

Zum Geleit

Diese Broschüre behandelt einen Lebensbereich, in dem Entscheidendes zur Erhaltung der Natur und zur Verbesserung menschlicher Lebensbedingungen getan werden kann. Dazu ist es wichtig, daß das ökologisch bewußte Bauen vom Engagement einzelner zur Selbstverständlichkeit für alle wird.

Wohnen und Arbeiten sind Grundbedürfnisse des Menschen. Für beides sind Gebäude nötig. Die Bauwirtschaft spielt eine erhebliche Rolle bei der wirtschaftlichen Entwicklung, und das Bauhandwerk bietet viele qualifizierte Arbeitsplätze. Wohneigentum trägt zur Identifikation des Bürgers mit seiner Stadt, mit seiner Region bei.

Aber Bebauung greift auf vielfältige Weise in die Umwelt ein:

- ▶ sie nimmt freie Landschaft in Anspruch
- ▶ sie versiegelt Boden
- ▶ sie trägt zum Ressourcenverbrauch durch Baustoffe bei
- ▶ sie trägt zur Schadstoffemission bei
 - bei der Baustoffherstellung
 - aus Baustoffen in der fertigen Wohnung
- ▶ sie trägt zum Verbrauch von Primärenergie für die Beheizung bei

Wer ökologisch baut, läßt also nicht nur PVC-Tapeten und beschichtete Spanplatten im Baumarkt stehen. Er fragt sich vielmehr auch, ob der Standort und die Bauform günstig sind und wieviel Energie das Haus auf die Dauer braucht. Und die Schließung einer Baulücke beeinträchtigt die Umwelt weniger als das „Häuschen im Grünen“.

Vor allem in den Schlüsselbereichen „Energie“ und „Baustoffe“ soll diese Broschüre allen Bauherren Hilfestellung bieten, die sich aus Verantwortung gegenüber der Umwelt und zum Schutz ihrer Gesundheit mit dem Thema „umweltbewußtes Bauen“ auseinandersetzen.



*Dr. Bernhard Everke
Oberbürgermeister der
Stadt Donaueschingen*



*Dr. Gerhard Bronner
Umweltbeauftragter
des Gemeinde-
verwaltungsverbandes
Donaueschingen*

Inhaltsverzeichnis

A. Was für ein Haus? 4
 Der Umgang mit der Fläche 4

B. Energiesparendes Bauen 6

 I. Gebäudeform und Ausrichtung 6

 1. Standort 6

 2. Die Sonneheitz mit 6

 3. Gebäudeform 7

 II. Wärmedämmung 7

 III. Lüftung 11

 IV. Heizung und Warmwasser 14

 1. Wärmeerzeuger 14

 2. Brennstoffe 18

 3. Nahwärme 20

 4. Warmwasser 20

 5. Weitere Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung 22

 V. Stromverbraucher 23

C. Baustoffe 24

 I. Tragende Elemente und Innenräume 25

 1. Wandmaterial 25

 1.1 Holz 26

 1.2 Mineralische Massivbaustoffe 27

 2. Verkleidung und Innenausbau 28

 3. Dachhaut 29

 4. Fenster 29

 5. Bodenbelag 29

 6. Rohrsysteme 30

 II. Dämmstoffe 30

 III. Oberflächenbehandlung 33

 1. Lacke 33

 2. Kleb- und Dichtstoffe 34

D. Umweltschutz rund ums Haus 36

 I. Wassersparen 36

 II. Versiegelung 37

 III. Begrünung 38

 IV. Abwasser 40

E. Der fahrbare Untersatz 41

F. Wo kann ich mich weiter informieren? 42

G. Wo gibt es Geld? 42

H. Literatur 46



Impressum

Herausgeber:
 Stadt Donaueschingen

Text:
 Marie-Laure Guétault,
 Gerhard Bronner,
 GW Donaueschingen

Satz und Repro:
 von Briel Grafik,
 Donaueschingen

Druck: Druckerei Moog,
 Hüfingen

Gedruckt auf
 Recyclingpapier

2. Auflage
 5.000 – 10.000

November 1998

Was für ein Haus?

Der Umgang mit der Fläche

Häuser können als Einfamilienhäuser, Doppelhäuser, Reihenhäuser oder im Geschosswohnungsbau konzipiert werden. Der Traum vieler Bauherren ist ein Einfamilienhaus am Stadtrand auf großem Grundstück. Aus Umweltsicht ist dies jedoch keine gute Lösung, da sie am meisten Fläche verbraucht.

Die Bodenfläche kann um keinen Quadratmeter vergrößert werden. Freie Landschaft hat einen hohen Wert, für die Umwelt ebenso wie für die Erholung des Menschen. Gebot der Stunde ist also ein sparsamer Umgang mit Bauland. Am günstigsten sind daher Reihenhäuser, gut gestaltete Geschosswohnungsbauten und andere Bauformen mit einer hohen Nutzungsdichte. Reihenhäuser können auf nur 300 qm großen Grundstücken errichtet werden, bei Einfamilienhäusern sind oft noch 700 qm üblich. Es müssen ja nicht gleich Hochhäuser sein.... Bei einer guten Planung und Gestaltung können durchaus auch dicht bebaute Gebiete eine hohe Wohnqualität aufweisen.

Besonders sparsam im Umgang mit der Fläche: Reihenhäuser.



Locker bebaute Einfamilienhausgebiete haben eine Reihe weiterer Nachteile:

- ▶ es läßt sich nur mit erhöhtem Aufwand ein sinnvoller Nahverkehr organisieren
- ▶ eine effektive Nahwärmeversorgung ist weniger wirtschaftlich
- ▶ der Aufbau von Infrastruktur (Läden, Banken, Dienstleistungseinrichtungen) rentiert sich wegen der dünnen Besiedlung nicht

Wer etwas für die Umwelt tun will, akzeptiert auch dichtere Bauformen wie z.B. Reihenhäuser. Der Wunsch nach einem Garten ist verständlich und berechtigt. Man kann Gemüse anbauen, Gehölze pflanzen und sich einen Erholungsraum schaffen. Doch wenn Grundstücke von 700 qm und mehr lediglich als Rasenfläche mit einigen Koniferen genutzt werden, so ist das eine Verschwendung. Deshalb handelt umweltbewußt, wer auch kleine Baugrundstücke akzeptiert, diese dann aber intensiv nutzt und gestaltet. Sie kommen außerdem wesentlich billiger.

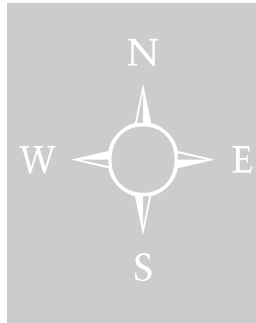
Die Hüfinger Altstadt: Eine große Wohndichte bei hoher städtebaulicher Qualität.



Energiesparendes Bauen

Wer heute neu baut, legt den Heizenergiebedarf seines Hauses auf Jahrzehnte fest. Ein hoher Energieverbrauch bringt hohe Umweltbelastungen mit sich: am Ausstoß des Gases Kohlendioxid (CO₂) als wichtigstem Verursacher des Treibhauseffektes sind in Baden-Württemberg Haushalte und Kleinverbraucher mit fast der Hälfte beteiligt. Bundesweit sind jährlich über 100 Millionen Tonnen CO₂ auf die Beheizung der Gebäude und die Warmwasserbereitung zurückzuführen. Hier liegt also ein großes Sparpotential.

Wer von Anfang an richtig plant, kann sowohl Ressourcen und Geld sparen als auch die Umwelt schonen. Außerdem sind steigende Energiepreise bei knapper werdenden Vorräten und einer irgendwann kommenden CO₂- oder Energiesteuer sicher zu erwarten.



I. Gebäudeform und -ausrichtung

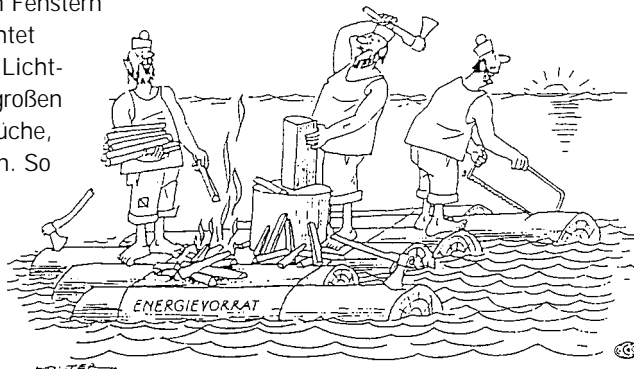
1. Standort

Ein vorteilhafter Standort eines Hauses ist windgeschützt und liegt auch im Winter in der Sonne. Gebäude sollten auf dem Grundstück so angeordnet werden, daß eine vorhandene oder vorgesehene Bebauung und Bepflanzung gegen Wind schützt, aber nicht verschatten kann.

2. Die Sonne heizt mit

Wichtig ist, das Haus richtig zur Sonne zu orientieren (Ost-West-Firstrichtung, wenn es der Bebauungsplan zuläßt). Die Aufenthaltsräume mit großen Fenstern sollten nach Süden ausgerichtet sein, Räume mit geringerem Licht- oder Wärmebedarf oder mit großen internen Wärmegewinnen (Küche, Bad) nach Norden oder Osten. So kann die Sonnenwärme passiv genutzt werden.

*„So leben wir,
so leben wir,
so leben wir alle Tage.“*



3. Gebäudeform

Gebäude sollten möglichst „kompakt“ konzipiert werden. Viele Kanten, Vorsprünge und Erker wirken wie Kühlrippen: sie vergrößern die Außenwandfläche und damit den Energieverbrauch. Eine „Bauklotzarchitektur“ ist trotzdem nicht nötig: ein attraktives Äußeres und energiesparende Bauweise schließen sich nicht aus!

Bei der Wahl der Bauform ist zu beachten, daß Doppel- und Reihenhäuser bei gleicher Größe und Ausführung weniger Energie als freistehende Einzelhäuser verbrauchen.

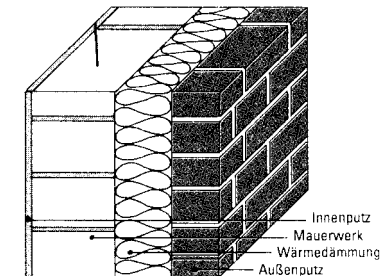
So könnten Ihre Außenwände aufgebaut sein:

II. Wärmedämmung

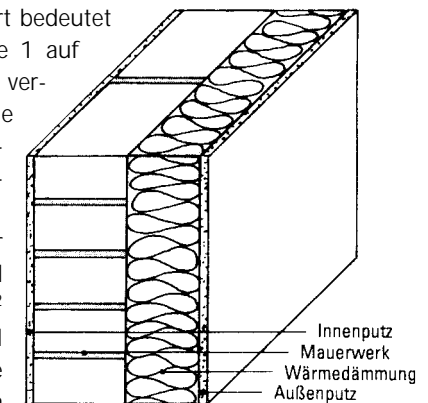
Die seit 1.1.1995 geltende Wärmeschutzverordnung (WSchVO '95) schöpft leider den Stand der Technik nicht aus. Aus ökologischer und langfristig auch ökonomischer Sicht müßten die Dämmstandards deutlich höher sein.

