

# DOM

DEUTSCHES OSTFORUM,  
MÜNCHEN e.V.

AKADEMIE  
FÜR  
POLITISCHE  
BILDUNG  
\_\_\_\_\_  
TUTZING

# GRS

Gesellschaft für Anlagen-  
und Reaktorsicherheit  
(GRS) mbH

## Reaktorsicherheit und Energiepolitik in Osteuropa

Gefahrenpotentiale und  
Handlungsmöglichkeiten

# DOM

DEUTSCHES OSTFORUM,  
MÜNCHEN e.V.

AKADEMIE  
FÜR  
POLITISCHE  
BILDUNG

TUTZING

# GRS

Gesellschaft für Anlagen-  
und Reaktorsicherheit  
(GRS) mbH

Reaktorsicherheit  
und  
Energiepolitik  
in Osteuropa

Gefahrenpotentiale und  
Handlungsmöglichkeiten

Vorträge und Diskussionen  
anlässlich der Expertentagung  
vom 29. Juni - 1. Juli 1995 in  
Tutzing

Juli 1996

## **Impressum**

- Herausgeber:** Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
Akademie für Politische Bildung, Tutzing  
Deutsches Ostforum, München e.V.
- Redaktion:** H.-P. Butz, GRS  
P. Hampe, Akademie Tutzing  
H. May, GRS  
D. Reichenbach, GRS  
D. Röhrlich, Köln
- Übersetzungen:** C. Conrad, DOM  
J. Kurjo, GRS  
E. Stendell, GRS
- Druck:** Jansen Druck GmbH, Köln
- Bildnachweis:** Zur Illustration der Texte wurden von der Redaktion folgende Fotos verwendet:  
Atómové elektrárne Bohunice, Seite: 176  
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) Seite: 86, 87, 88  
Burkhard, H.J., Seite: 15, 168  
GRS, Seite: 36, 39, 46, 69, 102, 177, 183  
IPSN-Demail, Seite: 5  
Kurchatov-Institut, Seite: 79  
Obodzinski, V., Seite: 34  
Photostudio Jürgens, Berlin, Seite: 26, 75, 109, 115, 117, 119, 121, 161, 162

## Vorwort

Das Tagungsprojekt „Reaktorsicherheit und Energiepolitik in Osteuropa“ ist der Zusammenarbeit dreier Institute zu danken: der Akademie für Politische Bildung, der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit und dem Deutschen Ostforum München. Die bayrische Staatsregierung gewährte hilfreiche Unterstützung, Herr Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber seine Schirmherrschaft. Dafür sind wir dankbar.

Speziell in Deutschland hat der Unfall von Tschernobyl die Öffentlichkeit erheblich verunsichert. Die Befürchtung, daß sich in Osteuropa weitere Havarien ereignen könnten, ist seitdem nicht geschwunden. Faktisch bestehen erheblich Informationsdefizite: über die tatsächlichen Folgen des Tschernobyl-Unfalls, über den gegenwärtigen Sicherheitsstandard osteuropäischer Kernkraftwerke, über mögliche und nötige Maßnahmen zur Risikominimierung, über die energiepolitischen Zwänge der osteuropäischen Staaten. Diskussionsbedarf besteht auch über Art und Ausmaß der Hilfe, die westlicherseits geleistet werden kann, um die osteuropäischen Sicherheits- und Energieprobleme zu lösen.

Wieso läßt sich eine Akademie für Politische Bildung auf ein derartiges Tagungsprojekt ein? Gewiß deswegen, weil Bildung mit Information und vernunftbestimmter Urteilsbildung zu tun hat. Gerade wo in existentiellen Fragen durch Informationsdefizite Verunsicherung besteht, sind Bildungsinstitutionen heute erheblich herausgefordert. Dabei kann es nicht darum gehen, schönfärberisch zu beruhigen. In den großen thematischen Zusammenhängen unserer Zeit ist es Aufgabe politischer Bildung, Gespräche zu organisieren und Dialoge zu stiften, die eine Chance haben, aufklärend zu wirken. Bei unserem Thema ist das besonders schwierig. Es ist exemplarisch für einige gesellschaftliche Entwicklungen, die keineswegs ermutigend erscheinen.

Zum einen stellt sich die Frage nach der Beherrschbarkeit und den Gefahrenpotentialen der Technik. Diese Diskussion führen wir nach Tschernobyl stark unter emotionaler Betroffenheit sowie in Ängsten und Stimmungen. Das ist kein Wunder angesichts der Dimensionen dieses Ereignisses, der Zahl der Opfer und Schäden sowie angesichts der Komplexität des Themas. Der Technikoitismus, mit dem wir als Jugendliche aufgewachsen sind, ist verfliegen. Nach neueren Untersuchungen scheint manches bei der nachwachsenden Generation zurückzukehren, vorausgesetzt, die Technik, um die es geht, ist überschaubar und in ihrer Nutzenanwendung für das Individuum evident. Für die Kernkraft gilt dies zweifelsohne nicht.

Eine zweite bedeutsame Tendenz ist die meist nur medienvermittelte Sicht von Welt und Wirklichkeit, die allzu oft nicht primär rationaler Urteilsbildung dient. Die Eigengesetzlichkeit der Medien ist bekannt: ihr Hang zum Außergewöhnlichen, zum Sensationellen und zum Negativen. Elektronische Kürzel vermitteln mehr Reize und Schauer statt nüchterner Information. Die Rezipienten leben immer weniger aus eigener Erfahrung. Ihr Weltbild stammt aus zweiter Hand. Ohne Medien - speziell ohne Fernsehvermittlung - wird kaum mehr etwas zum Teil der Wirklichkeit. Was man für Wirklichkeit hält und wie man es beurteilt, ist ganz erheblich in die Abhängigkeit von den Regeln der Fernseh-dramaturgie geraten.

Nimmt man beide Trends zusammen und betrachtet sie historisch, drängt sich die Schlußfolgerung auf, daß es der menschlichen Natur zu widersprechen scheint, die Welt vor allem mit nüchternen Augen zu betrachten. Das führt zu einer dritten Erwägung: Anders als vor Jahrhunderten sind wir Verhängnissen nicht ausgeliefert, da wir in aller Regel über hinlängliches Wissen verfügen, um in rationale Auseinandersetzungen einzutreten. Das Problem ist allerdings: Sachverstand muß sich vernehmlich und verständlich machen können und wollen. Das ist eine unabdingbare Voraussetzung dafür, Zustimmung zu finden für die Kosten und Lasten, welche uns die Sicherheitsinteressen aufbürden.

Überall, wo sich die Gesellschaft heute herausgefordert sieht, stehen wir vor der Aufgabe, das Expertenwissen, durchaus mit all seinen Skrupeln und allem Wenn und Aber, für den Alltag und die Alltagskommunikation einigermaßen verfügbar zu machen. Wenn diese Zeit in ihren Ängsten versinken oder zumindest politisch mit ihnen nicht zu Rande kommen sollte, wird die wesentlichste Ursache dafür sein, daß sie diese Aufgabe nicht gemeistert hat; vielleicht vor allem deswegen, weil Sachverstand adäquate Ausdrucksformen nicht gefunden hat.

Im Zeitalter des Wissens angesichts existentieller Nöte keine Erklärungen verfügbar zu haben oder verfügbare Erklärungen nicht vermitteln zu können, schafft Verunsicherung. Wo die Komplexität eines Problems es individuell unfaßbar macht, obwohl es lebenspraktische Nähe besitzt, dort gerät der moderne Mensch in strukturelle Verwandtschaft zu seinen Vorfahren, die nichts erklären konnten und denen deshalb vieles dubios, ja numinos erschien. Er gerät in diese Verwandtschaft zumindest so lange, wie ihn die Wissenssysteme allein lassen. Deswegen liegt der Wunsch nahe, Expertenwissen möge nach außen wirken. Gerade deswegen ist die Publikation dieser Konferenz wichtig.

Heinrich Oberreuter,  
Direktor der Akademie für Politische Bildung,  
Tutzing

## **Inhalt**

Vorwort .....	i
Inhalt .....	iii
Vortragende .....	iv
<b>I. Die Sicherheit osteuropäischer Kernkraftwerke - Eine Zwischenbilanz</b>	
Hennenhöfer .....	3
Janklovich .....	26
Kostenko .....	35
Birkhofer .....	45
Anschließende Diskussion .....	51
<b>II. Der Tschernobyl-Reaktorunfall und seine Folgen</b>	
Kellerer .....	57
Kopchinsky .....	72
Vogl .....	83
Anschließende Diskussion .....	94
<b>III. Energiepolitische Zwänge und Perspektiven in osteuropäischen Staaten</b>	
Vilemas .....	97
Chitechian .....	105
Gumpel .....	114
Riesner .....	129
Anschließende Diskussion .....	139
<b>IV. Handlungsmöglichkeiten des Westens zur Erhöhung der Reaktorsicherheit in Osteuropa - Statements bei der Podiumsdiskussion</b>	
Ignatenko .....	145
Bürkle .....	160
Jousten .....	166
Dumsky .....	171
Kostenko .....	177
Vogl .....	183
Anschließende Diskussion .....	186

## Vortragende

Prof. Dr. Adolf Birkhofer	Geschäftsführer der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln
Dipl.-Ing. Wulf Bürkle	Mitglied des Vorstands der Siemens AG/KWU, Erlangen
Vigen I. Chitechian	Vizepremierminister der Republik Armenien
Dipl.-Ing. Georg Dumsky	Mitglied des Vorstands der Isar-Amperwerke, München
Prof. Dr. Werner Gumpel	Südosteuropa-Seminar der Ludwig Maximilians Universität, München
Gerald Hennenhöfer	Ministerialdirektor im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn
Evgenij Ignatenko	Vizepräsident des Konzerns „Rosenergoatom“, Moskau
Vladimir M. Janklovich	GOSATOMNADZOR, Leiter der Regionalinspektion Region Wolga, Balakovo
Norbert Jousten	Europäische Kommission, Brüssel
Prof. Dr. Albrecht M. Kellerer	Strahlenbiologisches Institut der Ludwig Maximilians Universität München und Institut für Strahlenbiologie des GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg
Dr. Georgyi A. Kopchinsky	Präsident Fa. Atomaudit, Kiew
Juri Kostenko	Minister für Umweltschutz und nukleare Sicherheit, Kiew
Prof. Dr. Wilhelm Riesner	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Sozialwesen (FH), Zittau/Görlitz
Prof. Dr. Jurgis Vilemas	Direktor des Litauischen Energie-Instituts, Kaunas
Prof. Dr. Josef Vogl	Ministerialdirektor im Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

I. Die Sicherheit  
osteuropäischer  
Kernkraftwerke -  
Eine Zwischenbilanz



## **Die Sicherheit osteuropäischer Kernkraftwerke - Eine Zwischenbilanz**

*Gerald Hennenhöfer*

Ich freue mich, daß heute die Gelegenheit besteht, in ungezwungener Atmosphäre einen Erfahrungsaustausch zum Thema „Die Sicherheit osteuropäischer Kernkraftwerke - Eine Zwischenbilanz“ mit so zahlreichen Experten aus den Staaten Mittel- und Osteuropas, dem Baltikum und den Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion zu beginnen. Wie Sie wissen, konnte Bundesumweltministerin Frau Dr. Angela Merkel wegen Terminzwängen leider nicht an dieser Expertentagung teilnehmen. Es war jedoch ihr ausdrücklicher Wunsch, Ihnen ihre Grüße sowie den Wunsch zu übermitteln, daß die Veranstaltung sich fruchtbar auf die weitere Zusammenarbeit auswirken möge.

Es ist mir eine ganz besondere Ehre, Ihnen als Erster auf dieser Tagung vortragen zu dürfen. Die „niedrige Startnummer“ gibt mir Gelegenheit, näher auf die Ziele und die Mittel zu deren Umsetzung, auf die Anfänge und die Entwicklung der Unterstützung zur Verbesserung der Sicherheit von Kernkraftwerken sowjetischer Bauart im internationalen Rahmen einzugehen.

Verzeihen Sie mir, wenn ich dabei weitestgehend auf technische Details verzichte – ich bin sicher, Sie werden Ausführlicheres hierzu von berufenerer Stelle, z.B. von Herrn Professor Birkhofer, erfahren. In meinem Vortrag möchte ich Ihnen einen kurzen Abriss der Unterstützung zur Verbesserung der Sicherheit von Kernkraftwerken sowjetischer Bauart geben und auf die westliche Unterstützung im allgemeinen und die deutsche Unterstützung im besonderen eingehen.

- Zuvor werde ich kurz den Sicherheitszustand der östlichen Reaktoren zu Beginn der Unterstützungsmaßnahmen skizzieren,
- sodann will ich auf die Aktivitäten der sieben führenden Industrienationen (G7) auf politischer Ebene eingehen und die Etappen in der Entwicklung der internationalen Kooperation und Unterstützung darstellen.
- Schließlich werde ich anhand einiger Beispiele von bilateralen Maßnahmen mit deutscher Beteiligung auf den erzielten Sicherheitsgewinn eingehen und
- einen Ausblick auf die mögliche zukünftige Entwicklung geben.

# 1 Grundlagen der westlichen Unterstützung

Die Sicherheitsverbesserung von Kernkraftwerken in den Neuen Unabhängigen Staaten (NUS) der ehemaligen Sowjetunion und den Staaten Mittel- und Osteuropas (MOE) ist eine der wichtigsten aktuellen Aufgaben bei der notwendigen Unterstützung dieser Länder im Übergang zu einem neuen politischen und wirtschaftlichen System.

Seit Anfang der 90er Jahre sind von den westlichen Industriestaaten verstärkt nationale und internationale Unterstützungsprogramme in die Wege geleitet worden, um die Sicherheit der Kernkraftwerke in NUS und MOE zu verbessern. Erste Erfolge sind erzielt worden: So wurden in verschiedenen Anlagen, z.B. im Kernkraftwerk Kozloduy in Bulgarien, Verbesserungen vorgenommen, mit denen die kerntechnische Sicherheit erhöht worden ist. Ebenso wurden Beiträge zur Stärkung der Sicherheitsbehörden und zur Verbesserung der Infrastruktur geleistet.

Andererseits aber hat sich gezeigt, daß die Entwicklung erheblich langsamer verläuft und die Probleme vielschichtiger sind als ursprünglich angenommen wurde. Erhebliche Sicherheitsmängel - wie z.B. unzureichende sicherheitstechnische Ausrüstung der Anlagen, Mängel in der Betriebsführung und Probleme bei der Ersatzteilbeschaffung - bestehen weiterhin. In einigen Ländern, so etwa in der Ukraine, hat sich die Lage aufgrund der schlechten wirtschaftlichen Gesamtsituation sogar noch verschärft.

