

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme
Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung
Band: 39 (1982)
Heft: 4

Artikel: Isolieren... und was dazu gehört
Autor: Gerber, Samuel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782891>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 24.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Isolieren... und was dazu gehört

Von Samuel Gerber, dipl. Arch. ETH, Herzogenbuchsee

Durch das wachsende Bewusstsein um die Verknappung unserer Energieressourcen, ist das «Isolieren» nicht nur zu einem ansehnlichen Gewerbebezug geworden, sondern auch zu einer Freizeitbeschäftigung und zu einem Gesprächsthema ersten Ranges. Wer etwas auf sich hält, wohnt heute «isoliert». Bund und Kantone haben sich aktiv für das Isolieren eingesetzt. Sie haben Handbücher (Wärmesparen im Haus, Bundesamt für Energiewirtschaft) und «Merkblätter für energiebewusste Haussanierung» (z. B. Kantone Bern, Aargau, Solothurn) herausgegeben. In einzelnen Kantonen (z. B. Baselland) sind Mindestisolationen jetzt schon Gesetz. Bei aller Begeisterung für gute Isolation sollten dennoch auch einige wichtige Zusammenhänge erwähnt werden, bevor ans eigentliche «Isolieren» gedacht wird.

Was durch Isolieren eingespart werden kann

Bis ins Jahr 2000 können durch Energiesparmassnahmen an bestehenden Gebäuden in der Schweiz zirka 4% des Gesamtenergiekonsums eingespart werden. Dies ist das Ergebnis einer Studie von Prof. Werner Jaray an der ETH Zürich, die davon ausging, dass der Anteil «Raumheizung und Warmwasserbereitung» am Gesamtenergiekonsum zirka 40% beträgt, dass an den bestehenden Gebäuden jeweils Energieeinsparungen von zirka 30% möglich

sind und dass bis ins Jahr 2000 ungefähr ein Drittel aller bestehenden Gebäude saniert werden können.

Die niedrige Zahl von 4% soll nun in keiner Weise dartun, dass es sinnlos wäre, Häuser besser zu isolieren und Heizanlagen wirtschaftlicher zu betreiben, ganz im Gegenteil.

Hingegen soll damit dargelegt werden, dass das Energieproblem mit Isolieren allein nicht gelöst werden kann. Massnahmen sind beispielsweise ebenso «Notwendig» beim privaten Motorfahrzeugverkehr, der einen (steigenden) Energiekonsumanteil von mehr als 18% verschlingt.

Diese Zahl ist besonders eindrücklich, wenn man weiss, dass alle Bahnen einen Anteil von nur gut 1% beanspruchen, also 18x weniger.

Alles in allem hat es wenig Sinn, in einem entlegenen Einfamilienhaus zusätzlich zu «isolieren», um pro Tag im besten Fall ein paar Liter Heizöl zu sparen, wenn man diese dann unnötig mit dem Privatauto auf dem Arbeitsweg wieder «verbrennt»:

Besser spart man sich die hohen Investitionskosten in eine Gebäudeisolation und fährt mit der Bahn. Dies beinahe ohne Energieverbrauch und ohne zusätzliche Investition. Es soll damit ausgedrückt werden, dass das Energiesparen nicht bloss eine Frage des Einhüllens der Häuser ist, vielmehr ist Energiesparen eine Lebenshaltung, die in jeden Bereich einfließen sollte:

- in die Landesplanung
- in die Architektur und Technik
- ins «Isolieren»
- in das menschliche Verhalten
- in die Gesetzgebung

