiologie werden vor allem Tier- und Pflanzenfasern (Hanf, Flachs, Wolledämmungen) sowie zerfasertes Altpapier (Isoloc u.ä.) eingesetzt. Möglich wären auch Stroh- und Holzspäne - beides gibt es vor allem in Form von Dämmplatten und als Beimischungen zu Lehm, es entsteht dann der wärmedämmende Leichtlehm. Holz selbst isoliert auch - wenn auch in geringerem Maße.



Foto: Weit verbreitet im biologischen Dämmstoffbereich sind Altpapierfasern. Sie werden in Decken und Dächer eingeblastet, d.h. sie benötigen eine zweiseitige Schalung. Auch Wände können so gedämmt werden. Um das Papier brandhemmend zu machen, werden Borverbindungen zugesetzt, deren Unbedenklichkeit für Umwelt und Gesundheit umstritten ist.

## Stoffe ohne Speicher und Isolierung

Es gibt etliche Baustoffe, die weder speichern noch isolieren. Der verbreitetste ist Beton - sein Einsatz ist auch aus Energiespar Sicht unakzeptabel (abgesehen von seiner geringen Haltbarkeit). Aber auch Glas gehört dazu. Bei Fenstern gibt es jedoch den Trick durch mehrere Glasscheiben (2- oder 3-fach-Glas), Beschichtungen und Füllung der Zwischenräume mit bestimmten Edelgasen die Isolierungswirkung beträchtlich zu steigern. Für Metalle gilt ähnliches, insbesondere Aluminium leitet die Wärme schnell nach draußen und ist zudem sehr energiefressend in der Herstellung.

## Drei Grundsätze: Möglichst dick, mög- lichst vollständig und möglichst außen

Je dicker eine Isolierung ist, d.h. je höher der Dämmwert, desto mehr Energie wird im Inneren des isolierten Bereiches gelassen. Ab einer gewissen Dicke des Isolierstoffs (in der Regel ab ca. 20cm) ist eine gute Wärmedämmung erreicht. Weitere Steigerungen der Dicke stehen in keinem günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis mehr. Dann wird es wichtig, das Augenmerk auf die weiteren Punkte zu legen.

Die Vollständigkeit der Isolierung ist in vielen Häusern ein Problem. Da wird z.B. das Dach isoliert, aber die Wände vergessen. Oder die Fenster bleiben als Einfachglas erhalten. Durch Fugen an Fenstern und Türen zieht es. Der Fußboden über dem kalten Keller hat keine Isolationsschicht. Und so weiter ... Stattdessen muß genau darauf geachtet werden, daß eine Isolierung vollständig erfolgt. Schwachpunkte verbrauchen nicht nur Energie, sie können auch das Bauwerk gefährden, weil sich an diesen "Kältebrücken" Feuchtigkeit sammelt. Schimmel ist die Folge. Bei der Isolierung sollten daher alle Teile des Hauses berücksichtigt und gerade auch die Übergänge von Wand zu Tür bzw. Fenster beachtet werden.

Die beste Wirkung erzeugt eine Außenisolierung. Das gesamte Gebäude wird außen in eine dicke Isolierungsschicht eingepackt. Diese kann dann mit Holz verkleidet oder verklinkert werden. Auf diese Weise bleiben den Räumen die Außenwände als Wärmespeicher erhalten. Zudem entstehen keine Wärmebrücken zwischen den Stockwerken, wo die eingezogenen Decken an die Außenwand stossen und deshalb innen eine Isolierung nicht möglich ist.

## Entscheidungsfall Außenisolierung

Ein Gebäude außen zu isolieren, vernichtet die bisherige Fassadenoptik vollständig. Daher wird es oft zu einem Gewissenskonflikt zwischen Umweltschutz- und ästhetischen Beweggründen kommen. Soll eine Fachwerkfassade verschwinden, weil so Energie einzusparen ist?

In den meisten Fällen wird von Wand zu Wand zu entscheiden sein. So wären

Institut für  
Ökologie

## Kriterien für ein umweltverträgliches Produkt

Gutachten und Bewertung von Gebäuden  
Analysen und Bewertung der Umweltverträglichkeit  
Naturerschutzzugangsmöglichkeiten  
Landschaftsplanung  
Beratung, Vorträge und Seminare  
Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen  
Umfassende Umweltkonzepte

### Rohmaterial

Das Rohmaterial (hier also Pflanzenfasern, Schafwolle oder Altpapier) muß auf eine umweltverträgliche Form gewonnen werden. Hier gibt es Schwachpunkte bei den Pflanzenfasern, da für kein Produkt bislang ein Zerkleinern in einen gift- und düngereichen Anbau vorzuziehen ist. Altpapier behaupten Händler sogar, es sei biologisch abbaubar. Grundätzlich ohne Giftstoffe anbaubar, daher möglich sein, biologischen Landbau hier zu gewinnen. Bei Schafwolle kann es Probleme geben, und zwar im Zusammenhang mit der Schafzucht. Die Schafzucht ist ein Viehwirtschaftszweig, der im Wesentlichen auf der Gewinnung von Wolle beruht. Die Schafzucht ist ein Viehwirtschaftszweig, der im Wesentlichen auf der Gewinnung von Wolle beruht. Die Schafzucht ist ein Viehwirtschaftszweig, der im Wesentlichen auf der Gewinnung von Wolle beruht.

Tip: Bislang weisen alle Produkte hier Mängel auf - sie sind dennoch besser als konventionelle Baustoffe. Entscheiden Sie sich für biologische Stoffe, machen Sie Händler und Hersteller aber auf die verbliebenen Mängel aufmerksam.

### Zusatzstoffe

Für Hanf und Flachfasern gibt es keine Hinweise auf Zusatzstoffe, allerdings auch noch keine Quelle, daß danach umfangreich geforscht wurde. In der Schafwolle befinden sich Stoffe, die vor allem Schädlingstraf bekämpfen sollen. Hier werden verschiedenen chemische Verbindungen verwendet, die teilweise giftig wirken können. Altpapierfasern werden Borverbindungen zugesetzt, um dem Brandschutz genüge zu tun. Diese Stoffe haften an den Fasern oder lie-

gen auch als kleine Kristalle einzeln vor. In größeren Mengen wirken sie giftig. In jedem Fall bedauerlich ist die Verwendung synthetischer Stützfasern, wie sie vor allem bei dickeren Schafwollematrasen vorkommen. Warum die Fasern keine umweltgerechten Stoffe wie Jute oder Hanf einsetzt, ist vollkommen unklar.

Für alle Zusatzstoffe gilt, daß sie vor allem dann gefährlich sind, wenn sie in der Dämmung verbleiben. Gefährliche Stoffe bringen selbst, die Lagerung und die Verarbeitung mit sich. Umweltschadstoffe, die im Laufe der Zeit freigesetzt werden, was auch ein Problem ist. In manchen Menschen kann die Gefahr reduziert werden, indem die Stoffe nicht lange offen gelagert bzw. eine Renoviermaßnahme schnell abgeschlossen wird. Gerade für Papierfasern gilt dabei obzueinander, daß zum Rauminnen eine Schutzschicht vorzusehen ist, die nicht nur die Dampfdurchlässigkeit mindert, sondern auch jeglichen Staubdurchtritt ausschließt.

### Transport und Verpackung

Jeder noch so umweltverträgliche Stoff kann zum Umweltproblem werden, wenn er über große Strecken transportiert oder in umweltbelastende Materialien verpackt wird. Tips: Achten Sie darauf, daß das Material möglichst aus der Nähe stammt, an einem Ort verarbeitet und umweltfreundlich transportiert (Bahn) sowie verpackt wird. Bemerkungen Sie Probleme erst nach Lieferung des Materials, beschweren Sie sich beim Hersteller - vielleicht ändert sich was!



Foto:  
Einbau von Schafwolle -  
eine atmungsaktiv,  
wasserabweisende,  
die wird aufgebracht.

im Fall "Fachwerk" viele Lösungen denkbar - angefangen von einer reinen Innenisolierung über das Einbringen der Isolierungsschicht in den Gefachen (Dämmmaterial statt Ausmauerung) bis zum zusätzlichen Aufmauern einer wärmespeichernden Lehmwand innen vor das Fachwerk. Zudem können die einzelnen Wände unterschiedlich gestaltet sein, z.B. die sichtbare Fassade wie beschrieben, die anderen mit einer Außenisolierung. Vorteil der Außenisolierung: Das Fachwerk kann innen sichtbar bleiben.

Ein technisches Problem bei der Außenisolierung können die Fenster sein. Hier müssen in Einzelfällen die Fensterrahmen und -bretter ausgetauscht bzw. das Fenster nach außen versetzt werden, damit die Außenisolierung nicht dem Regenwasser ausgesetzt ist.

### Isolieren im Dach

Im Dach gibt es die benannten Probleme nicht. Wärmespeicherndes Material ist nur bei den Innen- und Giebelwänden möglich. Das Dach selbst wird mit einer möglichst dicken Isolierung versehen.

### Atmungsaktiv

Viele konventionelle Baustoffe "atmen" nicht, d.h. sie lassen Feuchtigkeit nicht durch. Vor allem Polystyrol und die oftmals in Verbindung mit anderen Dämmstoffen aufgetragenen Kunststofffolien bzw. Aluschichten unterbinden jeden Feuchtigkeitsaustritt. Das schafft ein schlechtes, weil feuchtes Wohnklima. Ganz schlimm endet es, wenn die Feuchtsperren an der Wand- oder Dachaußenseite angebracht werden. Dann kann die Feuchtigkeit aus der Raumluft zwar ins Mauerwerk eindringen, aber nicht nach außen gelangen. Unter dem ständigen Wasserzufluß beginnt die Wand zu schimmeln und schlimmstens Fall wird die Statik des Hauses betroffen. So gilt für Fachwerkhäuser: Richtig vor Feuchtigkeit geschützt halten sie (fast) ewig. Fehler können ihm innerhalb weniger Jahre den Garaus machen.

### Konkret: Welche Materialien gibt es?

Nicht beschrieben werden hier die Materialien des Mauerwerks selbst (Steine, Lehm, Holz usw.), obwohl hier die richtige Auswahl bereits vieles erreichen kann.

Wolle (Schafwolle oder Baumwolle): Hohe Dämmwirkung, gute Verarbeitung, ist als Matten oder Rollen erhältlich. Muß beidseitig mit speziellen, winddichten und dampfdurchlässigen Folien geschützt werden. Bei Schafwolle keine problematischen Stoffe Imprägnierung. Nachteile: Schaf- u Baumwolle kommen aber bis heute über lange Wege nach Deutschland heimische Quellen sind nicht erreichbar. Bei Baumwolle kein Produkt aus kontrolliert-biologischem Anbau bekannt.

## doschawolle

### Isolierung aus reiner Schafschurwolle

Der professionell einsetzbare Dämmstoff ohne Flammschutzmittel, ohne Bindemittel, ohne synthetische Stützfasern.

Informationen erhalten Sie von:  
doschaWolle-Team  
battenhausen isolierungen gmbh  
Josef-Kautz-Str. 9  
63457 Hanau  
Tel. 06181/956274  
Fax: 956275

Pflanzenfasern (Hanf, Flachs): Gute Dämmwirkung (etwas schlechter als oben genannte). Gute Verarbeitung (wie oben). Flachs sowie (noch besser) Hanf bieten einen hohen Ertrag pro Hektar auch ohne Dünger und Pestizide, können also im Rahmen eines ökologischen Landbaus gut verwendet werden. Nachteil: Zur Zeit noch keine heimischen Produkte, daher lange Transporte. Noch keine Zertifizierung aus ökologischem Anbau. Noch relativ teuer, da erst wenige, kleine Firmen Hanf bzw. Flachs verarbeiten.

Altpapier: Dieses Verfahren ist schon am weitesten verbreitet. Altpapier wird kleingerissen und dann in eine Schalung eingeblasen bzw. als Wand aufgebaut. Die Verarbeitung ist schwieriger, die Altpapierfasern müssen beidseitig gut abgeschlossen sein, z.B. mit Holzfaser-, Gipskartonplatten oder Profilholz plus spezieller, dampfdurchlässiger Folie. Lücken in der Schalung führen zum Herausblasen der Altpapierfasern bzw. zur Staubentwicklung im Innenraum. Das Anbringen der Schalungen ist einfach, das Einblasen des Dämmmaterials wird von Fachfirmen vorgenommen. Trotz des Aufwandes ist dieses Verfahren vor allem für den Dachbereich (noch?) das preiswerteste Verfahren. Nachteil: Da schwierig selbst zu verarbeiten, sind Reparaturen, Erweiterungen der Dämmdicke usw. in der Regel nicht möglich bzw. führen zu erheblicher Staubbildung. Umstritten sind die Zusatzstoffe, die die Papierfasern schwer entflammbar machen (Borverbindungen). Sie sind auswaschbar und können das Grundwasser gefährden. Meinungsverschiedenheiten gibt es darüber, wie wahrscheinlich dieser Fall ist. Bei Hausabrissen und -umbauten muß gewährleistet werden, daß die Papierfasern vollständig entfernt werden (könnten zudem wiederverwertet werden).

Holzfasерplatten: Vor allem für Wände und Fußböden, aber auch in entsprechender Dicke im Dach können solche Platten eingesetzt werden. Sie sind leicht zu verarbeiten, können gesägt oder geschnitten, genagelt (Achtung! Kältebrücke Nagel!) oder geklebt werden usw. Vor allem für ergänzende Schichten (z.B. zusätzliche Dämmung einer Leichtlehmwand, eines Fußbodens usw.) sehr sinnvoll, da nachträglich aufzubringen. Nachteil: Bei größeren Dicken sehr teuer. Bei Außenisolierungen ist den Platten Bitumen u.ä. beigemischt, damit sie kein Wasser saugen.

Kork: Verarbeitung ähnlich Holzfasерplatten. Nachteile: Sehr teuer, lange Transportwege. Daher in der Regel auch nur als zusätzliche Isolierung an Wänden oder Fußböden eingesetzt.



# Noch mehr zu Dämmstoffen an Wand und Dach

Im "Widerhaken" 5/96, also der letzten Ausgabe, hieß der Schwerpunkt der Reihe "Das Umwelthaus" Dämmung - Stoffe und Möglichkeiten für Wand- und Dachisolation wurden vorgestellt. Grundsätzlich galt, daß die als baubiologisch bezeichneten Materialien aus Grundstoffen bestanden, die weitgehend bedenkenlos waren: Hanf, Flachs, Holz- oder Altpapierfasern, Schafwolle, Stroh usw. Problematischer und heftig umstritten sind dagegen die Zuschlagstoffe, Stützfasern usw.

Es gibt etliche Gründe für den Einsatz von Zusatzstoffen. Im Folgenden soll ein Überblick gegeben werden.

## Bindemittel:

Um feste Platten zu erzeugen, können entweder die Fasern unter hohem Druck gepreßt werden (was aber nur bei Fasern geht, die sich dann verbinden), oder es muß ein Kleber beige-mischt werden. Bei Dämmplatten für Außenwände oder unterm Dach ist zudem ein wasserabweisender Zuschlagstoff nötig. Dabei wird oft Bitumen eingesetzt.

## Brandschutzmittel:

Papier, Holzfasern und Pflanzenfasern brennen leicht. Um als Baustoff überhaupt zugelassen zu werden, müssen Zuschlagstoffe eingebracht werden, die das Brandverhalten verändern. Borsalze sind besonders verbreitet und umstritten, da sie in höheren Konzentrationen giftig bzw. grundwassergefährdend sind. Allerdings sind diese hohen Konzentrationen in den Dämmmaterialien kaum zu finden, es müßten schon ungünstige Zufälle zusammenkommen. Ausgeschlossen sind - Gefährdungen aber nicht.

**isofloc**  
Wärmedämmtechnik  
*Natürlich Dämmen  
mit System*

**Alte Hüte...**  
... haben ausgedient. Alte Zeitungen nicht. Daraus machen wir isofloc Zellulose-Dämmstoff.

Als isofloc-Partner bieten wir Ihnen kompletten Service von der Beratung bis zum Einbau.

Fragen-Sie uns:

Tel. 06400/6922

**Baumarkt**  
Biologische Baustoffe

Raiffeisenstr. 2  
35325 Mücke/Ober-Ohmen

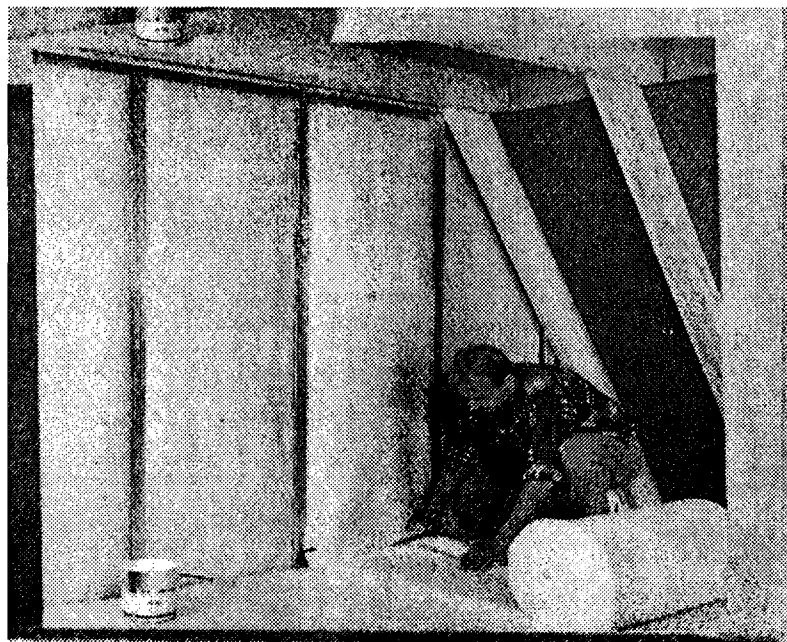


Foto: Dämm-Matten für die Wärmedämmung im Dach, für Fußböden und Wände gibt es mittlerweile aus vielen Stoffen. Eingesetzt werden u.a. Wolle, Hanf, Flachs. Auch, wenn sie optisch an die Mineralwolle-Rollen erinnern: diese Stoffe können ohne Schutzkleidung verarbeitet werden, schaffen ein gutes Raumklima und verbrauchen bei ihrer Herstellung nur ein Bruchteil der Energie, die für die Herstellung von Glas- oder Steinwolle benötigt wird.

Foto: Alchimea lana

## **Imprägnierungen:**

Vor allem Schafwolleprodukte, aber auch andere Fasern benötigen einen Schutz gegen Insektenfraß. Motten würden sich sonst in Schafwolle schnell ausbreiten. Die meisten Hersteller setzen Harnstoffderivate ein. Harnstoff klingt natürlich. Was verschwiegen wird: Die Derivate sind mit Halogenen verbunden, vor allem Chlor. Dem Naturstoff Schafwolle wird folglich ein Stoff beigemischt, der aus der Chlorchemie stammt und bei Herstellung bzw. Anwendung erheblich Umweltprobleme aufwerfen kann. Die Zeit-

schrift "Ökotest" hat daher alle Schafwolleprodukte, die solche Verbindungen enthalten, abgewertet. Nur eine Firma mit Schafwolle hielt dem Test stand: Alchimea lana.

