

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 96 (1978)
Heft: 1/2

Artikel: Energieprobleme - Was nun?: wie technische Probleme zu staatspolitischen werden
Autor: Basler, Konrad
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73612>

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: 14.01.2026

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

Energieprobleme — Was nun?

Wie technische Probleme zu staatspolitischen werden

Von Konrad Basler, Zürich*)

Energieprobleme ohne Ende

Grenzgeschwindigkeit der Erdölausbeute

Im Bauwesen kennt man die *Versuchsbrunnen* zur Bestimmung der Filtergeschwindigkeit von Grundwasser. Aus einem Bohrloch wird dauernd so viel Wasser gepumpt, damit sich der Wasserspiegel um ein bestimmtes Mass absenkt. Über die Ergiebigkeit dieses Brunnens gelingt es mit Hilfe des *Gesetzes von Darcy*, die Wasserdurchlässigkeit des Materials zu bestimmen.

Es gibt *Erdölfelder*, die ähnlich entleert werden, wie das die Brunnen für die Grundwasserbecken besorgen. Neben dem beschränkten Volumen der Erdölfelder — es gibt ja kein Nachspeisen wie bei einem Grundwasserträger — ist aber auch die Sickergeschwindigkeit des Erdöls begrenzt. Durch *Übernutzung* kann sogar die Quelle zerstört werden.

Da der «Welthunger» nach Erdöl dauernd steigt, ist es möglich, dass schon Mitte des nächsten Jahrzehnts die «Grenzgeschwindigkeit der Ölfeld-Nutzung» erreicht wird. Also unabhängig davon, ob die Erdölvorräte noch drei Jahrzehnte ausreichen, werden sich vorher wegen beschränkter Zugriffsmöglichkeit *Angebot und Nachfrage nicht mehr decken*.

Aus Zugriffsgründen allein, ohne künstliche Drosselung oder kriegsereignisse, wird eine *neue Markterschütterung* eintreten, ausgelöst durch Erdölknappheit, wenn heute nicht schon Vorkehren getroffen werden. Es besteht freilich noch die Möglichkeit, dass *kein Wirtschaftswachstum*, höchstens noch eine *Produktivitätssteigerung* eintritt. Aber dann entsteht, weltweit betrachtet, mehr Arbeitslosigkeit als heute schon vorhanden ist. Daran werden wir im zweiten Teil anknüpfen.

Internationale Energiekonzepte und die Missbrauchsgefahr der Kernenergie

Die fossilen Brennstoffe — Erdöl und Kohle — sind beschränkt, das lernten wir schon zur Zeit des Zweiten Weltkriegs. Den *exponentiell anwachsenden* Verbrauch haben wir aber zur Sekundarschulzeit noch nicht beachtet. (Heute verbrauchen wir in der Schweiz das Vierfache der Energie vor 30 Jahren.) Während der Studienzeit hörten wir jedoch von der Kernenergie: «Sie kommt gerade noch rechtzeitig», um die sichtbare Energielücke zu schliessen. «Atom for Peace», hiess 1954 Präsident *Eisenhowers* neue Politik, die nicht mehr in der Geheimhaltung der Kerntechnik bestand, sondern in der internationalen Zusammenarbeit zu ihrer friedlichen Nutzung. *Amerika* fiel diese exportfördernde Herausgabe ihres Wissens deshalb nicht schwer, weil die *Sowjetunion* inzwischen die Atombombe auch herstellen konnte und die USA selbst schon die auf Kernfusion beruhende Wasserstoffbombe erproben.

Auch die *Schweiz* kannte ein Energiekonzept: Da die Wasserkräfte im wesentlichen genutzt waren, hat man unter breiter Zustimmung auf die üblichen thermischen, also öl- oder

kohlebefeuelten Kraftwerke aus Umweltschutzgründen verzichtet. In der Dezembersession 1959 wurde das «Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz» verabschiedet. Es trat ohne Referendum in Kraft! Die Schweiz begann mit der Entwicklung ihres eigenen Reaktors, gasgekühlt, schwerwassermoderiert und mit Natururan gespiesen. Das Versuchs-Atomkraftwerk *Lucens* erlitt am 21. Januar 1969 Totalschaden. Nur das *Eidgenössische Institut für Reaktorforschung* (EIR) erinnert uns mit seinem Namen noch an diese schweizerische Energiestrategie, die ohne Urananreicherung und dank eingelagerten Uranerzvorräten gerade noch rechtzeitig die vom Ausland unabhängige Lösung des schweizerischen Energieproblems hätte bringen sollen.

Unterdessen haben *Grossbritannien, Frankreich* und sogar *Indien* und *China* ihre eigenen Atombomben gezündet. Nun, dieses Knospen, ja Wuchern (mit dem Fremdwort «Proliferation» bezeichnet) der Kernnutzung zu anderen als friedlichen Zwecken hat Russland und die USA zum sogenannten *Non-Proliferationsvertrag* geführt, der alle zivilen Nuklearprogramme unter die Kontrolle der *Internationalen Atomenergie-Agentur* stellt, damit kein Abzweigen von *Plutonium* unerkannt möglich wäre. Denn in Kernreaktoren der üblichen Bauart entsteht immer etwas Plutonium, das für die Atomwaffenherstellung die Voraussetzung bildet. Aber 1974 hat Indien doch überraschend seinen erfolgreichen Atombombenversuch durchgeführt.