Der Energieverbrauch eines Gebäudes hängt von den k-Werten (k=Wärmedurchgangskoeffizient) seiner Bauteile ab. Der k-Wert gibt an, wieviel Energie pro m² Außenfläche bei einer bestimmten Temperaturdifferenz verloren geht. Seine Einheit ist Watt pro m² und °Kelvin (W/m²/°K). Ein halber k-Wert bedeutet einen nur halb so großen Wärmeverlust. Die Tabelle 1 auf der folgenden Seite zeigt die ungefähren k-Werte verschiedener Baustandards. Ebenfalls angegeben ist die „Energiekennzahl“. Sie ist ein Maß für den Jahresenergiebedarf pro Wohnfläche und damit für die Wärmeschutzqualität.

Noch haben nach WSchVO '82 gebaute Häuser einen Energiebedarf von 15-18 l Heizöl pro m² und Jahr, nach der WSchVO '95 sind es 9 bis 13 l pro m² und Jahr. Niedrigenergiehäuser kommen mit 3-7 l Heizöl pro m² und Jahr aus! Sie entsprechen heute dem Stand der Technik und sind mit Mehrkosten von etwa 60 bis 100 DM/m² Wohnfläche oder 4 bis 7% der Baukosten zu errichten. Langfristig lassen sich die Mehrkosten jedoch durch eingesparte Heizkosten weitgehend ausgleichen, insbe-



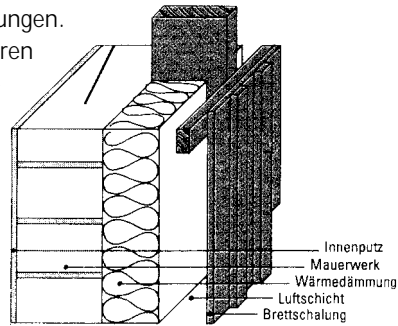
„Kerndämmung“



„Thermohaut“

sondere bei den zu erwartenden Energiepreissteigerungen. Es ist auch schon zu beobachten, daß bei einer größeren Verbreitung dieser Bauweise viele Komponenten deutlich preisgünstiger werden.

60 % des Nachkriegsbaubestandes wurde vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 erbaut und ist überwiegend schlecht isoliert. Bei diesen Häusern sollte man den Dämmstandard (Außenwände, Fenster) dann verbessern, wenn ohnehin Reparaturen oder ein neuer Anstrich fällig sind. Eine innenliegende Dachisolierung dagegen und der Ersatz einer veralteten Heizung rechnen sich meist auch ohne Reparaturbedarf.

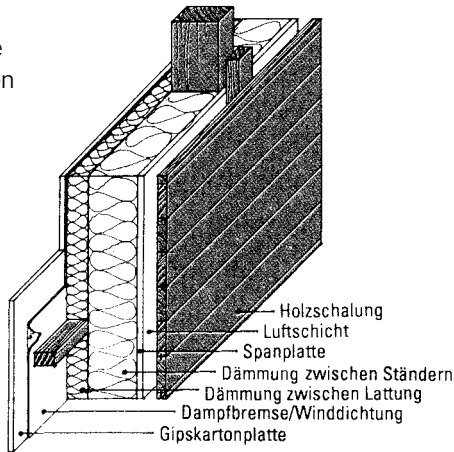


„Vorhangfassade“

Wie wird gedämmt?

Eine gute Wärmedämmung der Außenbauteile (Vollwärmeschutz) sollte mindestens die folgenden Stärken hochwertigen Dämmmaterials aufweisen:

- ▶ Dächer und Dachgeschoßdecken: 20 cm (bei Niedrigenergiehäusern > 25 cm)
- ▶ Außenwände: 12 cm
- ▶ Bodenplatten und Kellerdecken: 10 cm



„Leichtbauwand“

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Wärmedämmstandards

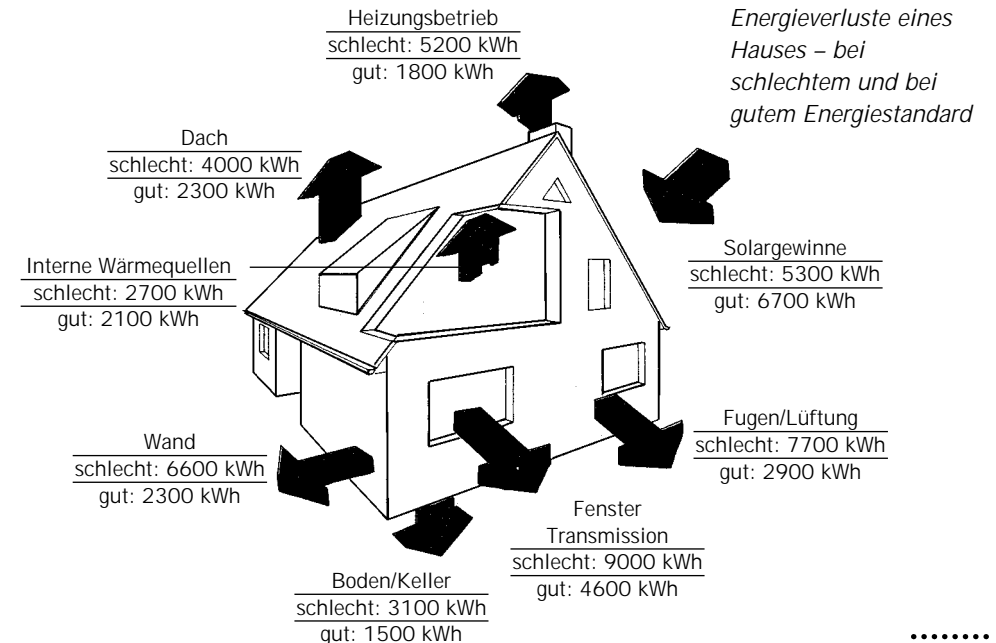
	Außenwand k-Wert	Fenster k-Wert	Kellerdecke k-Wert	Dach k-Wert	Energie- kennzahl kWh/m ² /a
frühere Bauweise	1,4	5,2	0,8	1,0	250
WärmeschutzVO'82	0,6	2,8	0,55	0,4	150
WärmeschutzVO'95	0,5	1,5	0,35	0,22	ca. 100
Schwedenstandard alt	0,3	2,0	0,3	0,2	ca. 90
Niedrigenergiehäuser	0,2	1,5	0,3	0,15	ca. 60
Passivhäuser	0,15	0,9	0,2	0,12	ca. 15

Je schlechter die Isoliereigenschaften eines Dämmstoffes, um so dicker muß die Außenhaut werden, damit der Effekt der gleiche bleibt.

Für die Fenster ist heute Wärmeschutzglas (k<1,5) Standard. Die früher verwendeten Isolierglasfenster (Thermopane) weisen gut die doppelten Wärmeverluste auf. Wichtig ist nicht nur die Isolierwirkung der Verglasung, sondern auch ein hochwärmedämmend konstruierter Rahmen. Inzwischen sind auch schon Fenstergläser mit k-Werten unter 1,0 auf dem Markt. Insbesondere auf Nordseiten sollte man ihren Einsatz prüfen.

Eine zukunftssträchtige Weiterentwicklung ist die Transparente Wärmedämmung (TWD). Sie dämmt und hält so die Wärme im Haus; gleichzeitig leitet sie aber die Sonnenwärme nach drinnen. Leider sind die Kosten für solche Systeme noch hoch, zumal auch eine Beschattung gegen sommerliche Überhitzung nötig ist.

Zu bevorzugen gegenüber einer Innendämmung ist immer eine Außendämmung. Dabei sollten Wärmebrücken in der Konstruktion unbedingt vermieden werden, über die Wärme nach außen geleitet wird. Insbesondere dürfen keine auskragenden Bauteile (Betonbalkons) gebaut werden, die ohne Dämmschicht an die Hauswand anschließen. Es muß ein lückenloser Anschluß



Energieverluste eines Hauses – bei schlechtem und bei gutem Energiestandard

zwischen Dach, Dachgeschoßdecken und Außenwanddämmung geschaffen und Fenster müssen in die dämmende Hülle eingefügt werden. Besonderes Augenmerk verdient die Winddichtigkeit der Hauskonstruktion.

Wo eine Außendämmung wegen einer denkmalgeschützten Fassade oder einer Fachwerkmauer nicht in Frage kommt, muß auf eine Innendämmung ausgewichen werden. Hier kommt es auf eine sehr sorgfältige Planung und Ausführung an, um Bauschäden zu vermeiden.

Der Energieaufwand zur Herstellung der Dämmstoffe ist übrigens im Verhältnis zur erzielten Einsparung vernachlässigbar gering, selbst wenn 20 cm Dämmstoff verarbeitet werden. Was für die Herstellung der Dämmstoffe an Energie aufgewendet wird, ist bei Mineralfasern nach einer Heizperiode, bei Schaumstoffen nach spätestens zwei Heizperioden, bei Zellulosedämmung sogar nach wenigen Monaten wieder eingespart.

Um Behaglichkeit zu schaffen und Energie zu sparen, sollen Wände luftundurchlässig sein. Wände „atmen“ sowieso nicht, wenn man darunter den Austausch von Luft versteht! Die Raumluftqualität und -feuchtigkeit kann wirksam nur durch Lüftung beeinflusst werden. Außenliegende Wärmedämmstoffe behindern auch nicht die Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe einer Wand.

Das günstigere Raumklima in gut gedämmten und kontrolliert belüfteten Räumen bedeutet mehr Wohnqualität!

Die neueste Entwicklung sind Passivhäuser, die durch extrem gute Isolation, weitgehende passive Solarenergienutzung und Wärmerückgewinnung ganz auf eine Heizung verzichten



*Zellulosedämmung wird zwischen Holzverschalungen eingeblasen.
Bild: E. Kern*

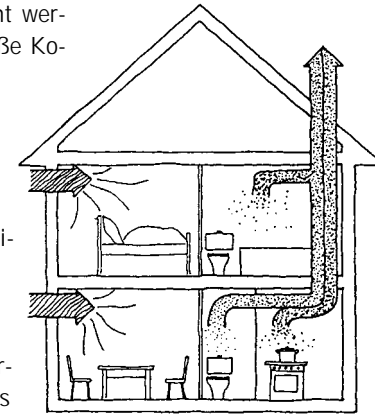
können. Im Moment ist diese Bauweise noch relativ teuer, könnte aber in den nächsten Jahren auch finanziell interessant werden, zumal den Mehraufwendungen für die Dämmung große Kosteneinsparungen bei der Heizung gegenüberstehen.

III. Lüftung

In vielen Wohnungen wird heute zu wenig gelüftet, in anderen zu viel. Das eine verursacht hygienische und bauliche Probleme (Schimmelbildung), das andere hohe Heizkosten. Eine wichtige Innovation für mehr Lufthygiene und gleichzeitig Energiesparen ist daher die kontrollierte Lüftung. Erst mit dieser Technik ist es möglich, den erforderlichen Luftwechsel genau zu regulieren, und besonders bei Niedrigenergiehäusern, wo eine hohe Winddichtigkeit nötig ist, den nötigen Luftaustausch zu gewährleisten.

