

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	87 (1996)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Zukunftsperspektiven der Kernenergie
<b>Autor:</b>	Müller, Ulrich
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-902294">https://doi.org/10.5169/seals-902294</a>

### **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:** 24.01.2026

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

Dieser Beitrag beleuchtet im internationalen Rahmen die heutige Rolle der Kernenergie, die Diskussionen um einen Ausstieg sowie die technischen und wirtschaftlichen Leitlinien für die künftige Entwicklung. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf den weltweit tatsächlich laufenden Entwicklungstendenzen, namentlich auf dem dynamischen Bau neuer Kernkraftwerke im Fernen Osten sowie den Entwicklungen in Osteuropa. Im Hinblick auf die erwartete Intensivierung der energiepolitischen Diskussionen in der Legislaturperiode des neuen Parlaments nach den Wahlen vom Oktober 1995 befasst sich der Beitrag besonders mit den politischen Rahmenbedingungen der künftigen Nutzung der Kernenergie. Der Inhalt der nachfolgenden Zusammenfassungen und Auszüge kann – im Falle detaillierten Interesses – nicht vom Lesen der Originaltexte befreien.

# Zukunftsperspektiven der Kernenergie

Auszüge aus der SVA-Informationstagung vom 27./28. November 1995 in Zürich-Oerlikon\*

## Einleitung

An der zweitägigen Veranstaltung unter dem Titel «Zukunftsperspektiven der Kernenergie» mit 150 Teilnehmern aus sechs europäischen Ländern und mehreren internationalen Organisationen wurden die technischen, wirtschaftlichen und politischen Voraussetzungen durchleuchtet, die über die zukünftige Rolle der Kernenergie entscheiden werden. Auf besonderes Interesse stiessen die Darstellungen des massiven Ausbaus der Kernenergie in Japan und in weiteren Ländern des Fernen Ostens sowie die Fortschritte bei der Entwicklung der Kernreaktoren von morgen, namentlich des Europäischen Druckwasserreaktors. Abgeschlossen wurde die Tagung durch ein Panel-Gespräch unter der Leitung von Ständerat Dr. Hans Jörg Huber, Präsident der SVA und Tagungspräsident, in dem Politiker und Behördenmitglieder versuchten, die politischen Rahmenbedingungen aufzuzeigen, die nötig sind, damit auch in der Schweiz eine Weiterentwicklung der Kernenergie möglich ist.

der aktuellen Situation in den Mitgliedsländern der OECD/AEN dar. Er vermittelte Ideen über die Möglichkeiten, die Herausforderungen und den Einsatz der zukünftigen Entwicklung der nuklearen Stromerzeugung.

Die Kernenergie ist heute ein nennenswerter Bestandteil der Energieversorgung in den OECD-Ländern. Insgesamt etwa 340 nukleare Einheiten mit einer Gesamtleistung von über 280 GW(e) sind in diesen Ländern ans Netz angeschlossen. Das sind mehr als 80% der weltweit installierten nuklearen Leistung. 1994 lieferten die Kernkraftwerke etwa 1830 TWh Strom, was etwa 24% des Gesamtstromkonsums dieser Länder ausmacht. Der Anteil der Kernenergie an der gesamten Elektrizitätsproduktion der 14 OECD-Länder, die Kernkraftwerke betreiben, variiert zwischen 3% in Mexiko und über 75% in Frankreich.

## Zukunftsperspektiven der Kernenergie

Die Verlangsamung der Kernenergieprogramme, die auf die rasche Entwicklung in den achtziger Jahren folgte, hatte mehrere Gründe, von denen gewisse – wie der Rückgang des Wirtschaftswachstums – den gesamten Elektrizitätsbereich beeinflusst haben. Darüber hinaus haben auch die Angst der Öffentlichkeit vor einem gravierenden Unfall sowie die Zurückhaltung

### Kontaktadresse:

\* Vollständiger Tagungsband mit Referatsammlung (Fr. 60.–):  
Schweizerische Vereinigung für Atomenergie (SVA)  
Belpstrasse 23, Postfach 5032, 3001 Bern.

### Referenten:

Ständerat Dr. Hans Jörg Huber, Präsident der SVA,  
Geoffrey Stevens, Kernenergie-Agentur (AEN)  
der OECD, Paris.  
Dr. Rolf Linkohr, Diplomphysiker, Mitglied des  
Europäischen Parlamentes (SPD), Stuttgart (D).  
Dr. Hans Fuchs, Leiter Thermische Anlagen, Atel,  
Olten.  
Prof. Dr. Peter Suter, Institut für Energietechnik,  
ETH, Zürich.  
Dr. Martin Pfisterer, stv. Direktor, BKW Energie  
AG, Bern.  
Hans Issler, dipl. Phys. ETH, Präsident der Nagra,  
Wettingen.  
Dr. Ulrich Tillessen, Mitglied der Geschäftsleitung,  
Colenco Power Consulting AG, Baden.  
Boris Gueorguiev, Abteilungsleiter Nuclear Power  
Engineering der IAEA, Wien (A).  
Noël Camarcat, Direktor, Commissariat à l'énergie  
atomique CEA, Paris (F).  
Ronald Schlegel, Mitglied der Geschäftsleitung,  
Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich.  
Dr. Peter Wiederkehr, Direktionspräsident,  
Nordostschweizerische Kraftwerke, Baden.

### Zusammenstellung:

Ulrich Müller, Redaktion Bulletin VSE.

## Die aktuelle Rolle der Kernenergie in den Industrieländern

(AEN) Der Referent stellte die Zukunftsaussichten der Kernenergie anhand

## Kernenergie

der Investoren gegenüber einem kapitalintensiven Bereich wesentlich zum Abbremsen der Entwicklung der Kernenergie beigetragen.

Die Zukunft der Kernenergie wird von der Aufrechterhaltung der industriellen Kapazität wie auch von der Verstärkung der Wettbewerbsfähigkeit (Bild 1) gegenüber den klassischen Kohle- und Gaskraftwerken sowie längerfristig – den erneuerbaren Energien abhängen. Ab dem Jahrhundertwechsel werden für die Wahl einer bestimmten Technologie im Bereich der Elektrizität auch die Versorgungssicherheit und der Umweltschutz mitbestimmend sein. Hier liefert die nukleare Stromerzeugung unbestrittene Vorteile, die in zahlreichen OECD-Ländern und in der ganzen Welt zur Wiederaufnahme oder zum Anlaufen neuer Kernenergie-Programme führen dürften.

Unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes wird die Kernenergie ihre wichtige Rolle beibehalten, wenn die anlässlich der Klimakonferenz 1991 in Rio de Janeiro gesetzten Ziele erreicht sein wollen. Dies zeigt sich anhand von Ländern, die in grossem Stil von der Kernenergie Gebrauch machen. In diesen Ländern konnten beträchtliche Reduktionen der Abgaben von Schwefel- und Stickoxiden sowie Kohlendioxid – Verursacher des Treibhauseffekts – verzeichnet werden.

Die Nuklearindustrie ist für die Deckung einer mittel- oder langfristigen Steigerung der Nachfrage gerüstet, und die natürlichen Ressourcen reichen aus, um einen stetig wachsenden elektronuklearen Park während mehrerer Jahrzehnte zu versorgen. Trotzdem wird das Potential der Kernenergie nur dann voll ausgeschöpft werden können, wenn gewisse Hindernisse, wie die öffentliche Opposition, überwunden werden.

### Sozialdemokratisches Plädoyer für die Neubewertung der Kernenergie

(SVA) Vier Gründe gibt es, um über die Kernenergie erneut nachzudenken. Erstens findet der Ausstieg nicht statt, zweitens hilft der Ausstieg nicht beim Kampf gegen die Klimakatastrophe, drittens können in Zukunft die negativen Auswirkungen der Kernenergie räumlich und zeitlich begrenzt werden, was für die fossilen Energiequellen prinzipiell nicht möglich ist. Und viertens kommt im Rahmen der Abrüstung die Möglichkeit hinzu, die Brennstoffe, also das militärische Plutonium und das hochangereichertes Uran, durch Verwendung als Brennstoff in zivilen Kernkraftwerken ein für alle Male loszuwerden.

Diese vier Gründe nannte anlässlich der SVA-Informationstagung der deutsche Diplomphysiker Dr. Rolf Linkohr, Sozialdemokrat und Mitglied des Europäischen Parlaments. Er zeigte in seinem «Plädoyer für eine Neubewertung der Kernenergie» die Überlegungen auf, die ihn – entgegen der Ausstiegspolitik seiner Partei – dazu brachten, sich für eine Weiterentwicklung der Kernenergie auszusprechen. Er nannte dabei unter anderem die Entwicklung der Weltbevölkerung und den damit verbundenen Hunger nach Energie.

Nach Linkohrs Ansicht steht die Frage nach der Zukunft des Erdklimas im Zusammenhang mit dem Wachstum des Energieverbrauchs: «Weltweit werden pro Jahr etwa 22 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre entlassen. In 20 Jahren werden es vermutlich 30 oder mehr Milliarden Tonnen sein. Und im Jahre 2050 werden es nahezu 50 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> sein, wenn die derzeitige Entwicklung festgeschrieben wird.» Dazu im Gegensatz stehe die Empfehlung der Klimatologen, die CO<sub>2</sub>-Emission bis 2050 auf 10 Milliarden Tonnen zu senken. Wie immer wir es auch anstellen, sei es plausibel, dass dieses Ziel noch schwerer zu erreichen sei, wenn wir auf die Kernenergie verzichteten.

### Die Anforderungen an zukünftige Reaktoren

(Atel) Die Anforderungen an Kernkraftwerke haben sich in den einzelnen Ländern – meist auf der Basis amerikanischer Sicherheits-Grundprinzipien – recht unterschiedlich entwickelt. Der internationale Erfahrungsaustausch hat nun die Schaffung einheitlicher Anforderungen an zukünftige Reaktoren sowohl in den USA wie auch in der Europäischen Union gefördert (Bild 2). Dabei stehen erhöhte Sicherheitsanforderungen, Betriebsfreundlichkeit, Standardi-

sierung und Wirtschaftlichkeit im Vordergrund.

### Weitere Entwicklung

Den amerikanischen und europäischen Anforderungen steht die Bewährungsprobe noch bevor. Selbst wenn sich Verzögerungen einstellen sollten, wirken sie sich – dank ihres konsistenten Ansatzes und dank des «Gewichts» der Promotoren – klar positiv auf die weitere weltweite Entwicklung fortgeschrittener Reaktoren aus.

Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass die Reaktorbauprogramme in Japan und Korea den Verlauf der Reaktorentwicklung stark beeinflussen werden. So hat zum Beispiel die Tokyo Electric, die den Bau der ersten zwei «Advanced Boiling Water Reactor» (ABWR) erfolgreich vorantreibt, offenbar eine Tranche von 15 voll standardisierten ABWR in Planung und wird damit auch die entsprechenden Standards bestimmen. Dieser Trend dürfte sich fortsetzen, das heißt einige wenige Lieferanten werden künftig fortgeschrittene Reaktoren weltweit anbieten. Dank dem Serieneffekt dürften diese hohen Anforderungen sowohl bezüglich Sicherheit wie auch Wirtschaftlichkeit entgegenkommen.

Nachdem die wichtige Anforderung («keine Notfallplanung wegen des KKW ausserhalb der Anlage») in den nächsten fünf Jahren auch technisch glaubhaft demonstriert sein dürfte, wird der Brennstoffzyklus vermutlich die Stossrichtung der weiteren Anforderungen bestimmen. Kon-

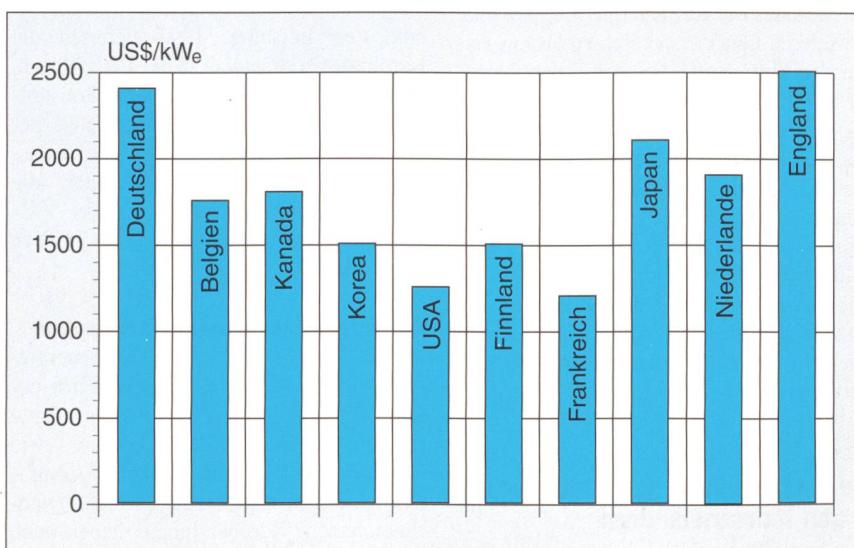
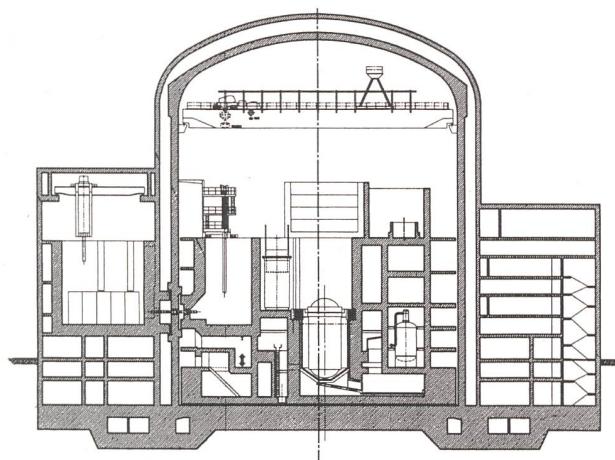


Bild 1 Investitionskosten für Kernkraftwerke in einigen Ländern der OECD (Basispreis in \$).