Die Frage, wie die weltweite, unkontrollierbare Verbreitung von Plutonium eingeschränkt werden könnte, beschäftigt die USA sehr und hat daher Präsident *Carter* zum umstrittenen Verzicht auf Wiederaufbereitung der Brennelemente und zum *Entwicklungshalt für den Schnellen Brüter* geführt. Wir wollen auch hier wieder erkennen, wie die *politischen Probleme aus den physikalischen Eigenschaften* herühren: Solange nämlich das Plutonium vermischt im abgebrannten Brennelement liegt, kann es wegen der radioaktiven γ -Strahlung nicht berührt werden. Reines Plutonium könnte man in Plastiksäcken tragen. Es sendet die α -Strahlen aus, mit geringer Reichweite und Eindringtiefe. Als ob aber auch für dieses künstlich erzeugte Element die an Menschen gewonnene Beobachtung gälte: «Die Summe aller Laster ist konstant», so auch hier. Seine gefährliche, radioaktive Strahlung ist nach 24000 Jahren noch halb so stark wie nach seiner Erzeugung und daher nicht vernichtbar; es darf unter keinen Umständen zerstreut werden, weil es durch die Nahrungsmittelkette auch in tierische und menschliche Organismen gelangen würde und jene Gewebe zerstören würde, in denen es sich ablagert. Nicht genug: wenn einige Liter reines Plutonium zusammenkommen, entsteht das kritische Volumen, das die katastrophale Anordnung zur nuklearen Explosion bildet. Man muss Plutonium daher in kleinen, versiegelten Behältern taubenschlagartig aufbewahren — und bewachen! Wir leben allerdings schon eine Generation mit dieser Hypothek, denn für die Herstellung und Lagerung nuklearer Waffen sind schon viele tausend Tonnen Plutonium über die ganze Welt verteilt worden.

*) Vortrag, gehalten am 16. November 1977 vor dem Zürcher Ingenieur- und Architektenverein.

Energiepolitische Probleme in der Schweiz

Gegenwärtig erwartet das Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement zwei Berichte, an denen zwei Kommissionen über Jahre hin gearbeitet haben, nämlich die *Gesamtverkehrskonzeption* (GVK) und die *Gesamtenergiekonzeption*, abgekürzt die GEK.

Obwohl der Energiehaushalt auch im Verkehrsbereich mitzubetrachten ist, wird die künftige schweizerische Energiepolitik doch auf den Arbeiten der *Kommission Kohn* basieren, weshalb für Energiebelange der GEK-Bericht mit Spannung erwartet wird, womit die Diskussion um die Lösung – ich würde sagen «Linderung» – der Energieprobleme erst recht losgehen wird. Eine Schlüsselfrage wird lauten: *Brauchen wir in der Schweiz eine Ermächtigung des Bundes in Energiefragen und wenn ja, wie soll dieser Verfassungsartikel lauten?*

Inzwischen haben sich die eidgenössischen Räte mit der *Initiative Meizoz*, die einen vierjährigen Aufschub von Standort- und Baubewilligungen für Kernkraftwerke verlangt, ein sogenanntes Moratorium, aber auch mit der Revision des eingangs erwähnten Atomgesetzes aus dem Jahre 1959 zu befassen. Darin gibt die sogenannte *Bedürfnisklausel* viel zu reden. Danach soll, in Anlehnung an die Bedarfsprognosen des Gesamtenergiekonzepts, erst dann mit dem Bau eines neuen Kernkraftwerks begonnen werden, wenn sein Bedürfnis nachgewiesen ist. Unter bisherigem Recht besteht ein Rechtsanspruch auf die Baubewilligung, wenn die *sicherheitstechnischen* Voraussetzungen erfüllt sind.

Eine *Volksinitiative* «zur Wahrung der Volksrechte und der Sicherheit beim Bau und Betrieb von Atomanlagen» wird die erste gesamtschweizerische Volksabstimmung zu Kernkraftwerkproblemen sein. Das Resultat wird aber keine reine Meinungsäusserung über die Kernenergie im allgemeinen darstellen, weil der Initiativtext *Angriffsflächen* bietet, die über den Kernenergiebereich hinausgehen: Dazu gehört eine *Reichweitebestimmung*, wonach jene Kantone darüber abzustimmen hätten, deren Gebiet in einen Bauwerksumkreis von 30 km Radius hineinreichen würde und dass ausserdem in diesem Stimmkreis die *Nichtstimmenden zu den Werkgegnern* gezählt würden. Das letzte hat man schon in Gemeindeabstimmungen um Güterzusammenlegungen versucht und wieder fallengelassen; allerdings wurde dort die Stimmabstinenz als Zustimmung ausgelegt.