Energiebewusste Landesplanung

Es soll hier nur ein einziger Aspekt, nämlich die eingeschossige Wohnzone oder Einfamilienhauszone mit kleinen und grossen Grenzabständen und maximalen Gebäudelängen erwähnt werden. Sie ist aus der Sicht des Energiesparens unbefriedigend. Dennoch gibt es beinahe keine vorstädtische oder ländliche Gemeinde mehr, in der diese Zonen flächenmässig nicht einen sehr grossen Anteil einnehmen. Wenn die Planer die verdichtete Gruppenbebauung mit diesen Zonen nicht auszuschliessen meinen, dann tun es oft Behörden und Ämter, fast immer aber die Bauinteressenten. Dem Architekten, der mit dem Problem konfrontiert wird, einem Interessenten ein «Hüsli» auf eine Parzelle in eben einer solchen «Zone» zu bauen, bleibt keine grosse Wahl: Es entsteht ein schlechtes oder rechtes Einfamilienhaus, das seine «Wärme» nach allen Seiten hin abstrahlt. Und weil ein solches Einfamilienhaus eine recht grosse Distanz zum Nachbarhaus braucht, liegen viele Häuser grosse Distanzen auseinander und damit weit weg vom Dorfzentrum, vom Bahnhof, vom Arbeitsplatz. Soweit entfernt, dass man kaum ohne Privatauto auskommen kann. Die Forderung nach Verdich-

tung, aus verkehrs- und energie-technischen Gründen, aber auch wegen der Erlebnisdichte und wegen des häuslicheren Umgangs mit dem Boden, war für die meisten Planer immer nur eine theoretische Verantwortung. Gezont wurde dann in der Regel doch immer für «Villen».

Dennoch ist die bauliche Verdichtung zu Häusergruppen nicht nur aus Energiespargründen heute mehr denn je eine unbedingte Aufgabe für die Landesplanung, Häuserbauer und Behörden. Ebenso die erneute sinnvolle Durchmischung von Wohnen, Arbeiten, Verkehr und Erholung.

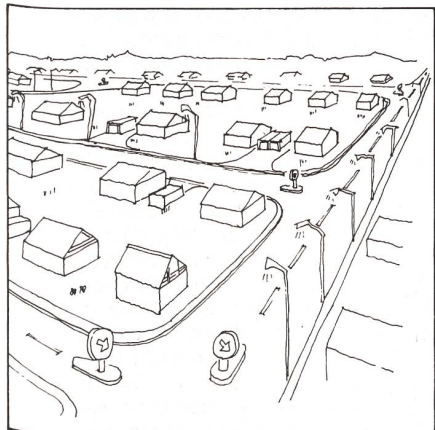
Energiebewusste Architektur

Kleine Hülle

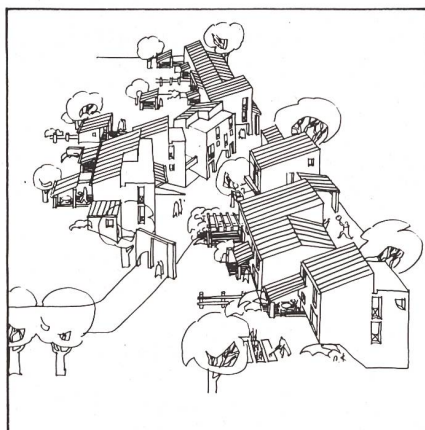
Richtig Wärmeenergie sparen kann man nur, wenn man sich in seinen Ansprüchen auf voll beheizten Raum einschränkt. Man muss sich allenfalls auch damit zufriedengeben, dass nur ein engerer Bereich beheizt ist, zum Beispiel wie einst «die warme Stube» (Réduit-Konzept). Das Prinzip der kleinen Hülle ist dort am besten erfüllt, wo man Energie spart, indem man einen warmen Pullover anzieht.

Kompakte Volumen

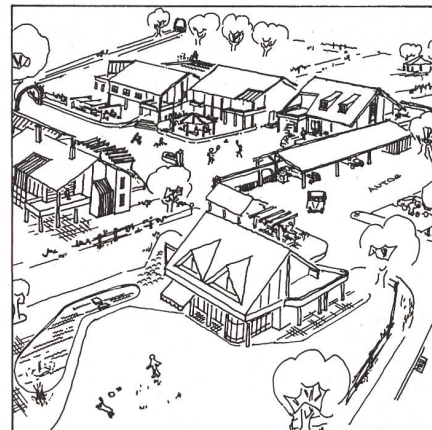
Häuser sollten sich gegenseitig vor Abstrahlung, Wind und Kälte schützen. Sie sollten zu Gruppen zusammengebaut sein und gleichzeitig geschützte Freiräume bilden. Auch Einzelhäuser sollten – mit einem angemessenen architekto-



«Geplante Energieverschwendung» mit schlechter Konzeption für Wärme, Verkehr, Licht.



