Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 14

Artikel: Fenster und Fenstersysteme: Stand der Forschung und Entwicklung
Autor: Gay, Jean-Bernard / Kohler, Niklaus
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75748

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

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

Dabei handelt es sich primär um Geräusche, die direkt durch den Baukörper als Körperschall von einem Haus ins andere übertragen werden. Wirksame Reduzierung dieser Körperschallschwingungen kann nur erreicht werden, indem zwischen den schalleitenden Bauteilen eine sehr elastische Zwischenschicht in Form von Mineralfaserfilzen geschaltet wird. Diese Forderung wird mit der ohnehin nötigen Trennfuge von OK. Fundament bis UK. Dachhaut zu Genüge erfüllt. Dies bedeutet, dass bei richtig ausgebildeter Trennfuge zwischen benachbarten Reiheneinfamilienhäusern nicht nur die Luftschalldämmung, sondern ebenfalls die Trittschall- bzw. Körperschalldämmung ausgezeichnete Werte erreicht. Es ist z. B. nicht erforderlich, schwimmende Unterlagsböden vorzusehen, um störende Trittschallübertragungen zwischen den Häusern auszuschalten. Weiter können sanitäre Installationen ohne besondere schalltechnische Massnahmen montiert werden. Dies gilt natürlich nur für eine eventuell störende Körperschallübertragung zwischen benachbarten Häusern. Die schalltechnisch richtig dimensionierte Haustrennwand hat natürlich keinen Einfluss auf den Schallschutz innerhalb eines Reiheneinfamilienhauses.

Ein weiteres wichtiges Konstruktionsdetail sei hier behandelt, das bei Bauschaffenden immer wieder grosses Kopfzerbrechen bereitet, nämlich der Anschluss Haustrennwand - Dachkonstruktion. Eine hohe Schalldämmung zwischen Reiheneinfamilienhäusern kann nur dann erreicht werden, wenn sämtliche Nebenwegübertragungen vollständig ausgeschalten sind. Dies gilt ganz besonders für die Dachkonstruktion, welche normalerweise in Form eines Sattel- oder Pultdaches ohne Unterbrechung über die gemeinsame Haustrennwand hinweggezogen wird. Dass eine solche Bauweise Probleme in bezug auf eine störende Schallängsleitung aufweist, ist verständlich. Ist die auf oder unter den Dachsparren angebrachte Holzverschalung zudem vom Raum her sichtbar und in sich undicht, so ist nicht verwunderlich, wenn das Schalldämmass zwischen zwei Reiheneinfamilienhäusern kaum höher als $R'_w = 48–50$ dB liegt.

Die im Bild 3 gezeigten Varianten a und b sollen darstellen, auf welche Punkte beim Anschluss Haustrennwand - Dachkonstruktion besonders zu achten ist. Bei konsequent richtiger Ausführung, selbst in scheinbar unwichtigen Punkten, kann mit einer so hohen Schalllängsdämmung gerechnet werden, dass der Einfluss der Dachkonstruktion auf die Luftschallübertragung zwischen zwei benachbarten Reiheneinfamilienhäusern verschwindend klein bleibt.

Adresse des Verfassers: *B. Kühn*, Institut für Lärmschutz Kühn + Blickle, Gewerbestr. 9b, 6314 Unterägeri.

Fenster und Fenstersysteme

Stand der Forschung und Entwicklung

Von Jean-Bernard Gay und Niklaus Kohler, Lausanne

IEA-Forschungsprogramm: Rationelle Energieverwendung in Gebäuden und Siedlungen.