## **Stützfasern:**

Ab einer bestimmten Dicke der Dämmatten werden Stützfasern eingesetzt, um das Auseinanderfallen z.B. von Pflanzenfaser- oder Schafwolleplatten zu verhindern. Dagegen ist grundsätzlich nichts einzuwenden, da so die Verarbeitung erleichtert wird. Allerdings werden oft Kunststoffe als Grundstoff

der Fasern eingesetzt - völlig überflüssig, da genügend Naturprodukte (Hanf, Flachs, Jute usw.) verfügbar sind. Die meisten Firmen drücken sich um diese Fragestellung, in dem sie keine Dämmatten über 8 oder 10cm Dicke produzieren. Das reicht für eine vernünftige Dämmstärke aber nicht aus, so daß zwei Bahnen übereinander verlegt werden müssen - was ein erheblich größerer Zeitaufwand ist.

## **Schlechte Deklaration**

Fast allen Herstellern von baubiologischen Dämmstoffen muß der Vorwurf gemacht werden, ihre Produkte nicht ausreichend zu deklarieren, d.h. die zugesetzten Stoffe auch auf Produkt, Verpackung oder Begleitinfo zu benennen. Oftmals steht nur "rein biologisch" oder ähnliches dabei. Kunststofffasern werden als "textile Stützfasern" verschleiert. Und manch eine Firma wirbt für sich, einen bestimmten, problematischen Stoff nicht zu haben - und verschweigt, stattdessen Schlimmeres einzusetzen. So erhielt die "Widerhaken"-Redaktion zur letzten Ausgabe Informationen einer Firma, die über die eingesetzten Borsalze bei Altpapierfaser-Dämmstoffen herzog. Die eigene Werbung lautete "Isolierung aus reiner ... ohne Flammenschutzmittel, ohne Bindemittel, ohne synthetische Stützfasern". Tatsächlich sind diese drei Stoffe nicht dabei, zum vierten, bei dieser Art Dämmung wichtigen Stoff, schwieg die Firma, denn sie setzt halogenierte Stoffe als Mottenschutz ein.

Der Grund für diese und andere, völlig unakzeptable Verhaltensweisen dürfte bei den Herstellerbetrieben sein. Anders als in anderen Bereichen (z.B. Farben) sind nur wenige echte Öko-Firmen dabei, sondern eher Großbetriebe, die neben der Herstellung konventioneller Baustoffe ein neues Randsegment in ihrer Produktpalette aufgebaut haben. Ihnen fehlt offenbar das Interesse, sauber zu arbeiten. Dabei sollten sich Öko-Firmen doch nicht nur in der tatsächlichen Produktion, sondern auch in der Fairneß ihrer Verkaufsstrategie von den konventionellen Anbietern unterscheiden. Das Institut für Ökologie, Gießen/Marburg, würde sich daher wünschen, wenn die Herstellerbetriebe konsequenter prüfen würden, ihre Produkte auch im Bereich der Zuschlagstoffe auf umweltverträgliche Verbindungen umzustellen. Vor allem muß die Deklaration verbessert werden. Die Idee ökologischen Bauens wird von allen, die mit verschleiern den Begriffen arbeiten, erschwert.

## Öko-Dämmstoffe: Gesünder Wohnen

	Produkttyp	Preis pro m <sup>2</sup> bei 16 cm Dicke	Anwendungsbereich	Grundstoffe	Zusätze	Halogenorganische Verbindungen	Formaldehydabgabe in mg/kg	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)	Erdfröhle Radionuklidaktivität	
<b>Empfehlenswert</b>										
Agroverm	Isola-Werke Wilhelm Zimmermann	Schüttung	36,80	Decke, Fußboden	Glimmerschiefer (Vermiculite)	nein	n. u.	n. u.	n. u.	nein
Alchimea Iona, Schafschurwolle-Dämmvlies	Alchimea	Matte	64,30	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Schafschurwolle	Naturkautschukmilch, Borsalz, Eisenoxid, Kalk, Tonerde	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Bockkork	Kork-Import Gärmer	Platte	62,50	Dach, Wand, Estrich	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Climacell	Climacell	Flocke	30,00	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borate	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Climatizer Plus	Climatizer	Flocke	32,20	Dach, Wand, Boden	Zellulose	Borax, Borsäure	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Coriglas	Vedog	Platte	103,90	Flachdach, Wand z. Erdreich, Bodenplatte	Sand (Glas)	Kohlenstoff	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Cortex Isolierkork	Cortex Dämmsysteme	Platte	73,60	Dach, Wand, Fassade	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Cortex Korkschröt expandiert	Cortex Dämmsysteme	Schüttung	35,80	Decke	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Cortex Korkschröt natur	Cortex Dämmsysteme	Schüttung	60,90	Decke	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Dobry Ekovilla	Dobry Dämmstoff	Flocke	20,50	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borsalz, Borsäure	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Dobry Ekovilla bianco	Dobry Dämmstoff	Flocke	20,50	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borsalz, Borsäure	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Dobrytherm L	Dobry Dämmstoff	Platte	77,00	Dach, Wand, Decke	Holzfasern	Alaun	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Eiwo Schilfrohrdämmplatten	Eiwo Lehmboau	Platte	40,00	Dach, Wand, Fußboden	Schilfrohr, Draht	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Emfa Dämmkorkplatte	Faist	Platte	52,00	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Emfa Dämm WD Holzweichfaser	Faist	Platte	73,20	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Holzfasern	Wachs, Weißbleim, Alaun	n. u.	nein	n. u.	n. u.
Emfa Kokosfaser-Estrichdämmplatte	Faist	Matte	21,11	Fußboden	Kokos	Weißbleim, Brand-schutzmittel	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Epatherm	Eposit Spezialdämmstoffe	Platte	150,00	Wand	Calciumsilicat, Zellstoff	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Fibotherm	Fibo Exclay	Schüttung	55,20	Decke, Fußboden	Blähton	nein	n. u.	n. u.	n. u.	nein
Flachsdämmplatte DP40	Flachshaus	Platte	58,88	Dach, Wand, Decke	Flachsfasern	Borsalz, Kartoffelstärke	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Foamglas	Deutsche Pittsburgh Corning	Platte	133,00	Flachdach, Wand z. Erdreich, Bodenplatte	Sand (Glas)	Kohlenstoff	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
G&S Iso-Kork	Grod & Stürmann	Platte	55,00	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
G&S Korkschröt natur	Grod & Stürmann	Schüttung	58,60	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
G&S Recykork	Grod & Stürmann	Schüttung	46,00	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Gutex-Thermosafe	Gutex Dämmsysteme	Platte	73,00	Dach, Wand	Holzfasern	nein	n. u.	nein	n. u.	n. u.
Hebo-Dämmkork, Naturkorkschröt	Henjes	Schüttung	67,20	Dach, Wand, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Hebo-Dämmkork, reinexpandiert	Henjes	Platte	73,60	Dach, Wand (auch z. Erdreich), Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Heraklioth-M Holz-wolle-Leichtbauplatte	Deutsche Heraklioth	Platte	69,00	Wand, Decke, Dachausbau	Holzwohle, Magnesit	Magnesiumsulfat	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Homotherm	Homann Dämmstoffwerk	Platte	38,60	Dach, Wand, Innendämmung, Decke	Zellulose, Jute	natürliches Bindemittel, Borax, Borsäure	nein	nein	n. u.	n. u.
Hoiz S 55	Bouffritz	Schüttung	34,40	Dach, Wand, Decke	Fichtenhobelspäne	Molke, Soda	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Hyperlite KD	Perlite-Dämmstoff	Schüttung	36,80	Wand	Vulkangestein (Perlite)	Hydrophobierungsmittel	n. u.	n. u.	n. u.	nein
Iso-Flachs	Steiner-Iso-Flachs	Matte	67,40	Dach, Wand	Flachsfasern, Polypropylenfaser	Borsalz, Wasserglas	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Isocotton DMB 20	Isocotton	Matte	53,40	Dach, Wand, Decke	Rohbaumwolle	Borsalz	nein	nein	n. u.	n. u.
Isocotton BW Blaswolle	Isocotton	Flocke	24,00	Dach, Wand, Decke	Baumwolle	Borsalz	nein	n. u.	n. u.	n. u.

Herstellungsland	Recyclingprodukt	Recyclingfähig?	Für Heimwerker geeignet?	Arbeitsschutz notwendig?	Wärmedämmfähigkeit in W/mK	Brandklasse
Deutschland	nein	bedingt	ja	Staubmaske	0,070	A1
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Deutschland	ja	ja	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Tschechien	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Deutschland	nein	bedingt	nein	nein	0,045	A1
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,050	B2
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,050	B2
Deutschland	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Deutschland	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Frankreich	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Ungarn	nein	nein	ja	nein	0,055	B2
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Österreich	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Deutschland	nein	ja	ja	beim Sägen Staubschutz, Handschuhe	0,065	A2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,160	A1
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Belgien	nein	ja	bedingt	nein	0,040	A1
westl. Mittelmeerraum	nein	ja	ja	nein	-0,055	
westl. Mittelmeerraum	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
westl. Mittelmeerraum	nein	ja	ja	nein	0,050	B2
Deutschland, Portugal	ja	ja	ja	nein	0,050	B2
Deutschland	nein	ja	ja	Staubschutz	0,045	B2
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,050	B2
Portugal, Spanien, Nordafrika	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Deutschland	nein	nein	ja	nein	0,090	B1
Deutschland	ja	bedingt	ja	Staubmaske	0,040	B2
Deutschland	nein	ja	nein	guter Staubschutz	0,055	B2
Deutschland	nein	ja	bedingt	nein	0,050	A1
Belgien	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B1
Deutschland	nein	ja	nein	guter Staubschutz	0,040	B2





	Produkttyp		Preis pro m <sup>2</sup> bei 16 cm Dicke	Anwendungsbereich	Grundstoffe	Zusätze	Halogenorganische Verbindungen	Formaldehydabgabe in mg/kg	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)	Erhöhte Radonaktivität
<b>Empfehlenswert</b>										
Isodon	Isodon	Flocke	27,60	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borax, Borsäure, Aluminiumhydroxid	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Isofloc	Isofloc ökologische Bautechnik	Flocke	40,30	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borax, Borsäure	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Isofloc L	Isofloc ökologische Bautechnik	Flocke	29,90	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borsäure	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Isofloc S	Isofloc ökologische Bautechnik	Flocke	43,70	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borsalze, Flammschutzmittel	nein	nein	n. u.	n. u.
Isofloc Termotrü	Isofloc ökologische Bautechnik	Flocke	52,90	Dach, Wand, Decke	Frischzellulose	Borsalze	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Isoself	Perlite-Dämmstoff	Schüttung	27,60	Dach, Decke, Fußboden	Vulkangestein (Perlite)	nein	n. u.	n. u.	n. u.	nein
K 40	Hömberg Naturbaustoffe	Flocke	28,00	Dach, Wand, Decke, Boden	Zellulose	Borax, Borsäure	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Korkschröt (1/4 mm)	Kork-Import Gärtner	Schüttung	47,80	Dach, Wand, Estrich	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Liapor	Lias-Fronken Leichtbaustoffe	Schüttung	16,60	Wand, Boden, Estrich	Blähton	nein	n. u.	n. u.	n. u.	nein
Lignotop-Therm	Steinmann	Platte	75,90	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Holzfasern	Alaun, Weißleim	n. u.	nein	n. u.	n. u.
Masterclima	Cape Boards	Platte	322,96	Decke, Wand	Kalziumsilikat	Zellstoff	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Megavern	Eiwo Lehm- und Kleinfeldbau (Klein)	Schüttung	28,80	Dach, Wand, Fußboden	Glimmerschiefer (Vermiculite)	nein	n. u.	n. u.	n. u.	nein
Pavatherm	Pavatex	Platte	72,70	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Holzfasern	Weißleim, Aluminiumsulfat	n. u.	nein	n. u.	n. u.
RecyKork	WfB Epilepsiezentrum Kork	Schüttung	37,00	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Silca 200	Coisitherm Silikatbaustoffe	Platte	218,50	Wand, Innendämmung, Feuchträume	Calciumsilicat, Zellstoff	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Steico-Therm	Steinmann	Platte	65,72	Dach, Wand, Boden, Decke	Holzfasern	Weißleim, Alaun	n. u.	nein	n. u.	n. u.
Stero Schilfrohrplatte	Sterfinger	Platte	45,00	Dach, Wand, Decke	Schilfrohr, Draht	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Stroco-Kokosmatte	Stroba	Matte	64,40	Dach, Wand, Fußboden	Kokosfasern	organ. Flammschutz	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Sürofa Leichtbauplatten	Süddeutsche Rohrmattenfabrik Müller	Platte	40,00	Dach, Wand, Decke	Schilfrohr, Draht	nein	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Thermisorel	Isoroy	Platte	55,20	Dach, Fassade, Fußboden	Holzfasern	Kalophonium	n. u.	nein	n. u.	n. u.
Themalana	Burlefinger	Matte	49,50	Dach, Wand	Schafschurwolle Polyesterfaser	Borsalz, Borsäure	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Warmcel	Intercell-Dämmstoff Vertrieb	Flocke	28,75	Dach, Wand, Decke	Zellulose	Borsalze, Naturgips	n. u.	n. u.	n. u.	n. u.
Ziro-Dämmkork	Zipse	Platte	57,00	Dach, Wand, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
<b>Eingeschränkt empfehlenswert</b>										
ClimaWool	Klöber	Matte	61,70	Dach, Wand, Fußboden	Schafschurwolle, Polyesterfaser	Harnstoffderivat, Zirkonsalz	ja	nein	n. u.	n. u.
DoschaWolle	Fritz Doppelmayer	Matte	113,60	Dach, Wand, Rohre, Armaturen	Schafschurwolle	Harnstoffderivat	ja	nein	n. u.	n. u.
Herawool	Deutsche Heraklith	Matte	69,00	Dach, Wand, Decke	Schafschurwolle, Polyesterfaser	Borsalz, Harnstoffderivat	ja	n. u.	n. u.	n. u.
Lamisol	Schülke-Lammer	Matte	47,90	Dach, Wand, Fußboden	Schafschurwolle	Borsalz	nein	n. u.	n. u.	n. u.
Recycling Korkschröt	Otte Korkrecycling	Schüttung	42,30	Dach, Wand, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.
Schweinfurter Kork	Schweinfurter Kork	Schüttung	38,60	Dach, Decke, Fußboden	Kork	nein	n. u.	n. u.	nein	n. u.



Herstellungsland	Recyclingprodukt	Recyclingfähig?	Für Heimwerker geeignet?	Arbeitsschutz notwendig?	Wärmedämmfähigkeit in W/mK	Brandklasse
Deutschland, Dänemark, Tschechien	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,045	B2
Deutschland	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,045	B2
Deutschland	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Deutschland	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,045	B1
Schweden	nein	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,050	A1
Deutschland	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B2
Portugal	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,100	A1
Deutschland	nein	ja	ja	beim Sägen Staubschutz	0,045	B2
Deutschland	nein	nein	ja	nein	0,050	A1
Deutschland	nein	bedingt	ja	Staubmaske	0,070	A1
Schweiz	nein	bedingt	ja	nein	0,045	B2
Deutschland	ja	ja	ja	nein	0,050	B2
Deutschland	nein	ja	ja	beim Sägen Staubschutz	0,060	A1
Polen	nein	ja	ja	beim Sägen Staubschutz	0,045	B2
Deutschland	nein	nein	ja	nein	0,060	B2
Schweiz	nein	ja	ja	nein	0,045	B2
Ungarn	nein	nein	ja	nein	0,050	B2
Frankreich	ja	ja	ja	beim Sägen Staubschutz	0,045	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Großbritannien	ja	bedingt	nein	guter Staubschutz	0,040	B1
Spanien	nein	ja	ja	nein	0,045	B2

Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Deutschland	nein	ja	ja	nein	0,040	B2
Deutschland	ja	ja	ja	nein	0,050	B3
Deutschland	ja	ja	ja	Staubschutz	0,045	B2



## Innenausbauplatten: Gips denn sowas?

Material	Formaldehyd	Halogenorganische Verbindungen	Erhöhte Radioaktivität?	Erhöhte Schwermetall-Belastung?	Anmerkungen
----------	-------------	--------------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------

Empfehlenswert					
Fermacell, nicht brennbar	Fels-Werke	Gipsfaser	n. u.	nein	nein
Fibrolith Leichtbauplatte	Wilms	Holzwohle, zementgebunden	nein	nein	nein
Gips-Wandbauplatte, hydrophobiert	Kurhessische Gipswerke	Vollgips	n. u.	nein	nein
Gips-Wandbauplatte, normal	Kurhessische Gipswerke	Vollgips	n. u.	nein	nein
Gipswandbauplatte, normal	Südharzer Vollgipsplattenwerk	Vollgips	n. u.	nein	nein
Gyproc-Bauplatte (GKB)	Gyproc	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Heraklith-C	Deutsche Heraklith	Holzwohle, zementgebunden	n. u.	nein	nein
Heraklith-M	Deutsche Heraklith	Holzwohle, magnesitgebunden	n. u.	nein	nein
Hupla, Hufer-Massivholz-Verlegeplatte	Hufer	Dreischicht	nein	nein	nein
Hydro	Gipswerke Mack	Vollgips	n. u.	nein	nein
Knauf Bauplatte, GBK	Knauf Westdeutsche Gipswerke	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Knauf Miniform, GBK	Knauf Westdeutsche Gipswerke	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Lafarge Gipskartonplatte, DIN 4102	Lafarge Gips	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Sterling OSB Innenausbauplatte	CSC Forest Products	OSB	nein	nein	nein 2)
Sterling OSB Verlegeplatte	CSC Forest Products	OSB	nein	nein	nein 2)
Preziosa	Gipswerke Mack	Vollgips	n. u.	nein	nein
Rigicell	Rigips	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Rigips »Die Grüne«	Rigips	Gipskarton, grün	n. u.	nein	nein
Rigips »Die Weiße«	Rigips	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Rigips GKB1	Rigips	Gipskarton, grün	n. u.	nein	nein
Rigips Vario Bauplatte, DIN 4102	Rigips	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Rigips-Wohnbauplatte »Die Dicke«, DIN 4102	Rigips	Gipskarton, weiß	n. u.	nein	nein
Schwenk Holzwohleleichtbauplatte	Schwenk	Holzwohle, zementgebunden	nein	nein	nein

Eingeschränkt empfehlenswert					
Elko Verkleidungsplatte, V 20, E 1	Ludwig Kuntz	Spanplatte	ja	nein	nein
Holz Fiedler, MDF	Holz Fiedler	Mitteldichte Faserplatte	ja	nein	nein
Glunz MDF-Platte, E 1	Glunz	Mitteldichte Faserplatte	ja	nein	nein
Glunz-Rohspanplatte, V 20, E 1	Glunz	Spanplatte	ja	nein	nein
Kucospan life V 100	Kunz	Spanplatte	nein	nein	nein 1)
Novopan-Verkleidungsplatte, V 20	Glunz	Spanplatte	ja	nein	nein
Novopan-Verlegeplatte, V 100, E 1	Glunz	Spanplatte	nein	nein	nein 1)
Obi, MDF-Platte	Obi-Systemzentrale	Mitteldichte Faserplatte	ja	nein	nein
Obi, Spanplatte roh	Obi-Systemzentrale	Spanplatte	ja	nein	nein
Spanoplan V 20/E 1 C-Dur Verkleidungsplatte	Hornitex	Spanplatte	ja	nein	nein
Spanplatte roh	Sperrholz Schnell	Spanplatte	ja	nein	nein
Stropla	Flachs + Stroh	Stroh	nein	nein	nein 1)
Topan MDF	Sperrholz Schnell	Mitteldichte Faserplatte	ja	nein	nein
Verlegeplatte, V 20	Praktiker	Spanplatte	ja	nein	nein

**Fettgedruckt** führt zur Abwertung; n. u. = nicht untersucht; k. A. = keine Angabe des Herstellers.

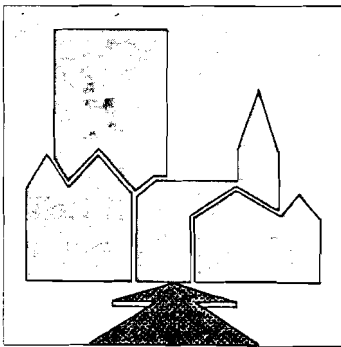
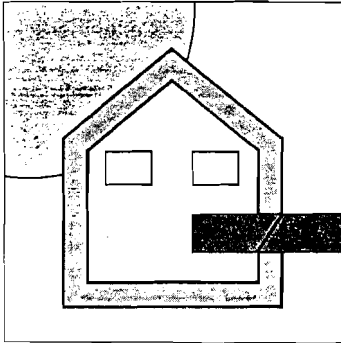
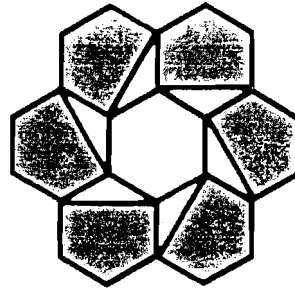
**Anmerkungen:** 1) Platte ist mit Polyurethan gebunden. 2) Platte ist mit Phenolharzpulver gebunden.

