

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (1987)

Heft: 2: Im Jahr 2 nach Tschernobyl

Artikel: Die Unsicherheit der Schweiz ist gewährleistet

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-586463>

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: 12.01.2026

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

Die UNSICHERHEIT der Schweiz ist GEWÄHRLEISTET

«... Es ist gar nicht abwegig, im Zusammenhang mit Atomkraftwerken von Sicherheitsphilosophie zu sprechen. Philosophie heisst «Liebe zur Weisheit». Und Liebe zur Weisheit, meine ich, wäre dringend nötig, wenn wir AKWs und die Sicherheit von AKWs anschauen. Ein Vergleich zwischen unseren Reaktoren und dem Tschernobyl-Reaktor ist ziemlich schwierig. Zum ersten gibt es sehr wenig Informationen über die sowjetischen Reaktoren und noch weniger Informationen über deren Sicherheit. Dann: Mit welchem Reaktortyp sollen wir vergleichen - mit dem Druckwasserreaktor, mit dem Lucens-Reaktor, mit dem Siedewasserreaktor, mit dem Schnellen Brüter? Und mehr noch: Es gibt auch Unterschiede innerhalb derselben Typen in der Auslegung der Sicherheitsstandards. Der Sicherheitsstandard der Druckwasserreaktoren von Beznau ist wesentlich tiefer als der von Gösgen. Dasselbe gilt für den Siedewasserreaktor von Mühleberg im Vergleich zu Leibstadt.

Eine weitere Schwierigkeit zeigt sich darin, dass ein objektiver Vergleich gar nicht möglich ist. Es gibt viele bändefüllende Studien über Sicherheit, die sich aber auf einen einzigen Reaktortyp beschränken. Vergleiche, die wissenschaftlichen Anforderungen genügen, gibt es gar nicht. In allen wissenschaftlichen Arbeiten sind subjektive Bewertungen enthalten. Das ist überhaupt nicht vermeidbar. Wer etwas bewertet, ist immer subjektiv. Wie wollen Sie etwa bewerten, ob ein Volkswagen oder ein Opel besser ist? Je nachdem, wen Sie fragen, erhalten Sie eine andere Antwort. Es bleibt uns als einzige Vergleichsmöglichkeit, die sicherheitstechnischen Merkmale der Reaktoren anzuschauen und sie dann zu bewerten. (...)

Im Druckwasserreaktor (Abbildung 1), wie er zum Beispiel in Beznau und in Gösgen betrieben wird, ist im Zentrum der Reaktorkern mit dem Brennstoff. Dieser Brennstoff wird mit Wasser gekühlt, das von unten nach oben durchströmt, seine Wärme abgibt und zum Reaktorkern zurückgeht. Der Dampf für die Turbine wird im Dampferzeuger produziert und zur Turbine geführt. Wesentliche Merkmale dieses Druckwasserreaktors: der riesige Druckbehälter (Wandstärke etwa 25 Zentime-

Wie sicher sind «unsere» Atomkraftwerke im Vergleich zum Tschernobyl-Reaktor? Könnte ein solcher Unfall wie in Tschernobyl auch bei uns passieren? Was ist Sicherheitsphilosophie? Diese Fragen stellte sich Ruedi Bühler, dipl. Masch. Ing. ETH und SES-Stiftungsrat, an der letzten Jahresversammlung der SES im Juni 1986. Sie sind immer noch brandaktuell.

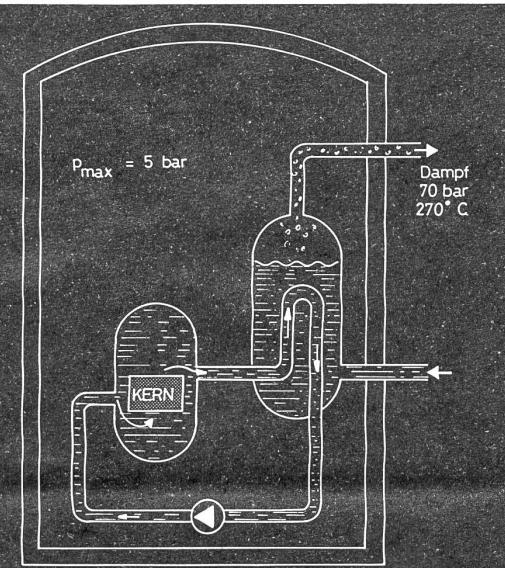


Abbildung 1. Druckwasserreaktor (z. B. Gösgen, Beznau):
Druckbehälter (Versagen → Katastrophe) und grosse Rohrquerschnitte (Versagen → GAU) / hohe Leistungsdichte (100 kW/dm³) / Volldruckcontainment ($p_{max} = 5$ bar)

ter) der den Reaktorkern mit dem Kühlmittel umschliesst. Wenn dieser Druckbehälter birst, dann kann nichts mehr die Katastrophe verhindern.