Zu einer eigentlichen Auseinandersetzung auszuarten scheint daher die Bedürfnisklausel für Kernkraftwerke. Das ist insofern begreiflich, weil das *nicht nur eine Einschränkung des freien Marktes* wäre, sondern auch einen gewissen *Verzug im Baubeginn neuer Kernkraftwerke* ergäbe, also doch eine *moratoriumsähnliche Wirkung* hätte. Auch andere Länder kennen Moratorien, nur unter anderem Namen: *Schweden* «bis zur Lösung des Sicherheitsproblems» und die *Bundesrepublik* «bis zur befriedigenden Lösung des Atomüllproblems». (Deutschland wäre nicht glaubwürdig beim Export von kerntechnischen Anlagen, wenn im eigenen Lande noch Sicherheitsfragen ungelöst bleiben; aber Lagerungsfragen sind in der Bundesrepublik reine Rechtsfragen.)

Beide Probleme – Sicherheit und Endlagerung – greifen meines Erachtens im dichtbesiedelten Kleinstaat Schweiz hinreichend stark in die persönlichen Rechte und in die künftige Entscheidungsfreiheit ein, um eine Baubewilligung auch an ein ausgewiesenes Bedürfnis der Versorgungssicherheit zu knüpfen. Wir wollen die Gedanken zur Sicherheit und Endlagerung nachstehend kurz skizzieren.

Sicherheit der Kernkraftwerke

Die Frage nach der Sicherheit von *Leichtwasserreaktoren* bei Unfällen scheint beantwortet zu sein über den Vergleich mit den Risiken des täglichen Lebens: Man sei davor so *sicher wie*

vor dem Tod durch Meteoriteneinschlag. Aus folgenden drei Gründen sind *solche Vergleiche noch nicht zu Ende diskutiert*. Die ersten beiden gelten auch für andere technische Grossanlagen, z.B. für Stauseen.

a) Das annehmbare Risiko wird ungleich bewertet bei Grossereignissen wie bei einer zeitlich gestreuten Summe von Kleinereignissen. Man nennt das in der Entscheidungstheorie *Risikoaversion*. Würden z.B. die jährlich über tausend tödlich verlaufenden Strassenverkehrsunfälle in der Schweiz so alle Monate in Gruppen gleicher Grösse wie bei den *Flugunfällen Dürrenäsch* oder *Würenlingen* zusammengefasst geschehen, so würden entrüstet Sicherheitsvorkehrungen verlangt.

Nur bei häufig sich ereignenden Unfällen wird Risiko sinnvoll über das Produkt von Schadenausmass mal die Wahrscheinlichkeit des Eintretens verglichen: Bei Kernkraftwerken handelt es sich aber unbestritten um sehr seltene Ereignisse; Kernkraftwerke der 1000-MW-Klasse halten aber das Tausendfache der Radioaktivität, die durch radioaktiven Ausfall bei den Bomben von Hiroshima oder Nagasaki verfrachtet worden ist. Daher würde es sich auch bei Zerstreuung eines Promills des radioaktiven Kraftwerkinhaltes um ein Grossereignis handeln, während seine Risikodeutung an zahlreicheren Einzelfällen geringeren Schadens vorgenommen wird.

Nochmals: Für die *subjektive* Bewertung gibt es eine Risikoablehnung gegenüber katastrophalen Ereignissen, die im Produktvergleich «Schadenausmass mal Wahrscheinlichkeit des Eintretens» nicht berücksichtigt wird.

b) Das Risiko für Personen, die nahe einem möglichen Unfallort leben, ist höher als für entfernt lebende. In den Risikovergleich gehen aber die Durchschnittsriskiken einer gesamten Bevölkerungsgruppe ein, nicht die Spitzenwerte für Einzelne.

Mit zunehmender Grösse technischer Anlagen nimmt auch der zahlenmässige Unterschied zwischen Nutzniessern und Betroffenen zu. Daher geschieht es immer häufiger, dass *zum Wohle der Allgemeinheit eine Minderheit höhere Risiken hinnehmen muss* als der Landesdurchschnitt. Man nähert sich einem *verfassungsrechtlichen Problem*: Dass alle Menschen gleicherweise geachtet werden, ist ein Eckpfeiler unseres Rechtsstaates.

c) *Vergleiche mit Todesfallrisiken sind nicht vergleichbar mit Schäden am Erbgut*. Man kann daher nicht mögliche Kernkrafttrisiken an den bereits eingegangenen der *Stauseen* messen, wiewohl auch die letzten zu den katastrophalen Schäden mit geringster Eintretenswahrscheinlichkeit gehören. *Todesfälle sind abschliessende Ereignisse, genetische Schäden an künftigen Generationen sind es nicht*.

