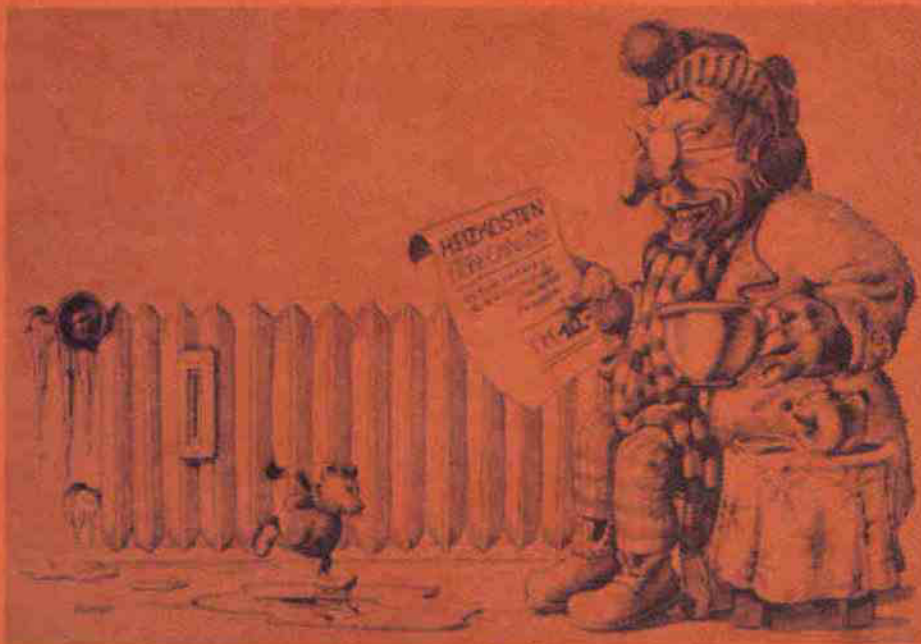


# Soznat

**Materialien für den Unterricht 9**

**Armin Kremer**

**Sparen von Heizenergie durch  
bauliche Massnahmen**



**Naturwissenschaften sozial**

A R M I N K R E M E R

S P A R E N V O N H E I Z E N E R G I E D U R C H  
B A U L I C H E M A S S N A H M E N

M A T E R I A L I E N Z U E I N E R U N T E R R I C H T S R E I H E

M A R B U R G 1 9 8 2

R E D A K T I O N : R . G E O R G E , L . S T Ä U D E L , A . K R E M E R

H E R A U S G E B E R : A G C H E M I E U N D P H Y S I K I N D E R O B E R S T U F E  
C / O L U T Z S T Ä U D E L , G E S A M T H O C H S C H U L E K A S S E L ,  
F B 1 9 , H E I N R I C H - P L E T T - S T R A ß E 4 0 , 3 5 5 0 K A S S E L

## I N H A L T

1. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES INHALTS	S. 1
2. ZUSAMMENHANG VON KURSINHALT UND KSP	S. 2
3. SACH-/PROBLEMSTRUKTURSKEITZE MIT ANMERKUNGEN	S. 3
4. DER TATSÄCHLICHE UNTERRICHTSVERLAUF	S. 5
5. MATERIALIEN	S. 8
6. LITERATUR	S.32
7. ERFAHRUNGSBERICHT	S.35
8. HINWEISE ZUR LEISTUNGSÜBERPRÜFUNG	S.37

## 1. Allgemeine Beschreibung des Inhalts

Die folgenden Materialien zu einer Unterrichtseinheit "Sparen von Heizenergie durch bauliche Maßnahmen" basieren auf den Erfahrungen mit einem Grundkurs Physik (Jahrgangsstufe 13), der an einem Berufsbildenden Gymnasium durchgeführt wurde.\*

Rund 85 % der im Haushalt eingesetzten Energie wird für die Raumheizung verbraucht und nicht selten "zum Fenster" hinausgefeuert. Angesichts der explodierenden Heizkosten ist es deshalb kein Wunder, daß intensiv nach Mitteln und Wegen gesucht wird, um hier Abhilfe zu schaffen.

"Sparen von Heizenergie durch bauliche Maßnahmen" gehört nicht nur zum Programm der Energie-Spar-Politik der Bundesregierung, sondern ist mittlerweile auch von den Werbeagenturen der Industrie und der Banken als verkaufs- und darlehensförderndes Argument entdeckt worden. Was dem Verbraucher jedoch häufig fehlt, sind Informationen, die es ihm ermöglichen, sowohl die energiepolitischen und ökonomischen sowie ökologischen Zusammenhänge als auch die "physikalisch-technischen Lösungen" zur Energieeinsparung beurteilen zu können.

Hier versucht die Unterrichtseinheit anzusetzen.

Die Schwerpunktsetzung soll dabei durch die Schüler bzw. mit den Schülern erfolgen. In der gemeinsamen Planung haben sich folgende zwei Themenkomplexe ergeben:

- Die politischen und ökonomischen Gründe für die Ölpreisex-  
plosion (Stichwort: unbegrenztes Wirtschaftswachstum);  
Die Auswirkungen der Ölpreisex-  
plosion auf die staatliche  
Energiepolitik (Stichwort: Ausbau der Kernenergie)
- Bauliche und technische Möglichkeiten zur Einsparung von  
Heizenergie (Stichwort: Dämmung, Isolierung, Verbesserungen  
an der Heizanlage);  
Alternative Heizsysteme (Stichwort: Sonnenkollektor für  
Brauchwassererwärmung, Wärmepumpe)

---

\* Die Unterrichtseinheit stützt sich auf ein Unterrichts-  
konzept, das im Rahmen eines Lehrgangs zum Thema "Fächer-  
übergreifende Projekte in den Physik-Grundkursen der Sek.II"  
im Hessischen Institut für Lehrerfortbildung -Hauptstelle  
Reinhardswaldschule- von Walter Reichenbacher, Knut Eberling  
und Armin Kremer erstellt wurde (Druckauftrag Nr. 1335/1181).

Die vorliegende Unterrichtseinheit kann nicht nur im Kurs "Wärmelehre" eingesetzt werden, sondern eignet sich (bei entsprechenden Ergänzungen, Modifikationen und Weglassungen) zum Beispiel auch für das Kursthema "Technische Anwendungen der Elektrizitätslehre" -Unterthema: "Energiewirtschaft" (Kursstrukturpläne (KSP), S. 22 ff).

## 2. Zusammenhang von Kursinhalt und Kursstrukturplänen

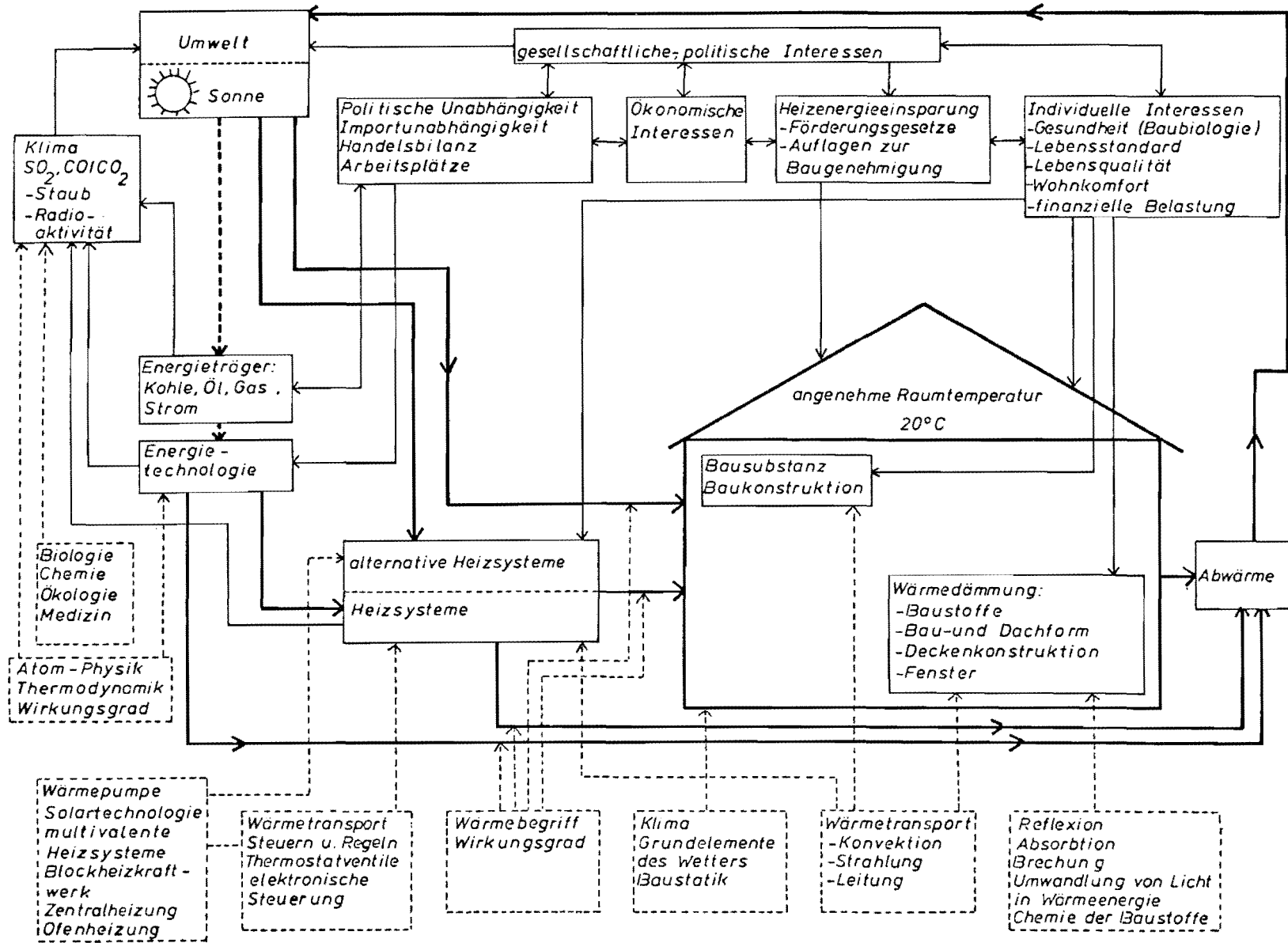
Die Unterrichtseinheit bezieht sich auf die in den Hessischen Kursstrukturplänen gegebene Begründung für den Physikunterricht in der Oberstufe, insbesondere auf die Aspekte "Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse auf die Lebensverhältnisse der Menschen" wie z.B. "Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Technik, Verbesserung und Ausbreitung der Technik", "wirtschaftliche Bedeutung und Risiko technischer Entwicklungen" und "gesellschaftliche Auswirkungen technisch-wirtschaftlicher Entwicklungen" (S. 4).

Wie die Sach/Problemstrukturskizze verdeutlicht, bietet das Thema unter den verschiedensten Fragestellungen die Möglichkeit, die Schüler zur "Bereitschaft zum verantwortungsbewußten Handeln" (S. 1) anzuregen - eine Aufgabe, die angesichts der Aktualität der Energiefrage notwendiger denn je erscheint.

Unter spezifisch physikalisch-technischen Gesichtspunkten können die Schüler dazu geführt werden, "Technische Prozesse mit Hilfe physikalischer Kenntnisse (zu) analysieren" (S. 3), in dem sie einerseits die thermodynamischen Grundbegriffe, Gesetze und Modelle (Wärmebegriff, Energie, Wärmetransport, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Konvektion (S. 21 f)) an technischen Beispielen wie "Wärmepumpe", "Heizung" und "Wärmedämmung" (S. 21) umsetzen und anwenden sowie an einfachen Experimenten (S. 2) überprüfen können.

3. Sach-/Problemstrukturskizze

SPAREN VON HEIZENERGIE DURCH BAULICHE MASSNAHMEN



Grafik: Angela Stille

### Anmerkungen zur Sach-/Problemstrukturskizze

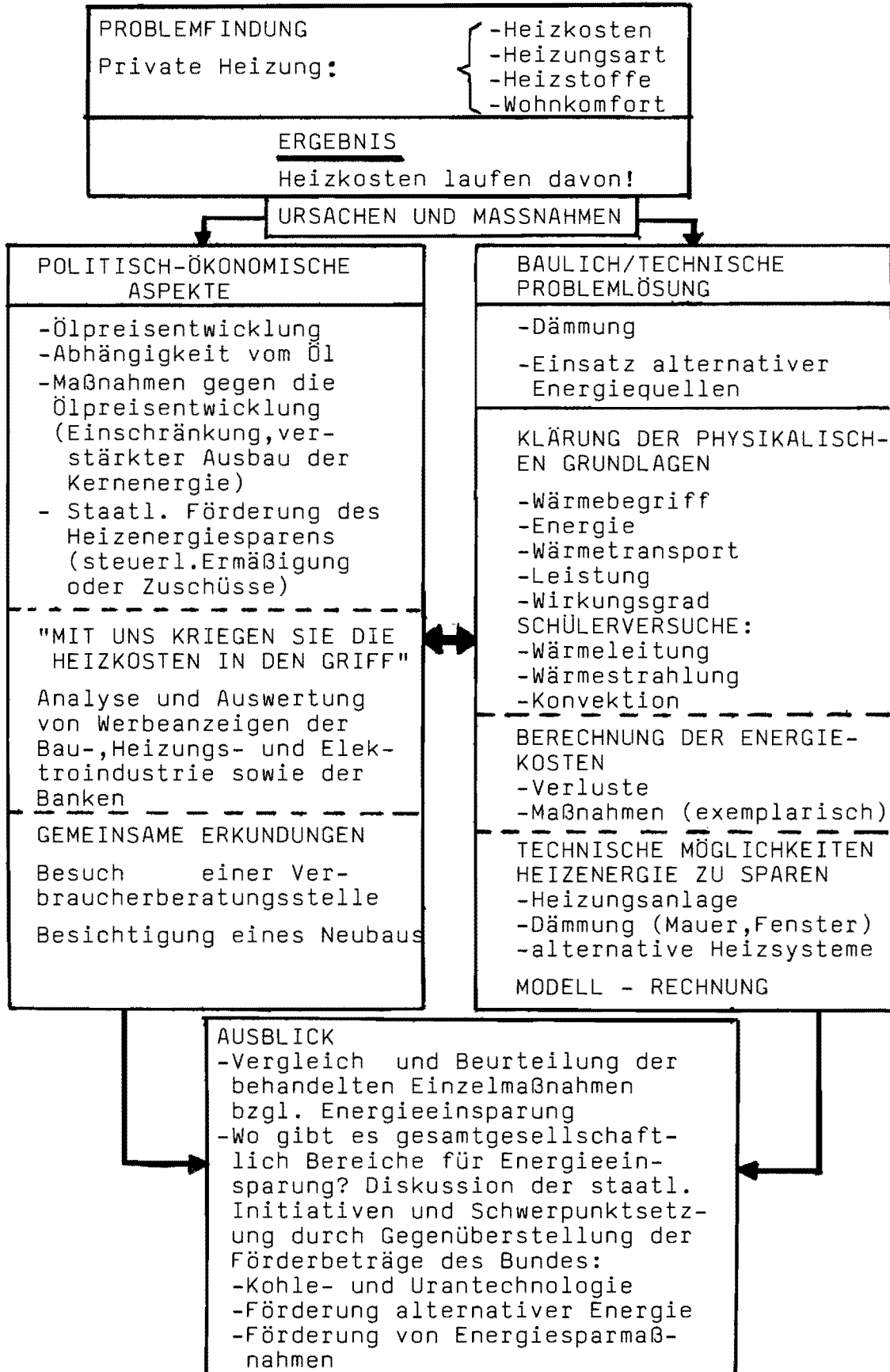
Die Sach-/Problemstrukturskizze soll einen Überblick über die Komplexität des Themas geben und **n i c h t** als Grundlage dienen, (möglichst) alle Aspekte und ihre Vernetzungen im Unterricht zu behandeln. Die Skizze soll vielmehr Lehrer und Schüler dazu anregen, den einen oder anderen Komplex oder einige Vernetzungen aus diesem Raster herauszugreifen und zum Schwerpunkt des Unterrichts zu machen.

Daß sich dabei Modifikationen ergeben (können), zumal wenn mit bzw. von Schülern eine entsprechend geartete Problem-skizze im Unterricht erarbeitet wird, ist nicht zuletzt beabsichtigt.

Die Zuordnung der jeweiligen fachlichen Inhalte erfolgt mittels der gestrichelten Pfeile und Kästen. Der Wärme- bzw. Energiebegriff spielt bei fast allen aufgezeigten Bereichen eine mehr oder minder wichtige Rolle. Um die Übersichtlichkeit zu wahren, wurden die ökonomischen Interessen jeweils nur implizit durch Pfeile angedeutet. Die dicken Verbindungspfeile stehen für den Energiefluß. Alle genannten Bereiche sind nicht nur sachlogisch miteinander verbunden, sondern auch über den gesellschaftspolitischen Bereich miteinander verschränkt.

#### 4. Der tatsächliche Unterrichtsverlauf

##### SPAREN VON HEIZENERGIE DURCH BAULICHE MASSNAHMEN





Als Einstieg, der die Energie(spar)problematik verdeutlichen und den Schülern Anknüpfungspunkt bieten sollte, ihre eigene Betroffenheit zu erarbeiten, wurde gewählt:

Zu Hause feststellen bzw. erfragen:

- die Heizkostenrechnungen
- die Art der Heizung und des Heizstoffs
- die Regelung
- welche Räume der Wohnung bzw. des Hauses beheizt werden und welche Temperaturen sie durchschnittlich haben.

Obwohl die zusammengetragenen Daten zum Teil lückenhaft waren (fehlende bzw. unvollständige Heizkostenrechnungen, Änderung der Heizungsanlage bzw. Umstellung auf einen anderen Heizstoff), erbrachte die Auswertung das Ergebnis, daß in (fast) allen Haushalten der Schüler die Heizkosten ständig gestiegen sind und angesichts der gegenwärtigen Heizkostenprognosen zu erwarten ist, daß sie noch weiter steigen werden. Eine Abschätzung des Heizkostenanteils an den gesamten Energiekosten des Haushalts konnte angesichts unvollständiger Vergleichsdaten nur teilweise durchgeführt werden. Hierzu wurden zusätzlich Fremddaten herangezogen und diskutiert.