**Bild 2** Querschnitt durch den zukünftigen Europäischen Druckwasserreaktor (EPR, Leistung 1450 MW). Es handelt sich um einen evolutionären Reaktor, bei dem im Gegensatz zu revolutionären Konzepten keine absolut neuartigen Prinzipien zur Anwendung kommen, sondern der auf der bisherigen Reaktorbauweise basiert, diese aber weiterführt und verbessert. So soll die breite Erfahrung mit über 1000 Betriebsjahren bei 80 grösseren Kraftwerken in Deutschland und Frankreich zum Tragen kommen.

kret geht es darum, vorhandene Plutonium(Pu)-Bestände energetisch zu nutzen und den Weiteraufbau von Pu zu bremsen.

Das führt über einen verstärkten Einsatz von MOX-Brennelementen (EPR: 50%, System 80+: bis 100%) in klassischen Leichtwasserreaktoren (LWR) eventuell zu hochkonvertierenden LWR (in denen Pu quasi als «Katalysator» für die Nutzung von U238 wirkt) bis zu schnellen Brütern (in Japan für etwa 2030 vorgesehen). Ob sich auch uranfreier Brennstoff zum raschen «Konsum» von Pu etablieren wird oder ob zur Nutzung bzw. zum Abbau von Pu und höheren Aktiniden neben Schnellbrütern auch Beschleunigersysteme eingesetzt werden, hängt vom Umfeld künftiger Anforderungen ab. Die Kernenergie hat zwar nach den ersten 50 Jahren eine gewisse Reife erreicht – für die nächste Reifestufe braucht es wohl noch 50–100 Jahre.

## Freisetzung von Treibhausgasen durch wichtige Energieketten

(ETH) Soll der durch verschiedene Energieketten verursachte Treibhauseffekt verglichen werden, so müssen alle vor- und nachgelagerten Prozesse sowie alle Stufen des Lebenszyklus eines solchen Systems berücksichtigt werden; die hierfür geeignete Methode ist als Life Cycle Analysis (LCA) bekannt und international genormt. Ebenso müssen auch alle Treibhausgase, nicht nur CO<sub>2</sub>, berücksichtigt werden, also entsprechend ihrer Treibhauswirksamkeit auch Methan, Fluorchlorkohlen-Wasserstoffe usw. Ebenfalls müssen natürlich die Angaben für alle Energieketten auf dieselbe Bezugsgroesse bezogen sein, also zum Beispiel auf eine elektrische Energieeinheit am Kraftwerksaustritt.

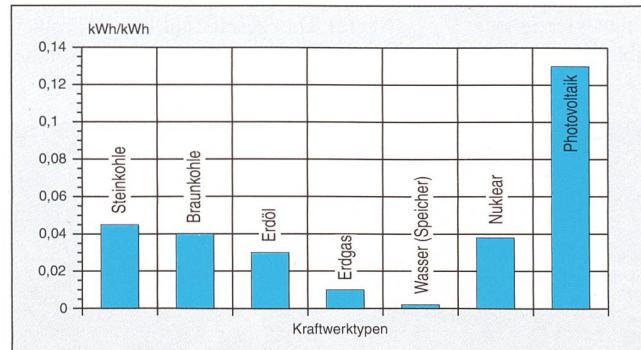
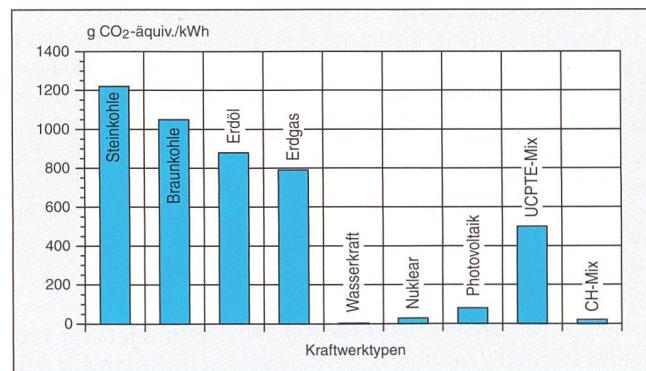
Im Rahmen der Arbeiten des Laboratoriums für Energiesysteme an der ETH wurden viele Energiesysteme nach diesen Kri-

- Steinkohlekraftwerk mit europäischer oder importierter Kohle
- Braunkohlekraftwerk
- Ölkraftwerk
- Erdgaskraftwerk
- Leichtwasser-Kernkraftwerk
- Wasserkraftwerk
- Photovoltaik auf Gebäuden angebracht

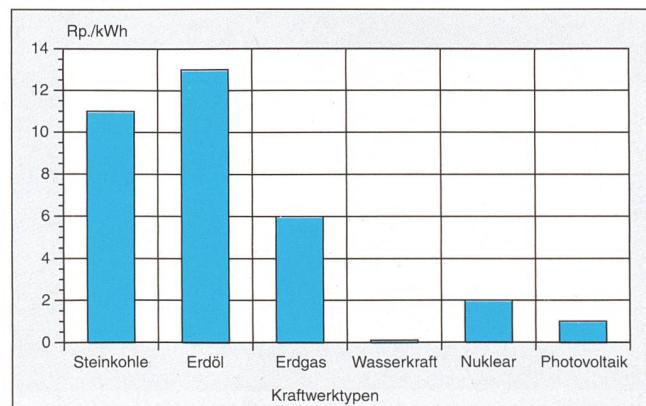
Neben dem Gesamtwert pro Energiekette interessiert, wo die verschiedenen Emissionen herkommen, also ob von der Rohstoffgewinnung, von der Kraftwerksherstellung, vom Betrieb oder von der Wiederaufarbeitung und Entsorgung. Natürlich werden auch die Minen, ihre Abraumhalden usw., die Vorgänge auf den Öl- und Gasfeldern und die vorgängig bei der Exploration verursachten Umweltbelastungen mitberücksichtigt. Bei der Herstellung der Materialien und der Infrastruktur wird vorausgesetzt, dass der eingesetzte Strom dem europäischen UCPE-Strommix ent-

terien bilanziert, wobei nicht nur die zum Treibhauseffekt beitragenden Schadstoffe analysiert wurden (Bilder 3–5). Es sollen dabei folgende Stromerzeugungssysteme untersucht werden:

**Bild 3** Treibhausgas-emissionen verschiedener Kraftwerkstypen.



**Bild 4** Vorgelagerter Strombedarf verschiedener Kraftwerkstypen.



**Bild 5** Schadenkosten verschiedener Kraftwerkstypen.

## Kernenergie

spricht; dies hat bei materialintensiven Technologien einen bedeutenden Einfluss.