**Legende:** Platten, die Formaldehyd abgeben oder mit Polyurethan gebunden sind, werden um jeweils eine Stufe abgewertet. Die Methode zur Formaldehydmessung erfaßte loses und leicht lösliches Formaldehyd über 24 Stunden bei 100 Prozent Luftfeuchtigkeit und 40 ° C. Sie sagt nicht, wieviel die Platten tatsächlich ausgasen, erlaubt aber die Aussage, ob Formaldehyd zugesetzt wurde. Bei der Radioaktivität haben wir die natürliche Strahlung von Naturgips zum Maßstab genommen: Das sind bis zu 70 Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg) Radium-226, bis zu 100 Bq/kg Thorium-232 und bis zu 200 Bq/kg Kalium-40. Wir tolerieren es, wenn eine Platte diese Werte bis zu 20 Prozent überschreitet.

**Testmethoden:** Formaldehydabgabe: Messung des Formaldehydgehaltes/der Formaldehydabgabe nach der WKI-Flaschen-Methode; Bestimmungsgrenze 15 mg/kg. Halogenorganische Verbindungen: 10 g der Proben wurden in ein Glaschiffgefäß eingewogen und mit 100 ml Reinstwasser eine Stunde lang im Rückfluß gekocht, anschließend wurde das Eluat zentrifugiert und membranfiltriert; 10 ml des Eluates wurden mit 50 mg Aktivkohle und Kaliumnitratlösung versetzt und eine Stunde lang geschüttelt; die Aktivkohle wurde abfiltriert (ADX analog DIN 38 409 H14); der mit Aktivkohle belegte Filter wurde bei 1000 ° C im Sauerstoffstrom verbrannt; microcoulometrische Bestimmung des Chlorgehaltes; Summe der organischen Halogenverbindungen, berechnet als Chlor; Bestimmungsgrenze 1 mg/kg. Schwermetalle: Homogenisierung des Probenmaterials; offener Aufschluß in der Mikrowelle mit Salpetersäure und Salzsäure; Zugabe des internen Standards (Yttrium und Rhenium); quantitative Bestimmung mit ICP-MS nach dem Entwurf Normenausschuß Wasserwesen UA 4 AK 9 ICPMS; Kalibrierung des ICP-MS mittels Multielementstandards (simple linear); Überprüfung von Störungen durch Kontrollzusatz; Bestimmungsgrenzen 0,2 bis 2 mg/kg, je nach Element. Radioaktivität: Gesamt-Nuklid-Auswertung mit Gamma-Spektrometrie auf einem Reinst-Germanium-Detektor; Bestimmungsgrenze 0,33 bis 1,4 Bq/kg, bezogen auf Kobalt-60. Bindung mit Polyurethan: Herstellerangaben. Alle technischen Daten der Platten: Herstellerangaben. **Testinstitute:** Formaldehyd: eco-Umwelthinstitut, 50674 Köln; halogenorganische Verbindungen, Schwermetalle: Indikator, 42277 Wuppertal; Radioaktivität: Strahlenmeßstelle der Senatsverwaltung für Studententwicklung und Umweltschutz, 14050 Berlin.

**Verzeichnis der Anbieter:** CSC Forest Products, Vogelsangstr. 9, 71069 Sindelfingen; Deutsche Heraklith, Heraklithstr. 8, 84359 Simbach; Fels-Werke, Geheimrat-Ebert-Str. 12, 38640 Goslar; Flachs + Stroh Naturstofftechnik, Hönstetter Str. 1, 86399 Bobingen; Gipswerke Mack, Einkornallee 8, 74510 Schwäbisch-Hall-Hessental; Glunz, Caidenhafener Weg 159, 59063 Hamm; Gyproc, Scheifelnkamp 16, 40880 Ratingen; Holz Fiedler, Mainzer Landstr. 395, 60326 Frankfurt am Main; Hornitex Werke Nidda, Ludwigstraße, 63667 Nidda; Hufer – Bauen mit der Natur, Zechenstr. 54/Im Schacht 4, 47443 Moers; Knauf Westdeutsche Gipswerke, Am Bahnhof, 97346 Iphofen; Kunz, Im Bühlfeld 1, 74415 Gschwend; Kurhessische Gipswerke – Peter Orth, 37215 Witzenthausen-Hundeisshausen; Lafarge Gips, Ehrenbreitsteiner Str. 28, 80993 München; Ludwig Kuntz, Holzwerke, Sulzbacher Straße 75, 55601 Kirn; Obi-Systemzentrale, Albert-Einstein-Str. 7, 42929 Wermelskirchen; Praktiker Bau und Heimwerkermärkte, Mainzer Str. 180-184, 66121 Saarbrücken; REWE-Großflächen-Vertrieb/Toam-Baumarkt, Louisenstr. 115, 61348 Bad Homburg; Rigips, Schanzstraße 84, 40549 Düsseldorf; Schwenk Dämmtechnik, Rheinhardtsau 5, 53937 Schleiden; Sperrholz Schnell, Hanauer Landstr. 195, 60314 Frankfurt am Main; Südharzer Vollgipsplattenwerk Wagner-Orth, Kreisstr. 121, 99735 Kleinfurra; Wilms, 56746 Kempenich.





## Transparente Wärmedämmung

### Ausgeführte Projekte in der Praxis

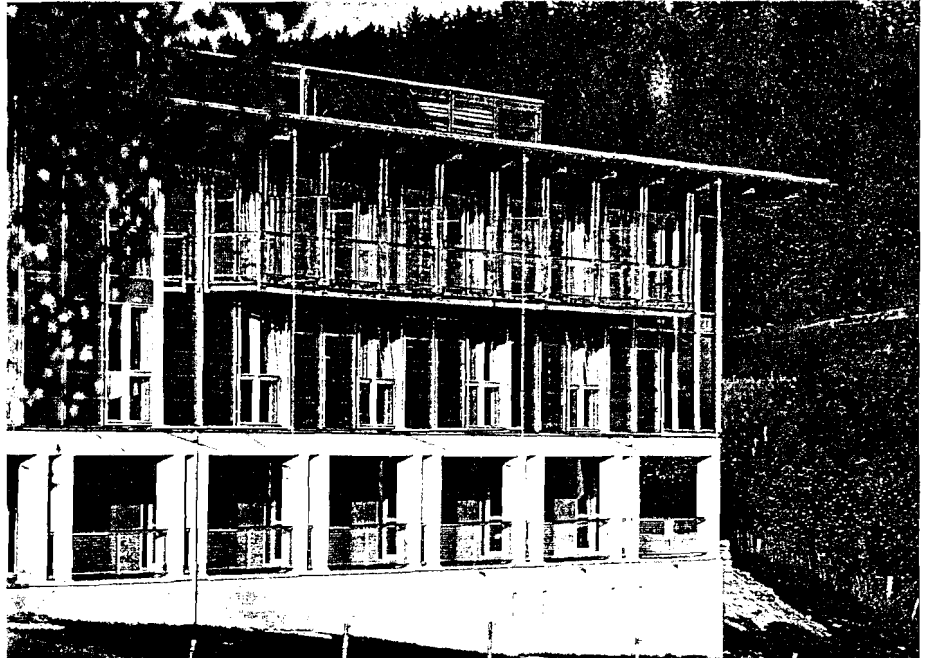


Abb. 1: Ansicht der 1991 fertiggestellten Jugendbildungsstätte Kloster Windberg; die TWD-Fläche der Südfassade beträgt ca. 150 m<sup>2</sup> /1/

Die Transparente Wärmedämmung - TWD - erweitert die Möglichkeit zur passiven Nutzung der Solarenergie im Gebäudebereich. Die lichtundurchlässigen, opaken Teile der Gebäudehülle bieten zusätzliche Flächen, um die Sonnenenergie zur Heizungsunterstützung nutzen zu können. Während über die Außenwände auch bei entsprechender opaker Wärmedämmung die Transmissionswärmeverluste nur verringert werden, bietet die Verwendung hochtransparenter Wärmedämmmaterialien nicht nur eine Kompensation dieser Verluste sondern darüber hinaus zusätzliche Wärmegewinne. Die aufgenommene Wärme wird mit einer entsprechenden Verzögerungszeit von der massiven Wand an die dahinterliegenden Räume abgegeben. Zeitverzögerung und Temperaturanstieg werden durch den Wandbaustoff und die Wandstärke bestimmt. Die raumseitigen Wandoberflächen erwärmen sich über das Temperaturniveau der Raumluft und die gesamte Wand wirkt als großflächige Niedertemperaturheizfläche. Die Raumtemperatur kann bei gleichbleibend hoher Empfindungstemperatur abgesenkt werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet für die Transparente Wärmedämmung liegt im Bereich der Tageslichtnutzung. Verglasungen mit TWD ermöglichen eine gleichmäßige Ausleuchtung des Raumes, wodurch das natürliche Licht durch die hohe Transmission derartiger Systeme im Vergleich zu herkömmlichen Fenstern effektiver genutzt werden kann. Hinzu kommt der gute k-Wert, so daß die Transmissionsverluste gering bleiben.

Im Verlauf der letzten Jahre wurden seitens des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) eine Reihe verschiedener Projekte, die sich mit dem Einsatz der Transparenten Wärmedämmung beschäftigen, gefördert. Ziel der Vorhaben war es, diese Technik zur Anwendungsreife zu bringen. Unterschiedliche Konstruktionen und Materialien konnten eingesetzt und ihre Tauglichkeit nachgewiesen werden. Im folgenden werden einige realisierte Projekte vorgestellt, die sowohl mit Unterstützung des BMBF oder anderer Einrichtungen als auch privat finanziert wurden.



## Transparente Wärmedämmung

Die auf eine opak gedämmte Wand auftreffende Solarstrahlung kann nur zu einem geringen Teil genutzt werden (Abb. 2). Bei der Absorption von Solarstrahlung kann sich die Außenfläche zwar erwärmen, aber wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht gelangt auch bei großen Temperaturdifferenzen (zwischen dem Außen- und Innenraum) nur relativ wenig Wärme nach innen.

Im Gegensatz dazu wird bei der transparent gedämmten Wand ein großer Teil der Solarstrahlung durch die Dämmschicht hindurchgelassen und an der dunklen Wand (Absorber) in Wärme umgewandelt. Bedingt durch den hohen Wärmedurchlaßwiderstand des TWD-Materials wird ein Großteil der Wärme in das Mauerwerk eingeleitet. An einer massiv gebauten Südfassade können mit einem gut dimensionierten TWD-Element 100-200 kWh Heizenergie pro Quadratmeter Fassadenfläche und Heizperiode eingespart werden.

Jedes Material, das eine hohe Lichtdurchlässigkeit und wärmedämmende Eigenschaften aufweist, zählt zu den transparenten Wärmedämmungen. Somit gehören Fenster zu den am weitesten verbreiteten transparenten Dämmungen. Unter energetischen Gesichtspunkten stellen Kapillar- und Wabenstrukturen, die senkrecht zur Absorberfläche liegen, die beste Lösung dar. Es handelt sich um Hohlkammerstrukturen, deren Wärmedämmung durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der ruhenden Luft erreicht wird. Hergestellt werden sie aus Kunststoffen oder Glas. Die einfallenden Sonnenstrahlen werden in Richtung Absorber gelenkt und heizen die massive Wand auf (Abb. 2). Um eine sommerliche Überhitzung der angrenzenden Räume zu vermeiden, wird der Absorber verschattet. Hierzu können in das TWD-Element integrierte Rollos dienen, die auf Änderungen der Außenluft-, Wand- und Raumtemperatur sowie Sonneneinstrahlung automatisch reagieren.

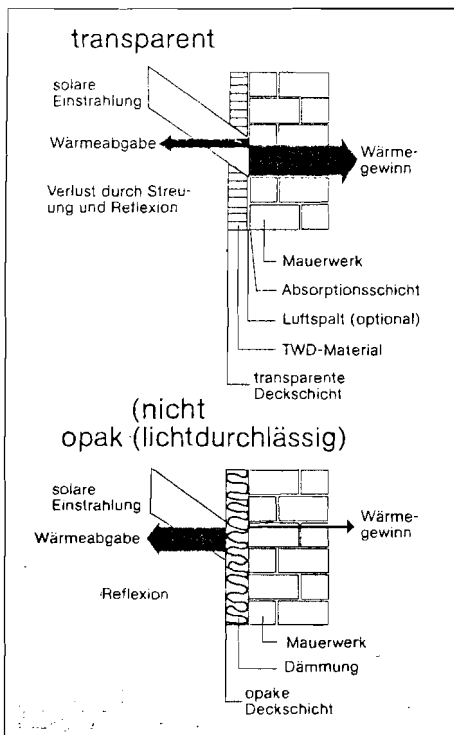


Abb. 2: Vergleich von transparenter mit opaker Wärmedämmung

## Transparente Wärmedämmung in der Praxis

### 1 Jugendbildungsstätte Kloster Windberg

Das Gästehaus der Jugendbildungsstätte wurde als schmaler Bau für ca. 100 Gästebetten entlang der Hangkante des Klosterberges in Ost-West-Richtung geplant (Abb. 1). Somit bot es sich an, die Sonnenenergie sowohl passiv als auch aktiv zu nutzen. Bauherr dieses frei finanzierten Objektes ist die Prämonstratenserabtei Windberg. In das Konzept des Gästehauses wurden schon in einer frühen Phase Überlegungen zum Energiebedarf integriert. Entstanden ist ein Gebäude, das in drei Zonen gegliedert ist und die unterschiedliche Nutzung und somit Temperierung der Räumlichkeiten berücksichtigt. Die Gästezimmer liegen im südlichen Gebäudeteil und werden durch eine Erschließungszone vom Sanitärbereich, der sich im nördlichen Abschnitt befindet, abgetrennt.

#### Gebäudekonzept und Haustechnik:

Das Warmwasser wird über Röhrenkollektoren auf dem nach Süden geneigten Dach gewonnen und in Wassertanks gespeichert. Im Winter übernehmen zwei gasbetriebene Kessel (insgesamt 92kW) die Warmwasserbereitung sowie die Raumwärmeversorgung. Die gesamte Haustechnik befindet sich unter dem Dach, so daß aufgrund kurzer Leitungswege die Wärmeverluste vermindert werden. Der Sanitärbereich wird mit Warmluft beheizt. Zusätzlich wurde eine Wärmerückgewinnungsanlage installiert, um die Lüftungsverluste zu reduzieren.

**Nordfassade:** Holzskelettleichtbauweise mit 14 cm Mineralwolle gedämmt; kleine Fenster mit Wärmeschutzverglasung

**Südfassade:** 30 cm Kalksandstein mit transparenter Wärmedämmung und großen Fensterflächen mit Wärmeschutzverglasung zur passiven Sonnenenergienutzung

Die Südfassade ist über zwei Geschosse und die vollständige Gebäudelänge mit TWD-Elementen bedeckt. Das Temperaturmaximum der hinter der TWD liegenden Wand wird in den frühen Nachmittagsstunden erreicht. Die Kalksandsteinmauer gibt die Wärme mit hinreichender Verzögerungszeit nach innen ab. Gegen zu starke Überhitzung im Sommer wirken außen liegende Jalousien. Die eingesetzten Flächenanteile der beiden Fassadenelemente (TWD und Fenster) sind sorgfältig aufeinander abgestimmt, um eine bestmögliche Solarenergienutzung zu erreichen. Eine rasch reagierende Radiatorheizung rundet das Gesamtkonzept ab. Das Projekt wurde meßtechnisch durch das FhG-ISE begleitet.

### 2 Sanierung der Villa Tannheim

Eine energetische Sanierung mit transparenter Wärmedämmung (Abb. 3) wurde für die als Geschäftsstelle der Internationalen Solar Energy Society (ISES) genutzte Gründerzeit-Villa verwirklicht. Ziel der Sanierung, die durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert wurde, war der Einsatz innovativer Technologien der rationellen und regenerativen Energieverwendung ohne das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes zu verändern. Im Rahmen der Beteiligung des FhG-ISE an den Forschungsarbeiten der Internationalen Energieagentur wird das Projekt über einen Zeitraum von zwei Jahren wissenschaftlich begleitet.

#### Sanierungskonzept:

Die Außenfassaden wurden mit einem 8-10cm starken Wärmedämmverbundsystem gedämmt; die Dachflächen aus ökologischen und technischen Gründen mit einer Einblasdämmung aus Recycling-Papier. Die Fenster (k-Wert ca. 0,4) besitzen eine Dreifach-Verglasung mit spezieller Beschichtung und Edelgasfüllung. Die Warmwasserbereitung erfolgt über Sonnenkollektoren. Als TWD wurde ein neu entwickeltes Transparentes Wärmedämmverbundsystem eingesetzt (Abb. 5). Dieses System erreicht ca. 75% der Solargewinne einer TWD-Glasfassadenkonstruktion bei deutlich geringeren Investitionskosten (ca. DM 450 pro m<sup>2</sup>) und paßt sich dem im Wohnungsbau üblichen Erscheinungsbild einer Putzfassade an. Nachteil dieses Systems ist die zur Zeit eingeschränkte Regelbarkeit der Solarerträge. Die Abnahme der solaren Transmission mit zunehmend hohem Sonnenstand im Sommer ist dann ausreichend, wenn nicht zu große TWD-Flächen gewählt werden. Im Rahmen eines Verbundforschungsvorhabens wird der Einsatz thermotroper Schichten untersucht, die eine schaltbare Transparenz ermöglichen. Bei Erhalt des äußeren Erscheinungsbildes nach der Sanierung hat sich der Heizenergiebedarf des Gebäudes von ca. 250 kWh/m<sup>2</sup>a auf ca. 60 kWh/m<sup>2</sup>a reduzieren lassen.

