

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 108 (1990)  
**Heft:** 33-34

**Artikel:** Kernenergie: "Sicherheit" und "Risiko": ein Beitrag zur Risikobeurteilung der Kernenergie  
**Autor:** Meyer, Ludwig  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77488>

### **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:** 15.01.2026

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

## Sicherheit und Risiko

# Kernenergie: «Sicherheit» und «Risiko»

Ein Beitrag zur Risikobeurteilung der Kernenergie

Der kürzlich in dieser Zeitschrift erschienene Artikel von R. Bühler: «Kernenergie und Risiko» hat den

VON LUDWIG MEYER,  
ZOLLIKON

Schreibenden veranlasst, zu einigen der aufgeworfenen Fragen Stellung zu nehmen. Es soll dabei weniger darum gehen, auf viele der zum Widerspruch reizenden Punkte im einzelnen einzugehen. Vielmehr werden im folgenden einige *grundsätzliche Aspekte* betrachtet, die mit der Risikobeurteilung der Kernenergie in Zusammenhang stehen. Hierbei geht es um die nachfolgend behandelten Themenkreise. Der Schreibende ist Befürworter einer verantwortungsvollen Kernenergienutzung; er hofft, hiermit einen kleinen Beitrag zur Entkräftung der gegenwärtigen Energiediskussion leisten zu können.

### Was ist «Sicherheit», und was will sie?

Zur Diskussion um die Kernenergie der letzten Jahre will es scheinen, dass in der Öffentlichkeit oft unklare Vorstellungen darüber bestehen, was unter dem Begriff «Sicherheit» eigentlich gemeint ist. Dies sieht man, wenn der Begriff «Schutz» mit ins Spiel gebracht wird: Ein technischer Prozess wie die Energiegewinnung aus Kernspaltung birgt Gefahren in sich, sie kann aber durchaus «sicher» sein, wenn hierbei so wirksame Schutzmassnahmen angewandt werden, dass mögliche schädliche Auswirkungen von Mensch und Umwelt ferngehalten werden. Hieraus ergibt sich, dass man im Grunde keine generelle Aussage über die Sicherheit oder Unsicherheit der Kernenergie machen kann. Vielmehr geht es darum, dass jede einzelne kerntechnische Anlage einen unter allen denkbaren Umständen wirksamen Schutz vor schädlichen Auswirkungen (in Form grösserer Aktivitätsfreisetzungen) bieten sollte.

Spätestens anlässlich des Tschernobyl-Unfalls ist klar geworden, dass infolge der jahrzehntelangen Trennung zwischen Ost und West sich bei der Kern-

energienutzung – die ja eine «Nachkriegstechnologie» ist – z.T. gravierende Unterschiede bei den Schutzprinzipien und Schutzmassnahmen entwickeln konnten. Wir werden hierauf später zurückkommen. Es ist daher wichtig und war notwendig, dass die gegenwärtigen politischen Umwälzungen in der UdSSR und dem ehemaligen Ostblock zu einem sprunghaften Anstieg der sicherheitsgerichteten Kontakte und der Bemühungen geführt haben, durch internationale Zusammenarbeit ein vergleichbares Sicherheitsniveau zu erreichen.

Man sollte hier auch kurz erwähnen, was «Sicherheit» nicht ist, nicht sein will und nicht sein kann, nämlich das Unmöglichmachen jeglichen technischen Versagens von Systemen oder Komponenten einer Anlage. Im Gegenteil, es ist einer der Grundsätze der Schutzmassnahmen, davon auszugehen, dass solche Systeme oder Komponenten versagen können und dass dann trotzdem das Schutzziel der Rückhaltung von Aktivität eingehalten werden muss. Hierbei geht es um Auslegungsprinzipien wie Redundanz (mehrfaches Vorhandensein) und Diversität (Verschiedenartigkeit) von Komponenten und Systemen. Der breiten Öffentlichkeit scheint dieser Grundsatz immer noch unvertraut zu sein, wie die ängstlichen Reaktionen bei jeder technischen Störung in einem Kernkraftwerk zeigen. Man scheint zu glauben, dass es diesmal nur «zufällig» noch gut gegangen sei, während in Wirklichkeit die vorbereiteten Schutzmassnahmen gegriffen haben.