«Geplante Alternativen» mit durchdachter Parzellierung. Projekt «Chriesmatt» von Rolf Keller.



«Geplante Alternativen» mit Häusern in Gruppen. Projekt «Groggland» von Samuel Gerber.



Saniertes Wohnhaus aus der Mitte des 19. Jahrhunderts (oben: vorher, unten: nachher). Sanierungskosten: Fr. 430.-/m³ (Preisindex 1982).

nischen Spielraum – möglichst kompakt sein.

Besonnung

Ein Haus soll ordentlich an der Sonne stehen, damit es ihre Wärme aufnehmen kann. Es soll mit grossen Fenstern nach Süden hin geöffnet sein. Diese Fenster sollen beschattet sein durch Laubbäume, die im Winter «automatisch» Wärme und Licht einlassen. Das Haus soll ein kleines Vordach haben, das die hochstehende Sommersonne etwas abschirmt und die tiefstehende Wintersonne nicht aufhält.

Schutz gegen Kälte

Das Haus soll gegen «Wind und Wetter» zum Beispiel mit Tannen, Ökonomiegebäuden, Erdanschüttungen geschützt sein und gegen die kalte Seite minimale Öffnungen haben.

Mobile Isolation

Nachts sollen die grössten Fensterflächen mit Läden, Rolläden, reflektierenden Folien, Storen oder schweren Vorhängen zusätzlich gegen Abstrahlung isoliert werden.

Grundrisszonung

Räume, die viel Wärme brauchen, sollen südseitig angeordnet wer-

den. Zu diesen Räumen gehören heute vor allem auch Badezimmer. Kaum jemand will noch ein ungeheiztes «Hüsli auf der Laube». Treppen, Korridore, Abstellräume, Windfänge, Garagen sollen auf der kalten Seite des Hauses liegen. Ältere Häuser wurden oft instinktiv richtig «gezont». Solche Häuser müssen jetzt nur auch wieder «zonengerecht» beheizt werden.

Wintergärten

Diese sind sinnvoll als südlich vorgelagerte «Zone», die Sonneneinstrahlung und diffuses Licht «einfängt» und die daraus entstehende Wärme in dahinterliegende Wohnräume an Wände und Speichermassen abgibt. Nachts bilden sie eine zusätzliche Aussenhaut, die Abstrahlungsverluste aus den Wohnräumen vermindert. Neben Energiesparern sind Wintergärten, die es übrigens als verglaste Veranden, Lauben usw. schon lange gibt, auch sehr schöne zusätzliche Aufenthaltsräume. Hier würde sich die Investition also auch dann lohnen, wenn damit keinerlei Energie gespart werden könnte.

Passive Sonnennutzung im allgemeinen

Alle passiven Sonnennutzungs-

methoden (Direct gain, Wärmespeicherwand [Trombe], Wintergarten, Thermosiphon mit Kies- und Wasserspeichern und Kombinationen dieser Prinzipien) benötigen aktive Benutzer, die mit den Jahreszeiten, mit dem Tag- und Nachtwechsel leben und darauf – mit mehr als bloss einem Knopfdruck – zu reagieren bereit sind.

Aktive Sonnen- und Umgebungswärmenutzung

Alle Methoden, mittels Wärmepumpen, Kollektoren usw. der Umgebung mit Hilfe von Regelsystemen und Austauschern usw. Umgebungswärme aus Luft, Wasser oder Erdreich zu entziehen, sind heute technisch gut ausgereift. Die erforderlichen Investitionen sind aber recht hoch und die Amortisationszeiten entsprechend lang – oft beinahe so lang wie die erhoffte Lebensdauer der Anlage selbst.

Farbe

In «warm» gefärbten Räumen (gebrochen orange, beige, gelb, lindengrün usw.) fühlt man sich wärmer als in hellblauen, türkisfarbenen und «schneeweissen» Räumen.