Noch andere, zum Teil kaum untersuchte und nicht verstandesmässig begründbare Einflüsse prägen das menschliche Sicherheitsempfinden. So ist zum Beispiel die Ablehnung gegenüber den von Menschenhand auferlegten Risiken sehr viel grösser als gegenüber schicksalsbedingten gleichsam von Gott gewollten; von Feuertod grösser gegenüber Wassertod (vergleiche Hexenprozesse im Mittelalter); oder von unsichtbarer gegenüber sichtbarer Verwundung (z.B. Auflehnung gegenüber der Neutronenbombe). Meines Erachtens gibt es somit psychologische und rechtliche Gründe, warum die ausserhalb des Erfahrungsbereiches liegenden Kernkraftwerktrisiken nicht direkt mit den im täglichen Leben vorkommenden vergleichbar sind, und die Bewilligung solcher Werke bedarf daher im Rechtsstaat eines demokratischen Entscheides.

Zur Endlagerung radioaktiver Abfälle

Der Mensch unterscheidet sich von allen Lebewesen dadurch, dass er bewusst sein Handeln auch auf die *Zukunft* hin ausrichtet. Es sollte uns daher stören, als Profiteure die

Kernenergie zu nutzen, aber das Hüten der entstehenden radioaktiven Abfälle den Nachfahren zu überlassen. Die *Biosphäre muss wieder in Ordnung gebracht werden von der nutznießenden Generation* und darf nicht als unlösbare Aufgabe den künftigen zugewiesen werden.

Ist diese Forderung überhaupt erfüllbar? Die Wertvorstellungen ändern sich rasch. Noch vor einer Generation galten die *Meerestiefen* als taugliche Abfallzonen. Heute sind sie zugänglicher und morgen vielleicht wertvolle Bereiche für die nach Rohstoffen hungernde Weltbevölkerung. In Deutschland wurde vor einigen Jahren ein *aufgelassenes Salzbergwerk (Asse)* zur Lagerung radioaktiver Abfälle bestimmt, während heute in den USA solche ausgediente Salzbergwerke bereits zur Speicherung von Erdöl als Notvorrat bei Erdölboykott vorgesehen werden – so rasch können die Entscheide im Zeitalter der Naturgüterverknappung ändern.

Die Endlager radioaktiver Abfälle müssten daher so *in oder unter die Erdkruste* gelegt werden, dass weder durch zufällige Bohrungen noch durch geologische Vorgänge Auswirkungen auf die Biosphäre möglich werden, welche die natürliche Gesteinsstrahlung übersteigen. Uneingeschränkte Entscheidungsfreiheit für Boden- und Rohstoffnutzung ohne Wächteraufgabe wäre dadurch den künftigen Generationen ermöglicht.

Theoretisch und technisch scheinen solche strengen Anforderungen lösbar. Ob sie finanziell und politisch erfüllbar sind, muss sich noch erweisen. Das hiezulande anvisierte technische Konzept ist – knapp zusammengefasst – folgendes: Durch Spaltung des Uranisotopes 235 entstehen Trümmer (Jod, Caesium usw.), sogenannte *Spaltprodukte*. Weil auch Uran 238 dem Neutronenbeschuss unterworfen wird, bilden sich auch in Kernreaktoren künstliche Elemente, die jenseits des Urans, des letzten Elements im periodischen System der natürlichen Elemente, sich einreihen: die sogenannten *Transurane*. Plutonium ist von diesen das wichtigste und daher zur Endlagerung schwierigste. Seine Halbwertszeit beträgt das Tausendfache derjenigen der Spaltprodukte. Aber es könnte aus dem abgebrannten Brennstoff herausgetrennt und wie Uran 235 der Kernspaltung im Reaktor zugeführt werden. Durch Energienutzung wäre eine Umwandlung in kurzlebige Elemente möglich, die keine grösseren Lagersorgen gäben als jene der Spaltprodukte. Diese liessen sich nach einigen Jahren oder Jahrzehnten der Zwischenlagerung verglasen und als kleine Mengen (Volumina, nicht Radioaktivität) wieder transportieren: vielleicht in die Wurzelzonen der Granitstöcke hinunter?

Hier erkennen wir wieder, wie physikalische Probleme zu politischen werden: Das Heraustrennen der Transurane, also Plutonium, führt nach Präsident Carters Experten zu unannehmbarer Proliferation, der unkontrollierbaren Verbreitung dieses unnatürlichen Elementes, das ebenso leicht zu lebensvernichtenden wie zu friedlichen Zwecken benutzt werden kann. Die kleine Schweiz wird nicht nur wegen des fehlenden Naturgutes Uran und der notwendigen Anreicherungsanlage auslandabhängig sein, sondern auch wegen der Abfallbeseitigung, die nicht ohne Kreislauf über eine ausländische Wiederaufbereitungsanlage befriedigend zu lösen sein wird.

Der Machbarkeitsglaube

Wir knüpfen an die zuvor skizzierte Energiestrategie an. Während der «sagenhaften 60er Jahre» hat der Glaube an die Machbarkeit aller Dinge seine Bestätigung dadurch gefunden, dass ein anfangs des Jahrzehnts von *J.F. Kennedy* als Ziel erklärtes technisches Abenteuer glückte: noch vor Ende der 60er Jahre wurde ein *Mensch auf den Mond* und lebend zur Erde zurückgebracht.