Dabei sind zwei Haupttypen zu unterscheiden:

- reine Abluftsysteme mit kalter Frischluft
- Zuluftöffnungen (das sind vom Nutzer einstellbare Öffnungen in der Außenwand oder im Fensterrahmen) befinden sich in al-



Kontrollierte Be- und Entlüftung mit kalter Frischluft

len Räumen mit Frischluftbedarf. Aus den Räumen mit dem größtem Abluftanfall (i.a. WC, Bad, Küche) wird über einen Lüfter verbrauchte Luft abgesaugt und nach außen abgeführt. Solche Anlagen können auch durch den Feuchtigkeitsüberschuß geregelt werden. Sie erlauben eine Einstellung des Luftwechsels nach hygienischen Notwendigkeiten und den Bedürfnissen der Nutzer. Sie gewährleisten auch in windstillen Perioden eine ausreichende Lüftung und führen trotzdem nicht zu überhöhten Lüftungswärmeverlusten (Bedarfslüftung). Das System ist sehr einfach und preisgünstig installierbar, der Stromverbrauch des Abluftventilators ist bei gut geplanten Anlagen gering. Ein Nachteil aber bleibt: mit der warmen Abluft wird auch die darin enthaltene Wärme ohne Nutzung an die Umwelt abgeführt.

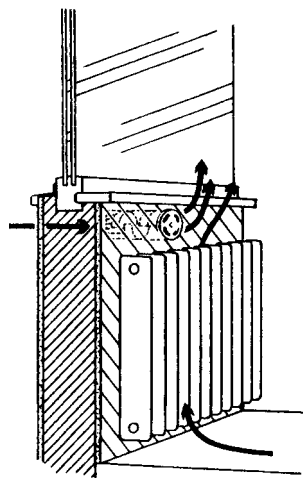
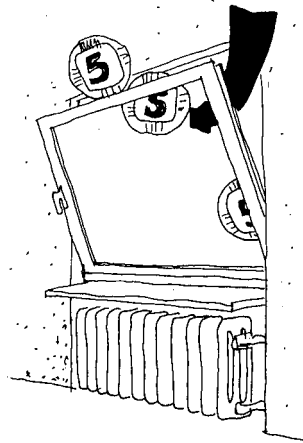
► Systeme mit Wärmerückgewinnung

Wie bei den zuvor beschriebenen Systemen wird verbrauchte Luft aus WC, Bad und Küche abgesaugt. Diese wird aber zuerst durch einen Wärmetauscher geschickt, in dem sie einen großen Teil ihres Energieinhaltes an von außen angesaugte Frischluft abgibt. Die Abluft wird dabei abgekühlt und schließlich, meist über Dach, abgeführt. Die im Wärmetauscher vorerwärmte Frischluft wird über ein Zuluft-Rohrsystem in den Wohnräumen verteilt. Der Unterschied zu den reinen Abluftsystemen besteht darin, daß die frische Außenluft nicht kalt, sondern bereits angewärmt in die Räume kommt.

Die Vorteile der Wärmerückgewinnung liegen auf der Hand: die Wärmeverluste durch Lüftung werden verringert und der Lüftungskomfort wird verbessert (keine kalte Zugluft). Nachteilig ist vor allem der höhere Preis und der größere Stromverbrauch solcher Anlagen. Bei guten Anlagen mit optimaler - also kurzer - Luftführung und geregelten Lüftern kann deutlich mehr Energie zurückgewonnen werden als für den Strom verbraucht wird. Viele der heute verwendeten Anlagen schaffen dies jedoch nicht, weshalb von Bauphysikern Wärmerückgewinnungsanlagen in normalen Wohnhäusern nicht empfohlen werden.

Wenn man sich dennoch für eine solche Anlage entschließt, so sollten einige Voraussetzungen beachtet werden:

- Der Wärmetauscher sollte so angelegt sein, daß er mindestens 60% der Wärme zurückgewinnt
- Wärmetauscher mit elektrischem Frostschutz verbrauchen mehr Primärenergie als sie zurückgewinnen
- Die Kanäle zwischen Wärmetauscher und Wohnräumen bzw. Naßräumen sollten innerhalb der gedämmten Gebäudehülle



Zuluftelement

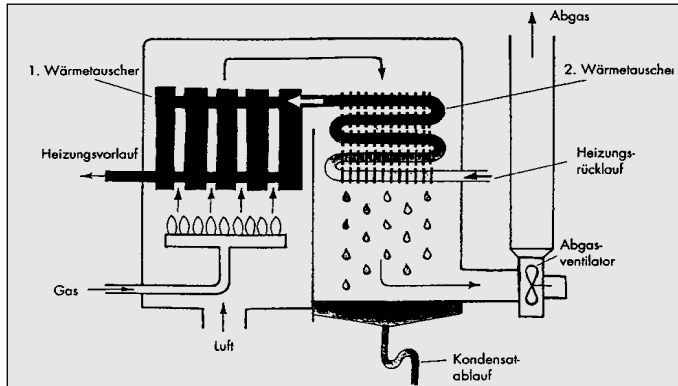
verlegt werden; damit werden unnötige Wärmeverluste vermieden und Dämmkosten gespart

- Die Luftmenge muß exakt eingeregelt werden, die Ventilation muß gleichmäßig und konstant erfolgen
- Die Anlage muß regelmäßig gewartet werden
- Für Belüftungsanlagen installierte Rohrleitungen müssen für optimale Wirkung winddicht konstruiert werden

Wird auf eine automatische Belüftung verzichtet und manuell gelüftet, sollte folgendes beachtet werden:

- Durch gekippte Fenster geht beim Lüften das Doppelte bis Vierfache an Energie verloren, ohne daß ein ausreichender Luftwechsel stattfindet. Besteht keine kontrollierte Lüftung, lüftet man am besten kurz und kräftig alle zwei Stunden in den Wohnräumen.

Lüftung kann aber nicht Baufehler ausgleichen. Wenn sich Schimmel an Außenwänden bildet (insbesondere an Ecken), so liegt das daran, daß die Wand zu kalt ist und Wasser kondensiert. Dann ist Lüften nur ein Notbehelf. Wirkliche Abhilfe schafft dann nur eine gute Dämmung der Außenwand.



Brennwertkessel
(schematisch)

Manchmal bildet sich auch Schimmel, wenn z.B. feuchte Innenraumluft durch Dachschrägen oder Holzständerkonstruktionen nach außen diffundiert und an einer kälteren Schicht Wasserdampf kondensiert. In einem solchen Fall ist es besser, eine Dampfsperre anzubringen, als übermäßig zu lüften.

IV. Heizung und Warmwasser

1. Wärmeerzeuger

Entscheidend bezüglich der Energieausnutzung eines Heizkessels ist sein Jahresnutzungsgrad. In dieser Kenngröße werden sowohl die Abgasverluste während des Brennerbetriebs als auch die Abstrahl- und Stillstandsverluste berücksichtigt. Bei Brennwertkessel kann der Jahresnutzungsgrad Werte um 95 % aufweisen, bei Niedertemperaturkesseln um 85 %. Alte Heizungsanlagen haben oft Nutzungsgrade von nur 60–70 %.

In gut gedämmten Häusern stellt sich auch oft die Frage, ob Öl- oder Gasheizkessel nicht zu groß dimensioniert sind. Es soll aber ausdrücklich davor gewarnt werden, Kessel mit niedrigen Wärmeleistungswerten einzusetzen, wenn diese von vornherein schlechtere Verbrennungen oder höhere Betriebsbereitschaftsverluste haben. In diesem Fall wird sogar mehr Energie verbraucht, als wenn ein besserer Kessel „überdimensioniert“ eingesetzt wird.

Bei Ölheizungen sind heute Niedertemperaturkessel Standard, in denen das Heizwasser in Abhängigkeit von der Außentemperatur nur so weit erwärmt wird, wie es für die Beheizung der Räume notwendig ist. Bei Gasheizungen setzen sich gerade Brennwertkessel durch (siehe Abbildung). Die Brennwerttechnik nutzt auch die im Abgas noch vorhandene Wärme. So wird die

im Gas enthaltene Energie um rund 11 % besser ausgenutzt und der höhere Anschaffungspreis in wenigen Jahren wieder eingespart. Brennwertkessel gibt es auch mit Ölbetrieb, sie sind allerdings deutlich teurer und die Energieeinsparung ist nicht ganz so hoch. Wer allerdings heute noch bei Gasheizungen andere Kessel als Brennwertkessel einbaut, verschwendet Geld und Energie!

Wird ein Brennwertkessel in ein bestehendes Haus eingebaut, so ist eine Anpassung der Abgasführung nötig. Man kann ein separates Abgasrohr direkt nach draußen zur Hauswand führen. Will man den vorhandenen Kamin nutzen, so kann dort ein Rohr eingezogen werden. Damit ein Brennwertkessel den bestmöglichen Jahresnutzungsgrad aufweist, sollte er:

- ▶ einen ausreichend dimensionierten Pufferspeicher besitzen, so daß der Brenner möglichst selten anspringt und hohe Laufzeiten aufweist
- ▶ gut gedämmt sein
- ▶ mit einem geringen Luftüberschuß auskommen
- ▶ genügend Wasserinhalt haben und keine Mindestumlaufmenge benötigen

Informieren Sie sich vor dem Kauf bei einer unabhängigen fachkundigen Stelle!

Im Bereich der Heizungsanlagen wurde für sieben Produktgruppen der blaue Umweltengel vergeben: Ölzerstäubungsbrenner, Gasheizkessel, Gas-Brennwertkessel, Gasgebläsebrenner, Kombi-Wasserheizer und Umlaufherhitzer, Ölbrenner-Kessel-Einheiten, Gasraumheizer und Gasheizeinsätze. Vergabekriterien sind die Emissionswerte für Kohlenmonoxid und Stickoxide, der Jahresnutzungsgrad sowie die Betriebsbereitschaftsverluste. Neben dem energetischen Wirkungsgrad sollte auch darauf geachtet werden, daß die Heizung keine lauten Geräusche verursacht, die in der Wohnung störend wirken.

Zur energiesparenden Heizung gehört weiterhin:

- ▶ eine zentrale, witterungsgeführte Regelung mit Wochenprogramm
- ▶ eine hydraulische Optimierung und sparsame Pumpen. Die meisten Heizungen verbrauchen viel zu viel Pumpenstrom, was mehrere hundert Mark im Jahr kosten kann.
- ▶ Thermostatventile: Sie erleichtern die raumweise Regelung und reagieren auch auf Fremdwärme (Sonne, innere Wärmequellen wie Personen, Geräte). Beim Erreichen der ge-

- wünschten Raumtemperatur (z.B. 19°C) schließt das Ventil.
- ▶ Heizkörper dürfen nicht vor verglasten Flächen angeordnet werden, da dort viel Wärme verloren geht. Sie sollten hinter stark gedämmten Brüstungen stehen.
- ▶ Wärmedämmung der Rohrleitungen und Armaturen in Zentralheizungsanlagen (wenn sie nicht innerhalb beheizter Räume oder in der Trennwand zwischen beheizten Räumen verlegt sind)
- ▶ Verzicht auf Einzelöfen. Sie weisen schlechtere Wirkungsgrade auf als Heizzentralen desselben Brennstoffs.