Einleitung

Fenster bestimmen in grossem Masse die äussere Erscheinung des Gebäudes. Sie erfüllen aber auch eine Anzahl von sehr verschiedenartigen Funktionen, nämlich:

- Wärmeschutz
- Schallschutz
- Lufterneuerung
- Tageslicht
- Kontakt mit der Aussenwelt

Ein grosser Teil dieser Eigenschaften haben einen Einfluss auf das energetische Verhalten von Gebäuden. Aus diesem Grund hat die Internationale Energieagentur beschlossen, eines ihrer Teilprojekte (Anhang XII) diesem Problem zu widmen. Bis jetzt beteiligen sich folgende Länder an diesem Teilprojekt: Niederlande, Bundesrepublik Deutschland, Italien, Norwegen, Schweiz, Grossbritannien und die USA. Das Projekt begann 1983 und dauert drei Jahre. Durch die breite internationale Abstützung sollte es möglich sein, in diesem Zeitrahmen zu einer Gesamtsicht der Fensterproblematik zu kommen. In der Schweiz wird das Projekt unter der Aufsicht des Bundesamtes für Energiewirtschaft durch die EMPA, die Firma Geilinger und die ETH Lausanne betreut. Federführend ist die ETH Lausanne.

Das schweizerische Teilprogramm soll in enger Zusammenarbeit mit der Fensterindustrie sowie Planern und Bauherren durchgeführt werden. Die erarbeiteten Kenntnisse sollten möglichst schnell, d.h. bereits während der Projektdurchführung, weitergegeben werden. Die am Projekt Beteiligten erhoffen sich dadurch auch Anregungen und Kritiken zu erhalten, welche im weiteren Verlauf des Projektes berücksichtigt werden können. Eine erste Informationstagung hat am 22. Mai 1984 in Bern stattgefunden [1].

Die Fenster- und Glasindustrie ist im Moment in einer intensiven Innovationsphase, unter anderem um energetisch bessere Produkte herzustellen. Es ist sicher eine der Aufgaben dieses Forschungsprojektes, die Tendenzen dieser Entwicklung in den Berechnungsmethoden zu berücksichtigen und die Planer und Bauherren auf Entwicklungen aufmerksam zu machen, die die Entscheidungen für Fenstersysteme an Bauten massgeblich beeinflussen können.

Die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Fenster muss im Zusammenhang mit den anderen Forschungsgebieten gesehen werden. Eine Koordination mit den IEA-Projekten über Luftaustausch in Gebäuden [2], mit dem NEFF-Projekt über Wärmebrücken [3] und mit den Arbeiten im Rahmen des Impulsprogramms Haus-

Bild 1. Forschungsplan des IEA-Projektes Annex XII

Schritt 1:
Stand der Technik. Inventar der existierenden und neuartigen Fenster und Fenstersysteme

↓

Schritt 2:
Stand der Technik. Inventar der Rechen- und Messmethoden. Auswahl von typischen Systemen

↓

Schritt 3:
Vereinfachte stationäre Berechnungsmethoden

↓

Schritt 4:
Dynamische Berechnungsmethoden. Vergleich von Messungen und Berechnungen unter Einbezug von Tageslicht, Behaglichkeit usw.

↓

Schritt 5:
Sensibilitätsstudien. Parameterstudien mit realen Gebäude- und Klimawerten. Ermitteln der Grenzen der heutigen und neuen Technologien. Erarbeiten vereinfachter Berechnungsmethoden

technik, ist dabei vorgesehen. Der Forschungsplan gliedert sich in 5 Teilschritte (Bild 1).

Inventar der existierenden und neuartigen Fenstersysteme in der Schweiz

Zusammen mit der Schweizerischen Zentralstelle für Fenster- und Fassadenbau (SZFF) wurde eine Umfrage bei den verschiedenen Fenster- und Fassadenherstellern durchgeführt. Die detaillierten Ergebnisse sind in [1] enthalten. Die *Tabelle 1* gibt eine Übersicht über die Flächenanteile der in der Schweiz im Jahr 1983 verwendeten Rahmenmaterialien. Die gesamte jährlich produzierte Fensterfläche liegt bei rund 1,8 Mio. m², was bei einer durchschnittlichen Fenstergrösse von 2,4 m² rund 75 000 Fenster ergibt.
Was die verwendeten Glasarten betrifft, so erstaunt der relativ geringe Anteil der Wärmeschutzgläser (*siehe Tabelle 2*).