## 1.1 Bedeutung der Zusammenarbeit mit NUS/MOE

Lassen Sie mich an dieser Stelle eine Schlußfolgerung aus den Erfahrungen der intensiven Zusammenarbeit und Unterstützung der letzten fünf Jahre mit den bzw. für die Staaten von NUS und MOE vorwegnehmen:

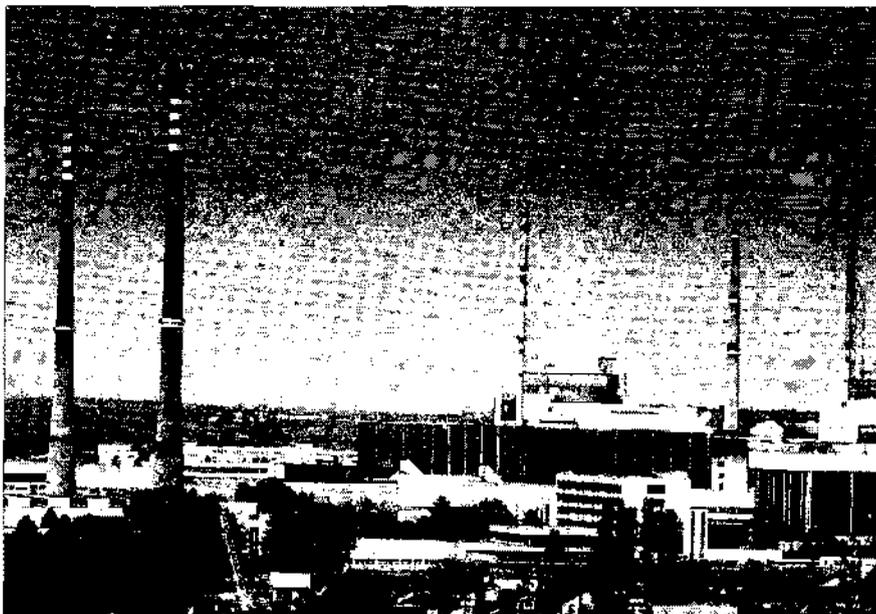
- Es ist heute klar, daß viele Probleme der internationalen Unterstützung nur in einer langfristigen Kooperation mit den osteuropäischen Ländern gelöst werden können.
- Dabei kommt der Zusammenarbeit mit Rußland eine besondere Bedeutung zu. Die Erfahrung und Kompetenz der russischen Wissenschaftler und Ingenieure, das Know-how und die intime Kenntnis der technischen Details, das die wissenschaftlich-technischen Institute und die kerntechnische Industrie Rußlands erworben und angesammelt haben, sind von großer Bedeutung für alle jene, die Reaktoren sowjetischer Bauart betreiben oder deren Sicherheit verbessern wollen.

Ich freue mich, daß wir mit dieser Expertentagung einen Beitrag zu einer langfristigen und sicherheitsgerichteten Kooperation von Ost und West leisten können.

## 1.2 Sicherheit osteuropäischer Kernkraftwerke

Vor der Durchführung eines Projekts steht das Konzept: Bestandsaufnahme und Bewertung, Formulierung der Ziele sowie Planung, Entwicklung und Kalkulation der Kosten. Gleichwohl ließ sich bei dem ebenso drängenden wie ehrgeizigen Projekt zur Sicherheitsverbesserung von Kernkraftwerken sowjetischer Bauart diese Reihenfolge nicht immer streng einhalten.

Dies betraf zunächst Bestandsaufnahme und Bewertung: Die sicherheitstechnischen Unzulänglichkeiten der Reaktoren sowjetischer Bauart sind in ihrem ganzen Ausmaß erst nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl und im Zuge des politischen Umbruchs bekannt geworden, der Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre einsetzte. Sicherheitsstatus und Sicherheitspraxis bei zahlreichen Kernkraftwerken in diesen Ländern geben



**Bild 1** Im Kernkraftwerk Kozloduy in Bulgarien wurden mit westlicher Hilfe an den beiden Blöcken 1 und 2 Verbesserungen vorgenommen, mit denen die Sicherheit erhöht wurde.

heute noch Anlaß zur Sorge. Noch heute kennen wir nicht alle technischen Details der Anlagen und ihre Auswirkungen auf den Sicherheitsstatus – dennoch mußten und haben wir gehandelt, um die größten Mängel zu lindern.

**Tabelle 1** Sicherheitstechnische Auslegung von WWER-Reaktoren (Quelle: GRS)

	WWER-440/230	WWER-440/213	WWER-1000/320
Notkühlung (primärseitig) Nachwärmeabfuhr (NWA)	- unzureichend - kein unabhängiges NWA-System	- 3 x 100 % - kein Zwischenkühlkreislauf - Sumpf-Blockade	
Sicherheitseinschluß	unzureichendes Druckabbausystem	Druckabbau über Naßkondensatoren	Sicherheitsbehälter
Noteinspeisung (sekundärseitig)	unzureichende - Redundanz und - räumliche Trennung	- 3 x 100 % - nicht ausreichende räumliche Trennung	
Schutz gegen übergreifende Einwirkungen	Defizite: - Brand - Rückwirkungen, Ereignisse, Maschinenhaus		Auslegungsmängel

Wie Sie der Übersicht (Tabelle 1) entnehmen können, sind viele technische Auslegungsmängel des Typs WWER (wassermoderierter, wassergekühlter Energie-Reaktor; Prinzip: Druckwasserreaktor) bekannt. Es herrschen noch Mängel wie zum Beispiel:

- ungenügender Sicherheitseinschluß,
- unzureichende räumliche Trennung und nicht ausreichende Redundanz des Notkühl-systems,
- unzureichender Schutz gegen Brand und interne Überflutung,
- und anderes mehr.

Aus der Übersicht über die Auslegungsmängel des RBMK (graphitmoderierter Druckröhrenreaktor: "Tschernobyl-Typ") ist ersichtlich (Tabelle 2), daß bei diesem Typ noch viele Fragen offen sind. Hier herrscht großer Bedarf an gegenseitigem Austausch und Kooperation vor allem mit russischen Behörden und Institutionen.

**Tabelle 2** Sicherheitstechnische Auslegung von RBMK-Reaktoren (Quelle: GRS)

	RBMK-1000 1. Generation	RBMK-1000 2. (3.) Generation	RBMK-1000 3. Generation	RBMK-1500
Reaktor-schutz	Kenntnisse liegen praktisch nur zur 3. Generation vor: - Vermaschung mit Betriebssystem - unzureichende Redundanztrennung - geringe Zuverlässigkeit einzelner Komponenten - mangelhaftes lokales Schutzsystem („gefährliche Stäbe“) - Fehlen diversitärer Parameter zur Auslösung wichtiger Schutzaktionen			
Schnellab-schaltung	- kein diversitäres zweites Abschaltssystem - hohe Reaktivitätszufuhr (4-5 $\beta$ ) beim Wasserverlust im Stabkühlsystem - geringe Unterkritikalitätsreserve			
Notkühlung	geringe Kapazität z.T. kein separa-tes Notkühlsystem			
		3 x 50 %		z.T. unzureichende Redundanztrennung
Nachkühlung	k.A.	k.A.	nicht als Sicher-heitssystem ausgelegt	k.A.
Notspeise-wasser	nicht als Sicher-heitssystem ausgelegt	k.A.	nicht als Sicher-heitssystem ausgelegt	k.A.
Brennelement Reaktorkern	größere Sicherheitsreserven			Kernausle-gung nicht optimiert (z.B. lokale Effekte)
Druckführen-de Umschlie-ßung	Primärsystem: 5000 Rohrleitungen, 3000 Flanschverbindungen, 2000 Ventile, Graphitschrumpfung, Qualitätssicherung?			
	kein Containment; beschränkte Festigkeit des Reaktorgebäudes	partieelles Druckkammersystem mit Druckabbausystem (ausgelegt für 2F-Bruch NW 900)		
Schutz gegen EVI (Einwirk. von innen)	unzureichender Brandschutz	k.A.	unzureichender Brandschutz	teilweise un-zureichend
EVA (Einwirk. von außen)	k.A.	k.A.	Reaktorsaal und -kran sind erd-bebengefährdet	k.A.

### 1.3 Ursachen der Gefährdung

Während die technischen Details und das genaue Ausmaß der Gefährdung erst nach und nach ans Licht kommen, waren die Ursachen für das schlechte sicherheitstechnische Abschneiden von Kernkraftwerken sowjetischer Bauart bald bekannt:

- Sie waren zum einen auf die Schwächen des ehemaligen sowjetischen Sicherheitskonzepts zurückzuführen, das sich auf die robuste Anlagenauslegung und das hohe Ausbildungsniveau des Betriebspersonals verließ, jedoch die Vorsorge zur Störfallbeherrschung, also ihre Analyse und das Training zu ihrer Beherrschung, vernachlässigte;
- zum anderen war der schlechte sicherheitstechnische Zustand zurückzuführen auf die fehlende Kontrollinstanz in Form unabhängiger und eigenständiger Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden.

### 1.4 Ziele, Konzept und Umfang der Unterstützung

An diesen beiden Faktoren – den Schwächen des sowjetischen Sicherheitskonzepts und mangelnder behördlicher Kontrolle – setzt die westliche Unterstützung an. Das Ziel der westlichen Unterstützung ist zum einen,

- die Schwächen in der Auslegung der östlichen Reaktoren, aber auch die Mängel in der Betriebssicherheit - wie z.B. unvollständige Anlagen- und Betriebsdokumentation, Überforderung des Betriebspersonals bei Störfällen, um nur einige zu nennen - wo immer es technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, nachzurüsten oder zu beseitigen; und wenn dies nicht geschieht, die betroffenen Anlagen abzuschalten.

Zum anderen ist das Ziel,

- den sich vollziehenden Aufbau von unabhängigen und fachlich kompetenten Behörden, welche die Anlagen genehmigen und beaufsichtigen, nachdrücklich zu unterstützen.

Bei der Betrachtung der Gesamtheit der notwendigen, konkreten Unterstützungsmaßnahmen, insbesondere des technischen Nachrüstbedarfs, darf nicht vergessen werden - und damit kommen wir zu den Kosten -, daß die Mittel der westlichen Staatengemeinschaft bei weitem nicht ausreichen, das enorme Ausmaß der nuklearen Sicherheitsproblematik im Osten insgesamt zu bewältigen.

Der Bedarf geht gegen unendlich – unsere Mittel sind beschränkt. Sie müssen daher gezielt und schwerpunktmäßig eingesetzt werden. Die westlichen Maßnahmen verstehen sich deshalb als Hilfe zur Selbsthilfe – ohne die betroffenen Staaten von der Verantwortung für ihre Reaktoren zu entbinden – und sollen, über die Schaffung einer sich selbst erhaltenden Sicherheitskultur, eigene Anstrengungen der betroffenen Staaten anstoßen. Eine solche Wirkung läßt sich erfreulicherweise feststellen und darf uns – mit aller Vorsicht – zuversichtlich stimmen, der Bedrohung durch die Kernkraftwerke im Osten auf lange Sicht Herr zu werden: Entwarnung kann jedoch noch nicht gegeben werden.

## **2 Unterstützung durch die internationale Gemeinschaft**

Die Geschichte der internationalen Unterstützung der Staaten von NUS und MOE bei der Verbesserung der Sicherheit ihrer Kernkraftwerke ist Teil der Geschichte der jüngeren internationalen Wirtschaftspolitik. Die zurückliegenden Weltwirtschaftsgipfel der sieben führenden Industrienationen, die G7, bildeten jeweils auch einen Meilenstein in der Entwicklung auf dem Gebiet der Sicherheitsverbesserung östlicher Kernkraftwerke. Auf jedem dieser Gipfel nahm eine neue politische Initiative ihren Ausgangspunkt, zu jedem dieser Gipfel wurde ein Resümee der vorangegangenen Periode gezogen.

Und indem sich der Wirtschaftsgipfel mit der westlichen Unterstützung zur Verbesserung der Reaktorsicherheit in NUS und MOE befaßte, rückte dieser Aspekt zunehmend in das Bewußtsein der Öffentlichkeit. Im Gegensatz zu den bedrückenden, Sorge und Trauer auslösenden Jahrestagen der Tschernobyl-Katastrophe, wurden die Wirtschaftsgipfel seit München 1992 von der westlichen Öffentlichkeit zwar kritisch, aber auch mit begründeter Hoffnung auf eine nachhaltige Verbesserung der Lage in NUS und MOE begleitet. Lassen Sie mich nun die internationale Unterstützung für die NUS und MOE bei der Sicherheitsverbesserung ihrer Kernkraftwerke anhand der letzten vier Wirtschaftsgipfel seit 1992 skizzieren.

### **2.1 Wirtschaftsgipfel München, 6. bis 8. Juli 1992**

Auf dem Wirtschaftsgipfel der G7 von 1992 in München wurde auf Initiative der Bundesregierung das Problem des Sicherheitszustandes in den Kernkraftwerken sowjetischer Bauart erstmals zu einem zentralen Thema eines Gipfeltreffens gemacht.

### **Das Multilaterale Aktionsprogramm**

In Vorbereitung dieses Gipfels hat die G7-Arbeitsgruppe „Nukleare Sicherheit“ – unter maßgeblicher Beteiligung meines Hauses – ein Multilaterales Aktionsprogramm erarbeitet, das seitdem die konzeptionelle Basis der international abgestimmten Bemühungen zur Verbesserung der kerntechnischen Sicherheit in NUS und MOE darstellt und an Gültigkeit nicht verloren hat.

Das Multilaterale Aktionsprogramm umfaßt als Kurzfristmaßnahmen:

- Verbesserung der Sicherheit in der Betriebsführung,
- kurzfristige technische Verbesserungen auf der Grundlage von Sicherheitsbewertungen,
- Aufbau und Stärkung behördlicher Kontrolle über die nukleare Sicherheit

sowie als mittel- bzw. längerfristige Maßnahmen:

- Untersuchung von Ersatzenergien, um die Notwendigkeit des Betriebs weniger sicherer Anlagen zu vermindern,
- Nachrüstung sicherheitstechnisch besserer Anlagen.

Um die Ziele des Multilateralen G7-Aktionsprogramms umzusetzen, haben die Gipfelteilnehmer drei Elemente, sozusagen drei Werkzeuge, vorgesehen:

- die bilaterale Unterstützung im Rahmen nationaler Programme,
- die multilaterale Unterstützung in Form von:
  - internationalen Fonds,
  - Machbarkeitsstudien von internationalen Institutionen wie der Weltbank, der Osteuropabank (EBRD), der IAEA, IEA, NEA, usw.;

und

- die Koordinierung der Unterstützungsmaßnahmen.

### **Der G24-Koordinierungsmechanismus**

Lassen Sie mich zuerst auf das letzte Element eingehen: Nach Verabschiedung des Multilateralen Aktionsprogramms auf dem Münchener Gipfel hat sich die Gruppe der 24 wirtschaftlich entwickelten Staaten, die G24, diesem Programm angeschlossen und im

Sommer 1992 im Auftrag der Gipfelteilnehmer einen Koordinierungsmechanismus (Nuclear Safety Assistance Coordination, NUSAC) eingerichtet. Mit Hilfe dieses Mechanismus sollen die einzelnen bi- und multilateralen Unterstützungsmaßnahmen aufeinander abgestimmt, Überschneidungen zuverlässig ausgeschlossen und weitere notwendige, aber bisher noch nicht von bi- oder multilateralen Programmen abgedeckte Maßnahmen identifiziert werden.

Diese Aufgabe wird von einem technischen Sekretariat vorbildlich wahrgenommen, das bei der Europäischen Kommission angesiedelt ist. In die Koordinierung einbezogen sind auch die umfangreichen Unterstützungsmaßnahmen der Europäischen Union im Rahmen der Programme PHARE und TACIS sowie die Unterstützung durch die IAEO. Das Sekretariat der G24, NUSAC, unterhält eine Datenbank, in der alle bi- und multilateralen Projekte zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit in NUS und MOE erfaßt und ausgewertet werden. Der Übersicht (Tabelle 3) sind die Aufwendungen der westlichen Geberländer und -institutionen, aufgeschlüsselt nach Stand der Projekte und Maßnahmenbereichen, zu entnehmen.