### Alternativevaluation für das Kernkraftwerk Mühleberg

(BKW) Die BKW Energie AG evaluiert ihre Möglichkeiten zur künftigen Strombeschaffung auf breiter Basis und im offenen Dialog mit Behörden, Kunden und Politik. Erdgas zur Stromversorgung, dezentrale Wärme-Kraft-Kopplung, erneuerbare und ergänzende Energien, Stromimporte, Förderung der effizienten Energieanwendung und Weiterentwicklung der Kernenergie: Diese Schritt für Schritt erarbeiteten Themenbereiche bilden die Grundlage für den derzeit in Arbeit befindlichen Schlussbericht, der im ersten Halbjahr 1996 zu breit abgestützten Entscheiden über die Konkretisierung der weiter zu verfolgenden Varianten führen soll.

Seit einigen Jahren befasst sich die BKW intensiv mit der Frage, wie die künftige Strombeschaffung im Interesse ihrer Kunden und mit Blick auf das europaweit gewandelte Umfeld optimal zu gewährleisten ist. Diese Frage ist für die BKW natürlich aus drei Gründen besonders wichtig und dringend: Zum einen, weil sie mit dem Kernkraftwerk Mühleberg (KKM, Bild 6) über eine außerordentlich bedeutungsvolle Stromproduktionsanlage verfügt, die im Winterhalbjahr gegen 40% der Nachfrage der BKW-Stromkunden in der Nordwestschweiz zuverlässig deckt. Zum zweiten, weil das Ende der Lebensdauer dieser Anlage – ob sie nun vierzig oder mehr Jahre am Netz bleibt – absehbar ist.

Und zum dritten, weil die Vorlaufzeiten zur Ersatzbeschaffung, auf welchem Weg auch immer, aus politischen und verfahrensrechtlichen Gründen in unserem Land ausgesprochen lang sind.

Die BKW ist sich bewusst, dass inländische Varianten zur künftigen Strombeschaffung nur im Einvernehmen mit ihren Kunden sowie mit Politik und Gesellschaft realisierbar sind. Sie ist deshalb ihre aktuellen, Ende 1992 in enger Absprache mit den zuständigen Bundesbehörden aufgenommenen Evaluationsarbeiten von allem Anfang offen und transparent angegangen und bezieht alle interessierten Kreise in die Meinungsbildung mit ein.

Die Evaluationsarbeiten sind für die BKW mit grossem Aufwand und hohen Kosten verbunden. Doch es lässt sich feststellen, dass dem Aufwand namhafte positive Ergebnisse gegenüberstehen.

Die Arbeit der BKW ist insofern auch von gesamtschweizerischer Bedeutung, als sich auf nationaler Ebene für den gleichen absehbaren Zeitraum grundsätzlich die selben Probleme und Fragen stellen. Die bisherigen Erkenntnisse der BKW sind denn auch nahtlos eingeflossen in die entsprechenden Überlegungen des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE). Auch von Behördenseite sind Erkenntnisse der BKW anerkannt und übernommen worden.

häufen sich. Kernkraftwerkgegner-Kreise und Umweltorganisationen verkünden simple Rezepte und nutzen das Potential der Verunsicherten. Der Vollzug der Endlager wird auch in den nächsten Jahrzehnten im Spannungsfeld zwischen Technik/Wissenschaft und der Wirtschaft/Politik/Gesetzgebung und der Öffentlichkeit stehen. Ein Handlungsbedarf zeichnet sich wie folgt ab:

### Technik

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weisen in Richtung einer Minimierung der Abfallmengen durch vermehrte Rezyklierung und Abtrennung der Abfälle. In verschiedenen Ländern laufen Untersuchungen zur Abtrennung der langlebigen Nuklide aus dem Brennstoff und deren künstliche Umwandlung in kurzlebige. Die Verwertung des bei der Wiederaufarbeitung anfallenden Plutoniums wird an Bedeutung zunehmen. Ebenso die Entsorgung der bei der Stilllegung der Kernkraftwerke anfallenden Abfälle. Wichtigste Datenlücken bestehen bei standortspezifischen Daten potentieller Endlagerstandorte. Diese können letztlich nur durch eine untertägige Erkundung mittels Sondierstollen erhoben werden. Die entsprechenden Untersuchungsmethoden (seismische Messungen, Messungen aus Sondierbohrungen) sind weiter zu entwickeln. Die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Endlagerforschung und -entwicklung wird an Bedeutung gewinnen, insbesondere für Länder mit einem kleinen Kernenergieprogramm.

### Wirtschaft

Die Kosten der Entsorgung werden in Zukunft einen höheren Stellenwert bekommen, bedingt durch die Markttöffnung und den vermehrten Druck zu wettbewerbsfähigen Stromproduktionskosten. Die Kernkraftwerkbetreiber haben jährliche Rückstellungen für die in Zukunft anfallenden Entsorgungskosten vorzunehmen. Diese müssen transparent und nachvollziehbar ausgewiesen werden. Die Entsorgung, eingeschlossen die den Brennstoffkosten zuzurechnende Wiederaufarbeitung der Brennelemente, belastet die Gestehungskosten des elektrischen Stroms mit ungefähr 1 bis 2 Rappen pro Kilowattstunde. Die eigentliche Endlagerung samt den vorbereitenden Handlungen macht rund 30% dieses Betrags aus, das heisst gegen 5% der Stromkosten. Da ein Grossteil der Endlagerkosten von der Abfallmenge unabhängig sind, resultieren für ein kleines Kernenergieprogramm höhere Belastungen pro kWh. Insbesondere für die Endlagerung der relativ kleinen Mengen an hochaktiven Abfällen sprechen wirtschaftliche Gründe für internationale Lösungen (Bild 7). Die