Aufgrund der vorliegenden Umfrage sowie allgemein bekannten Herstellerangaben und Vergleichstests lassen sich die heutigen Fenstersysteme in folgende Klassen aufteilen.

Einfachverglasungen

Diese Klasse erfasst heute nur noch Industrieverglasungen, welche vorwiegend für unbeheizte Räume eingesetzt werden.

Isolierverglasungen

Die Zweifach-Isolierverglasungen mit Holz, Holz-Metall-, Kunststoff- oder isolierten Metallrahmen sind heute die dominierende Technologie.

Versuche an einer grösseren Anzahl solcher Fenster, die im Rahmen des Impulsprogrammes 1 an der EMPA durchgeführt wurden [4], haben bei Rahmenanteilen zwischen 15 und 30% zu k-Werten zwischen 2,5 und 3,0 W/m² K geführt. Der Einfluss des Rahmenanteils ist noch relativ nebensächlich, und es besteht eine gute Übereinstimmung zwischen k-Wert von Glas und Rahmen.

Dreifach- und Spezialverglasungen

Diese Fenster sind auf dem Markt eingeführt, ihr Anteil beträgt rund 30%. Es handelt sich um Rahmen aus den verschiedenen Materialien und Dreifach-Isolierverglasungen und um beschichtete Zweifach-Isolierverglasungen mit oder ohne Spezialgasfüllungen. Man stellt fest, dass für die Holz-, Holz-Metall- und Kunststoffrahmen noch eine gute Übereinstimmung zwischen k-Wert von Glas und Rahmen besteht. Bei den heute gängigen Metallrahmen mit einem Isoliersteg mit k-Werten bei rund 3 W/m²K sind solche Fenster nur noch mit kleinem Rahmenanteil interessant (unter 20%). Die Fassadenhersteller haben seit kurzem neue Metallprofile mit doppelten Isolierstegen oder Aluminium-Kunststoff-Profile entwikkelt mit k-Werten unter 2 W/m²K, was wiederum eine gute Übereinstimmung mit Wärmeschutzgläsern ergibt.

Es muss jedoch festgehalten werden, dass man bei diesen Fenstern in die Grenzzone der bisherigen Fenstertechnologie kommt. Das bedeutet, dass einerseits genauere Mess- und Berechnungsverfahren angewandt werden müssen und dass die Gesamtheit der Möglichkeiten der Rahmengestaltung ausgeschöpft werden muss. Was die Gläser betrifft, so wird der Randverbund zur hauptsächlichsten Schwachstelle.

Selbstverständlich können die thermischen Anforderungen nicht isoliert betrachtet werden. Ein Fenster hat noch vielen anderen Anforderungen zu genügen, die ihrerseits auch zu den thermischen Eigenschaften beitragen können (z.B. mechanisches Verhalten mit Einfluss auf die Luftdichtigkeit).

	Gebäudearten, Anteile in 1000 m²			*Total*	
Rahmenmaterial	Wohnbau	Infrastruktur	Betriebsbau	in m²	in %
Holz[2]	644	20	21	685	38
Holz-Metall[2 3]	195	136	83	414	23
Kunststoff[4]	128	18	34	180	10
Metall isoliert[3]	- [1]	198	162	360	20
Metall unisoliert[3]	- [1]	14	76	90	5
Stahl isol./unisol.	- [1]	21	33	54	3
Andere Mat./Komb.	- [1]	19	- [1]	19	1
	967	426	409	1802	100

