

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 39

Artikel: Energiesparen: Modewort oder Generationenaufgabe?
Autor: Kohn, Michael
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75888>

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: 17.03.2025

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

Energiesparen: Modewort oder Generationenaufgabe?

Von Michael Kohn, Zürich

Es gibt wenige Begriffe in der Energiediskussion, die so viel diskutiert werden wie der Ausdruck «Energiesparen». Seit das Wort vom Raumschiff Erde umgeht, dessen Ressourcen endlich sind, seit sich die industrialisierte Welt bewusst geworden ist, dass mit Energie und Rohstoffen sorgsam umzugehen ist, hat das «Sparen» ganz allgemein eine gesellschaftspolitische Bedeutung gewonnen. Ist nun das Haushalten eine menschliche Haltung geworden? Nun genügt es aber nicht, Sparen als Geisteshaltung, ja fast als Ideologie, zu propagieren. «Sparen» ist ein Tätigkeitswort. Sparen darf nicht gross geschrieben und nur klein betrieben werden. Sparen heisst handeln. Die Nachwelt wird uns nach unseren Taten und nicht nach unseren Worten beurteilen; daran, wie wir die Energiefrage gelöst, und nicht, wie wir sie zerredet haben.

Energieverbrauch und Energiesparen

Spareffekte

Die Schweiz ist hinsichtlich Energie kein Verschwenderland. Während der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch der OECD-Länder rund 3 Tonnen Erdöläquivalent beträgt, liegt die Schweiz mit 2,5 Tonnen darunter. Spitzenwerte weisen Kanada und die USA mit 5,8 resp. 5,5 Tonnen auf. Der Grund für diese Ausgangslage liegt darin, dass die Schweiz keine Schwerindustrie hat und stark auf den Dienstleistungssektor ausgerichtet ist. Ferner hat unsere Industrie das Energiesparen wegen der internationalen Konkurrenzsituation schon gepflegt, als es noch kein Modewort war.

Dass unsere Wirtschaft mit weniger Energie-Input auskommt als viele andere Industrieländer, ergibt sich aus der Gegenüberstellung einer Kennzahl, die sich *Energieintensität* nennt: Energieverbrauch pro Einheit Bruttosozialprodukt. Im Vergleich zu den USA liegt diese Intensität in der Schweiz bei einem Drittel, im Vergleich zum Durchschnitt der OECD-Länder bei der Hälfte und gegenüber Frankreich oder der Bundesrepublik Deutschland bei Dreiviertel.

Während der heutige schweizerische Energieverbrauch gegenüber 1973 gesamthaft gesehen keine nennenswerte Veränderung aufzuweisen hat, sind innerhalb der Palette der Energieträger bemerkenswerte Gewichtverschiebungen eingetreten. Stagnation und Rückgang der Ölpreise in den letzten Jahren

haben zwar den seit 1973 sinkenden Verbrauch von Erdöl wieder steigen lassen. Prozentual gesehen fiel der Erdölanteil in der schweizerischen Energiebilanz in den Jahren 1973 bis 1984 jedoch von 80% auf rund 68%. Ein beachtlicher Rückgang, aber noch immer eine ausgeprägte Monokultur des Erdöls! Die Schrumpfung des Erdölanteils um gut 12 Punkte ist, in groben Zahlen ausgedrückt, durch den Anstieg des Anteils des Gases (um 5 Punkte), der Elektrizität (um 5) und der anderen Substitutionsenergien (um 2) kompensiert worden.

Energiepolitische Betrachtungen

Die gegenwärtige schweizerische Energiepolitik und die Realisierung der Postulate «Sparen», «Forschen» und «Substituieren» stützen sich auf die Aktivität der Kantone und Gemeinden sowie auf den Preismechanismus ab. Da jedoch der Preis nicht alle Probleme zu lösen in der Lage ist (Stichworte: «Unwirksamer Preismechanismus in der Heizkostenabrechnung in Mietwohnungen», «Steigerung des Benzinverbrauchs trotz massiv gestiegener Benzinpreise» usw.), da ferner der Preismechanismus seine Wirkung zum Teil dadurch verliert, dass die Energiepreiserhöhungen in den *Indexmechanismuseinflüssen* und da schliesslich die Erdölpreise mitunter sogar fallen, wird ein gewisser staatlicher Eingriff unvermeidbar. Die Energiepolitik kann nicht dem Auf und Ab der Preisnotierungen folgen. Sie muss verstetigt werden.