### Was leisten numerische Risikoanalysen, und wo liegen ihre Grenzen?

Numerische Risikoanalysen für Kernkraftwerke werden seit den 70er Jahren durchgeführt. Eine Pionierleistung auf diesem Gebiet war die «Rasmussen-Studie» in den USA [1]. Seither wurden in mehreren Ländern weitere solche Studien durchgeführt. Besonders bekannt ist die Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke mit ihren Phasen A [2] und B [3].

### Worauf beruhen diese Studien, und was ist ihr Nutzen?

Es handelt sich hier um probabilistische Analysen, mit denen versucht wird, auf der Basis von Ausfallwahrscheinlichkeiten von Systemen und Komponenten – und seien diese auch noch so klein – das Verhalten einer Anlage auch bei unwahrscheinlichen Störfallabläufen zu untersuchen.

Zu Beginn dieser Entwicklung, bei der Rasmussen-Studie [1], ging es hauptsächlich darum, die absolute Höhe des Risikos eines Kernkraftwerks zu ermitteln, um dieses mit dem Risiko anderer technischer Werke und verschiedener Naturereignisse vergleichen zu können. Die Resultate, ausgedrückt als Produkt von Schadenshäufigkeit mal Schadensgrösse, waren für das betrachtete Kernkraftwerk – einen amerikanischen Leichtwasserreaktor – sehr günstig. Trotzdem muss man feststellen, dass sie kaum dazu beigetragen haben, einen Konsens bei der Risikobeurteilung der Kernenergie herbeizuführen. Sie wurden sowohl von deren Anhängern als deren Gegnern als Waffen benutzt: Die Anhänger argumentierten mit den extrem kleinen Eintrittswahrscheinlichkeiten schwerer Schäden, die Gegner mit dem Schadensausmass.

Heute werden die Methoden der *probabilistischen Risikoanalyse (PRA)* hauptsächlich dazu benutzt, die Sicherheitsreserven einer Anlage zu untersuchen. Man spricht daher auch von *probabilistischer Sicherheitsanalyse (PSA)*. Diese besteht in einer systematischen Analyse der Anlage und ihres Verhaltens bei an sich unwahrscheinlichen Fehler- und Versagenskombinationen. Hierdurch können durch allfällige gezielte Massnahmen die Sicherheitsreserven erhöht werden. Umgekehrt können durch solche Analysen aber auch Mittel und Wege aufgezeigt werden, um die bestehenden Sicherheitsreserven noch besser auszunutzen.

Hierbei geht es um folgendes: Die Schutzmassnahmen westlicher Kernkraftwerke gegen Störfälle beruhen – neben den mehrfachen passiven Barrieren zur Rückhaltung von Radioaktivität – auf dem automatischen Wirksamwerden der aktiven Schutzsysteme wie z.B. der verschiedenen Notkühlsysteme zur Aufrechterhaltung der Kernkühlung. Wird nun postuliert, dass infolge von äusserst unwahrscheinlichen Fehler- und Versagenskombinationen die automatischen Schutzsysteme nicht mehr ausreichen würden, um Schäden am Reaktorkern zu verhindern, so kön-



nen durch den Einsatz anderer Systeme oder durch weitere gezielte Massnahmen der Betriebsmannschaft solche Schäden doch noch verhindert werden. Es war eine der hauptsächlichen Zielsetzungen und ein Verdienst der oben erwähnten Studie [3], hier verschiedene Möglichkeiten systematisch zu untersuchen. Schliesslich kann man noch weitergehen und nach Mitteln und Wegen suchen, um selbst bei postulierten schweren Kernschäden schädliche Auswirkungen auf die Umgebung weitgehend zu verhindern. Auf diesen Aspekt werden wir noch zurückkommen.

### Wo liegen nun die Grenzen der numerischen Analysen?

PRA bzw. PSA sind heute anerkannte und nützliche Instrumente, um – zusammen mit dem allgemeinen technischen Fortschritt – die Schadensvorsorge bei Kernkraftwerken immer weiter auszubauen. Man sollte sich aber darüber klar werden, was diese «Zahlen-spiele» nicht können, nämlich:

- Es lassen sich damit keine allgemein gültigen Aussagen über die Sicherheit bzw. die Risiken der Kernenergie machen. Die Resultate gelten immer nur für eine bestimmte Anlage; generellere Aussagen sind allenfalls für vergleichbare Anlagen ähnlichen Typs möglich. Tschernobyl ist hierfür ein schlagendes Beispiel. In den Augen eines Teils der Öffentlichkeit schien Tschernobyl zu beweisen, dass es mit der verschwindend kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit schwerer Unfälle auch bei unseren Reaktoren nicht allzu weit her sein könne. In Wirklichkeit handelte es sich beim Tschernobyl-Reaktor um ein ganz anderes Reaktorkonzept, dessen sicherheitstechnische Mängel auch ohne PRA klar erkennbar sind. Wir werden hierauf zurückkommen.
- Es lassen sich hiermit sogar für die untersuchte Anlage keine schlüssigen und umfassenden Aussagen über den konkreten Sicherheitsstand machen. Die ständige Wirksamkeit der Schutzmassnahmen und der Abwehrbereitschaft gegen schwerwiegende Störfallabläufe basiert auf ganz anderen, viel handgreiflicheren Fundamenten als numerischen Analysen, wie nachfolgend diskutiert wird.

### Was macht unsere Kernkraftwerke «sicher»?

Die Sicherheit unserer Kernkraftwerke – d.h. ihr Schutzvermögen vor Radioaktivität – beruht auf folgender Basis:

- *Angewandte Technik*: Die in der Schweiz gebauten Leichtwasserreaktoren in den beiden Varianten Druckwasserreaktor (Beznau 1 und 2, Gösgen) und Siedewasserreaktor (Mühleberg, Leibstadt) sind weltweit vielfach erprobt. Ihr sicherheitstechnisches Verhalten wird seit Jahren von vielen Stellen (den verschiedenen Herstellern, Betreibern, Sicherheitsbehörden und Forschungsinstitutionen) genau untersucht. Informationen über vorkommende Betriebsstörungen und Störfälle werden international ausgetauscht und analysiert, und etwaige Lehren werden gezogen.
- *Qualität und Qualitätssicherung* beim Bau der Anlagen und bei den Inspektions- und Wartungsarbeiten während der jährlichen Stillstandsperiode
- *Betriebsmannschaft* mit hohem Ausbildungsstand und Training auf störfallgerichtetes Verhalten, inklusive Training am Störfallsimulator
- *Nachrüstungen* gemäss dem technischen Fortschritt.

Es lässt sich leicht einsehen, dass diese Aspekte und ihr Zusammenspiel, welche unsere kerntechnische «Sicherheitskultur» ausmachen, nicht durch einzelne Zahlen von Risikostudien erfasst werden können. Auch gibt es bei den letzteren Ermessensspielräume, indem z.B. die auf der Basis von Ausfallstatistiken angenommenen Ausfallwahrscheinlichkeiten von Komponenten durch eine gute, vorbeugende Wartung faktisch beeinflusst werden können.

Die Sicherheit unserer Kernkraftwerke beruht damit auf einer viel breiteren Basis, einem *tiefgestaffelten Schutzkonzept*, dessen Wirksamkeit von unseren Sicherheitsbehörden ständig überprüft wird. Als Ingenieur kann man daher unserer Meinung nach nur zu dem Schluss kommen, dass die Eintretenswahrscheinlichkeit schwerer Störfälle bei unseren KKW in der Tat ausserordentlich gering ist.

Spätestens seit Tschernobyl wissen wir aber, dass wir hier mit unseren Überlegungen und Schutzmassnahmen nicht stehenbleiben dürfen, da weite Teile der Öffentlichkeit nicht bereit sind, die Möglichkeit eines schweren Reaktorunfalls mit grösserer Aktivitätsfreisetzung – und wäre diese Möglichkeit auch so klein wie ein grosser Meteorabsturz auf die Erde – zu akzeptieren. Die Gründe hierfür sind bekannt und bilden das Herzstück der Kernenergiediskussion: Ängste vor dem Unbekannten, Angst vor Strahlung, Angst vor genetischen Schäden an unseren Nachkommen usw. Der Verlauf des Tschernobyl-

Unfalls mit dem rund 10tägigen Brand des riesigen Grafitreflektors (eine Eigenheit, die bei unseren Leichtwasserreaktoren nicht auftreten kann) hat das ihre zu diesen Ängsten beigetragen: Die austretende Aktivität wurde durch die Thermik des Brandes in Höhen transportiert, die die anschliessende weiträumige Verfrachtung über weite Teile Europas ermöglichten. Hierbei entstand der Eindruck eines globalen Ereignisses, auch wenn die Auswirkungen bei uns faktisch sehr gering waren. In gewissen Gebieten der westlichen UdSSR ergab sich hierdurch aber eine Bodenkontamination mit längerlebiger Aktivität, die auch heute noch Massnahmen erfordert, um die langfristige Strahlungsdosis der dortigen Bevölkerung zu begrenzen. Eine solche Kontamination ist auch in den Augen der Kerntechniker ein tragisches Ereignis, das es mit allen verfügbaren Mitteln zu verhindern gilt.