### 3 Modernisierung des Sonnenhauses Hopfgarten

Das Doppelhaus wurde in den 80er Jahren mit fast Niedrigenergiehaus-Standard gebaut und gehört zu den wenigen Aktivitäten der damaligen DDR auf dem Gebiet der Solarenergienutzung zur Heizungsunterstützung (Abb. 4). In die Südfassade des Gebäudes wurde ein mit Isolierglas abgedeckter Luftkollektor integriert, der mit Fördermitteln des BMBF nachträglich eine Abdeckung aus Transparenter Wärmedämmung erhielt. Das gesamte System wurde meßtechnisch begleitet, um insbesondere die Wirkung der TWD zu ermitteln. Jede Haushälfte wird von einer vierköpfigen Familie bewohnt, so daß ein direkter Vergleich der Meßwerte möglich ist.

Der TWD-Kollektor führt seine Wärme der massiven Außenwand zu, die direkt hinter diesem angeordnet ist. Der Eintrag der Wärme erfolgt über Kanäle, die mittig in der Speicherwand verlaufen. Aus der Wand austretende Luft wird wieder dem Luftkollektor zugeleitet, so daß ein geschlossener Kreislauf entsteht. Die gespeicherte Wärme wird über die Mauer dem dahinterliegenden Raum zugeführt. Eine direkte Zuleitung der solar erwärmten Luft in den Wohnbereich sollte unterbunden werden, um kurzzeitige und sehr hohe Temperaturschwankungen zu vermeiden. Im Sommer erfolgt der Wärmeabfluß über zwei nach außen zu öffnende TWD-Elemente. Gleichzeitig wird gewährleistet, daß kühle Luft von der Nordseite nachströmen kann.

Nachdem die Abdeckung der Luftkollektoren mit TWD erfolgt war, sank der Heizwärmeverbrauch in beiden Haushälften um ca. 13%. Es zeigt sich auch hier, daß das Nutzerverhalten für den Heizenergieverbrauch eine ganz entscheidende Rolle spielt. Nach der Modernisierung der Anlage wiesen die erfaßten Raumlufttemperaturen deutlich höhere Werte auf, so daß ein Teil der solaren Gewinne verschenkt wurden, da der zusätzliche Energieeinspareffekt sich kostenmäßig nur gering bemerkbar macht.



Abb. 3: Ansicht der sanierten Villa Tannheim mit TWD-Verbundsystem aus 10cm starken Kapillarplatten, Fläche 70m<sup>2</sup>, Fertigstellung 1995 /2/



Abb. 4: Ansicht des 1994 mit ca. 50m<sup>2</sup> TWD sanierten Sonnenhauses Hopfgarten

### 4 TWD-Tageslichtelemente

Im Rahmen eines Forschungsprojektes fördert das BMBF ein Vorhaben zur lichttechnischen und energetischen Optimierung unter Einsatz der Tageslichtnutzung mit TWD. Ausgangspunkt der Überlegungen war, daß es in Deutschland eine große Anzahl verschiedener Produktionshallen aus den 50er Jahren gibt, die sowohl aus baulichen als auch aus produktionstechnischen Gründen sanierungsbedürftig sind. Die Montagehalle der Linke-Hofmann-Busch GmbH ist ein typischer Vertreter dieser Gebäudegeneration mit bis zu 10 m hohen, sehr großen Verglasungsflächen und freier unkontrollierter Lüftung. Mit Hilfe der Computersimulation wurden verschiedene Sanierungsmodelle entwickelt, die auch solare Energiequellen berücksichtigten. Im Ist-Zustand beträgt der Heizenergieverbrauch des Objektes 300 kWh/m<sup>2</sup>a. Dieser ließe sich durch den Einsatz einer kontrollierten Lüftungswärmerückgewinnung, eines Luftkollektors sowie von TWD-Tageslichtelementen auf 103 kWh/m<sup>2</sup>a verringern. Mit einer guten Wärmeschutzverglasung wären ähnliche Ergebnisse erreichbar; jedoch auf Kosten optimaler Beleuchtungsverhältnisse.

#### Sanierungskonzept:

Die alte Einfachverglasung wird gegen TWD-Tageslichtelemente ausgetauscht. Es handelt sich um eine U-Profilverglasung, deren Zwischenraum mit 5 cm TWD-Kapillarmaterial ausgefüllt ist. Die maximale Höhe der einzelnen Elemente beträgt 6 m; aus optischen Gründen werden im vorliegenden Beispiel Komponenten von je 4,50 m gewählt. Insgesamt erreicht die Sanierung eine Fläche von ca. 8000m<sup>2</sup>; die Westfassade mit 2000m<sup>2</sup> ist bereits fertiggestellt (Abb. 6), die Ostfassade mit 2100m<sup>2</sup> befindet sich im Bau und soll im September installiert sein. Nord- und Südfassaden (1700 bzw. 1570m<sup>2</sup>) werden anschließend gefertigt. Die Kosten für die Komplettsanierung liegen bei ca. 300,-DM/m<sup>2</sup>.

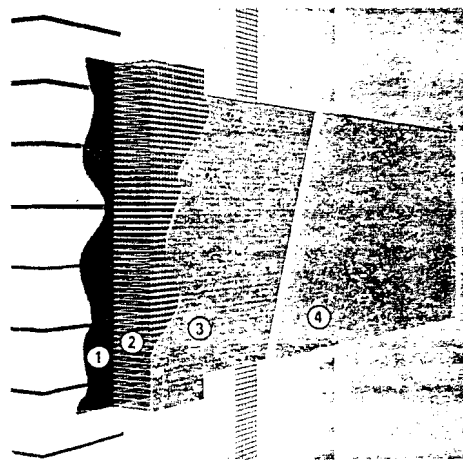


Abb. 5: Aufbau des Transparenten Wärme-dämmverbundsystems. 1 Absorber, 2 Transparente Kapillar-Platte, 3 Vlies, 4 Glasputz /3/



Abb. 6: Sanierung der Montagehalle der Fa. Linke-Hofmann-Busch mit TWD-Elementen aus Bauglasprofilen

## Ausblick

TWD-Fassadensysteme haben mittlerweile einen technischen Stand erreicht, der einen kommerziellen Einsatz an Gebäuden erlaubt. Ausschlaggebend für eine breite Einführung des Systems ist ein vertretbares Kosten-Nutzen-Verhältnis. Hier sind verschiedene Einflußparameter wie beispielsweise die Größe der TWD-Fläche, die funktionale Ausbildung des Systems, die Ausführung der Fassade (Materialien), die Anwendung (Sanierung, Neubau) und der Umfang der einzubeziehenden Kosten (Planungskosten, Betriebskosten, Einsparungen) zu berücksichtigen. Die vorgestellten Projekte geben einen Einblick in die umfangreichen Anwendungsmöglichkeiten der Transparenten Wärmedämmung.

## Literatur und Abbildungen

Gronau, J.; Lindner, G. u.a. (Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar. Fakultät Architektur, Stadt- und Regionalplanung): Erprobung und Evaluierung eines hybriden Solarsystems mit transparenter Wärmedämmung am Sonnenhaus Hopfgarten. Abschlußbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben 0329318A. April 1995.

Wagner, A.: Transparente Wärmedämmung an Gebäuden. Hrsg: Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH. Köln : Verl. TÜV-Rheinland, 1996. ISBN 3-8249-0263-X. BINE-Informationspakete.

/1/ Peter Bonfig, München; /2/ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg; /3/ Infomaterial der Fa. STO AG, Stühlingen. Abt. VIF.

Weitere Informationen zu diesem und weiteren Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) sowie zu Neuen Energietechniken, Nachwachsenden Rohstoffen und Umweltthemen sind erhältlich bei:

BINE-Projekt-Infos informieren mehrmals pro Jahr zu Forschungsvorhaben des BMBF im Bereich neuer Energietechnologien und zu Umweltthemen. Sie können abonniert werden. Dieser Service ist kostenfrei und wird gefördert vom BMBF.



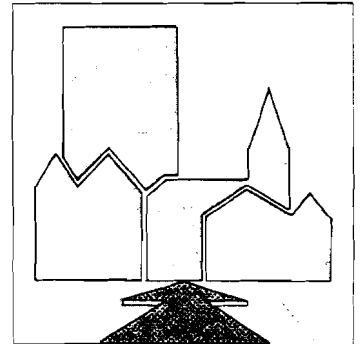
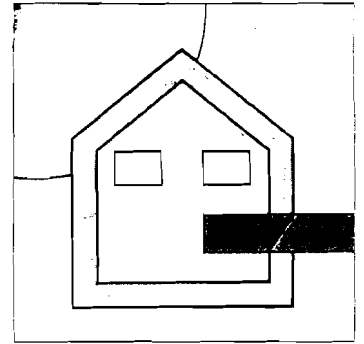
Informationsdienst

Mechenstraße 57 ■ Tel. 0228/232086  
53129 Bonn ■ Fax 0228/232089

Redaktion: Dipl.-Biol. Micaela Nolte

Herausgeber: Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Ein Nachdruck des Textes - auch auszugsweise - ist bei Angabe der Quelle und gegen Zusendung eines Belegexemplares zulässig; ein Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten. Alle Abbildungen und Fotos sind - soweit nichts anderes vermerkt ist - von den Projektdurchführenden zur Verfügung gestellt worden



## Projektorganisation

### Förderkennzeichen:

0329318 A  
0329599 A

### Förderung des Vorhabens:

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)  
Heinemannstr. 2, 53175 Bonn

### Projektabwicklung im

#### Auftrag des BMBF:

Projekträger Biologie, Energie, Ökologie (BEO)  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Dr. F. W. Grimme  
Postfach 1913, 52425 Jülich

### Projektdurchführung:

Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar  
Prof. Dr. J. Gronau  
Prof. Dr. G. Lindner  
99421 Weimar

Linke-Hofmann-Busch GmbH  
Dipl.-Ing. A. Galetzky  
Postfach 41 11 60, 38233 Salzgitter  
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (FhG-ISE)  
Dr. Ing. K. Voss  
Oltmannstraße 5, 79100 Freiburg

100 % Recyclingpapier

# You can paint a rainbow ...

... können's knallbunt, andere lieben zurückhaltende Farben, wieder andere malen Haus und Hof aschgrau an. ... aber gilt, daß sie es mit oder ohne Gifte erreichen können. Denn: Der Markt ist voll von verschiedenen Farben für Holz, Beton, Tapeten, Fußböden, Metall usw. Standardisierte Kennzeichnungen, mit denen eine "Öko-Farbe" ... sicher von anderen unterschieden werden kann, gibt es nicht. Selbst die Hersteller von Farben aus pflanzlichen Stoffen, die als "Bio-Farben" gelten, sind sich untereinander wenig grün. So ist hier bislang nicht gelungen, was z.B. die Hersteller von Bio-Lebensmitteln geschafft haben, nämlich sie einheitlich zu kennzeichnen. In der Serie "Das UmweltHaus" soll diesmal ein bißchen Licht in den Dschungel der Farbenwelt gebracht werden.

## Woran erkennt man "Bio-Farben"?

Insgesamt sind verschiedene Kennzeichnungen auf dem Markt vertreten.

**Der blaue Engel ("Umweltzeichen, weil ..."):** Dieses Emblem ist am weitesten verbreitet und wird vom Umweltbundesamt vergeben. Wie beim "Blauen Engel" üblich, bewertet es nicht die Gesamtfarbe, sondern nur den Teilausschnitt, der auch im Text benannt wird. Dort findet sich dann z.B. die Formulierung "Umweltzeichen, weil schwermetallfrei" oder etwas ähnliches. Zu Lösungsmitteln wäre in diesem Fall keine Aussage getroffen. Daher muß beim "Blauen Engel" genau hingeschaut werden. Wer eine rundherum umweltverträgliche Farbe sucht, sollte das Zeichen eher sogar meiden.

**Firmeneigene Embleme:** Oftmals drucken Firmen selbstkreierte Zeichen auf die Farbdosen. Diese sollten grundsätzlich nicht beachtet werden, denn es gibt kein Gesetz und keine Regel, die bei solchen Kennzeichnungen vorschreibt, daß sie wahr sein müssen. Hinzu kommt, daß die firmeneigenen Kennzeichnungen oft schwammig sind.

**Liste der Inhaltsstoffe:** Für KennerInnen der Materie können Listen der Inhaltsstoffe mehr Auskunft über die Umweltverträglichkeit der Farbe geben als alle Embleme zusammen. Jedoch finden sich auch hier oft nur zusammenfassende Formulierungen und keine präzisen, chemischen Stoffbezeichnungen. Einige Anbieter von "Bio-Farben" sind hier allerdings einen wichtigen Schritt weitergegangen. Sie bieten ihren KundInnen an, Informationsblät-

ter zu den einzelnen Farben anzufordern. Diese sind meistens sehr umfangreich und listen die Zusatzstoffe auf.

## Bio-Farben - was ist das?

Im allgemeinen wird als Bio-Farbe bezeichnet, was nur oder größtenteils aus pflanzlichen Stoffen hergestellt wurde. Kunstprodukte sind in der Regel tabu. Damit ist immerhin eines schon gewonnen: Die Bio-Farben nehmen nicht an der stark umweltbelastenden Petrochemie teil, die Erdöl in tausende von Stoffen umwandelt, deren Wirkungen teilweise erst wenig untersucht sind. Damit ist allerdings auch schon der sicherste Vorteil genannt. In den weiteren Details gibt es nämlich erheblichen ExpertInnenstreit. Denn auch pflanzliche Stoffe sind oft "nicht ohne". Giftige Bestandteile, pflanzliche Lösungsmittel mit Betäubungs- oder Rauschwirkungen (nervenangreifend) gibt es ebenso

wie allergieauslösende Stoffe. Und genau hier setzt die Schwierigkeit an. Einige Bio-Farbenhersteller setzen auf das "Echte", also 100%ig pflanzliche Stoffe. Andere werfen ihnen vor, dabei Allergien auszulösen und ersetzen kritische Stoffe dann doch durch Kunstprodukte - was wiederum die ersteren kritisieren. Bevor deswegen totale Verunsicherung eintritt, muß aber gesagt werden, daß sich diese Streitigkeiten in allen Fällen nur auf Produkte erstrecken, die nur geringe Anteile in der Farbe ausmachen. In jedem Fall also gilt: Bio-Farben sind ganz oder weitgehend aus pflanzlichen Materialien hergestellt. In einigen werden Hilfs- oder Farbstoffe auch künstlich gewonnen und beigemischt.

## Die Entscheidung fällen!

Das schlimmste wäre, wenn aus der Unsicherheit über den richtigen Weg doch



im Baumarkt irgendwas aus dem Regal gekauft wird. Der Unterschied zwischen Bio- und konventionellen Farben ist in der Regel sehr groß; der zwischen den verschiedenen Bio-Farben dagegen meist klein. So sollten alle, die Farbe brauchen, den Weg zu einem Ökobau-laden oder einem/r FarbenvertreterIn für Biofarben finden. Dort gibt es dann verschiedene Entscheidungskriterien.

**Farbigkeit:** Je knalliger eine Farbe, desto mehr synthetische Stoffe sind in der Regel enthalten. Bestimmte Farben (z.B. strahlendes Gelb) sind gar nicht "biologisch" zu machen, d.h. solche Farben sind immer ein Kompromiß. Aber selbst dann ist es sinnvoll, daß wenigstens die anderen Bestandteile in einem Farbtopf biologisch verträglich sind. Wo immer es möglich ist bzw. mit dem Geschmack der AnwenderIn übereinstimmt, sollte auf zurückhaltende Farben (z.B. Erdfarben) zurückgegriffen werden. 100%ig pflanzlich? Diese Entscheidung muß jedeR für sich selbst treffen. Die Meinungen darüber gehen auseinander (siehe oben). In der Herstellung sind rein pflanzliche Farben in jedem Fall besser. So oder so sollte aber auch bei der Verarbeitung von Bio-Farben darauf geachtet werden, daß eine gute Durchlüftung bis zur Trocknung vorhanden ist. Die Lösungsmittel auf pflanzlicher Basis haben oft eine erhebliche nervenstörende Wirkung.

**Preis:** Die Preise aller Bio-Farben liegen deutlich über denen der konventionellen Farben. Dafür handelt man sich aber auch ein Produkt mit deutlich weniger Gesundheitsrisiko ein. Da die Innenraumluft für das eigene Leben sehr wichtig ist, sollte hier nicht an der falschen Stelle gespart werden.

## Jede Farbe, wo sie hingehört

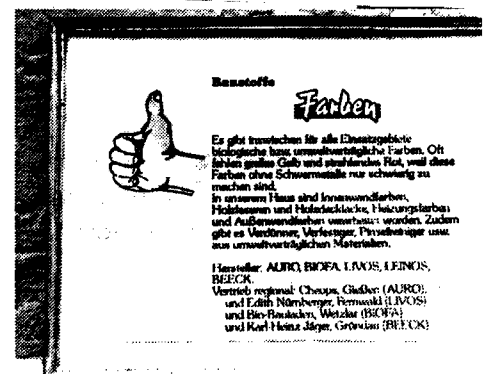
Eine ganz wichtige Entscheidung ist, die Farben und sonstigen Mittel am richtigen Ort einzusetzen. Daher ist unbedingt auf den Text der Farbdose oder zusätzliche Merkblätter zu achten. Zu unterscheiden sind Außen- und Innenfarben sowie Farbstoffe für verschiedene Materialien wie Holz, Beton, Metall, Tapeten usw. Zudem gibt es Fertigprodukte oder Baukastensysteme, die individuell zusammengemischt bzw. nacheinander gestrichen werden. Besonders verbreitet ist, daß die Farbpigmente separat erworben und dann nach eigenem Geschmack beigemischt werden. Nicht alle Farbenhersteller decken alle Anwendungsbereiche ab

Daher lohnt es sich, die Angebotspaletten verschiedener Hersteller zu betrachten. Noch nicht ausgereift ist bei fast allen Anbietern das Farbenangebot für den Außenbereich. Hier greifen Witterung und vor allem das zersetzende Sonnenlicht die Farben bzw. die von ihnen bedeckten Flächen an. Bei den Arbeiten am "Umwelthaus" in Saasen konnte keine Bio-Farben-Firma Farben in den gewünschten Farbtönen für die Außenwände (rauhes Sandputz) bereitstellen. Daher wurde hier Silikatfarbe verwendet, die umweltverträglichste Form konventioneller Außenfarben. Sie sollte der Dispersionsfarbe in jedem Fall vorgezogen werden, zumal sie auch länger hält und die Dampfdurchlässigkeit der Wand weniger behindert. Am verbreitetsten sind die Bio-Farben für Holz. Ob Fußböden, Wände, Decken oder Einzelpfosten - für alles gibt es spezielle Farben. Weitere Einsatzmöglichkeiten der Bio-Farben sind unter anderem:

- Heizkörper und -rohre (auf besondere Kennzeichnung achten)
- Metall (Grundierung, Lackierung)
- Lacke für Holz und Stein
- Holzschutzmittel (gegen Holzwurm, Pilzbefall ...)
- Möbelpflege
- Reinigungsmittel
- Lösemittel, Grundierungen
- Kleber (Kleister, Kleber für Teppich, Linoleum, Kork)
- Wandfarbe für Tapeten oder Putz
- Beton- und Estrichfarbe (leider oft nur grau).