Die Marktkräfte sollen durch flankierende Massnahmen unter Ausnutzung der Möglichkeiten des heutigen Rech-

Gekürzte Fassung eines Referates anlässlich der Tagung vom 31. Januar 1985 in Zürich über «Energiesparen und Umweltschutz-Auftrag für Industrie und Gewerbe» der Schweizerischen Aktion Gemeinsinn für Energiesparen (SAGES)

tes ergänzt werden. Dieses Leitbild stellt eine Lösung mit ausgeprägt föderalistischen Zügen dar, wobei auf neue energiepolitische Kompetenzen für den Zentralstaat vorderhand verzichtet wird. Diese Politik entspricht dem Szenario II der GEK. Alles in allem verfügt die Schweiz auch ohne Energieartikel über eine Energiepolitik, die bei aktiver Handhabung diesen Namen verdient. Sie stützt sich auf den Markt und die Initiative des einzelnen und der Wirtschaft ab, wird durch Massnahmen der Kantone und Gemeinden auf dem Gebiet des Sparens und der Erdölsubstitution ergänzt, und durch einige zusätzliche, temperierte Kompetenzen des Bundes auf dem Gebiet des Konsumenten-, Mieter- und Umweltschutzes sowie der Forschung abgerundet. Sie wird von Bern als «*Multipack*» bezeichnet. Sie ist marktwirtschaftlich und föderalistisch angelegt.

Der Vergleich mit dem Ausland

Statistischer Blick über die Grenzen

Betrachtungen zum Gesamtenergieverbrauch

In den 21 Mitgliedsländern der Internationalen Energie-Agentur (IEA) ist der gesamte *Primärenergieverbrauch* von 1973 bis und mit 1983 ganz leicht gestiegen, während der gesamte *Endenergieverbrauch* minimal gesunken ist. Die industrielle Welt verbraucht heute praktisch gleich viel Energie wie 1973. Auffallend ist der vorerst kontinuierliche Anstieg in den siebziger Jahren (durchschnittlich um 1% pro Jahr), und dies trotz des ersten Erdölshocks, gefolgt von einem kräftigen Rückgang im Nachgang zum zweiten Preisschub von 1979/80. Die Abwärtsbewegung hat sich in der letzten Zeit infolge einer gewissen wirtschaftlichen Erholung und vor allem wegen der weiter gefallenen Erdölpreise verlangsamt. Jedenfalls ist ein Sparerfolg da: Die IEA-Länder konsumieren heute trotz realem Wirt-

	1973	1983
IEA-Länder	0.67	0.52
USA	0.85	0.7
Kanada	0.80	0.7
Grossbritannien	0.66	0.53
Schweden	0.53	0.42
BRD	rd. 0.5	rd. 0.4
Österreich		
Italien		
Schweiz	0.3	0.29

Energieintensität
(in Tonnen Erdöläquivalent/1000 US-\$ BIP)

schaftswachstum von durchschnittlich 2,7% pro Jahr in den siebziger Jahren und von 1,2% bzw. 1,6% bzw. 2,3% in den Jahren 1980, 1981 und 1983 (1982 war mit -0,5% rückläufig), nur 1% mehr Energie als 10 Jahre zuvor.

Noch anschaulicher lässt sich dieser Sparerfolg wieder am Verlauf der Energieintensität ablesen, also an der Kennzahl Primär- bzw. Endenergieverbrauch pro Einheit Bruttoinlandsprodukt (BIP), ausgedrückt in Tonnen Erdöläquivalent pro 1000 US-Dollar BIP (vgl. Kästchen).

Noch immer hat die Schweiz den kleinsten Energie-Input pro Einheit Bruttoinlandsprodukt, aber sie hat zu seinem weiteren Abbau praktisch nichts beigetragen. Andere Länder sind bei höheren Verbrauchszahlen gestartet und haben sich dem tieferen Verbrauchsniveau der Schweiz genähert.

Der Erdölverbrauch

Noch viel stärker als der Gesamtenergieverbrauch ist der Erdölverbrauch pro Einheit Bruttoinlandsprodukt in den IEA-Ländern gefallen. War die gesamte Einsparung beim Gesamtverbrauch wie gesagt rund 22%, betrug sie beim Erdöl in der Berichtsperiode 1973 bis 1983 sogar 30%. Die Kennziffer Erdölintensität fiel von 0,46 auf 0,32 (Tonnen Erdöl per 1000 US-Dollar BIP). Der weltweite Rückgang des Erdölverbrauchs ist einmal auf die wirtschaftliche Rezession, dann auf die weltweiten Substitutionsanstrengungen zurückzuführen. In der Schweiz wurde naheliegenderweise mehr substituiert als gespart, beträgt doch der Anteil des Erdölanteils der IEA-Länder an der Energiebilanz noch fast 70%, gegenüber lediglich 44% im Durchschnitt. Die Schweiz hat bei der Substitution das grössere Plansoll zu erfüllen, um auf das Mittel der industrialisierten Länder herunterzusteigen, als beim Sparen, wo sie das Mittel spürbar unterschreitet.