*Tabelle 1. Materialanteil der Fenstersysteme 1983 * = sehr geringe Anteile*

Spezialsysteme

Es gibt verschiedene Versuche, die Grenzen der heutigen Fenstertechnologie zu überschreiten, z.T. aus rein wärmetechnischen Gründen, z.T. aus Schallschutzgründen. Die aus schalltechnischen Gründen entwickelten Kastenfenster mit zwei Fensterebenen und integrierten Lüftungsmechanismen kommen auf Gesamt-k-Werte in der Nähe von 1 W/m²K. Sie sind jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Ein anderer Versuch besteht in den sogenannten Klimafassaden, in denen das Fenstersystem mit der Klimaanlage verbunden wird. Zu- oder Abluft zirkuliert zwischen 2 Fensterebenen, womit stationäre k-Werte zwischen 1 und 1,5 W/m²K erreicht werden können. Da solche Fassaden als einmalige Objekte geplant werden, sind sie nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Es zeigt sich jedoch, dass die Entwicklung neuer Fenstersysteme zwangsläufig zu Problemen führt, die nur in Zusammenarbeit mit der Haustechnikplanung gelöst werden können.

Die zwei einzigen neuen Fenstersysteme, die als solche auf dem Markt in der Schweiz eingeführt sind, sind das Integral-Fenster der Firma Isal und das Hit-

Tabelle 2. Übersicht über die verwendeten Glasarten

	Anteile pro Gebäudeart in 1000 m²			*Total pro Glasart* in m²
Glasarten	*Wohnbau*	*Infrastrukturbau*	*Betriebsbau*	
Einfachglas	3	9,5	38	50,5
Zweifach-Isolierglas	595	182	252	1029
Dreifach-Isolierglas	220	152	72	444
Wärmeschutzglas	82	15	8,5	105,5
Sonnenschutzglas	8,5	38	10	56,5
übrige Gläser	4,5	6	7	17,5
Total	913	402,5	387,5	1703

Fenster der Firma Geilinger. Diese beiden Systeme sind symptomatisch für zwei Entwicklungsrichtungen. Beim Integral-Fenster wird versucht, die Lüftungsfunktion in die traditionellen Fensterfunktionen zu integrieren und sowohl einen verbesserten Wärmeschutz als auch eine Wärmerückgewinnung zu erzielen. Beim Hit-Fenster wird der Wärmeschutz (winterlich und sommerlich) auf stationäre Art durch eine neue Technologie gelöst. Beide Systeme haben ausser den wärmetechnischen auch ausgezeichnete schalltechnische Eigenschaften.

Zusammenfassend kann man sich fragen, ob die Entwicklung der nächsten Jahre sich auf Fenstersysteme mit k-Werten wesentlich unterhalb von 1 W/m²K oder auf Fenstersysteme mit k-Werten zwischen 1 und 1,5 W/m²K konzentrieren wird.

Mess-Methoden

Die *Tabelle 3* vermittelt einen Überblick über die in der Schweiz von verschiedenen Seiten verwendeten Messmethoden zum Bestimmen der energetisch relevanten Eigenschaften eines Fensters.

Die meisten dieser Messungen werden im Labor durchgeführt. Es sind im Moment auf verschiedenen Gebieten Versuche im Gange, gewisse Parameter auch am Bau messen zu können (z.B. Luftdurchlässigkeit) [2]. Andere Messungen, wie zum Beispiel die k-Wert-Messungen an Rahmen, sind sehr aufwendig, und man versucht, solche Messungen durch genauere Rechenverfahren teilweise zu ersetzen.

Die gesamte Glas-, Rahmen- und Anschlagkonstruktion wird mit Hilfe eines Finite-Element-Verfahrens berechnet. Die Konstruktion wird dazu in einzelne materialhomogene Felder aufgeteilt. Die verschiedenen Wärmeübertragungsarten (Leitung, Strahlung, Konvektion) werden berücksichtigt. Das Resultat wird in Form von Temperaturverteilungen (Isothermen) und Wärmeflüssen angegeben.

Diese Methoden werden im Moment vor allem in der Forschung und Entwicklung eingesetzt. Sie könnten jedoch in Zukunft vermehrt Versuche ersetzen und eventuell als Nachweis für die Erfüllung von Anforderungen zugelassen werden.