Fußbodenheizungen haben den Vorteil, daß sie mit geringen Vorlauftemperaturen auskommen. Der dadurch erreichte Spareffekt wird jedoch oft wieder ausgeglichen, weil sie nur ein relativ träges Regelungsverhalten zulassen. Auch bei Reparaturen erfordern sie einen höheren Aufwand.

Auch wer nicht neu baut, sollte seine Heizungsanlage tunlichst mit einer optimierten Regelung versehen und modernisieren, wenn sie vor 1980 gebaut wurde. Ebenso ist eine regelmäßige Reinigung des Heizkessels und die Wartung des Brenners Voraussetzung für einen ökonomischen Energieeinsatz.

2. Brennstoffe

Aus ökologischer Sicht sind Brennstoffe insbesondere danach zu beurteilen, wieviele Schadstoffe freigesetzt werden. Nähere Angaben hierzu sind im Diagramm auf der folgenden Seite enthalten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die freigesetzten Mengen nicht nur vom Brennstoff, sondern auch vom Heizkesseltyp und seinem Zustand abhängen. Insbesondere bei Festbrennstoffen (Holz, Kohle) können deshalb extreme Schwankungen auftreten. Dem Diagramm liegen jeweils moderne und gut gewartete Anlagen zugrunde.

Ein Vergleich der Schadstoffe untereinander ist nur schwer möglich. Kohlendioxid (CO₂) ist an sich gesundheitlich harmlos, wirkt jedoch als Treibhausgas. Staub und Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und Stickoxide beeinträchtigen die menschliche Gesundheit und schädigen die Umwelt.

Tendenziell läßt sich jedoch sagen, daß Strom- und Kohleheizungen besonders umweltbelastend sind. Umgekehrt ist ein Anschluß an eine Nahwärmeversorgung, in die ein Blockheizkraftwerk integriert ist oder die mit Holz befeuert wird, beson-

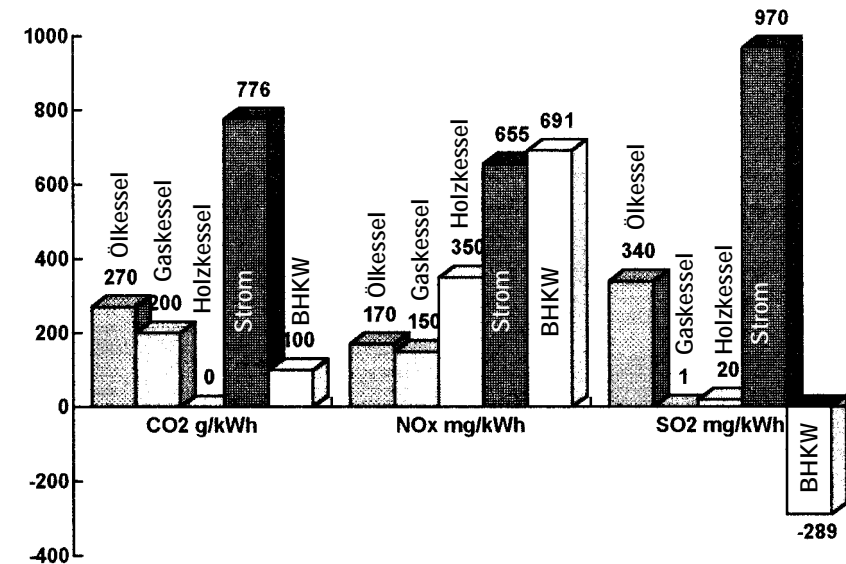
ders umweltfreundlich. Gas ist insgesamt etwas umweltschonender als Öl, wobei die Unterschiede nicht sehr groß sind und bei der Verwendung von schwefelarmem Öl (>0,05% S) fast ganz verschwinden würden. Generell emittieren moderne Anlagen wesentlich weniger als ältere.

Im ländlichen Raum wird vielfach mit Holz geheizt oder zu-geheizt. Die Verbrennung von Holz hat den Vorteil, daß dadurch kein zusätzliches Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangt, da beim Wachstum des Waldes eine entsprechende Menge gebunden wurde. Dem stehen allerdings im Vergleich mit Gas und Öl höhere Emissionen an Staub, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen gegenüber (siehe Diagramm). Holzverbrennung ist deshalb nur dann ökologisch sinnvoll und vertretbar, wenn:

- ▶ die Anlage eine hohe Energieausnutzung hat, die beim Kachelofen und Festbrennstoffkessel, nicht aber beim offenen Kamin gegeben ist
- ▶ die Heizungsanlage technisch einwandfrei ist
- ▶ die Luftzu- und -abfuhr einwandfrei funktioniert
- ▶ nur geeignete Brennstoffe verwendet werden (unbehandeltes, gut trockenes Holz, kein Papier, kein Plastik)

Sind diese Voraussetzungen gegeben, ist die Holzverfeuerung angesichts des Überangebots an Restholz und der Schonung der fossilen Rohstoffe eine sinnvolle Sache.

Emissionsvergleich verschiedener Heizsysteme.
*Stromheizung: Es wurde von 75% Kohlestrom und 25% Kernenergie ausgegangen bei einem Gesamtwirkungsgrad von 33%.
 Blockheizkraftwerk (BHKW): Es wurden vermiedene Emissionen in Kraftwerken aufgrund des produzierten Stroms berücksichtigt (75% Kohlestrom, 25% Kernenergie, 30% elektrischer Wirkungsgrad des BHKW).*



3. Nahwärme

Wer die Möglichkeit hat, sein Haus an eine Nah- oder Fernwärmeversorgung anzuschließen, sollte dies unbedingt tun. Denn die zentrale Versorgung eines Wohngebietes durch eine Heizzentrale, z.B. mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) und einem Brennwertkessel, ist in der Regel in vielerlei Hinsicht günstiger als viele Einzelheizungen.



In einem BHKW werden mit Gas- oder Dieselmotoren Generatoren angetrieben, die Strom erzeugen. Gleichzeitig wird die im Kühlwasser enthaltene Wärme genutzt, um sie in ein Wärmenetz einzuspeisen. Von der eingesetzten Brennstoffenergie werden ca. 30% in Strom und 60% in Wärme umgewandelt (Kraft-Wärme-Kopplung).

Für Hausbesitzer als Wärmekunden stellt die Nahwärme die komfortabelste Lösung. Sie sparen die Installationskosten für Schornstein und Heizkessel sowie deren Wartungskosten. Man braucht sich um die Heizung nicht zu kümmern, und darüberhinaus steht im Keller mehr Platz zur Verfügung.

Der ökologische Vorteil liegt darin, daß Strom ersetzt wird, der ansonsten in einem Kondensationskraftwerk mit hohen Energieverlusten erzeugt würde. Da Strom auch eine sehr teure Energieform ist, lohnen sich BHKWs oft trotz der hohen Investitionskosten. Ein weiterer Vorteil einer zentralen Lösung ist, daß eine Heizanlage ständig auf dem neuesten Stand der Technik gehalten werden kann. Bei 50 einzelnen Heizungen in 50 Privathäusern wäre dies nicht möglich.

Mehrere große Blockheizkraftwerke versorgen nicht nur die Fürstlich Fürstenbergische Brauerei mit Wärme und Strom, sondern speisen auch Abwärme in das Nahwärmenetz „Brigachschiene“ ein.

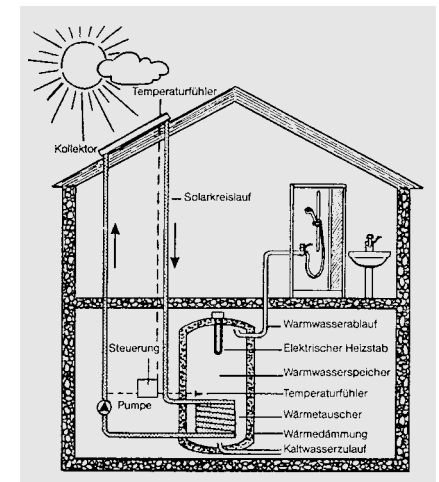
4. Warmwasser

Warmes Wasser kostet zweifach Geld: Zum einen für das Wasser und das Abwasser, zum anderen für die Erwärmung. Ein sparsamer Verbrauch, eine bedarfsorientierte Warmwasserbereitung und ein Geräteeinsatz nach dem Stand der Technik zahlen sich aus.

Das Warmwasser wird am besten zentral, in einem von der Heizung erwärmten Wasserspeicher, bereitgestellt. Der Warmwasserspeicher muß ausreichend dimensioniert sein, damit der Kessel nicht allzu oft einschalten muß. Die Warmwasserleitung soll gedämmt sein, damit auf dem Weg vom Speicher zur Verbrauchsstelle nicht zuviel Wärme verlorengeht. Wie bei der Heizung sind auch hier eine hydraulische Optimierung und sparsame Pumpen wichtig.

Die Beheizung des Speichers kann im Sommer vollständig, über ein Jahr gesehen zu 50-70% durch thermische Sonnenkollektoren erfolgen. Man rechnet mit 1,25 – 1,5 m² Kollektorfläche pro Person. Die Kosten einer komplett von Fachleuten installierten Solaranlage inklusive Warmwasserspeicher liegen für einen 4-Personen-Haushalt bei ca. 10.000 – 12.000 DM (abzüglich eventueller Zuschüsse). Mit einer solchen Solaranlage kann von Mai bis September die Heizung ganz abgeschaltet werden. Im Buchhandel sind Marktübersichten erhältlich. Ideal für eine Solaranlage ist natürlich ein direkt nach Süden

Solaranlage zur Warmwasserversorgung



orientiertes Steildach. Doch auch gewisse Abweichungen in Richtung und Neigung sind noch verträglich. Bevor man jedoch an eine Solaranlage denkt, sollte man den Einbau eines Brennkessels mit indirekt beheiztem Speicher in Erwägung ziehen! Dies bringt in vielen Fällen mehr Energieeinsparung fürs Geld!

Moderne Wasch- und Spülmaschinen können das benötigte Warmwasser auch aus dem zentralen Warmwasserspeicher beziehen. Der Großteil der Energie, die zum Aufheizen des Wassers in der Maschine benötigt wird, kann so energetisch und kostengünstig bereitgestellt werden.



5. Weitere Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung

Das Licht und die Wärme der Sonne lassen sich aktiv oder passiv nutzen, das heißt mit oder ohne zusätzlichen Einsatz von Energie, Speichern oder Transportsystemen. Als passive Solarenergienutzung werden nach landläufiger Meinung, aber meist irrtümlich, auch Wintergärten angesehen.

Neben Standort, Ausrichtung und Gebäudeform bestehen folgende Möglichkeiten der Nutzung der Sonne:

► Solarzellen: Sie wandeln Sonnenlicht direkt in elektrischem Strom um (Photovoltaik). Photovoltaikanlagen sind aber bei den aktuellen Strompreisen noch nicht wirtschaftlich.



Solaranlagen zur Warmwasserbereitung lassen sich gut ins Dach integrieren.