Material

Gewisse Baumaterialien haben einen wärmeren Charakter als andere: Holz, Textilien, Ton haben hier Vorteile.

Schliesslich «isolieren»

Über richtiges Isolieren gibt es – wie eingangs erwähnt – detaillierte Handbücher und Merkblätter (Hinweis).

Erwähnt sei hier nur, wo am Beispiel eines Einfamilienhauses ungefähr wieviel Wärmeenergie verlorengeht und welche wichtigsten Isolationsfehler vermieden werden sollten.

Nach Schätzungen des Bundesamtes für Energiewirtschaft geht die Wärme in einem Einfamilienhaus ungefähr so verloren:

– 30% durch Betriebsverluste der Heizung (Kaminverluste, Bereit-

schäftsverluste, Abstrahlungs- und Leitungsverluste).

– 35% durch Wände, Decken, Boden (Transmission).

– 35% durch Fenster und Lüftung (Transmission + Lüftung).

Eine Studie von Prof. Dr.-Ing. K. Gertis, Essen, teilt die Wärmeverluste eines eingeschossigen Einfamilienhauses wie folgt auf:

– Dach ca. 15,5%

– Wände ca. 17,5%

– Keller ca. 14%

– Transmission Fenster ca. 14%

– Lüftung Fenster ca. 9%

– Betriebsverluste Heizung ca. 30%

Im Gegensatz zum Bundesamt für Energiewirtschaft, das die Fensterverluste mit 35% schätzt, setzt Gertis nur 23% ein.

Nimmt man seine Zahlen als ungefähr richtig an, wird daraus ersichtlich, durch welche Massnahmen – bei unverändertem Verhalten der Bewohner! – ungefähr wie viel gespart werden kann.

Isolation am Dach

(ca. 4,5% Einsparungsmöglichkeit, bezogen auf Energiekosten für Heizung)

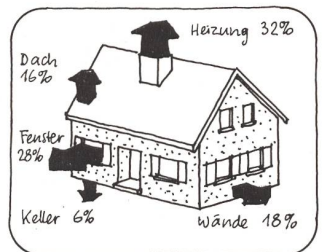
Wo Dachräume nicht bewohnt sind, sollten sie auch nicht isoliert werden. Die Isolation sollte unmittelbar über der obersten bewohnten Decke angebracht werden. Der Dachraum muss so nicht umsonst mitgeheizt werden.

Bei Isolationen an den Dachsparren muss in der Regel sowohl der Dachbelag als auch das Unterdach ordentlich unterlüftet sein. Wo dies nur ungenügend möglich ist, ist eine undurchlöchernde Dampfsperre unerlässlich. Kondenswasser, nasse Isolation und Fäulnis an den Sparren und am Unterdach sind besonders häufige Isolationsfolgeschäden. Dies insbesondere bei eingebauten Dachfenstern, bei welchen die Durchlüftung oft unterbrochen wird.

Isolation an den Wänden

(ca. 5% Einsparungsmöglichkeit)

Womöglich soll eine Isolation aussen angebracht werden. Gerade bei wertvollen älteren Häusern ist dies aber in der Regel nicht möglich. Innenisolationen weisen bei Deckenauflegern oft Wärmebrücken auf, die zu grauen Ecken führen können. Dampfsperren auf der warmen Seite der Isolation sind bei dichten Aussenwandkonstruktionen unerlässlich. Bei der Wahl des Materials und des Isolationssystems ist den Sockelabschlüssen, Fensterleibungen, Sparren-, Balken- und Deckenauflegern usw. besondere Rechnung zu tragen. Grundsätzlich soll die Isolation vollflächig und zugluftdicht sein.



Ungefähre Aufteilung der Wärmeverluste für ein 1½-geschossiges Haus. Die Kellerverluste sind hier wesentlich kleiner, als im Textbeispiel.

Isolation gegen den Keller

(ca. 4 % Einsparungsmöglichkeit)
Wegen der geringeren Temperaturdifferenzen treten hier am wenigsten Probleme auf. Immerhin ist bei der Veränderung des Wärme- und Feuchtigkeitshaushaltes im Keller, vor allem bei Holzkonstruktionen (Pilze, Fäulnis), Vorsicht geboten.