### Welcher Weg kann hier beschritten werden?

Zunächst liegt bei uns und weltweit nach wie vor und mit guter Begründung das Hauptgewicht auf den Schutzmassnahmen zur *Verhütung* von Ereignisabläufen, die sich zu schweren Unfällen auswachsen könnten. Hier werden z.B. verbesserte Informationshilfen für die Betriebsmannschaft über den sicherheitstechnischen Zustand der Anlage unter Benützung moderner Informatiktechnologie bereitgestellt.

Parallel hierzu werden in mehreren Ländern und auch bei uns Schutzmassnahmen getroffen, um auch im äusserst unwahrscheinlichen Fall eines schweren Unfalls mit Beschädigung des Reaktorkerns die in die Umgebung freigesetzte Aktivität zu begrenzen. Es geht also – mit anderen Worten – darum, von den beiden Faktoren des Risikobegriffs, Eintrittshäufigkeit und Schadensausmass, auch den *zweiten Faktor* gezielt zu reduzieren. Der Weg hierzu ist durch den Aufbau unserer KKW, bei denen der gesamte Nuklearteil von einem Sicherheitsbehälter (englisch Containment) umschlossen ist, vorgezeichnet. Es gilt, die Integrität dieses Sicherheitsbehälters, welcher als vorletzte der mehrfachen Barrieren zwischen den radioaktiven Substanzen im Inneren der Reaktorkern bildenden Brennelemente und der Umgebung schon immer eine wichtige sicherheitstechnische Funktion gespielt hat, auch bei schweren Unfallabläufen zu bewahren. Der Unfall im KKW Three Mile Island (Harrisburg) 1979 war in diesem Zusammenhang – wenn man von den psychologischen Auswirkungen und dem Verlust der Anlage einmal absieht – für die Kerntechniker



ermutigend, da bei diesem schweren Ablauf mit teilweisem Kernschmelzen im Reaktordruckgefäß das Containment seine Aufgabe der Aktivitätsrückhaltung voll erfüllt hat.

Die bei uns vorgesehenen Massnahmen sollen sogar bei noch schwereren Abläufen mit Durchschmelzen des Reaktordruckgefäßes die Belastungen des Containments so beschränken, dass seine Integrität nicht gefährdet wird. Hierfür werden neben anderen Massnahmen Einrichtungen für die gefilterte Druckentlastung vorgesehen, welche nur im Fall des Eintretens von schweren Unfallsituationen, und hier auch erst beim Erreichen eines gewissen Containmentdrucks, zum Einsatz kommen würden. Hierdurch würde die Aktivität im Inneren des Containments im wesentlichen von diesem zurückgehalten und nicht in die Umgebung freigesetzt.

### Was ist aus «Tschernobyl» abzuleiten?

In der öffentlichen Diskussion spielt der schwere Unfall von Einheit 4 der Reaktoranlage Tschernobyl vom 26. April 1986 begreiflicherweise immer noch eine grosse Rolle. In der Folge wurden der Unfallhergang und die Unfallursachen weltweit untersucht. Die grundlegenden Fakten wurden von den Russen selbst zur Verfügung gestellt [4], es handelt sich hier um den ersten, denkwürdigen «Dammbruch» bei der Informationsübermittlung an den Westen, ermöglicht durch Glasnost und Perestroika.