Es fehlten auch Angaben über das individuelle Energieverhalten, so daß der Aspekt der individuellen Heizenergie-Verbrauchssenkung zwar thematisiert, aber in der Modell-Rechnung (M 14) noch nicht berücksichtigt wurde. Hier bieten sich Erweiterungen in der Eingangsphase an.

Die in der gemeinsamen Diskussion über die Ursachen für und die Maßnahmen gegen die Heizkostenexplosion thematisierten politisch-ökonomischen Aspekte wurden von den Schülern in Referatform ausgearbeitet: Diagramme, Tabellen und Thesen wurden für alle Schüler vervielfältigt bzw. auf Folie geschrieben. Sollten die Schüler mit dieser methodischen Aufgabenstellung der selbständigen Bearbeitung von Referaten und ihrer Darbietung im Unterricht (noch) nicht vertraut sein, so ist es günstiger, wenn die Themenaspekte gemeinsam im Unterricht erarbeitet werden. Relativ kurze Artikel, versehen mit einem Arbeitsauftrag (Gruppenarbeit), sind hier sinnvoll (vgl. Themenheft "Energiepolitik", "Energieprobleme in Europa" und "Energiesparen", M 1).

Alternativ zum Besuch der Verbraucherberatungsstelle bietet sich ein Gespräch mit einem Vertreter der Stadtwerke an,

und anstelle einer Neu- bzw. Rohbaubesichtigung die einer Altbauinstandsetzung. Hier kann man u.a. untersuchen: Fenster, Schwachstellen im Fensterbereich (Rolladenkästen, Heizkörpernischen), Innen- oder Außenisolierung, Dachisolierung, neue Heizungsanlage, Abschlußtüren, sind die durchgeführten Maßnahmen sinnvoll?, in wessen Interesse werden sie durchgeführt?, wer trägt die Kosten?, was geschieht mit den Mietern?, Auswirkungen auf die Miete?; ferner: Berücksichtigung ästhetischer Aspekte, wie z.B. bei Ersatz von unterteilten Altbaufenstern durch großflächige Isolierfenster, Fassadenerhaltung und -veränderung (Straßenbild).

Die aufgeführten physikalischen Grundlagen, die zum Verständnis baulicher bzw. technischer Lösungsmöglichkeiten Heizenergie zu sparen notwendig sind, wurden, sofern sie nicht in den Referaten angesprochen waren, von mir thematisiert bzw. problematisiert (vgl. M 4, M 6). Die in diesem Zusammenhang durchgeführten Versuche ( vgl. M 5) wurden durch Demonstrationen ("Heizungsmodell") ergänzt. Sie dienen im wesentlichen zur Veranschaulichung physikalischer Phänomene.

Zusätzlich oder alternativ zur Behandlung von Sonnenkollektoren für Brauchwassererwärmung und Wärmepumpe bieten sich Solararchitektur-Beispiele an, an denen energiesparende Überlegungen diskutiert werden können.

## 5. MATERIALIEN

M 1

### Basislektüre für Referate

1. "Energiepolitik". Themenheft der Zeitschrift "Wochenschau für politische Erziehung Sozial- und Gemeinschaftskunde", Heft 1, 1980.

Der Inhalt dieser Ausgabe:	
Probleme der Energiepolitik (Information)	2
Dokumentation	5
A. Streitpunkte und Zielsetzungen	5
1. Der Bürgerprotest	5
2. Energiepolitische Konzepte	6
B. Ölkrise	9
1. Der Stein des Anstoßes	9
2. Multis im Kreuzfeuer	12
C. Abriss der Problemlage	14
1. Daten zur Energiewirtschaft in der Bundesrepublik	14
2. Zur Entwicklung des Energieangebots	16
3. Wachstum und Energieverbrauch	17
D. Spielräume politischen Handelns	21
1. Grundlinien der Energiepolitik der Bundesregierung	21
2. Alternativen zur Kernenergie	24
a) Vorrang der Kohle	24
b) Vielfalt der Wege	27
3. Energiequelle Sparen	33
a) Verkehrssektor	33
b) Die privaten Haushalte	36
4. Politische Folgerungen	41
Politik aktuell: Was wird aus der Entspannung?	43

2. "Energieprobleme in Europa". Themenheft der Zeitschrift "Wochenschau für politische Erziehung Sozial- und Gemeinschaftskunde", Heft 4, 1980.

Redaktions- u. Verlagsanschrift: Adolf-Damaschke-Str. 103-105, 6231 Schwalbach/Ts.-Limesstadt.

Der Inhalt	
A. Energie -- woher und wo für? 138	Das Kapitel macht deutlich, von welchen Voraussetzungen Energiepolitik heute ausgehen muß (Ölverknappung/Proteste gegen Atomkraftwerke) und welche Interessen die EG-Länder verfolgen.
Das Einführungskapitel dokumentiert die Probleme der europäischen Energieversorgung (steigende Preise, Abhängigkeit von Importen) und begründet die Forderung nach einer gemeinsamen Energiepolitik.	C. Alternativen -- die andere Art, Energie zu gewinnen 161
B. Das „Nachölzeitalter“ 147	1. Die Kohle 161
1. Öl -- erst teurer, dann knapp 147	2. Sanfte Energien 164
2. Widerstand gegen die Atomenergie 153	3. Was bringt Sparen? 167
	Als Alternativen zu Öl und Atom stehen eine Reihe von Energiequellen zur Diskussion, die im Schlußkapitel im Für und Wider dokumentiert werden.

3. "Energiesparen". Themenheft der Zeitschrift "arbeiten und lernen. Arbeit, Beruf, Wirtschaft, Technik in der Unterrichtspraxis, Heft 4, 1980.

Friedrich Verlag. 3016 Seelze 6.

## Katalog der steuerlich begünstigten Maßnahmen

Begünstigt sind:

1. Maßnahmen, die ausschließlich zum Zwecke des Wärme- oder Lärmschutzes vorgenommen werden,
2. der Anschluß an die Fernwärmeversorgung, die überwiegend aus Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung, zur Verbrennung von Müll oder zur Verwertung von Abwärme gespeist wird,
3. der Einbau von Wärmepumpenanlagen, Solaranlagen und Anlagen zur Rückgewinnung von Wärme einschließlich der Anbindung an das Heizsystem.

Als Maßnahmen, die ausschließlich zum Zwecke des Wärme- oder Lärmschutzes vorgenommen werden, sind insbesondere anzusehen:

### 1. An Fenstern und Außentüren

- Ersatz von einfachverglasten Fenstern oder Fenstertüren durch isolier- oder mehrfachverglaste Fenster beziehungsweise Fenstertüren,
- Ersatz von Einfachverglasung durch Isolier- und Mehrfachverglasung,
- Vorsatzfenster oder -türen beziehungsweise Vorsatzflügel auf vorhandene einfachverglaste Fenster oder Fenstertüren,
- Ersatz von Fenstern durch Schallschutzfenster,
- Ergänzung einer Außentür durch eine Innentür (Windfangtür).

### 2. An Außenwänden

- Dämmstoffe auf der Innen- oder Außenseite,
- Dämmstoffe in der Luftschicht von zweischaligem Mauerwerk.

### 3. An Dächern

- Dämmstoffe im Gebälk des ausgebauten Dachgeschosses,
- Dämmstoffe auf dem Flachdach.

### 4. An Decken

- Dämmstoffe an der Unterseite der Kellerdecke,
- Dämmstoffe an der Unterseite der obersten Geschosdecke,
- Dämmstoffe im nicht ausgebauten Dachraum auf der obersten Geschosdecke.

Nicht begünstigt sind zum Beispiel, da nicht ausschließlich dem Wärme- oder Lärmschutz dienend:

- Verblendmauerwerk und sogenannte Vorhangfassaden an den Außenwänden,
- Rolläden oder Klappläden an Fenstern und Außentüren,
- Vertäfelungen und anderes Dekormaterial an Wänden, Decken und im Dachraum,
- Fußbodenbeläge.

## Katalog der durch Zuschuß förderbaren Maßnahmen

### 1. Verbesserung der Wärmedämmung von Fenstern und Außentüren durch:

- Dichtung der Fugen zwischen Flügel und Rahmen bei vorhandenen Fenstern und Außentüren,
- Ersatz von Einfachverglasung durch Isolier- oder Mehrfachverglasung,
- Vorsatzfenster beziehungsweise Vorsatzflügel für einfachverglaste Fenster und Fenstertüren,
- Einbau neuer Fenster beziehungsweise Fenstertüren mit Isolier- oder Mehrfachverglasung als Ersatz von einfachverglasten Fenstern beziehungsweise Außentüren,
- Rolläden (außen angebrachte Rolladenkästen), Schiebe- oder Klappläden.

### 2. Verbesserung der Wärmedämmung von Außenwänden durch:

- Wärmedämmmaterial auf der Außenseite, mindestens 40 mm dick, und unmittelbare Beschichtung,
- Wärmedämmmaterial auf der Außenseite, mindestens 40 mm dick, und hinterlüftete Verkleidung (=Vorhangfassade oder vorgesetzte Außenschale),
- Wärmedämmmaterial auf der Innenseite, mindestens 30 mm dick,
- Wärmedämmmaterial in den Heizkörpernischen, mindestens 10 mm dick, gegebenenfalls einschließlich reflektierender Oberfläche,
- Wärmedämmmaterial in der Luftschicht von zweischaligem Mauerwerk (die Eignung muß durch Baugenehmigung nachgewiesen sein).

### 3. Verbesserung der Wärmedämmung von Dächern durch:

- Wärmedämmmaterial im Gebälk ausgebauter und beheizter Dachgeschosse, mindestens 60 mm dick,
- Wärmedämmmaterial auf dem Flachdach, mindestens 60 mm dick.

### 4. Verbesserung der Wärmedämmung von Decken durch:

- Wärmedämmmaterial an der Unterseite der Kellerdecke, mindestens 30 mm dick,
- Wärmedämmmaterial an der Unterseite der obersten Geschosdecke, mindestens 30 mm dick,
- Wärmedämmmaterial im nicht ausgebauten Dachraum auf der obersten Geschosdecke, mindestens 60 mm dick.

### 5. Verminderung des Energieverlustes und des Energieverbrauchs von zentralen Heizungs- und Brauchwasseranlagen durch:

- Anpassung der Wasservolumenströme oder der Heizkörperflächen an den Wärmebedarf der einzelnen Räume,
- Reduzierung der Brennerleistung,
- Ersatz von Wärmeerzeugern (Kessel und Brenner) durch neue mit einer um mindestens 20 v.H. geringeren Leistung (bei kombinierten Heizungs-/Brauchwasser-

serkesseln nach DIN 4702 nur solche, die durch großes Heizwasser- oder Brauchwasserspeichervolumen kleine Brennerleistungen zulassen),

- Verbesserung der Wärmedämmung des Wärmeerzeugers und des Verteilungsnetzes,
- Einbau von Einrichtungen zur Begrenzung von Stillstands- beziehungsweise Betriebsbereitschaftsverlusten (zum Beispiel Absperreinrichtungen im Abgasweg, Zugbegrenzer, Brennerabschlußklappen),
- Verbesserung der Brauchwasserbereitung in kombinierten Heizungs-Brauchwasserkesseln nach DIN 4702 durch Installation von Heizwasser- oder Brauchwasserspeichern unter gleichzeitiger Verringerung der Brennerleistung.

### 6. Umstellung auf Fernwärme:

Änderung von zentralen Heizungs- und Warmwasseranlagen innerhalb des Gebäudes für den Anschluß an die Fernwärmeversorgung, die überwiegend aus Anlagen der Kraft-Wärmekopplung zur Verbrennung von Müll oder zur Verwertung von Abwärme gespeist wird.

### 7. Einbau von Anlagen zur Rückgewinnung von Wärme.

8. Einbau von Wärmepumpen- oder Solaranlagen einschließlich der Anbindung an ein konventionelles Heizsystem.

### Steuerbegünstigung

Wer aus dem einen oder anderen Grund keine Aussicht auf einen staatlichen Zuschuß hat, muß dennoch nicht auf staatliche Förderung verzichten. Er kann die Steuervergünstigung, die für heizenergiesparende Maßnahmen gewährt wird, in Anspruch nehmen. Die gesetzliche Grundlage dafür bietet der § 82a der Einkommensteuerverordnung. Die Voraussetzungen für die Steuervergünstigung unterscheiden sich in einigen Punkten von der Zuschußregelung. Da gibt es zunächst einige Vorteile:

- Auf die Steuervergünstigung hat man einen Rechtsanspruch,
- die Höhe der Kosten ist unbegrenzt,
- es kommt nicht darauf an, ob das Gebäude Wohnzwecken oder betrieblichen Zwecken dient.

Diesen Vorteilen steht als Nachteil gegenüber, daß der Katalog der begünstigten Maßnahmen etwas enger gefaßt ist als in der Zuschußregelung (siehe Kasten). Rolläden und sogenannte Vorhangfassaden werden beispielsweise nicht gefördert, weil sie keine Maßnahmen sind, die, wie die Durchführungsverordnung verlangt, ausschließlich zum Zwecke des Wärme- oder Lärmschutzes vorgenommen werden.

#### **Die Höhe der Steuervergünstigung**

Investitionsobergrenzen wie beim Zuschuß gibt es nicht. Die gesamten Kosten für begünstigte Maßnahmen können von der Steuer abgesetzt werden. Allerdings nicht alles auf einmal, sondern verteilt über zehn Jahre. In jedem Jahr können also 10 Prozent der Kosten von dem steuerpflichtigen Einkommen abgezogen werden. Die Höhe der staatlichen Förderung, die bei diesem Abschreibungsverfahren unter dem Strich herauskommt, hängt von der Höhe des Einkommens ab.

Die Steuerersparnisse können erheblich sein: So können Ehepaare mit einem zu versteuernden Jahreseinkommen von 50 000 Mark bei Energiesparinvestitionen in Höhe von 10 000 Mark zehn Jahre lang jährlich 356 Mark an Steuern sparen.

#### **Folgen für den Mieter**

Bauliche Maßnahmen zur Energieeinsparung muß der Mieter im allgemeinen dulden, es sei denn, er kann nachweisen, daß die Maßnahmen für ihn oder seine Familie eine Härte bedeuten würden, die auch unter Würdigung der berechtigten Interessen des Vermieters und anderer Mieter des Gebäudes nicht zu rechtfertigen ist. Mieter sollten allerdings berücksichtigen, daß ihnen energiesparende Maßnahmen auch finanziell zugute

kommen. Eine Einsparung an Heizenergie muß sich in der jährlichen Heizkostenabrechnung niederschlagen.

Generell gilt, daß normale Instandhaltungsmaßnahmen, wie zum Beispiel ein normaler Hausfassadenanstrich, mit der Miete abgegolten sind und deshalb eine Mieterhöhung nicht gerechtfertigt ist. Energiesparmaßnahmen sind aber in der Regel keine Instandsetzungsmaßnahmen, hier werden nicht nur bauliche Mängel beseitigt. Vielmehr gilt eine Maßnahme, durch die »nachhaltig« Energie eingespart wird, nach dem Gesetz als Modernisierung. Der Vermieter hat das Recht, für heizenergiesparende Investitionen wie für andere Modernisierungsmaßnahmen elf Prozent der Kosten auf die Jahresmiete aufzuschlagen. Staatliche Zuschüsse, auch zinsverbilligte Darlehn und Mieterdarlehn müssen jedoch vorher von den Kosten abgezogen werden. Bei preisgebundenem Wohnraum richtet sich die Mieterhöhung nach der zulässigen Kostenmiete. Hat der Eigentümer dagegen die steuerliche Vergünstigung wahrgenommen, so braucht er in diesem Fall von seinen umlagefähigen Kosten seinen Steuervorteil nicht abzuziehen. Er kann seine Kosten in Form der elfprozentigen Umlage an seine Mieter weitergeben.

---

!!!! Beim Finanzamt nachfragen, ob die steuerlich bzw. durch Zuschüsse begünstigten Maßnahmen noch gelten!!!!

aus: Stiftung Warentest (Hrsg): test -Energie-Sonderheft- Dez.'80 (gekürzt).

---

## SPAREN SOLL BELOHNT WERDEN

..... in einem Mehrfamilienhaus oder einem Wohnblock, bei dem die Heizkosten pauschal – zum Beispiel nach den Quadratmetern der Wohnfläche – auf die Mieter oder Wohnungseigentümer umgelegt werden, macht sich die Ersparnis des einzelnen kaum oder gar nicht in seinem Portemonnaie bemerkbar. Er spart quasi für alle anderen mit. Warum sollte man also seine lieb gewordenen Gewohnheiten mühsam ändern? Warum Heizkörper in wenig genutzten Räumen – zum Beispiel dem Schlafzimmer – niedrig stellen, warum nur ein paarmal am Tag kurz lüften, wenn doch dauernd geöffnete Kipfenster viel bequemer sind?

Erst wenn der sparsame Heizer »belohnt« und der verschwenderische durch eine höhere Zahlung »bestraft« wird, dürfte sich das Heizverhalten merklich ändern. Dadurch könnten 15 bis 20 Prozent Heizenergie eingespart werden.

Das Zauberwort heißt »verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung«. Was das bedeutet, wissen schon viele, denn diese Art der Abrechnung ist für preisgebundenen Wohnraum (mit Übergangsfrist bis 1983) bereits vorgeschrieben. Außerdem wird sie immer häufiger in Mietverträgen individuell vereinbart: Die Heizkosten werden zum Teil nach dem Verbrauch der jeweiligen Wohnung und zum Teil nach der Wohnfläche, dem umbauten Raum oder einer anderen Bezugsgröße verteilt. Auch die Kosten der Warmwasserversorgung werden oft entsprechend umgelegt. Diese Art der Abrechnung soll nun auch für nicht preisgebundenen Wohnraum Pflicht werden. (Über Ausnahmereiche informieren die Landesregierungen.)

Das soll in der »Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten« festgelegt werden, die voraussichtlich schon Anfang 1981 in Kraft treten wird. Die Bundesregierung erhofft sich durch diesen vorgeschriebenen Sparanreiz eine Heizenergieeinsparung von 15 Prozent.