In dieser Stimmung hat ein Versagen einer eigenen, neuen Energiequelle (den gasgekühlten, natururangespiesenen Reaktor in Lucens) keinen Hinweis auf Grenzen der Machbarkeit bedeutet. Als bei den *Leichtwasserreaktoren* das Problem der *Notkühlung* Hauptargument der Ängstlichen wurde, hat man durch die Mehrfachanordnung verschiedener Wärmeabfuhrsysteme das Problem gelöst. Bedenken gegen die Abwärmeabfuhr durch Flüsse sind mit Kühltürmen behoben worden. Und als wiederum Stimmen laut wurden, die Werke seien nicht *absolut* sicher, hat man mit dem *Rasmussen-Bericht* die annehmbare *relative* Sicherheit bewiesen. Schliesslich sind es die Endlagerungsprobleme, die uns auch deshalb Sorgen bereiten, weil sie über Aufbereitungsanlagen im Ausland führen, in denen die Transurane abgetrennt werden können und Proliferationsbedenken auslösen.

Ich finde, die *Grenzen der Lösbarkeit* aller technischen Probleme künde sich an. Sie müssen stets durch eine noch umfassendere, früher nicht vorgesehene Massnahme gelöst werden. Der Machbarkeitsglaube ist in den 70er Jahren auch andernorts erschüttert worden, etwa im Beherrschen von konjunkturellen Ausschlägen. Diese Wirtschaftssteuerung erweist sich im kleinen Rahmen als begrenzt, im grossen als nicht machbar.

Die «gerade noch rechtzeitig»-These

Die *Hoffnung* ist eine Stütze der Menschen. Daher wird die «gerade noch rechtzeitig»-These nie aussterben, auch wenn sie im Energiebereich zum Nachweis heute die unerhätete, zukünftige Entwicklung beiziehen muss: Deutschland und Frankreich sehen als Grundlage ihrer unabhängigen, eigenständigen Energieversorgung die *Schnellen Brüter*. Diese Reaktoren der nächsten Generation erbrüten mehr Brennstoff (Plutonium) als sie verbrauchen. Neben Carters Proliferationsbedenken ist zudem die Reaktorsicherheit schwieriger zu gewährleisten. Denn wenn beim schlimmsten aller Unfälle in Leichtwasserreaktoren das Kühlwasser ausfliessen sollte, würde der Reaktor damit auch seinen Moderator verlieren, der Voraussetzung für die Kettenreaktion ist. Somit ist eine nukleare Detonation auch nach einem Werkunfall nicht möglich. Beim Schnellen Brüter müssen unter allen Umständen Regelstäbe einführbar sein zum Reaktionsunterbruch, und zwar in Sekundenschnelle, sonst ist die atomare Explosion möglich. (Dass *Frankreich* seinen Versuchsreaktor *Superphoenix* in *Malville*, in Grenznähe zur Schweiz aufstellt, erleichtert die freundschaftlich nachbarliche Zusammenarbeit keineswegs.)

Aber die Hoffnung werden die Menschen nicht aufgeben. In der Schweiz wird man – wieder einmal (weil die Nachteile noch nicht erkennbar sind) – auf die *übernächste Generation* der Reaktoren setzen, die auf *Kernfusion* beruht. Wir werden uns am Forschungsprojekt «*Jet*» der Euratom beteiligen, das vorläufig mit rund 1000 Millionen Franken Kapital Teilversuche durchführt. Ein nächster Schritt wird darin bestehen, in einer sogenannten *Tokamak-Maschine* so viel Energie zu erzeugen, wie man ihr zuführt. Es wird in einer weiteren Forschungsstufe mit einer noch grösseren Maschine der energetische Selbsterhaltungszustand erprobt. Schliesslich muss noch jenes Versuchs-Fusionskraftwerk erstellt werden können, das die freigesetzte Energie kontinuierlich aus dem Plasma zieht und sie transportfähig macht. In diesem stationären Zustand muss es möglich sein, rund 100 Millionen Grad Celsius in wenigen Metern Abstand von Gehäusestücken zu halten, die selbst so stark unterkühlt bleiben, dass sie nahe der absoluten Temperatur (–273 °C) supraleitfähig sind.

Das Umweltdilemma

Als ob die technischen Probleme nicht gross genug wären, es plagen uns obendrein die beiden Umweltprobleme, die

Naturgüterverknappung und die *Abfallbeseitigung* (das Ressourcen- und das Pollutionsproblem).

Sowohl die fossilen Brennstoffe, Erdöl, Kohle und Erdgas, sind beschränkt ebenso wie das Uran-Isotop 235, das als Schlüsselement für Kernspaltungsprozesse dient. Was ist eher zu schonen?