Sektorielle Betrachtungen

Da sich die Tagung der SAGES vor al-

lem auf die Industrie und das Gewerbe konzentriert, dürfte es aufschlussreich sein, beim Blick über die Grenzen auf das Verhalten verschiedener Verbrauchssektoren einzugehen.

□ **Industrie:** Einen substantiellen Beitrag an den Sparerfolg leistete in den IEA-Ländern die Industrie. Während der Gesamtverbrauch über die Jahre 1973 bis 1983 praktisch konstant blieb bzw. sich leicht erhöhte, verringerte sich der Energieverbrauch der Industrie um fast 20%. Der Erdölanteil des industriellen Verbrauchssektors fiel von 40% im Jahre 1973 auf 36% im Jahre 1983, während sich die Rolle der Kohle und vor allem der Elektrizität verstärkte.

Während ein Teil des industriellen Minderverbrauchs zweifellos der schlechten Konjunkturlage zuzuschreiben ist, geht ein guter Teil jedoch auf echte Sparerfolge in allen Industriezweigen zurück. Die IEA stellt in ihrem Jahresbericht 1983 fest, dass die Energiekosten bei vielen industriellen Produkten rascher gestiegen sind als andere Produktionsfaktoren. Das Preisbewusstsein der Industrie hat daher zu den verschiedensten Sparanstrengungen geführt. Der Markt hat zweifellos seine Wirkung, wenn sich die Preise nach oben bewegen.

Der Grossteil des Energie- und insbesondere des Ölminderverbrauchs zeigt sich in den vier Industriezweigen «Stahl», «Chemie», «Zement» und «Papier».

Vergleicht man den Verbrauchsrückgang im Industriesektor zwischen verschiedenen Ländern, dann schwingen die BRD und Schweden mit einem Minderverbrauch von rund einem Drittel obenaus. Die entsprechenden Zahlen liegen in den USA bei 20%, in der Schweiz bei 10%.*) Dass der Spareffekt der Schweizer Industrie im Vergleich zum Ausland kleiner ist, kann wiederum auf die bekannten Eigenheiten des industriellen Sektors, das heisst auf die Absenz einer energieverzehrenden Stahl- oder Grundstoffindustrie, zurückgeführt werden. Dafür beziehen wir allerdings mit den bereits verarbeiteten Rohstoffen eine erhebliche Menge sogenannter «grauer» Energie. Systematisch und konsequent ist die rationelle Energieverwendung vor allem in den energieintensiven Betrieben und in den grossen Industrieunternehmungen betrieben worden. Bei mittleren und kleineren Firmen ist eher noch ein ungenutztes Potential vorhanden. Ein Beispiel für den rationelleren Energieeinsatz liefert die schweizerische chemische Industrie. Bei ihr stieg der Produktionsindex – als Mass der Produktion – von 110 im Jahre 1973 auf 158,5 im Jah-

re 1983. Im gleichen Zeitraum fiel der Energiebedarf von rund 26 000 Terajoules auf 23 500 Terajoules. Vergleicht man den spezifischen Energieverbrauch pro Produktionseinheit, so zeigt sich, dass die chemische Industrie unter Inkaufnahme von grossen Investitionen rund ein Drittel an Energie gespart hat. Ohne diese Anstrengungen wäre die Energierechnung für die chemische Industrie im 1983 etwa 250 Mio Franken höher ausgefallen. Diese echte Einsparung ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass sich vor allem die vier grossen Chemieunternehmungen dazu entschlossen hatten, eigene *vollamtliche Energiebeauftragte* zu ernennen, und zwar sowohl in der Zentrale wie auch in den Werken.

□ **Verkehr:** Was die Industrie weltweit an Minderverbrauch aufzuweisen hat, wird durch den Energiemehrverbrauch im Sektor Verkehr zum Teil wieder aufgewogen. Der Energieverbrauch im Verkehr ist gemäss IEA-Statistik auf der ganzen Linie gestiegen. Der Verkehr, vorab der individuelle Verkehr, bleibt ein energiepolitisches Sorgenkind. Zwar ging der jährliche Benzinverbrauch pro Auto in den IEA-Ländern, mit Ausnahme Schwedens, kontinuierlich zurück, und zwar von rund 2900 Liter/Auto auf 2200 Liter/Auto. Auch die jährlich gefahrenen Kilometer pro Auto haben im Bereich der IEA-Länder von durchschnittlich 14 000 bis 16 000 Jahreskilometer auf 12 000 bis 14 000 Jahreskilometer abgenommen. Dafür ist auch der Zweitwagen verantwortlich.