Berechnungsmethoden

Bei der Beurteilung der in der Schweiz zur Anwendung gelangenden Rechenmethoden zum thermischen Verhalten von Fensterkonstruktionen müssen zwei Kategorien unterschieden werden:

Allgemein zugängliche Rechenverfahren, welche bereits Eingang in entsprechende Empfehlungen oder Normen gefunden haben oder welche in schweizerischen Handbüchern aufgenommen wurden.

Komplexere Rechenverfahren für gewisse Spezialprobleme. Diese werden in der Regel für Forschungszwecke oder für Produkteentwicklung erstellt und sind deshalb häufig nicht öffentlich zugängig. Diese Gruppe von Rechenmethoden stützt sich vorwiegend auf EDV-Hilfsmittel ab. Es handelt sich hierbei vor allem um die Berücksichtigung der Fenster in den Energiebilanzen. Man unterscheidet bei den Energiebilanzmethoden drei Arten:

1. Die Korrelationsmethoden: Aufgrund von Messungen und Berechnungen werden gewisse vereinfachte Abhängigkeiten ermittelt. Die verschiedenen Parameter werden dabei zusammengefasst und sind nicht mehr als solche zu erkennen. Spezifisch auf das Fenster angewandt, sind diese Methoden unter dem Namen K_{eff} bekannt.

2. Eigentliche Bilanzmethoden: Die Gewinne und Verluste durch das Fenster werden getrennt berechnet unter Einbezug von relevanten Materialkennwerten und Klimadaten. Es ist so möglich, die Sonnenenergiegewinne durch Fenster mit dem Ausnützungsfaktor für freie Wärme in Verbindung zu bringen. Diese Methode wird z.B. im Handbuch «Planung und Projektierung» des Impulsprogrammes angewandt [5].

3. Dynamische Simulationsmethoden: Die gesamte Energiebilanz von Bauten oder Teilen von Bauten wird aufgrund reeller Meteodaten in einem gewissen Zeitschritt (z.B. stundenweise) berechnet unter Miteinbeziehung des Verhaltens des Baukörpers, der Haustechnikanlagen und der Benützer. Es ist vorgesehen, dass die Erforschung dieser Methoden im Laufe dieses Forschungsprogrammes im Mittelpunkt stehen wird.

Kritische Punkte

Als kritische Punkte gelten bei den heutigen Fenstern im allgemeinen:

- Wärmebrücken
- Luftdichtigkeit
- Sonnen- und Nachtschutz
- Tageslichtbeleuchtung

Im folgenden werden die Probleme der Luftdichtigkeit und der Wärmebrücken kurz beleuchtet.

Luftdichtigkeit

Die Wärmeverluste durch Luftwechsel stellen einen relativ wichtigen Anteil der gesamten Wärmeverluste eines Gebäudes. Je besser ein Gebäude isoliert ist, desto höher wird dieser Anteil.

Aus Hygiene- und Behaglichkeitsgründen kann der Luftwechsel nur bis zu einer gewissen Grenze abgesenkt werden. Es ist jedoch wichtig, den gewählten Luftwechsel einzuhalten und zu verhindern, dass er sich mit den Aussenklimafaktoren (Wind und Temperatur) verändert. Die Fenster spielen eine wichtige Rolle, da sie in den meisten Fällen sowohl die Lüftungsverluste durch Undichtheiten entscheidend beeinflussen, als auch die Lufterneuerung durch Fensterlüftung mitbestimmen.

Fenster müssen also im Zusammenhang mit dem ganzen «Lüftungssystem» gesehen werden. Es ist dabei vor allem zu unterscheiden zwischen einem kontrollierten Zustand und einem unkontrollierten Zustand. Das Argument, man müsse angesichts des Risikos von Bauschäden wieder zu undichteren Fenstern zurückkehren, ist deshalb wahrscheinlich keine Antwort, weil ein damit verbundener konstanter Luftstrom nicht unseren variablen Klimabedingungen angepasst ist.