Bühler hat in seinem zu Anfang dieses Beitrags erwähnten Artikel behauptet, die Aussage unserer Sicherheitsbehörden und KKW-Betreiber betreffend der höheren Sicherheit und dem dementsprechend viel tieferen Risiko unserer KKW im Vergleich zum Tschernobyl-Reaktor sei eine subjektive Beurteilung, die zahlenmässig nicht belegt werden könne. Dem müssen wir energisch widersprechen. Zusätzlich zu den russischen Angaben [4] sind weltweit umfangreiche numerische Analysen des Unfallhergangs gemacht worden [5]. Die Russen haben die sicherheitstechnischen Schwächen der verunfallten Anlage, eines Reaktors vom Typ RBMK, selber zugegeben, und die bei den anderen RBMK-Anlagen seither getroffenen Gegenmassnahmen sind genau auf die Behebung der gravierendsten Mängel gerichtet. Eine systematische probabilistische Risikoanalyse ist bisher für den RBMK zwar noch nicht gemacht worden; aus dem Fehlen einer solchen Analyse aber auf vergleichbare

Sicherheit mit unseren KKW schliessen zu wollen, ist absurd, wenn die Unterschiede derart offenkundig sind. Wir möchten hier nur die wesentlichsten Fakten in Erinnerung rufen.

Beim verunfallten Reaktor RBMK, einem aus der Frühzeit der russischen Reaktorentwicklung stammenden Reaktorkonzept, das ausser in der UdSSR nirgends auf der Welt existiert, handelt es sich um einen grafitmoderierten, wassergekühlten Druckrohrreaktor, dessen Aufbau und sicherheitstechnisches Verhalten sich wesentlich von dem unserer wassermodierten und -gekühlten Leichtwasserreaktoren (LWR) unterscheiden. Die wichtigsten sicherheitstechnischen Mängel zur Zeit des Unfalls waren die folgenden:

□ Positiver Dampfblasenkoeffizient der Reaktivität über weite Betriebsbereiche, hierdurch: Unterhalb 20% Reaktorleistung positiver Leistungskoeffizient der Reaktivität, d.h. Reaktorleistung hat Tendenz zum Durchbrennen, inhärent gefährliches und instabiles dynamisches Verhalten. Dieser Betriebsbereich war für Teillastbetrieb verboten.

□ Im Verhältnis zu den Reaktoreigenschaften zu langsam wirkende Abschaltung durch die Regelstäbe; kein schnelles Abschaltsystem für Notfälle.

□ Gefährliche Konstruktion der Regelstäbe: Bei vollausgefahrenen Stäben positiver Reaktivitätsschub («positiver Scram-Effekt») beim Einfahren, wenn axiale Leistungsverteilung ihr Maximum nahe der Kernunterseite hat. (Diese Konfiguration lag zu Beginn des Unfalls vor.)

□ Rasch wirkende Notkühlsysteme erforderlich: Beim grössten angenommenen Kühlmittelverluststörfall muss Schnelleinspeisung innerhalb von 3,5 Sekunden in Betrieb sein.

□ Kein integraler Sicherheitsbehälter zur Rückhaltung von Radioaktivität bei Störfällen wie bei westlichen LWR üblich.

□ Vorhandenes Teil-Containment deckt Raum oberhalb des Reaktors nicht ab; zu enge (optimistische) Auslegungsbasis bezüglich angenommener Störfälle; bei grösseren (als den angenommenen) Störfällen praktisch kein Schutz gegen Freisetzung von Radioaktivität.

□ Mechanische Stabilität des Kernaufbaus und Hauptkühlsystems bei gewissen Störfällen nicht gewährleistet; Gefahr einer Schadensausbreitung.

□ Durch die Kombination von Grafitmoderator und Wasserkühlung chemisches Gefahrenpotential hinsichtlich Brand/Explosion brennbarer Gase im

Kernbereich bei auslegungsüberschreitenden Störfällen.

□ Keine technischen Massnahmen gegen menschliche Fehlhandlungen.

Der Unfall entstand als Folge eines Versuchs, bei dessen Vorbereitung die Betriebsmannschaft den Reaktor im verbotenen Leistungsbereich (bei 7% Leistung) in einen für diesen Reaktor gefährlichen Ausgangszustand brachte. Beim Unfallablauf handelte es sich um eine extrem schnelle und grosse Zunahme der Reaktorleistung, eine sogenannte Leistungsexkursion. Die Unfallursache lag in einer Kombination von menschlichem Fehlverhalten der Betriebsmannschaft mit mehreren der oben erwähnten sicherheitstechnischen Mängel, insbesondere den ersten drei und dem letzten Punkt.