Bild: G. Bronner

► Wintergärten: nur Wintergärten mit Wärmeschutzverglasung, möglichst kompakter Bauform und senkrechter Südverglasung können energetisch optimiert werden. Beheizt dürfen sie auf keinen Fall werden, auch nicht über offene Fenster aus den Wohnräumen! Eine Beheizung des Wintergartens auf nur 5°C, um Pflanzen frostfrei zu halten, macht ihn unter Umständen zu einem großen Energieverbraucher. Die meisten Wintergärten sparen keine Energie, sondern verschleudern sie!

► Als aktive Systeme können die schon erwähnten thermischen Sonnenkollektoren als Flachkollektoren, Vakuumröhren-Kollektoren und Speicherkollektoren verwendet werden.

Das Umweltzeichen für Sonnenkollektoren stellt unter anderem Anforderungen an den Wirkungsgrad, an die Inhaltsstoffe des Wärmeträgermediums und an die Dämmung der Kollektoren (z.B. ohne FCKW). Ferner wird eine Rücknahmeverpflichtung für nicht mehr funktionsfähige Anlagen gefordert.

Wärmedämm-Maßnahmen, die Begrenzung der Lüftungswärmeverluste und eine energiesparende Heizung besitzen oberste Priorität. Auf keinen Fall ersetzen Maßnahmen zur Sonnenenergienutzung die wesentlich effektiveren Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmebedarfs! Zuerst sollte der Energieverbrauch reduziert und danach der Restbedarf zu einem möglichst hohen Anteil über Solarenergie gedeckt werden.

V. Stromverbrauch

Strom ist die teuerste Energieform. Ein normaler Haushalt schöpft sein Einsparpotential bei weitem nicht aus. Insbesondere bei den großen Stromverbrauchern wie Kühlgeräte, Wasch- und Spülmaschine, Herd etc. rentiert es sich, für besonders sparsame Geräte etwas mehr zu bezahlen. Informationen über besonders sparsame Geräte sind in einer Liste enthalten, die jährlich fortgeschrieben wird und die beim Umweltbüro des GVV erhältlich ist (siehe Seite 42).

Viel Strom und Geld sparen läßt sich trotz des hohen Kaufpreises mit Hilfe von Energiesparlampen. Nicht umsonst haben sie sich im gewerblichen Bereich (Gaststätten etc.) weitgehend durchgesetzt. Am besten ist es, ein neues Haus von vorneherein durchgängig mit Energiesparlampen überall dort auszurüsten, wo das Licht längere Zeit brennt. Dann kann man gleich die zu den Lampen passenden Lampenschirme aussuchen.

Baustoffe

Sich in der breiten Auswahl von Baustoffen zu orientieren, ist nicht einfach. Hier sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- ▶ Wärmedämmfähigkeit
- ▶ Umweltbelastung bei der Herstellung
- ▶ Umweltbelastung im eingebauten Zustand, Gesundheitsverträglichkeit
- ▶ Umweltbelastung bei der Beseitigung.

Für die Gesundheit der Bewohner ist hauptsächlich der eingebaute Zustand wichtig, so daß hierauf im folgenden der Schwerpunkt gesetzt werden soll.

I. Tragende Elemente und Innenräume

1. Wandmaterial

Auch wenn sich die verschiedenen Wandmaterialien in ihren Dämmeigenschaften unterscheiden: ohne zusätzliche Wärmedämmung erreichen sie kaum die für ein Niedrigenergiehaus notwendigen Dämmwerte. Anstatt für eine gute Wärmedämmung sehr teure und dicke Steine oder Holzwände zu bauen, ist es daher meist günstiger, dünne tragende Wände mit einem Vollwärmeschutz zu kombinieren.

Die Rohbaustoffe und ihre Eigenschaften

	Holz massiv unbeh.	Natur- stein	Lehm	Ziegel massiv	porosiert	Kalk- sand- stein	Gas- beton	Beton	Bims- Hohl- block	Bläh- ton- Block
Kosten (relativ)	---	+	+	+	0	+++	0	++	++	+
Dämmung Wärme	+	---	-	-	++	-	++	---	++	++
Dämmung Schall	+	++	++	++	+	++	0	0	-	-
Regulierung										
Wärme	++	++	++	++	+	++	0	++	0	0
Feuchte	+++	---	+	+	0	++	0	--	0	0
Stabilität										
Drucklast	+	+++	-	++	+	+++	+	+++	0	0
Nässe	---	0	--	-	--	-	-	+++	--	-
Elastizität	+++	---	0	-	--	-	0	++	-	-
Feuerschutz										
Entzündung	0	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Brandlast	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Umweltbelastung										
Herstellung	+++	-	++	- / 0	-- / 0	+	0	-	-	0
Abbruch	++	+++	+++	0	0	+	-	0	-	-
Gesundheitsbel.										
Einbau	++	0	++	0	0	+	- / +	0	+	+
Gebrauch	+++	-- / +	++	+	+	+	+	0	+	+

+ befriedigend, ++ gut, +++ sehr gut, 0 mäßig geeignet,
- bedingt geeignet, -- schlecht, --- ungeeignet bz. nachteilig

Quelle: Tabelle der Rohbaustoffe von H.-D. Stürmer, 1997

1.1 Holz

In der Herstellung sowie in der Bearbeitung, Wiederverwendung und Beseitigung ist Holz konkurrenzlos umweltverträglich, wenn es aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Dabei hat man die Wahl, ob ein Holzhaus in Holzskelett-, Holzrahmen-Holztafel- oder Massivbauweise erstellt wird. Manche dieser Bauweisen eignen sich besonders, um sehr preisgünstige Niedrigenergiehäuser zu bauen. Es muß auf eine winddichte Ausführung des Baus geachtet werden.

Wichtig beim Holzbau ist, daß durch Maßnahmen des konstruktiven (baulichen) Holzschutzes (Dachüberstände, Hinterlüftung) das Eindringen von Niederschlags- oder Tauwasser in das Holzgefüge verhindert wird. Auf diese Weise kann auf chemischen Holzschutz verzichtet werden. Vielen Holzschutzmitteln sind Insektizide und Fungizide beigemischt, die nervengiftige, immunschädigende oder krebserzeugende Wirkungen haben können. In Innenräumen dürfen sie also auf keinen Fall verwendet werden. Im Innen- und Außenbereich kann man als vertretbare Mittel auf Borsalze zurückgreifen.

Als umweltschonende Alternative zur chemischen Bekämpfung von Holzschädlingen in Innenräumen (z.B. Dachstühlen) ist das Heißluftverfahren anzusehen, das mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet wurde. Allerdings hat es keine vorbeugende Wirkung.

Auf Tropenholz soll solange verzichtet werden, wie es fast ausschließlich durch Raubbau an Tropenwäldern gewonnen wird.

1.2 Mineralische Massivbaustoffe

Eine ganze Reihe von mineralischen Baustoffen stehen zur Auswahl:

- ▶ Der schlechte Ruf von Beton liegt nicht an seinen objektiven Materialeigenschaften, die aus gesundheitlicher und Umweltsicht nicht anders zu bewerten sind als bei anderen Produkten. Vielmehr spielen hier Bausünden der Vergangenheit aus Sichtbeton eine Rolle, bei denen er als Gestaltungselement eingesetzt wurde. Produkte aus Normalbeton werden vor allem im Kellerbau eingesetzt. Sobald allerdings Anforderungen an die Wärmedämmung gestellt werden, bedarf es einer Zusatzdämmung.
- ▶ Ökologisch günstiger werden verschiedene Sonderbetone bewertet. Hierzu gehören haufwerksporiger Leichtbeton mit Blähton als Zuschlag (z.B. Liapor) und Porenbeton. Gegenüber Normalbeton haben sie wesentlich bessere Wärmedämmwerte und wirken sich durch die gute Diffusionsfähigkeit positiv auf das Raumklima aus. Leichtbeton und eingeschränkt auch Porenbeton können den Rohbau durch vorgefertigte Wandelemente rationalisieren.
- ▶ Kalksandsteine sind für Innenräume beliebt, zumal sie dort auch als unverputztes Sichtmauerwerk belassen werden können. Das relativ preiswerte Material bringt von seiner chemischen Zusammensetzung keine Gefahren mit sich, ist geeignet für tragendes Mauerwerk und kann Wärme und Feuchte gut speichern. Kalksandstein braucht für Außenwände aber eine zusätzliche Wärmedämmung.
- ▶ In den letzten Jahren erlebt der Lehmbau- allerdings auf niedrige Gebäude beschränkt- eine Renaissance. Lehm ist ein Baustoff, der die Umwelt nahezu nicht belastet und fast überall verfügbar ist. Eine zusätzliche Wärmedämmung ist aber notwendig. Informationen zum Lehmbau finden Sie in den Literaturhinweisen am Ende dieser Broschüre.
- ▶ Die Herstellung von Ziegeln belastet die Luft beim Brennen. Aus energetischer Sicht werden jedoch Leichthochlochziegel und vor allem porosierete Ziegel (z.B. Poroton) positiv beurteilt. Wer keinen Beton mag, kann sogar Kelleraußenwände aus Ziegeln mauern.

2. Verkleidungen, Innenausbau

Spanplatten werden für den Innenausbau und für Möbel verwendet und sind eine der Hauptquellen für die Innenraumbelastung mit Formaldehyd. Formaldehyd kann Kopfschmerzen, tränende Augen, Halsentzündungen und andere Beschwerden hervorrufen und steht im Verdacht, krebserregend zu sein.

Spanplatten werden je nach freiwerdender Formaldehydmenge in vier Klassen (E0, E1, E2 und E3) eingeteilt. E0-Platten sind formaldehydfrei, die stark formaldehydhaltigen E2- und E3 sind für Innenräume verboten. Aber auch die Verwendung von E1-Platten bietet noch keine Garantie für harmlose Konzentrationen in der Raumluft. Jedenfalls sollten sie in Innenräumen nicht unversiegelt verbaut werden. Auch Bohrlöcher und Sägekanten müssen versiegelt sein!

Als „formaldehydfrei“ werden Platten bezeichnet, die mit Diisocyanaten gebunden sind. Auch wenn diese Stoffe gesundheitsschädigend sind, so konnte doch bisher nicht festgestellt werden, daß sie aus den Platten austreten. Eine weitere Alternative sind neben Vollholzbrettern zement- oder magnesitgebundene Spanplatten.

Spanplatten, Tischlerplatten und Faserplatten, die als „emissionsarme Holzwerkstoffe“ klassifiziert werden können, erhalten das Umweltzeichen. Die Anforderungen enthalten nicht nur einen Grenzwert für Formaldehyd (0,05 ppm im Prüfraum), sondern sie dürfen auch Phenole und andere Schadstoffe nicht in nachweisbaren Mengen ausgasen. Außerdem dürfen den Platten keine Holzschutzmittel oder halogenorganische Verbindungen (PVC) zugesetzt werden.