Ferner haben wir viele Rohre mit sehr grossen Querschnitten. Wenn ein solches Rohr bricht, spricht man von einem GAU, das ist der Grösste Anzunehmende Unfall. Er ist so definiert, dass er von den Sicherheitssystemen gerade noch beherrscht werden kann, ohne dass grössere Mengen von Radioaktivität - wieviel, ist dann wieder umstritten - in die Biosphäre gelangen. Um das zu verhindern, hat man bei uns das sogenannte Volldruck-Containment - den Sicherheitsbehälter, ein Ausdruck, den seit Tschernobyl jedes Kind in der Schweiz von der Propaganda her kennt: Wir haben einen Sicherheitsbehälter, die andern nicht. Und deshalb sind unsere Anlagen sicherer.

Dieser Sicherheitsbehälter ist nicht gegen das Kernschmelzen ausgelegt, sondern er soll den GAU, das heisst das Austreten von Radioaktivität an die Umgebung bei einem Bruch der Kühlmittelleitung, verhindern. Wie sicher und wie gut dieses Containment ist, zeigt seine Belastbar-

keit: Es kann gerade einem Innendruck von fünf bar standhalten, dem Druck also in einer gewöhnlichen Wasserleitung. Ein anderes Merkmal ist die Leistungsdichte. Das ist die Dichte der Energieproduktion pro Volumeneinheit des Kerns. Sie sagt aus, wieviel Energie pro Volumeneinheit produziert wird. In einem Druckwasserreaktor sind das 100 Kilowatt (kW) pro Kubikdezimeter Kernvolumen, das heisst, in einem runden Liter Kernvolumen ist etwa die Energie von hundert Elektrofeli konzentriert.

Der Siedewasserreaktor (Abbildung 2) wie in Leibstadt oder Mühleberg ist etwas anders ausgelegt. Er ist mit einem riesigen Tauchsieder vergleichbar. Der Kern ist, eingetaucht in Wasser, ebenfalls in einem Druckbehälter eingeschlossen. Das Wasser fliest durch den Kern und kühlst den Brennstoff. Ein Teil des Wassers verdampft. Der Dampf wird an die Turbine abgegeben. Auch hier ist der grosse Druckbehälter vorhanden. Sollte er bersten, wären die Folgen gleich katastrophal wie beim Druckwasserreaktor. Auch hier sind die Rohrquerschnitte gross. Bei einem Bruch tritt ebenfalls der GAU ein. Hier ist nun die Wassermenge von der Konstruktion her so gross, dass das Volldruck-Containment wie beim Druckwasserreaktor, das den ganzen Druck des Dampfes aufnehmen könnte, nicht mehr rentiert. Es wird zu teuer. Man hat sich daher mit einem andern System, mit einem Druck-Unterdrückungssystem, beholfen. Wenn die Leitung bricht, Dampf austritt, sich ein Druck aufbaut, dann wird der untere Teil des Wassers im Containment nach unten gedrückt. Der ausgetretene Dampf kondensiert im Wasser. So wird verhindert, dass der Druck im Containment zu gross wird. Auch hier stellt sich wieder die Frage, wieviel denn dieser Sicherheitsbehälter auszuhalten vermag; Auf 1 bar ist er ausgelegt. Das heisst, entsteht ein so grosser Druck wie in einem Autopneu, ist es aus mit dem Containment, dann versagt es. Die mittlere Leistungsdichte, also die Energie pro Kernvolumen, beträgt mit 50 kW pro Kubikdezimeter noch etwa die Hälfte des Druckwasserreaktors.