#### **Nukleare Sicherheitsfonds**

Als ein weiteres wichtiges Element zur Verbesserung der Sicherheit der Kernkraftwerke in NUS und MOE ist im Jahre 1993 bei der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBRD) ein Nuklearer Sicherheitsfonds eingerichtet worden. Aus diesem Fonds (Nuclear Safety Account, NSA) sollen die über die bilateralen Programme hinaus erforderlichen Finanzmittel für kurzfristige technische Verbesserungen der Kernkraftwerke in NUS und MOE aufgebracht werden. Der Fonds wird einschließlich getroffener Zusagen bis 1995 mit etwa 360 Mio. DM ausgestattet sein. Aus den Übersichten (Tabelle 4 und 5) kann die Verteilung der Beiträge in den NSA auf die Geberländer – also „Wer zahlt wieviel?“ – sowie Stand und Planung der projektbezogenen Ausgaben – d.h. „Wer bekommt wieviel?“ - entnommen werden.

#### **Bilaterale Unterstützung**

Die bilaterale Unterstützung stellt das dritte Element zur Umsetzung der Ziele des Multilateralen Aktionsprogramms dar. Eine grundlegende Verpflichtung der Teilnehmerstaaten am Münchener Gipfeltreffen 1992 bestand darin, ihre bilateralen Anstrengungen zu verstärken, um die dringendsten Probleme zu lösen. Die Bundesregierung hat hierzu ein Sofortprogramm aufgestellt, das zunächst folgendes umfaßte:

- Behördenunterstützung,

**Tabelle 3** Bilaterale Projekte der Geberländer zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit in NUS/MOE in Mio. ECU, Stand: 13.06.1995

(Quelle: G24, NUSAC)

Projekte, Status Anzahl: 844) Maßnahmenbereich (G7-Schlüssel)	A abge- schlossen	B in Gang	C in Antrag	D in Antrag	E in Antrag	F in Antrag	G in Antrag
Verbesserung der Betriebssicherheit	29,5	230,3	38,6	298,3	21,6	3,0	323,0
Kurzfristige technische Verbesserungen	13,2	176,8	51,2	241,2	5,6	1,2	248,0
Aufbau/Stärkung behördlicher Kontrolle	34,6	64,9	29,6	129,1	16,4	0,4	145,9
G7 Kurzfristprogramm - Untersumme	77,3	472,0	119,4	668,6	43,6	4,6	716,9
Untersuchung von Ersatzenergien	0,7	1,1		1,9	0,0	0,4	2,2
Nachrüstung besserer Anlagen	10,4	34,4	19,2	63,9	3,5	0,7	68,2
G7 Aktionsprogramm - Summe	88,4	507,5	138,6	734,4	47,1	5,7	787,3
Strahlenschutz	12,1	7,7	7,0	26,7	1,4	0,6	28,8
Brennstoffkreislauf, Abfallbeseitigung	2,7	24,8	16,5	44,0	0,0	1,3	45,3
Sonstige	3,8	27,3	1,9	32,9	1,6	0,1	34,7
Gesamt	107,0	567,3	164,0	838,0	50,1	7,7	896,1

**Tabelle 4** Beiträge der Geberländer zum Nuklearen Sicherheitsfonds in Mio. ECU  
(1 ECU = 2 DM) Stand: 13. 06. 1995; Quelle: BMU/G24 NUSAC

Geberland	1993	1994	1995	1996 ff.	Summe Geber.
Belgien		0,5	0,5	0,5	1,5
Dänemark	2,0				2,0
Deutschland*	10,3	10,6	5,0	5,5	31,4
Frankreich	15,0	15,0			30,0
Italien	9,9				9,9
Niederlande	0,6	0,3	0,9		1,8
UK	12,5		6,0	2,8	21,3
EU		20,0			20,0
Finnland	0,5	0,5	1,5		2,5
Norwegen	2,0	2,0			4,0
Schweden	3,0		3,0		6,0
Schweiz	5,4	2,7			8,1
Kanada	4,7		7,6		12,3
Japan	3,3	3,0	11,5	1,8	19,6
USA	0,0	0,7	10,6		11,3
Gesamt	69,2	55,3	46,6	10,6	181,7

\* maximal 15 % der Gesamtsumme

- Seminare und Schulungsmaßnahmen sowie
- Sicherheitsuntersuchungen.

1994 erstellte die Bundesregierung für die Jahre 1994 und 1995 ein Investitionsprogramm mit Pilotcharakter in Rovno (Ukraine) und Balakovo (Russische Föderation) in

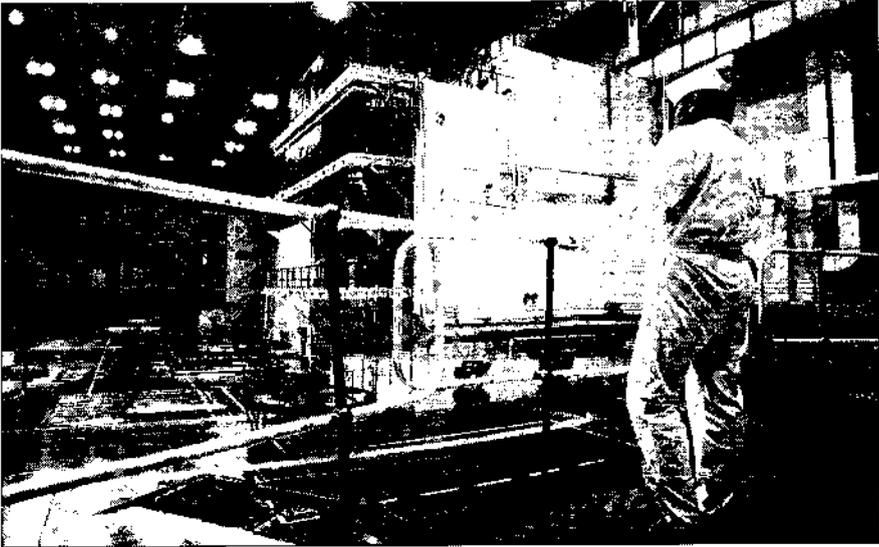
**Tabelle 5** Vorschau Ausgabenentwicklung des Nuklearen Sicherheitsfonds in Mio. ECU  
(1 ECU ~ 2 DM) Stand: 22. 05. 1995 Quelle: EBRD 59/19

	1993	1994	1995	1996	1997	Gesamt	Maßnahmen
Kozloduy (Bulgarien)	0,2	2,2	4,7	9,7	2,8	19,6	Stilllegung Blöcke 1, 2 in 1996/97 Nachrüstung Blöcke 3,4
Ignalina (Litauen)	-	1,1	4,7	14,7	9,1	29,6	Technische/ betriebliche Kurz- fristmaßnahmen
Sicherheits- studie	-	0,1	1,5	3,3	1,5	6,4	mittelfristig Stilllegung (wenn Bedarf gedeckt)
Leningrad 1-4 (Russ. Förder.)				1,7	6,5	8,2	
Kola 1-2 (Russ. Förder.)				1,4	5,3	6,7	
Nowoworonesch (Russ. Förder.)				1,7	7,8	9,5	
Tschernobyl (Ukraine)					8,8	8,8	
Bankeigene Kosten	0,7	1,4	0,3	1,1	1,1	4,6	
Summe Jahr	0,9	4,8	11,2	33,6	42,9	93,4	Gesamt

Höhe von 42 Mio. DM. Damit verlagerte sie den Schwerpunkt ihrer Unterstützung und Zusammenarbeit mit den NUS/MOE auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit – folgerichtig und ergänzend zur bisherigen Unterstützung – von „Software“- auf „Hardware“-Leistungen, d.h. auf konkrete technische Unterstützung.

Die deutschen Finanzierungsbeiträge zum Nuklearen Sicherheitsfonds bei der EBRD von bis zu 63 Mio. DM über drei Jahre von 1993 bis 1995 – die allerdings ein Maximum von 15 % der von den Gebern eingezahlten Gesamtbetrages nicht übersteigen darf – runden heute die bilateralen Maßnahmen der Bundesregierung zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit in den NUS und MOE-Staaten ab. Insgesamt wird Deutschlands bilaterale Unterstützung bis 1995 auf ca. 260 Mio. DM angestiegen sein, was mehr als

18 % des westlichen Gesamtaufkommens an der Unterstützung für NUS und MOE ausmacht.



**Bild 2** Kernkraftwerk Rovno: Reaktorsaal mit 2 Blöcken vom Typ WWER-440

## **2.2 Wirtschaftsgipfel Tokio, 7. bis 9. Juli 1993**

Auf dem Weltwirtschaftsgipfel in Tokio im Juli 1993 wurde erneut festgestellt, daß die nach dem Aktionsprogramm erforderlichen Maßnahmen rasch umgesetzt werden müssen, um wirkliche Verbesserungen zu erzielen. Die Hauptverantwortung für die Beachtung der grundlegenden nuklearen Sicherheitsprinzipien liegt nach übereinstimmender Auffassung nach wie vor bei den betroffenen Staaten im Osten.

Die internationalen Finanzierungsinstitutionen, allen voran Weltbank und EBWE, sollten die betroffenen Staaten bei der Entwicklung längerfristiger Energiestrategien unterstützen. Ziel war es, sobald wie möglich einen Rahmen für ein abgestimmtes, langfristiges Vorgehen aller Beteiligten auf der Grundlage eines länderbezogenen Konzeptes zu vereinbaren. Die Strategien und Konzepte liegen vor; nun ist es Sache der Politik, den Weg für deren Umsetzung sowohl bei uns als auch bei unseren westlichen Partnern zu bereiten.

### **2.3 Wirtschaftsgipfel Neapel, 8. bis 9. Juli 1994**

Zur Zeit beschäftigt ein Thema mehr als alle anderen die Reaktorsicherheitsexperten auf der fachlichen wie auf der politischen Ebene:

- Zum Wirtschaftsgipfel in Neapel im Jahre 1994 haben sich die G7 die Schließung des Kernkraftwerks in Tschernobyl auf die Tagesordnung gesetzt.

Im Vorlauf des Neapel-Gipfels hat die G7-Arbeitsgruppe „Nukleare Sicherheit“ einen Aktionsplan für den Energiesektor der Ukraine ausgearbeitet, der auf Beschluß der Gipfelteilnehmer der Ukraine zur Umsetzung vorgeschlagen wurde.

Der Aktionsplan sieht eine umfassende Reform des Energiesektors in der Ukraine vor, in deren Zuge das als besonders unsicher eingestufte Kernkraftwerk Tschernobyl bis 1997 geschlossen werden sollte. Als Ersatzkapazität für das stillzulegende Kernkraftwerk Tschernobyl machten die G7 ein Angebot zur Fertigstellung von drei neuen, im Bau weit fortgeschrittenen Reaktorblöcke (Saporoshje-6, Rovno-4 und Khmelnitzki-2) unter Nachrüstung eines angemessenen Sicherheitsstandards.

Die G7 erklärten sich in Neapel bereit, der Ukraine zusätzlich zur bisherigen geplanten Unterstützung einen ersten Betrag von 200 Mio. Dollar (ca. 280 Mio. DM) in Form von Zuschüssen für die Schließung von Tschernobyl anzubieten; Deutschland sagte einen Anteil von 17 % (ca. 48 Mio. DM) zu. Für den gleichen Zweck hatte die EU beim Europäischen Rat in Korfu im Juni 1994 bereits Zuschüsse in Höhe von 100 Mio. ECU (ca. 200 Mio. DM) über einen Dreijahres-Zeitraum im Rahmen des TACIS-Programms sowie 400 Mio. ECU (ca. 800 Mio. DM) in Form von EURATOM-Krediten zugesagt. Zugleich wurden die anderen westlichen Staaten aufgefordert zu helfen.

Zur technisch-organisatorischen Umsetzung des Aktionsplans wurde nach dem Wirtschaftsgipfel in Neapel eine gemeinsame G7-ukrainische Task-force eingesetzt. Die Arbeit gestaltete sich aufgrund der unterschiedlichen Auffassungen des Aktionsplans schwierig – die G7 hatten den Aktionsplan als feste Arbeitsgrundlage konzipiert, die ukrainische Seite sah in ihm lediglich eine Diskussionsgrundlage. Auf der Arbeitsebene konnte zwar für bestimmte Maßnahmen Übereinstimmung erzielt werden; Uneinigkeit herrschte jedoch über den Zeitplan zur Schließung Tschernobyls sowie die damit verbundenen finanziellen Vorstellungen der ukrainischen Seite.

Eine von den Präsidentschaften des Europäischen Rats, der G7 sowie der Europäischen Kommission im April 1995 vorgetragene Démarche an Präsident Kutschma brachte den Wendepunkt in den politischen Verhandlungen mit der Ukraine:

- Präsident Kutschma verpflichtete sich, Tschernobyl spätestens im Jahre 1999 endgültig zu schließen,
- allerdings nur unter der Bedingung, daß der Westen ein Gaskraftwerk nahe von Tschernobyl mit 3,1 Mrd. US Dollar finanziert.

Das Angebot Kutschmas und die Möglichkeiten zu dessen Realisierung sind nun von den G7 zu prüfen. Weitere politische Verhandlungen müssen folgen; der Aktionsplan für den Energiesektor der Ukraine bleibt als Ausgangspunkt für die weiteren Verhandlungen der G7 mit der Ukraine gültig.

#### **2.4 Wirtschaftsgipfel Halifax, 16. bis 17. Juni 1995**

Das Angebot Präsident Kutschmas war auch Anfang Juni dieses Jahres Gegenstand des Wirtschaftsgipfels in Halifax. Die Gipfelteilnehmer begrüßten ausdrücklich die Ankündigung des ukrainischen Präsidenten, Tschernobyl bis zum Jahre 2000 endgültig vom Netz zu nehmen. In diesem Zusammenhang unterstreichen die G7

- die fortbestehende Bereitschaft zur Erfüllung ihres mit dem Aktionsplan vorgetragenen Angebots, der Ukraine bei der Schließung des Kernkraftwerks Tschernobyl behilflich zu sein,

aber auch

- die Eigenverantwortung eines jeden Landes für seine kerntechnischen Einrichtungen.

Darüber hinaus nahmen die G7 mit Befriedigung

- das Auffüllen des Nuklearen Sicherheitsfonds durch die westliche Staatengemeinschaft und
- die Zusage bilateraler Mittel für kurzfristige sicherheitstechnische Verbesserungen
- sowie die Aufnahme vorbereitender Arbeiten zur Stilllegung von Tschernobyl

zur Kenntnis.

Sie forderten andere potentielle Geberländer auf, sich ebenfalls mit zweckgebundenen Beiträgen zu beteiligen.