Der Rohstoff für Gipsplatten stammt teils aus natürlichen Lagerstätten, teils aus Rauchgasreinigungsanlagen (REA-Gips). REA-Gips hat eine bessere Qualität und ist als Sekundärprodukt umweltfreundlich. Leider reicht die Menge nicht für den Gipsbedarf aus, weshalb immer noch Naturgips abgebaut wird, was mit großen Naturzerstörungen verbunden ist. Da in Produktion und Handel nicht zwischen REA-Gips und Naturgips unterschieden wird, sollte er generell eher zurückhaltend verwendet werden. Kalk ist oft eine gute Alternative.

Bei der Auswahl der Tapeten empfehlen sich Rauhfasertapeten aus Recyclingpapier. Sie erhalten das Umweltzeichen, wenn mehr als 80 % Recyclingpapier verarbeitet wurden. Normale Papiertapeten sollen mindestens 60 % Altpapieranteil aufweisen, und von Kunststofftapeten läßt man am besten die Finger!

3. Dachhaut

Sieht man von ganz umweltschonenden, aber eher ungewöhnlichen Dachmaterialien wie Stroh oder Schindeln ab, so kommen meist Ziegel, Betondachsteine oder Bitumenpappe in Frage. Aus gestalterischen Gründen wird man oft naturroten Ziegeln den Vorrang geben.

Umweltbelastender als bei mineralischen Dachbaustoffen ist dagegen die Herstellung bei Metallen, besonders bei den Nicht-eisenmetallen (Kupfer, Zink, Titan, Aluminium). Aluminium ist in der Herstellung energieaufwendig und emissionsträchtig. Kupfer- und Zinkdächer führen zu spürbaren Belastungen des Ablaufwassers und später des Klärschlammes und der Bäche. Metalle sollten deshalb beim Dach und bei anderen Bauteilen zurückhaltend verwendet werden. Bei Dachrinnen allerdings gibt es derzeit keine ökologisch befriedigenden Materialien auf dem Markt.

4. Fenster

Wer auf die Umwelt achtet, sollte Fenster mit Holzprofilen (kein Tropenholz!) verwenden. Aluminiumfenster sind wegen der Umweltbelastung bei der Herstellung ungünstig. Ebenso problematisch sind die klassischen Kunststofffenster aus PVC. PVC enthält Chlor und Schwermetalle. Sowohl bei der Herstellung als auch bei der Entsorgung belastet es die Umwelt. Und an einen Zimmerbrand mit Kunststoffen möchte man gar nicht denken. In Sonderfällen sind Fenster mit Aluminium-Holz-Profilen noch ein vertretbarer Kompromiß, da bei ihnen der Aluminium-Anteil eher gering ist.

Neuerdings gibt es auch Kunststofffenster, die aus PU oder PP statt PVC hergestellt sind. Bei ausreichender Haltbarkeit und UV-Beständigkeit könnten sie zu einer Alternative werden.

5. Bodenbelag

Bei den Bodenbelägen sollte man auf PVC verzichten. Korkbeläge sind aus Umweltsicht gut, freilich nicht so dauerhaft wie andere Beläge. Wählt man bessere Qualitäten, so ist das Material nicht ganz billig. Auch Parkett und Linoleum kann man empfehlen. Wenn es denn aus Kostengründen doch ein Teppichboden wird, sollte man auf Qualität bestehen. Insbesondere die billigen Typen entwickeln vielfach bedenkliche Ausgasungen. Man sollte deshalb auf das Prüfsiegel „schadstoffgeprüfte Teppichböden“ achten. Bei mineralischen Böden (Klinker etc.) sind keine Freisetzungen schädlicher Stoffe zu erwarten.

Problematischer als die Beläge selbst sind oft die Klebstoffe, mit denen sie verlegt werden. Hier werden häufig belastende lösemittelreiche Produkte verwendet, die man tunlichst vermeiden sollte. Bestimmte Bodenbeläge aus Recycling-Kunststoffen und Altgummi sind mit dem Umweltzeichen gekennzeichnet. Sie sind gut für Lagerhallen, Garagen und Tierställe geeignet.

6. Rohrsysteme

Für Kaltwasserleitungen wird wegen seiner hohen Festigkeit meistens verzinktes Stahlrohr verwendet, obwohl es mit Schwermetallen (Cadmium) verunreinigt ist und bei saurem Wasser im Laufe der Jahrzehnte zersetzt wird.

Für Warmwasserinstallationen ist der Kunststoff Hochdruck-Polyethylen (HDPE) gegenüber Kupfer zu bevorzugen, weil die Herstellung der dünnen, korrosionsbeständigen HDPE-Rohre weniger aufwendig ist. Bei saurem Wasser können auch aus Kupferleitungen Ionen freigesetzt werden, die für Kleinkinder gefährlich sind. Auch Polypropylen kommt als Rohrmaterial in Frage. Es kann aber durch Kälte und aggressives Wasser verspröden. Abwasserrohre sollten im Außenbereich aus Steinzeug oder PE bestehen.



II. Dämmstoffe

► Mineralfasern (Glas- und Steinwolle) stellen ein gewisses Krebsrisiko dar, wenn sie als Feinstaub eingeatmet werden. Bei ordnungsgemäßer Ausführung der Dämmmaßnahmen (wirksame Trennung der eingebauten Dämmstoffe vom Innenraum und notfalls nachträgliches Anbringen einer Dampfsperre und Verkleidung) wird jedoch nur ein geringes Gesundheitsrisiko für den Verbraucher gesehen. Nur bei der Verarbeitung muß man sich vor den die Haut, Augen und Atemwege reizenden Fasern und besonders vor dem Staub schützen. Zudem gibt es inzwischen gesundheitlich unbedenkliche Mineralfasern für einen geringen Mehrpreis.

► Polystyrol (Styropor) bringt zwar bei der Herstellung gewisse Umweltbelastungen mit sich, ist jedoch leicht, billig und dämmt schon in dünnen Stärken ausgezeichnet. Für den Massivbau ist es gegenüber Polyurethan (PUR) zu bevorzugen, auch wenn letzteres eine noch stärkere Dämmwirkung besitzt. PUR sollte nur dort verwendet werden, wo für eine gute Dämmung sonst zu wenig Platz zur Verfügung steht.

► Schaumglas ist in der Herstellung und Nutzung gering umweltbelastend. Die schwarzen, steifen Platten sind bisher bei uns noch wenig bekannt und bieten besonders für druck- und feuchtigkeitsbelastete Bereiche eine Alternative. Wird das Schaumglas überwiegend aus Altglas hergestellt, so trägt es das Umweltzeichen.

► Zellulosedämmstoff (z.B. unter den Handelsnamen „Isofloc“ und „Isotop“) wird aus Altpapier außerordentlich umweltschonend hergestellt und erreicht gute Dämmwerte. Er läßt sich besonders gut mit der Holzleichtbauweise kombinieren. Da er zu über 80 % aus Altpapier besteht, erhielt Zellulosedämmstoff den „Umweltengel“.

► Schafwolle unter dem Handelsnamen „Isowoll“ hat von Natur aus eine Reihe von Vorteilen: geringes Gewicht, günstiges Brandverhalten, sehr gute Dampfdurchlässigkeit.

► Auch Kork ist ein gutes Dämmmaterial, das zum Teil aus alten Flaschenkorken hergestellt wird. Es wird empfohlen, geblähten Kork oder Korkschrot zu verwenden.

Dämmstoffe auf einen Blick

Material	Wärmeleitfähigkeit Lambda-Wert in W/mK in μ	Dampfdiffusionsfähigkeit. in kWh/m ³	Energieverbrauch bei der Herstellung (Dicke *)	ca.-Preis (Baustoffhandel) in DM/m ²	überwiegende Anwendungen	Beurteilung
Mineralwolle -Glaswolle -Steinwolle	0,035-0,045	1,0-1,4	100-700	10-30 (10 cm)	Dächer Außenwände, Kerndämmung	+
Polystyrol -EPS -XPS	0,030-0,040	20-100 80-280	530-1050	10-50 (10 cm)	EPS: Außen-, Innen-, Kerndämmung, Thermohaut, Boden XPS: Kern-, Innendämmung Dach; Böden, Wärmebrücken Terrassen-/Gründach	+
Polyurethan	0,025-0,035	30-100	838-1330	20-30 (8 cm)	Steil-, Flachdach, Decken, Rohrleitungen	0
Schaumglas	0,045-0,055	dampfdicht	320	80-90 (12 cm)	Flachdach, Terrassen, Perimeterdämmung, Böden	++
Perlite	0,045-0,060	2-3	210-235	20-50 (14 cm)	Schüttung in Decken u. unter Fußböden	++
Blähton	0,160	2-3	425	10 (40 cm)	Decken (unter Estrich), in Leichtlehm	+
Kork -Blähkork -Korkschröt	0,045-0,060	10 1	35-90	50-60 (12 cm)	Platten: Außen-, Innendämmung, Dach; Schüttung: Decken, Fußböden, Hohlräume	++
Kokosfaser	0,045	1	95	70-90 (12 cm)	Innendämmung, Holzständerwände	++
Holzfaserverleimung -Platten	0,045-0,060	5-10	20	60-80 (14 cm)	Dach, Holzständerwände, Innendämmung	++
Holzwool- -Platten	0,090	2/5	35	60-80 (24 cm)	verlorene Schalung, Putzträger, Wärmebrücken	+
Zellulose	0,045	1-1,5	10-17	20-30 (12 cm)	Dach, Außen-, Innenwand, Decken	++
Schafwolle	0,035	1	keine Angaben	40 (10 cm)	Flach-, Steildächer, Außenwände	++

* Dämmstoffdicken sind jeweils auf einen k-Wert von 0,35 W/m²K bezogen.

III. Oberflächenbehandlung

1. Lacke

- ▶ eine gute Wahl sind wasserverdünnbare Acryllacke („Wasserlacke“), die mit dem Umweltengel ausgezeichnet sind. Sie enthalten in der Regel weniger als 10 % (höchstens 15 %) Lösemittel und sind frei von den giftigen Schwermetallen Blei, Cadmium und Chrom. Ebenso begrenzt das Umweltzeichen bei Lacken die Formaldehydabgabe und den Gehalt an Funghiziden.
- ▶ Aber: Der „Umweltengel“ ist keine Unbedenklichkeitsgarantie. Es handelt sich um eine Auszeichnung eines relativ schadstoffreduzierten Produkts. Auch bei diesen Lacken muß also für gute Lüftung während der Streifarbeiten gesorgt werden.
- ▶ Auch die Anwendung von Naturharzlacken sollte kritisch geprüft werden. Sie enthalten insgesamt weniger Schadstoffe, dafür kann aber ihr Lösemittelanteil bis zu 30% betragen. Beim Kauf empfiehlt sich die Frage nach Art und Anteil des Lösemittels!
- ▶ von Nitrolacken und Alkydharzlacken sollte man die Finger lassen. Sie enthalten besonders viel Lösungsmittel.
- ▶ Naturharzfarben haben einen geringen Anteil an Lösemittel und schneiden sogar noch besser ab als die auch relativ umweltschonenden Dispersionsfarben. Obwohl ihre Lösemittel aus Pflanzen stammen, sind sie jedoch für Allergiker nicht immer unbedenklich (z.B. Delta-Caren, Zitruschalenöl oder Balsamterpentinöl)
- ▶ Noch eine Alternative bieten Kalk-Kaseinfarben. Sie sind als Pulver erhältlich und werden mit Wasser angerührt. Sie können ebenso wie Dispersionsfarben auf Raufaser, Putz, Holz oder Kalksandstein gestrichen werden.