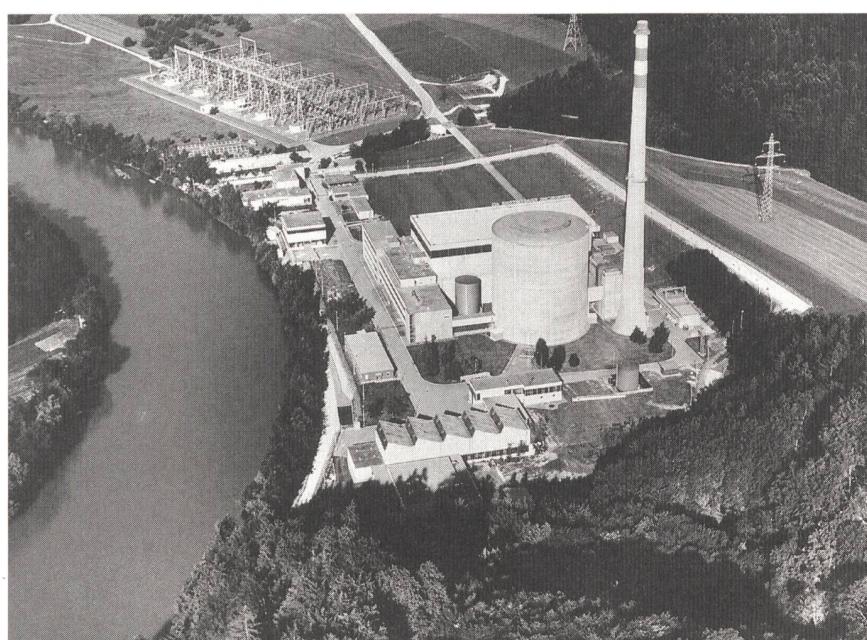


Bild 6 Kernkraftwerk Mühleberg: Evaluation verschiedener Möglichkeiten für die Zukunft.

Schweiz könnte hier unter anderem ihr erarbeitetes hohes technisches Know-how einbringen.

### Gesetzgebung

Die Gesetzgebung zur Endlagerung geht auf das Jahr 1978 zurück. Heute sind einige Sachfragen nicht oder nur unzureichend geregelt (z. B. Ausscheidung einer Schutzzone um das Endlager, finanzielle Abgeltungen, Verschluss des Endlagers, Haftungsfragen). Diese sollen bei der Totalrevision des Kernenergiegesetzes Ende der neunziger Jahre geregelt werden. Vordringlicher Handlungsbedarf besteht in der Klärung der Kompetenzen zwischen Bundes- und Kantsonsrecht sowie in der Strafung und Vereinfachung der Bewilligungsverfahren.

### Politik

Die Endlagerung ist mit der Kernenergienutzung gekoppelt, obwohl radioaktive Abfälle auch in der Medizin, Industrie und Forschung anfallen. Ein Moratorium in der Kernenergienutzung behindert die Entsorgung, da Kernkraftwerkgegner ihr Pfand einer «ungelösten Entsorgung» nicht aus der Hand geben. Dennoch sollte sich die Erkenntnis durchsetzen, dass wir als nutzniessende Generation dieser Technik auch die Verantwortung haben, uns um die Abfälle zu kümmern. Von der Politik wird deshalb ein vermehrtes Einstehen und eine grössere Unterstützung für die Notwendigkeit der Entsorgung nötig sein.

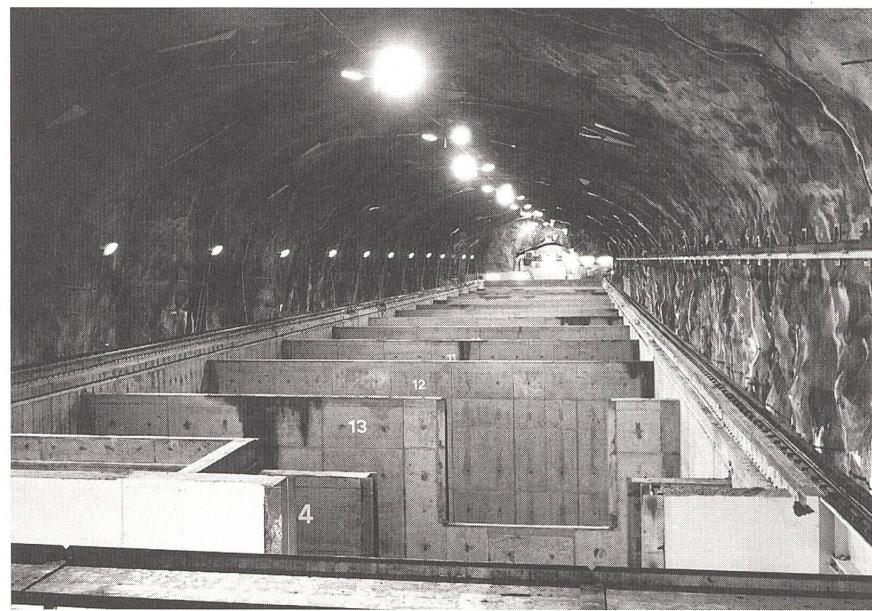


Bild 7 Endlagerung radioaktiver Abfälle (ausländische Anlage).

- Alle Länder haben mittel- und langfristige Masterpläne für ihre Elektrizitätswirtschaft. Diese werden in regelmässigen Abständen dem neuesten Stand der Randbedingungen angepasst.
- Die «Weg-vom-Öl»-Politik war und ist auch weiterhin die treibende Kraft für eine Diversifizierung der Stromversorgung und somit zum Ausbau der Kernenergie.
- Ökologische Gesichtspunkte spielen in den Ländern des stürmischen industriellen Aufbruchs beim Ausbau der Energielandschaft noch eine untergeordnete Rolle. In Japan allerdings ist die Verbesserung der Energienutzung ein hohes Ziel. Die Klimaproblematik wird auch in Fernost mit zunehmender Besorgnis wahrgenommen, was der Akzeptanz der Kernenergie entgegenkommt.
- Der Einstieg erfolgte prinzipiell durch den schlüsselfertigen Kauf im Ausland, das heisst in den USA, Kanada, Frankreich und neuerdings in Russland. Alle Nuklearländer ausser Taiwan streben den Aufbau einer eigenständigen kern-technischen Lieferindustrie an und wollen mit dieser auch auf dem Welt-

### Dynamische Entwicklung der Kernenergie im Fernen Osten

(Colenco) Das pazifische Asien ist die Region mit dem höchsten Industrialisierungsschub der Welt (Bild 8). Grundlage muss die gesicherte Stromversorgung sein, deren Ausbau weitblickend vorausgeplant wird. Der Kernenergie kommt dabei die Hauptrolle zu, die Abhängigkeit von Öl zu verringern. 70 Kernkraftwerke sind in Betrieb, 12 im Bau und mindestens weitere 65 bis zum Jahre 2020 geplant (Bild 9).