Zur weiteren Unterstützung der Schließung von Tschernobyl versprachen die G7, ihre Anstrengungen fortzusetzen, um die internationale Unterstützung für angemessene Energieproduktion, Effizienz des Energieeinsatzes und nuklearer Sicherheitsprodukte zu mobilisieren. Die Unterstützung bei der Beschaffung von Ersatzkapazitäten für Tschernobyl soll unter verträglichen Kosteneffektivitäts- und Umweltmaßstäben erfolgen. Auch Weltbank und EBRD wurden aufgefordert, ihre Arbeit auf diesem Sektor fortzusetzen und die Ukraine mit einer realistischen Langzeit-Energiestrategie zu beraten. Außerdem sollen die beiden Finanzierungsinstitute ihre eigenen finanziellen Anstrengungen zur Unterstützung angemessener Reformen auf dem Energiesektor einschließlich Energieeinsparungsmaßnahmen verstärken sowie die privatwirtschaftliche Investitionsbereitschaft zur Unterstützung des Energiesektors mobilisieren.

### **3 Deutsche bilaterale Unterstützung**

Wie ich bereits erwähnte, bildet die bilaterale Unterstützung im Rahmen nationaler Programme eines der drei Kernelemente zur Umsetzung des Multilateralen Aktionsprogramms der G7 von 1992. Gestatten Sie mir deshalb, etwas ausführlicher auf die deutsche bilaterale Unterstützung einzugehen.

#### **3.1 Beteiligte und Tätigkeitsfelder**

Zunächst möchte ich Ihnen die Hauptbeteiligten und ihre vornehmlichen Betätigungsfelder im Rahmen der bilateralen Unterstützung für NUS und MOE vorstellen:

- Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat mehrfach Initiativen ergriffen, die sowohl in bilateraler als auch in internationaler Zusammenarbeit zu umfassenden Förderungsprogrammen für die osteuropäischen Länder geführt haben.
- Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) fördert nachhaltig die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit mit den NUS und MOE auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit.

- Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH ist in der Zusammenarbeit mit den osteuropäischen Ländern sowohl in nationalen als auch internationalen Förderungsvorhaben führend beteiligt; dabei besteht eine enge Zusammenarbeit mit dem französischen Partner, dem Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire in Paris vor allem bei verschiedenen, gemeinsamen Arbeiten im Rahmen der Förderungsprogramme PHARE und TACIS der Europäischen Union.

### 3.2 Ziele und Aufgaben

Mit dem bescheidenen Anspruch, lediglich „Hilfe zur Selbsthilfe“ in den osteuropäischen Ländern zu leisten, werden von deutscher Seite im Verhältnis zu den zur Verfügung stehenden Mitteln (Tabelle 6) anspruchsvolle Beiträge geleistet.

**Tabelle 6** Ausgaben (tatsächlich/geplant) des BMU zur Verbesserung der kerntechnischen Sicherheit in NUS/MOE in Mio. DM Stand: 30. 06. 1995; Quelle: BMU

Maßnahme	1991/92	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Summe
Strahlenmessung*	12,5	3,1	-	-	-	-	-	15,6
Studien	15,7	19,0	11,5	11,8	8,9	6,8	5,8	79,5
Internationales	6,3	13,6	11,0	10,0	9,0	4,0	1,5	55,4
Beitrag zu NSA**	-	-	22,0	10,0	6,0	5,0	-	43,0
Nachrüstung	-	-	21,0	15,2	5,8	-	-	42,0
Aktionsplan Ukraine	-	-	-	15,0	18,0	20,0	22,0	75,0
Gesamt BMU	34,5	35,7	65,5	62,0	47,7	35,8	29,3	310,5

\* Tschernobyl und Söduräl

\*\* Tatsächliche Mittelabflüsse bzw. aktuelle Planzahlen, die das 15%-Maximum (s. Text) berücksichtigen

Die übergeordneten Ziele sind klar, und ich möchte sie hier noch einmal knapp formulieren (siehe auch Kasten):

- Beseitigung der Gefährdung durch die Reaktoren in NUS und MOE und
- Implementierung einer sich selbst erhaltenden und verfestigenden Sicherheitskultur nach westlichem Vorbild.

Der sich aus diesen Zielen ergebende Handlungsbedarf läßt sich auch noch relativ leicht identifizieren:

- Kurzfristig notwendig sind weiterhin technische Verbesserungen zur Anlagensicherheit,

ebenso besitzen auch

- Maßnahmen zur Stärkung der Infrastruktur,
- Stärkung der behördlichen Kontrollinstanz in einem jeden Land und
- fachliche Zusammenarbeit mit wissenschaftlich-technischen Institutionen

nach wie vor hohe Priorität.

Die konkreten Aufgaben jedoch, die im Rahmen der bilateralen Unterstützung gelöst werden müssen, sind dagegen sehr vielfältig und kompliziert:

- Verbesserung der Kommunikationsinfrastruktur
- Unterstützung und Stärkung der Sicherheitsbehörden:  
die Sicherheitsbehörden und ihre technischen Organisationen müssen unterstützt und in ihrer fachlichen Kompetenz gestärkt werden, damit sie als fachlich gleichwertige Partner gegenüber der Industrie ihre Aufgaben wahrnehmen können;
- Wissenschaftlich-technische Untersuchungen:  
mit wissenschaftlich-technischen Institutionen der osteuropäischen Länder sind gemeinsame Sicherheitsuntersuchungen, auch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, durchzuführen;
- Sicherheitsbewertung der kerntechnischen Anlagen:  
in Zusammenarbeit mit den Sicherheitsbehörden und der Industrie müssen Sicherheitsbeurteilungen für die Anlagen vorgenommen werden, um Nachrüstmaßnahmen zur Ertüchtigung der Anlagen abzuleiten;
- Technische Investitionen und Ausrüstungen (Pilotprojekt):  
dort, wo erforderlich, muß auch westliche Technologie und Ausrüstung bereitgestellt werden, um dringend notwendige Verbesserungen kurzfristig zu erreichen;
- Ausbildung, Seminare und Workshops.

## **Ziele und Aufgaben der deutschen bilateralen Unterstützung**

### **Übergeordnete Ziele**

- Beseitigung der Gefährdung durch die Reaktoren in NUS und MOE
- Implementierung einer sich selbst erhaltenden und verfestigenden nuklearen Sicherheitskultur

### **Handlungsbedarf**

- Technische Verbesserungen der Sicherheit der Anlagen
- Stärkung der behördlichen Kontrollinstanz eines jeden Landes
- Maßnahmen zur Stärkung der Infrastruktur
- Fachliche Zusammenarbeit mit wissenschaftlich-technischen Institutionen

### **Konkrete Aufgaben**

- Verbesserung der Kommunikationsinfrastruktur
- Unterstützung und Stärkung der Sicherheitsbehörden
- Wissenschaftlich-technische Untersuchungen
- Sicherheitsbewertung der kerntechnischen Anlagen
- Technische Investitionen und Ausrüstungen (Balakovo und Rovno)
- Ausbildung, Seminare und Workshops

### **3.3 Sicherheitsgewinn durchgeführter Maßnahmen**

Lassen Sie mich anhand einiger ausgewählter Aufgaben beispielhaft den Sicherheitsgewinn darstellen, den wir durch die schwerpunktmäßig durchgeführten Maßnahmen erzielt haben.

#### **Verbesserung der Kommunikationsinfrastruktur**

Für die Zusammenarbeit mit den östlichen Partnern ist die Verbesserung der Kommunikation, der Aufbau eines Kommunikationsnetzes zwischen den Behörden, den wissen-

schaftlich-technischen Institutionen und den Kraftwerken, aber auch zum Ausland, außerordentlich wichtig, um die bisherigen zeitaufwendigen Informationswege zu verkürzen. Hier wurde von deutscher Seite als erstes investiert. Als Drehscheibe des Kommunikationsnetzes und der DV-Unterstützung wurden das Kurchatov-Institut und das GRS/IPSN-Büro in Moskau gewählt, da hier die besten Voraussetzungen in bezug auf technisches Know-how und Infrastruktur gegeben waren.

- Zunächst wurden die Sprach- und Faxverbindungen zwischen Behörden und Institutionen in Moskau und den Kernkraftwerken und behördlichen Regionalzentren in ganz Rußland verbessert,
- außerdem besteht nun eine Satellitenverbindung, über die die Behörden in Moskau und Kiew die bis zu mehrere Tausend Kilometer entfernten Kernkraftwerke in Balakovo und Rovno erreichen können.
- Sodann wurden lokale Computer-Netzwerke für die Behörden und ihre wissenschaftlich-technischen Zentren aufgebaut und zu Weitverkehrsnetzen verbunden.
- Es wurden Hard- und Systemsoftware für Störfallanalysen bereitgestellt und dazu auch fortschrittliche Rechenprogramme wie z.B. ATHLET, RALOC und DRASYS an wissenschaftlich-technische Institutionen in Rußland und in der Ukraine übergeben.

### **Ausbildung, Seminare und Workshops**

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Ausbildung. Im Auftrag des BMU werden von der GRS gemeinsam mit den östlichen Partnern Seminare, Workshops und Hospitationen zur Schulung von Mitarbeitern der Behörden, der wissenschaftlich-technischen Institutionen und zur Ausbildung des Betreiberpersonals durchgeführt. Themen dieser Veranstaltungen sind:

- grundlegende Sicherheitsanforderungen,
- das Sicherheitskonzept für Kernkraftwerke,
- atomrechtliche Grundlagen,
- gesetzliche Grundlagen, Verordnungen,
- Sicherheitsrichtlinien,
- kerntechnische Regeln,
- das atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren,

- Zuständigkeiten und Aufgaben der an der Genehmigung und Aufsicht beteiligten Partner, der Behörden, der Sachverständigen, des Herstellers und des Betreibers,

desweiteren betrieblich organisatorische und technische Fragen, z.B. zur

- Qualitätssicherung im Betrieb,
- Auswertung von Betriebserfahrungen,
- Erfassung und Meldung besonderer Vorkommnisse,
- Verbesserungen bei der Anlagendokumentation,
- Fachkunde und Qualifizierung des Personals in den Anlagen.

Seit 1992 wurden etwa 40 Seminare, Workshops und Hospitationen in Rußland, in der Ukraine und in Deutschland durchgeführt. Etwa 1000 Fachleute haben an diesen Veranstaltungen teilgenommen. Darüber hinaus sind am Simulator in Greifswald bislang bereits mehr als 200 Reaktorfahrer aus den WWER-440er Anlagen geschult worden. Die große Resonanz der Teilnehmer spricht für den Nutzen und Erfolg dieser Veranstaltungen. Sie bieten eine einzigartige Gelegenheit, Grundverständnisse in Sicherheitsfragen zu erörtern und weiterzuvermitteln.

Außerdem gilt: Ausbildung ist Know-how-Transfer in beide Richtungen – auch wir lernen viel von unseren östlichen Partnern.

### **Pilotprojekt**

Wie bereits erwähnt, führt das BMU im Rahmen eines mit 42 Mio. DM ausgestatteten Investitionsprogramms ein Pilotprojekt im ukrainischen Rovno und im russischen Balakovo durch. Die Schwerpunkte sind:

- Geräte für Diagnose- und Überwachungsverfahren,
- wiederkehrende Prüfungen,
- Brandschutzmaßnahmen und
- Telekommunikationsausrüstung.

Zu diesen technischen Investitionen will ich nur soviel sagen: In Balakovo und Rovno wird beispielhaft gezeigt, daß mit vertretbarem Aufwand gezielt Sicherheitsver-

besserungen vorgenommen werden können. Von dem Pilotprojekt kann ein Multiplikatoreffekt erwartet werden – andere ukrainische und russische Kernkraftwerke sind an den Arbeiten im Kernkraftwerk Rovno sehr interessiert.

#### **4 Zusammenfassung**

Zum Ende meines Vortrages will ich noch einmal rekapitulieren:

- Das westliche Unterstützungsprogramm ist seit 1992 erheblich vorangekommen.
- Auch die Anstrengungen der betroffenen Staaten selbst, durch eigene Maßnahmen die Sicherheit zu verbessern, sind verstärkt worden.
- Die Leistungen der Geberländer betragen mittlerweile 895 Mio. ECU (ca. 1,8 Mrd. DM) inklusive der Beiträge zum Nuklearen Sicherheitsfonds.
- Deutschland hat einen beachtlichen Anteil an der westlichen Unterstützung.
- Die derzeitige Sicherheitssituation ist in den einzelnen Staaten durchaus unterschiedlich. Insgesamt aber läßt sich feststellen, daß in einigen der betroffenen Staaten die Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit zu greifen beginnen.
- Allerdings wirkt sich die schlechte wirtschaftliche Lage auch auf die Sicherheitssituation negativ aus; dies gilt vor allem für die Ukraine.

Die Lehren, die wir aus den Erfahrungen der letzten Jahre ziehen können, möchte ich so zusammenfassen:

- Bei der Aufgabe der Verbesserung der nuklearen Sicherheit im ehemaligen Ostblock handelt es sich um einen langfristigen Prozeß. Kurzfristige Erfolge sind nur in begrenztem Umfang möglich. Das Risiko kann nur nach und nach verringert werden. Darauf zielt der Einsatz des Westens.
- Angesichts der Tatsache, daß die betroffenen Staaten souveräne Entscheidungen treffen und ihre Handlungsspielräume ebenso wie die Möglichkeiten der westlichen Unterstützung begrenzt sind, wird man noch für einige Zeit mit einem erhöhten Risiko rechnen müssen; Entwarnung kann auf absehbare Zeit trotz aller Bemühungen nicht gegeben werden. Die Konsequenz kann nur sein, den eingeschlagenen Weg mit Ausdauer weiterzuverfolgen.

Gestatten Sie mir zum Schluß, noch einen Ausblick zu geben. Der Aktionsplan für den Energiesektor der Ukraine ist ein Beispiel dafür, daß Ost und West sich aufeinander zubewegen müssen, um eine umweltverträgliche und sicherheitsgerichtete Lösung der drängenden Probleme auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit in NUS und MOE zu ermöglichen. Ich bin zuversichtlich, daß wir mit der Ukraine zu einer solchen Lösung des Problems Tschernobyl kommen werden.

Nach der Öffnung des Ostens und der Überwindung der ersten Berührungspunkte müssen Ost und West nun gemeinsame, übergreifende Sicherheitsziele entwickeln.

Durch die Kooperation mit dem Osten auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit könnte es uns gemeinsam gelingen, auch zur Lösung anderer, übergreifender Probleme beizutragen. Ich denke hier an die Problematik der CO<sub>2</sub>-Minderung, die meiner Meinung nach nur durch Einschränkung des Verbrauchs fossiler Energieträger zu erreichen ist. Hierzu ist es aber unumgänglich, das stark geschwundene Vertrauen der Öffentlichkeit in die Sicherheit der friedlichen Kernenergienutzung zu stärken.