## Weniger ist mehr

Warum überhaupt oder so viel streichen? Das ist eine selten gestellte Frage. Obwohl sich gerade hier wieder Geld einsparen läßt. Gerade bei Holz entscheidet oft die Konstruktion mehr über die Haltbarkeit als der spätere Holzschutz per Anstreichen. Wenn Wasser oder Feuchtigkeit gar nicht ins Holz eindringt oder selbiges wieder gut trocknen kann, ist mehr gewonnen als mit vielen Schichten Holzschutzmittel. Gute Lüftung in Räumen, atmungsaktive Wände bzw. Dampfsperren in sensiblen Bereichen sind daher das erste Mittel, um Fäulnis zu verhindern. Erst dann können die Farben ihre zusätzliche Kraft entfalten: Den Holzschutz, den Schutz vor Vergrauen unter Sonneneinstrahlung, einen wasserabweisenden Überzug oder den Schutz der Fußböden vor Trittschäden.



Farben sollen schützen, aber sie sollen auch Lebendigkeit in unsere Umgebung bringen. Wer Buntes liebt, sollte das auch ausleben - denn kein Natur- oder Menschengesetz bestimmt, daß das graue Einerlei, das oft das Lebensumfeld prägt, so sein muß. Und wenn die Vielfalt von Räumen und Gebäuden sich in der direkten Umgebung in bunten Gärten, Wiesen und Gebüsch, an bewachsenen Wänden oder bewachsenen Dächern fortsetzt, ist das auch ein Stück Befreiung aus einem überflüssigen Denkschema "Grau". Machen Sie aus Ihrem Haus doch einen Ort, der Ihren Träumen entspricht, statt im tristen Grau davon zu träumen, woanders (z.B. im Urlaub) mal Farbe zu erleben!

## Weißer Wandfarben: Dunkle Flecken

Produktname	Hersteller	Preis pro l	Lösemittel				Bindemittel							Anmerkungen	
			Terpene	Aromatische Kohlenwasserstoffe	Butylglykol	Butyldiglykol	Naturharze, -waxe und -öle, mineralische Bindemittel	Kunstharze und -waxe	Halogenorganische Verbindungen	Formaldehyd/Formaldehyd-alspalter	Styrol	Dimethylphthalat	PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung		
<b>Empfehlenswert</b>															
Aglaia Strapazierweiß	Beek'sche Farb.	14,26	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Aquamarijn Maril, scheuerfeste Wandfarbe	Terra Naturverven	13,34	Spuren	Spuren	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Aura Naturharz-Wandfarbe	Aura	11,10	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	3.
Bio Pin Wandfarbe aqua	Bio Pin	7,72	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Biofa Wandfarbe innen	Biofa	11,67	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Dubron Naturöl-Wandfarbe	Livos	12,16	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Hesedorfer Naturharz-Dispersion-Wandfarbe	Hesedorfer	9,14	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Leinos Naturharz-Dispersionfarbe	Leinos	11,45	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Natural Naturharz-Dispersion	Natural Naturfarben	10,27	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Sehstedter Kaseinbinderfarbe	Sehstedter	9,49	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	
Volvox Naturharz-Dispersionfarbe	Volvox	12,43	ja	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	

<b>Eingeschränkt empfehlenswert</b>														
Alpina Umwelt-Raumfarbe	Alpina	7,99	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	Spuren	Spuren	nein	
Holzweg Naturharz-Dispersionfarbe, waschfest	Ecotec	8,90	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	
Hornbach Umwelt Raumweiß	Hornbach	5,20	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	Spuren	Spuren	nein	
Keim-Biosil Mineralische Innenfarbe	Keimfarben	6,15	Spuren	Spuren	nein	nein	ja	ja	nein	nein	Spuren	nein	nein	
Krautol Umweltweiß	Krautol	6,39	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	
Relius Arriba 99	Büfa Bäuerle	5,68	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	Spuren	nein	nein	
Swing Color Umweltraumfarbe	Bahag (Bauhaus)	5,50	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	
Sylitol Bio-Innenfarbe	Caparol	10,15	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	Spuren	nein	

<b>Weniger empfehlenswert</b>														
Alpina Weiß	Caparol	11,58	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	2.
Dulux Quantum	ICI	5,00	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	ja	Spuren	nein	nein	
Globus Umwelt-Farbe G 140	Globus	4,99	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	ja	Spuren	nein	nein	1)
Sikkens Diwador HD-LF Innenwandfarbe	Sikkens	6,55	nein	Spuren	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	

<b>Nicht empfehlenswert</b>														
Eisoplex Superdecker Wandfarbe	Obi	1,93	nein	Spuren	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	Spuren	nein	
Farbturn Umweltraumfarbe	Rühl	5,25	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	Spuren	Spuren	nein	
Histor Umwelt-Raumfarbe	Sigma Coatings	6,90	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	
Kristall Weiß, Profi Wandfarbe für Innen	Hagebau	6,78	nein	Spuren	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	
Opus 1 Wohnraumfarbe	Ostendorf	7,18	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	
Schill Wandfarbe, waschfest	Schill	1,80	nein	Spuren	nein	ja	nein	ja	nein	ja	Spuren	ja	nein	
Umweltweiß	Ostendorf	5,99	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	Spuren	nein	nein	
Wandfarbe Malerqualität	FHG	5,58	nein	Spuren	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	

**Fettgedruckt** führt zur Abwertung

**Anmerkungen:** 1) Laut Anbieter inzwischen aus dem Programm genommen.

2) Laut Anbieter inzwischen ohne halogenorganische Verbindungen.

3) Aura bietet dieses Produkt in Mehrwegemern gegen Pfand an.

**Legende:** Zur Abwertung um eine Stufe führen: Formaldehyd/-alspalter, halogenorganische Verbindungen, mehr als 10 mg/kg aromatische Kohlenwasserstoffe, mehr als 1 mg/kg Styrol, mehr als 1 mg/kg Diethylphthalat, Kunstharze, PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung sowie mehr als 10 mg/kg Butylglykol oder Butyldiglykol. Diese Glykolether werden insgesamt um eine Stufe abgewertet.

**Testmethoden:** Butylglykol, Butyldiglykol: Membranfiltration, Kapillar-GC mit MS-Detektion. Terpene, aromatische Kohlenwasserstoffe, Styrol, Dimethylphthalat: Wasserdampfdestillation, Kapillar-GC mit MS-Detektion. Freisetzung von Acrylaten: Headspace-Technik, Kapillar-GC mit MS-Detektion. Halogenorganische Verbindungen (AOX): Wasserdampfdestillation, Untersuchung des AOX-Gehaltes im Destillat, AOX-Bestimmung gemäß DIN 38 409 H14, Schüttelmethode, Summe der organischen Halogenverbindungen, berechnet als Chlor. Halogenorganische Verbindungen (EOX): Extraktion im Ultraschallbad nach Zugabe von Diethylether, Reinigung des Extrakts von störenden Komponenten, Zentrifugieren des Extrakts, Verbrennung im Sauerstoffstrom, Coulometrische Bestimmung des Chlorgehalts. Formaldehyd/-alspalter: Destillation unter Zusatz verdünnter Schwefelsäure, Auswertung mit Acetylacetone/Ammoniumacetat, UV-Spektroskopie. PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung: Beisteinprobe. Bindemittel: Herstellerangaben. Die Preise sind meistens Herstellerangaben; sie wurden meist aus den Preisen für 10 Liter errechnet.

**Testinstitute:** Lösemittel, Dimethylphthalat, Styrol, Freisetzung von Acrylaten: Dr. Wiertz, Dipl.-Chem. Eggert, Dr. Jöissens, Handels- und Umweltschutzlaboratorium, 21107 Hamburg. Formaldehyd: eco-Umweltinstitut, 50674 Köln. Halogenorganische Verbindungen, Schwermetalle: Indikator, Gesell., haft für Umwelanalytik, 42277 Wuppertal. Verpackung, Deklaration: öko-lab, 41516 Wevelinghoven.

**Verzeichnis der Anbieter:** Alpina, Raßdörfer Str. 50, 64372 Ober-Ramstadt; Aura, Postfach 12 38, 38122 Braunschweig; Bahag, Gutenbergstr. 21, 68167 Mannheim; Beek'sche Farbwerke, Gottlieb-Daunier-Str. 4, 89150 Leichingen; Bio Pin, Postfach 146, 26351 Wilhelmshaven; Biofa, Döbelstr. 27, 73087 Bad Boll; Büfa Bäuerle, Donnerschwee Str. 372, 26123 Oldenburg; Caparol, Raßdörfer Str. 50, 64372 Ober-Ramstadt; Ecotec, Altonaer Str. 23, 58507 Lüdenscheid; FHG, Weseler Str. 401, 48631 Münster; Globus-Betriebe, Leipziger Str. 8, 66606 St. Wendel; Hagebau, Celler Str. 47, 29614 Soltau; Hesedorfer, Hirtenweg 50, 27356 Rotenburg; Hornbach, Gießbübel 2-3, 76879 Bornheim; ICI, Düsseldorf Str. 102, 40721 Hildesheim; Keimfarben, Keimstr. 16, 86420 Diedorf; Krautol, Postfach 1240, 64311 Pfungstadt; Leinos, Weilenburgstr. 29, 42579 Heiligenhaus; Livos, Ortsteil Emern, 29568 Wieren; Natural Naturfarben, Postfach 11 16, 83381 Freilassing; Obi, Albert-Einstein-Str. 7, 42929 Wermelskirchen; Farbwerke Ostendorf, Am Rottkamp 2, 48563 Coesfeld; Rühl Industrie-Baumarktprodukte-Agentur, Usinger Str. 31, 61169 Friedberg; Schill, Napitschstr. 63, 90441 Nürnberg; Sehstedter Naturfarben - Adolf Riedl, Alter Fährberg 7, 24814 Sehstedt; Sigma Coatings, Klusenstr. 54, 44805 Bochum; Sikkens/Akzo Nobel Coatings, Postfach 11 04 54, 31513 Wunstorf; Terra Naturverven/Pixner, Bodenseestr. 109, 81243 München; Volvox, Rorzeburger Str. 2, 23911 Harmsdorf.



**Lackfarben:  
Zuviel drin**

**Eingeschränkt empfehlenswert**

Produkt	Hersteller	Preis pro l	Blauer Engel	Terpene	Aromatische Kohlenwasserstoffe
Bio Pin Decklack Aqua, Seidenglanz, außen und innen	Bio Pin	30,53	nein	Spuren	nein
Natural Weißlack Naturharz, Seidenmatt	Natural Naturfarben	44,40	nein	ja	Spuren

**Weniger empfehlenswert**

Produkt	Hersteller	Preis pro l	Blauer Engel	Terpene	Aromatische Kohlenwasserstoffe
Aglia Naturfarben Decklack, seidenmatt, weiß, nur für innen	Beeck'sche	61,60	nein	ja	nein
Auro Naturharzöl-Weißlack, seidenmatt	Auro	75,20	nein	ja	Spuren
Biofa Decklack, außen und innen	Biofa	39,87	nein	ja	ja
Leinos Naturharz-Decklack, weiß	Leinos	53,73	nein	nein	ja

**Nicht empfehlenswert**

Produkt	Hersteller	Preis pro l	Blauer Engel	Terpene	Aromatische Kohlenwasserstoffe
Acryl-Mattlack Malerqualität	FHG	29,20	ja	nein	Spuren
Capacryl Seidenglanz-Lack, außen und innen, reinweiß	Caparol	28,67	ja	nein	Spuren
Dulux Wohnraumlack, seidenmatt, innen und außen, weiß	ICI	30,60	ja	nein	Spuren
Ein'ä Samt-Acryl Buntlack, weiß	Lackfabrik Union	32,20	ja	nein	nein
Glasurit Acryl, seidenglanz, außen und innen, weiß	Glasurit	39,87	ja	nein	ja
Hagebau Acryl Seidenmatt, außen und innen, weiß	Hagebau	26,53	ja	nein	Spuren
Histor Acryl Bleibendes Weiß, Seidenglanzlack	Sigma Coatings	31,87	ja	nein	ja
Hornbach Acryl-Seidenmatt Buntlack, weiß	Hornbach	26,53	ja	Spuren	Spuren
Krautal STS Hochglanz-Lack, weiß	Krautal	40,53	ja	Spuren	ja
Naturhaus Decklack, innen und außen, seidenmatt, weiß	Naturhaus	66,00	nein	ja	ja
Opus 1 Acryl-Buntlack seidenmatt, außen/innen, reinweiß	Ostendorf	30,67	ja	Spuren	Spuren
Primax Glanz Acryllack, außen/innen, weiß	Praktiker	19,30	ja	nein	Spuren
Swing Color Seidenmattlack Aqua, außen und innen, reinweiß	Bahag (Bauhaus)	27,33	ja	nein	Spuren

Fettgedruckt führt zur Abwertung.

**Anmerkungen:** 1) Laut Anbieter inzwischen ohne Butyldiglykol. 2) Laut Anbieter inzwischen ohne PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung. 3) Laut Anbieter inzwischen ohne Butyldiglykol und damit »eingeschränkt empfehlenswert«. Außerdem bietet Auro dieses Produkt in Mehrwegdosen gegen Pfand an.

**Legende:** Zur Abwertung um eine Stufe führen: Formaldehyd/-abspalter, halogenorganische Verbindungen, organische Schwermetallverbindungen mit Kobalt, mehr als 100 mg/kg aromatische Kohlenwasserstoffe, mehr als 1 mg/kg Styrol, mehr als 1 mg/kg Dimethylphthalat, Kunstharze, PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung sowie mehr als 100 mg/kg Butyglykol oder Butyldiglykol. Diese Glykolether werden insgesamt um eine Stufe abgewertet.

Butyglykol	Butyldiglykol	Naturharze, -waxe und -öle	Kunstharze und -waxe	Halogenorganische Verbindungen	Formaldehyd-/Formaldehydabspalter	Styrol	Dimethylphthalat	Kobalt	PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung	Anmerkungen
------------	---------------	----------------------------	----------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------	------------------	--------	---	-------------

nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Spuren	ja	nein	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Spuren	ja	nein	

nein	ja	ja	nein	nein	nein	Spuren	Spuren	ja	nein	
nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	Spuren	ja	nein	3)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	

ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	
ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	
nein	ja	nein	ja	nein	nein	Spuren	Spuren	nein	ja	2)
ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	Spuren	nein	ja	
ja	nein	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	Spuren	ja	nein	nein	
ja	nein	nein	ja	nein	nein	Spuren	nein	nein	ja	
nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	
nein	ja	nein	ja	nein	nein	Spuren	Spuren	nein	ja	
nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	1)
nein	ja	nein	ja	nein	nein	Spuren	nein	nein	ja	

**Testmethoden:** Butyglykol, Butyldiglykol: Membranfiltration, Kapillar-GC mit MS-Detektion. Terpene, aromatische Kohlenwasserstoffe, Styrol, Dimethylphthalat: Wasserdampfdestillation, Kapillar-GC mit MS-Detektion. Freisetzung von Acrylaten: Headspace-Technik, Kapillar-GC mit MS-Detektion. Halogenorganische Verbindungen (AOX): Wasserdampfdestillation, Untersuchung des AOX-Gehaltes im Destillat, AOX-Bestimmung gemäß DIN 38 409 H14, Schüttelröhrenmethode. Summe der organischen Halogenverbindungen, berechnet als Chlor. Halogenorganische Verbindungen (EOX): Extraktion im Ultraschallbad nach Zugabe von Diethylether, Reinigung des Extrakts von störenden Komponenten, Zentrifugieren des Extrakts. Verbrennung im Sauerstoffstrom, Coulometrische Bestimmung des Chlorgehalts. Schwermetalle: Totlaufschluß in der Mikrowelle (Druckbombe 110 bar) mit Salpetersäure/Fluorwasserstoffsäure/Wasserstoffperoxid, Zugabe des Internen Standards (Yttrium/Rhenium), quantitative Bestimmung mit ICP-MS nach dem Entwurf zur DIN 38 406-E 29 »Bestimmung von 61 Elementen durch ICP-MS« Kalibrierung des ICP-MS mittels Multielementstandards (simple linear), Überprüfung von Störungen durch Kontrollzusatz. Formaldehyd/-abspalter: Destillation unter Zusatz verdünnter Schwefelsäure, Auswertung mit Acetylacetone/Ammoniumacetat, UV-Spektroskopie. PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung: Beisteinprobe. Bindemittel: Herstellerangaben. Die Preise sind meistens Herstellerangaben; sie gelten für eine Ein-Liter-Dose oder wurden aus dem entsprechenden Preis für die nächstkleinere/nächstgrößere Dose berechnet, meist zu 0,75 oder 2,5 Litern.

**Testinstitute:** Lösemittel, Dimethylphthalat, Styrol, Freisetzung von Acrylaten: Dr. Wiertz, Dipl.-Chem. Eggert, Dr. Järisen, Handels- und Umweltschutzzentrum, 21107 Hamburg. Formaldehyd: ecn-Umweltinstitut, 50674 Köln. Halogenorganische Verbindungen, Schwermetalle: Indikator, Gesellschaft für Umweltanalytik, 42277 Wuppertal. Verpackung, Deklaration: öko-lab, 41516 Wevelinghoven.