Die Wirtschaft Asiens wächst mit einer Dynamik, wie wir sie in Europa nicht einmal nach dem Zweiten Weltkrieg erlebt haben. 1960 machte der Beitrag Asiens zum Welt-Bruttonsozialprodukt nur den bescheidenen Anteil von 4% aus. Heute liegt er bereits bei 25%, im Jahre 2020 soll er auf rund 40% angewachsen sein.

### Gemeinsame Perspektiven

Es gibt in Japan, Südkorea, Taiwan und China trotz aller historischen und politischen Unterschiede doch erstaunlich viele Gemeinsamkeiten, was die Kernenergie anbelangt:



Bild 8 Rapid wachsender Strombedarf in Ostasien (Tokio).

## Kernenergie

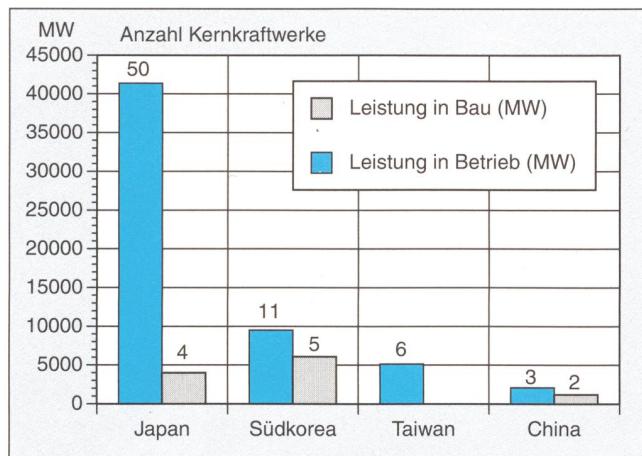


Bild 9 Kernkraftwerke in Ostasien.

markt präsent sein. Der Nuklearboom wird der asiatischen Industrie einen technologischen Vorsprung vor dem Westen verschaffen.

- Forschung und Entwicklung konzentrierten sich auf neue Reaktorkonzepte und den Brennstoffkreislauf. Der Entwicklung des Schnellen Brüters in Japan liegt die Überlegung zugrunde, dass auch die abbaubaren Uranvorräte abnehmen werden. Die Entwicklung von Hochtemperaturreaktoren in Japan und China und von Heizreaktoren in China resultiert aus der Erkenntnis, dass die fossilen Brennstoffe langfristig auch dort ersetzt werden müssen, wo sie am meisten verbraucht werden, nämlich im Wärmemarkt.
- Das Problem der Entsorgung ist in allen Ländern zu spät angegangen worden. Die engagierten Gegner der Kernenergie inszenieren aus taktischen Gründen dort ihren Widerstand.
- Insgesamt ist aber der Akzeptanzgrad der Kernenergie sehr hoch.

### Entwicklung der Kernenergie in Osteuropa

(IAEO) Der Vortrag gab einen Überblick des aktuellen Standes und der Zukunftsaussichten der Kernenergie in Osteuropa (Tabelle 1). Er beschrieb die Technologie der russischen Kernkraftwerke (WWER und RBMK) und ihre Betriebsergebnisse, namentlich ihre Arbeitsausnutzung. Zudem wurde der Stand der Kernenergie weltweit (Kernkraftwerke im Bau und in Betrieb, Aufteilung nach Kontinent/Region, Gesamtstromproduktion) dargestellt. Berücksichtigt wurden in diesem Vortrag ebenso die Haupterkenntnisse des über ein Spezialbudget finanzierten IAEO-Programms zur Sicherheit von WWER- und RBMK-Kernkraftwerken sowie die wichtigsten Massnahmen, die zur Verbesserung der Sicherheit dieser KKW getroffen wurden oder noch zu treffen sind.

Es wurden auch die Betriebsleistung und die Sicherheit der verschiedenen in Osteuropa eingesetzten Reaktortypen (WWER-440/230, WWER-440/213, WWER-1000 und RBMK) nach den Gegebenheiten der einzelnen Länder beurteilt.

### Kernenergieforschung: Brennstoffkreislauf, Leichtwasserreaktor und Schneller Brüter

(CEA) Es wurden die Forschungsprogramme vorgestellt, die vom Commissariat à l'énergie atomique (CEA) durchgeführt wurden, um die Sicherheit der nächsten Reaktorgeneration zu verbessern, um das Plutonium und die Abfälle am Ende des Kreislaufs sicherzustellen und zu bewirtschaften und um die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Kernenergie zu vergrößern.

Die weltweite Nachfrage nach Energie wird in den nächsten Jahrzehnten noch anwachsen, während die fossilen Energieressourcen limitiert sind – so reichlich und billig sie heute auch erscheinen mögen. Zudem sind die Auswirkungen der Energieer-

zeugung auf die Umwelt die Quelle einer wachsenden Unruhe bei der Mehrheit der Öffentlichkeit. Dies muss bei der zukünftigen Entwicklung aller Energieproduktionsmittel berücksichtigt werden.

Aus diesen Gründen wird die Kernenergie in Zukunft wahrscheinlich in vielen Ländern einen grossen Beitrag zur Energieproduktion liefern müssen, damit die Energienachfrage gestillt werden kann. Sie müssen jedoch gewisse Bedingungen erfüllen:

- die nukleare Sicherheit muss zunehmend verbessert werden
- die sichere Bewirtschaftung am Ende des Brennstoffzyklus und eine Reduktion des Abfalls
- die Erhöhung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit.

Die Forschungsarbeit der CEA auf dem Gebiet der Leichtwasserreaktoren und der Schnellen Brüter ist auf diese drei Ziele ausgerichtet (Bild 10).

### Perspektiven der Kernenergie in Europa

(EWI) Ein kurzer Abriss zur Kernenergie und zu den bekannten Programmen in den einzelnen Ländern zwischen Atlantik und Ural ergibt eine grobe Momentaufnahme der Situation der Kernenergie in Europa. Aus der Optik ökonomischer Voraussetzungen und der Konkurrenz durch fossil befeuerte Kraftwerke zur Elektrizitätserzeugung wurden einige Möglichkeiten zur weiteren Entwicklung der Kernenergie in Europa beleuchtet:

- die europäischen Kernenergieprogramme
- Investitions- und Betriebskosten von neuen, konventionellen thermischen Kraftwerken
- Investitions- und Betriebskosten von neuen Kernkraftwerken
- Nachrüstung bestehender Kernkraftwerke
- Schlussfolgerungen

Land	KKW in Betrieb	Gesamtleistung (MW)	KKW in Bau	Gesamtleistung (MW)
Bulgarien	6	3 538		
Tschechien	4	1 648	2	1824
Ungarn	4	1 729		
Litauen	2	2 370		
Rumänien			5	3250
Russland	29	19 843	4	3375
Slowakei	4	1 632	4	1552
Slowenien	1	632		
Ukraine	15	12 679	6	5700

Tabelle 1 Überblick der in Betrieb stehenden oder sich in Bau befindlichen Kernkraftwerke Osteuropas.