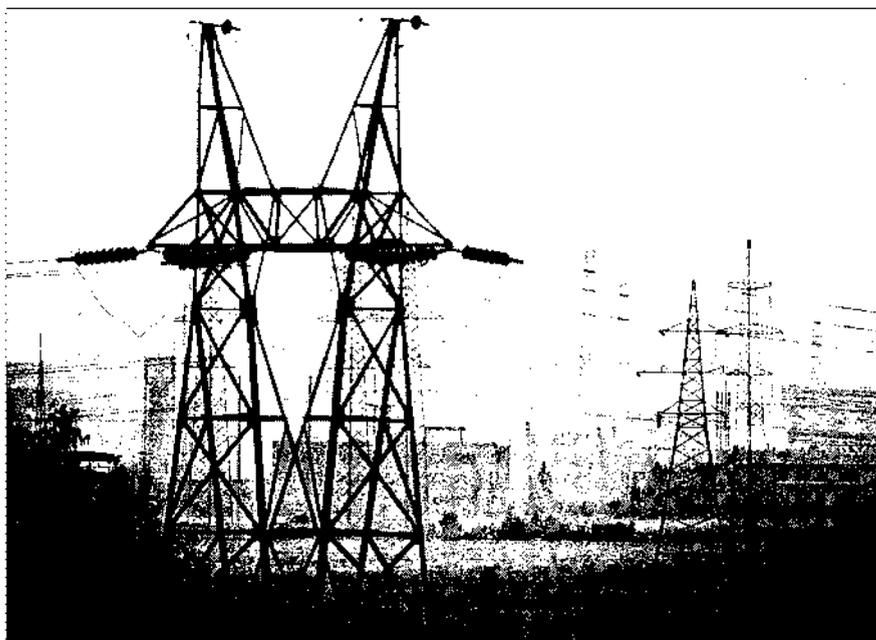
Ich plädiere hier für eine internationale Partnerschaft auf dem Gebiet der friedlichen Kernenergienutzung, nicht nur zur Verbesserung der Reaktorsicherheit. Die Nukleare Sicherheitskonvention ist ein Schritt in diese Richtung, weitere müssen folgen. Nur die gemeinsame konsequente Verfolgung übergreifender Sicherheitsziele auf Basis einer internationalen Sicherheitspartnerschaft werden weltweit zur Anhebung auf das angestrebte hohe Sicherheitsniveau führen.

## Sicherheit der Kernkraftwerke Rußlands

*Vladimir Janklovich*

Ich bedanke mich bei den Veranstaltern für die Möglichkeit, in einem solch angenehmen Kreis über Fragen der Sicherheit russischer Kernkraftwerke reden zu können. Vorab möchte ich betonen, daß eine Sicherheitsbewertung äußerst schwierig ist. Derzeit werden viele Kernkraftwerke betrieben, die zu unterschiedlichen Zeiten mit unterschiedlichen Herangehensweisen gebaut worden sind. Jetzt aber sollen wir ihre Sicherheit nach dem modernen Stand von Wissenschaft und Technik und nach den Kriterien bewerten, die - ob wir das wollen oder nicht - bei uns wie bei Ihnen gelten.

Ich muß Ihnen auch sagen, daß derzeit in Rußland 29 Kernkraftwerksblöcke in Betrieb sind, deren Gesamtleistung sich auf 21 240 Millionen Watt beläuft. Block 2 im Kernkraftwerk Novovoronesh und Block 2 im Kernkraftwerk Belojarsk sind zur Stilllegung abgeschaltet. 1994 produzierten russische Kernkraftwerke rund 98 Milliarden Kilowattstunden Strom: Das sind 82 Prozent der Jahresproduktion 1993. Die Verfügbarkeit betrug 52 Prozent. Das lag zum einen an der allgemeinen Produktions- und damit auch Bedarfsreduzierung von seiten der Industrie. Zum anderen schlugen auch die von GOSATOMNADZOR



**Bild 3** Kernkraftwerk Leningrad (auch Sosnovyi Bor genannt)

**In der russischen Föderation befinden sich 29 Kernkraftwerksblöcke mit einer Gesamtleistung von 21242 MW in Betrieb:**

**WWER-Leichtwasserreaktoren: 13 Blöcke**

WWER-1000 ..... 7 Blöcke

$N_{\text{installierte Leistung}} = 7000 \text{ MW}$

WWER-440 ..... 6 Blöcke

$N_{\text{installierte Leistung}} = 2594 \text{ MW}$

**RBMK- und EGP-Leichtwasserreaktoren: 15 Blöcke**

RBMK-1000 ..... 11 Blöcke

$N_{\text{installierte Leistung}} = 11000 \text{ MW}$

EGP-6 ..... 4 Blöcke

$N_{\text{installierte Leistung}} = 48 \text{ MW}$

**Flüssigmetallreaktor (Schneller Brüter): 1 Block**

BN-600

$N_{\text{installierte Leistung}} = 600 \text{ MW}$

verhängten Einschränkungen für die beiden Blöcke der ersten Generation im Kernkraftwerk Kursk (Leistungsreduzierung auf 70 Prozent), für den WWER-1000 im Kernkraftwerk Balakovo und Block 2 im Kernkraftwerk Kalinin (Leistungsreduzierung auf 90 Prozent) zu Buche. Grund für die Leistungsreduzierungen waren Steuerstafehler (Fallzeitvergrößerung). Außerdem wurden die Ertüchtigungsarbeiten an den Blöcken 1 und 2 im Kernkraftwerk Leningrad durchgeführt. Gegenwärtig laufen Nachrüstungen in den Kernkraftwerken Novovoronesh und Kola.

### **Hauptursachen für den Rückgang der Energieerzeugung**

- Lastverringerng aufgrund von reduziertem Bedarf;
- Einschränkungen durch GOSATOMNADZOR Rußlands an den Blöcken 1 und 2 im Kernkraftwerk Kursk (bis 70% N) an den Blöcken 1-4 im Kernkraftwerk Balakovo und an den Blöcken 1 und 2 des Kernkraftwerks Kalinin (bis 90% N), bis die geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit durchgeführt worden sind;
- Durchführung von Rekonstruktionsmaßnahmen an den Blöcken 1 und 2 im Kernkraftwerk Leningrad;
- langwierige Reparaturmaßnahmen am 5. Block des Kernkraftwerks Novovoronesh, an den Blöcken 1 und 2 im Kernkraftwerk Kola.

Der allgemeine Sicherheitsstandard der Blöcke der ersten und der zweiten Generation wird seitens GOSATOMNADZOR nach recht strengen Richtlinien bewertet. Schließlich wurden diese Blöcke vor Inkrafttreten entsprechender Sicherheitsrichtlinien für Kernanlagen entwickelt, so daß es bei ihren Sicherheitsnachweisen hinreichend viele Lücken gibt, die ihre Sicherheit nicht in vollem Maße beurteilbar machen. Deshalb wurde eine ganze Reihe von Maßnahmen erarbeitet, die zum Teil schon realisiert sind oder zu diesen für Rußland schweren Zeiten realisiert werden.

Die Blöcke der zweiten Generation wurden mit einem anderen Herangehen an die Sicherheitsanforderungen ausgelegt, nämlich unter Berücksichtigung strenger Kriterien, die in den 70er Jahren an die Gewährleistung der Sicherheit gestellt wurden. Allerdings sind auch bei diesen Blöcken die Sicherheitsnachweise mangelhaft. Zudem treten sowohl bei den Blöcken der ersten wie auch denen der zweiten Generation die gleichen Probleme auf: Alterung und Verschleiß der Ausrüstungen, die nur, wenn überhaupt, schwer zu ersetzen sind.

### **Allgemeiner Sicherheitszustand der Kernkraftwerke (1)**

#### **Die Blöcke der "ersten" Generation:**

- Die Reaktoren wurden vor der Verabschiedung grundlegender nationaler Sicherheitsnormen in der Kernenergie entwickelt.
- Sicherheitsnachweis:
  - Annahme, daß es möglich ist, Rohrbrüche mit großer Nennweite durch die Betriebskontrollen der Werkstoffe und entsprechende Qualitätskontrollen bei der Herstellung und Montage auszuschließen;
  - Fehlen eines vollständigen Nachweises für die Lebensdauer der wichtigsten, sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in der Auslegung (s. Dokumentation);
  - Konventionelle Methoden bei der Auslegung der Sicherheitssysteme (beachten nicht ausreichend den Einzelfehler, den verdeckten Fehler, das Prinzip der Redundanz, die Diversität und GVA-Effekte).
  - Bei der Analyse des maximalen Auslegungsstörfalls für diese Blöcke wurde von der Erhaltung der Integrität der Brennstäbe ausgegangen; es fehlte die Forderung nach einem umfassenden Gebäudeabschluß zur Verhinderung von Freisetzungen.

## Allgemeiner Sicherheitszustand der Kernkraftwerke (2)

### Die Blöcke der "zweiten" Generation:

- Die normativen Grundlagen für die Auslegung entsprechen der Anfang der 80er Jahre üblichen Herangehensweise an die Sicherheit.
- Sie entsprechen einer Reihe von Konzeptanforderungen an die Sicherheit nicht:
  - in der Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Systeme und Ausrüstungen;
  - in der Stabilität der Baukonstruktionen des Reaktorgebäudes;
  - in der Wirksamkeit der Lokalisierungssysteme.
- Es ist notwendig, das Reaktorschutzsystem auszutauschen und die Blöcke mit Diagnose-systemen nachzurüsten.

### Zwei Hauptfaktoren:

- technisch veraltete Ausrüstungen - gilt für die Blöcke der 1. und 2. Generation,
- Verschleiß der Ausrüstungen - zutreffend für die Blöcke der 1. Generation.

GOSATOMNADZOR analysierte die Ursachen besonderer Vorkommnisse. In Tabelle 1 und 1a sind die durch die Betreiberorganisation verursachten Ereignisse aufgeführt, außerdem die durch Auslegungsfehler verursachten Ereignisse.

Die Erhöhung der Kernkraftwerkssicherheit schlägt sich positiv bei der Strahlenbelastung des Personals nieder. Das Kernkraftwerk Balakovo hat die Sicherheitsführerschaft inne. Dort entspricht die Jahresdosis des Personals sehr hohen internationalen Anforderungen. Berücksichtigt man Kraftwerkstyp und -generation, ist festzustellen, daß die Menschen in Kernkraftwerken der ersten Generation sowie in den RBMK einer größeren Strahlenexposition ausgesetzt sind. Ihre Jahresdosis liegt über der zugelassenen. Ein weiterer Faktor macht die Erhöhung der Kernkraftwerkssicherheit deutlich: die tägliche Radioaktivitätsableitung in russischen Kernkraftwerken, gezeigt für das Jahr 1994. Bei den Edelgasen und den langlebigen Isotopen sowie bei Jod-131 sind die Werte nicht schlecht.

Welche Aufgaben hat unter diesen Bedingungen GOSATOMNADZOR zu erfüllen? GOSATOMNADZOR bewertet die Sicherheit jedes einzelnen Kernkraftwerksblocks. In Rußland muß jeder Block das Verfahren der zeitweiligen Genehmigung durchlaufen.

**Tabelle 1** Anzahl der Vorkommnisse in russischen Kernkraftwerken (1993 und 1994) nach der INES-Skala

Stufe/Kurzbezeichnung	Kriterien			Anzahl der Ereignisse	
	Radiologische Auswirkungen außerhalb der Anlage	Radiologische Auswirkungen in der Anlage	Beeinträchtigung der Sicherheitsvorkehrungen	1994	1993
7 Katastrophaler Unfall	Schwerste Freisetzung: Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld			keine	keine
6 Schwere Unfall	Erhebliche Freisetzung: Voller Einsatz der Katastrophenschutzmaßnahmen			keine	keine
5 Ernster Unfall	Begrenzte Freisetzung: Einsatz einzelner Katastrophenschutzmaßnahmen	Schwere Schäden am Reaktorkern		keine	keine
4 Unfall	Geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung etwa in der Höhe der natürlichen Strahlenbelastung	Begrenzte Schäden am Reaktorkern, akute Gesundheitsschäden beim Personal		keine	keine
3 Ernster Störfall	Sehr geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung in Höhe eines Bruchteils der natürlichen Strahlenbelastung	Größere Kontaminationen, unzulässig hohe Strahlenbelastung beim Personal	Beinahe-Unfall, weitgehender Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen	0	2
2 Störfall			Begrenzter Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen	1	1
1 Störung			Abweichungen von den zulässigen Bereichen für den sicheren Betrieb der Anlage	11	32

**Tabelle 1a** Vorkommnisse zweiten und ersten Grades im Jahre 1994 nach der INES-Skala

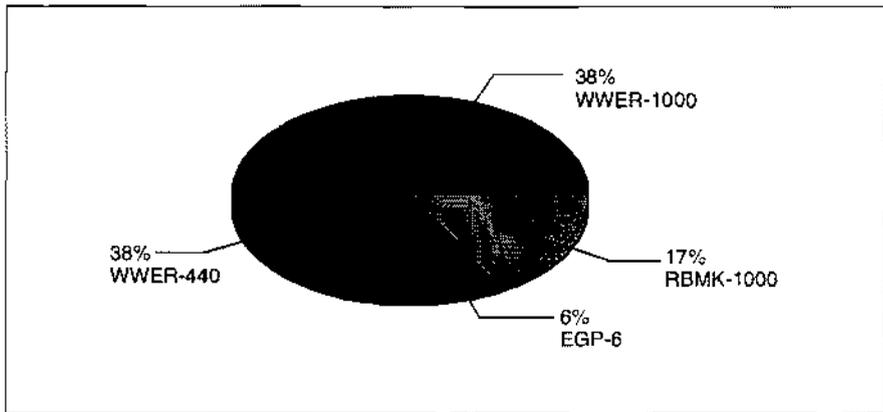
	Datum und Ort des Vorkommnisses		
	02.03.1994 KKW Kola, Block 2	03.09.1994 KKW Kola, Block 1	05.05.1994 KKW Belojarsk
Unmittelbare Ursache des Vorkommnisses	Bei der Abkühlung der Reaktoranlage kam es zum Abreißen eines Nw 50-Zuspeiserohres des Primärkreislaufs mit Kühlmittelverlust. Die Sicherheitssysteme sprachen bestimmungsgemäß an.	Im abgeschalteten Reaktor erhöhte sich der Kühlmittelhöhenstand bei Zuspelung von Stickstoff zur Dichtheitskontrolle des Hauptabsperschiebers. Das operative Personal nahm eine Entwässerung des Primärkreislaufs vor, wobei es zur Unterbrechung des Naturumlaufes kam.	Leckage des nichtradioaktiven Natriums des Sekundärkreislaufs das dem Drainagestrang während der Reparaturarbeiten. Natriumoxydation
Hauptursache des Vorkommnisses	Abweichung von der Auslegung in Konstruktion und Durchführung. Zerstörung der Rohrleitungshalterungen aufgrund verstärkter Vibrationen	Mangelhafte Vorbereitung des verwaltungstechnischen und operativen Personals	Unzulängliche Ausarbeitung der Konstruktions- und Auslegungsdokumentation. Unzureichende Maßnahmen zum Natriumrückhalt in der Drainage.
Verletzung der Grenzwerte und/oder der Bedingungen des sicheren Betriebes	Ja/Ja	Ja/Ja	Nein/Nein
Einschätzung hinsichtlich der Sicherheit	Sicherheitsrelevantes Vorkommnis	Eine Unterbrechung des Naturumlaufes ist für die Sicherheit gefährdend, da es zu einer Krise der Wärmeübertragung kommen kann	Äußerst gefährliches Ereignis: Natriumoxydation
Grad des Vorkommnisses nach der INES-Skala	2	1	1

**Tabelle 2** Strahlenlasten für das ständige Personal und Fremdpersonal in den Kernkraftwerken Rußlands im Jahr 1994

Bezeichnung des KKW	Anzahl der Überwachten Personen	Kollektive Strahlendosis [rem]	Mittlere individuelle Strahlendosis [rem/Mann]	
Balakovo	Betriebspersonal	2 406	216,1	0,09
	Fremdpersonal	795	47,7	0,06
	Gesamt	3 201	264,2	0,08
Belojarsk	Betriebspersonal	1 297	181,6	0,14
	Fremdpersonal	351	115,8	0,33
	Gesamt	1 648	297,4	0,18
Bilibino	Betriebspersonal	508	452,1	0,89
	Fremdpersonal	62	94,2	1,52
	Gesamt	570	546,3	0,96
Kalinin	Betriebspersonal	1 892	435,2	0,23
	Fremdpersonal	575	120,7	0,21
	Gesamt	2 467	555,9	0,23
Kola	Betriebspersonal	1 582	648,6	0,41
	Fremdpersonal	658	230,3	0,35
	Gesamt	2 240	878,9	0,39
Kursk	Betriebspersonal	3 887	6 763,4	1,74
	Fremdpersonal	1 076	1 269,7	1,18
	Gesamt	4 963	8 033,1	1,62
Leningrad	Betriebspersonal	3 818	1 985,4	0,52
	Fremdpersonal	892	437,1	0,49
	Gesamt	4 710	2 422,5	0,51
Novovoronesh	Betriebspersonal	2 237	1 215,2	0,52
	Fremdpersonal	465	134,8	0,29
	Gesamt	2 802	1 350,0	0,48
Smolensk	Betriebspersonal	3 138	1 663,1	0,53
	Fremdpersonal	1 091	294,6	0,27
	Gesamt	4 229	1 957,7	0,46

Dem ersten Block des Kernkraftwerks Smolensk erteilte die Behörde eine solche zeitweilige Genehmigung. Für jede dieser Genehmigungen muß der technische Zustand und das Sicherheitsniveau bewertet werden. Bald kann GOSATOMNADZOR die Sicherheitsbewertung der ersten zwei Blöcke des Kernkraftwerks Balakovo abschließen. Außerdem sind Programme sicherheitsrelevanter Sofortmaßnahmen erarbeitet, und ihre Umsetzung in sämtlichen Kernkraftwerken wird kontrolliert. Die zahlreichen Modernisierungsvarianten weisen nach, daß die Erhöhung des Sicherheitsniveaus für die Blöcke der ersten Generation entsprechend den neuen Anforderungen praktisch

unmöglich und unwirtschaftlich wäre. Deswegen soll das Programm zum Ersatz dieser Kapazitäten realisiert werden.