Aber auch abfallseitig ist die umweltverträglichere Linie zwischen Energie aus Kernkraftwerken oder aus Verbrennungsanlagen nicht schlüssig: Schon seit 1960 ist der *Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre* messbar angestiegen (rund 5%). Eine zu weit gehende Veränderung des CO₂-Gehaltes wird Klimaveränderungen verursachen. Um die thermische Leistung eines Kernkraftwerkes vom Typ *Gösgen* oder *Leibstadt* zu erzeugen, müsste man täglich 6000 t Erdöl verbrennen, was 20000 t Sauerstoff binden würde. Über ein Jahr hin würde die Atmosphäre mit einigen Millionen Tonnen (nicht m³) CO₂ belastet: Das sammelt uns niemand mehr ein. Was ist daher für unsere Nachkommen zumutbarer, einige Kubikmeter verglaste, hochradioaktiver Abfälle oder eine nicht mehr rückgängig zu machende Veränderung der Atmosphäre? Welche internationalen Probleme ergeben sich aus Atmosphärenbeeinflussung? Man stelle sich auch die «Nord-Süd»-Probleme vor: Müssen Entwicklungsländer zurückstehen, weil Industrieländer den noch verfügbaren Verschmutzungsspielraum benötigen? Energieprobleme ohne Ende!

Was können wir tun?

Energie sparsamer nutzen

Wenn wir die Verantwortung gegenüber späteren Generationen erkennen und die Schwierigkeiten bei den Energieproblemen ermessen, so kommen wir zum Schluss, dass wir aus diesen Gründen Energie *haushälterischer* zu nutzen haben. Dieses Naturgut ist zu wertvoll, die Umweltbelastung nach seiner Nutzung problematisch. Die Marktsteuerung über das Portemonnaie ist (noch) nicht die treibende Kraft: Energie ist selbst nach dem Erdölchock von 1973 nicht teurer als vor 15 Jahren: Der Durchschnittslohn des Schweizer hat sich von 1960 bis 1975 verdreifacht; der Ölpreis ebenfalls, nämlich von Fr. 12.- auf Fr. 36.- je 100 kg.

Da in der Schweiz die *Hälfte aller Energie zur Raumheizung und Warmwasseraufbereitung* verbraucht wird, sind die Architekten und Ingenieure besonders aufgerufen mitzuwirken. Eine der gemeinsamen, geistigen Leistungen von Architekten und Ingenieuren ist die *dauernde Normenverbesserung* in dieser Zeit der rasch wandelnden Anforderungen. Dabei scheinen mir Definitionen von *Energiekennzahlen* zum Vergleich des Energieverbrauchs verschiedener Bauten vordringlich zu sein, in Anlehnung an den Begriff Kubikmeter umbauten Raumes oder «Kubikmeterpreis nach SIA» (siehe z.B. den EWI-Beitrag «Energiekennzahlen des SIA-Wettbewerbes über Energiehaushalt»). Damit erst besteht die Möglichkeit, energie-technische Qualitäten im Liegenschaftenmarkt und der Mietzinsgestaltung mitzubetrachten.

Um bei den freiwilligen, spürbaren Sparbeiträgen zu bleiben, die mindestens bei der Projektierung neuer Bauwerke berücksichtigt werden müssen, gehört nach der besseren Wärmedämmung auch die Möglichkeit der *individuellen Heizabrechnung*. Bei Mehrfamilienhäusern muss ausserdem das Problem des *Wärmeraubes* mit gelöst sein, und die *Wärmehäufigkeit* sollten so zuverlässig arbeiten wie die elektrischen.

Neben dem Einbeziehen der *Sonnenstrahlung im Entwurf neuer Häuser* müssen auch Erfahrungen mit *neuen Baumaterialien* gesammelt werden. Hier hätte ich eine Bitte an die Bauherren der öffentlichen Hand, nämlich nicht nur Rechtsanwälte auf Projektanten und Unternehmer zu senden, wenn sich dabei sogenannte *Bauschäden* ergeben, sondern ihre

eigenen Fachleute. Ein Schritt zum unkonventionellen Bauen schliesst ein gewisses *Sachschadenrisiko* ein.

Energiepolitik im Wirtschaftsgeschehen

Wir haben eingangs darauf hingewiesen, dass bei kräftigem Wirtschaftswachstum eine neue Energiekrise eintreten oder bei fehlendem Wachstum, aber steigender Produktivität die Arbeitslosigkeit zunehmen wird.

In keinem Wirtschaftszweig sind die *längerfristigen Beschäftigungsaussichten so schlecht wie im Baugewerbe*. Ungleich der Uhrenindustrie, die auf neuartige Produkte setzen kann, bleibt die Beschäftigung des Hochbaus an den landesinternen Bedarf gebunden und ist daher stark an die Zunahme der Wohnbevölkerung geknüpft. Diese Zunahme wird in absehbarer Zeit nicht einsetzen, und darauf wird sich das Baugewerbe langfristig ausrichten müssen. Was aber erschwerend für einige Jahre dazukommt, ist ein *Überhang an Gebautem aus den Jahren der überbordenden Hochkonjunktur*, der erst konsumiert werden muss, bevor nur der Ersatzbedarf wieder einsetzt.