Die Zahl der zirkulierenden Autos (einschliesslich Zweitwagen!) hat beträchtlich zugenommen, in der BRD um 14%, in Grossbritannien und Schweden um 15%, in den USA um 23%, in Österreich und in der Schweiz sogar um rund 50%. Dies alles führte zu einer spürbaren Erhöhung des totalen Benzinverbrauchs in fast allen IEA-Ländern, mit Spitzenzunahmen von bis zu 20% und mehr. Die Schweiz liegt mit einer Zunahme von rund 19% ziemlich weit vorn.

□ **Haushalt, Gewerbe, Dienstleistungen, Landwirtschaft:** Diese Verbrauchergruppe zeigt eine relativ schwache Erhöhung des Gesamtenergieverbrauchs, dagegen eine starke strukturelle Umschichtung innerhalb dieses Sektors, indem der Erdölanteil stark zurückgebunden wurde, der Kohleanteil den Erwartungen gemäss stagniert, die Gas- und insbesondere die Stromanteile fühlbar gestiegen sind. Sowohl im Gewerbe wie natürlich auch bei den Dienstleistungen (Banken, Versicherungen, Medizin, Engineering usw.) schreitet die mit der Elektrizität verbundene Elektronik, Computertechn-

* Diese Zahl ist der IEA-Statistik entnommen; diese weicht aufgrund einer anderen Erhebungsart von den Zahlen der schweizerischen Gesamtenergiestatistik ab.

nik usw. weiter voran. Es ergibt sich folgende Übersicht (siehe Kästchen):

Übersicht

- Die industrielle Welt hat mit der rationellen Energieverwendung ernst gemacht;
- Der Energie- und insbesondere der Erdöl-Input pro Einheit Bruttosozialprodukt ist spürbar zurückgegangen;
- Die Schweizer brauchen pro Kopf der Bevölkerung und pro Einheit Bruttosozialprodukt relativ wenig Energie, daher kann punkto Einsparung nicht soviel zugelegt werden;
- Der Industriesektor hat weltweit und auch in der Schweiz einen substantiellen Beitrag zur Energieeinsparung geleistet, wobei das Potential nicht ausgeschöpft ist;
- Durch die Konsumzunahme im Sektor Haushalt, Gewerbe, Dienstleistungen und vor allem im Verkehrssektor wurde der Minderkonsum der anderen, sparwilligen Sektoren weitgehend kompensiert

Energiepolitik jenseits der Grenzen

Geht man schliesslich der Frage nach, worauf der globale Spareffekt zurückzuführen ist, so gibt es zwar von Land zu Land, je nach Wirtschafts- und Konjunkturlage, Preissituation und Energiepolitik, verschiedene Gründe ins Feld zu führen. Folgende Feststellungen haben aber einen allgemein gültigen Charakter:

- Einmal hat der Preismechanismus über weite Strecken seine Wirkung gehabt. Die Industrie hat auf die Marktkräfte reagiert. Dass übrigens die realen Energiepreise in den letzten Jahren beispielsweise in der BRD, Schweden, Grossbritannien, den USA und Österreich stärker gestiegen sind als in der Schweiz, könnte eine Erklärung für den limitierten Sparerfolg der Schweiz sein.
- Im Sparssektor haben zweifellos auch behördliche Massnahmen gewirkt. Die Palette reicht vom Sparappell über die Information und Aufklärung und über die Beratung und Schulung bis hin zu Vorschriften, Geboten und Verboten, finanziellen Anreizen und Subventionen. Es ist äusserst schwierig, die Auswirkungen solcher Massnahmen, die von der globalen Konjunktorentwicklung und dem Auf und Ab der Ölpreisnotierungen ständig überlagert werden, in ihrem Endeffekt zu quantifizieren. Doch können einige Schlussfolgerungen abgeleitet werden.
- Es zeigt sich, dass sich alle Mitgliedsländer der IEA bei der Verfolgung ihrer energiepolitischen Postulate auf eine Kombination von Marktkräften und staatlichen Interventionen abge-

stützt haben. Allerdings sind noch immer in verschiedenen Ländern die Marktkräfte durch Kontrollen und administrative Hemmnisse an ihrer freien Entfaltung gehindert. Aber sogar wenn der Preismechanismus frei wirken kann, sind – wie auch für die Schweiz festzustellen ist – massvolle staatliche Eingriffe nötig. Das Gleichgewicht zwischen Markt und staatlicher Intervention und die Art des staatlichen Eingriffs muss jedes Land für sich selbst definieren. Dabei kommt man beim globalen Rundblick zum Schluss – und die IEA kommt zur gleichen Einsicht –, dass die Energiepolitik dort besser gefahren ist, wo sich der Staat darauf beschränkt hat, *Rahmenbedingungen* zu setzen, innerhalb welcher sich die Akteure im Bereich der Energiewirtschaft entfalten konnten, als selbst aktiv ins Geschehen einzugreifen. Die Marktkräfte sollten ergänzt, nicht ersetzt werden.