Isolation der Fenster, Transmission

(ca. 4 % Einsparungsmöglichkeit)
Die Transmissionsverluste von Fenstern können verringert werden durch eine aufgesetzte oder vorgesetzte zusätzliche Scheibe. Vorfenster sind immer noch eine gute Methode. Neue Spezialverbundgläser erreichen jedoch gleiche Isolationswerte bei höherem Reinigungskomfort. Die Verminderung der Transmissionsverluste bei Fenstern kann zu keinen baulichen Folgeschäden führen. Jedoch ist darauf zu achten, dass bei alten Häusern in der Regel die ursprüngliche Fensterteilung erhalten bleibt.

Isolation der Fensterfugen

(ca. 3 % Einsparungsmöglichkeit)
Fugendichtungen an Fenstern und Türen sind – vor allem bei schlecht isolierten Aussenwänden – riskant. Sie verringern den Luftwechsel und erhöhen die Raumfeuchtigkeit. In den Ecken der Aussenwände kann ein ideales Klima für Pilze (Graufärbungen) entstehen, vor allem bei gleichzeitigem Absenken der Raumtemperaturen. Fugendichtungen sind nur bei guter Isolation der Aussenwände und bei diszipliniertem Lüften zu verwenden. Der Luftwechsel soll aus hygienischen Gründen nicht zu sehr verringert werden (minimale Luftwechselzahl in Wohnräumen ca. 0,5).

Verminderung der Betriebsverluste der Heizung

(ca. 10 % Einsparungsmöglichkeit)
Im wesentlichen geht es hier um die richtige Abstimmung von Brenner, Kessel und Kaminanlagen. Häufig müssen alte, unweckmässig gebaute Brenner und Kessel, die oft zu gross sind, ersetzt werden. Ferner geht es um die Verringerung der Leitungsverluste, Fehlregulierungen, Nachtabsenkung, Installation von Thermostatventilen und um eine gute Wartung. Alle erwähnten Einsparungszahlen gelten – *grob verallgemeinert* – für ein eingeschossiges älteres Einfamilienhaus.

Einsparung und Investition

Man glaubt also, mit einer Total-sanierung ungefähr 30 % des Energiebedarfs älterer Häuser einsparen zu können. Die genaue Zahl ist abhängig von sehr vielen Parametern und kann entsprechend variieren.

Die erforderlichen Investitionen hiezu belaufen sich je nach Zustand des Hauses vor der Sanierung für ein Einfamilienhaus auf mehrere 10000 bis 100000 Franken. Die Amortisationszeit der Investition ist dementsprechend lang. Richtiges und ganzheitliches Isolieren von «schlechten» älteren Häusern ist sehr teuer. Zudem gehen Schönheit und Eigenart solcher alter Häuser durch eine «Alberweltsolation» oft zugrunde. Im Verhältnis dazu kostet bei neuen Häusern eine sehr gute Isolation kaum merklich mehr als eine schlechte. Dies hängt beispielsweise damit zusammen, dass der Arbeitskostenanteil zum Beispiel für das Aufziehen einer 4 cm dicken Isolationsschicht gleichbleibt wie bei einer 10 cm dicken.

Wirtschaftliche Isolationsdicken

Die wirtschaftliche Isolationsdicke hängt ab von den Energie- und Isolationspreisen. Noch vor etwa sechs Jahren wurden 6 cm hochwertiges Isolationsmaterial (anorganische und organische Faserstoffe, Kork, anorganische und organische Schaumstoffe) als wirt-

schaftlich bezeichnet. Zurzeit werden in unserer Gegend ca. 8–12 cm als sinnvoll erachtet. Die beliebige Verstärkung der Isolationen an Dächern und Aussenwänden auf 15 und mehr Zentimeter ist hier nicht sehr lohnend, weil die dadurch entstehenden K-Werte in keinem sinnvollen Verhältnis zu den Lüftungsverlusten stehen.