## Holzschutzmittel: Gefährlicher Holzweg

		Preis pro l oder kg	Halogenorganische Verbindungen	sonstige problematische Wirkstoffe	PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung	Lösemittel
<b>Empfehlenswert</b>						
Aglaia Borsalz-Imprägnierung	Beeck'sche Farbwerke	11,16	nein	nein	nein	Wasser
Aglaia Holz-Imprägniergrund	Beeck'sche Farbwerke	21,16	nein	nein	nein	Wasser
Auro Borsalz-Holzschutz-Imprägnierung	Auro	13,67	nein	nein	nein	nein
Biofa Borax-Holzschutzimprägnierung	Biofa	9,90	nein	nein	nein	Wasser
Hesedorfer Holzschutz-Imprägniersalz	Hesedorfer Naturfarben	19,60	nein	nein	nein	nein
Livos Andrastos Borsalz	Livos	25,60	nein	nein	nein	nein
Livos Aravi Holzschutz	Livos	12,30	nein	nein	nein	Wasser
Waid-Holzlasur	Thüringer Waid	22,00	nein	nein	nein	nein
<b>Eingeschränkt empfehlenswert</b>						
Asuso Holz-Imprägnierung	Asuso-Lackfabrik	9,56	nein	nein	nein	organisch
Dulux Holzgrund	ICI Lacke & Farben	29,20	nein	nein	nein	organisch
Hornbach Holzschutz-Grundierung	Schulz (Hornbach)	11,00	nein	nein	nein	organisch
Krautol Holzgrund 1011 gegen Holzbläue	Krautol-Werke	19,87	nein	nein	nein	organisch
Leinos Borsalz-Imprägnierung	Leinos	15,00	nein	nein	ja	Wasser
Leinos Holzwurm-Frei	Leinos	27,53	nein	nein	ja	Wasser
Schweden-Rot	Lindström-Falunfarben	12,25	nein	nein	nein	Wasser
Sehstedter Bläueschutz-Grundieröl	Sehstedter Naturfarben	25,00	nein	nein	nein	organisch
Sehstedter Bläueschutz-Grundieröl Plus	Sehstedter Naturfarben	21,91	nein	nein	nein	organisch
<b>Weniger empfehlenswert</b>						
Hornbach Holzschutz Dickschicht-Lasur	Schulz (Hornbach)	20,80	nein	nein	ja	organisch
OsmoColor Holz-Protector	Ostermann & Scheiwe	30,60	nein	nein	ja	organisch
<b>Nicht empfehlenswert</b>						
Bondex Holzschutzgrund	Dyrup Deutschland	17,27	ja	nein	nein	organisch
Brillux Holzimprägnier-Grund 550, bläueschützend	Brillux	25,47	ja	nein	ja	organisch
Carbi Holzschutz	FLT Handel und Service	5,19	ja	nein	nein	organisch
Clou Holzschutz Grundierung	Alfred Clouth Lackfabrik	20,50	ja	nein	ja	organisch
Clou-sil Holzschutz-Lasur	Alfred Clouth Lackfabrik	25,25	ja	nein	ja	organisch
Einz'o Bläueschutz »W« Grundlasur	Lackfabrik Union	24,20	ja	nein	ja	Wasser
Einz'a Holzschutz-Imprägniergrund	Lackfabrik Union	24,93	ja	nein	nein	organisch
Eisodur Holzschutz-Grund	Farbwerke J.W. Ostendorf	13,27	ja	nein	nein	organisch
Eisodur Holzschutz-Lasur	Farbwerke J.W. Ostendorf	14,60	ja	nein	nein	organisch
Glasurit Außen-Holzschutz	Glasurit/BASF Lacke + Farben	26,60	ja	nein	ja	organisch
Glasurit Holzschutz-Grund	Glasurit/BASF Lacke + Farben	33,07	ja	nein	nein	organisch
Gari Nadelholz-Imprägniergrund	Dyrup Deutschland	18,60	ja	nein	ja	Wasser
Hagebau Holzschutz-Grund außen	Hagebau	9,98	ja	nein	ja	organisch
Histor Exterieur Holzschutz-Lasur	Sigma Coatings	29,20	ja	nein	ja	organisch
Kluthe Holzwurmtod, farbloses Holzschutzmittel	Chemische Werke Kluthe	4,14	ja	nein	nein	organisch
Krautol Palisur 3111	Krautol-Werke	20,07	ja	nein	ja	Wasser
Passat Holz-Lasur	Passat-Farben	8,67	ja	nein	nein	organisch
Relius Holzschutz-Lasur	Büfa Boeuerle	26,60	ja	nein	nein	organisch
Sadolin classic Holz-Lasur für außen	Sadolin	25,27	ja	nein	ja	organisch
Schützt Holz: Imprägniergrund, Bläueschutzmittel	Schill Lackfabrik	17,27	ja	nein	nein	organisch
Sikkens Cetol HLS Holzschutzlasur	Akzo Coatings	39,33	ja	nein	nein	organisch
Xylamon Echtholz Holzschutzmittel	Desowag	14,96	ja	nein	ja	organisch



gegen Bläue wirksam	gegen Schimmelpilze wirksam	gegen holzerstörende Pilze wirksam	gegen Insekten wirksam	für Innenanwendung empfohlen	für Außenanwendung empfohlen	Anmerkungen
---------------------	-----------------------------	------------------------------------	------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------

ja	ja	ja	ja	ja	ja	
nein	ja	ja	ja	ja	ja	
nein	ja	ja	ja	ja	ja	
nein	ja	ja	ja	ja	nein	
ja	ja	ja	ja	ja	ja	
nein	nein	ja	ja	ja	ja	
nein	nein	ja	ja	ja	ja	1)
nein	ja	ja	ja	ja	ja	11)

ja	nein	ja	ja	ja	ja	
ja	nein	nein	nein	ja	ja	
ja	ja	ja	nein	ja	ja	
ja	ja	nein	nein	nein	ja	
ja	ja	ja	ja	ja	ja	
ja	ja	ja	ja	ja	ja	
ja	ja	nein	nein	nein	ja	9) 10)
ja	ja	nein	ja	ja	ja	
ja	ja	ja	ja	ja	ja	

ja	ja	nein	nein	ja	ja	
ja	ja	nein	nein	ja	nein	5)

ja	ja	nein	nein	nein	ja	
ja	ja	ja	nein	nein	ja	
ja	ja	ja	ja	nein	ja	3)
nein	nein	ja	ja	nein	ja	3)
ja	ja	ja	nein	nein	ja	4)
ja	nein	ja	ja	nein	ja	
ja	ja	ja	ja	ja	ja	2)
ja	ja	ja	ja	nein	ja	2)
ja	nein	nein	nein	nein	ja	
ja	ja	nein	nein	nein	ja	
ja	ja	ja	nein	nein	ja	
ja	ja	ja	nein	ja	ja	
nein	nein	nein	ja	nein	ja	
ja	ja	nein	nein	nein	ja	7)
ja	ja	nein	nein	ja	ja	
ja	nein	ja	nein	nein	ja	
ja	ja	nein	nein	nein	ja	8)
ja	ja	ja	nein	nein	ja	
ja	ja	nein	nein	nein	ja	
nein	nein	ja	ja	nein	ja	6)

**Fettgedruckt** führt zur "Wertung, k. A. = keine Angaben.

**Anmerkungen:** 1) Die Produktion von *Livos Arzi* wird laut Anbieter Anfang 1997 eingestellt.

2) Laut Anbieter Ostendorf Produktion eingestellt.

3) Die Produkte werden nach Angaben der Firma Clouth demnächst durch Produkte ersetzt, die den »Blauen Engel« tragen.

4) Laut Anbieter, der Lackfabrik Union, inzwischen ohne PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung.

5) Laut Anbieter Ostermann & Scheiwe kein PVC/PVDC/keine chlorierten Kunststoffe in der Verpackung. Der Anbieter legt Wert auf die Feststellung, daß der *Holz-Protector* entaromatisiertes Testbenzin nach den Reinheitsanforderungen des Arzneimittelbuches enthält und DIN 53 160 sowie EN 71 entspricht.

6) Laut Anbieter Desowag wird die Verpackung zur Zeit auf Polypropylen umgestellt. Desowag legt Wert auf die Feststellung, daß sie auch ein Mittel mit Borsäure als einzigem Wirkstoff im Angebot hat.

7) Laut Anbieter Krautol inzwischen ohne halogenorganische Verbindungen.

8) Laut Anbieter Sadolin enthält die 2,5-l-Dose kein PVC/PVDC/keine chlorierten Kunststoffe in der Verpackung.

9) Enthält wegen natürlicher Erdpigmente sehr viel Blei.

10) Erzielt laut Anbieter die schützende Wirkung durch Kieselsäure.

11) Erzielt laut Anbieter die schützende Wirkung durch vergorenen Saft aus den Blüten der Waldpflanze.

**Legende:** Produkte, die halogenorganische Verbindungen, Tributylzinn-Verbindungen oder Carbamate enthalten, sind \*nicht empfehlenswert\*. Organische Lösungsmittel und PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung führen zur Abwertung um eine Stufe. Die Preise pro l oder kg wurden meist aus den Preisen für ein 2,5-, 3- oder 4-l-Gebinde errechnet.

**Testmethoden:** Halogenorganische Verbindungen: 1. EOX. Vermischen von 2,5 g der Proben mit 10 ml Petrolether. Zentrifugieren. Reinigung mittels Säulen-chromatographie. Verbrennen von 100 µl Extrakt bei 850 °C im Sauerstoffstrom. Microcoulometrische Bestimmung des Chlorgehaltes. 2. AOX im Eluat. Versetzen von 2,5 g der Proben mit 50 g Aktivkohle und Kaliumnitratlösung. Eine Stunde Schütteln. Abfiltrieren der Aktivkohle (AIX analog DIN 38 409 H14). Verbrennen des mit Aktivkohle belegten Filters bei 1000 °C im Sauerstoffstrom. Microcoulometrische Bestimmung des Chlorgehaltes. Sonstige problematische Wirkstoffe: laut Deklaration/Anbieter. Lösemittel. Refraktometer.

PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe: Beilsteinprobe. Wirksamkeit/Anwendung innen/außen: laut Deklaration/Hersteller.

**Testinstitute:** Halogenorganische Verbindungen: Indikator, 42277 Wuppertal. Lösemittel, Verpackung: öko-Tab, 41516 Wevelinghoven.

**Wissenschaftliche Beratung:** Dr. Dieter Wundram.

**Verzeichnis der Anbieter:** Akzo Coatings, Magirusstr. 26, 70469 Stuttgart; Asuso-Lackfabrik, Güterbahnhofstr. 11, 69151 Neckargemünd; Aura, Postfach 12 38, 38122 Braunschweig; Baeck'sche Farbwerke, Postfach 81 02 24, 70519 Stuttgart; Biofa, Döbelstr. 27, 73087 Boll; Brillux, Weseler Str. 401, 48163 Münster; Büfa Bauerte, Heimeringer Str. 10, 87700 Memmingen; Alfred Clouth Lackfabrik, Otto-Scheugenpflug-Str. 2, 63073 Offenbach; Desowag, Raßstr. 76, 40476 Düsseldorf; Dynap Deutschland, Erkrather Str. 230, 40233 Düsseldorf; FLT Handel und Service, Postfach 11 61, 56801 Cochem; Glasurit/BASF Lacke + Farben, Glasuritstr. 1, 48165 Münster; Hagebau, Celler Str. 47, 29614 Saltau; Heselardar Naturfarben, Hirtenweg 50, 27356 Rotenburg; ICI Lacke + Farben, Düsseldorf Str. 102, 40721 Hilden; Chemische Werke Kluthe, Postfach 10 18 69, 69008 Heidelberg; Krautol-Werke, Werner-von-Siemens-Str. 35, 64319 Pfungstadt; Lackfabrik Union, Rotenhäuser Str. 10, 21109 Hamburg; Leinos, Weilenburgstr. 29, 42579 Heiligenhaus; Lindström-Farben, Mühlenstr. 7, 21629 Elstorf; Livos, OT Emern, 29568 Wieren; Farbwerke J.W. Ostendorf, Am Rotkamp 2, 48563 Coesfeld; Ostermann & Scheiwe, Hofenweg 31, 48155 Münster; Passat-Farben, Mittelkamp 113, 26125 Oldenburg; Sadolin, Adenauerallee 33, 20097 Hamburg; Schill Lackfabrik, Napitschstr. 63, 90441 Nürnberg; Schulz, c/o Hornbach, Im Gießkübel 2-3, 76878 Barmheim; Sebesteater Naturfarben, Alter Fahrberg 7, 24814 Sehestedt; Sigma Coatings, Klüsenerstr. 54, 44805 Bochum; Thüringer Waid, Waldplatz 6, 99192 Heudietendorf.

## Holzlasuren: Das Dilemma ist perfekt

		Preis pro Liter	Ausgelobt für	Farbe	Blauer Engel	Aromatische Kohlenwasserstoffe	Terpente
						Lösemittel	
<b>Eingeschränkt empfehlenswert</b>							
Agloia Aquasol Holzlasur	Beeck'sche Farbwerke	31,13	innen und außen	Eiche hell, 7	nein	nein	ja
Agloia Holzlasur	Beeck'sche Farbwerke	27,75	innen	farblos, Nr. 1	nein	nein	ja
Aquamarijn Holzlasur für innen	Terra Naturverven	29,96	innen	klar, Nr. 190	nein	nein	nein
Auro Naturharzöl-Außenlasur, Nr. 640-33	Auro	34,06	außen	dunkelrot	nein	nein	ja
Auro Naturharzöl-Lasur, Nr. 131	Auro	30,32	innen und außen	farblos	nein	nein	ja
Leinos Naturharz-Holzlasur	Leinos	32,80	innen	farblos, Nr. 002	nein	nein	nein
Natural Holzlasur, Naturharzöl	Natural Naturfarben	27,16	innen und außen	farblos, Nr. 14	nein	nein	ja
<b>Weniger empfehlenswert</b>							
Bio Pin Bienenwachslasur	Bio Pin	20,55	innen	farblos	nein	nein	ja
Biofa Holzlasur farbig	Biofa	38,00	innen und außen	redwood, 1061	nein	ja	ja
Holzweg Lasur naturell UV-Schutz	Ecotec	35,33	innen und außen	k. A.	nein	ja	ja
Hornbach Acryl Holzlasur	Hornbach	15,92	innen und außen	farblos, Nr. 5	ja	nein	nein
Hornbach Bienenwachshaltige Innenlasur	Hornbach	20,80	innen	farblos, Nr. 109	nein	nein	nein
Livos Kaldet Holzlasur, Nr. 270	Livos	26,80	innen	farblos, Nr. 002	nein	nein	ja
Natur Holzlasur	Ikea	21,07	innen	weiß	nein	nein	nein
Primax Wohnraumlaser	Praktiker	14,60	innen	farblos, Nr. 609	ja	nein	nein
Volvox Holzlasur	Volvox	28,23	innen und außen	farblos	nein	ja	ja
<b>Nicht empfehlenswert</b>							
Bondex futur Holz-Lasur	Dyrup	27,93	innen und außen	Kiefer, Nr. 932	ja	ja	nein
Brillux Lacryl Holzlasur 235	Brillux	31,93	innen und außen	farblos, Nr. 0100	ja	nein	nein
Classic Langzeit-Holzlasur	Obi	19,93	innen und außen	farblos	ja	ja	nein
Classic Wohnraumlaser	Obi	17,26	innen	Natur	ja	ja	nein
Clou Combi-Clou Lack-Lasur für Holz L7	Clouth	32,10	innen	farblos, Nr. 15	nein	ja	ja
Ein' o Aquasol	Lackfabrik Union	9,28	innen und außen	Weide	ja	ja	nein
Ein' o Kompakt 94, Holzlasur Ventilierende Dickschicht	Lackfabrik Union	9,68	innen und außen	farblos	nein	ja	nein
Glasureit Dickschicht Lasur	Glasureit	27,60	innen und außen	farblos, Nr. 1534	nein	ja	nein
Hagebau Wetter-Lasur außen	Hagebau	14,60	außen	Kiefer, 1411	nein	ja	nein
Holzlasur Maler Qualität	FHG	11,98	innen und außen	farblos, Nr. 0100	nein	ja	nein
Holzlasur offenporig	FHG	7,98	innen und außen	Eiche, Nr. 1410	nein	ja	nein
Naturhaus Holzlasur außen	Naturhaus	39,87	außen	Pinie	nein	ja	ja
Osmo Color Einmal-Lasur	Ostermann & Scheiwe	38,00	innen und außen	Fichte natur, Nr. 1222	ja	ja	nein
Primax Dickschicht Holzlasur	Praktiker	18,60	innen und außen	farblos, Nr. 609	ja	nein	nein
Relius Holz-Lasur	Büfa Baeuerle	30,40	innen und außen	Kiefer, Nr. 1703	ja	nein	nein
Sodolin pinotex Wetterschutz-Lasur	Sodolin	23,00	innen und außen	Eiche	ja	ja	ja
Sikkens Cetol THB Dickschichtlasur	Akzo Coatings	29,50	innen und außen	alkiefer, Nr. 073	nein	ja	nein
Streich mit Holz-Lasur	FHG	11,98	innen und außen	farblos, Nr. 0100	nein	ja	nein
Swing Color Holzlasur SC Aquo	Bahag (Bauhaus)	13,90	innen und außen	Eiche	ja	nein	nein

**Fettgedruckt** führt zur Abwertung.

**Anmerkungen:** 1) Enthält als Lösemittel Methylglykol. Das wurde laut Anbieter inzwischen durch Dipropylenglykoldimethyläther ersetzt. 2) Laut Anbieter kommt die Verpackung inzwischen ohne PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe aus. 3) Laut Anbieter Verpackung ohne PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe. 4) Lasur enthält relativ viel Blei. Der Anbieter setzt nach eigenen Angaben kein Blei ein und will es entfernen, sobald er die Ursache gefunden hat. 5) Laut Anbieter inzwischen ohne eingeschleppte Aromaten-Reste. 6) Butylglykol und/oder Butylidiglykol sollen in naher Zukunft ersetzt werden. 7) Laut Anbieter kein PVC/PVDC/keine chlorierten Kunststoffe in der Verpackung. Der Anbieter legt Wert auf die Feststellung, daß der Holz-Protector entaromatisiertes Testbenzin nach den Reinheitsanforderungen des Arzneibuches enthält. 8) Lasur hieß früher *Hornbach Bienenwachslasur*. 9) Identisch mit der Wohnraumlaser von Bio-Pin. 10) Laut Anbieter bietet diese Lasur keinen Schutz gegen UV-Strahlung, sie sollte deshalb außen nicht allein, sondern nur zum Aufhellen dunkler Farbtöne verwendet werden, oder aber dort, wo die Sonne nicht direkt hinschneit. 11) Auro bietet dieses Produkt in Mehrweggebinden gegen Pfand an. 12) Hersteller wehrt sich gegen den Eindruck, seine Lasur enthalte Formaldehyd. Es seien allenfalls Formaldehydabspalter enthalten. Die Analysebedingungen mit Säure und hohen Temperaturen, die zur Abspaltung führen könnten, entsprächen nicht den Bedingungen auf Holz. 13) Laut Anbieter inzwischen ohne Butylidiglykol und **donn »empfehlenswert«**.

**Legende:** Zur Abwertung um eine Stufe führten: Formaldehyd-/abspalter, halogenorganische Verbindungen, organische Schwermetallverbindungen mit Kobalt, aromatische Kohlenwasserstoffe, Kunstharze, PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung sowie Butylglykol, Butylidiglykol oder Methylidiglykol. Diese drei Glykolether werden insgesamt um eine Stufe abgewertet.