### **Der Verteilungsschlüssel**

Nach dem Verbrauch sollen voraussichtlich mindestens 50, aber höchstens 70 Prozent der Heiz- beziehungsweise der Warmwasserkosten verteilt werden. Die Grundkosten, die pauschal nach der Wohn- oder Nutzfläche oder dem umbauten Raum aufgeteilt werden, können also 50 bis 30 Prozent der Gesamtkosten ausmachen. In diesem Rahmen darf der Hauseigentümer oder die Gemeinschaft der Wohnungseigentümer den Verteilungsschlüssel selbst bestimmen.

Um nach dem individuellen Verbrauch abrechnen zu können, muß er zunächst einmal ermittelt werden. Die Verordnung wird dafür kein bestimmtes System vorschreiben. Die Geräte müssen allerdings den Qualitätsanforderungen der DIN-Norm 4713 (erst im Entwurf vorhanden) genügen. Grundsätzlich kann man zwischen Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip, elektrischen Verteilern, ins Rohrleitungsnetz eingebauten Wärmehäufigkeit und Wasserzählern wählen.

Bereits eingebaute Geräte – das betrifft immerhin mehrere Millionen Wohnungen – können jedoch in jedem Fall weiter verwendet werden, auch wenn sie den Mindestanforderungen nicht entsprechen.

### **Die Vermieter entscheiden**

Da für die Ausstattung mit Verbrauchserfassungsgeräten eine Übergangsfrist (geplant: 30. 6. 1984) vorgesehen ist, können die von der Verordnung betroffenen Haus- und Wohnungseigentümer in Ruhe überlegen, welches System sie einbauen lassen und welche Firma sie damit beauftragen.

Wir meinen, da von der Entscheidung hauptsächlich die Mieter betroffen sind, sollte der Hauseigentümer – obwohl er nicht dazu verpflichtet ist – die Gelegenheit mit den Mietern besprechen und sie auch an dem Beschluß beteiligen. Zwar muß der Vermieter zunächst die Kosten für den Einbau von Verbrauchsmeßgeräten voll tragen, er kann die Mieter jedoch im Rahmen einer Mieterhöhung um 11% der Investitionskosten auf die Jahresmiete nach § 3 des Miethöhesetzes daran beteiligen – allerdings erst nach Inkrafttreten der Verordnung.

### **Mieterrechte und -pflichten**

Die Mieter sind nur dazu verpflichtet, die Anbringung der Ablesegeräte zu gestatten und den Ablesern Zutritt zur Wohnung zu gewähren. Sie haben ihrerseits wiederum Anspruch auf eine ordnungsgemäße und übersichtliche Heizkostenabrechnung. Außerdem ist der Vermieter verpflichtet, Ihnen Einsicht in sämtliche Unterlagen für die Abrechnung zu gewähren.

### **Die neue Heizkostenabrechnung**

Wie wird eine Heizkostenabrechnung in Zukunft aussehen? Welche Positionen dürfen darin auftauchen? Entsprechend der Neubaumietenverordnung für preisgebundenen Wohnraum soll nun auch in der Heizkostenverordnung für den freifinanzierten Wohnungsbau vorgeschrieben werden, welche Betriebskosten höchstens umgelegt werden können. Im einzelnen sind das die Kosten

■ der verbrauchten Brennstoffe und ihrer Lieferung (bei Fernwärme: Grund-, Arbeits- und Verrechnungspreis),

■ des Betriebsstroms,

■ der Bedienung, Überwachung und Pflege der Anlage,

■ der regelmäßigen Prüfung der Betriebsbereitschaft und -sicherheit einschließlich Einstellung durch den Fachmann.

■ der Reinigung der Anlage und des Betriebsraums,

■ der Immissionsmessungen und

■ die laufenden Kosten der Verbrauchserfassung (Wartung, Ablesedienst und Rechnungserstellung).

Für die Kosten der Warmwasserversorgung gilt ähnliches.

Wie eine solche Aufstellung der Heiz- und Warmwasserkosten aussehen kann, zeigt unser Beispiel, ein Computerblatt einer Wärmemeßdienstfirma. Einige Positionen haben wir für Sie erläutert.

### **Fehlerquellen**

Diese Art der Heizkostenabrechnung per Computer, die jetzt wohl gang und gäbe werden wird, macht einen halbamtlichen Eindruck. Sie sollten sich jedoch nicht scheuen, die so offiziell wirkenden Zahlen zu überprüfen. In die Heizkostenabrechnung schleichen sich nämlich leicht Fehler ein: Das kann bei Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip schon damit beginnen, daß der Flüssigkeitsstand falsch abgelesen wurde. Sie sollten deshalb beim Austausch der Röhren unbedingt dabei sein und sich gegebenenfalls erklären lassen, wie der Ablesewert zustande kommt.

### **Kritikpunkte**

Vergleichen Sie Ihre Abrechnung jeweils mit der des Vorjahres! Dann haben Sie auch eine gewisse Kontrolle darüber, ob Sie vernünftig geheizt haben oder nicht. Während der Heizperiode können Sie das leider nicht feststellen: Der Flüssigkeitsstand der Röhren geht nur sehr langsam zurück, und auch den leicht ablesbaren Verrechnungseinheiten der elektrischen Verteiler kann man nur dann Verbrauchswerte zuordnen, wenn der Gesamtverbrauch des Hauses bekannt ist. Das kritisieren die Verbände der Wohnungswirtschaft – der Deutsche Mieterbund, der Zentralverband der Deutschen Haus-, Wohnungs- und Grundeigentümer sowie der Gesamtverband gemeinnütziger Wohnungsunternehmen – in ungewohnter Einigkeit.



LEHRERARBEITS - BLATTThema: Wärme-Wärmetransport-Temperatur-Energie

In Arbeitsgruppen sollen folgende Beispiele behandelt werden:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Wärmeabgabe von Heizkörpern        | Beschreibe möglichst detailliert, wie der Vorgang abläuft.     |
| 2. Wärmeabgabe der Sonne              | Wie unterscheidet sich dies von den anderen beiden Beispielen? |
| 3. Heißer Topf/Pfanne mit Metallgriff | Wieso verbrennt man sich beim Anfassen leicht die Finger?      |

Zusammentragen der Arbeitsgruppen-Ergebnisse.

Nach Verständnis der Phänomene werden die Bezeichnungen K o n v e k t i o n, W ä r m e s t r a h l u n g, und W ä r m e l e i t u n g eingeführt. (Mit Hilfe der drei Beispiele kann der Wärmebegriff definiert werden).

Möglicher Zwischenschritt:  
Arbeitsauftrag

Versuche herauszufinden, ob Wärme und Temperatur verschiedene Dinge oder Namen für das gleiche sind (Gegebenenfalls Temperaturbegriff wiederholen).

Eventuell:

- Betrachtung des Wärmetransports von der Sonne zur Erde trotz tiefer Temperatur im Weltraum.
- Beispiel "Becherglas mit kochendem Wasser" auf Bunsenflamme heranziehen; konstante Temperatur trotz ständiger Energiezufuhr.
- Gleichbleibende Heizkörpertemperatur trotz ständiger Wärmeabgabe diskutieren.

Ergebnis: Definition der Wärme als Energieform (Gegebenenfalls Wiederholung des Energiebegriffs).

Thema: Anwendungen und Messung der zugeführten WärmeArbeitsauftrag

Betrachte Körper, denen offensichtlich unterschiedlich viel Wärme zugeführt wurde, z.B. 2 gleiche Nägel: einer wurde auf Rotglut erhitzt, der andere nur auf 100°C.

Oder:

Ein dünner Metalldraht, der zum Glühen gebracht wurde, und ein Glasstab, der zum Glühen gebracht wurde. Versuche experimentell zu ermitteln, wieviel Wärme denn nun konkret zugeführt wurde (Bereitstellen eines Kalorimeter-Gefäßes).

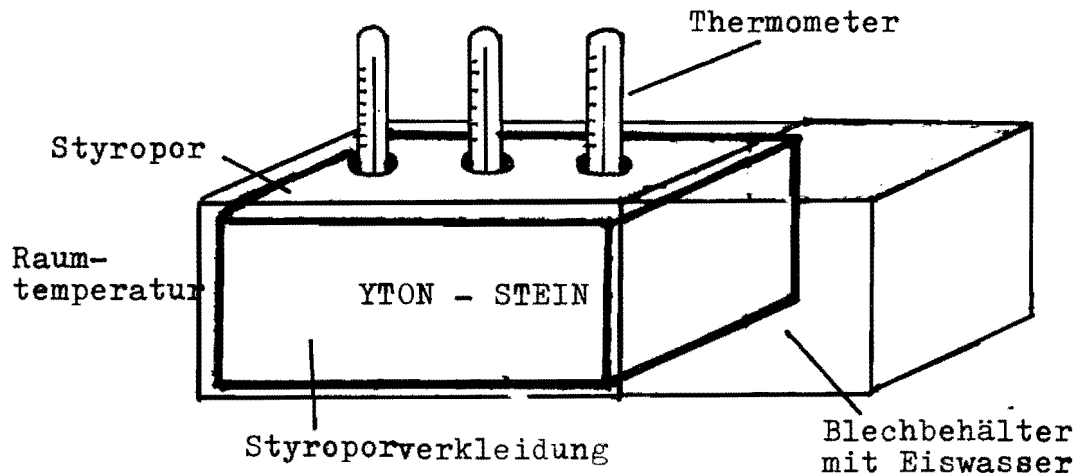
Ergebnis: Meßvorschrift für die zugeführte Wärme

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T \quad ; \quad \Delta T = T_{\text{End.}} - T_{\text{Anf.}}$$



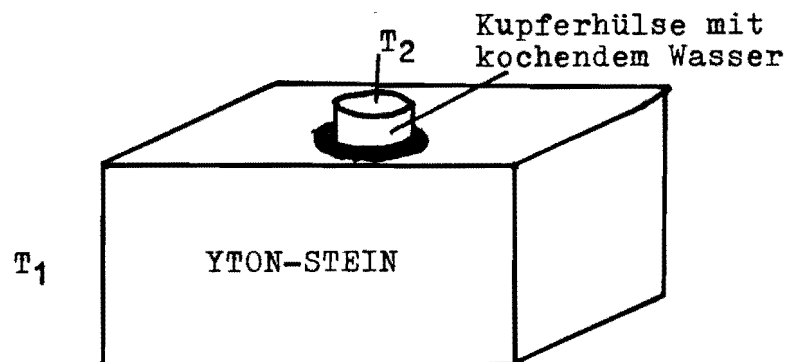
LEHRERARBEITS - BLATTAnregung von Schülerexperimenten zur Ermittlung des Temperaturverlaufs im Mauerwerk.

YTON-Stein: Auf der einen Seite Raumtemperatur, auf der anderen Seite ein Blechbehälter mit Eiswassermischung. Isolierung der anderen Steinseiten durch Abdeckung mit Styroporplatten. Einige Bohrungen als Meßstellen zwischen den Temperaturen.



Weiteres Experiment, um zu zeigen, daß die transportierte Wärmemenge von der Größe der Temperaturdifferenz abhängt.

YTON-Stein: Ausgebohrt mit gutschitzender Kupferhülse, in die kochendes Wasser eingefüllt wird. Messen der Abkühlung und Ermittlung der hindurchwandernden Wärmemenge in Abhängigkeit von der Temperatur.



Ergebnis: Durchgewanderte Wärmemenge pro Zeit ist proportional zur Temperaturdifferenz. Plausibel machen der restlichen Abhängigkeiten: Materialart, Materialdicke, Größe der durchströmten Fläche.

$$\text{Gleichung: } P = k \cdot A \cdot \Delta T ; \Delta T = (T_2 - T_1)$$

Bezeichnungen:

P = Wärmeleistung in Watt;

k = Wärmedurchgangszahl (gibt an, wieviel Wärme durch einen Quadratmeter Mauerwerk pro Grad Temperaturdifferenz hindurchwandert. Die Einheit des k-Wertes ist  $W/m^2 \cdot K$ );

T = Temperaturdifferenz in Kelvin;

A = durchströmte Fläche

Gegenüberstellung mit der Gleichung:  $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ .

AUFGABEN:

- Berechne den Wärmeverlust des Klassenraumes, wenn  $T_1$  = gemessene Außentemperatur (berücksichtige Fenstern und Mauern extra und ob es sich um Außen- oder Innenwände handelt),  $T_2 = 20^\circ C$ .
  - Berechne die Wärmeverluste für einen Raum in Eurer Wohnung.
-

SCHÜLER-ARBEITS-BLATT

Rechnerischer Vergleich der durchgehenden Wärmeleistung an einer gegebenen Außenwand  
 - bei verschiedenen Materialien  
 - bei verschiedener Dicke der Materialien  
 - bei verschiedenen Fenstern.

Vergleiche!

Fenster	Einfachverglasung	Doppelverglasung	Dreifachverglasung
k-Wert in $\frac{W}{m^2 K}$	6	2,8-3,5 <sup>+</sup>	1,9-2,3 <sup>+</sup>

+: Je nach Rahmenmaterial und Scheibenabstand

Mauer	30 cm Kalksand-Lochsteine	36,5 cm Vollziegel	25 cm Gasbeton
k-Wert in $\frac{W}{m^2 K}$	1,57	1,23	0,78

Berechnung der Energiekosten

Heizwertangaben: +

1 l	Heizöl	= 9,88 kWh/l
1 m <sup>3</sup>	Erdgas	= 8,60 kWh/m <sup>3</sup>
1 kWh	Strom	= 1 kWh
1 kg	Brechkoks	= 7,79 kWh/kg

+: Das sind ideale Wärmeäquivalente. Es treten Verluste auf (z.B. Wärme der Abgase, Heizkesselabstrahlung,..).

Erfahrungswerte für die Nutzung <sup>+</sup>		Tagespreis	
Heizöl	75 %	DM	je l
Erdgas	76 %	DM	je m <sup>3</sup>
Koks	70 %	DM	je 50 kg
Strom <sup>++</sup>	98 %	DM	je kWh
Nachtstrom	98 %	DM	je kWh

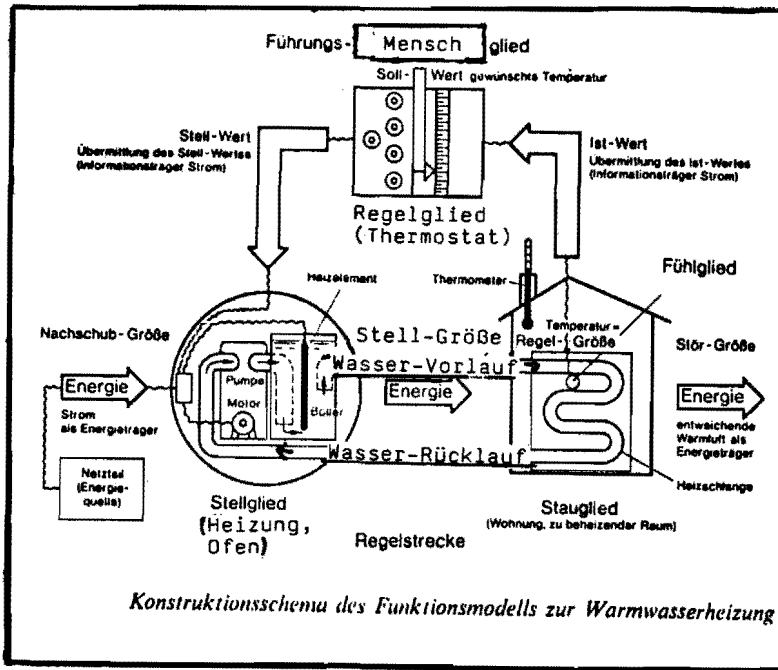
+: Wiederholung bzw. Einführung der Bezeichnung Wirkungsgrad

++: Beachte den schlechten Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung!

Aufgabe: Gib zu den vorher berechneten Wärmeverlusten die Kosten an (Es sind alle wichtigen Daten vorhanden, um für Neubauten die Mauer- und Fensterart für kostengünstiges Heizen zu ermitteln).

# 1. WARMWASSERHEIZUNG ALS REGELKREISMODELL <sup>1)</sup>

Die Regelung der Raumtemperatur in unseren Wohnungen ist wohl der für Schüler bekannteste und auch am besten durchschaubare Fall eines *technischen Regelvorgangs*. Er wird in der einschlägigen Literatur über Kybernetik und auch in Schulbüchern gern als Beispiel herangezogen und graphisch veranschaulicht.



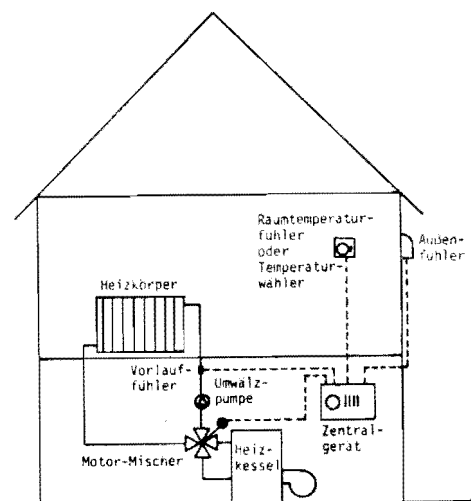
## VERSCHIEDENE REGELANLAGEN

Anwendungsfall	Regelungssystem	
Einzelraumheizung	Raumtemperaturregelung	Zu allen Anlagen gehört die Ausrüstung mit Nachtabsenkung und Thermostatventilen
Kleines Einfamilienhaus Etagenheizung Reihenhaus, Fertighaus	Raumtemperaturregelung eventuell mit Außentemperaturaufschaltung	
Großes Einfamilienhaus Mehrfamilienhaus	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung	
Häuser mit sehr großen Mauerdicken (gute Wärmespeicherung)	Raumtemperaturregelung	

Neben vielen altbewährten »Hausmitteln« verhält die Energiekrise auch den zwar seit langem bekannten, bisher aber nur unter Komfort-Gesichtspunkten betrachteten Thermostatventilen für die Zentralheizung zu neuen Ehren – diesmal allerdings vor allem unter dem Aspekt der Heizkosten- und Öleinsparung. Die Heizungsanlagenverordnung schreibt den Einbau von Thermostatventilen bei Neubauten vor. Und entsprechende Auflagen für Altbauten sind zumindest im Gespräch.

Kaum eine andere Investition im Bereich der Energieeinsparung macht sich so schnell bezahlt. In ein bis spätestens vier Jahren haben sich die Thermostatventile in der Regel amortisiert.

Bei einer Nachrüstung werden die Einbaukosten in der Regel bei 60 Mark liegen. Dazu kommen die Kosten für das Ventil von 25 bis 50 Mark.



Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung.

### Regelung der Heizung

Bei der Temperaturregelung lassen sich zwei Arten unterscheiden: Im ersten Fall wird die Vorlauftemperatur über einen Stellmotor am Mischventil zentral gesteuert, wobei als Grundlage entweder die Außentemperatur oder ein sogenannter Testraum dient. Die Temperatur ist dann nur in einem einzigen Raum steuerbar.

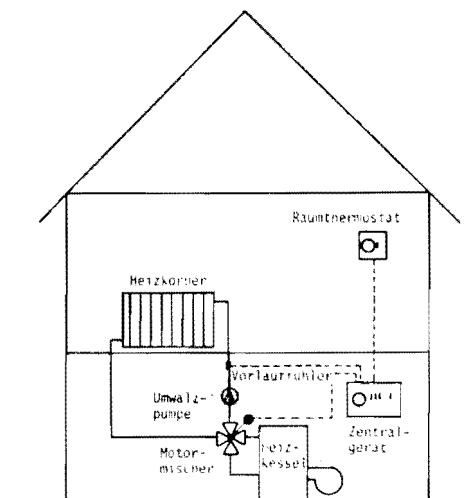
Die Nachteile der zentralen Vorlauftemperaturregelung liegen auf der Hand: Alle Räume – ob Küche, Diele, Bad oder Schlafzimmer – werden gleichmäßig mit Heizwärme versorgt. Die innere Energiezufuhr – zum Beispiel durch Licht, einen Herd oder die Bewohner – kann nicht ausgenutzt werden. Die maximale Energieeinsparung gegenüber der Handbedienung des Mischventils liegt nach unseren Schätzungen bei zehn Prozent.

Bessere Ergebnisse bringt die individuelle Regelung der Raumtemperatur. Thermostatische Heizkörperventile regeln die Temperatur im Raum und halten sie im Rahmen technischer Möglichkeiten konstant. Ihre Wirkungsweise besteht darin, daß sie die Raumtemperatur messen und

mit dem eingestellten Wert (Sollwert) vergleichen. Liegt die Temperatur im Raum über diesem Wert, wird der Wasserdurchfluß durch den Heizkörper verringert – das Ventil schließt. Im entgegengesetzten Fall wird der Wasserdurchfluß erhöht – das Ventil öffnet.

Im Gegensatz zu üblichen Handmischern tragen Thermostatventile auf diese Weise zur Energieeinsparung bei: Alle in den Raum einfallende Fremdwärme – sei es Sonneneinstrahlung, Beleuchtungswärme, Menschenwärme oder die Wärme von elektrischen Geräten – erhöhen von selbst die Raumtemperatur. Mit thermostatischen Heizkörperventilen wird die Wärmeabgabe am Heizkörper fast um die gleiche Menge verringert, wie der Anfall von Fremdwärme steigt. Für den Laien ist das ganz einfach daran zu erkennen, daß zum Beispiel im Winter der Heizkörper bei Sonneneinstrahlung nicht so heiß wird, weil die Sonne ja einen Teil der Raumwärme übernommen hat.

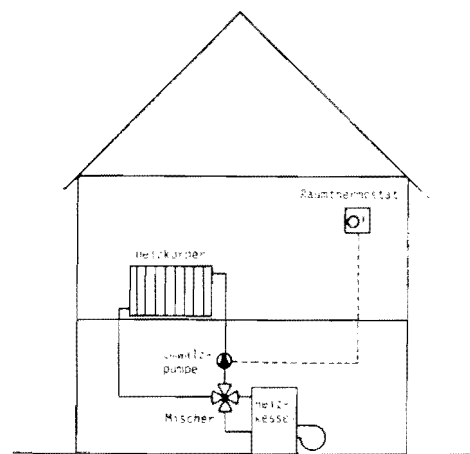
Am besten für einen sparsamen Energieverbrauch ist eine Kombination von witterungsgeführter Regelung der Vorlauftemperatur am Heizkessel und individueller Regelung durch Thermostatventile. Auf diese Weise kann sowohl der Energiebedarf eines Hauses global nach dem Klima gesteuert als auch die Raumtemperatur auf die jeweilige Nutzung abgestimmt werden. Und wer ein übriges tun möchte, kann seine Anlage zusätzlich mit einem Zeitprogramm zur automatischen Nachtabsenkung ausstatten.



Raumtemperaturregelung.

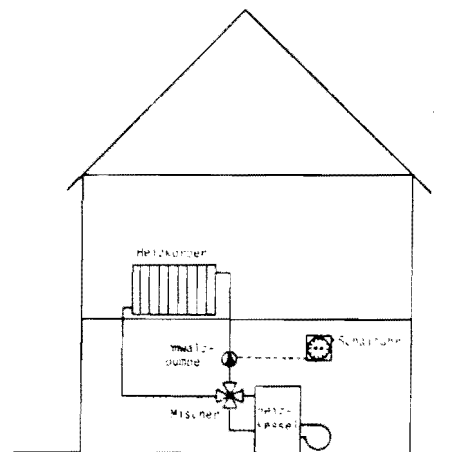
### Darauf sollten Sie achten:

Der Temperaturfühler sollte nie verdeckt sein, etwa durch Gardinen oder Möbel. Dann bilden sich nämlich Wärmestaus und das Ventil regelt die Raumtemperatur nicht mehr. Wenn Sie auf lange Vorhänge oder Heizkörperverkleidungen nicht verzichten wollen, oder wenn der Heizkörper in einer Nische steckt, sollten Sie Thermostate mit Fernfühler wählen.



Steuerung der Umwälzpumpe durch den Raumthermostaten.

Wird die Vorlauftemperatur zentral durch einen Innenraum-Thermostaten geregelt, so darf in diesem Raum – meist das Wohnzimmer – kein Thermostatventil eingebaut werden. Unangenehme Rückkopplungseffekte wären sonst die Folge. Die Temperatur dieses Raumes wird durch die zentrale Heizungsregelung bestimmt.



Steuerung der Pumpe mit einer Schaltuhr.

Wenn Sie Thermostatventile benutzen, ist vernünftiges Lüften besonders wichtig. Durch die stets gleichmäßige Raumtemperatur erübrigt sich das Lüften zur Regulierung der Temperatur. Wenn Sie zu lange lüften, fühlt der Thermostat die Kälte und öffnet das Ventil weit auf. Die kostbare Wärme entweicht durch das offene Fenster ins Freie. ■

1) aus: A. Wenk, G. Trommer Naturerscheinung Energie Braunschweig 1977

2) gek. aus: Stiftung Warentest: test Energie-Sonderheft 1980  
Abb.: K.h.Böse: Heizkosten sparen, Köln 1980

## Klimaelemente und Klimafaktoren

Die vorangegangenen Beispiele zeigen, daß die klimatischen Bedingungen einen wesentlichen Einfluß auf die Architektur ausüben. Um den Energiebedarf eines Hauses so gering wie möglich zu halten, ist es daher erforderlich, von Beginn der Planung an alle Klimaeinflüsse zu berücksichtigen und für das Gebäude zu nutzen.

Die wichtigsten Klimaelemente sind

- Sonnenstrahlung,
- Temperatur,
- Wasserdampfgehalt der Luft,
- Niederschläge,
- Luftdruck und
- Winde.

Unterschiedliche klimatische Bedingungen ergeben sich durch die geographische und topographische Lage eines Ortes. Außerdem durch die Verteilung von Meer und Land und die Beziehung eines Ortes zum Meer oder zum Gebirge.

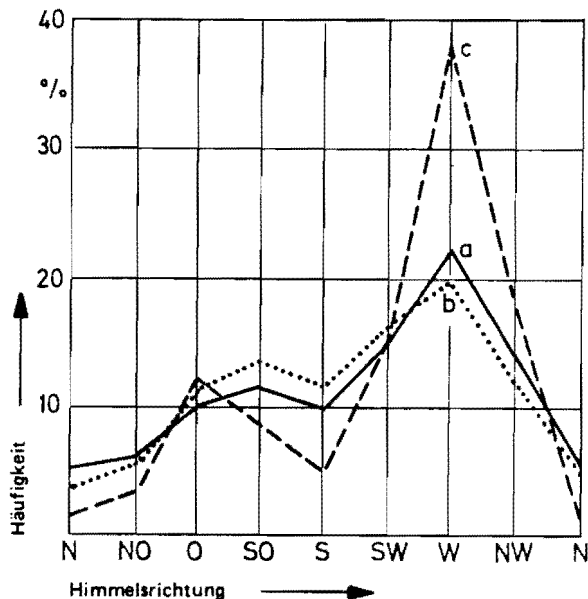
Alle diese Klimafaktoren beeinflussen die einzelnen Klimaelemente in ihrer Intensität. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Klimabereiche.

### 3.1 Das Klima in der Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland liegt etwa zwischen dem 6. und 13. Grad östlicher Länge und dem 48. und 54. Grad nördlicher Breite. Wegen der vorherrschenden Winde aus West bis Südwest wird das Klima wesentlich durch den Einfluß des Atlantischen Ozeans mit Ausläufern des Golfstromes und der Nordsee geprägt. Die Einflüsse des Landklimas von Osten werden weitgehend zurückgedrängt, so daß sich ein gemäßigtes Klima einstellt.

#### Windeinfluß

Die Abb. 7 zeigt deutlich, daß die Winde aus westlichen Richtungen weitaus häufiger sind als aus anderen Richtungen.

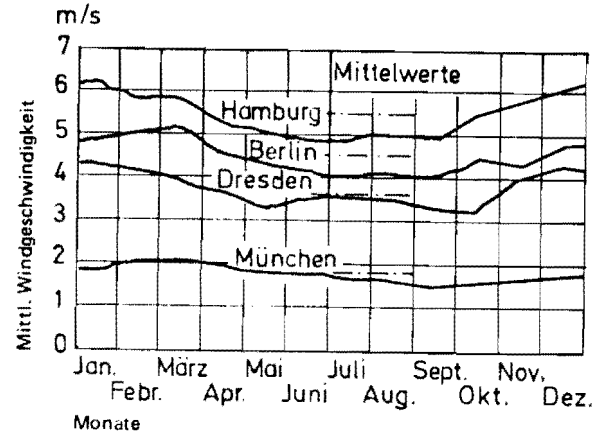


Häufigkeit der Windrichtungen in Berlin

- a) bezogen auf alle Windgeschwindigkeiten im Jahr
- b) bezogen auf alle Windgeschwindigkeiten im Winter
- c) bezogen auf alle Windgeschwindigkeiten > 5 m/s im Winter

Neben der Windrichtung ist die herrschende Windgeschwindigkeit von Bedeutung. Dabei läßt sich feststellen, daß mit zunehmendem Abstand vom Meer die Windgeschwindigkeit geringer wird.

Besonders auffallend ist, daß in München mit durchschnittlich 2 m/s eine sehr geringe Windgeschwindigkeit herrscht.



Mittlere monatliche Windgeschwindigkeit in verschiedenen deutschen Städten

#### Sonneneinstrahlung

Neben dem Wind ist die Sonneneinstrahlung ein wichtiges Klimaelement. Die Sonneneinstrahlung ist vom Sonnenstand und von der Sonnenscheindauer abhängig.

Der Sonnenstand beträgt mittags für einen Ort 51,5° Nördlicher Breite (Dortmund)

- 15,1° zur Wintersonnenwende am 21.12.
- 38,5° zur Tag- und Nachtgleiche am 21.3. und 21.9.
- 61,9° zur Sommersonnenwende am 21.6. [75]

Die Sonnenscheindauer ist in der Bundesrepublik regional unterschiedlich. Durch intensivere Wolkenbildung im Küstenbereich und durch Luftverschmutzung in Industriegebieten und Städten wird die Sonnenscheindauer beeinträchtigt. Sie liegt deshalb im Durchschnitt zwischen 1300 und 2000 h/a.

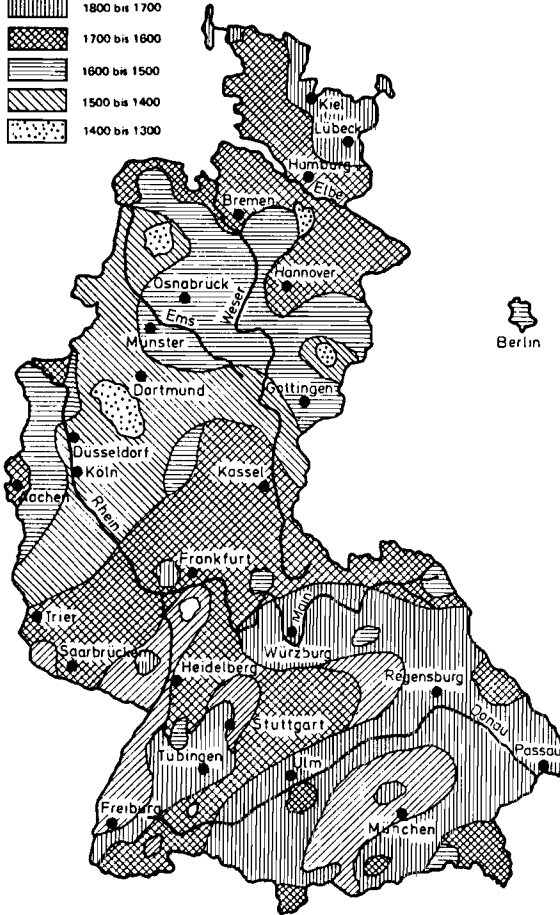
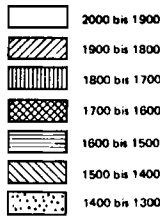
Wie bereits erwähnt, kann das Klima in der Bundesrepublik als gemäßigt bezeichnet werden. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei ca. 283 K (+ 10 °C). Die mittlere Wintertemperatur liegt etwa 10° darunter und die mittlere Sommertemperatur etwa 10° darüber [13].

Die Tabelle zeigt, daß die maximalen und minimalen Temperaturen jeweils noch einmal ca. 10° mehr bzw. weniger betragen als die mittleren Winter- und Sommertemperaturen.

#### Kleinklimatische Einflüsse (Mikroklima)

Neben dem beschriebenen Makroklima spielt das jeweilige Mikroklima eine entscheidende Rolle. Zum einen wird das Mikroklima durch die Unterschiede zwischen Stadt und Land in folgenden Punkten beeinflusst. Wegen der Dunst- und Staubglocke über den Städten ist die Sonneneinstrahlung während der Sommermonate ca. 5% geringer als auf dem Lande. Durch Verminderung der Wärmeabstrahlung und die große Wärmeabgabe der Städte liegt die Temperatur jedoch etwa 1° über der auf dem Lande. Die Windgeschwindigkeit in den Städten liegt um etwa 30% unter

Durchschnittliche Sonnenscheindauer  
in Stunden pro Jahr.



Zonen durchschnittlicher Sonnenscheindauer

der auf dem Lande. Dies führt besonders an warmen Tagen zu einer um ca. 5° geringeren nächtlichen Abkühlung in den Städten [80]. Neben den Unterschieden zwischen Stadt und Land wird das Mikroklima durch Wälder, Hanglagen, Flüsse, Seen und Gebäude merklich beeinflusst. So stellt sich z.B. vor der Südfassade eines Hauses ein wesentlich freundlicheres Klima ein als vor der Nordfassade. Während im Süden unter Umständen sogar Weinreben gedeihen, ist es vor der Nordfassade sonnenarm, kalt, feucht und rau [30].

Außerdem muß in einem Tal mit geringeren Temperaturen als an den begrenzenden Hängen gerechnet werden. Tagsüber steigt die Luft aus dem Tal an den Hängen auf und erwärmt sich durch die Sonnenstrahlung immer mehr. Nachts, wenn sich die Luft abkühlt, fließt sie an den Hängen hinunter ins Tal. Während an den Hängen immer noch wärmere Luft von oben nachströmt, sammelt sich im Tal die kalte Luft. Besonders im Frühjahr und Herbst ist deshalb die Nachtfrostgefahr in Tälern größer als an Hängen oder auf Höhen. Der höhere Heizenergieverbrauch im Tal liegt damit auf der Hand.

### Niederschläge

Die Niederschlagsmengen werden vorwiegend durch Höhenzüge beeinflusst. Die meisten Niederschläge fallen an der Luvseite (dem Wind zugewandt). Hier müssen die Wolken in höhere, kältere Luftschichten aufsteigen. Dies führt dann zur Kondensation des Wasserdampfes und damit zu Regen oder Schneefall. Auf der anderen Seite der Höhenzüge ist das Klima trockener, und es herrscht mehr Sonnenschein.

Die im Sommer am häufigsten zu beobachtende Wolkenart ist der Cumulus, die Haufenwolke.

Die Wolkengröße und damit auch die Ergiebigkeit der Niederschläge ist abhängig von den Temperaturen der Luftschichten.

Ort	Mittl. Jahrestemp. °C	Jahresmaximum		Jahresminimum		Heiztage	Heizgradtage
		mittleres °C	absolutes °C	mittleres °C	absolutes °C		
Berlin-Dahlem	8,4	32,6	37,2	-14,7	-26,0	252	3809
Bremen-Flugh.	8,9	30,6	34,4	-12,6	-21,8	256	3703
Essen	9,3	31,6	35,1	-11,3	-20,4	249	3470
Frankfurt a.M.	9,6	32,0	37,8	-12,8	-21,5	242	3387
Hamburg	8,5	30,0	33,5	-11,5	-21,1	257	3724
Hannover-Flugh.	8,7	31,1	36,4	-13,9	-25,0	257	3782
Karlsruhe	9,9	32,5	38,2	-13,9	-23,2	242	3409
Kiel	7,6	27,4	31,3	-11,2	-20,0	262	3813
Köln	9,5	32,1	35,7	-12,2	-19,5	242	3223
München-Flugh.	7,4	31,6	36,2	-16,0	-25,4	255	4046

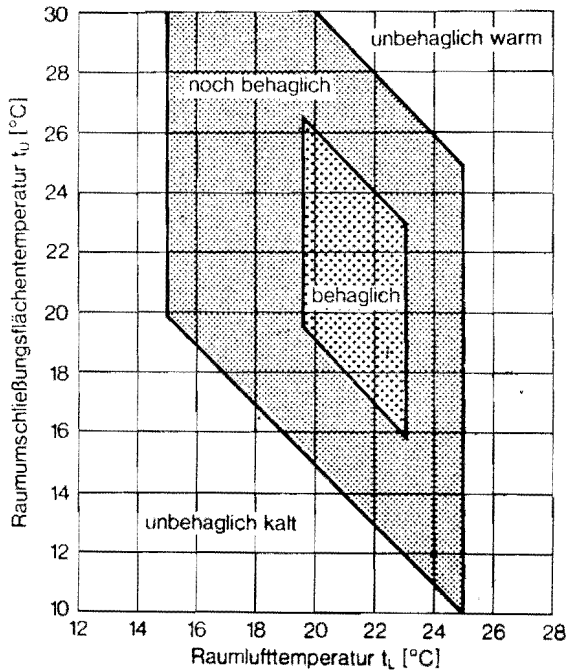
Jahresmaxima und -minima der Temperatur sowie Gradtage der deutschen Städte

aus: K.Ohlwein: Energiebewußte Eigenheimplanung, Wiesbaden und Berlin 1979.