Skepsis ist angebracht gegenüber allen Deklarationen auf dem Etikett, wenn mit „öko“, „bio“, „wohnbiologisch gesund“ o.ä. gepriesen wird. Grundsätzlich gilt: volldeklarierte Produkte vorziehen! Fehlt eine ausführliche Angabe der Inhaltsstoffe, so sollte die Anwendung lieber vermieden werden. Materialien ohne Gefahrenzeichen oder spezielle Warnhinweise sind zu bevorzugen.



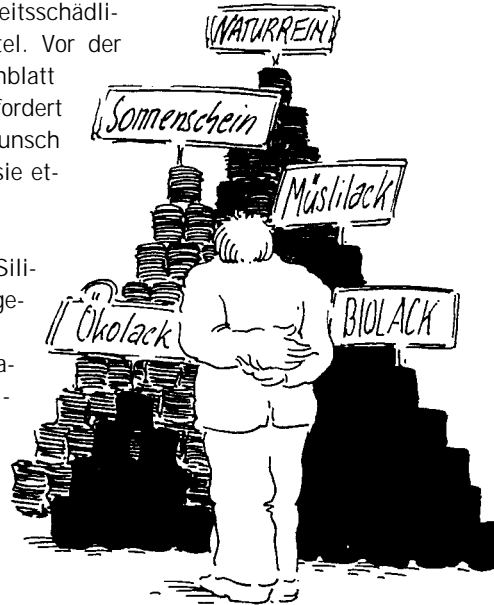
Hinweise für die Streicharbeiten:

- ▶ Kaufen Sie Farben nach dem Verwendungszweck. Eine Farbe, die eine leichte Beanspruchung aushalten muß, enthält in der Regel auch weniger Chemie als eine für höchste Ansprüche. Für Wohn- und Schlafzimmer z.B. reicht ein „wischfestes“ Produkt.
- ▶ Schließen Sie die Fenster und heizen Sie den Raum einen Tag nach dem Anstrich einige Stunden lang. So verdampfen die Lösemittel am schnellsten. Lüften Sie dann die Räume eine bis zwei Wochen besonders gründlich.
- ▶ Alte Anstrichstoffreste müssen in der Originalpackung zur Problemstoffsammlung gegeben werden. Lediglich eingetrocknete Farbreste dürfen über den Hausmüll entsorgt werden.
- ▶ Beachten Sie aber, daß man im Innenbereich oft völlig ohne Streichen auskommt (z.B. bei Holzdecken) oder aber eine umweltschonende Holzbehandlung (Ölen und Wachsen) ausreicht.

2. Kleb- und Dichtstoffe

Diese Stoffe enthalten häufig gesundheitsschädliche Substanzen, insbesondere Lösungsmittel. Vor der Anwendung sollte ein DIN-Sicherheitsdatenblatt für den Arbeitsschutz vom Hersteller angefordert werden. Bei Herstellern, die sich dem Wunsch entziehen, kann man davon ausgehen, daß sie etwas zu verbergen haben...

Zum Abdichten werden am häufigsten Silikone verwendet, die in reiner Form und abgebundenem Zustand völlig ungiftig und sehr effektiv sind. Gesundheits- und Umweltbelastungen rufen hauptsächlich lösemittelhaltige Klebstoffe hervor, die vermieden werden sollten.



Umweltschutz rund ums Haus

I. Wassersparen

Etwa zwei Drittel des Wasserverbrauchs in den Haushalten entfallen auf Toilettenspülung, Baden und Duschen. Zur Verringerung des Trinkwasserverbrauchs können beitragen:

Armaturen:

- ▶ Spar- und Stoptaste für die Toilettenspülung (bei jedem Spülen rauschen sonst bis zu 14 Liter sauberes Wasser ins Klo!). Sie sind sowohl für wassersparende Spülkästen als auch für Druckspüler einzurichten. Elektronisch gesteuerte Duscharmaturen sind durch das Umweltzeichen gekennzeichnet.
- ▶ Sparperlatores und Einhebelmischer sparen Wasser direkt am Hahn

*Das Innere einer
Betonzisterne zur
Speicherung von
Regenwasser.
Bild: G. Bronner*

Regenwassernutzung:

▶ Wer noch mehr Wasser einsparen will, kann Regenwasser in einer Zisterne, einer umgebauten Klärgrube oder einem sonstigen Tank auffangen. Damit bekommt man Wasser zum Gartengießen und eventuell für die Toilettenspülung. Je nach der Regelung in den Abwassersatzungen verzichten manche Städte auf die Abwassergebühr für dieses Wasser. Insbesondere mit ausreichend großen Erdtanks lassen sich auch Trockenperioden überbrücken.

Aus Sicherheitsgründen ist jegliche Rohrleitungsverbindung zwischen der Regenwassernutzungsanlage und dem Trinkwassernetz verboten. Die Berücksichtigung der einschlägigen DIN-Regeln (DIN 1988, DIN 2403) und eine technische Abnahme durch einen Fachmann ist in jedem Fall nötig!



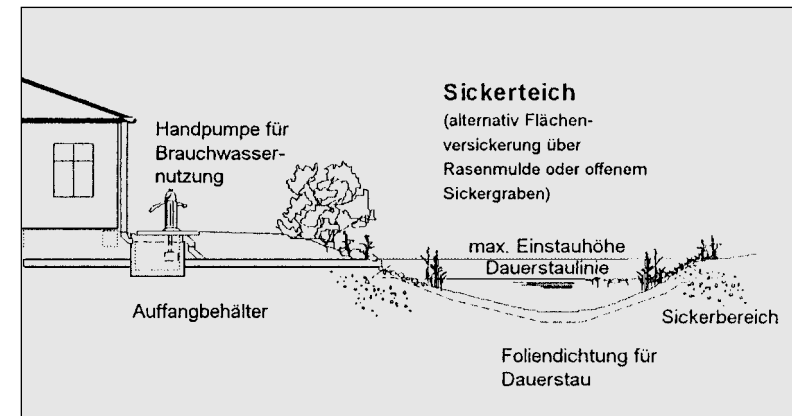
II. Versiegelung

Bei starken Regenfällen gelangt oft so viel Regenwasser in die Kläranlage, daß ihr Wirkungsgrad sinkt und Abwasser auch direkt in den Vorfluter gelangt. Das Regenwasser stammt von Straßen, Dächern und bebauten Grundstücken. Auch das Ausmaß der Hochwasserschäden wird mitverursacht durch den großen Anteil versiegelter Flächen, auf denen kein Wasser mehr versickern kann.

Versiegeln Sie deshalb so wenig Boden wie möglich. Garagenzufahrten, Stellplätze auf dem Grundstück und Gartenwege dürften heute eigentlich nicht mehr „geteert“ oder betoniert werden. Auch fugenlose Beton-Pflastersteine sind weder gestalterisch noch ökologisch eine sinnvolle Lösung. Oberflächen müssen wasserdurchlässig angelegt werden. Man kann eine wassergebundene Decke anlegen, einen Pflasterrasen oder Rasengittersteine. Auch Natursteinpflaster mit ausreichend breiten Fugen sind gute Lösungen.

Zwangsläufig versiegelt ist das Hausdach. Wenn keine Regenwassernutzung über eine Zisterne vorgesehen ist, kann man aber immerhin das Dachwasser auf dem Grundstück versickern anstatt es in die Kanalisation zu leiten - in gebührendem Abstand zum Haus freilich. Auch als Überlauf einer Wasserzisterne ist eine Versickerung möglich. Je nach Lage des Grundstückes (Wasserschutzgebiet, undurchlässige Bodenschichten) muß geprüft werden, ob eine Versickerung in Frage kommt. Eine gestalterisch attraktive Lösung ist ein Sickerteich, dessen Rand so gestaltet ist, daß dort das Wasser versickert (siehe Abbildung).

*Teich zur
Regenwasser-
versickerung*



III. Begrünung

Bäume, Sträucher und anderes Grün in den Siedlungen schlucken Lärm, spenden Sauerstoff, kühlen im Sommer, erhöhen die Luftfeuchtigkeit und filtern Staub aus der Luft. Man lasse deshalb am und ums Haus möglichst viel Grün wachsen!



Hinweise zur Hausbegrünung

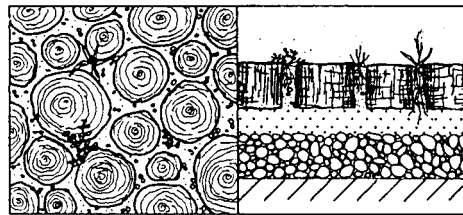
► Begrünen Sie Ihr Haus mit Kletterpflanzen. Efeu und Wilder Wein kommen ohne Rankgerüst aus, andere Kletterpflanzen brauchen eine solche „Hilfestellung“. Laubabwerfende Pflanzen wie Wilder Wein und Laubbäume beschatten im Sommer, behindern jedoch die direkte Sonneneinstrahlung kaum. Efeu ist als immergrüne Kletterpflanze für Nord- und Westseite geeignet: er hält die Witterung ab, bremst den Wind und stellt eine zusätzliche Wärmedämmung dar. Wenn der Verputz keine Risse hat, stellen Fassadenpflanzen sogar einen zusätzlichen Schutz dar.

Ein „grünes“ Haus in der Altstadt von Hüfingen.

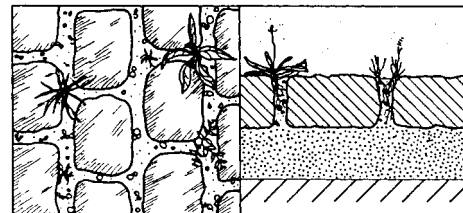
► Überlegen Sie auch, ob Sie Ihr Garagen- und flaches Hausdach begrünen wollen. Eine Extensivbegrünung ohne viel Erde ist dabei preisgünstiger und einfacher als eine intensive Wiesenbegrünung.

► Bauen Sie Ihr Haus mit weit überragendem Dach und Simsen darunter, auf denen Vögel Ihre Nester bauen können.

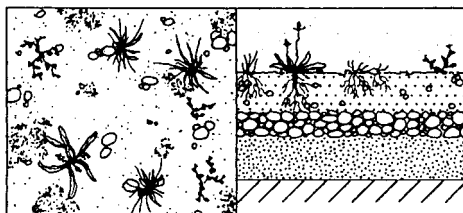
Beispiele wasserdurchlässiger Bodenbefestigung:



Holzpfaster



Natursteinpfaster



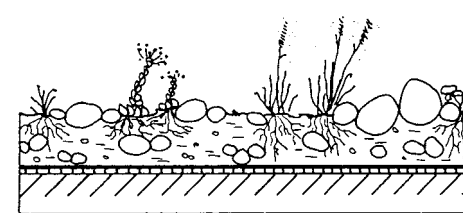
Schotterterrassen



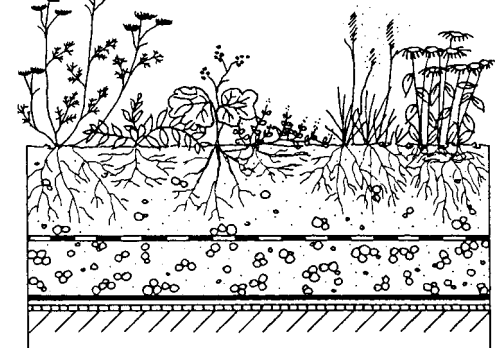
Eine besonders weitgehende Dachbegrünung zeichnet die Erdhügelhäuser aus. Bild: E. Kern

Aufbauten einer Dachbegrünung

Lebendig gestaltetes neues Kiesdach. Schotter-Erdgemisch mit Geröllflora auf Wurzelschutzhaut.