### Was ist hieraus abzuleiten?

Die Analyse des Unfallhergangs hat ergeben, dass bei dessen Zustandekommen wesentliche Elemente der im Westen üblichen «Sicherheitskultur» nicht vorhanden waren. «Tschernobyl» steht daher nicht nur für ein in mehrerer Hinsicht gefährliches Reaktorkonzept, sondern ebenso für elementare Mängel der Betriebsorganisation, der Verantwortlichkeiten und des Ausbildungsstands der Betriebsmannschaft sowie der Überwachung durch die Sicherheitsbehörden.

Für unsere Kernkraftwerke lässt sich hieraus ohne Überheblichkeit ableiten, dass man mit dem bereits verfolgten, tiefgestaffelten Schutzkonzept auf dem richtigen Weg ist, um auch in Zukunft das Zustandekommen von schweren Unfallsituationen zu verhindern.

### Was ist bei einer Risikobewertung der Kernenergie heute zu berücksichtigen - auch in der Schweiz?

Nachfolgend geht es uns darum, aufzuzeigen, welche Aspekte nach der Meinung vieler Kernenergiebefürworter bei der Risikobeurteilung der Kernenergienutzung berücksichtigt und gegeneinander aufgewogen werden müssen. Vieles davon mag dem Leser vertraut klingen, ja er mag es als «Schlagworte» abbuchen. Wir hoffen, dem sei nicht so. Auch und gerade wir, Befürworter einer verantwortungsbewussten Kernenergienutzung, sind als Mitmenschen und Mitbürger dazu verpflichtet, die Dinge ständig aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und damit auch die ethische und soziale Berechtigung dieser Energienutzung ständig zu hinterfragen und Meinungen auszutauschen [6].



Ein erster Aspekt, den wir schon eingangs erwähnt haben, ist der, dass es bei der weltweiten Sicherheit der Kernenergie darum geht, dass jedes einzelne – westliche wie östliche – Kernkraftwerk über genügend wirksame Schutzmassnahmen im Sinne des vorher erwähnten tiefgestaffelten Schutzkonzepts verfügen muss, um grössere Aktivitätsfreisetzungen nach menschlichem Ermessen ausschliessen zu können. In dieser Hinsicht hat Tschernobyl gezeigt, dass z.B. im europäischen Osten wegen des jahrzehntelangen eisernen Vorhangs ein Nachholbedarf besteht, der so schnell wie möglich aufgeholt werden muss.

Hier gehen z.B. die kürzlichen intensiven Kontakte zwischen westdeutschen und ostdeutschen Stellen und die zumindest zeitweilige Stilllegung ostdeutscher KKW-Blöcke bis zur weiteren Abklärung sicherheitsrelevanter Aspekte in die richtige Richtung, und auch die Bemühungen der internationalen Atombehörde IAEA und anderer Stellen um eine grössere internationale Vereinheitlichung des Sicherheitsstandards verdienen unsere Unterstützung. Diese Zielrichtung – hoher Sicherheitsstand weltweit – wird auch von der 1989 gegründeten weltweiten KKW-Betreiberorganisation WANO (World Association of Nuclear Operators, mit Regionalzentren in Paris, Moskau, Tokio und Atlanta/USA) verfolgt. Sie ist einerseits eine wichtige Forderung, die wir zum jetzigen Zeitpunkt stellen müssen und die als Daueraufgabe aufzufassen ist. Andererseits bildet sie die Basis für die weiteren, nachfolgenden Gesichtspunkte.

**Zum Risikovergleich mit anderen Energieformen:** In der Vergangenheit wurde mehrfach versucht, eine generelle Risikobeurteilung der Kernenergie dadurch vorzunehmen, dass man ihre Risiken mit denen anderer Energieformen verglich. Die Resultate, z.B. ausgedrückt in Todesfällen pro 1000 MWe, waren für die Kernenergie sehr günstig. Auch der Vergleich mit anderen menschlichen Aktivitäten wie z.B. dem Zigarettenrauchen zeigten für die Kernkraft ein verschwindend kleines Risiko.

Auch Bühler bleibt in seinem eingangs erwähnten Artikel, in dem er zu einer erweiterten Betrachtungsweise auffordert und vorschlägt, die Rückwirkungen verschiedener Energietechnologien auf das Wohlbefinden des Menschen

und seiner Umwelt zu untersuchen, im Prinzip bei diesem Risikovergleich.