- Bei der Beurteilung der globalen energiepolitischen Situation gewinnt man auch den Eindruck, dass sich Investitionen in eine bessere Energieeffizienz und in die Ölsubstitution in letzter Zeit verzögert haben, weil eine Unsicherheit über die künftige Entwicklung der Ölpreise herrscht und weil – wie die IEA ausführt – besonders die kleinen Industrien und privaten Konsumenten mangels Information und technischem Know-how nicht in der Lage sind, die notwendigen Anpassungen im Sparssektor vorzunehmen.
- Auf der internationalen Energieszene wie auch in der Schweiz wird oft die Frage gestellt, ob nicht Energiesteuern ein geeignetes Mittel darstellen könnten, um den Spareffekt zu erhöhen. Festzustellen ist einmal, dass die Industrieländer, auch die Schweiz, die Jungfräulichkeit im Energiesteuersektor bereits seit langem verloren haben. Im Jahre 1983 betrug in der Schweiz die Steuerbelastung in Prozenten des Endverkaufspreises beim Benzin (Super) 49,3%, beim Dieselöl 49,1%, beim Schweröl (für die Industrie) 9,7%, beim Heizöl 6,0%; die Elektrizität wird nicht besteuert. Ähnliche Steueransätze finden sich auch in allen anderen IEA-Ländern, wobei auffällt, dass in den USA das Benzin steuerlich nur mit 20% belastet wird. Mit anderen Worten wird die Energie ganz allgemein bereits als Steuersubstrat benützt, vor allem um die Staatskassen zu alimentieren.

Soll nun über diese historisch gewachsene Entwicklung hinaus die Energie zusätzlich belastet werden, so wie dies zum Beispiel in Dänemark und neuer-

dings auch in Schweden der Fall ist, so sind einmal die wirtschafts- und sozialpolitischen Nebeneffekte zu beachten: «Operation gelungen, Patient gestorben», könnte eine unliebsame Einsicht werden. Ferner ist zu beachten, dass niedrige Steuersätze wegen der kleinen Preiselastizität in manchen Verbrauchssektoren keine grosse Sparwirkung haben und dass andererseits grosse Steuerbelastungen zu sozialen Problemen und zur Schmälerung der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit führen können. In Dänemark ist deshalb die Industrie von Abgaben auf die Energie befreit worden. In anderen Verbrauchssektoren können spürbare Energieabgaben durchaus eine Sparwirkung zeitigen. Die Energiekommission der Internationalen Handelskammer hat kürzlich eine Expertengruppe eingesetzt, die von *Dr. Baumberger*(NOK), geleitet wird und die versuchen soll, die positiven wie auch die negativen Wirkungen von Energieabgaben im Energiesektor zu ermitteln. Bedient man sich des ebenso heiklen wie umstrittenen Mittels der Energiesteuer, so ist jedenfalls die Gefahr gross, dass solche vorerst energiepolitisch motivierten Abgaben so rasch zum festen Bestandteil der Staatseinnahmen werden, dass sie auch bei veränderten Preisverhältnissen nicht mehr wegzubringen sind, und dass sie zu Marktverzerrungen führen, die einer marktwirtschaftlich orientierten Energiepolitik abträglich sind.

Der Spar-Drive in der Industrie

Um die rationelle Energieverwendung von den hohen Sphären der Energiepolitik auf den Boden der praktischen und betrieblichen Nutzenanwendung herunterzubringen, hat die Energiekommission der Internationalen Handelskammer in Paris eine Reihe sogenannter «Case Studies» in Auftrag gegeben. Aufgrund von detaillierten Informationen und Aussagen verschiedener angegangener Firmen ist ein Überblick über die konkreten und praktischen Massnahmen gewonnen worden, die in etwa drei Dutzend Firmen von Weltrang zur rationellen Energieverwendung eingeführt wurden. Dabei werden die drei Branchen untersucht, welche gemäss IEA-Statistik am meisten zum Minderverbrauch im industriellen Sektor beigetragen haben: die *Stahl*-, die *chemische* und die *Zementindustrie*. Diese Berichte, welche nur dank einer offenen Informationspolitik der beteiligten Unternehmen zustande gekommen sind, können bei der Internationalen

Handelskammer in Paris bezogen werden. Schweizerischerseits haben Ciba-Geigy im Chemiesektor und die Holderbank-Gruppe im Zementsektor mitgemacht.

Die Ergebnisse im Telegrammstil

In allen untersuchten Industrien ist durch eine effizientere Energieanwendung Energie gespart worden: in der Stahlindustrie im Durchschnitt jährlich zwischen 1% bis 2%, in der Chemie bis zu 3%, in der Zementindustrie zwischen 1½ bis 2½%. Das hat gesamthaft gesehen zu Einsparungen seit Beginn der siebziger Jahre von 10% bis 20% und mehr geführt. Allgemein wird beklagt, dass die erzielten Energieeinsparungen die Erhöhung der Energiepreise nicht haben ausgleichen können. Die Energierechnung ist für die Industrie teurer geworden.