HINWEIS: Von den staatlichen Wetterämtern kann man für jeden Ort (bzw. Region) Tabellen über das Klima der vergangenen 120 Jahre erhalten.

## Ziele, Forderungen und Maßnahmen für ein klimagerechtes Gebäude

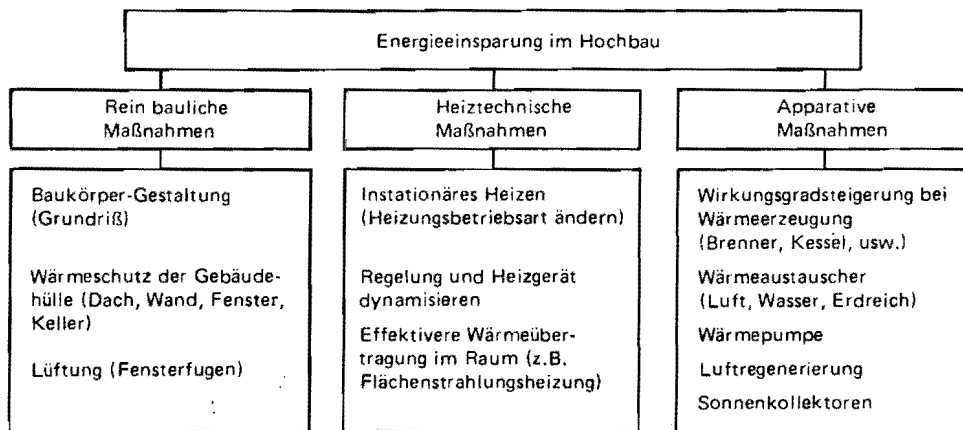
Ziel der Planung ist die Schaffung eines Gebäudes mit physiologisch und psychologisch optimalem Innenklima. Dies soll bei den vorherrschenden außerklimatischen Bedingungen durch minimalen Energieeinsatz erreicht werden. Dabei ist jede Maßnahme auf ihre Wirtschaftlichkeit hin zu überprüfen.



Baustoff oder Belag	Temperaturabfall nach 10 min [grad]	Beurteilung
Teppichbelag, Filzschichten	0,2...0,4	} gut fußwarm
Korkplatten	0,6...0,9	
Nadelholzdielen, Korklinoleum	1,1...1,7	} fußwarm
Hartholzparkett (Buche, Eiche)	1,8...2,1	
Behaglichkeitsgrenze	2,0	fußwarm
Steinholzunterschicht, Porengips	2,2...3,0	} mäßig fußkalt
Steinholzunterschicht, Linoleum	3,0...4,0	
Anhydrit-, Gipsputzschicht	3,5...4,0	} fußkalt
dichte Kunststoffbeläge, PVC, Gummi, Spachtelbeläge	3,5...4,5	
Beton, Terrazzo, Ziegel, Naturstein, Betonwerkstein	5,0...7,0	entschieden fußkalt

Behaglichkeitsfeld für das Wertepaar Raumlufitemperatur  $t_L$  - Raumumschließungsflächentemperatur  $t_U$

Die Tabelle zeigt den Temperaturabfall in einem künstlichen Fuß nach 10 min. bei unterschiedlichen Bodenbelägen



Schematische Übersicht über die Möglichkeiten der Energieeinsparung im Hochbau



# Heizen mit Sonnenwärme

**N**och steht die Nutzung der Solarenergie im Schatten der herkömmlichen Energiearten. Nach wie vor entsteht die in der Bundesrepublik verbrauchte Energie zu fast hundert Prozent durch Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas oder durch Spaltung von Uran. Die Solartechnik mit Sonnenkollektoren und Wärmepumpen läßt sich aber fünf Jahre nach ihrer Markteinführung in der Bundesrepublik nicht mehr länger als teures Spielzeug wohlhabender und umweltbewußter Idealisten abstempeln. Die nach Schätzungen der Industrie derzeit rund 10 000 Solaranlagen sind vielmehr zu einem festen Bestandteil neuzeitlicher Heizungs-technik geworden.

Ob sich die Zahl der Anlagen auch weiterhin schwinghaft erhöhen wird, hängt nicht zuletzt von ihrer Rentabilität gegenüber anderen Heizungsarten, der Preisentwicklung beim Heizöl und der Relation zwischen Anschaffungspreis und erwarteter Lebensdauer ab. Nicht berücksichtigt in einer solchen Wirtschaftlichkeitsberechnung werden allerdings die Umweltfreundlichkeit einer Solaranlage, die Unabhängigkeit von anderen, zumeist importierten Energieträgern sowie die Einsparung von hochwertigen fossilen Energieträgern.

In der Bundesrepublik werden rund zwei Drittel der Mineralölprodukte im Niedertemperaturbereich für Raumheizung und Warmwasserbereitung verwendet. Diese Energiemenge ließe sich rein theoretisch durch Sonnenenergie ersetzen.

## Wie arbeitet eine Solaranlage?

Das auffälligste Merkmal einer Solaranlage sind die – meist in das Dach eingelassenen – Kollektoren, in denen das einfallende Sonnenlicht in Wärme verwandelt wird. Temperaturen von etwa 40 bis 100 Grad Celsius, wie sie für Raumheizung und Brauchwasser erforderlich sind, lassen sich

## Sonnenenergie lohnt sich vor allem für das Brauchwasser

am wirtschaftlichsten mit sogenannten »Flachkollektoren« erzeugen. Zwar gibt es diese »Energiesammler« in den unterschiedlichsten technischen Ausführungen. Um den »Treibhauseffekt« voll nutzen zu können, sind die technischen Bausteine jedoch immer gleich:

■ Sonnenstrahlen durchdringen auf dem Hausdach (meist zwei) Glasscheiben und treffen auf eine Absorberplatte aus zum Beispiel mattschwarzem Metall.

■ Die Absorberplatte »schluckt« die kurzwelligeren Sonnenstrahlen und erwärmt sich dadurch. Die Sonnenwärme bleibt jedoch nicht in der Platte, sondern wird als langwellige Infrarotstrahlung wieder abgegeben – das heißt als thermische Energie.

■ Eine Isolierschicht hinter der Absorberplatte soll eventuellen Wärmeverlust nach außen verhindern.

■ Durch den Kollektor wird ein »Wärmeträger« (zum Beispiel Wasser oder Luft) geschickt, der sich erhitzt und die so entstandene Wärme entweder direkt oder indirekt (über einen Wärmetauscher) abgibt. Das auf diese Weise aufgeheizte Wasser wird dann gespeichert, um es bei Bedarf an die Brauchwasser-Zapfstellen oder in die Heizung zu schicken.

■ Je nach Art des »Wärmeträgers« werden Flüssigkeits-(Wasser-) und Luftkollektoren unterschieden. Wegen der guten Speicherkapazität des Wassers überwiegen Flüssigkeitskollektoren.

Sonnenkollektoren nutzen neben dem direkt einfallenden Sonnenschein auch das Streulicht, das von allen Himmelsrichtungen auf sie fällt. Im Gegensatz zu beispielsweise Hohlspiegeln können Flachkollektoren die Sonnenenergie also auch bei bewölktem Wetter in Wärme umwandeln.

Gegen einen naturbedingten Umstand sind freilich selbst Flachkollektoren machtlos – nämlich gegen die jahreszeitliche Schwankung der Sonneneinstrahlung. An warmen Junitagen ist sie rund achtmal größer als an trübigen Januartagen. Das bedeutet, daß Sonnenenergie ausgerechnet dann im Überfluß vorhanden ist, wenn sie am wenigsten gebraucht wird.

■ **Wichtig: Wegen der jahreszeitlichen Schwankungen der Sonneneinstrahlung muß vor den in vielen technischen Beschreibungen angegebenen Mittelwerten gewarnt werden, da sie sich auf den Jahresdurchschnitt beziehen. Wer seine Anlage nach diesen irreführenden Mittelwerten auslegt, muß damit rechnen, daß sie sich im Winter als ungenügend erweist.**

## Problem Wärmespeicher

Sorgenkind aller Solaranlagen ist nach wie vor der Wärmespeicher. Bei der Warmwasserbereitung ist das Problem nicht so gravierend: Der stetige Warmwasserbedarf bedeutet, daß die solar gewonnene Wärme nicht lange im Speicher aufbewahrt werden muß. Bei der Solarheizung käme es hingegen darauf an, daß ein großer Speicher die im Sommer überschüssige Wärme in den Winter hinüberretten kann.

Technisch ist ein Wärmespeicher mit derartigen Ausmaßen und Anforderungen kein

besonderes Problem. Es sind vielmehr die hohen Kosten, weshalb sich »Langzeitspeicher« noch nicht rentieren. Unter klimatischen Bedingungen wie in der Bundesrepublik liegt die günstigste Speicherdauer zwischen zwei und sieben Tagen.

Aufgrund des Speicherproblems kommt bisher keine Solarheizung ohne zusätzliche Wärmequelle aus. Nur während der Übergangsmonate im Frühjahr oder Herbst vermag sie den Bedarf zu decken. Im Winter muß eine andere Heizung die fehlende Wärme erzeugen.

## Wärmedämmung ist wichtig

Die Kosten für den Kollektor und den Speicher lassen sich nur dann in vertretbaren Größen halten, wenn das Haus sehr gut gedämmt ist. Wer mit Sonnenenergie heizt, sollte auf eine außergewöhnlich gute Wärmedämmung achten. Verhindert werden müssen nicht nur Wärmeverluste durch mögliche Rückstrahlung an die Außenluft, sondern auch die des Absorbers an die Luft des Dachbodens hinter ihm.

Wichtig: Allein eine gute Wärmedämmung eines Hauses bedeutet schon so viel Energieeinsparung, daß sie sich auch dann lohnt, wenn nicht unmittelbar an den Einbau einer Solarheizung gedacht wird. Tatsächlich kann die Energieersparnis durch die Gebäudedämmung größer sein als die durch die Solarheizung.

## Amtliche Genehmigung

Trotz finanzieller staatlicher Förderung müssen vor dem Einbau einer Solaranlage aber auch amtliche Hürden genommen werden: Der Einbau ist nämlich genehmigungspflichtig, und die Zustimmung der Baubehörden ist auch bei der Installation in bestehenden Häusern keineswegs gewiß. Der erste Schritt zu einer Solaranlage sollte also immer der Gang zur Baubehörde sein.

Abgeschmettert werden kann eine Genehmigung aus vielen Gründen – mal ist es der Landschaftsschutz, mal die Denkmalspflege und manchmal auch schlicht das Erscheinungsbild eines Straßenzuges. Zu allem Übel unterscheidet sich die amtliche Genehmigungspraxis nicht nur von Bundesland zu Bundesland, sondern sogar von Kreis zu Kreis.

Wer sich trotz amtlicher Hürden und hoher Kosten für eine Solaranlage interessiert, tut gut daran, sich sein Haus zunächst einmal genau anzusehen: Hat es keine Dachfläche nach Süden, ist die Dachfläche nicht um etwa 45 Grad geneigt, lohnt der Einbau von Solarkollektoren selten. Eine Ausnahme bilden lediglich Flachdächer, auf denen die

Kollektoren in beliebiger Richtung und Neigung aufgestellt werden können.

### Typen- und Preiswirrwarr

Die Entscheidung für eine bestimmte Solaranlage wird durch die Vielfalt der angebotenen Typen erschwert. Dabei ist ein bekannter Name keineswegs eine Garantie für Erfahrungen mit der Solartechnik. Die haben in viel stärkerem Maße die kleinen Anbieter gesammelt. Der Schwerpunkt der großen Firmen liegt statt dessen mehr in der Forschung und Entwicklung.

Der geringere Entwicklungsaufwand bei kleineren Anbietern spricht nicht unbedingt gegen ihr Produkt: Die Perfektion hochgezüchteter Kollektoren spart in erster Linie Kollektorfläche. Deshalb müssen Anlagen mit einfacheren Kollektoren aber nicht weniger für ihren Zweck geeignet sein. Bei sehr preiswerten Kollektoren kann es Probleme mit der Haltbarkeit geben: Die Anforderungen an das Material des Kollektors sind sehr hoch. Es muß allen Witterungseinflüssen, starken Temperaturschwankungen und sehr oft auch Schäden durch chemische Luftverschmutzung standhalten.

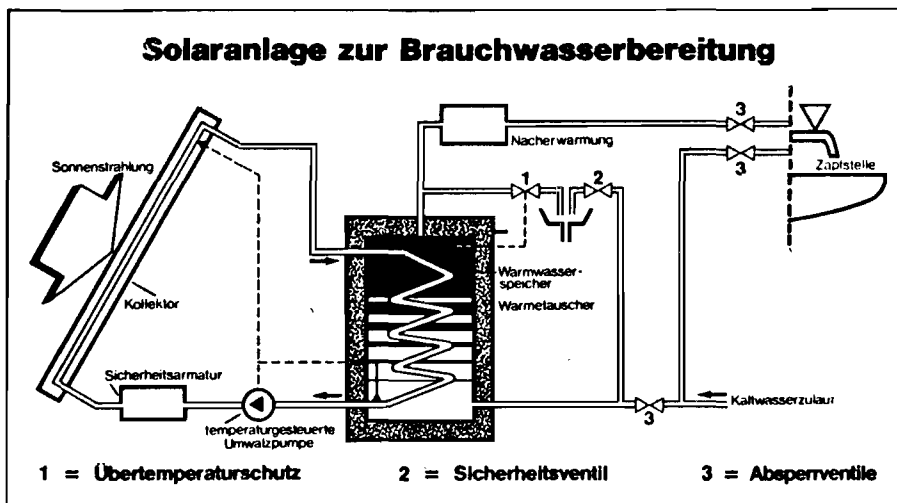
■ Auf jeden Fall müssen Bauherren deshalb darauf achten, daß ihnen die zweijährige Garantie nach der VOB (Verdingungsordnung für das Bauwesen) eingeräumt wird. Die VOB ist für die Heizungsbranche üblich. Sperrt sich ein Installateur gegen diese Garantie, sollte unbedingt ein anderer Anbieter gewählt werden.

Eine weitere »Fußangel« für unkundige Interessenten verbirgt sich in Prospekten einiger Hersteller, wenn von Wirtschaftlichkeit die Rede ist. Die Angaben beruhen nämlich auf der Annahme abnorm schlechter Wirkungsgrade der Ölheizung und stetig steigender Ölpreise. Weggelassen werden die Verzinsung des geldlichen Aufwandes für die Solaranlage und die Installationskosten. Tatsächlich machen die Einbaukosten aber den Löwenanteil der Rechnung für die gebrauchsfertige Anlage aus. Sie kann auf diese Weise rund 30 000 Mark erreichen.

Die verwirrende Vielfalt des Angebots auch in technischer Hinsicht macht eine vergleichende Marktübersicht fast unmöglich. Die wirtschaftlichste Anwendung der Solarenergie ist neben der Schwimmbadheizung die Brauchwassererwärmung. Die Brauchwasseranlage sollte für einen Vier-Personen-Haushalt ausgelegt sein. Das heißt, für jedes der vier Familienmitglieder muß sie täglich 70 Liter Warmwasser mit einer Temperatur von 45 Grad liefern können. Das entspricht etwa dem bundesdeutschen Durchschnittsverbrauch.

Die Preise für eine derartige Anlage liegen bei etwa 10 000 Mark plus Einbaukosten. Preisdifferenzen ergeben sich zum einen aus den sehr unterschiedlichen Konzeptionen der einzelnen Anlagen, zum anderen aber auch aus der Unübersichtlichkeit des Marktes, die wohl mancher Hersteller nutzt, recht grob über den Daumen zu kalkulieren.

Einige Anbieter empfehlen eine Zusatzheizung, andere die Kopplung mit einer Zentralheizungsanlage, und wieder andere meinen, daß auf eine zusätzliche Nachwärmung des Brauchwassers verzichtet werden könne. Manche Anlagen arbeiten mit hohen Betriebsdrücken, was zusätzliche Sicherheitseinrichtungen erfordern kann. Eine bestmögliche Ausnutzung der Sonnenenergie versuchen einige Anbieter dadurch zu erzielen, daß der Fluß durch den Kollektor temperaturabhängig gesteuert wird. Diese Liste der Unterschiede ließe sich fast beliebig fortsetzen. Um ausführliche »Erkundungstouren« kommt also kein interessierter Bauherr herum. Wer sich entschieden hat, zunächst auf eine Solaranlage zu verzichten, sollte aber den möglichen späteren Einbau bei der Planung berücksichtigen. ■



## Die Sonne - unerschöpfliche Energiequelle

Von der gewaltigen Energiemenge, die die Sonne abstrahlt, erhält unsere Erde nur einen winzigen Bruchteil. Dieser winzige Bruchteil beträgt immerhin 4.200.000.000.000.000 (4,2 Millionen Milliarden) Kilowattstunden, Tag für Tag. Der Gesamtenergieverbrauch der Welt betrug 1970 lediglich 0,004 % der eingestrahelten Sonnenenergie.

Und noch ein Vergleich: Würde man alle Wälder, alle vorhandenen Kohle-, Erdöl- und Torfvorräte der Erde auf einmal verbrennen, so würde dabei nicht mehr Energie frei werden, als die Erde in drei Tagen von der Sonne empfängt.

Wozu diese Zahlen? Um zu verdeutlichen, welche Energiemengen tagtäglich auf die Erde niederprasseln. Wenn es den Menschen gelingt, diese Energie technisch zu nutzen, ist die Energieversorgung für alle Zukunft gesichert. Denn die Sonnenenergie ist die einzige unerschöpfliche Energiequelle.