Das menschliche Verhalten

Wie schon gesagt, ist der Energie-spargedanke mit blosser Isolieren der Häuser und Verbessern der Heizungsanlagen nur halb erreicht. Fachgerechte Sanierungen haben nur zu oft, abgesehen von sehr hohen Investitionen, zu *erhöhtem* Energiekonsum geführt, weil gleichzeitig mit der Sanierung der WärmeKomfort masslos erhöht wurde.

Dennoch ruht im menschlichen Verhalten vermutlich das grösste Wärmeenergiesparpotential.

Voraussetzung ist jedoch

- dass man sich auch im Innern wieder mit winterlichen Temperaturen (z. B. 18°C), mit eingeschränktem, vollbeheiztem Raum (Réduit-Konzept, «warme Stube») und mit wintergerechter Kleidung und Ernährung abfindet;
- dass man diszipliniert lüftet und heizt (nur dann und dort, wo unbedingt nötig);
- dass man grosse Fensterflächen

nachts abschirmt (Fensterläden, Rolläden usw.);

- dass man mit den Jahreszeiten lebt und nicht gegen sie;
- dass man Apparate, Motorfahrzeuge, ganz allgemein technische Hilfsmittel massvoll einsetzt;
- dass man sich mit einem in einer Gruppe geschützten Haus abfindet, usw.

Wärmenormen und Gesetze

Wenn etwa im Zusammenhang mit Isolationsvorschriften von «höherem Wohnwert» gesprochen wird, dann ist zu bedenken, dass auch alte Häuser, auf ihre eigene Weise, sehr oft einen hohen Wohnwert hatten: Das gemeinsame Aufdem-Ofen-Sitzen, die Eisblumen an den Vorfenstern, der Duft des Feuers im Herd und im Kachelofen, usw.

Alternativen zu Isolationsvorschriften

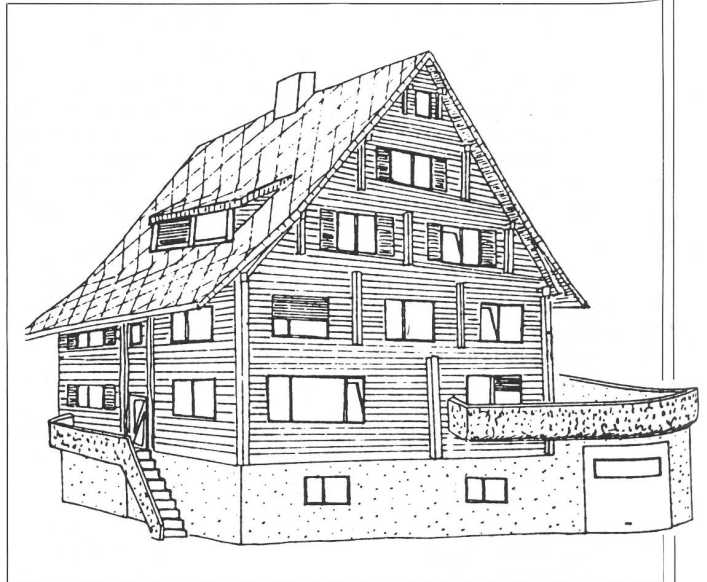
Gleichzeitig mit Isolationsvorschriften sollte die künstliche Verknappung des Energieangebots diskutiert werden. Beispielsweise durch Drosselung des Baus von Energieerzeugungsanlagen. Denn man darf nicht erwarten, dass ausgerechnet dort gespart wird, wo ein Überangebot herrscht.

Energiekontingent

In der Schweiz, wo etwas Unvorstellbares wie das Milchkontingent



«Häuser in der Gruppe»: ein Ort vielartiger Begegnungen ist der intime Innenhof. Hier ist Kommunikation (nicht nur für die Kinder) möglich.



Missglückte Isolations-Sanierung. Links 200jähriges Schwyzer Haus vor der Sanierung. Rechts das 200jährige Schwyzer Haus nach der totalen Verschandelung.

funktioniert – müsste auch ein Energiekontingent möglich sein, wenn man wirklich sparen wollte.