Zum Tschernobyl-Reaktor (**Abbildung 3**): Die Unterschiede zu den Reaktoren wie in Leibstadt oder Beznau, sind gar nicht so gross. Aber es gibt welche: Der grosse Druckbehälter fehlt, die einzelnen Brennstoffstäbe sind in Druckrohren untergebracht, umgeben von Graphit; und statt in einem grossen Behälter befinden sich die Druckrohre mit getrennten Kühlkreisläufen im Kern. Wenn also eines dieser Rohre bricht, dann braucht das nicht die katastrophalen Folgen zu haben wie beim Druckbehälter. Das Versagen kann örtlich begrenzt bleiben, weil der grosse Teil des Kerns doch noch gekühlt werden kann. (...) Die Leistungsdichte im Tschernobyl-Reaktor ist von der Geometrie her wesentlich tiefer. Sie beträgt vier kW pro Kubikdezimeter Kernvolumen, also nur vier Prozent der Leistungsdichte eines Druckwasserreaktors.

Als Ursache für die mangelnde Sicherheit des Tschernobyl-Reaktors wird immer wieder das Fehlen eines Containments hervorgehoben. Der Tschernobyl-Reaktor jedoch funktioniert bei einem Rohrbruch ähnlich wie ein Siedewasserreaktor: Er hat nicht ein Containment, sondern mehrere Subcontainments. Wenn hier eine Leitung bricht, entweicht der Dampf wie beim Siedewasserreaktor. Damit sich kein Druck aufbaut, wird der Dampf auch hier mit einem ähnlichen Druck-Unterdrückungssystem kondensiert.

Das Reaktorgebäude um und vor allem über dem Reaktor selber kann nach Aussagen der Internationalen Atomenergie-Agentur noch einem Druck von 0.5 bar standhalten.

Wesentlicher Unterschied ist die Kühlmittelumenschliessung, ferner der Druckbehälter statt einzelne Druckrohre und die Leistungsdichte im Kern von 150 kW/l gegenüber 4 kW/l. Diese Unterschiede haben bei einer Störung gewichtige Folgen: Wenn zum Beispiel das Kühlmittel ausfällt, verläuft ein Unfall bei unseren Reaktoren viel schneller. Das gilt auch für den Fall, dass der Reaktor abgeschaltet ist, obwohl dann die Leistung nicht mehr so gross ist.

Gleich gefährlich ist bei allen Reaktortypen das Kernschmelzen. Wenn das Kühlmittel um den Brennstoff verloren geht und wenn die Sicherheitssysteme versagen, kommt es zum Kernschmelzen. Dann sind Unterschiede in Sicherheitsbehälter und Reaktorgebäude nicht mehr so bedeutend. Die Unterschiede zwischen Leibstadt mit 1 bar gegen Gösgen mit 5 bar sind jedenfalls grösser als gegenüber Tschernobyl mit 0.5 bar. Leibstadt

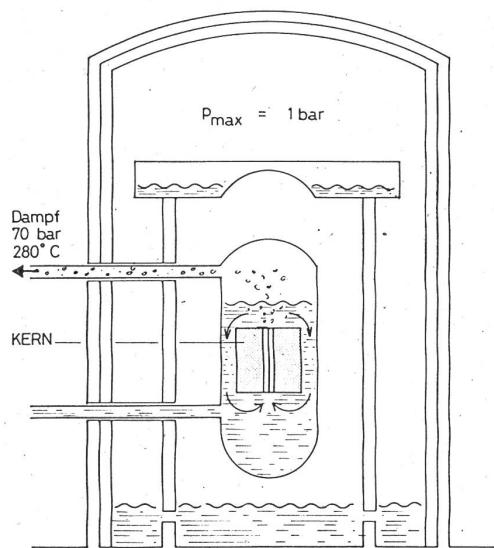


Abbildung 2. Siedewasserreaktor (z.B. Mühlberg, Leibstadt): Druckbehälter (Versagen → Katastrophe) und grosse Rohrquerschnitte (Versagen → GAU) / mittlere Leistungsdichte (50 kW/dm^3) / Containment mit Druckunterdrückung; Kondensation ($p_{\max} = 1 \text{ bar}$)

und Tschernobyl sind diesbezüglich sehr ähnlich.