Die Einführung von Sparprogrammen hat in der Regel auch den allgemeinen Wirkungsgrad der Produktion verbessert, diese jedenfalls nicht behindert. Die bessere Energienutzung ist vorab auf die Ertüchtigung der bestehenden Anlagen, zum Beispiel auch durch Verminderung von Verlusten und Wärmerückgewinnung, zurückzuführen und weniger – hier macht die Chemie eine Ausnahme – durch Installation neuer Anlagen oder Einführung neuer industrieller Prozesse. Dies wird meistens mit Kapitalmangel begründet. Wie ein roter Faden geht durch die Antworten die Feststellung, dass zusätzliche Sparerfolge nur durch substantielle Investitionen erzielt werden könnten und dass dafür, nicht zuletzt in den Entwicklungsländern, die Finanzen fehlen. Bei den energiesparenden Investitionen wird im Mittel eine Pay-Back-Zeit von 2–3 Jahren angegeben. Wo der Finanzmangel akut ist, werden nur Investitionen bewilligt, die sich in einem Jahr amortisieren lassen. Einige der grossen Unternehmungen, darunter zum Beispiel die erfolgreiche Stahlunternehmung «Nippon Steel», haben im Gegensatz zu anderen den Kapitaleinsatz für die noch rationellere Energieverwendung, auch bei gedrückter Geschäftslage und stagnierenden Ölpreisen, nicht reduziert.

Ganz allgemein wird unterstrichen, dass die rationelle Energieanwendung zum integrierenden Bestandteil des Pflichtenheftes des modernen Managements gehört, und dass ein gutes Teamwork zwischen Zentrale, Werksleitung und Betriebspersonal einen wesentlichen Schlüssel zum Erfolg darstellt. Aus der chemischen Industrie wird als Mittel zur Förderung der persönlichen Initiative die Prämierung von Energie-

sparvorschlägen durch Gratifikationen und Preise gemeldet.

Quintessenz

Versucht man die Substanz dieser vielbeachteten Untersuchungen zusammenzufassen und auch für die heutige Tagung Lehren zu ziehen, so ist festzustellen, dass das Energiesparen in drei Stufen mit zunehmendem finanziellem Einsatz erfolgt: *Haushalten, Ertüchtigen, Erneuern*.

Stufe I betrifft das bessere *Haushalten* (in der englischen Fachsprache «House-keeping» genannt), wo durch ein besseres Energiemanagement im Betrieb rasch und schmerzlos gespart werden kann. Dazu gehören das Messen, Kontrollieren, Motivieren. Die Einführung der Stufe I ist praktisch ohne finanziellen Einsatz möglich.

Stufe II betrifft die *Ertüchtigung* der bestehenden betrieblichen Einrichtungen (Fachsprache: Retrofit oder Plant Betterment). Hier wird mit limitierten Finanzeinsätzen mit rascher Abschreibungsdauer die Effizienz der vorhandenen Anlagen im Energieverbrauch verbessert.

Stufe III betrifft die *Erneuerung* und die Verbesserung der Verfahrenstechnik und der Technologie (Fachsprache: Process Technology Improvements). Diese Stufe erfordert den Einsatz grösserer finanzieller Mittel, da bestehende Anlagen erneuert oder Produktionsprozesse geändert werden.

Auf eine einfache Formel gebracht, haben die untersuchten Industrieunternehmen die Stufen I und II mehr oder weniger vollzogen. Besseres Haushalten und Ertüchtigen der Anlagen wäre eine Aufgabe, der sich jeder Betrieb unterziehen müsste. Die Stufe III steht erst in den Anfängen. Es herrscht die unwidersprochene Meinung vor, dass zusätzliche Sparerfolge zu erzielen wären, dass aber dabei substantielle Finanzmittel gebunden würden. Für zusätzliche Investitionen fehlen aber bei der gegebenen Beanspruchung der Firmenbudgets durch andere Aufgaben die Mittel, und mit Blick auf die Unsicherheit der Erdölpreisentwicklung fehlt vielerorts die Motivation.

Systematisch betriebenes Energiesparen in der Industrie und im Gewerbe kann deshalb nicht als isolierte Massnahme betrachtet werden, sondern muss auch im Rahmen der Belastungen und Beanspruchungen gesehen werden, die heute von allen Seiten, nicht zuletzt von seiten der öffentlichen Hand, auf die Unternehmungen einwirken. Man kann vom Unternehmer nicht alles –, und alles gleichzeitig verlangen: Viele Hunde sind des Hasen Tod.