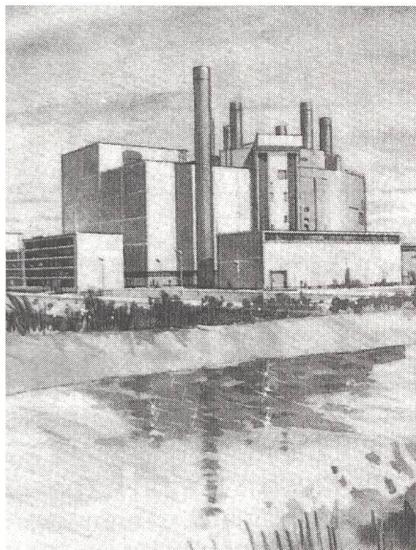


Bild 10 Skizze eines Reaktors der Zukunft.

### Perspektiven

Die Perspektiven der Kernenergie in Europa sind weitgehend durch die öffentliche und politische Akzeptanz bestimmt. Die technische Sicherheit der Anlagen und ihr Betrieb tragen sicher ausschlaggebend dazu bei, dass die öffentliche und politische Akzeptanz verbessert werden kann. Damit jedoch Betreiber die Bereitschaft zeigen, in neue Kernkraftwerke Zeit und Geld zu investieren, sind neben klaren und stabilen politischen Voraussetzungen, der Sicherheit des Anlagenbetriebs auch ebenso klare ökonomische Bedingungen notwendig. Damit politische Akzeptanz erreicht wird, ist möglicherweise eine neue Qualität der Kernenergianlagen notwendig. Mit den weltweit in Entwicklung stehenden neuen fortgeschrittenen und vereinfachten Reaktorsystemen versucht die Industrie, ihren Beitrag dazu zu leisten.

Die Betreiber von nuklearen Anlagen in Europa haben ihre Vorstellungen in den European Utility Requirements klar aufgezeigt. Technische und ökonomische Ziele wurden definiert. So sollen die Investitionskosten für neue nukleare Kraftwerke nicht über 1650 Fr./kW liegen, damit sie eine Chance haben, wirtschaftlich gegen die fossil befeuerten Kraftwerke zu bestehen (Bild 11). Zahlenwerte aus den USA gehen für zukünftige sogenannte fortgeschrittene oder vereinfachte Leichtwasserreaktoren von ähnlichen Investitionskosten aus.

Unbestritten ist, dass politische und öffentliche Akzeptanz, sicherheitstechnische Anforderungen und wirtschaftliche Investitions- und Betriebskosten zusammenhängen, aber je alleine für sich erfüllt sein müssen, damit eine Anlage je realisiert wird.

Aus politischer und energiewirtschaftlicher Sicht gibt es keine Hoffnung, dass in

den kurz vor uns liegenden Jahren eine eigentliche Renaissance für neue Kernkraftwerke in Europa eintreten wird. Zu gross sind die Widerstände in den öffentlichen und politischen Reihen und zu klein ist der Druck aus der Energiewirtschaft und von Verbraucherseite rasch neue derartige Anlagen zu bauen. Es ist deshalb betriebswirtschaftlich sinnvoll, bestehende Anlagen zu erneuern und deren Lebensdauer zu verlängern, ohne an Anlagen- und Betriebssicherheit zu verlieren.

Wirtschaftliche Überlegungen und volkswirtschaftliche Gesichtspunkte sowie umweltpolitische Überzeugungen lassen es als Notwendigkeit erscheinen, unsere bestehenden Kernkraftwerke in Europa weiter zu betreiben. Es wäre unverzeihlich, durch einen Ausstieg aus der Kernenergie das Wissen und die Erfahrung zum Betrieb der Kernkraftwerke zu verlieren.

### Die Zukunft der Kernenergie in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft

(NOK) Energiediskussionen haben in der Schweiz ihre eigene Gesetzmässigkeit. Von der sicheren Energieversorgung wird kaum gesprochen. Man befasst sich mit dem Energiesparen. Obwohl vom gesamten Energieverbrauch der Schweiz lediglich etwa 20% auf die elektrische Energie entfallen, konzentriert sich die Spardiskussion einseitig auf das Stromsparen. Die Stromspardiskussion mündet über kurz oder lang in die Frage: Kann, soll oder muss auf die Kernenergie verzichtet werden? Energiediskussionen sind damit in der Schweiz vornehmlich Kernenergiediskussionen geworden. Abgehandelt wird die Frage der Kernenergie in der Form eines Glaubens-

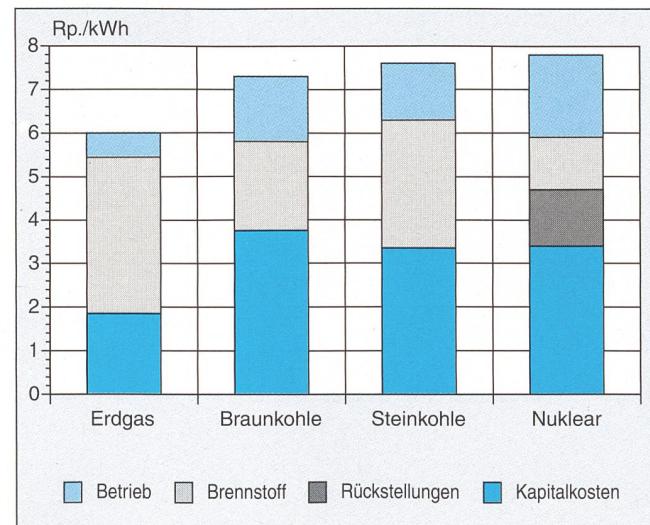
rieges. Für die einen Gläubigen ist die Kernenergie eine Notwendigkeit, auf die nicht verzichtet werden kann. Für die anderen Gläubigen ist die Kernenergie ein Ding des Teufels, das sofort aufzugeben ist. Untermauert werden die gegenteiligen Glaubensbekenntnisse durch zweckdienliche Bevölkerungsumfragen.