Welche Möglichkeiten gibt es schon heute, diese Energie für die Menschen zu nutzen?

### Umwandlung der Sonnenenergie in Wärme

Sonnenstrahlen bestehen zu einem großen Teil aus Wärmestrahlen, die den bestrahlten Gegenstand erwärmen. Jeder wird schon einmal erfahren haben, wie unerträglich heiß es in einem Auto werden kann, wenn dieses längere Zeit in der Sonne gestanden hat. Die Temperatur im Innenraum des Autos kann 60 - 80° C erreichen, obwohl sie draußen nur bei 20° C liegt. Wie ist das möglich?

Das Auto kann Wärme "sammeln". Der Innenraum des Autos erwärmt sich. Sind Fenster und Türen geschlossen, so ist der Innenraum von der Außenluft abgeschlossen (isoliert), und es findet keine Wärmeaustausch statt - die Temperatur steigt bei fortgesetzter Sonneneinstrahlung immer höher. Je dunkler das Auto und dessen Inneneinrichtung ist, desto stärker erwärmt es sich; denn dunkle Gegenstände können die Wärmestrahlen besser aufnehmen (absorbieren) als helle Gegenstände. Ein schwarzes Auto ist also ein guter "Sonnensammler" oder Sonnenkollektor, wie man in der Fachsprache sagt.

Diesen beim Auto beschriebenen Vorgang kann sich der Mensch für seine Zwecke nutzbar machen: Zur Warmwasserbereitung und Heizung mit Hilfe von Sonnenkollektoren auf dem Dach.

## Ein Dorf heizt mit der Sonne

In Bayern entsteht eine Solarsiedlung / 21 Häuser im Test

**Penzberg (dpa)**

Das erste „Solardorf“ der Bundesrepublik entsteht derzeit im oberbayerischen Penzberg. Die von einer Münchener Firma errichtete Wohnanlage mit 21 Häusern bezieht ihre Energie für Warmwasser und Heizung durch Sonnenkollektoren und aus Wärmepumpen aus einem vorbeifließenden Bach. Die von der Firma entwickelten Ganzjahreskollektoren arbeiten – nach Angaben des Unternehmens – auch bei bedecktem Himmel und bis zu Temperaturen von minus 30 Grad. Eine elektronisch gesteuerte Abtaueinrichtung soll die Kollektorenfläche im Winter schnee- und eisfrei halten.

Die Ölersparnis für die gesamte Anlage, die im August 1981 fertig sein soll, ist mit rund 100 000 Litern Heizöl pro Jahr errechnet worden. Für ein einzelnes Haus vermindern sich die jährlichen Heizkosten um mehr als 2000 Mark. Die gesamten Investitionskosten beziffert Firmenchef Bernd Kellner mit zehn Millionen Mark. Das neue Energieversorgungssystem verteuert die Baukosten um etwa zehn Prozent. Dieser Mehraufwand dürfte jedoch – so Kellner – bei steigenden Ölpreisen in wenigen

Jahren abgegolten sein. Der Kaufpreis der Häuser liegt je nach Größe zwischen 270 000 und 340 000 Mark.

Das gesamte Projekt ist für Kellner zugleich ein Versuch: Jedes der Häuser arbeitet mit einem anderen Energiesparsystem: Dadurch bietet sich die Möglichkeit, mit Langzeitmessungen Beobachtungen, Ergebnisse über Wirkungsgrad, Energieeinsparungen und Materialverhalten von Anlagen zu sammeln, die unter denselben Praxisbedingungen arbeiten. Die Kollektoren versorgen in erster Linie die Häuser mit Warmwasser, die Überschüßwärme wird an die Heizung abgegeben. Die Energie für die Heizung holen sich Wärmepumpen aus einem Bach, dessen Wärme selbst noch bei 2,8 Grad genutzt werden kann.

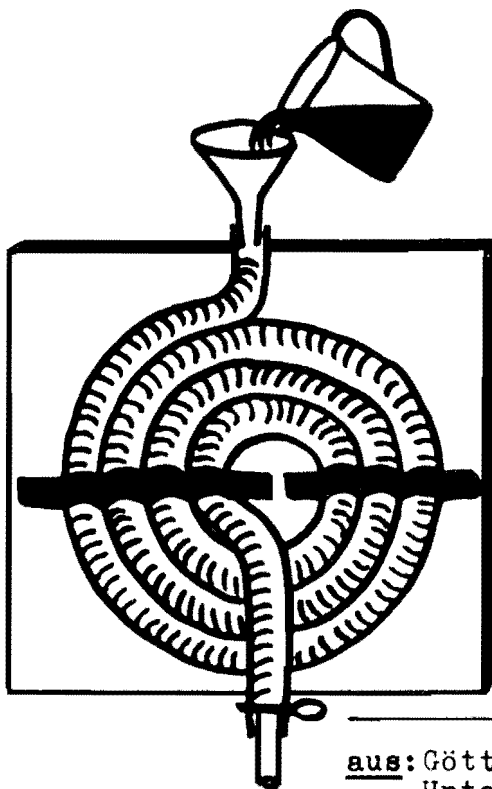
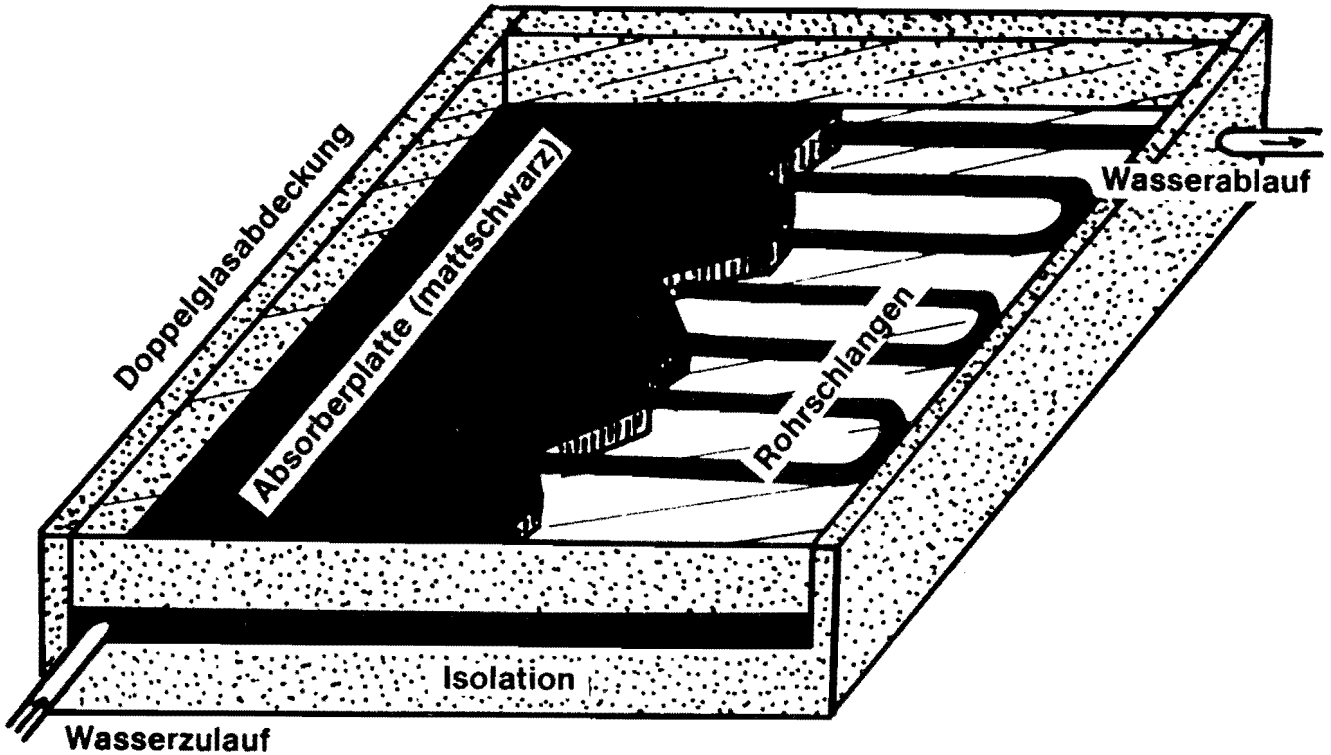
Die Zukunft sieht Kellner, der 1972 in der Bauleitung des Münchener Olympiadorfes tätig war, in einer noch weitergehenden solaren Versorgung. Mit einem in der Wohnanlage errichteten „Forschungshaus“ will er demonstrieren, daß die Solarenergie einen Anteil von 80 Prozent am Energiebedarf erzielen kann.

# Bau und Funktion von Sonnenkollektoren

Die Funktionsweise von Sonnenkollektoren ist äußerst einfach:

Durch eine Doppelglasscheibe trifft das Licht auf eine mattschwarze Fläche (Absorber). Im Absorber verlaufen Rohrschlangen, die von Wasser durchströmt werden. Beim Durchlauf durch den Absorber erwärmt sich das Wasser durch die Sonneneinstrahlung und kann nun im Haushalt für verschiedene Zwecke genutzt werden (Heizung, Warmwasserbereitung).

Der Sonnenkollektor liefert auch warmes Wasser, wenn die Sonne nicht direkt scheint. Allein das diffuse Licht vom Tage reicht aus, um das Wasser im Kollektor zu erwärmen.



## So kannst du einen "Sonnenkollektor" selbst bauen:

Ein schwarzer Schlauch von ca. 2 m Länge wird zu einer Spirale aufgewunden. Mit einem Klebstreifen läßt er sich zusammenhalten und auf ein Brett befestigen. In das eine Ende des Schlauchs wird ein Trichter gesteckt. Das andere Ende wird mit einer Schlauchklemme oder einem Hahn verschlossen. Der Schlauch wird mit Wasser gefüllt und so aufgestellt, daß die Sonne möglichst senkrecht auf die Schlauchspirale scheint. Nach ca. 20 Minuten wird der Hahn geöffnet und die Temperatur des Wassers gemessen. Versuche selbst, deinen Sonnenkollektor zu verbessern indem du eine Glasscheibe über die Spirale deckst und die Schlauchspirale nach unten und zu den Seiten hin isolierst (mit Styropor oder Holzwolle).

aus: Göttinger Arbeitskreis gegen Atomenergie (Hrsg):  
 Unterrichtseinheit Atomenergie für die S.I u. II,  
 2. Auflage, Göttingen 1981.

# Das Energiesparhaus übertrifft alle Erwartungen

Die Erwartungen wurden bei weitem übertroffen: 1978, bei der Inbetriebnahme des Modellprojekts zur Energieeinsparung und Nutzung der Sonnenkraft im Freiburger Stadtteil Tiengen rechneten die technischen Leiter noch mit einer generellen Energieeinsparung von rund 20 Prozent gegenüber einem Haus herkömmlicher Bauweise. Jetzt, nach der ersten Auswertung der Forschungsergebnisse, stellte sich heraus, daß durch Sonnenenergie, Wärmedichtung und ausgefeilte Reglersysteme eine weit höhere Gesamtenergieeinsparung erreicht werden konnte.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung und Wissenschaft getragenen Forschungsprogramms zur Sonnenenergienutzung ließ die Bundesregierung in Tiengen ein in dieser Größenordnung auf der Welt einmaliges Zwölf-Familien-Modellhaus errichten, gebaut von der Freiburger städtischen Siedlungsgesellschaft, das unter der Aufsicht der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt steht. Das Forschungsprojekt läuft bis 1982.

Die ersten Ergebnisse: Der Gesamtwärmebedarf wurde um rund 50 Prozent gegenüber der herkömmlichen Bauweise reduziert. 60 Prozent des jährlichen Warmwasserverbrauchs konnten mit Hilfe der Sonne erwärmt werden. Vor allem eine besonders ausgeprägte Gebäudeisolierung führte dazu, daß pro Quadratmeter und Jahr nur 17 Liter Öl für die Heizung benötigt wur-

den (gegenüber 31 Liter in einem vergleichbaren konventionellen Haus). Bei einem Ölpreis von 65 Pfennig pro Liter ließen sich jährlich rund 6000 Mark einsparen.

Die Warmwasserkosten betragen 1979 und 1980 fünf Mark pro Kubikmeter — bei einem Fernheizwerk in Freiburg kostete der Kubikmeter neun Mark. Rechnet man mit einem Strompreis von 20 Pfennig pro Kilowattstunde, spart demnach ein Vier-Personen-Haushalt im Jahr 295 Mark an Warmwasserkosten. Damit ließe sich, wie die Projektleiter errechneten, der Zinsdienst für eine 9370 Mark teure Solaranlage bei zehn Prozent Zins und einer Tilgung von 15 Jahren aufbringen — Steuerersparnis und Steigerung des Strompreises nicht gerechnet.

In dem Zwölf-Parteien-Haus am Tuniberg wohnen 25 Menschen. Die beheizte Wohnfläche ist 652 Quadratmeter groß. Durchschnittlich werden 1150 Liter Wasser pro Tag benötigt, das 45 Grad warm ist, die wesentlichsten Elemente dieses Modellhauses: dreifach verglaste Fenster und eine 10-Zentimeter dicke Außenisolierung sorgen für eine wirkungsvolle Wärmedämmung. Zwei mit Vakuum-Kollektoren ausgerüstete Solaranlagen sind zur Warmwasserbereitung und zur Unterstützung der Raumheizung eingesetzt. Ein differenziertes Regelungssystem (40 mögliche Betriebsweisen) sorgt für eine optimale Anpassung der Energieleistung an den jeweils benötigten Bedarf.

Noch nicht im möglichen Maße perfektioniert ist das Lüftungssystem, bei dem die Wissenschaftler bei der Rückgewinnung von Abwärme noch zusätzliches Einsparpotential sehen. Man geht davon aus, daß der Gesamtenergiebedarf des Hauses dann nicht nur um 50, sondern sogar um 60 Prozent reduziert werden könnte.

Getestet wird im Tiengener „Sonnenhaus“ zunächst einmal die Effektivität von Hochleistungskollektoren. Bei dem Modellhaus wurden sogenannte Vakuum-Kollektoren installiert, die nach dem gleichen Prinzip wie konventionelle Kollektoren arbeiten. Eine schwarze Absorberfläche nimmt die einfallende Energie der Sonnenstrahlen auf. Die Fläche wird in der Sonne heiß und leitet ihre Energie an einen Kühlkanal weiter. Beim Vakuum-Kollektor ist diese aufgewärmte Absorberfläche von einem luftleeren Raum wie bei einer Thermosflasche umgeben, so daß bedeutend geringere Verluste auftreten als beim konventionellen Kollektor.

Die Vakuum-Kollektoren haben, so einer der beteiligten Wissenschaftler, „zuverlässig, einwandfrei und hocheffizient“ seit April 1978 gearbeitet. Bei einem der beiden Kollektor-Typen konnten im Jahresdurchschnitt 62 Prozent der einfallenden Strahlung in thermische Energie umgewandelt werden. Bei dem zweiten Typ lag der „Jahreswirkungsgrad“ bei 46 Prozent. Zum Vergleich: Bei konventionellen Kollektoren

macht der jährliche Durchschnittsgrad 20 bis 30 Prozent aus.

Die bisherige Energiebilanz bei der solaren Warmwasserbereitung im Tiengener Modellhaus liest sich beeindruckend: Der „solare Deckungsgrad“ des gesamten Warmwassersystems betrug 1979 58 Prozent und 1980 61 Prozent. Dieser Deckungsgrad (also 60 Prozent der zur Erwärmung des Wassers nötigen Energie kamen von der Sonne) wurde im Freiburger Solarhaus mit einer Kollektorfläche von einem Quadratmeter pro Bewohner erzielt. Will man ähnliche hohe Wirkungen bei herkömmlichen Solarsystemen erzielen, so braucht man, wie die Forscher hervorheben, eine Kollektorfläche von 2,5- bis 3facher Größe.

Die Siedlungsgesellschaft Freiburg mußte für den Bau des Solarhauses am Tuniberg 1,945 Millionen Mark aufbringen. Rund 25 Prozent, nämlich 550 000 Mark, entfielen auf zusätzliche Ausgaben für Isolation, Regler- und Meßsysteme (die Sonnenkollektoren stellten die Herstellerfirmen als Forschungsobjekte zur Verfügung). Bei einer „Serienfertigung“ solcher Energiesparhäuser lägen die Zusatzausgaben allerdings unter 25 Prozent, da im Tiengener Modellprojekt in den 550 000 Mark beträchtliche Ausgaben für hochkomplizierte Computer- und Meßsysteme zur Ermittlung der Energieströme enthalten sind.

Das Bonner Forschungsministerium nannte in Freiburg drei Schwerpunkte bei der weiteren Forschung nach Möglichkeiten zur Energieeinsparung bei Wohnhäusern. Zum einen geht es, womit in Tiengen bereits begonnen wurde, um die Rückgewinnung von Energie aus der Lüftungswärme. Zum anderen will man untersuchen, in welchem Maße Abwärme aus Abwässern zurückgewonnen werden kann. Schließlich steht auch die Erprobung der Einspeisung von Solarenergie in Fernwärmenetze und die Nutzung industrieller Prozesswärme für die Heizung von Wohnhäusern auf dem Programm.

Freilich nützt alle Forschung, nützt alle technische Neuerung und Vorsorge zur Energieeinsparung wenig, wenn nicht der Mensch sinnvoll mit den ihm gebotenen Möglichkeiten umgeht, wenn sein fahrlässiges Verhalten vielmehr zur Energieverschwendung führt. Einen kleinen Beitrag zu einer solch langfristigen „psychologischen Aufrüstung“, wie es ein am Tiengener Solarhaus beteiligter Wissenschaftler ausdrückte, hat man denn auch bei dem Modellprojekt am Tuniberg geleistet: Es wurden nur Fenster installiert, die man zwar normal öffnen, aber nicht kippen kann. Es sei nämlich eine weitverbreitete „energetische Sünde“, so ein Wissenschaftler, mittels eines gekippten Fensters dauernd leicht zu lüften anstatt mehrere Male das Fenster für kurze Zeit ganz zu öffnen.

Über die Möglichkeiten zur Energieeinsparung informiert auch die bevorstehende „Internationale Sanitär-, Heizungs- und Klimaausstellung“. Sie findet vom 17. bis 22. März dieses Jahres in Frankfurt am Main statt.