**Testmethoden:** Lösemittel: L/nomischer Headspace/GC-MS-Screening, qualitativ, oder Membranfiltration/Kapillar-GC mit MS-Detektion. Ausgasung von Acrylaten: Headspace-Technik, Thermostatisierung einer aliquoten Probenmenge im HS-Vial bei 80 °C für 25 Minuten, Kapillar-GC und MS-Detektion. Halogenorganische Verbindungen (AOX): Wasserdampfdestillation, Untersuchung des AOX-Gehaltes im Destillat, AOX-Bestimmung gemäß DIN 38 409 H14, Schüttelmethode, Summe der organischen Halogenverbindungen, berechnet als Chlor. Halogenorganische Verbindungen (EOX): Extraktion im Ultraschallbad nach Zugabe von Diethylether, Reinigung des Extrakts von störenden Komponenten, Zentrifugieren des Extrakts, Verbrennung im Sauerstoffstrom, Coulometrische Bestimmung des Chlorgehalts. Schwermetalle: Totalaufschluß in der Mikrowelle (Druckbombe 110 bar) mit Salpetersäure/Fluorwasserstoffsäure/Wasserstoffperoxid, Zugabe des internen Standards (Yttrium/Rhenium), quantitative Bestimmung mit ICP-MS nach dem Entwurf zur DIN 38 406-E 29 »Bestimmung von 61 Elementen durch ICP-MS« Kalibrierung des ICP-MS mittels Multi-elementstandards (simple linear), Überprüfung von Störungen durch Konthallsatz. Formaldehyd-/abspalter: Destillation unter Zusatz verdünnter Schwefelsäure, photometrischer Nachweis als Dihydratidin oder Auswertung mit Acetylacetone/Ammoniumacetat plus UV-Spektroskopie. PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung: Beilsteinprobe. Bindemittel: Herstellerangaben. Die Preise sind meistens Herstellerangaben, sie gelten für eine Ein-Liter-Dose oder wurden aus dem empfohlenen Preis für die nächstkleinste/nächstgrößte Dose berechnet, meist zu 0,75 oder 2,5 Litern.



Baryglykol	Butyldiglykol	Naturharze, -wachse und -öle	Kunstharze und -wachse	Halogenorganische Verbindungen	Formaldehyd/Formaldehydabspalter	Kobalt	PVC/PVDC/chlorierte Kunststoffe in der Verpackung	Anmerkungen
------------	---------------	------------------------------	------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--------	---	-------------

nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	11) 13)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	11)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	4)

nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	5)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	
nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	8)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	3)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	ja	2) 9)
nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	6)
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	10)

nein	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	12)
nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	1)
ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	2)
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	
ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja	2)
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	10)
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	
ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	7)
nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	nein	6)
nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein	ja	6)
nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	
nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	
ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ja	3)

**Testinstitute:** Lösemittel, Formaldehyd: eco-Umweltinstitut, 50674 Köln, und Dr. Wiertz, Dipl.-Chem. Eggert, Dr. Jörissen, Handels- und Umweltschutzlaboratorium, 21107 Hamburg. Halogenorganische Verbindungen, Schwermetalle: Indikator, Gesellschaft für Umweltanalytik, 42277 Wuppertal. Verpackung: aka-lab, 41516 Wevelinghoven. Ausgasung von Acrylaten, aromatische Lösemittel: Dr. Wiertz, Dipl. Chem. Eggert, Dr. Jörissen, Handels- und Umweltschutzlaboratorium, 21107 Hamburg.

**Verzeichnis der Anbieter:** Akzo Coatings, Magirusstr. 26, 70469 Stuttgart; Aura Pflanzenchemie, Alte Frankfurter Str. 211, 38122 Braunschweig; Bahag/Bauhaus, Gurenbergstr. 21, 68167 Mannheim; Beek'sche Farbwerke, 89150 Leichlingen; Biora Naturprodukte, Oebelstr. 22, 73087 Bad Boll; Bio Pin, Postfach 146, 26351 Wilhelmshaven; Brillux, Weseler Str. 401, 48163 Münster; Büfa Baueverle, Donnerschweer Str. 372, 26123 Oldenburg; Clouth Lackfabrik, Otto-Scheuenerpflug-Str. 2, 53073 Offenbach; Dyuro Deutschland, Klosterhofweg 64, 41199 Mönchengladbach; Ecotec Naturfarben, Altenaer Str. 22, 39507 Lützenhaid; FHG, Weseler Str. 401, 48163 Münster; Glasurit, Glasuritstr. 1, 48165 Münster; Hagebau, Holzengesellschaft für Baustoffe, Postfach 1253, 29602 Saltau; Hornbach, Gießbübel 2-3, 76879 Bornheim; Ikea, Am Wandersmann 2-4, 65719 Hofheim-Wallau; Lackfabrik Union, Rotenhäuser Str. 10, 21109 Hamburg; Leinos Naturfarben, 42579 Heiligennau; Livas, OT Emern, 29568 Wieren; Natural, Postfach 11 16, 83381 Freilassing; Naturhaus Naturfarben, Himmelsbacherstr. 9, 83022 Rosenheim; Obi Systemzentrale, Albert-Einstein-Str. 7-9, 42929 Wermelskirchen; Ostermann & Scheiwe, Hafenerweg 31, 48155 Münster; Praktiker, Postfach 194, 66104 Saarbrücken; Sadolin, Adenauer-Allee 33, 20097 Hamburg; Terra Naturverven, c/o Pixner-Malereibetrieb, Bodenseestr. 109, 81243 München; Valvolux Naturtechnologie, 23911 Harmsdorf.

# Grau raus - grün rein

Betrachtet man die Ortskerne in Städten und Dörfern, so fällt auf, daß die Wand- und Dachflächen zusammengerechnet größer sind als die nicht überbaute Fläche. Zudem sind die Flächen zwischen und um Gebäude oftmals versiegelt oder durch ständiges Befahren, Betreten oder Verseuchen mit naturfremden Stoffen weitgehend zerstört. Was läge da näher, als zu überlegen, ob nicht Wände und Dächer in Zukunft mehr dazu genutzt werden sollten, Grün in die Orte zu bringen. Und das gilt natürlich nicht nur für die Ortskerne, sondern für alle bebauten Flächen. Denn: Außer dem optischen Gewinn gibt es eine Vielzahl weiterer Gründe für die Wand- und Dachbegrünung.

## Viele Vorteile

Eine richtig angelegte Begrünung bringt viele Vorteile.

### - Wärmeisolierung

Insbesondere wintergrüne Wandranker (Efeu) sowie Dachbegrünungen schaffen an der Wand bzw. über dem Dach eine windberuhigte Zone, wodurch die Wärmeisolierung verbessert wird. Im Sommer dagegen beschatten die Pflanzen Dach und Wand, die Wassertranspiration schafft zusätzliche Kühlung - ein doppelter Effekt also.

### - Luftreinigung und -befeuchtung

In den Innenstädten ist die Temperatur im Sommer um einige Grad höher als die Umgebung. Grund ist die starke Aufheizung und Abstrahlung der Wände, Asphaltflächen usw. Pflanzen absorbieren die Wärmestrahlen der Sonne, die Energie wird in organische Masse oder Verdunstungskälte umgewandelt.

So würde im Sommer ein deutlich besseres Klima entstehen. Zudem wird Staub ausgekämmt und Sauerstoff freigesetzt.

### - Ökologische Nischen

Wände können von einigen Pflanzenarten berankt werden, Grasdächer dagegen können richtige Paradiese für trockenheitsliebende Pflanzen sein. In beiden Fällen kommen viele Tierarten hinzu, die hier ihre ökologischen Nischen finden: Käfer und viele andere Kleintiere, Bienen, Hummeln, Schwebfliegen und Schmetterlinge auf den Blüten sowie Vögel, die hier ihre Nester bauen.

### - Biotopverbund

Gebäude stellen meist eine erhebliche Sperre für Wanderbewegungen von Tieren dar. Berankungen und Grasdächer mildern diese Wirkung.

### - Verzögerter Regenwasserablauf

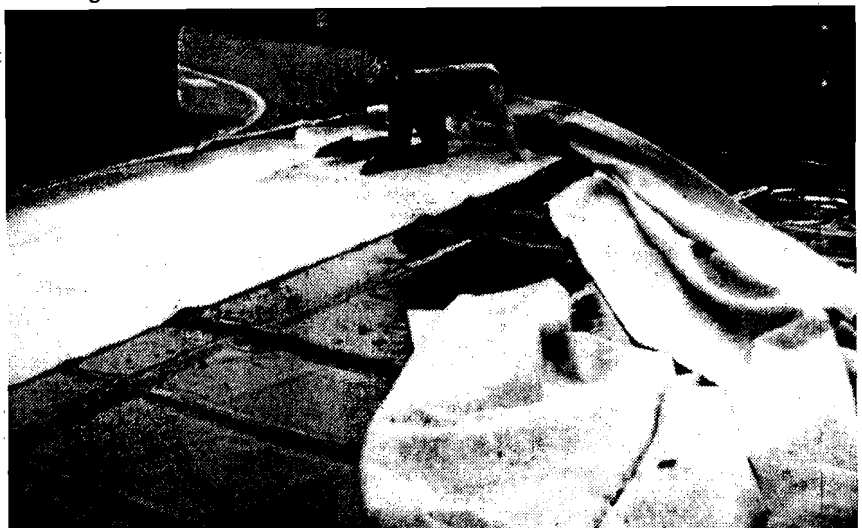
Wer Regenwasser nicht für Toiletten-

spülung und Garten nutzt, schickt bei jedem Regen oder Tauwetter große Mengen Wasser in die Kanalisation. Weil das bei fast allen und zudem auf versiegelten Flächen gleichzeitig geschieht, entstehen Hochwässer. Dachgärten sind eine wirksame Möglichkeit, dieses zu verhindern, da die Wassermassen im Boden aufgesogen und nur langsam an den Abfluß abgegeben bzw. über die Pflanzen verdunstet wird.

### - Schutz der Bausubstanz

Gerade Flachdächer werden oftmals undicht. Die Anlage eines Grasdaches kann Lecks verschließen und auch für die Zukunft eine höhere Sicherheit schaffen, da Einwirkungen von außen die Dichtbahnen schwerer beschädigen können.

Wandberankungen schützen die Wand immer dann, wenn diese noch keine Risse aufweist. Durch das Vermeiden starker Temperaturschwankungen (Sonneneinstrahlung) und durch den Schutz vor Verfeuchtung der Wand wird die Rißbildung verhindert.





## Dachbegrünung konkret

Pflanzen können auf fast jedem Dach wachsen. Mit spezieller Technik hält das Substrat, in dem die Pflanzen wurzeln, auch dort, wo es sehr steil ist. Hier wird dann die Erde durch Einbau von Stufen oder Hakenreihen gehalten, die Pflanzen mit ihren Wurzeln tun ein übriges.

Bei der Entscheidung für ein Grasdach muß allerdings zunächst geprüft werden, ob nicht das anfallende Regenwasser besser gespeichert und für Toiletten und Garten genutzt wird (siehe "Widerhaken" 2/96). Diese Maßnahme ist die wichtigere und sollte daher zuerst durchgeführt werden. Berechnungen ergeben schnell einen Überblick, welche Dachflächen an die Regenwassernutzung angeschlossen und welche begrünt werden. Grundsätzlich ist es günstig, vor allem flache und schwach geneigte für die Begrünung vorzusehen.

Eine Kombination von Grasdach und Solarkollektor (siehe "Widerhaken" 1/96) ist ohne weiteres möglich, der Kollektor muß dann über der Dachebene liegen, also auf einer Trägerkonstruktion, die leicht zu bauen ist und von verschiedenen Kollektorherstellern auch angeboten wird.

Die Anlage eines Grasdaches ist immer dann einfach, wenn die Statik des Gebäudes ausreicht, die Last zu tragen. Berechnet wird dabei eine Belastung mit dem Substrat, Wasser plus eventueller Schneeeinlage. Extensive Dächer mit trockenheitsliebenden Pflanzenarten (Fettheue, Mauerpfeffer, Thymian usw.) sind wesentlich leichter als solche

Dächer, deren Vegetation auch begehbar sein soll (z.B. Rasendach). Die extensive, leichtere Form ist auf den meisten Unterkonstruktionen möglich. Wichtigstes Element ist die Wurzelschutz- und wasserabweisende Folie, die von beiden Seiten geschützt wird (Stoffvlies u.ä.). Auf ihr wird das Sub-



Fotos: Bau eines Grasdaches. Links wird das Schutzvlies über die schon verlegte, dicke und reißfeste Folie gezogen. Danach wird das spezielle Bodensubstrat aufgebracht. Anschließend erfolgt die Einsaat der Grasdachpflanzen, es können auch einzelne Pflanzen direkt gesetzt werden.

Fotos: Jörg Janisch

st. Lavaer...  
Pflanzen wer...  
gesät und/oder gepflanzt.  
baren Dach wird der...  
bzw. auch einzelne Stauden...  
sche gepflanzt.  
Zu einer Seite wird ein Überlauf eingebaut, entweder punktförmig oder in eine Regenrinne.

Aus ökologischer Sicht ist vor allem das extensive Dach sinnvoll, da es ohne Zufuhr zusätzlicher Stoffe und ohne Beregnung auskommt. Begehbare Teile müssen dort allerdings unbewachsen bleiben bzw. mit Holzlattenwegen oder anderen Konstruktionen gesichert werden. Die empfindlichen Trockenpflanzen überleben einen intensiven Betritt nämlich nicht.

## Grüne Wände

Gegen die Berankung von Wänden und Mauern spricht gar nichts, da hier die eventuelle Regenwassernutzung nicht

konkurriert. Wichtig ist, daß die Wand vor einer Berankung überprüft und eventuell saniert wird. Risse sollten verputzt werden. Ist dann eine intakte Wand berankt, treten Risse kaum noch auf.

**- Selbstrankende Arten**

Einige Ranker benötigen keine Hilfe, sondern saugen sich mit ihren Füßen an der Wand fest. Bekannteste Arten: Wilder Wein (Sonnenseite) sowie Efeu (auch schattenertragend).

Aus ökologischer Sicht sollte vor allem den heimischen Arten der Vorrang gegeben werden, da sich auf ihnen mehr Insektenarten ansiedeln können. Heimische Pflanzen dienen als Grundlage für die Nahrungskette, während fremde oder gezüchtete Arten oftmals von heimischen Tieren verschmäht werden. Besonders günstig ist, wenn die berankten Wände mindestens stellenweise Anschluß an Wildwuchsbereiche oder Gebüsche haben.

**Kosten und Zuschüsse**

Während Wandberankungen kaum Geld kosten (Pflanzmaterial kann gekauft oder auch selbst gezogen werden), ist bei einer Dachbegrünung mit einem Kostenaufwand von DM pro Quadratmeter zu rechnen.

In einigen Gemeinden gibt es Zuschüsse. In der Stadt Gießen sind dabei sogar "himmlische Zeiten" angebrochen. Aufgrund der geringen Nachfrage werden Dachbegrünungen ab sofort mit 100 Prozent bezuschußt, wenn die Arbeit in Eigenleistung vollbracht wird. Wird eine Firma beauftragt, werden 50 Prozent der Kosten übernommen. In anderen Gemeinden sollte beim Umweltbeauftragten oder im Bauamt nachgefragt werden.

**BIOTOPANLAGEN ■ NATURGÄRTEN**

Schwimm- und Gartenteiche, Steingärten, Trockenmauern, Totholz, Dachbegrünung, Pflanzenkläranlagen, Regenwassernutzung

Infos anfordern bei:  
**JANISCH & PARTNER**

Bahnhofstr. 15 ▶ 35516 Münzenberg-Gambach ▶ Tel (06033) 7 25 48 ▶ Fax 7 26 47



Wer ein Grasdach sehen will, sollte in die Projektwerkstatt nach Saasen kommen - gebaut ist es von der Fa. Janisch&Partner.

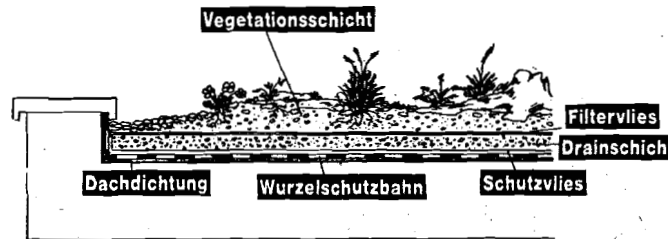
Folgende Möglichkeiten sind denkbar:

**- Spalierobst**

Obstbäume werden direkt an die Hauswand gepflanzt und deren Äste an ein Rankgerüst angebunden. So wachsen diese nur direkt an der Wand. Die Äste können waagrecht geführt oder auch zu künstlerischen Formen gebracht werden.

**- Rankgerüst**

Die meisten Rankpflanzen benötigen ein Gerüst, vor allem die nutzbaren Weinsorten. Das Rankgerüst muß fest in der Wand verschraubt sein und kann aus festem Draht oder Holzleisten bestehen. Neben den Weinsorten sind verschiedene Blütenarten bekannt: Clematis- und Knöterich-Sorten usw. Zudem wächst der Hopfen, der auch schattenverträglich ist.



## Literaturtipps zum Thema

Die folgende Auswahl enthält weitergehende Literaturhinweise. Beachtet werden sollten in jedem Fall die Quellenangaben zu den in diesem Reader ausgewählten Dokumenten.

BUND

### Globus spezial "Bauen & Renovieren"

(1998, BUND in Neckarsulm, 210 S., 14,80 DM)

Der erste Eindruck ist zweischneidig: Das Thema ist offenbar ist - Werbung ohne Ende dominiert das Heft. Dazwischen aber finden sich viele, viele Einzeltexte zu allen wichtigen Bereichen des Bauens und Bastelns am eigenen Haus. Im Kapitel zur Planung geht es um Vorbilder, Grundrisse und Geld, dann folgen Infos zu Baustoffen und Innenausbau, schließlich zu Energietechnik und Dämmung. Ein Sonderteil behandelt Möbel und Textilstoffe im Haus. Insgesamt viel zu blättern, wobei der Überblick oft etwas leidet im Text- und Bilderchaos plus Anzeigen.

**K. Weinmann**  
**Handbuch Bauschutz**  
(1994, expert in Ehningen, 449 S., ? DM)  
Der dritte Band des Handbuchs behandelt folgende Themen-  
schwerpunkte: Beschichtungen und Untergrundbehand-  
lung, Farben, Energiesparmaßnahmen sowie Um-  
weltschutz und Emissionen. Die Kapitel sind von  
Fachleuten verfasst.

**H.P. Andrä u.a.**  
**Baustoff-Recycling**  
(1994, ecomed in Landsberg, 168 S., 48,- DM)  
Das Buch zeigt Mengen, Nutzungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete  
für Baustoffe, die schon einmal verwendet wurden.

**Günter Vollmer und Manfred Franz**  
**Chemie in Haus und Garten**  
(1994, dtv in München, 287 S., 22,90 DM)  
Übersichtlich und detailliert werden alle Giftstoffe für Haus-  
halt und Garten dargestellt. Das Buch dient als Warnung,  
die positiven Alternativen bleiben meist ungenannt.

**Bund Deutscher Architekten**  
**Umwelt-Leitfaden für Architekten**  
(1995, Ernst & Sohn in Berlin, 209 S. + Beilage, 148,- DM)  
Ein hervorragendes Buch - gut dargestellt und voller prakti-  
scher Hinweise auf umweltentlastende Bauweisen und In-  
stallationen. Aufgeteilt nach den Schwerpunkten Energie,  
Boden und Abfall werden Tipps zu Städtebau, Verkehrs- und  
Freiraumplanung sowie zum Hochbau (Gebäude) vermittelt.