Was geschieht nun bei einer Kernschmelze, die ja bei jedem wassergekühlten Reaktor möglich ist? Die Sicherheitssysteme können eine Kernschmelze nicht mehr beherrschen. Dafür sind sie nicht ausgelegt. Es kommt ja erst zur Kernschmelze, wenn die Sicherheitssysteme versagen. Ein ganz wesentlicher Punkt dabei ist die Unvorhersehbarkeit des Ablaufs. Was genau geschieht, ist zuwenig bekannt. Der Verlauf hängt von unvorhersehbaren Ereignissen ab. Er war glimpflich in Harrisburg, wo man um ein paar Minuten an der grossen Katastrophe vorbeikam. Er war katastrophal in Tschernobyl.

Bei einer Kernschmelze entsteht eine glühende, mehrere tausend Grad heiße Lava, die sich durch alles durchfrisst, durch den Stahlbehälter, durch alle Betonfundamente und, falls die Kernschmelze nicht gestoppt werden kann, auch durch den Erdboden. Darüber, was dann geschieht, hat bislang noch keine Studie etwas ausgesagt. Die Aussage zum Beispiel für den Gösgen-Reaktor beschränkt sich auf die Feststellung, dass es etwa zwei drei Tage dauert, bis alle Fundamente durchgeschmolzen sind.

Sehr wichtig beim Kernschmelzen ist, dass Explosionen möglich sind. Der Sicherheitsbehälter ist jedoch nicht gegen Explosionen ausgelegt. Alle Barrieren brechen mit der Zeit durch die Lava und durch die Druckverhältnisse, die entstehen können. Ob ein Druckbehälter 5 bar, 1 bar oder 0.5 bar aushält, spielt dann keine Rolle mehr. Ein Unfallverlauf lässt sich durch die Unvorhersehbarkeit des Geschehens nicht genau bestimmen. Es lässt sich lediglich eine unter vielen anderen möglichen Varianten berechnen. Aussagen über den Unfallverlauf sind also reine Spekulation.

Wie wird nun eine Kernschmelze verhindert? Erstens durch konstruktive Sicherungen. Einige habe ich aufgeführt, zum Beispiel als Vorteil in Tschernobyl Druckrohre statt Druckbehälter, kleine Leistungsdichte. Ein wesentlicher negativer Punkt ist dagegen der positive Blasen-Koeffizient, der bei der Katastrophe wahrscheinlich eine Rolle gespielt hat. Im weiteren sollen die Sicherheitssysteme eine Kernschmelze verhindern, zum Beispiel indem sie den Reaktor in gefährlichen Situationen abschalten, eventuell, bei einem Leitungsbruch, die Notkühlung einschalten. Dazu kommt das Notstromsystem. Und das Containment soll verhindern, dass Radioaktivität austritt.

Wie sieht das im Tschernobyl-Reaktor aus? In bezug auf ein Abschalten kann ich mir gut vorstellen, dass die Sicherheitsanforderungen nicht so gross waren wie bei uns. Es soll aber noch einmal betont werden, dass auch unsere Reaktoren sehr unterschiedliche Sicherheitsstandards haben. Notkühlung und Notstromversorgung würde ich ungefähr gleich bewerten. Auch in Tschernobyl sind mehrere Notkühlsysteme und mehrere Notstromdiesel vorhanden. Über das Containment habe ich bereits gesprochen. Diese Sicherheitssysteme können versagen und haben schon mehrere Male versagt. Kernschmelzen ist möglich und führt zur Zerstörung unserer Lebensgrundlagen.

Sind die Folgen eines Kernschmelzens bei uns kleiner? Der Zürcher Regierungsrat hat dies mit Verweis auf den Sicherheitsbehälter eindeutig bejaht. Doch so lange in dieser Aussage das Wörtchen «kann» fehlt, ist dies reine Spekulation. Denn das Containment kann nicht nutzen. Es kann aber auch schaden, zum Beispiel bei einer Explosion oder bei der Unfallbe-

Dieser Artikel erschien in «Tschernobyl – Mahnmal und Chance» über Risikopolitik, Reaktorsicherheit, Widerstandsrecht, Ethik und Energiepolitik. 80 S. für Fr. 10.– bei der SES erhältlich.