Die Wertung aller Argumente für und wider die Kernenergie lässt zurzeit für die Schweiz lediglich einen Schluss zu: «Wir wissen nicht, was wir wollen – dies aber mit ganzer Kraft». Allerdings kann es bei dieser Feststellung nicht sein Bewenden haben. Der Glaubenskrieg ist zu beenden und die Zukunft der Kernenergie zu regeln. Nüchtern und emotionslos.

Der Referent fasste die zukünftigen Prioritäten wie folgt zusammen:

- Es ist Aufgabe der politischen Behörden, darüber zu befinden, welche Energieträger und Produktionsformen in der Schweiz zugelassen werden. Die mit der Stromversorgung betrauten Elektrizitätsgesellschaften unterbreiten lediglich Vorschläge und weisen auf die Folgen der politischen Entscheide hin.
- Eine hinreichende Stromversorgung ist für den Wirtschaftsstandort Schweiz von existentieller Bedeutung.
- Im Interesse der sicheren Stromversorgung sollte die Option Kernenergie in der Schweiz erhalten bleiben.
- Beschliesst die Politik den Ausstieg aus der Kernenergie, die in grossen Teilen der Schweiz im Winterhalbjahr bis über 70% des benötigten Stroms liefert, muss Ersatz in gleichem Umfang sichergestellt werden.
- Der Ausfall der Kernenergie kann weder durch Sparmassnahmen noch durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien kompensiert werden.

Bild 11 Typische Kosten thermischer und nuklearer Kraftwerke (spezifische Stromgestehungskosten in Rp./kWh).



- Der Wegfall der Kernenergie kann durch den Bau gasbefeueter Kraftwerke oder durch Importverträge aufgefangen werden. Beide Varianten sind mit erheblichen Problemen behaftet.
- Der Einsatz von gasbefeuerten Werken stellt einen eigentlichen Ausstieg aus der Kernenergie dar, nicht so der Abschluss von Importverträgen. Er hat lediglich zur Folge, dass die Produzenten des Kernenergiestroms zu Händler dieses Stroms werden.
- Mit dem Entscheid über die Zukunft der Kernenergie kann nicht mehr lange zugewartet werden, ausser es würde die bisherige willkürlich festgelegte Lebensdauer der Kernkraftwerke von 40 Jahren verlängert, wogegen weder technische noch sicherheitsbewusste Gründe sprechen.

## Perspectives de l'énergie nucléaire

Deux journées d'information placées sous le thème «Les perspectives de l'énergie nucléaire», journées qui ont réuni 150 participants de six pays européens et de plusieurs organisations internationales, ont permis de mettre en lumière les conditions techniques, économiques et politiques qui décideront du rôle futur de l'énergie nucléaire. Les exposés sur l'extension massive de l'énergie nucléaire au Japon et dans d'autres pays d'Extrême-Orient, ainsi que sur les progrès du développement des réacteurs nucléaires de demain, notamment du réacteur à eau sous pression européen, ont intéressé tout particulièrement les participants. La manifestation s'est achevée par une table ronde dirigée par le conseiller aux Etats Hans Jörg Huber, président de l'ASPEA et président de la manifestation, table ronde au cours de laquelle des représentants des milieux politiques et des autorités ont tenté de mettre en évidence les conditions politiques générales nécessaires pour que l'énergie nucléaire puisse continuer à se développer également dans notre pays.

## Diskussionspanel: Die Kernenergie in der politischen Landschaft der Schweiz

(MÜ) Diskussionspanel moderiert durch den Tagungspräsidenten, Ständerat Dr. Hans Jörg Huber. Mitwirkende: Nationalrat Peter Bircher; Nationalrat Ulrich Fischer; Hans Issler, Präsident Nagra; Dr. Eduard Kiener, Direktor des Bundesamtes für Energiewirtschaft; Dr. Peter Wiederkehr, Direktionspräsident NOK.

Die erste Frage des Moderators H.J. Huber «Wird das neue Parlament kernenergiefreundlicher?» liess sich nicht leicht beantworten. U. Fischer sieht gewisse Chancen bei Vorhandensein neuer Reaktortechnologien, bei der Lösung des Entsorgungsproblems und beim neuen Kernenergiegesetz im Rahmen einer neuen Sachlichkeit, während H. Issler die Probleme der Entsorgung beim politischen Vollzug ortete. P. Bircher wies auf die überzeugenden Fakten der Tagung hin und plädierte für mehr Akzeptanz im Dialog, gemäss dem «Modell BKW». Zudem gehöre die Kernenergie zum «Schwungrad Arbeitsplatz».

Die Frage «Was ist in der Pipeline zum Thema Kernenergie?» erwiederte sogleich E. Kiener: «Immer wenn es schlecht geht, soll der Bund handeln!» Kiener erwähnte die Vernehmlassung für das neue Kernenergiegesetz für 1996 und, dass einerseits der Bund die Option Kernenergie immer offen gehalten habe, aber andererseits gegenwärtig keine Gesuche, Projekte oder Standorte bestehen. Und auch die Reaktoren der neuen Generation gäbe es noch nicht. Er sagte auch, dass es nicht klar sei, ob die Elektrizitätswirtschaft bereit ist, neue Anlagen zu bauen und meinte: «3 GW Kernenergie sind angemessen – wir sollten diese zur gegebenen Zeit ersetzen.»

Das Thema «Hat die Elektrizitätswirtschaft den Mut verloren?» relativierte P. Wiederkehr mit der grossen Unsicherheit durch fehlende Leitplanken. Investitionen seien in diesem politischen Umfeld riskant, Investitionen im Ausland können diesbezüglich unternehmerisch sicherer sein. Der Bund solle klar für die Option Kernenergie und für Betriebszeiten von 50 – 60 Jahren einstehen. E. Kiener forderte mehr Unterstützung durch die Wirtschaft, das BEW könne das politische Problem nicht lösen.

H.J. Huber fragte auch nach der zusätzlichen Belastung der Kernenergie durch die im Raum stehenden Energie-Umwelt- und Solar-Initiativen. Diese Initiativen seien Ablenkungsmanöver, die vorgeben, dass mit Alternativenergien mehr zu machen ist, als dies praktisch möglich ist, so U. Fischer. P. Bircher ergänzte, dass vor allem eine Weiterführung des Kernenergie-Moratoriums eine Lähmung bringen würde.

In der weiteren Diskussion plädierte man vor allem für klare Positionen und Signale des Bundesrates und auch für einen realistischen Geist bei den in Behandlung stehenden energiepolitischen Gesetzen. So quasi als Schlusswort hob P. Bircher die Notwendigkeit eines Dialogs hervor, dies gemäss dem Vorwort in der «Vorschau 95» des VSE.



Bild 12 Kernenergie in der politischen Diskussion.

(Bild: K. Niederau)