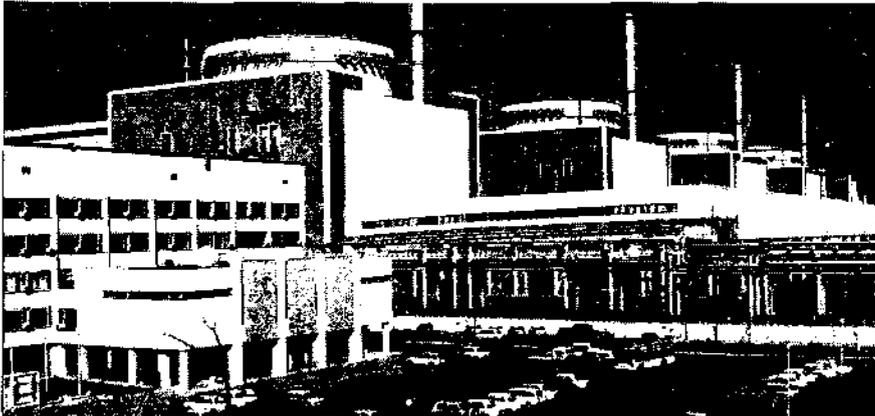


**Bild 4** Verteilung der Störungen auf die einzelnen Reaktortypen

**Tabelle 3** Mittlere radioaktive Freisetzungen in den Kernkraftwerken Rußlands für 1994 und deren Anteil vom zulässigen Grenzwert

Bezeichnung des KKW	Edelgase		Langlebige Nuklide		Jod-131	
	Ci/Tag	%	mCi/Tag	%	mCi/Tag	%
Balakovo	1,2	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02
Belojarsk	1,0	0,21	unterhalb der Nachweisgrenze der Apparatur			
Bilibino	31,0	6,18	unterhalb der Nachweisgrenze der Apparatur			
Kalinin	2,3	0,23	0,03	0,01	0,04	0,23
Koia	6,1	0,61	0,22	0,74	0,23	1,17
Kursk	221,7	11,08	0,63	1,06	0,36	0,90
Leningrad	132,5	6,62	4,44	7,40	3,73	9,32
Novovoronesh	1,8	0,08	0,05	0,11	0,02	0,06
Smolensk	83,1	5,54	0,20	0,44	0,90	2,99

Ich glaube, daß meine weiteren Worte mit den Äußerungen meines Vorgängers auf diesem Podium übereinstimmen werden. Sie beziehen sich auf den Realisierungsstand des Förderprogramms, für das das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) der Bundesrepublik Deutschland 21 Millionen DM bereitgestellt hat. Dieses Programm wird im Pilotkernkraftwerk Balakovo realisiert. Das BMU-Programm umfaßt eine Reihe von Projekten. Das Wichtigste sind die Lieferungen von Ausrüstungen für die wiederkehrende zerstörungsfreie Materialprüfung und Ultraschall-diagnostik, die Röntgenprüfung und die Magnetpulver-Prüfung. Zudem werden Telekommunikationsmittel für Funk und Funktelefon geliefert, ebenso die Ausstattung eines computergestützten Arbeitsplatzes für die Anlagendokumentation. Auch der Brandschutz wird verbessert. Außerdem lief ein Projekt zum Qualitätsmanagement bei der Lieferung und Aufbewahrung von Ersatzteilen. Dieses Projekt ist inzwischen abgeschlossen.



**Bild 5** Im russischen Kernkraftwerk Balakovo wird im Rahmen eines BMU-Pilotprojektes ein Investitionsprogramm verwirklicht, um die Sicherheit zu verbessern

An der Sicherheitsbewertung von Block 3 im Kernkraftwerk Balakovo beteiligt sich auch GOSATOMNADZOR. Das Kernkraftwerk Balakovo unterhält Beziehungen zu SIEMENS und ABB, zur GRS und zur SVT-Brandschutz, zum Germanischen Lloyd und zu Adams und Partner. Ich gehe auf die Bitte des Direktors des Kernkraftwerks Balakovo, Herrn Ipatovs, ein, wenn ich sage: Das BMU-GRS-Programm ist ein wesentlicher und nützlicher Beitrag zur Sicherheit. Die Betreiber des Kernkraftwerks möchten die Arbeiten zur Realisierung dieses Programmes sehr gerne fortsetzen und sind bereit, alle notwendigen Voraussetzungen zu erfüllen. Wir können seitens GOSATOMNADZOR solch eine effiziente Zusammenarbeit nur begrüßen.

## **Die Sicherheit ukrainischer Kernkraftwerke: Mittel- und langfristig erforderliche Verbesserungsmaßnahmen**

*Juri Kostenko*

Erlauben Sie mir zunächst, der Leitung der Akademie für Politische Bildung in Tutzing für die Einladung zu dieser Tagung aufrichtig zu danken. Ich betrachte dies als einen überzeugenden Beweis für die Vertiefung der internationalen Zusammenarbeit in Fragen der Kernenergie. Ich nutze diesen Anlaß, mich auch bei unseren Kollegen aus Deutschland, den USA und Frankreich für die Hilfe und Unterstützung zu bedanken, die sie uns bei dem Aufbau des atomrechtlichen Regelwerks, bei der Ausbildung von Experten, der Durchführung von Sicherheitsanalysen und der Erhöhung der Sicherheit in den ukrainischen Kernkraftwerken leisten.

Das ukrainische Ministerium für Umweltschutz und nukleare Sicherheit erfüllt seit der jüngsten Umstrukturierung des staatlichen Genehmigungs- und Aufsichtssystems für Reaktorsicherheit und Strahlenschutz die Funktion einer staatlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Das Ministerium hat alle erforderlichen Kompetenzen bis hin zur Herausgabe von Normen und Regeln zur Reaktorsicherheit und zum Strahlenschutz. Es erteilt als zuständige Behörde die Genehmigungen, bewertet die Sicherheit und führt die Aufsicht über die Anlagen. Zudem gehört die Einrichtung eines Systems zur Erfassung und Kontrolle von Kernmaterial sowie die Aufsicht über die Sicherheit von Nukleartransporten zu den Aufgaben. Status und Zuständigkeiten des Ministeriums sind in dem neuen „Gesetz über die Nutzung der Kernenergie und den Strahlenschutz“ verankert.

Bevor ich die aktuellen Probleme der Kernenergie in der Ukraine und unsere Lösungsansätze darstelle, möchte ich Sie zunächst über die ukrainischen Kernkraftwerke informieren.

Die Kernenergie gewinnt für die ukrainische Wirtschaft immer mehr an Bedeutung. Gegenwärtig sind in der Ukraine 14 Kraftwerksblöcke an fünf Standorten in Betrieb. Nach der Anzahl der Nuklearanlagen liegt die Ukraine weltweit auf Platz sieben, in Europa auf Platz fünf. 1994 produzierten die Blöcke 68,8 Mrd. kWh Strom, d.h. ca. 34 % der gesamten Stromerzeugung des Landes. Da die Lage auf dem Markt für fossile Brennstoffe derzeit sehr angespannt ist, werden bis zu 30 % der Wärmekraftwerkskapazitäten zeitweise nicht genutzt. Deshalb stieg der Kernenergieanteil an der Stromproduktion - ungeachtet der Inbetriebnahme neuer Blöcke - 1994 zeitweise bis auf 40 %

an. Die Basis des ukrainischen Reaktorbestands bilden die Leichtwasserreaktoren WWER-1000 (10 Blöcke), daneben gibt es die WWER-440 (zwei Blöcke in Rovno) und zwei Uran-Graphit-Druckröhrenreaktoren RBMK-1000 (Tschernobyl). Weitere fünf Blöcke mit WWER-1000 Reaktoren sind weitestgehend baulich fertiggestellt. Einer von ihnen - der 6. Block des Kernkraftwerk Saporoshje - ist zur Brennstoffbeladung bereit. Seine Inbetriebnahme wird schon im laufenden Jahr erwartet. Zwei weitere gleichartige Blöcke werden zur Inbetriebnahme im nächsten Jahr vorbereitet.

Ich möchte nun eine kurze Übersicht über den gegenwärtigen Zustand der Kernenergie in der Ukraine geben.

Die Kernenergie in der Ukraine befindet sich gegenwärtig in einer komplizierten Lage. Die allgemeine Wirtschaftskrise schlägt sich negativ auf die Produktion der Ausrüstungen, Ersatzteile und Werkstoffe nieder, die für Zuverlässigkeit und Sicherheit der Kernkraftwerke wichtig sind.



**Bild 6** Sitz der militärischen Führung in der Stadt Tschernobyl nach dem Unfall

Gewisse Probleme entstehen zudem bei der Einführung eines entsprechenden Managements für den Kernenergiekomplex. Schwierigkeiten gibt es ebenso bei der Schaf-

fung der notwendigen Infrastruktur - der wissenschaftlichen und technischen Unterstützung -, die sowohl den sicheren Betrieb der Kernkraftwerke als auch den Betrieb aller Bestandteile des Kernbrennstoffkreislaufs gewährleistet.

In der Ukraine ist nur die Anfangsstufe des Kernbrennstoffkreislaufs verwirklicht. Als wichtigste Teile sind die Gewinnung und erste Verarbeitung von Uran und Zirkoniumkonzentrat zu nennen. Alle anderen Schritte des Kernbrennstoffkreislaufs - wie etwa die Anreicherung von Uranisotopen, die Herstellung von Urandioxid-Pellets, Zirkoniumwalzgut sowie die Produktion von Brennstäben und Brennelementen - befinden sich in Rußland. Obwohl die Ukraine auf ihrem Territorium die energieintensivsten und ökologisch gefährlichsten Betriebsprozesse zur Rohstoffherstellung durchführt, ist das Land gezwungen, das Endprodukt, den frischen Brennstoff, in Rußland einzukaufen.

Diese Situation ist aus wirtschaftlicher Sicht für die Ukraine äußerst ungünstig. Deswegen wurde in der Ukraine der Beschluß gefaßt, Produktionskapazitäten für Brennstoff zu schaffen, die den Bedarf der laufenden und in Bau befindlichen Kernkraftwerken decken.

Ausgangserzeugnis zur Herstellung von Urandioxid-Pellets ist das angereicherte Uranhexafluorid. In überschaubarer Zukunft wird es als nicht zweckmäßig angesehen, eine Anlage für die Anreicherung von Uran-Isotopen in der Ukraine zu errichten. Statt dessen erscheint es attraktiver, für die Anreicherung die Dienste entsprechender ausländischer Partner wie Deutschland, Frankreich, Großbritannien oder Rußland in Anspruch zu nehmen.

Ein wesentlicher Faktor für die Schaffung eines Kernbrennstoffkreislaufs sind die in der Ukraine vorhandenen Produktionskapazitäten für reines Zirkonium mit der Kalzium-Thermotechnologie. Es sei betont, daß bereits in den letzten Jahren vor dem Zerfall der Sowjetunion der Beschluß gefaßt worden war, auf ukrainischem Territorium eine Fabrikationsstätte für Zirkoniumwalzgut, das in sowjetischen Kernkraftwerken eingesetzt werden sollte, zu schaffen. Ukrainisches Zirkonium sollte mit Hilfe der Kalzium-Thermotechnologie genutzt werden. Die Muster der Brennelemente aus diesem Zirkonium haben die Tests in den Reaktorkernen von WWER-1000 Reaktoren erfolgreich bestanden.

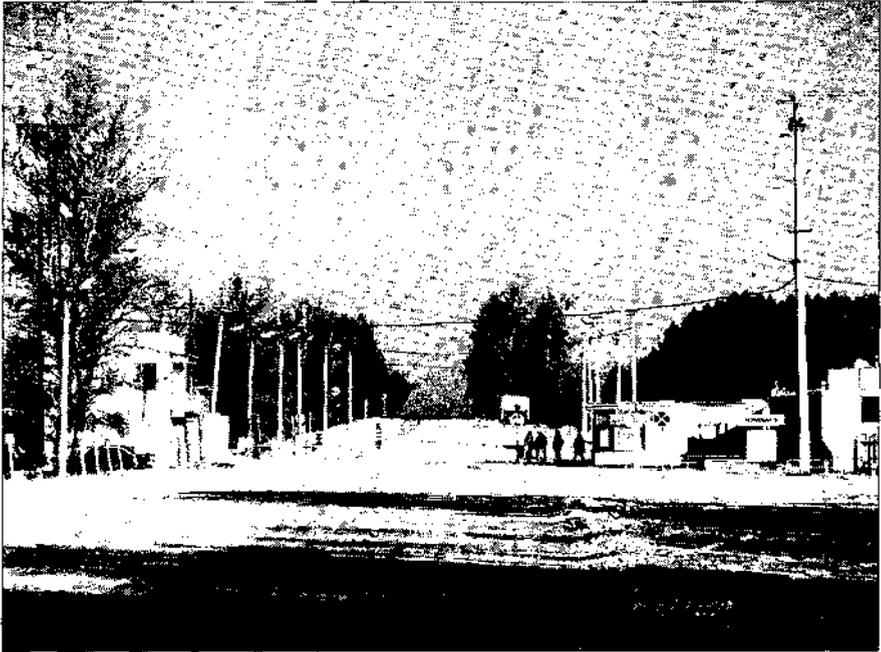
Während des Betriebs von ukrainischen WWER-Reaktoren wurden etwa 4000 abgebrannte Brennelemente in Abklingbecken gesammelt. Wie bekannt ist, sind diese

Abklingbecken allerdings lediglich für eine vorläufige - maximal dreijährige - Lagerung des abgebrannten Brennstoffes bestimmt, um die Wärmeentwicklung durch radioaktiven Zerfall der Spaltprodukte zu verringern. Nach Ablauf dieser Frist müssen die abgebrannten Brennelemente in ein Lager transportiert werden. In der ehemaligen Sowjetunion war es üblich, die abgebrannten Brennelemente aus den ukrainischen Kernkraftwerken in die russischen Betriebe zu transportieren. Deshalb wurden früher keine Lager für abgebrannten Brennelemente der WWER angelegt oder errichtet. Wegen der neuen russischen Gesetzgebung, welche die Einfuhr von radioaktiven Abfällen nach Rußland verbietet, hat sich die früher übliche Vorgehensweise geändert. Selbst wenn Rußland einverstanden ist den Brennstoff wiederaufzubereiten, werden die radioaktiven Abfälle nach der Wiederaufbereitung in die Ukraine zurückgeführt. Diese Bedingungen machen es gegenwärtig schon absolut unzweckmäßig, die abgebrannten Brennelemente nach Rußland zur Wiederaufbereitung zu transportieren.