«Welche Angst schottet jene jungen Männer so zuverlässig ab? Eine Angst, die so immens sein muss, dass sie lieber das Atom <befreien> als sich selbst...»

kämpfung. Der Vizedirektor des Instituts für Kernenergie in Moskau, Valery Legasow, meinte, dass ein Containment in Tschernobyl für die Umwelt vielleicht noch gefährlicher gewesen wäre. Warum? Die Stahl- und Betonkonstruktion desContainments hält 1 bar aus. Wobei anzumerken ist, dass der Beton gar nicht für den Innendruck, sondern gegen Einwirkungen von aussen ausgelegt ist. Wenn es also von innen zu einer Zerstörung des Stahlmantels gekommen und der Beton weggeflogen wäre, dann hätten diese Brocken sehr wohl die drei anderen Tschernobyl-Reaktoren zerstören können. Das ist Legasows Meinung.

Ich sehe noch eine weitere Gefahr für die Unfallbekämpfung. Bei der Explosion ist der obere Teil des Tschernobyl-Reaktors weggeflogen. Das Kernschmelzen wurde in der Folge dadurch bekämpft, dass der Reaktor mit 5000 Tonnen Material, Sand, Blei, Beton usw., zugedeckt worden ist. Wenn beispielsweise in Gösgen, dessen Containment 5 bar aushält, die Kuppel gerissen wäre, dann hätte man den Reaktor auch mit 20000 Tonnen Material nicht abschliessen können. Ein weiteres Risiko bei uns ist die grössere Leistungsdichte, was das Kernschmelzen beschleunigt hätte. In Tschernobyl konnte das Kernschmelzen gestoppt werden, noch bevor das Fundament durchgeschmolzen war.

Ich zweifle, ob dies bei uns möglich gewesen wäre. (...)

Ich meine: Die erste Frage, wie sicher sind unsere Atomkraftwerke, ist falsch gestellt. Die Frage muss heißen: Brauchen wir AKWs zum Überleben? Sind sie nötig? Ist unsere Existenz ohne AKWs derart bedroht, dass in zehn Jahren kein Überleben mehr möglich wäre? Bejahe ich diese Frage, dann verstehe ich die Denkweise unserer Kernenergiefürwor-

ter, unserer Kernphysiker und Kerningenieure. Dann muss ich auch alles daran setzen, die AKWs möglichst sicher zu bauen. Denn ohne AKWs könnte ich – bei dieser Denkweise – sicher nicht überleben. Mit AKWs könnte ich dann vielleicht, wenn alles gut geht, noch überleben. Die Antwort aber kann auch lauten: Wir brauchen keine AKWs. Ich bin überzeugt: Wir können ohne AKWs leben. Unter dieser Bedingung, meine ich, sollten wir nicht mehr über Wahrscheinlichkeiten diskutieren. Wenn eine Katastrophe möglich ist, die unsere Lebensgrundlagen zerstört, und wir Atomkraftwerke nicht zum Überleben brauchen, dann ist es unverantwortlich, eine solche Technologie überhaupt anzuwenden.

(...) Ich habe schon mehrmals angetönt, und der Bundesrat hat es auch bestätigt: Beznau und Mühleberg sind technisch veraltet. (...) Man sollte diese AKWs gar nicht mehr betreiben. Wir können sie stilllegen, statt nachrüsten. (...)

Es ist dringend nötig, die Forderung nach dem Ausstieg sofort durchzusetzen. Wenn es uns gelingt, diese ersten Schritte einzuleiten, dann, glaube ich, ist die Liebe zur Weisheit doch noch zu einem Sieg gekommen.

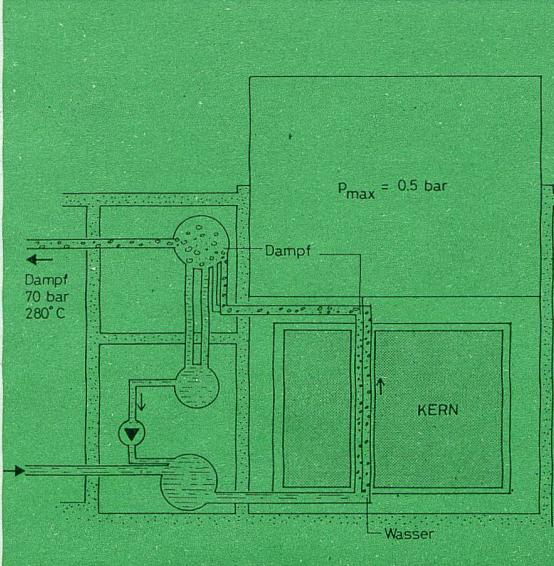


Abbildung 3. Tschernobyl-Reaktor:
Einzelne Druckröhren und separate parallele Kühlkreisläufe (Versagen – örtlich relativ begrenzt) / tiefe Leistungsdichte (4 kW/dm^3) / Druckkammern mit Druckunterdrückungssystem; Kondensation ($p_{\text{max}} = 0.5 \text{ bar}$)