Was ist sinnvolle Arbeitsbeschaffung? Im allgemeinen sind es die Investitionen, weil sie durch spätere Verzinsung das ausgegebene Kapital zurückzahlen. Bei verschiedenen Bauinvestitionen der jüngeren Zeit – etwa den Strassenbauten – wird uns aber die *Landschaftszerstörung* und ihr dauernd erforderlicher Unterhalt bewusst. Sinnvolle, unanfechtbare Investitionen, die einen namhaften Arbeitsbeschaffungsbeitrag leisten, sind nicht mehr zahlreich erkennbar.

Was liegt näher, als das energiepolitisch anerkannte Anliegen des *Energiesparens* mit der gesuchten sinnvollen baulich-gewerblichen Arbeitsbeschaffung zu verbinden: eine *umweltschonende Tätigkeit*, die der späteren Generation direkten Nutzen dadurch bringt, dass sie weniger Jahreskosten für Rohenergieimport aufbringen müsste als ohne diese Sparvorkehrungen, und der indirekte Nutzen dadurch, dass beschränkte Naturgüter nicht unnötig verschwendet werden.

Wärmedämmungen an bestehenden Bauten im Zuge von Gebäuderenovationen einbauen würde das Hochbaugewerbe vom Architekten bis zum Reinigungsdienst beleben. *Heizungsanlagen erneuern* und sie zum Teil mit *ergänzenden Energietechniken wie Wärmepumpen und Sonnenenergien* kombinieren, setzt Ingenieure, Apparatebauer und Sanitäre in Bewegung. *Fernwärmeversorgungen* aufbauen zwecks Wärmekraftkopplung wäre eine *Infrastrukturaufgabe*, wie sie frühere Generationen mit Trinkwasserversorgungen gelöst haben. Zu dieser *Wirkungsgradverbesserung* gehörte auch die Erneuerung der bestehenden, zum Teil um die Jahrhundertwende gebauten Wasserkraftwerke. In der Schweiz liegt das Verhältnis von Nutzenergie zu Rohenergie unter 0,5!

Aber auch die *Energieforschung und -entwicklung* ist eine Aufgabe unserer Generation, denn die versiegbaren Energiequellen, vorab das Erdöl, müssen nun durch erneuerbare ergänzt und später ersetzt werden. Dazu gehören nicht nur unsere Wasserkraft und das Brennholz, sondern auch die Sonnenenergie, die Erdwärme, die Müllenergie oder die brennbaren Gase aus biologischen Abfällen. Der Einsatz von Wärmepumpen muss erprobt werden, Wasserstoff als Energieträger untersucht sein und vieles mehr.

Politische Rahmenbedingungen setzen

Viele energiesparende Investitionen liessen sich schon bei heutigen Energiepreisen durch die folgenden jährlichen *Energieminderkosten* verzinsen und abschreiben. Oft sind aber die Nutzniesser nicht auch die Besitzer, etwa im Mietwohnungswesen, und einzelne Massnahmen sind nur kollektiv wirksam, zum Beispiel die Fernwärmeversorgung. Alle diese den Energie-

haushalt verbessernden Massnahmen bleiben heute aus Finanzgründen unberührt. Dem Kanton Zürich fehlt jährlich eine halbe Milliarde Franken für ein ausgeglichenes Budget, dem Bund das Dreifache.

Daher sollen die Mittel für den Anreiz zu energiesparenden Massnahmen als *Abgabe auf importierten Energieträgern* erhoben werden – nicht unähnlich dem Finanzierungsprinzip der Nationalstrassen. Diese Abgabe müsste an den Zweck des Energiesparens und -haushaltens gebunden sein. Sie darf keine neue Finanzquelle des Bundes werden. Es ist auch nicht die Meinung – und kann es mit den wenigen Prozents des Grundpreises nicht sein –, dass über eine Energiesteuer das Wirtschaftswachstum gelenkt würde. Dennoch, die Abgabe steuert, wenn überhaupt, den Markt in gewünschter Richtung: zum sparsameren Energieverbrauch. Zu diesem Zweck habe ich in der Maisession 1977 einen Vorstoss folgenden Inhalts eingereicht:

«Der Bundesrat wird ersucht, raschmöglichst eine Ergänzung der Bundesverfassung oder einen dringlichen Bundesbeschluss dahin vorzuschlagen, dass energiesparende Massnahmen und umweltverträgliche Energiequellen aus einem zweckgebundenen Energiefonds gefördert werden können.

Dieser Fonds soll durch eine Kausalabgabe auf importierten Energieträgern gespiesen werden.»

Wer sich ernsthaft um sinnvolle Arbeitsbeschaffung kümmert, der erkennt, dass dieses Massnahmenpaket im Bereiche des Energiehaushaltes zu den wenigen gehört, die wir verantworten können, weil sie finanziell wie sachlich gerechtfertigt sind. Es sind Arbeiten, die heute geleistet werden sollten wegen der Verknappung des Naturgutes Energie, aber auch Arbeiten, die der nächsten Generation Einsparungen an Energiekosten bringen.