**H. Hildebrandt/M. Kirschner**  
**Bauen und Basteln im Garten**  
(1994, Weltbild in Augsburg, 80 S., ? DM)  
Für Zäune, Wege, Stufen, Mauern, Anbauten und Teile am  
Haus, Kinderspielgeräte und Wuchshilfen für Pflanzen wer-  
den genaue Bauanleitungen gegeben.

Unabhängiges Institut für Umweltfragen  
**Bürger- und Verbandsbeteiligung im Umweltschutz**  
(1995, UFU in Berlin, 54 S., ? DM)  
Obwohl das A4-Heft gar nicht so umfangreich ist, enthält  
es doch sehr viele Informationen zu den unterschiedlichen  
Bereichen des Umweltschutzes. In Texten und Schaubildern  
werden die Möglichkeiten benannt, wann und wie sich  
BürgerInnen oder die anerkannten Naturschutzverbände  
einmischen.

### Gabriele Colditz und Rene Villiger

**Umweltbewußt leben**  
(1991, Midea in CH-Küttigen, 128 S., 22,- DM)  
Zu vielen Bereichen werden konkrete Umwelttipps gegeben, dabei  
jedoch viele Themen nur sehr oberflächlich gestreift, z.B. das  
Thema Garten auf 18 Seiten mit großer Schrift. Die benannten  
Tipps aber sind konsequent, daher doch ein empfehlenswertes  
Buch für alle, die nicht länger auf andere warten wollen.

### Holger König

**Das Dachgeschoß**  
(1993, ökobuch in Staufien, 237 S., 48,- DM)  
Was alles aus einem Dachgeschoß zu machen ist, wird in dem  
Buch eindrucksvoll geschildert. Fotos, Schemazeichnungen und  
Text geben präzise Anweisungen zum Selbstausbau.

### Umweltgerechte Baustoffe

(1990, Umweltbundesamt in Berlin, 125 S., 10,- DM)  
Das Buch dokumentiert Vorträge und Arbeitsergebnisse et-  
was entsprechenden Workshops zum Thema. Dabei geht es we-  
niger um konkrete Anwendungstipps als um die Klärung der Rah-  
mendaten für den Einsatz umweltgerechter Baustoffe.

### J. Weber

**Bürogifts**  
(1994, Eichborn in Frankfurt, 150 S., 20,- DM)  
Raumklima, Möbel, technische Geräte, Licht, Elektrosmog, Abfall,  
Rauchen, Mobbing, Architektur und einige weitere Themenfelder  
werden angesprochen. Immer gibt es gute Tipps zum Handeln.

### K.H. Plestorf

**Kachelöfen**  
(1992, Bauverlag in Wiesbaden, 320 S., 58,- DM)  
Detailliert mit vielen Informationen pro Seite - ein Buch  
nicht nur mit Konstruktionszeichnungen und Bauanleitun-  
gen, sondern auch der dahinterstehenden Theorie, Infor-  
mationen zu Schornsteinen usw.

### BINE Informationspakete

**Fenster und Fenstersysteme**  
**Bildungsführer Erneuerbare Energien**  
**Reiseführer Erneuerbare Energien**  
(1993, TÜV Rheinland in Köln, je 80 S., je 22,- DM)  
Die "Pakete" sind handliche A5-Bücher, in denen das je-  
weilige Thema kurz und präzise abgehandelt wird - oft  
sind es Sammlungen von Adressen (z.B. bei Bildungs- und  
Karten u.ä. beigelegt).

### Harry Lehmann/Torsten Reetz

**Zukunftsenergien**  
(1995, Birkhäuser in Basel, 288 S., 29,80 DM)  
Weniger vom Layout, umso mehr aber vom Aufbau des  
Buches her lädt es zum Lesen ein: Zum einen gibt es in  
klarer Gliederung Informationen zu den umweltverträgli-  
chen Energieträgern und zu den Gefahren der hier-  
politik, zum anderen finden sich immer kleine Geschichten  
aus der Zukunft, die die Situation beschreiben, die eintre-  
ten könnte, wenn die Vorschläge für eine veränderte Ener-  
giepolitik verwirklicht würden.

### Richard Niemeyer

**Der Lehm- und seine praktische Anwendung**  
(1946/90, Ökobuch in Staufien, 157 S., 14,80 DM)  
Unverändert ist das Werk aus dem Jahr 1946 nachgedruckt  
worden. Die Kenntnisse von damals sind auch heute aktuell, die  
konkreten Tipps an vielen Orten anwendbar.

### Karl-Heinz Böse

**Brunnen- und Regenwasser**  
(1991, Ökobuch in Staufien, 110 S., 16,80 DM)  
Wasser wird knapp, da sind gute Ideen wichtig. Konkrete Tipps  
für Regen- und Grundwassergewinnung, Speicherung, Verteilung  
im Haus und im Garten füllen die Seiten. Alle Darstellungen sind  
nachahmbar.

### Claudia Lorenz-Ladener

**Kompost-Toiletten**  
(1992, Ökobuch in Staufien, 163 S., 29,80 DM)  
Eine Toilette ohne Wasser und Abwasser? Das Buch schildert  
alte und moderne Toiletten, in denen menschliche Ausscheidun-  
gen, gezielt aufbereitet, zu einem wertvollen Kompost werden.  
Bauanleitungen regen zur Eigeninitiative an.

### Horst Crome

**Windenergie-Praxis**  
(1987, Ökobuch in Staufien, 152 S., 29,80 DM)  
Grundlagen und konkrete Bauanleitungen füllen das Buch, das  
allen hilft, die selbst die natürliche Energiequelle Wind nutzen  
wollen.

### Siegfried Scheer

**Stromsparen beim Waschen**  
(1983, Ökobuch in Staufien, 65 S., 7,80 DM)  
Es füllt ein ganzes Buch, was allein für die Geschirrspül- oder  
Waschmaschine an Sparmöglichkeiten besteht. Im Mittelpunkt:  
Ein Warmwasseranschluss, d.h. die Elektroheizung der Maschine  
erwärmt nicht mehr, sondern die normale Brauchwassererwär-  
mung im Haus.

### Heinz Ladener

**Solaranlagen**  
(1993, Ökobuch in Staufien, 224 S., 44,- DM)  
Das sehr neue und aktuelle Buch zeigt eine vielseitig verwend-  
bare Übersicht über die Solarsysteme zur Warmwassergewinnung  
bzw. Heizung von Häusern. Bauanleitungen schaffen ein konkret  
einsetzbares Buch.

### Heinz Ladener

**Solare Stromversorgung**  
(1986, Ökobuch in Staufien, 163 S., 29,80 DM)  
Taschenrechner, Wohnmobil, Teichpumpe und vieles mehr sind  
stimmvolle Einsatzorte für Solarstromgewinnung. Das Buch nennt  
Beispiele, Grundlagen und gibt Montageanleitungen.

### Klaus Bahio und Gerd Wach

**Naturnahe Abwasserreinigung**  
(1992, Ökobuch in Staufien, 137 S., 29,80 DM)  
Pflanzenkläranlagen sind eine umweltschonende Maßnahme zur  
Reinigung von Abwässern, vor allem bei organischen Belastun-  
gen. Das Buch nennt Konstruktionszeichnungen und Bauanleitun-  
gen samt Bauanleitungen vor allem für Kleinanwender (Einfamilien-  
haus u.ä.).

### Michael Lardy

**Wild auf Sonnenenergie**  
(1991, Energiewende in Eschringen, 193 S., ? DM)  
Nach einigen Texten zu Grundlagen und Hintergründen werden  
konkrete Projekte vorgestellt - angefangen von kleinen Lampen  
bis zu ganzen Häusern.

### Michael Lardy

**Das Saarland zapft die Sonne an**  
(1992, Energiewende in Eschringen, 114 S., 7,- DM)  
Saarland hat ein vorbildliches Solarförderprogramm. Das Buch  
nennt Grundlagen der Solarnutzung, die Förderprogramme und  
stellt Solarfirmen vor.

### E.U. Hiersche und T. Wörner

**Alternative Baustoffe im Bauwesen**  
(1991, Ernst&Sohn in Berlin, 276 S., 138,- DM)  
Umweltverträglichkeit, Bautechnik, Anlagentechnik und Wirt-  
schaftlichkeit werden im Untertitel des Buches als dessen Inhalte  
angegeben. Mit dem Buch wird endlich ein umfassender Über-  
blick über alle Bereiche des Bauens und der Möglichkeit, umwelt-  
gerechte Baustoffe einzusetzen, gegeben. Neben dem Hochbau  
geht es auch um Straßenbau, Deponien usw. Die verwendbaren  
Materialien werden geschildert, ebenso Verfahren zur Aufberei-  
tung und deren Wirtschaftlichkeit.

**H.J. Kursawa-Stucke und H.J. Nantke**  
**Umweltfreundlich bauen**  
 (1996, Knauer in München, 478 S., 17,90 DM)  
 Ein dickes Taschenbuch mit praktischen Tipps und einem umfangreichen Anhang mit Adressen und Glossar. Alle wichtigen Bereiche des Bauens und Renovierens werden besprochen, es geht um die eingesetzten Stoffe und die Technik der Renovierung, denn auch durch einige Tricks beim Bauen läßt sich die Umwelt entlasten.

**Rudolf Doerner**  
**Pflanzenhäuser**

(1987, Panorama in Albstätten, 187 S.)  
 Schöne Texte und Bilder, aber wenig praktische Tipps. Einige Widersprüche ergeben sich auch bei den Fotos: Nur ganz wenige sind wirklich Pflanzenhäuser, die meisten begrünte, "normale" Bauten. Die Schlüsselfrage der meisten Menschen ("Geht das überhaupt?") dürfte so nicht beantwortet werden.

**T. Bohr/M. Altmeyer**  
**Öko-Check Wohnen**  
 1996, Falken in Niedernhausen, 152 S., 14,90 DM)  
 Gut gegliedert enthält das Buch eine Übersicht über die verschiedenen Schadquellen, die im Haus auftreten können: Formaldehyd, Holzschutzmittel, Pilze, Milben, Asbest und vieles mehr. Der Text wird ergänzt von Checklisten und Adressenlisten.

**Günther Moewes**

**Weder Hütten noch Paläste**  
 (1995, Birkhäuser in Basel, 224 S., 39,80 DM)  
 Hochhäuser sind "out", Einfamilienhäuser verschwinden Energie, Rohstoffe und Fläche. Im Buch werden Modelle entwickelt, wie Architektur und Ökologie in Einklang gebracht werden können - und der Mensch daran auch gewinnt.

**Wolfgang G. Jäger**

**Handbuch Asbestsanierung**  
 (1994, Ecomed in Landsberg, Loseblatt, 148, DM)  
 Der stabile und dicke Ordner ist zur Zeit erst mit ca. 350 Seiten gefüllt. Etliche Kapitel werden erst mit den Nachlieferungen folgen. Zu den Grundlagen, Arbeitsmedizin und Teilen der Sanierungstechnik sind allerdings schon übersichtliche und umfassende Informationen zusammengestellt. Wer mit Asbest zu tun hat, findet in dem Werk eine gute Sammlung einschließlich der Rechtsvorschriften.

**Reinhold Rühl/Norbert Klinger**  
**Handbuch Bau-Chemikalien**

(1995, Ecomed in Landsberg, Loseblatt, 128, DM)  
 Das Werk mit zur Zeit ca. 600 Seiten ist von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft herausgegeben worden. Es enthält neben Grundlagen und Rechtsvorschriften vor allem viele Merkblätter zu den einzelnen Stoffen, zu Gefahrenhinweisen, Betriebsanweisungen usw.

**Heinz-Alfred Losch**  
**Regenwasser für Haus und Garten nutzen**

(1996, Falken in Niedernhausen, 96 S., 24,80 DM)  
 In der "Do it yourself" - Reihe des Verlages widmet sich dieses Buch dem Bau von Regenwassernutzungsanlagen. Alle Tipps sind verständlich und mit guten Fotos bebildert, auch für Laien ist es so einfach, Trinkwasser einzusparen.

**Karl H. Schubert**  
**Betonieren, Mauern, Fliesen**  
 (1996, Falken in Niedernhausen, 104 S., 19,90 DM)

Übersichtlich, praxisorientiert und umfassend sind die Tipps zu den Themen, die im Titel angegeben sind. Selbst AnfängerInnen verstehen schnell, wie was gemacht wird.

**Michael Zschiesche**  
**Umweltstandards und Grenzwerte**  
 (1996, UFU in Berlin, 39 S., 7 DM)  
 "Für betroffene Bürger, Bürgerinitiativen & in Beteiligungsverfahren" steht im Untertitel. Genau die so Angesprochenen erhalten aus dem A4-Heft viele Informationen über bestehende Grenzwerte und Standards, die im Alltag wichtig sein können - z.B. für Schadstoffe im Innenraum, Lärm usw.

**Tom Koenigs**  
**Minus 50% Wasser möglich**  
 (1995, E. Blotner in Taunusstein, 108 S., 29, DM)  
 Konkrete Beispiele werden aufgeführt, geschrieben von verschiedenen AutorInnen, die in diesen Bereichen: wasser- und energiesparende Möglichkeiten in der Stadtplanung und im Innenraum, Lärm usw.

**Katalyse**  
**Farbstoffe aus der Natur**  
 (1997, Die Werkstatt in Göttingen, 159 S., 24 DM)  
 Geschichte der Farbstoffe, Verdrängung durch künstliche Produkte und die Wiederentdeckung sind die Hauptkapitel des Buches, ergänzt um Informations zum Anbau der Färbepflanzen. Im Anhang finden sich Rezepte, Adressen und ein kleines Glossar.

**Ratgeber Wohnen & Wohlfühlen**

(1996, Umweltinstitut in München, 222 S., 19,80 DM)  
 Eine gute Zusammenstellung für alle, die einen Überblick über Schadstoffquellen und die Möglichkeiten der Verbesserung suchen. Nacheinander werden die Quellen aufgeführt, sodann folgen rechtliche Hinweise z.B. für MieterInnen, Vorstellung von Gütezeichen usw.

**UnternehmensGrün**  
**Umweltverträglicher Industrie- und Gewerbebau**

(1996, ökom in München, 171 S. plus CD)  
 In verschiedenen Kapiteln werden die Aspekte für umweltgerechte Bauweisen dargestellt: Energiesparen, Baustoffe usw. Zudem geht es um rechtliche Aspekte und Finanzierungen. Sehr kurz kommt die Sanierung bestehender Gebäude weg, obwohl das zweifelsfrei der umweltverträglichste Weg wäre. Die CD bietet das Buch in Farbe und weitere Quellen.

**Wärmedämmstoffe im Vergleich**  
 (1997, Umweltinstitut in München, 102 S., 19,80 DM)  
 Alle wichtigen Dämmstoffe werden beschrieben und hinsichtlich der Kriterien Dämmwirkung, Energieaufwand bei der Herstellung und Preis verglichen. So läßt sich gut auswählen, was für Umwelt und Geldbörse am günstigsten ist.

**Guntram Kohler**  
**Recyclingpraxis Baustoffe**

(1997, TÜV Rheinland in Köln, 637 S., 168 DM)  
 Ein dickes Buch mit allem, was wichtig ist: Rechtliche Rahmenbedingungen, stoffliche Informationen und Wege der Aufbereitung. Zudem finden sich Informationen zum Markt sowie zur Wirtschaftlichkeit des Recyclings. Am Ende folgen Adressen von Firmen, Behörden und Beratungsstellen.

**BINE**  
**Energie- und umweltgerechte Sanierung**

(1995, TÜV Rheinland in Köln, 80 S., 22 DM)  
 Ein technischer Ratgeber vor allem für Mehrfamilienhäuser bzw. für Baufirmen und HausbesitzerInnen, bei denen die Wirtschaftlichkeitsträger im Vordergrund steht. So sind im Buch z.B. auch die Baustelleneinrichtung usw. finanziell berechnet, das Einsparen von Sanierungsmaßnahmen, wenn z.B. statt der Fassadenrenovierung eine Kubaturstrategie angewandt wird. Baubiologische Aspekte fehlen im Buch allerdings völlig.

**Heinz Schulz**

**Wärme aus Sonne und Erde**  
 (1995, Ökobuch in Staufen, 140 S., 34,80 DM)

Die Nutzung der solaren Wärme sowie Erdwärme und Wärmespeicherung in der Erde sind die Themen des Buches, das in Text, Foto und Zeichnung viele praktische Tipps für alle gibt, die selbst aktiv werden wollen in, auf und unter dem Haus.

**Henrik Paulitz**  
**Solare Netze**

(1997, Die Werkstatt in Göttingen, 190 S., 28,- DM)

Ziel des Autors ist es, die Möglichkeiten aufzuzeigen, wie mit einer optimalen Nutzung und Speicherung solarer Wärme plus Verwendung von Biomasse als Energieträger ein umweltgerechtes Beheizen von Häusern möglich ist. Auch Verbundlösungen für ganze Stadtteile werden vorgestellt.

**BINE**

**Nutzung der Windenergie**

(1995, TÜV Rheinland in Köln, 87 S., 22 DM)  
 Klein, aber doch recht umfassend: Nach einer Einführung über Windverhältnisse geht es im Hauptteil um die Technik der Rotoren, Turbinen usw. Anschließend werden Erfahrungswerte, Wirtschaftlichkeitsdaten und rechtliche Rahmenbedingungen erläutert.

**Volker H. Hoffmann**  
**Wasserstoff - Energie mit Zukunft**

(1994, B.G.Teubner in Leipzig, 171 S., 19,80 DM)  
 Die technischen Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzbereich der Wasserstofftechnik werden erläutert. Wasserstoff gilt als optimaler Energiespeicher z.B. in Verbindung mit Solartechnik. Schwerpunkt des Buches ist die Lagerbarkeit von Wasserstoff, z.B. auch in Flugzeugen, um ihn dort als Antriebsmittel zu nutzen.

**Gerd Ziesemann u.a.**  
**Natürliche Farben**

(1997, AT Verlag in Aarau, 142 S., 48 DM)  
 Das Buch für alle, die selbst "matschen" wollen: Phantasievolle Putze, Wand- oder Holzfarben, selbst gemischt oder formenreich aufgetragen. Das Buch gibt mit Text und Fotos viele Anregungen.

**Klaus Schillberg/ Heinz Knieriemer**  
**Naturbaustoff Lehm**

(1993, AT Verlag in Aarau, 192 S., 54 DM)  
 Text, Zeichnungen und Fotos geben einen guten und nachvollziehbaren Einblick in die Lehmbautechnik, von kleinen Ausbesserungen bis großen Häusern läßt sich mit Lehm viel machen. Weitere Kapitel behandeln den Einsatz von Farben und Klebern, der fachtechnische Teil in der Mitte gibt Zahlen: k-Werte, Preise usw.

**Künstliche Mineralfasern in der Diskussion**

(1994, Umweltinstitut in München, 63 S., 5 DM)  
 Mineralwollefasern stehen im Verdacht, Gesundheitsschäden hervorzurufen. Im Büchlein werden die Gefahren dargestellt, getrennt nach verschiedenen Einbauverfahren (z.B. mit und ohne Rieselschutz).