Berücksichtigt man, daß es unzweckmäßig ist, in der nächsten Zeit Kapazitäten zur radiochemischen Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennstoffe in der Ukraine zu schaffen, ist die Errichtung von Zwischenlagern die einzig richtige Lösung des Problems. Als vielversprechende Variante werden die Projekte von Brennelemente-Trockenlagern betrachtet. Entsprechende Entwicklungsarbeiten laufen bereits im Kernkraftwerk Saporoshje. Wie uns die Leitung des Kernkraftwerk Saporoshje mitteilte, ist die Variante des Brennelementetransports nach Rußland um das sechsfache teurer als die Variante der Aufbewahrung in den geplanten Trockenlagern.

Bedeutende Probleme existieren auch bei der Handhabung radioaktiver Abfälle. So ist es erforderlich, eine Konzeption für deren langfristige Lagerung zu erarbeiten. Die rechtlichen Grundlagen hierfür müssen entwickelt, eine moderne Infrastruktur zur Behandlung und Endlagerung radioaktiver Abfälle muß geschaffen werden. Gegenwärtig befinden sich auf dem Territorium der Ukraine sechs Lager für radioaktive Abfälle. Als Spezialbetriebe der staatlichen Vereinigung „RADON“ sind sie 1959 bis 1962 gebaut worden. Es ist offensichtlich, daß diese Spezialbetriebe grundsätzlich nachgerüstet und in Übereinstimmung mit geltenden Sicherheitsnormen und -regelwerken gebracht werden müssen.

Es wurde in der Ukraine ein Konzept, ein Generalplan und ein Programm zur Schaffung einer Branche für die Handhabung radioaktiver Abfälle erarbeitet. Das Konzept behandelt - ausgehend von ausländischen und nationalen Erfahrungen - Fragen des Umgangs mit radioaktiven Abfällen unterschiedlichen Ursprungs. Da die Probleme der



**Bild 7** Einfahrt in die 30-km-Zone um das Kernkraftwerk Tschernobyl

Endlagerung von radioaktiven Abfällen in der Ukraine noch nicht endgültig gelöst sind, sollen die radioaktive Abfällen mittelfristig in besonders überwachten Lagern untergebracht werden. Außerdem wurde eine Gruppe gegründet, die sich aus Wissenschaftlern und Experten von Instituten der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften, der Ministerien und Behörden zusammensetzt, welche für die Entsorgung radioaktiver Abfälle und des abgebrannten Brennstoffes in geologischen Formationen der Ukraine zuständig ist. Es wurden bereits vorläufige, vielversprechende Ergebnisse erzielt und einige Standorte bestimmt, deren geologische Struktur für die Lagerung gut geeignet ist.

Im ersten Teil meines Vortrages habe ich absichtlich Ihre Aufmerksamkeit auf diese Fragen gelenkt. Es sollte hervorgehoben werden, daß die in der Sowjetunion praktizierte Vorgehensweise beendet werden muß, die Probleme im Umgang mit radioaktiven Abfällen als zweitrangig und mit der betrieblichen Sicherheit nicht in unmittelbarem Zusammenhang stehend zu betrachten.

Es ist zweifellos die wichtigste Aufgabe, die Sicherheit der in Betrieb befindlichen ukrainischen Kernkraftwerke zu gewährleisten, da die Reaktorsicherheit und der Strahlenschutz für uns keine abstrakten Begriffe, sondern Gegebenheiten des Alltags sind. Die

ukrainische Bevölkerung spürt immer noch die Folgen des Unfalls von 1986 im Kernkraftwerk Tschernobyl. Angesichts dieser Tatsache ist die besondere Aufmerksamkeit der Staatengemeinschaft für die Sicherheitsfragen der ukrainischen Kernkraftwerke zu verstehen und gerechtfertigt.

Um objektive Informationen über den gegenwärtigen Sicherheitsstand der ukrainischen Kernkraftwerke zu erhalten, wurde ein umfangreiches Programm zur Sicherheitsüberprüfung der in Betrieb befindlichen Blöcke begonnen. Es zielt in zwei Richtungen. Eine ist ein nationales Programm für die Sicherheitsneubewertung der in Betrieb befindlichen Blöcke, die mit den Methoden der Operational Safety Review Teams (OSART) und der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) durchgeführt wird. Ziel ist die Beantwortung der Frage, was zur Verbesserung der Sicherheit getan werden soll. Die zweite Richtung ist ein internationales Programm zur Sicherheitsbewertung ukrainischer Blöcke, das unter der Schirmherrschaft der Europäischen Union und mit deren finanzieller Unterstützung durchgeführt wird. Ukrainische Experten nehmen auch an einer Reihe von regionalen und öffentlich getragenen Projekten der IAEO teil, die auf die Sicherheitsanalyse von Reaktoren „sowjetischer“ Bauart gerichtet sind.

Wie schon erwähnt, verfügt die ukrainische Kernenergiewirtschaft vorwiegend über WWER-1000-Leichtwasserreaktoren. Der WWER-1000-Reaktor wurde in der ehemaligen Sowjetunion unter Mitwirkung von russischen und ukrainischen Konstruktionsbüros, wissenschaftlichen Institutionen und Projektgruppen ausgelegt. Blöcke dieser Reaktortypen entsprechen weitestgehend modernen Sicherheitsanforderungen. So sind die WWER-1000-Reaktoranlagen mit einem Sicherheitseinschluß ausgestattet, der praktisch eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung ausschließt. Zudem gewährleistet dieser Sicherheitseinschluß die Abluft- und Abwasserreinigung und weist eine hohe Dichtheit auf. Der Reaktor ist mit speziellen Sicherheitssystemen ausgerüstet, in denen das Prinzip der dreifachen Redundanz realisiert wird. Es ist eine dreifache Redundanz der Eigenbedarfsenergieversorgung vorgesehen, so daß die Wahrscheinlichkeit einer Störfallsituation wegen Stromausfalls praktisch ausgeschlossen ist. Die Reaktorkonstruktion gewährleistet ein hohes Niveau der inhärenten Sicherheit, sowohl unter den Bedingungen des Normalbetriebes als auch bei den in der Auslegung vorgesehenen Störfällen. Es wurden auch die Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit bei Einwirkung von außen vorgesehen. Das garantiert die Minderung von ungünstigen Einwirkungen auf die Umgebung sowohl während des Normalbetriebes als auch bei Störfällen.

Man kann feststellen, daß die prinzipiellen technischen Lösungen und das Sicherheitsniveau bei WWER-1000-Reaktoren dem Sicherheitsniveau der ausländischen Druckwasserreaktoren (DWR) entsprechen. Dennoch muß die Sicherheit der ukrainischen Blöcke weiter verbessert werden, um sie in Übereinstimmung mit den geltenden Normen und Regeln zu bringen. Die Betriebserfahrungen der Reaktoranlagen mit WWER-1000 und die Spezialanalysen, die nach dem Unfall 1986 am vierten Block des Kernkraftwerks Tschernobyl durchgeführt wurden, zeigen die Notwendigkeit, neue technische Lösungen zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit zu finden. Die Betreiberorganisationen haben konkrete Maßnahmen zur Nachrüstung und Modernisierung aller in Betrieb befindlichen Blöcke entwickelt. Der eingeschränkte Rahmen dieses Vortrages läßt es nur zu, einige wesentliche Maßnahmen zu nennen.

Eine der vorrangigen Aufgaben ist es, der Eskalation von Auslegungsereignissen in Auslegungsstörfälle und weiter in auslegungsüberschreitende Störfälle vorzubeugen, sowie auch im Falle einer solchen Eskalation die Unversehrtheit der Aktivitätsbarrieren zu gewährleisten. Wichtig dabei ist der Abschluß zahlreicher computergestützter Störfallsimulationen. Es ist ebenfalls vorgesehen, eine Analyse der auslegungsüberschreitenden Störfälle durchzuführen und deren mögliche Folgen zu bewerten. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse werden Maßnahmen zur Störfallbeherrschung und zur Verringerung der Folgen erarbeitet.

Technische Mittel und Systeme zur Störfallbeherrschung sollen erarbeitet werden, um die möglichen Folgen auszuschließen oder zu minimieren. Um bei einem Block die Betriebsstabilität zu erhöhen, muß - vor allem für die sicherheitsrelevanten Prozesse - ein Sicherheitskomplex für die Prozeßdiagnose in der Reaktoranlage entwickelt und umgesetzt werden. Es wurde auch erkannt, daß die Einführung zusätzlicher Sicherheitssysteme zweckmäßig ist.

Aufgrund minderwertiger Qualität der leittechnischen Ausrüstung „sowjetischer“ Bauart bedarf die automatisierte Leittechnik in den Kernkraftwerken einer grundlegenden Nachrüstung. Zudem müssen die Brandschutz- und Stromversorgungssysteme modernisiert werden. Hinsichtlich des „menschlichen Faktors“ ist es erforderlich, die Sicherheitskultur planmäßig zu verbessern, organisatorische Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen, die eine zuverlässige Arbeit des Kernkraftwerksbetriebspersonals gewährleisten.

Die WWER-440/W-213-Reaktoranlagen, die in Block 1 und 2 in Rovno in Betrieb sind, wurden in den 60er und 70er Jahren ausgelegt. In jüngster Zeit wird ihre Sicherheit anders beurteilt, verbesserten sich Herangehen und Prinzipien zu deren Gewährlei-

stung. All das spiegelt sich in gegenwärtig gültigen Regeln und Normen wider. Jedoch weichen eine Reihe von Kennziffern der WWER-440/W-213 Anlagen von den Anforderungen dieser Regelwerke ab.

Nach Ansicht von Experten können die Blöcke WWER-440/W-213 nach der Durchführung einiger Modernisierungsmaßnahmen auf ein akzeptables Sicherheitsniveau angehoben werden. So muß beispielsweise das Problem der Neutronenversprödung an den Druckbehältern dieser Reaktoren gelöst werden, die mit dem geringen Abstand zwischen Kern und Reaktordruckbehälterwand - d. h. mit dem stärkeren Neutroneneinfluß - im Zusammenhang stehen.

Ein weiteres besonderes Problem, das gelöst werden muß, ist die Zuverlässigkeit des Confinements in der Reaktoranlage WWER-440/W-213. Es ist noch nicht ausreichend nachgewiesen, daß dieses Sicherheitssystem die erforderlichen Funktionen in vollem Umfang erfüllt. Die Maßnahmen zur Nachrüstung und Modernisierung, die ich vorher - auf die WWER-1000-Reaktoren bezogen - erwähnt habe, sind ebenfalls für den Reaktor WWER-440 gerechtfertigt.

Unter den allgemeinen Problemen, die alle in Betrieb befindlichen Blöcke aufweisen und die deren gegenwärtiges Sicherheitsniveau beeinträchtigen, kann man die unzureichende Qualität einiger Ausrüstungen und die wachsende Anzahl der Ausrüstungen, deren Lebensdauer überschritten ist, nennen. Ein umfangreicher Austausch solcher Ausrüstungen ist aufgrund der wirtschaftlichen Schwierigkeiten nicht möglich. Die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde der Ukraine bringt gegenwärtig die Ausarbeitung von technischen Anforderungen zum Abschluß, die für diese Ausrüstungen die Verfahrensweise und die Bedingungen für eine Verlängerung der Nutzungsdauer bestimmen.

Besonders akut sind die Sicherheitsfragen der RBMK-1000-Reaktoren im Kernkraftwerk Tschernobyl. Nach Ausschluß von Faktoren, die zum Tschernobyl-Unfall geführt haben, bleibt das Risiko „multiple Zerstörung der RBMK-Druckrohre“ bestehen. Dieses Ereignis führt zur Undichtigkeit des Reaktorraums und zur Beschädigung des Kerns. Trotz des Beschlusses, das Kernkraftwerk Tschernobyl in nächster Zukunft außer Betrieb zu nehmen, werden die Arbeiten zu Risikominimierung und Sicherheitsverbesserung weitergeführt. So wurden am 1. und am 3. Block des Kernkraftwerks Tschernobyl Sicherungssysteme für die Dampfabfuhr aus dem Reaktorraum eingebaut, welche die Folgen der gleichzeitigen Zerstörung von vier Druckrohren kompensieren.

Ein weiteres für den RBMK-Reaktor charakteristisches Problem steht im Zusammenhang mit der Verringerung des kompensierenden Spaltabstandes zwischen den Druckrohren und den Graphitblöcken. Die Verringerung dieses Abstandes führt zur Reibung zwischen den Druckrohren und dem Graphit und somit wird der Austausch der Druckrohre bei Undichtigkeit erschwert. Nach der Einschätzung der Kommission des Moskauer RDPE-Instituts und des Kurchatov-Instituts ist die Fortführung des Reaktorbetriebes vom 1. Block des Kernkraftwerks Tschernobyl bis 1997 und vom 3. Block bis zum Jahr 2001 zulässig. Danach ist der Weiterbetrieb des RBMK-Reaktors nur nach umfangreichem Austauschen von Druckrohren möglich, wie es beim ersten Block des Kernkraftwerk Leningrad durchgeführt wurde. Die genannten Fristen kann man als natürliche Ablauffrist des Betriebes für Reaktoren im Kernkraftwerk Tschernobyl in deren gegenwärtigen Zustand - d. h. ohne Modernisierung - betrachten.