Unserer Meinung nach sind solche Vergleiche, die sich z.B. zum Ziel setzen, einen Risikovergleich zwischen Kernenergie und Sonnenenergie vorzunehmen, aus heutiger Sicht der Dinge teilweise überholt. Warum? Weil hier im Grunde vorausgesetzt wird, dass es von allen miteinander verglichenen Energieformen auf der Erde bis in alle Zukunft so viel gibt, dass wir frei wählen können. Dies ist aber gerade nicht der Fall.

**Globalere Betrachtungsweise:** Bei einer realistischeren Betrachtungsweise kommen wir nicht darum herum, die heute erkannten Zwänge auf dem Energiegebiet in die Risikodiskussion einzubringen. Das bisher fast ausschliesslich betrachtete direkte gesundheitliche Risiko der Kernenergienutzung reicht für die doch letztlich vorzunehmende Beurteilung, ob die Kernenergie weiterhin genutzt werden darf oder eventuell sogar muss, nicht aus. Hier sollten im Grunde alle zukünftigen Risiken, aber auch die nützlichen Auswirkungen berücksichtigt werden, die mit und ohne Kernenergie entstehen.

Ferner sollte – aus realpolitischen wie aus ethischen Gründen – die Betrachtungsweise nicht auf die kleine Schweiz beschränkt bleiben. Die Frage der Energieversorgung ist erfahrungsgemäss so eng mit der wirtschaftlichen Entwicklung von Ländern und Regionen verknüpft, dass hier global und zukunftsgerichtet gedacht werden muss. Aus den vielen anstehenden Fragen seien hier nur die folgenden herausgegriffen:

- Was steht überhaupt an gesicherten Energieressourcen weltweit zur Verfügung? (Spekulative Hoffnungen auf neue Alternativen wie die Kernfusion bedeuten ein Risiko!)
- Wie denkt man sich die langfristige, partnerschaftliche Energieversorgung der Industriestaaten und der heutigen Entwicklungsländer? (Sollten die ersteren, die mit komplizierterer Technik sicherer umgehen können, die fossilen Energiereserven nicht den letzteren vermehrt überlassen?)
- Wieviel fossile Energienutzung ist überhaupt noch erlaubt in Anbetracht des immer realer werdenden Risikos des Treibhauseffekts und seines Einflusses auf das Klima auf der Erde?

## Literatur

- [1] USNRC Report WASH 1400: Reactor Safety Study, October 1975
- [2] Gesellschaft für Reaktorsicherheit: Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Verlag TÜV Rheinland, Köln, Dezember 1979
- [3] Gesellschaft für Reaktorsicherheit, Köln: Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B, Kurzfassung Juni 1989
- [4] USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy: The Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant and its Consequences, Information compiled for the IAEA Expert's Meeting, 25-29 August 1986, Vienna
- [5] Chernobyl and the Safety of Nuclear Reactors in OECD Countries, Report by a NEA Group of Experts, Nuclear Energy Agency Report ISBN 92-64-12975-8, June 1987
- [6] ETHZ-Seminar: Ethische und soziale Aspekte in ganzheitlichen Risikobetrachtungen, organisiert von W. Burkart PSI, S. Chakraborty HSK, G. Yedigargolu ETHZ, 10. Januar bis 28. Februar 1990

Zurzeit der heutigen politischen Umwälzungen in Osteuropa und des bevorstehenden europäischen Zusammenschlusses werden solche und weitere Fragen immer mehr auch aus gesamt-europäischer und weltumfassender Sicht behandelt werden müssen. In der allernächsten Zukunft wird dabei die wirtschaftliche Entwicklung der osteuropäischen Staaten und die hierfür benötigte Energieversorgung einen wichtigen Stellenwert erhalten. Aber die EG wird hierbei nicht stehenbleiben können, wenn sie mithelfen will, das so überraschend eingebrochene Tauwetter in Osteuropa auch auf die grosse verbleibende Region der Entwicklungsländer auszudehnen, im Sinn einer konfliktabbauenden Politik, gerade auch in bezug auf die vorhandenen Energiequellen.

## Was heisst das für die Schweiz?

Wir möchten die Schlussfolgerungen aus unseren Darlegungen jedem Leser selber überlassen, aber wir meinen: Achtung, nichts verbauen, Optionen offenhalten!

Adresse des Verfassers: Ludwig Meyer, Dr. sc. techn., Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivestrasse 36, 8034 Zürich.