Sonderfall Elektrizität

Keine Tagung über Energie ohne ein Wort zur Elektrizität, keine Überlegung zum Sparen ohne einen Hinweis auf den elektrischen Strom. Gespart werden muss bei allen Energieträgern. Die einen werden der Meinung sein, die Hauptanstrengungen seien auf das Erdöl zu richten, da dieses noch immer der beherrschende Faktor in unserer Energiebilanz ist und erst noch ökologische Probleme biete. Andere wiederum werden die Elektrizität ins Visier nehmen wollen, weil sie in Kernkraftwerken erzeugt wird, welche im Zusammenhang mit der Akzeptanz Probleme aufwerfen. In Tat und Wahrheit muss die rationellere Energieverwendung bei allen Energieträgern, allen Verwendungsarten, allen Konsumentengruppen angestrebt werden.

Nur muss man sich im klaren sein, dass das Sparpotential nicht überall gleich gross ist, nicht gleich gross sein kann. Erdöl ist auf weite Strecken eine *Komfortenergie*. Rund 60% des Erdölverbrauchs sind der Raumheizung und Warmwasserbereitung zuzuordnen, der Rest geht vor allem in den Autoverkehr. Beim elektrischen Strom sind die Proportionen anders. Die Abnehmer der Elektrizität befinden sich zu einem guten Viertel in der Kategorie Haushalte, zu drei Vierteln in den Kategorien Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Dienstleistungen. Die Elektrizität ist vorwiegend eine *Produktionsenergie*. Da sie hochwertig ist und von der Industrie schon immer haushälterisch eingesetzt wurde, kann bei ihr nicht die gleiche Sparquote erwartet werden wie beim Erdöl.

Bei der Raumheizung kann viel leichter gespart werden als beim elektrolytischen Prozess oder beim elektrischen Antrieb einer Maschine. Über 80% aller Wohnungen werden mit Öl geheizt, nur 5% mit Elektrizität. Dazu kommt, dass der Strom im Haushalt sehr beliebt und komfortabel ist. Die Elektrizität hat den Ersatz vieler geisttötender manueller Tätigkeiten durch die Maschine und das technische Gerät ermöglicht. Der bekannte deutsche Sozialist August Bebel schwärmte 1909 in seinem Buch «Die Frau und der Sozialismus» vom elektrifizierten Zukunftsparadies, prägte den Begriff der «*Elektrokultur*» und sah in der Elektrizität ein Mittel zur Befreiung der Frau von der Sklavenarbeit in Küche und Haushalt.

Der Elektrizitätskonsum lässt sich auch aus anderen Gründen weniger komprimieren als der Erdölverbrauch. Die Elektrizität ist unter anderem eine Substitutionsenergie. Sie kann, zusammen

mit Gas, Kohle, Holz usw. mithelfen, das Erdöl abzulösen. Das gibt einmal einen Mehrbedarf. Aber auch die anderen Substitutionsenergien, die traditionellen wie die neuen, sind für Zündung, Steuerung, Hilfsapparate, Antrieb von Umwälzpumpen auf die Elektrizität angewiesen. Ohne elektrischen Strom geht überhaupt nichts. Was durch rationale Nutzung im Stromsektor eingespart wird, wird zum Teil durch die Substitution des Erdöls wieder kompensiert.

Was aber zu beachten ist: *Energiesparen braucht Strom*. Die Wärmepumpe, die Nutzung der Sonnenenergie mit ihren Umwälzpumpen, der öffentliche (Bahn-)Verkehr, der allmählich an die Stelle des treibstoffverzehrenden privaten Verkehrs treten soll – sie alle brauchen Elektrizität. Auch für die rationellere Fertigung in der Industrie, für die Forschung, für die moderne Ausgestaltung des Arbeitsplatzes braucht es neben einem Mehreinsatz an Know-how mehr Maschinen und Apparate, die Elektrizität verbrauchen. Schliesslich braucht der Umweltschutz mehr Strom: Abgasreinigung, Aufbereitung fester Abfälle, Betrieb von Kläranlagen usw. sind hier die Stichworte. Das sind die Gründe, warum im Zeitalter des Energiesparens einzelne Energieträger wie das Erdöl einen rückläufigen Konsum haben, während andere, wie die Elektrizität, eine gedämpfte, aber dennoch stetig steigende Konsumzunahme aufweisen. Das Wachstum des Stromverbrauchs folgt eigenen Gesetzmässigkeiten.

Elektrizität ist nicht gleich Energie schlechthin. Das Energiesparen kann nicht durch Beschränkung des Stromkonsums gefördert werden.