Kritiker, nicht AKWs sind die Sicherheitsrisiken!

Obwohl Risikoanalysen für AKWs am eigentlichen Problem – dem der AKW-Verhinderung – vorbeigehen, sind sie als Schwachstellenanalysen durchaus zu begrüssen. Für vier von fünf Reaktoren in der Schweiz gibt es solche Studien, wobei die für Beznau I und II eine 100mal geringere Sicherheit angibt als für Gösgen oder Leibstadt (siehe E+U 4/86, Seite 18).

Auf Anfrage der SES bestätigte Roland Naegelin, Direktor der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), die Angaben des «Sonntags-Blick» vom 26.10.1986. Danach kommt es in Beznau einmal in 588 Jahren zu einer Kernschmelze. «Inzwischen dürften» laut Naegelin «diese Zahlen aber überholt sein, da im Rahmen der Endbereinigung der Studie eine Reihe von zu pessimistischen Annahmen korrigiert wird.»

Ruedi Bühler findet sie ebenfalls überholt – allerdings weil sie zu optimistisch ausgelegt seien: Terrorismus und menschliches Versagen werden im Gegensatz zu bundesdeutschen Studien nicht berücksichtigt. Auch so ist die Wahrscheinlichkeit, dass während der 30jährigen Betriebs-

dauer von Beznau ein Kernschmelzunfall eintritt, so gross, wie wenn man aus einem Kartenspiel von 21 Karten den Schwarzen Peter zieht.

Schlimm genug! Doch für das AKW Mühleberg befürchten die Betreiber noch grössere Risikozahlen, weshalb sie bis vor kurzem eine Studie hintertreiben konnten. Die HSK hat nun aber endlich genug Druck aufgesetzt bei der Besitzerin, der Bernischen Kraftwerke AG (BKW), dass eine Analyse «zurzeit vorbereitet» wird. Übrigens hat schon Anfang der siebziger Jahre ein Mitglied der US-amerikanischen Atomenergiebehörde gefordert, dass Reaktorsysteme nach der Art von Mühleberg abgestellt werden (siehe auch WoZ, 13.2.1987).

Offenbar werden Nachrüstungsbeträge für die alten AKWs Mühleberg und Beznau in der Höhe von mehr als 100 bzw. 500 Millionen Franken ausgeschüttet, ohne dass genau bekannt ist, wo eigentlich nachgerüstet werden soll. (Auch bei Beznau wird das Containment-Verhalten nämlich erst untersucht.) Genaue Angaben lassen sich nicht machen, da die Stu-

dien von den AKW-Betreibern in Auftrag gegeben und bezahlt werden. Und Privatbesitz ist natürlich nicht öffentlich zugänglich!

Überhaupt ist es die AKW-Lobby, die sagt, wo's lange geht. So wurde Ruedi Bühler nicht in die Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) aufgenommen, weil er ein «Sicherheitsrisiko» wäre. Die Überwachungsbehörde ist nämlich darauf angewiesen, dass ihr die AKW-Betreiber von sich aus Informationen liefern (siehe Mühleberg-Panne vom vergangenen September). Das geht aber nur, wenn laut Naegelin von der HSK «ein Vertrauensverhältnis» besteht. Wenn Bühler in der Kommission drin wäre, bestünde es offenbar nicht mehr.

Bezüglich Mühleberg kann die Forderung nur die sein: Solange keine systematische Schwachstellenanalyse der Öffentlichkeit vorliegt, muss das AKW abgestellt bleiben. Das würde übrigens die Landesversorgung in keiner Weise beeinträchtigen: Mühleberg produziert im – kritischen – Winter weniger, als Atomstrom exportiert wird.