KARL-OTTO SATTLER

FRANKFURTER  
RUNDSCHAU

VOM 14.3.1981, S. 13

**Zwei Jahre Modellprojekt**

**in Freiburg: 50 Prozent**

**Energieeinsparung, 60 Prozent**

**„sonnenwarmes“ Wasser**

# Die Wärmepumpe - der umgekehrte Kühlschrank

Das technische Prinzip der Wärmepumpe ist bereits 100 Jahre alt. Verwirklicht wurde es in einem Gerät, das heute in fast jedem Haushalt steht - dem Kühlschrank:

Eine „Kältepumpe“ pumpt aus dem Innenraum des Kühlschranks Wärme ab. Diese Wärme wird über Rohrschlangen an der Rückseite des Kühlschranks an die Umgebung abgegeben. (Das ist leicht nachzuprüfen, indem du die Rückseite des Kühlschranks einmal anfaßt.) Durch den Entzug von Wärmeenergie aus dem Kühlschrank wird es im Innenraum kälter, außen aber wärmer.

Genau nach dem umgekehrten Prinzip funktioniert die Wärmepumpe:

Der Innenraum des Hauses soll nicht kalt werden, wie beim Kühlschrank, sondern warm. Dies wird erreicht, indem der Umgebung des Hauses (z.B. dem Grundwasser, einem Gewässer, der Luft oder dem Boden) Wärme entzogen und über eine Wärmepumpe dem Haus zugeführt wird.

Dies sei am Beispiel der Wasser-Wärmepumpe verdeutlicht:

Das Grundwasser hat meist nur eine Temperatur von ca. 10°C. Nun wirst du fragen, wie man diesem „kalten“ Wasser Wärme entziehen soll! Doch das ist ganz einfach, denn auch 10°C kaltes Wasser enthält noch Wärme: 10° ist wärmer als 5°. Wenn ich das Wasser also beispielsweise von 10° auf 5°C abkühle, so habe ich ihm 5° Wärme entzogen, die ich für Heizzwecke nutzen kann.

Zum Heizen wird im Haus aber eine Temperatur von ca. 60°C benötigt. Aus 10°C "warmem" Wasser soll also 60°C warmes Wasser gewonnen werden. Oder anders ausgedrückt: Die dem Grundwasser entzogene Wärmeenergie muß auf ein höheres Temperaturniveau gepumpt werden.

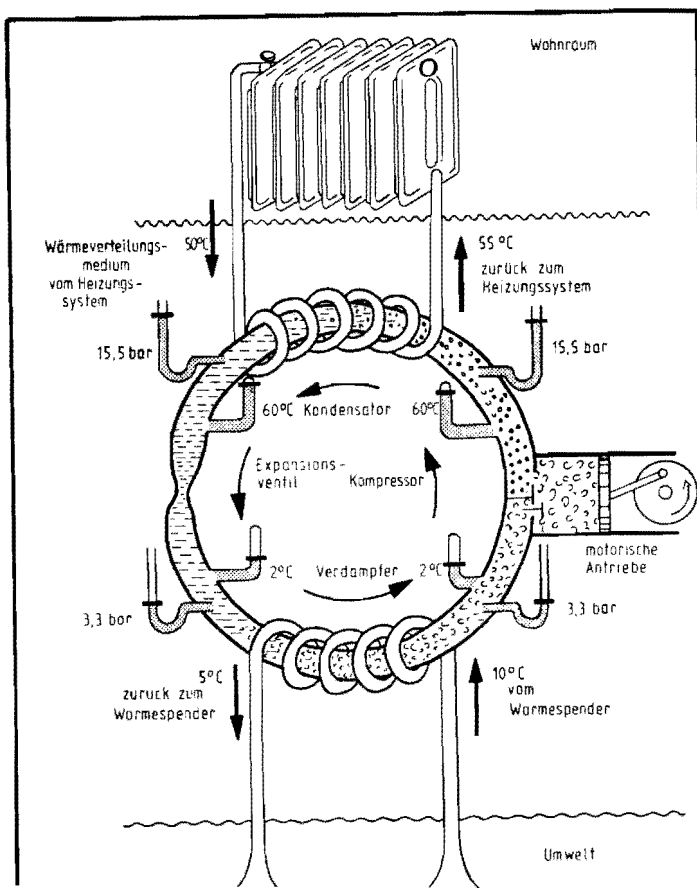
*Wie ist das möglich?*

Man macht sich dazu die physikalischen Eigenschaften des Verdampfungsprozesses zu Nutze: Wenn eine Flüssigkeit verdampft oder verdunstet, so entzieht sie dabei der Umgebung Wärmeenergie. Das kannst du selbst überprüfen:

Reibe die Unterseite deines Handgelenks mit reinem Alkohol ein. Während der Alkohol verdunstet, entzieht er der Umgebung, in diesem Fall deiner Haut, Wärme. Die Haut wird kälter.

Genau das Gleiche geschieht bei der Wärmepumpe. Die Grundwasser wird Wärme entzogen, indem eine Flüssigkeit verdampft, die damit die Wärme abführt. Eine geeignete Flüssigkeit ist Frigen. Das Frigen hat die Eigenschaft, schon bei sehr niedrigen Temperaturen zu verdampfen, schon ab 2°C.

Durch diese Frigen-Flüssigkeit wird im Verdampfer über Rohrschlangen Grundwasser oder anderes Wasser geleitet. Dabei verdampft sie und entzieht dem Wasser Wärme.



Funktionsschema einer Wärmepumpe  
(aus: NIU Physik/Chemie H 8/81, S.299)

Dieser erwärmte Frigen-Dampf ist noch nicht heiß genug. Er wird zunächst durch einen Kompressor verdichtet, d.h. unter Druck gesetzt. Durch dieses Verdichten steigt seine Temperatur auf ca. 60°C an. (Diese Eigenschaft - daß Gas durch Verdichten wärmer wird - kannst du selbst mit einer Luftpumpe nachprüfen. Halte das Ventil zu, drücke die Luft ein paar mal fest zusammen. Dann spürst du am Luftpumpenhals, wie es wärmer wird.)

Der heiße, unter Druck stehende Frigendampf kommt nun im Verflüssiger mit den Leitungen des Heizungswassers in Kontakt und erwärmt dieses. Durch diese Wärmeabgabe sinkt die Temperatur des Frigens, es wird wieder flüssig. Anschließend wird die noch unter Druck stehende Frigen-Flüssigkeit durch eine Drossel geführt und dadurch entspannt (kein Druck mehr). die abgekühlte Frigen-Flüssigkeit fließt wieder in den Verdampfer und der Kreislauf ist geschlossen.

aus: Göttinger Arbeitskreis  
gegen Atomenergie: UE Atom-  
energie in der SI und SII.  
2. Aufl., Göttingen 1981

## Mit der Wärmepumpe Energie sparen!

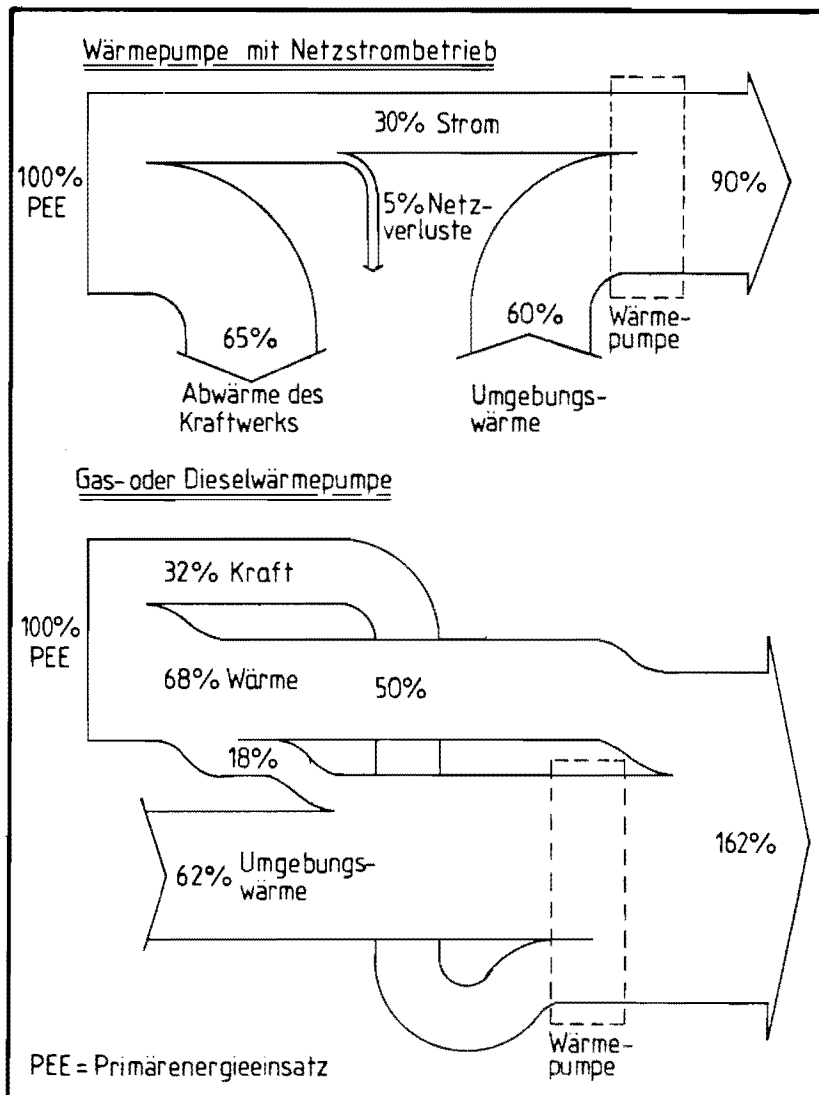
die Wärmepumpe liefert nicht nur Energie, sondern verbraucht auch Energie, und zwar zum Antrieb des Kompressors. Der Kompressormotor muß (wie ein Automotor) angetrieben werden. Dies ist möglich mit Gas, Diesel oder Strom. Würde der Kompressor genausoviel Gas verbrauchen wie eine Gasheizung, dann könnte man natürlich genau so gut direkt mit Gas heizen ohne den Umweg der Wärmepumpe.

Vergleicht man aber die Gasheizung mit der Wärmepumpe, so schneidet die Wärmepumpe erheblich besser ab. Beim Gasbrenner gehen 35% der eingesetzten Energie verloren, nur 65% werden nutzbar in Form von Wärme. Die Wärmepumpe liefert dagegen mehr Wärmeenergie als an Antriebsenergie für den Kompressor hineingesteckt wurde, weil zusätzlich kostenlos Energie aus der Umwelt, dem Grundwasser z.B. gewonnen wird.

Wird der Kompressor allerdings mit Strom angetrieben (elektrische Wärmepumpe), was leider bei den meisten Wärmepumpen noch der Fall ist, dann ist das Verhältnis von eingesetzter Energie zu nutzbarer Energie viel schlechter. Das liegt daran, daß die Energieverluste bei der Stromproduktion im Kraftwerk so hoch sind, daß es energiepolitisch unsinnig wäre, damit eine Wärmepumpe anzutreiben (Beider Stromproduktion in Wärmekraftwerken gehen über 60% der Energie als lästige Abwärme verloren und belasten die Umwelt - mit der elektrisch angetriebenen Wärmepumpe würde man der Umwelt mühsam wieder Wärme entziehen)

Deshalb ist es volkswirtschaftlich viel sinnvoller, Gas oder Diesel für den Kompressorantrieb zu verwenden - so kann die dabei frei werdende Wärme gleich mit zur Heizung des Hauses benutzt werden. Energie geht nicht verloren, die Umwelt wird nicht belastet, und im Vergleich zur eingesetzten Energie erhalten wir 160% (!) nutzbare Wärmeenergie.

Siehe dazu auch die nebenstehende Darstellung der Energiebilanzen.



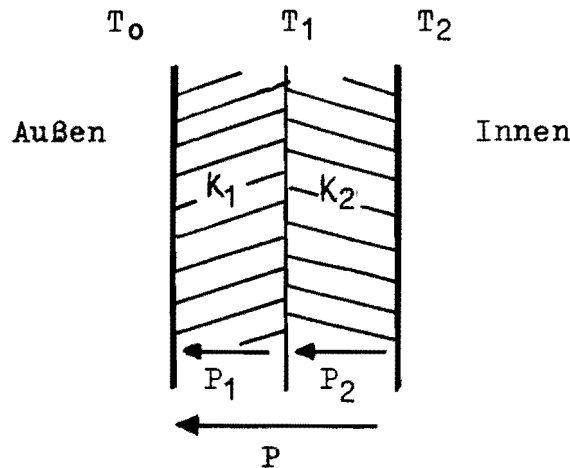
M 14

LEHRERARBEITS - BLATT

Berechnung des Einflusses einer Zusatzdämmung

MODELLRECHNUNG

Gesucht: k-Wert für die isolierte Wand als Einheit



Benutzte Beziehungen:  $P = k \cdot A \cdot (T_2 - T_0) = k \cdot A \cdot \Delta T$

Erläutern, daß der Wärmetransport stets in einer Richtung erfolgt!

$$P = P_1 = P_2 \quad \text{wobei gilt:} \quad P_1 = k_1 \cdot A \cdot (T_1 - T_0)$$

$$P_2 = k_2 \cdot A \cdot (T_2 - T_1)$$

$$P_1 = k_1 \cdot A \cdot \Delta_1 T$$

$$\text{mit: } \Delta T = \Delta_1 T + \Delta_2 T$$

$$P_2 = k_2 \cdot A \cdot \Delta_2 T$$

Durch einsetzen von  $P$  für  $P_1$  und  $P_2$  erhält man:

$$\frac{P}{k_1} = A \cdot \Delta_1 T$$

+

$$\frac{P}{k_2} = A \cdot \Delta_2 T$$

$$\rightarrow \frac{P}{k_1} + \frac{P}{k_2} = A \cdot \Delta_1 T + A \cdot \Delta_2 T = A \cdot \Delta T = \frac{P}{k}$$

$$\text{Also: } \frac{P}{k_1} + \frac{P}{k_2} = \frac{P}{k}$$

Dividiert man die Gleichung durch  $P$  so folgt:

$$\boxed{\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{oder} \quad k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}}$$



M 15

LEHRER- BZW. SCHÜLERARBEITS-BLATT

Aufgaben

- Berechne die k-Wert-Verringerung einer 30 cm dicken Kalksand-Lochsteinwand durch Anbringen einer zusätzlichen Dämmschicht aus Styropor bei einer Dämmschichtdicke von  
a) 4 cm ; b) 7 cm ; c) 10 cm.

Material	Wand	Dämmschicht		
		4 cm	7 cm	10 cm
k-Wert in $\frac{W}{m^2K}$	1,57	0,88	0,50	0,35

- Berechne die k-Wert-Verringerung einer 25 cm dicken Gasbetonwand ( $k=0,78$ ) bei einer 5 cm starken Dämmschicht aus Mineralfaser ( $k=0,75$ ).

Aufgabenbeispiel

Berechne die Verringerung des Wärmeverlustes bei einer zusätzlichen Wärmedämmung einer 24 cm dicken Hohlblockwand ( $k=1,4$ ) mit 5 cm Styropor ( $k=0,7$ ).

Raumtemperatur  $20^{\circ}C$ ; Außentemperatur  $4^{\circ}C$

Ohne Dämmung:  $\frac{P}{A} = k \cdot \Delta T = 1,4 \frac{W}{m^2K} \cdot 16 K = 22,4 \frac{W}{m^2}$

Mit Dämmung:  $k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} = \frac{1,4 \cdot 0,7}{1,4 + 0,7} = 0,47 \frac{W}{m^2K}$

$$\frac{P}{A} = k \cdot \Delta T = 0,47 \frac{W}{m^2K} \cdot 16 K = 7,5 \frac{W}{m^2}$$

Ersparnis:

$$\frac{P}{A} = (22,4 - 7,5) \frac{W}{m^2} = 14,9 \frac{W}{m^2}$$

Weitere Konkretisierung:

Einfamilienhaus mit  $230 m^2$  Außenwand und einer Heizperiode von Oktober bis März bei einer mittleren Außentemperatur von  $4^{\circ}C$  während dieser Zeit.

Berechnung der Energieeinsparung

$$W = \frac{P}{A} \cdot A \cdot t = 14,9 \frac{W}{m^2} \cdot 230 m^2 \cdot 180 \cdot 24 h = 14,8 MWh$$

Bei einem Preis von 0,11 DM pro kWh ergibt sich eine jährliche Einsparung von 1628 DM.

Bei einem  $m^2$ -Preis für eine Außenisolierung von 70 DM beträgt die Amortisationszeit zehn Jahre.

### Und was tut die Regierung?

Fördert sie die Entwicklung alternativer Energien? Am besten läßt sich das an der Bereitstellung von Forschungsgeldern für die Entwicklung von neuen Energiequellen überprüfen

### Geplante Gesamtaufwendungen für Energieforschung und Technologie 1977 - 1980:

490 Mio DM	= 7,5 % für Energieeinsparmöglichkeiten
940 Mio DM	= 14,4 % für Kohle, Öl und Gas
180 Mio DM	= 2,8 % für Sonnen- und Windenergie
379 Mio DM	= 5,8 % für Kernfusion
4532 Mio DM	= 69,5 % für Atomenergie

aus: Göttinger Arbeitskreis  
gegen Atomenergie: UE Atom-  
energie in der SI und SII.  
2. Aufl., Göttingen 1981

Viele Steuergelder für Atomenergie, wenig für alternative Energien - so sieht die "Sorge" der Bundesregierung für die zukünftige Energieversorgung aus.

### Aber - Können alternative Energien einen wirklichen Beitrag zu unserer zukünftigen Energieversorgung leisten?

60% der gesamten in der Bundesrepublik verbrauchten Energie wird für Heizung und Warmwasserbereitung gebraucht. Das bedeutet, daß über die Hälfte der Gesamtenergie in Form von niedrigen Temperaturen (30 - 80 C) benötigt wird. Diese niedrigen Temperaturen können heute mit den bereits bekannten alternativen Technologien erzeugt werden (z.B. mit Sonnenkollektoren, Fernwärme, Wärmepumpe, Biogas usw.).