Diese Einsicht entspricht nicht nur schweizerischen, sondern internationalen Erfahrungen. Ein Blick in die IEA-Runde zeigt, dass dort, wo der Energieverbrauch rückläufig war, die Elektrizität den kleinsten oder gar keinen Rückgang aufwies; dort, wo der Energieverbrauch wieder stieg, führte der elektrische Strom die Zuwachsraten an. In ihren Zukunftsperspektiven sagen deshalb die IEA-Länder eine wachsende Bedeutung der Elektrizität voraus, deren Anteil am gesamten Endenergieverbrauch von 15% im Jahre 1982 auf 20% im Jahre 2000 steigen soll. Dieser Gewichtszuwachs wird vor allem im Sektor Industrie einerseits und Haushalt, Gewerbe und Dienstleistungen andererseits erwartet. Im Zeitalter des industriellen Fortschritts, der Substitution und des Umweltschutzes die Elektrizität in ihrer Entfaltung durch gesetzliche Hemmnisse oder Verzögerung von Kraftwerksbauprogrammen zurückbinden zu wollen, stellt ein Unterfangen dar, das einer zeitgerechten Energiepolitik zuwiderläuft.

Sparen mit Kopf!

So hat denn das Sparen viele Facetten: energiewirtschaftliche, ökologische, finanzielle, gesellschaftspolitische. Es ist

ein unerschöpfliches Thema. Es ist kein Modewort – um auf den Titel zurückzukommen –, sondern eine Generationenaufgabe, ein Grundpfeiler jeder Energiepolitik. Zwar ist Sparen auch eine Angelegenheit der Mentalität, der Einsicht in globale und ökologische Zusammenhänge, in die Grenzen menschlichen Tuns. Sparen ist aber auch eine Sache der Betriebswirtschaft, der Rentabilität, des kommerziellen Denkens, der Kosten-Nutzen-Analyse.

Richtig und sinnvoll Sparen braucht Know-how, Information und Transparenz. Deshalb ist ein Informationsaustausch so wichtig. Beim Sparen werden nicht nur hehre Postulate anvisiert, sondern Fragen wie «gewusst wo», «gewusst wie», «gewusst wann» und «gewusst wie lange», aber auch «gewusst wie nicht» konkret und praktisch behandelt. Sparen heisst nicht nur (blind) handeln, sparen heisst (vorher) denken. «Denk mit, spar mit», hiess das Motto der nationalen Energiesparkampagne, die im Oktober 1977 als Folge des GEK-Berichtes lanciert wurde. «Denk mit, spar mit» hat noch heute seine volle Gültigkeit. Wer das Herz auf dem rechten Fleck hat, der spart – und spart mit Kopf.

Adresse des Verfassers: M. Kohn, dipl. Ing. ETH/SIA, Hohenklingenstr. 10, 8049 Zürich.

Zweischalen-Mauerwerk mit Foamglas-Wärmedämmung

Von Heinz Wieland, Maienfeld

Im folgenden wird das Problem der Wasserdampfdiffusion im Zweischalen-Mauerwerk theoretisch und praktisch beleuchtet. Die Forderung nach Kondensationsfreiheit im Mauerwerk auch an singulären Stellen wird aufgestellt und begründet, dann aber auch gezeigt, wie diese Forderung erfüllt werden kann. Mit der Verwendung von Foamglas-Boards als Wärmedämmung wird ein etwas teureres, aber qualitativ hochwertiges Mauerwerk erzielt.

Einleitung

Im Wohnungsbau wird das Zweischalenmauerwerk mit Kerndämmung häufig als hochwertiges wärmegeämmtes Mauerwerk verwendet. Die Vorteile dieser Bauweise sind vielfältig. Trotzdem darf nicht vergessen werden, dass

das Zweischalen-Mauerwerk mit Kerndämmung ein heikler Bauteil ist, da dünne Backsteinschalen nicht unproblematisch sind. Richtige statische Bemessung und vor allem auch richtige Verankerung der äusseren Schale, aber auch saubere handwerkliche Verarbeitung sind wichtig. Die Probleme der statischen Bemessung des Mauerwerkes

wurden in den letzten Jahren unter der Leitung von Prof. Thürlimann an der ETHZ untersucht und im wesentlichen in Lit. [1] und [2] beschrieben. Den Problemen der Wasserdampfdiffusion und Kondensation im Wandinnern hingegen wurde bis jetzt wenig Beachtung geschenkt.

Feuchtigkeit im Wandinnern

Die Feuchtigkeit im Innern des Zweischalenmauerwerkes mit Kerndämmung und vor allem in letzterer ist das zentrale bauphysikalische Problem dieser Wandkonstruktion.

Berechnung

Die einschlägigen SIA-Empfehlungen [3, 4] halten fest, dass nach einem anerkannten Verfahren nachgewiesen werden muss, dass keine schädlichen Kon-