Die Lösung wird längerfristig in einer kontrollierten Lüftung liegen, d.h. in

Tabelle 3. Übersicht über die gebräuchlichsten Messmethoden

Messmethode		*Industrie (Hersteller)*	*Private Labors*	*Prüfanstalten*
k-Wert-Messung	Heizkasten-Prinzip	●	●	●
	Wärmeflussfühler	●	●	
Fugendurchlässigkeit a-Wert und Schlagregensicherheit		●		●
Solarer Gesamtenergiedurchlassgrad g-Wert	Spektrometrisch DIN	●		●
	Kalorimetrisch		●	
Sonnenschutzfaktor f	Kalorimetrisch		●	
Lichttransmissionsgrad τ-Wert		●		●

der Unterscheidung zwischen dem kontrollierten und dem unkontrollierten Lüftungszustand. Dieses Ziel kann durch verschiedene Mittel erreicht werden (diszipliniertes Benützerverhalten, unterstützt durch selektive Messpunkte, mechanische Lüftung zentral oder dezentral mit neuen Typen von Sonden, in Fenster integrierte Lüftungsmechanismen usw.).

Wärmebrücken

Als Wärmebrücken bezeichnet man Bereiche von Bauteilen, die im Vergleich zu ihrer Umgebung bei sonst gleichen Bedingungen einen erhöhten Energiefluss von der warmen zur kalten Seite aufweisen. Mit diesem erhöhten Energiefluss kann je nach den weiteren Bedingungen auch eine lokale Absenkung der warmseitigen Oberflächentemperatur und damit erhöhte Kondensationsgefahr verbunden sein. Vom Fenster müssen im Sinne einer ausgewogenen Betrachtung alle Teile miteinbezogen werden:

- Verglasung (Fläche und Randverbund)
- Rahmen (Blend- und Flügelrahmen)
- Anschluss an das Bauwerk und die Rollladenkasten usw.

Es kommt dabei auf die gegenseitige Angepasstheit der Werte der einzelnen Teile an (Verglasung und Rahmen - Rahmen und Anschluss an Baukörper - Fenster und Wand).

Die einfachen Mess- und Berechnungsmethoden geben wohl akzeptable Resultate für mittlere k-Werte, für das Verhalten in Randzonen geben sie kaum gültige Anhaltspunkte.

Die computermässigen Temperaturfeldberechnungen, wie sie in der Forschung und Entwicklung angewandt werden, haben im Moment für den Planer keine Aussagekraft, da sie in der Regel nicht auf andere Randbedingungen übertragbar sind.

Erst die Verbreitung von benützerfreundlichen Rechenprogrammen auf dem Niveau von Mikrocomputern wird es erlauben, diese Probleme individuell anzupacken. Für grössere vorfabrizierte Fassaden können solche Berechnungen jedoch bereits heute im Planungsstadium durchgeführt werden. Für die Grosszahl der Anwendungen wird die Lösung wohl in der Erarbeitung von Standarddetails für die gebräuchlichsten Fenster- und Anschlussdetails liegen.

Literatur

[1] Fenster und Fenstersysteme, Stand der Forschung und Entwicklung. *IEA-Annexe XII*, Mai 1983. Zu beziehen bei den Autoren oder beim Bundesamt für Energiewirtschaft.

[2] *Steinemann, U., und Hartmann, P:* Planungshilfsmittel zur Kontrolle des Luftaustausches in Gebäuden. Schweizer Ingenieur und Architekt 33/34, 1984.

[3] NEFF-Projekt «Wärmebrücken», Untersuchungen von Wärmebrücken in Neubauten in bezug auf thermische und energetische Folgen (*C.U. Brunner* und *P. Nänni*, HTL-Windisch)

[4] *Impulsprogramm 1:* Vergleichsprüfungen an Fenstern. EDMZ, Bern 1983

[5] *Impulsprogramm:* Handbuch «Planung und Projektierung wärmetechnischer Gebäudesanierungen», EDMZ, Bern 1984

Adresse der Verfasser: *J.-B. Gay*, Dr.ès.sci. dipl. Phys. ETH, und *N. Kohler*, dipl. Arch. ETH, EPFL, Leso, 1015 Lausanne.