Zusammenfassung

Wir haben erkannt, wie technische Probleme zu gesellschafts- und staatspolitischen werden und dass die künftigen Energieprobleme uns nahezu unlösbar erscheinen. Dennoch können wir heute schon tun, wozu uns die Zeit bei Einfuhrbeschränkungen fehlen wird: energiesparende Massnahmen treffen, die Wirkungsgrade verbessern und umweltverträgliche Energiequellen fördern. Das ist die erstrangige Aufgabe unserer Generation, will sie nicht tatenlos vor dem Energieproblem stehen. Dazu sind Architekten und Ingenieure besonders aufgerufen.

Adresse des Verfassers: Dr. K. Basler, Nationalrat, Basler und Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstrasse 395, 8029 Zürich.

Eigenschaften, Probleme und Entwicklungsmöglichkeiten des Werkstoffs Asbestzement

Von Robert Günthardt, Niederurnen

Asbestzement ist ein Werkstoff, für dessen Herstellung ein besonderes Know-how notwendig ist. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass auch Fachleute, seien es Planer oder Unternehmer, die mit diesem Material arbeiten, seine Eigenschaften und vor allem deren Beeinflussung während des Herstellungsprozesses zu wenig kennen. In diesem Beitrag werden die wichtigsten Merkmale des Asbestzements beschrieben. Auf die Probleme, die sich durch die wetterfeste Einfärbung von Asbestzement-Produkten ergeben, wird nicht eingetreten, da dies den Rahmen des Beitrages sprengen würde.

Anwendungsmöglichkeiten

Asbestzement wird für viele Zwecke, vor allem im Hoch- und Tiefbau, gebraucht. In Form von *Platten*, grösseren oder kleineren Formates, wird er verwendet für die *äussere Dachhaut* und als *Unterdeck*, für *Fassadenverkleidungen* und als *Werkstoff für geformte Produkte wie Gärtnerartikel* usw. *Rohre* aus Asbestzement finden Anwendung bei Wasserversorgungen, Abwasserleitungen, Brückenentwässerungen, Haus- und Grundstückentwässerungen und als Kabelschutzrohre und Mantelrohre für Fernheizleitungen.

Herstellverfahren

Die *Verarbeitung* der verschiedenen Grundstoffe zum Baustoff Asbestzement erfolgt in einem kontinuierlichen Arbeitsablauf, wie er schematisch in Bild 1 dargestellt ist. Bevor der Asbest mit den Zuschlagstoffen vermischt werden kann, muss er *aufbereitet* werden, d.h. die im Anlieferungszustand vorhandenen *groben Faserbündel* müssen zunächst aufgeschlossen werden. Dabei wird versucht, die Faserbündel so

zu zerteilen, dass ein *möglichst gleichmässig geöffneter Asbest* entsteht. Dabei geht man aus wirtschaftlichen Gründen mit dem Aufschluss nicht bis zur Einzelfibrille, die einen Durchmesser von etwa $0,02 \mu$ aufweist, sondern man begnügt sich mit einem Öffnungsgrad von Faserbündeln bis zu einer Dicke von 1μ .

Die *erste Phase* der Asbestaufbereitung erfolgt unter *Zugabe von Wasser im Kollergang*. Der teilweise aufbereitete Asbest wird anschliessend *im Holländer mit Wasser gemischt* und in einer *zweiten Phase* so weit aufgeschlossen, dass er die für die Herstellung notwendigen Anforderungen erfüllt. Dann wird dem *Asbest-Wasser-Gemisch Zement* und je nach Produkt weitere besondere *Zuschlagstoffe* beigegeben und im Holländer vermischt, dass ein homogener, flüssiger Brei entsteht, der in einen Rührbehälter abfliesst. Von dort wird die fabrikationsfertige Mischung in die unter der Produktionsmaschine befindlichen Stoffkasten geschöpft.

Gewichtsmässig setzt sich Asbestzement aus rund 15 Prozent Asbest und rund 85 Prozent Zement und übrigen Zuschlagstoffen zusammen. Zu diesen *festen Grundstoffen* kommt noch ein etwa *zehnfacher Anteil Wasser*.

Im *Stoffkasten* (Bild 2), dem laufend Asbestzementbrei zugeführt wird, rotieren ein oder mehrere hintereinander angeordnete *Siebzylinder*. Das Innere eines jeden Siebzylinders ist seitlich gegen die Stoffkastenwand abgedichtet. Über je eine Öffnung links und rechts in der Stoffkastenwand findet, hervorgerufen durch den Niveauunterschied zwischen dem Asbestzementbrei und dem abfliessenden Überschusswasser, ein ständiger Fluss aus dem Stoffkasten durch den Siebzylinder nach aussen statt. Dabei werden die Feststoffteile – Asbest mit dem anhaftenden Zement – auf dem *Siebmantel* zurückgehalten. Sie werden von dort unter der