Energiepreisprogression

Nachdem wir schon eine Steuerprogression haben, sollte ferner eine verbrauchsabhängige Ener-

giepreisprogression nicht unmöglich sein. Wer zu viel Energie verbraucht, zahlt progressiv mehr.

Energiegerechte Besiedlung

Ferner wäre von Gesetzgeberseite her mit den Isolationsvorschriften auch die gängige Siedlungs- und

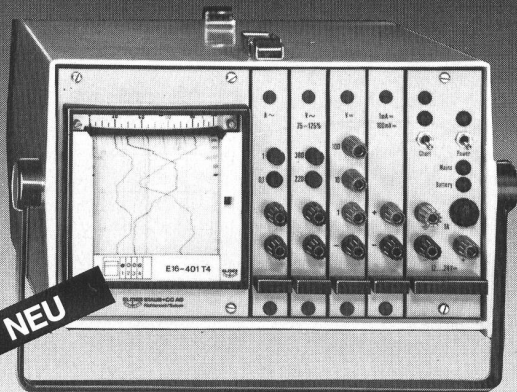
Verkehrspolitik ins Auge zu fassen. Wo die Wirkung zweifelhaft ist, sollte einer Regelung ohne Gesetze und Vorschriften immer der Vorrang gegeben werden.

Die schlecht isolierten alten Häuser sollen nicht allein zu Prügel-

knaben für eine komplexe Fehlentwicklung werden.

Bei allem Respekt vor einer hervorragenden Isolation: Das «Wohnen» in einer Art von «Thermosflasche» wäre auch kein erstrebenswertes Ziel. Auch hier kommt es auf das richtige Mass an.

Der anpassungsfähige COMBIREX von ELMES



- Verwendbar als 1, 2, 3 oder 4-Kanalschreiber dank individuell steckbaren Messeinschüben
- Direkte tintenlose Registrierung von Strom, Spannung, Temperatur, rel. Feuchte oder elektrischer Leistung
- Robuste, kompakte Konstruktion
- Netz- und Batterieanschluss

ELMES STAUB+CO AG
 Fabrik elektrischer Messinstrumente
 CH-8805 Richterswil / Schweiz
 ☎ 01/784 22 22 Telex 875 525

Alfa-Lieferprogramm

Die Firma Alfa ist seit vielen Jahren auf dem Gebiet der industriellen und gewerblichen Energieversorgung tätig und vertritt namhafte europäische Hersteller auf dem Schweizer Markt, so zum Beispiel:

Thyssen Henschel

Der Henschel-GK-Kessel ist ein für den kleineren Leistungsbereich speziell konstruierter Grosswasserraumkessel. Er wird überall dort eingesetzt, wo ein Grosswasserraumkessel aus preislichen oder einsatztechnischen Gründen einem Wasserrohrkessel vorzuziehen ist.

Standard Fasel, Cernay und Standard, Duisburg

Standard ist der grösste Hersteller von Dreizug-Dampfkesseln Condor CFS im Leistungsbereich bis 28 t Dampf pro Stunde. Standard-Wasserrohrkessel SKG und Abhitze-kessel werden für den Industrieinsatz in allen Druckstufen und für Leistungen bis 190 t Dampf pro Stunde gebaut. Die Kessel können für alle Feuerungsarten, einschliesslich Feststoff- und Abfallverbrennung ausgelegt werden. In Verbindung mit der Thyssen-Engineering GmbH verfügt die Firma SKG-Standard über ein gros-

ses Know-how für wirbelschichtbefeuerte Kesselanlagen für Dampf- und Wärmeerzeugung.

Jenbacher Werke

Das Konzept einer wirtschaftlichen Anwendung von Erd- oder Klärgas umfasst einerseits die Erzeugung von Wärme zur Beheizung und Warmwasserbereitung mittels Gaswärmepumpe oder die Erzeugung von elektrischer Energie und Ausnutzung der Abwärme des Verbrennungsmotors.

Seit 1. Februar 1982 vertritt die Alfa auch die Linde AG, Köln, auf dem Gebiet der Kolben- und Turbokompressoren. Diese Aggregate werden vielfach für die Energieerzeugung oder Energierückgewinnung eingesetzt.