Auch die Stromproduktion ist langfristig mit Hilfe alternativer Energiequellen, wie Solarzellen, Sonnenkraftwerken, Windkraftwerken, Gezeitenkraftwerken, Wasserkraftwerken möglich. Um diese Energiequellen zu billigen Stromlieferanten zu machen, bedarf es noch weiterer intensiver Forschungen. Im kleinen Maßstab werden Sonne, Wind und Wasser bereits heute zur Stromproduktion genutzt.

Aber es ist klar: Es gibt nicht **die** alleinige alternative Energiegewinnungsart, aber mit einer Kombination der verschiedenen Möglichkeiten kann die Energieversorgung der Zukunft gesichert werden - ohne Atomkraftwerke und ohne die teuren Rohstoffe Öl, Kohle und Gas weiter zu vergeuden.

Ob diese Möglichkeiten genutzt werden, ist eine Frage der politischen Machthaber. Entweder die politischen Machthaber können den bisher eingeschlagenen Weg ungehindert weiterverfolgen - dann wird die ökologische Katastrophe unausweichlich sein und die Abhängigkeit von den großen Konzernen wachsen - oder wir nehmen die Energieversorgung in die eigenen Hände.

**Denn Energie gibt's genug, für alle und für immer!**

## 6. Literatur

### LEHR-UND SCHULBÜCHER,UNTERRICHTSMATERIALIEN

- Alternative Energiequellen: Themenheft von "Naturwissenschaften im Unterricht Physik/Chemie"(NiU-P/C), H 8/81
- Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V. (Hrsg): Unterrichtsmaterialien zum Thema Energieversorgung für die Fächer Physik, Chemie, Deutsch, Sozialkunde. Karlsruhe 1979. (BBU, Hellbergstr.6, 7500 Karlsruhe 21)
- Energie: Themenheft von NiU-P/C, H 11/80
- Energiepolitik: Themenheft von "Wochenschau für politische Erziehung Sozial- und Gemeinschaftskunde", H 1/80
- Energieprobleme in Europa: Themenheft von "Wochenschau für politische Erziehung Sozial- und Gemeinschaftskunde", H 4/80
- Energiesparen: Themenheft von "arbeiten und lernen". Arbeit, Beruf, Wirtschaft, Technik in der Unterrichtspraxis, H 4/80
- Göttinger Arbeitskreis gegen Atomenergie (Hrsg): Unterrichtseinheit Atomenergie für die Sek.I (und Sek II), 2. Auflage, Göttingen 1981
- W. Münzinger: Unterrichtseinheit Energie, Flörsheim 1979.( W.Münzinger, Lasallestr.5, 6093 Flörsheim)
- R. Sexl u.a.: Das mechanische Universum. Eine Einführung in die Physik. Band 1, Frankfurt/Main 1980
- J. Trachsel: Beim Heizen sparen -Eine Unterrichtshilfe für die Hand des Oberstufenlehrers (Eidgenössisches Amt für Energiewirtschaft, Postfach, 3001 Bern)
- U. Zimmermann: Ein Schulversuch zur Bestimmung der Energieeinsparung durch Wärmeisolation von Wänden oder durch Senkung der Raumtemperatur, in: NiU-P/C, Jg.71
- U. Zimmermann: Ein Praktikumsversuch zum Thema Wärmedurchgang durch Wände, in: Praxis der Naturwissenschaften, Physik 27, 1978
- U. Zimmermann: Energiesparen als Energiequelle, in: NiU-P/C, H 8/81

### FACHLITERATUR U. A. VERÖFFENTLICHUNGEN

- Arbeitsgemeinschaft Sanfte Energie (Hrsg): Energieversorgung, Bensheim 1980; Es geht auch anders. Ein Katalog über Energiealternativen, Springe-Eldagsen 81
- F.D. Balkowski: Wärmedämmend bauen = Heizkosten sparen, 2.Auflage, Wiesbaden und Berlin 1980

- K.-H. Böse: Heizkosten sparen, Köln-Braunsfeld 1980
- Buderus (Hrsg): Handbuch der Heizungs- und Klimatechnik, Wetzlar 1975 (VDI-Verlag)
- BBU: Informationen zu Energiealternativen, Nr. A 1: Energie und Haushalt, Nr. A 2: Isolierung, Nr. A 7: Energielücke und Energielüge
- D. Dickson: Alternative Technologie, München 1978
- F. Duve (Hrsg): Alternativenergie konkret, Reinbek 1979
- B.G. Faske: Wir müssen wieder sinnvoll bauen lernen, in: Bild der Wissenschaft H 11/1979
- F. Krause, H. Bossel, K.F. Müller-Reismann: Energiewende, Frankfurt/Main 1980
- A. v. Maltzahn, R. Unkrüger: Energiesparen - Ein aktueller Leitfaden für sparsamen Umgang mit Energie in Wohnung und Haushalt, München 1981
- K.M. Meyer-Abich: Energiesparen als neue Energiequelle, München 1979
- K. Ohlwein: Energiebewußte Eigenheimplanung, Wiesbaden und Berlin 1979
- Th. Rotarius: Dauerhafte Energiequellen, 9. Auflage, Marburg 1981
- B. Ruske, D. Teufel: Das sanfte Energie-Handbuch - Wege aus der Unvernunft der Energieplanung in der Bundesrepublik, Reinbek 1980
- A. Schneider: Einführung in die Baubiologie (Heft 1), Radioaktivität von Baustoffen (Heft 2), Die gesunde Heizung (Heft 5) der Schriftenreihe Institut für Baubiologie 1980; (Verlag Gesundheit und Wohnumwelt, Gillitzerstr. 1, 8200 Rosenheim)
- Stiftung Warentest (Hrsg): test -Energie-Sonderheft. Vernünftig Energie sparen, Dezember 1980; test -Energie-Sonderheft. Energiesparend Heizen, November 1981
- E. Zimmer: Richtig isoliert und geheizt - Anleitung zu fachgerechtem Wärmeschutz und energiesparendes Heizen, Fürth/Odw. 1979

#### INFORMATIONEN VON STAATLICHEN STELLEN

- Bundesministerium für Forschung und Technologie, Referat Presse und Öffentlichkeit: Zeitschrift "Energiediskussion" (enthält laufend neue Hinweise auf interessante Materialien und Fakten (insbesondere H 4/5/1980 und H 3/4/1981); Rahmenprogramm Energieforschung 1974-1977, Bonn 75
- Bundesminister für Wirtschaft, Referat Presse und Information: Energiesparen beim Wohnen und Bauen, Bonn 1979; Damit Sie Ihr Geld nicht verheizen, Bonn 1978; Haushalten im Haushalt, Energiespartips, Bonn 1978
- Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages: Zukünftige Kernenergiepolitik, Bonn 1980

Presse und Informationsamt der Bundesregierung (Welckstr.11, 5300 Bonn): Energiesparbuch für das Eigenheim, Bonn 1980; So hilft der Staat beim Heizenergiesparen und Modernisieren an Gebäuden, Bonn o.J.

#### INDUSTRIE-MATERIALIEN

Deutsche Shell AG, Abt. Wirtschafts- und Energiepolitik (Hrsg): Unterrichtsmodell Energie, 4. Auflage, Hamburg 1981, (Postfach, 2000 Hamburg)

Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e.V.: Energie und sinnvolle Energieanwendung, 1978; Energieversorgung, Daten und Fakten, Heidelberg 1978 (Am Hauptbahnhof 12, 6000 Frankfurt/Main)

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG (Hrsg): Die Wärmepumpe in der Wärmelehre der Sek.I; Die Wärmepumpe -Physikalische Funktionsweise und Anwendungen; Die Wärmepumpe -Arbeitstransparente für die Tageslichtprojektion; RWE informiert: Stand und Trend der Entwicklung von Wärmeabsorbersystemen; Energie-Dach, Energie-Fassade, Energie-Stapel; Mit gepumpter Wärme Öl einsparen.

Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG (Hrsg): Ökologische und physikalische Betrachtungen zur Wärmepumpe, 1. Auflage Dortmund 1978

## 7. Erfahrungsbericht

Der Vorschlag, das Thema "Sparen von Heizenergie durch bauliche Maßnahmen" zu behandeln, ging von mir aus.

Bei der gemeinsamen Planung brauchte ich kaum mehr Impulse zu geben. Im Verlauf der Diskussion ergaben sich sehr schnell zwei Interessenschwerpunkte. Während für einen Teil der Schüler primär die politischen, ökonomischen und ökologischen Aspekte von Interesse waren (warum sind die Heizkostenpreise gestiegen?, was macht der Staat dagegen?, Umweltverschmutzung durch Öl und Kohle!, was kosten Energiesparmaßnahmen den privaten Haushalt - "lohnen" sich die Investitionen überhaupt?, welche Möglichkeiten hat man als Mieter eines Mehrfamilienhauses Heizkosten zu sparen?, kann man den Hauseigentümer zwingen, heizkostensparende Maßnahmen durchzuführen?, ist "absolute" Isolierung sinnvoll?) standen für die anderen Schüler die physikalisch-technischen "Lösungsmöglichkeiten" im Vordergrund (welche Baumaterialien eignen sich besonders gut zur Wärmedämmung?, Wirkungsweise von Doppelfenster!, wie funktioniert ein Sonnenkollektor, wie eine Wärmepumpe?). Auf meine Frage, wie die genannten Themen bzw. Fragen erarbeitet und im Unterricht behandelt werden sollen, erklärten sich die Schüler bereit, selbständig entsprechende Informationen einzuholen und darüber zu berichten.\*

Dies betraf die Themen:

- Ölpreisentwicklung und Abhängigkeit der Wirtschaft vom Öl
- Maßnahmen gegen die Ölpreisexplosion und Abbau der Öl-abhängigkeit
- Staatliche Förderung des Heizenergiesparens und
- Auswertung von Werbeanzeigen.
  
- Funktion der konventionellen Heizanlage
- Funktion der Wärmepumpe
- Funktion des Sonnenkollektors.

Bei der Erarbeitung der physikalischen Grundlagen traten häufig "beim Wechsel von den Phänomenen zur physikalischen

---

\* Die ausgearbeiteten Referate (mit einer Vortragslänge von 15 - 20 Minuten) wurden als zweiter schriftlicher Leistungsnachweis gewertet. Meiner Erfahrung nach arbeitet die Mehrzahl der Schüler lieber ein Referat aus (was häufig viel arbeitsintensiver ist), als daß sie eine Klassenarbeit schreiben. Deshalb auch der Schülervorschlag, Referate machen zu wollen!

Interpretation" Schwierigkeiten auf. Eine Ursache für diese -nach meiner Erfahrung im Physikunterricht immer wieder auftretende Schwierigkeit - ist darin zu sehen, daß für einen Großteil der Schüler die Behandlung der Wärmelehre mehr als 4 Jahre zurücklag, da viele nach dem Realschulabschluß eine Lehre absolviert und durchschnittlich bis zu einem Jahr in ihrem Beruf gearbeitet hatten.

Die Konsequenz war, daß ich immer wieder den Mittelstufenlehrstoff mit wiederholte. Dadurch konnten zwar die "Wissenslücken" weitgehend abgebaut werden, jedoch ging die dazu verwendete Zeit auf Kosten der Motivation am Thema. Dies führte zwischenzeitlich dazu, daß die Schüler den Gesamtzusammenhang des Themas aus den Augen verloren: "Wir wollten doch über Sparen von Heizenergie sprechen, und jetzt machen wir doch nur Physik!"

Wichtige Motivationsimpulse gaben das Informationsgespräch mit einem Vertreter der Verbraucherberatungsstelle der Stadtwerke und die Besichtigung eines Neubaus. Hier konnten die Schüler "ihr Wissen" einmal in "echten Gesprächen" anwenden und ihrerseits "eigenen" Erkundungen nachgehen. (Wichtig ist, daß man für die Besichtigung eines Neubaus oder auch einer Altbauintandsetzung einen kundigen Gesprächspartner hat, der sich außerdem viel Zeit nimmt. Wir hatten das Glück den Neubau der Eltern einer Schülerin besichtigen zu können, deren Vater -selbst Maurer-und Heizungsfachmann- uns fast 4 Stunden geduldig Rede und Antwort stand).

Zudem wurde durch die Erkundungen den Schülern die Verflechtung von technisch-physikalischen und wirtschaftlich-finanziellen Aspekten erneut unmittelbar deutlich, was dazu führte, daß einige Schüler den Wunsch äußerten, eine "echte" Kostenrechnung aufzustellen. Daß es letztlich nur eine Modell-Rechnung wurde, erachteten die Schüler als nicht nachteilig.

Für die Behandlung der Frage "Wo gibt es gesamtgesellschaftlich Bereiche für Energieeinsparung" blieb leider wenig Zeit, auch fehlte die Motivation, "wieder in die Theorie" einzusteigen.

In der gemeinsamen Abschlußbesprechung wurden von den Schülern im wesentlichen zwei Kritikpunkte angesprochen:

- Die Neubaubesichtigung hätte am Anfang des Kurses stehen sollen und
- die Frage: Wie man als Mieter kostengünstig bauliche Maßnahmen zur Heizenergieeinsparung durchführen kann, sei zu kurz gekommen.  
Wie formulierte es ein Schüler: "Die Mehrzahl der Bevölkerung lebt ja schließlich zur Miete!"

#### 8. Hinweise zur Leistungsüberprüfung\*

- Was beschreibt die Temperatur eines Körpers?
- Was versteht man unter der Brownschen Bewegung und wie kommt sie zustande?
- Was versteht man unter dem Heizwert einer Substanz?
- In einem Haushalt werden täglich 200 l Warmwasser benötigt. Dieses Wasser muß im Mittel um  $30^{\circ}$  C erwärmt werden.
  - a) Wieviel Energie ist dazu monatlich erforderlich?
  - b) Welche Kosten entstehen monatlich, wenn die Warmwasserbereitung mit einem Elektroboiler erfolgt?
- Der Golfstrom transportiert in jeder Sekunde rund  $10^8$  m<sup>3</sup> Wasser an die Küsten Europas. Seine Temperatur ist in Winter um ungefähr  $10^{\circ}$  C höher als die Temperatur des übrigen Meerwassers.
  - a) Wieviel zusätzliche Energie transportiert der Golfstrom sekundlich nach Europa?
  - b) Wie viele Kraftwerke mit jeweils 1 GW wären erforderlich, um die gleiche Leistung zu erbringen?
- Mit Sonnenenergie kann man Wasser ohne Schwierigkeiten auf  $40^{\circ}$  C erwärmen. Dieses Warmwasser soll zum Betrieb einer Wärmekraftmaschine verwendet werden. Welchen Wirkungsgrad könnte man dabei bestenfalls erreichen, wenn die Umgebungstemperatur  $20^{\circ}$  C beträgt?
- In einem mit Sonnenenergie geheizten Haus wird ein Schwimmbecken mit den Maßen 3 m x 8 m x 1 m als Energiespeicher benützt, um die Heizung auch während kürzerer Schlechtwetterperioden aufrecht erhalten zu können.
  - a) Wieviel Energie wird gespeichert, wenn das Wasser um  $20^{\circ}$  C erwärmt wird?
  - b) Wie lange reicht diese Energie zur Heizung des Hauses, wenn die erforderliche Heizleistung 20 kW beträgt?

---

\* vgl. R. Sexl u.a.: Das mechanische Universum. Eine Einführung in die Physik, Band I, Frankfurt/Main 1980.



CIP - Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**KREMER, ARMIN:**

Sparen von Heizenergie durch bauliche Maßnahmen :

Materialien zu 8. Unterrichtsreihe / Armin Kremer.

Hrsg.: AG Chemie u. Physik in d. Oberstufe.

- 1. Aufl. - Marburg :

Redaktionsgemeinschaft Soznat, 1982

(Soznat ; Bd. 9)

ISBN 3-922850-11-1

NE: GT

Erste Auflage 1982

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat Marburg

Ernst-Giller-Str. 5, 3550 Marburg

Druck: Alpdruck Marburg

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3 - 922850 - 11 - 1

CIP - Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

KREMER, ARMIN:

Sparen von Heizenergie durch bauliche Maßnahmen:

Materialien zu e. Unterrichtsreihe / Armin Kremer.

Hrsg.: AG Chemie u. Physik in d. Oberstufe. -

2., überarb. Aufl. - Marburg : Redaktionsgemeinschaft

Soznat, 1984.

(Soznat ; Bd. 9)

ISBN 3-922850-27-8

NE: GT

Anmerkung:

Die zweite überarbeitete Auflage 1984 unterscheidet sich von der ersten nur in Details: Eingefügt wurde eine Übersicht über die aufgenommenen Materialien, wodurch sich die Paginierung entsprechend veränderte (siehe folgende Seite). Außerdem wurde die Kennung der Materialien deutlicher hervorgehoben.

Zweite überarb. Auflage 1984

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat

Postfach 2150, 3550 Marburg

Druck: Alpdruck Marburg

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3 - 922850 - 27 - 8

5. MATERIALIEN

B 1:	Basislektüre für Referate	S 9
B 2:	Staatliche Sparhilfen: Katalog der steuerlich begünstigten Maßnahmen Katalog der durch Zuschuß förderbaren Maßnahmen	S 10
B 3:	Sparen soll belohnt werden	S 12
B 4:	Wärme - Wärmetransport - Temperatur - Energie	S 14
B 5:	Anregung von Schülerexperimenten zur Ermittlung des Temperaturverlaufs im Mauerwerk	S 15
B 6:	Der Wärmeverlust durch die Wand	S 16
B 7:	Empirische Fakten zur Raumheizung	S 17
B 8:	Rechnerischer Vergleich der durchgehenden Wärme- leistung an einer gegebenen Außenwand	S 18
B 9:	Warmwasserheizung als Regelkreismodell	S 19
B 10:	Wärme nach Maß	S 20
B 11:	Klimaelemente - Klimafaktoren	S 21
B 12:	Ziele, Forderungen und Maßnahmen für ein klima- gerechtes Gebäude	S 23
B 13:	Heizen mit Sonnenwärme	S 24
B 14:	Die Sonne - unerschöpfliche Energiequelle	S 26
B 15:	Bau und Funktion von Sonnenkollektoren	S 27
B 16:	Das Energiesparhaus übertrifft alle Erwartungen	S 28
B 17:	Die Wärmepumpe - der umgekehrte Kühlschrank	S 29
B 18:	Berechnung des Einflusses einer Zusatzdämmung Modellrechnung	S 31
B 19:	Und was tut die Regierung?	S 33