Die schwarze Milchwirtschaft: Ruracon

Ein hypothetisches Energiewirtschafts-Modell

Von Eduard H. Schoch, Kastanienbaum

Unsere auf fossilen Brennstoffen basierende Energiewirtschaft bedroht die Umwelt ernsthaft mit Luftverschmutzung und weltweitem CO_2- Treibhauseffekt.
Die hypothetische Studie des Verfassers skizziert ein umweltschonendes und globalökonomisch vorteilhaftes Energiewirtschafts-Modell: In armen, aber sonnenreichen Tropenländern synthetisieren «Ruracons» (Rural Radiation Converters) - dezentral wie Milchkühe - mittels Sonnenenergie aus Wasser und CO_2 eine «Energiemilch», die regional zu lager- und transportfähigem Brennstoff, z.B. Polyäthylen-Granulat, veredelt wird. Diesen importieren die Industrieländer für ihre Energieversorgung.
Die Entwicklungsarbeit für billigste Geräte, welche die Photosynthese bzw. nur schon die Wasser-Photoelektrolyse durchführen, darf nicht unterschätzt werden. Jahrzehnte intensiver Forschung dürften nötig sein. Das anvisierte Kleingerät jedoch wirkt kaum spektakulär oder lukrativ genug, die erforderlichen Milliardenbeträge - wie für Superprojekte, z.B. Grossbeschleuniger oder Raumfahrt - innert nützlicher Frist verfügbar zu machen.

Bekannte Tatsachen ...

A. Unser Planet Erde wird vom Energiespender Sonne sehr ungleich bestrahlt. Das tropische Gebiet zwischen den Wendekreisen erhält zuviel Bestrahlung, grosse Teile sind zu heiss, ausgetrocknet, und die Menschen leiden dort unter zuviel Wärme.

Die gemässigten Zonen zwischen Wende- und Polarkreisen haben Jahreszeiten mit kalten und warmen Perioden. Sie benötigen zum Überleben in den kalten Perioden enorme Mengen Energie.

Die Polarzonen sind im Prinzip wenig bewohnt, immer kalt, besitzen aber die grössten Vorräte des wichtigsten Lebenselements für alle Menschen: Trinkwasser.

B. Das Heizen in den kalten Jahreszeiten wird in den gemässigten und polaren Zonen immer notwendig sein. Wenn in grossen Agglomerationen auch zentrale Wärmeversorgungen zum Normalfall werden, sind immer noch grosse Mengen Brennstoff notwendig, um dezentral Wärme zu erzeugen. Elektrische Energie dafür allein einzusetzen ist falsche Verwendung dieser höchsten Energieform (siehe F). Von den drei Aggregatzuständen der Brennstoffe ist der feste der weitaus sicherste. Flüssige Brennstoffe sind immer gefährlich wegen möglicher Umweltverschmutzung, gasförmige wegen Explosionsgefahr und H_2 auch wegen hochdruckfester Lagerung. *Ideal* ist jener Brennstoff, der wohl fest, aber transportierbar ist wie ein flüssiger und verbrennbar wie ein Gas ohne Immissionen.

C. Solange Brennstoffe verheizt werden, entsteht auch CO_2, ausser bei Verbrennung mit gleichzeitiger Absorption. Wesentlich wäre also, dafür besorgt zu sein, dass das durch Verbrennung entstandene CO_2 - global gesehen - wieder reduziert und das O_2 an die Atmosphäre zurückgegeben wird.

D. Entwicklungsländer, vorwiegend in der tropischen Zone gelegen, sind arm. Beschäftigungs- und Produktionsmöglichkeiten und entsprechende Abnehmer mangeln.

E. In Europa hat sich während Jahrhunderten ein Wirtschaftssystem ausgebildet, das einem grossen Teil der Bevölkerung Arbeit und allen Lebensmittel verschafft: die *Milchwirtschaft*. Die-