Dachwiese. Erde, Filtermatten, Dränschicht, Wurzelschutzschicht, Gleit- und Schutzschicht, Dachhaut.



IV. Abwasser

Wer an die Kanalisation angeschlossen ist, braucht sich ums Abwasser keine großen Gedanken machen: die Kläranlagen auf der Baar haben gute Reinigungswerte. Daß keine scharfe Chemie in den Abfluß darf, versteht sich von selbst.

Baut man jedoch im Außenbereich oder in einer kleinen Ortschaft ohne Kanalisation, so muß eine eigene kleine Kläranlage mitgeplant werden. Hierfür gibt es mehrere Lösungen. Die klassische Dreikammergrube wird heute nicht mehr als Stand der Technik akzeptiert, da die Reinigung nur sehr ungenügend ist. Sie läßt sich jedoch, wenn sie ohnehin schon vorhanden ist, möglicherweise so aufrüsten, daß das Wasser gut geklärt wird.

Empfehlenswert ist auch eine Klärung durch einen Bodenfilter nach einer mechanischen Vorreinigung. Solche „Pflanzenkläranlagen“ können gute Reinigungswerte erreichen und sind in manchen Fällen auch eine kostengünstige Lösung. In jedem Fall empfiehlt es sich, sich fachkundig beraten zu lassen.

Der fahrbare Untersatz

Dem Auto räumen wir beim Bauen in der Regel weitaus mehr Platz ein als den Kindern.

Mindestens genauso wichtig für die Umwelt wie das umweltbewußte Bauen ist der umweltschonende, d.h. sparsame Umgang mit dem Auto. Muß man wirklich mit dem Auto zum Brötchenholen und zur Arbeit fahren und eine Tonne Blech durch die Gegend kutschieren, um die Kinder in den Kindergarten oder die Schule zu bringen?

Die ideale Lösung wäre es, auf das private Auto zu verzichten und sich einen Wagen mit anderen Personen zu teilen. Diese Idee findet unter dem Namen „Car-Sharing“ oder „Autoteilen“ immer mehr Anhänger.

Wer ein Auto nur dann verwendet, wenn es wirklich keine öffentlichen Verkehrsmittel gibt, der Weg zu weit für das Fahrrad ist oder schwere Lasten zu transportieren sind, der kann durch Car-Sharing sehr viel an Kosten sparen. Er braucht keine Garage mehr (oder kann sie anderweitig nutzen) und trägt zur Verkehrsberuhigung im Wohngebiet bei.

Gerade wenn ein Wohngebiet neu erschlossen wird, wäre die geeignete Gelegenheit, sich mit Nachbarn wegen der gemeinschaftlichen Nutzung eines Autos abzusprechen.



„TeilAuto“ von ÖKO-MOBIL VS e.V. ist eine Initiative, die wenige Autos vielen Nutzern zur Verfügung stellen will. Informationen erhält man unter der Rufnummer 07721/64138.

.....

Wo kann ich mich weiter informieren?

- ▶ Einen bezuschußten Energiecheck für Altbauten bieten auf der Baar zwei Firmen an: Energiebüro Krames, Karlstraße 49, 78166 Donaueschingen, Tel. 0771/97084, Ökologische Energietechnik GmbH, Juniperusweg 3, 78166 Donaueschingen, Tel. 0771/5289.
- ▶ Über Solaranlagen, Brennwertkessel und Heizungsanlagen informieren Sie die ortsansässigen Heizungsbaufirmen.
- ▶ Auskunft zu allen Fragen des Umweltschutzes erhalten Sie bei Herrn Gerhard Bronner, Umweltbüro des GVW Donaueschingen, Tel. 0771/857-295, Fax 857-228.
- ▶ Zu Fragen der Wartung und Einstellung der Heizungsanlagen sowie der umweltschonenden Verfeuerung von Holz informieren Sie der zuständige Schornsteinfeger und die Heizungsbaubetriebe.
- ▶ Die Bausparkasse Schwäbisch Hall bietet gegen eine Schutzgebühr von 10 DM einen groben Energiepaß für ein Haus. Hierzu ist ein Beratungsbogen auszufüllen, der in Schwäbisch Hall bei der Abteilung MAK der Bausparkasse angefordert werden kann (Tel 0791/460).
- ▶ Zum Thema Car-Sharing gibt der Verkehrsclub Deutschland Auskunft: VCD, Landesbüro Baden-Württemberg, Rotebühlstraße 84/1, 70178 Stuttgart

Wo gibt es Geld?

- ▶ Für thermische und photovoltaische Solaranlagen bewilligt die Landeskreditbank (LAKRA) zinsverbilligte Kredite (4 % unter Marktzinsen bei Photovoltaikanlagen, 3 % bei solarthermischen Anlagen). Antragsformulare erhalten Sie bei der LAKRA-Förderungsanstalt, Postfach 102943, 70025 Stuttgart, Tel 0711/1220.
- ▶ Solaranlagen, Wärmepumpen und der Bau von Niedrigenergiehäusern werden von der LAKRA durch Zuschläge zum normalen Kreditumfang honoriert (nur für Anspruchsberechtigte für LAKRA-Kredite). Informationen gibt es bei der LAKRA-Stelle der Stadtverwaltung.
- ▶ Das Bundeswirtschaftsministerium bezuschußt die „Energiesparberatung vor Ort“ für Häuser, die vor 1984 gebaut wurden. Besitzer solcher Häuser können sich von einem Experten eine Energieanalyse ihres Hauses mit Investitionsvorschlägen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen erstellen lassen. Frühzeitige Anmeldung ist erforderlich, da das

Programm immer sehr schnell ausgebucht ist. Gibt es keinen Zuschuß vom Bund, so gewähren die Städte Donaueschingen und Hüfingen einen (reduzierten) Zuschuß.

- ▶ Das Bundeswirtschaftsministerium fördert Sonnenkollektoren mit 1500 DM pro Anlage, Photovoltaikanlagen mit 7000 DM pro installiertes kW und Wärmepumpen mit 300 DM pro kW. Holzheizungen werden mit 250 DM/kW gefördert. Bundeszuschüsse können nicht mit anderen Zuschüssen kumuliert werden. Leider sind die Mittel in der Regel schon sehr frühzeitig ausgebucht. Information: Bundesamt für Wirtschaft, Postfach 5177, 65726 Eschborn, Tel 06196/4040.
- ▶ Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gewährt zinsgünstige, langfristige Kredite für Investitionen zur CO₂-Einsparung im Altbaubestand. Die Abwicklung erfolgt über die Hausbanken. Mitfinanziert werden Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle bei Gebäuden, die vor dem 1.11.1977 errichtet wurden. Brennwertkessel und Öl-Niedertemperaturkessel werden gefördert, wenn sie mindestens 10 Jahre alte Kessel ersetzen. Die maximale Förderkredithöhe beträgt 300 DM pro Quadratmeter Wohnfläche.
- ▶ Das Bundesumweltministerium gewährt Förderkredite für Solar- und Photovoltaik-Anlagen, Wärmepumpen, Biogas- und Biomasseanlagen. Die Gelder werden von der Deutschen Ausgleichsbank gewährt, Antragsformulare hat die jeweilige Hausbank.
- ▶ Über das Finanzamt werden Zuschüsse zum energiesparenden Bauen ausbezahlt. Für eine Solaranlage, eine Wärmepumpe oder eine Wärmerückgewinnungsanlage werden acht Jahre lang 500 DM gutgeschrieben, für den Bau oder Kauf eines Niedrigenergiehauses acht Jahre lang 400 DM. Es gelten bestimmte Einkommensgrenzen; Auskünfte erteilt das Finanzamt.
- ▶ Im Städtedreieck werden die folgenden Maßnahmen durch Investitionszuschüsse gefördert:

	Donaueschingen	Hüfingen	Bräunlingen
Thermische Solaranlagen	1000 DM	1000 DM	1000 DM
Photovoltaikanlagen	1000 DM	1000 DM	?
Öl-Brennwertkessel	1000 DM	500 DM	-
Gas-Brennwertkessel im Altbau	1000 DM	500 DM	-
Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Biogasanlagen	1500 DM	1500 DM	1500 DM
Regenwassernutzungsanlagen	-	-	1000 DM
Energiecheck im Altbau	500 DM	500 DM	-

Die genauen Förderbedingungen sind bei den Bauämtern der Städte nachzufragen.

Literatur

- ▶ „Ökologisch bauen und renovieren“, BUND Themenheft '97/'98, erhältlich beim BUND-Leserservice, Leserclub Merkur, Thorauer GmbH, Postfach 111233, 60047 Frankfurt
- ▶ Feist (Hrsg.): „Das Niedrigenergiehaus“ Heidelberg 1997
- ▶ Schrode: „Niedrigenergiehäuser“; Köln 1996
- ▶ Weidlich/Kerschberger: „Energiegerechte Bauschadenssanierung“, Karlsruhe 1992
- ▶ Göhler, S.: „Ökologische Baustoffe: Produkte, Preise, Bezugsquellen, Ökobilanzen“; Lübeck 1996
- ▶ „Leitfaden zum ökologisch orientierten Bauen“, 3. Aufl., Hrsg. Umweltbundesamt, C.F.Müller Verlag, 1997, 27.00 DM
- ▶ Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): „Energiesparendes Bauen und gesundes Wohnen: Eine Planungshilfe für Bauherren, Architekten und Ingenieure“, Stuttgart
- ▶ Ladener, h. (Hrsg.): „Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus“; Staufen 1997
- ▶ König, K.W.: „Regenwassernutzung von A-Z“; Donaueschingen 1996
- ▶ Hempfling/Stubenrauch (Hrsg.): Schadstoffe in Gebäuden: Erkennen, Bewerten, Sanieren, Vermeiden“; Taunusstein 1994
- ▶ Minke, G.: „Lehmbau Handbuch“; Staufen 1994
- ▶ Energiesparinformationen 1-14, hrsg. Hess. Ministerium für Umwelt, Postfach 3109, 65021 Wiesbaden (thematische Hefte zu solarer Brauchwasserbereitung, kontrollierter Wohnungslüftung, Winddichtigkeit, Lüftungsverhalten, Wärmebrücken, Wärmedämmung u.a.)
- ▶ „Das alternative Branchenbuch“, Altop Verlags- und Vertriebsgesellschaft
- ▶ Öko-Test „Ratgeber Heimwerken“, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, 1989

Bilder, wenn nicht besonders vermerkt, sind dem Archiv des GVV entnommen.