Ernsthaft ist das Personalproblem. Beispielsweise ist der Mangel an technischen Mitteln wie Simulatoren zur Schulung und Weiterbildung des Kernkraftwerkspersonals zu beklagen. Im Dezember 1992 wurde in der Ukraine ein Fullscale-Simulator WWER-1000 im Kernkraftwerk Saporoshje in Betrieb genommen. In der Abschlußphase befindet sich die Nachrüstung mit einem ähnlichen Simulator im Kernkraftwerk Khmelnitzki. Das ist aber offensichtlich nicht ausreichend, da lediglich das Personal von höchstens drei Blöcken an einem Simulator geschult werden kann, um den Simulator-Normalbetrieb und die gute Qualität der Schulung zu gewährleisten. Für zehn der in Betrieb befindlichen WWER-1000-Blöcke sind drei bis vier Fullscale-Simulatoren erforderlich. Berücksichtigt man die drei neuen Blöcke, die ich bereits erwähnt habe, wird noch ein zusätzlicher Simulator notwendig. Unter den auftretenden Sicherheitsproblemen



**Bild 8** Liquidatoren während der Errichtung des Sarkophags

sind die Fragen der Qualifikationserhaltung und -verbesserung des Kernkraftwerkspersonals vorrangig, da die wichtigste Ursache der Störungen in den Kernkraftwerken die Vorkommnisse sind, die mit dem Faktor Mensch im Zusammenhang stehen.

Leider ermöglicht mir der Zeitrahmen meines Vortrages nicht, ausführlich einzelne Projekte und Vorhaben zur Sicherheitsverbesserung an den ukrainischen Kernkraftwerken zu erläutern. Ich hoffe, daß mein Beitrag Ihnen das Verständnis für die gegenwärtige Situation und die Prozesse in der ukrainischen Kernenergie erleichtert.

## **Die Sicherheit osteuropäischer Kernkraftwerke, eine Zwischenbilanz**

*Adolf Birkhofer*

Wir sind uns im Westen und Osten einig, daß Kernenergie nur mit einem Höchstmaß an Sicherheitsvorkehrungen betrieben werden kann. Osteuropa hat aufgrund seiner schwierigen wirtschaftlichen Situation nach wie vor große Mühe, die in der Vergangenheit aufgelaufenen Sicherheitsdefizite seiner kerntechnischen Anlagen zügig und in voll befriedigendem Umfang zu beseitigen.

Der Westen hat diese Notlage seit geraumer Zeit erkannt und sich auf bilateraler, multilateraler und internationaler Ebene engagiert, Osteuropa bei der Lösung seiner Aufgaben zu unterstützen. Rückblickend auf mehr als ein halbes Jahrzehnt west-östlicher Zusammenarbeit ergeben sich allerdings eine Reihe von Problemen, welche die Wirksamkeit dieser Zusammenarbeit behindern und rasche durchschlagende Erfolge bisher verhindert haben. Ich denke, die Vorträge am heutigen Nachmittag haben gezeigt, daß diese Tagung eine gute Gelegenheit bietet, die Sicht des jeweiligen Partners über diese Probleme der Kooperation zu erfahren.

Eine offene Diskussion dieser Dinge ist meiner Auffassung nach eine wichtige Voraussetzung, unsere Zusammenarbeit in Zukunft wirksamer zu gestalten und von beiden Seiten getragene, zielführende Strategien zu entwickeln. Ich möchte einige Elemente darlegen, die mir in diesem Zusammenhang wichtig erscheinen.

### **1 Was ist in Osteuropa zu tun?**

#### **Offene, belastbare Information**

Ein wichtiger Aspekt sind objektive und belastbare Informationen. Heute ist das Bild, das sich der westlichen Öffentlichkeit über die nuklearen Sicherheits- und Umweltprobleme in Osteuropa bietet, sehr diffus. Die Medien übermitteln uns sowohl Hiobsbotschaften über 125 000 Tote durch Tschernobyl, als auch Angaben über eine sehr geringe Zahl von Opfern. Herr Jablokow, ökologischer Berater des russischen Präsidenten und korrespondierendes Mitglied der russischen Akademie der Wissenschaften, gibt bekannt, daß von 1982 bis 1995 fünf ernsthafte Havarien in russischen Kernkraftwerken mit radioaktiven Freisetzungen stattfanden. Gleichzeitig erfahren unsere Journalisten von der russischen Sicherheitsbehörde, daß über längere Zeiten keine signifikanten Störfälle stattgefunden haben.

Diese Informationslage führt zu einer tiefgreifenden Verunsicherung, gefährdet die Glaubwürdigkeit der im Nuklearsektor tätigen westlichen und östlichen Fachleute und birgt die Gefahr unsinniger politischer Entscheidungen hinsichtlich der Prioritätensetzung beim Einsatz öffentlicher Gelder des Westens. Dies läßt sich nur verhindern, wenn Osteuropa die Notwendigkeit detaillierter objektiver Informationen anerkennt und solche Informationen in der Praxis schneller und breiter verfügbar werden.

### **Gemeinsames Grundverständnis von Sicherheit**

Ein weiterer wichtiger Punkt ist meiner Ansicht nach das Grundverständnis von Sicherheit. Reaktorsicherheit heißt, nicht nur unmittelbare, sondern auch fernliegende Gefährdungen ernst zu nehmen. In einer offenen Gesellschaft können wir einen verantwortlichen Umgang mit der Kernenergie den Bürgern auch nur dann vermitteln, wenn die Fachleute in dieser Frage durch ihr Handeln überzeugen. Diese Bedingung ist wohl kaum erfüllt, wenn - wie in einem im Nuclear Europe World Scan veröffentlichten Artikel eines russischen Autors zum RBMK - auch neun Jahre nach dem Tschernobyl-Unfall immer noch die Meinung vertreten wird, man könne Auslegungsmängel durch die Einhaltung bestimmter Betriebsvorschriften kompensieren. Dazu gehört auch, daß man nicht betriebliche Parameter wie Verfügbarkeit oder die Häufigkeit von Schnellab-



**Bild 9** Der Brand im Turbinenhaus von Block 2 des Kernkraftwerks Tschernobyl, der sich 1991 ereignete, verursachte erhebliche Schäden

schaltungen im Sinne eines hinreichenden Sicherheitskriteriums interpretiert. Hier bleibt viel zu tun für eine intensive Meinungsbildung zu einer gemeinsamen Sicherheitsphilosophie. Es wird wohl über längere Zeit einer intensiven Kooperation westlicher und östlicher Fachleute anhand konkreter Sachprobleme bedürfen, um dieses Ziel zu erreichen.

Eine solche Zusammenarbeit - ich sage dies auf die Gefahr hin, Herrn Ignatenko vorzugreifen - könnte durchaus auch gemeinsame Arbeiten zu konkreten Sicherheitsfragen bei westlichen Kernkraftwerken umfassen. Ansätze haben wir bei Risikoanalysen der Kernkraftwerke Biblis und Saporoshje gemacht. Diese Erfahrungen haben aber auch gezeigt, daß eine Ausweitung solcher Tätigkeiten eines sehr nachhaltigen Engagements auf beiden Seiten bedarf.

## **2 Defizite im Westen**

### **Bürokratie und Verzögerung**

Ein wichtiger, uns immer wieder von osteuropäischen Kollegen vorgehaltener Kritikpunkt ist die zu große Bürokratie und die verzögerte Umsetzung einiger Unterstützungsprogramme. Dazu kommt zum Teil der Vorwurf, daß sich diese Programme nicht wirklich an den Bedürfnissen Osteuropas orientieren, sondern letztlich nur die Stützung der westlichen Industrie im Auge hätten.

Hier ist zu differenzieren. Einerseits ist eine schleppende Umsetzung wichtiger internationaler Programme zur Unterstützung Osteuropas nicht von der Hand zu weisen. Hier ist Selbstkritik angebracht und Besserung dringend erforderlich. Was die Beteiligung westlicher Einrichtungen und Fachleute betrifft, so ist aber auch der Kooperationsgedanke maßgeblich. Es wäre dem notwendigen Zusammenwachsen Europas hinsichtlich der Verfahren und Denkweisen in der Reaktorsicherheit wenig zweckdienlich, einfach Schecks auszustellen. Genausowenig zweckdienlich wäre es, einfach Ausschreibungen für die westliche Industrie zu technischen Nachrüstungen von Anlagen Osteuropas durchzuführen. Entscheidend ist hier der Kooperationsgedanke: Es muß Austausch von Know-how geben und eine Zusammenarbeit, die auch ein gemeinsames Verständnis bezüglich der Zielsetzung sicherheitsverbessernder Maßnahmen umfaßt. Dazu gehört auch, daß die im Westen übliche Verfahrensweise einer kritischen Begleitung industrieller Projekte durch unabhängige Sicherheitsorganisationen in der internationalen Zusammenarbeit praktiziert und eingeübt wird.

Man wird auch stärker zwischen einzelnen Ländern differenzieren müssen. Besonders bei kleineren Ländern scheint mir der Unterstützungsgedanke, der ja unter anderem in einigen bilateralen Programmen zum Ausdruck kommt, wichtig zu sein. Bei den Ländern mit guter kerntechnischer Infrastruktur, wie insbesondere Rußland, sollte dagegen der Kooperationsgedanke mit Blick auf längerfristige Ziele in den Vordergrund gestellt werden.

**Tabelle 1** Kernkraftwerke und Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in den osteuropäischen Staaten 1994

Land	Anzahl in Betrieb	Leistung in MWe	Anteil an der Stromerzeugung in %
Bulgarien	9	3 538	45,6
Litauen	2	2 370	76,4
Rußland	29	19 834	11,4 *
Slowenien	1	632	38,0
Slowakische Republik	4	1 632	49,1
Tschechische Republik	4	1 648	28,2
Ukraine	15	12 679	28,9
Ungarn	4	1 729	34,7
Gesamt	65	44 701	im Durchschnitt 40,2 %

\* darunter: Verbundsystem Wolga 16,4; Verbundsystem Zentrum 23,9; Verbundsystem Nord-West 47,8 (Werte von 1993, Quelle: IAEA)

### Strategie und Einheitlichkeit des Vorgehens

Erst kürzlich haben wir in der Slowakei am Beispiel Mochovce wieder erlebt, daß das westliche Vorgehen Widersprüche birgt, welche die Erfolgchancen der Kooperation mit Osteuropa entscheidend behindern. Die westeuropäischen Kernenergiegegner müssen hier auch überlegen, ob ihre Kritik nicht letztlich kontraproduktiv ist. Wenn mangelnde westliche Zielstrebigkeit, wie im Fall Mochovce sichtbar geworden, dazu führt, daß

Osteuropa mit seinen Problemen und damit auch mit der Tradition einer wenig sicherheitsgerichteten Grundeinstellung alleingelassen wird, liegen die Folgen auf der Hand. Sie werden mit Sicherheit nicht die Einstellung des Betriebs der osteuropäischen Kernkraftwerke sein.

Dem Westen wird auch vorgeworfen, in seiner Unterstützung zuviel auf Analysen und Software zu setzen und zu wenig in der Praxis zu realisieren. Diese Kritik ist teilweise berechtigt. Andererseits wäre es nicht sinnvoll, ausschließlich Mittel für technische Geräte oder betriebliche Maßnahmen zu vergeben, ohne die Sicherheitsrelevanz und die Kosten-Nutzen-Effizienz zu berücksichtigen. Hier ist ein ausgewogenes Verhältnis von industriellen Maßnahmen und sicherheitsanalytischer Begleitung notwendig.

### **3 Gemeinsame Aufgaben**

#### **Bündelung**

Ich denke, daß sowohl in West- wie in Osteuropa eine wesentlich größere Konsistenz der verschiedenen Aktionen und Initiativen erforderlich ist. Der Westen darf dem Osten nicht als Gemischtwarenladen mit unterschiedlichen Einzellösungen entgegentreten. Der Osten muß die divergierenden Interessen seiner unterschiedlichen Organisationen so koordinieren, daß in wichtigen Fragestellungen gemeinsam getragene Arbeiten und Konzepte erleichtert werden.

#### **Tschernobyl**

Hinsichtlich Tschernobyl scheint es mir dringend erforderlich, zu gemeinsamen, integrierenden Aktionen zu kommen. Nur so kann auch die notwendige ganzheitliche technisch-wissenschaftliche Begleitung und das gemeinsame Verständnis der Ziele wieder erreicht werden, das für eine erfolgreiche Lösung der vielfältigen miteinander verknüpften Probleme erforderlich ist.

#### **Konzentrierung auf beispielgebende Projekte**

Generell wäre eine Konzentrierung der Kooperation auf beispielgebende Projekte sinnvoll, die zur Nachahmung reizen und Multiplikatorwirkung haben. Die vergangenen fünf Jahre West-Ost-Kooperation in der Reaktorsicherheit haben nämlich gezeigt, daß Reaktorsicherheit in Osteuropa kein Markt ist, der mit den Mitteln einer völlig freien Marktwirtschaft, d.h. in freier Konkurrenz westlicher Anbieter um technische Projekte, zu erschließen ist. Diese Vorgehensweise führt zwangsläufig zur Verunsicherung unse-

rer osteuropäischen Partner, zur Zersplitterung der Sicherheitskonzepte und letztendlich wohl auch zur Fehlallokation von Mitteln. Eine nachhaltige Verbesserung der Reaktorsicherheit in Osteuropa erfordert einen ausgewogenen Gesamtansatz:

- zielgerichtete technische Maßnahmen zur Sicherheitsverbesserung,
- industrielle Joint Ventures,
- Kooperation bei der begleitenden Sicherheitsbewertung und Einschätzung der Prioritäten sowie
- eine langfristig orientierte Kooperation in der Sicherheitsforschung.

Diese Kombination an Musterprojekten exemplarisch zu demonstrieren, ist nicht nur effiziente Sicherheitsstrategie, sondern bietet Osteuropa darüber hinaus eine interessante Perspektive für die europäische Integration insgesamt.

## **Anschließende Diskussion**

*Leitung: Dr. Peter Hampe, Akademie für Politische Bildung, Tutzing*

Die Diskussion konzentrierte sich auf Fragen des gegenwärtigen Sicherheitszustandes der Kernkraftwerke in Rußland und der Ukraine sowie der notwendigen Verbesserungsmaßnahmen.

Im Zusammenhang mit einer Frage zum Ausbildungsstand des Kernkraftwerkspersonals antwortete Juri Kostenko, daß mit der Verabschiedung des ukrainischen Atomgesetzes nunmehr die rechtliche Möglichkeit besteht, eine Abschaltung von Kernkraftwerksblöcken zu erwirken, wenn die Qualifikation des Personals für einen sicheren Betrieb der Anlagen nicht ausreichend ist. Derartige Entscheidungen können jedoch gegenwärtig nicht losgelöst von der angespannten Lage in der Energieversorgung der Ukraine getroffen werden. Ein weiteres Problem stellt die Abwanderung von qualifiziertem Personal dar, da die Gehälter in russischen Kernkraftwerken deutlich über denen der ukrainischen lagen. Dieser Prozeß wurde jedoch durch einen Regierungsbeschluß weitgehend gestoppt.

Vladimir Janklovich teilte dazu mit, daß es in Rußland nationale und bilaterale Aktivitäten zur Niveauperbesserung bei vorhandenen Systemen zur Qualitätssicherung auf den Ebenen der Betreiber und der Behörden gibt. Zur Prioritätensetzung für Nachrüstmaßnahmen bemerkte Vladimir Janklovich, daß gegenwärtig das Kernkraftwerk Balakovo die Pilotanlage für Nachrüstungen mit westlicher Leit- und Sicherheitstechnik in Rußland darstellt.

Juri Kostenko teilte mit, daß derartige Ertüchtigungen für die im Bau befindlichen Reaktoren vom Typ WWER-1000 wichtig sind. Schwerpunkt für die Ukraine ist jedoch nach wie vor das Kernkraftwerk Tschernobyl. Hier gilt es, bestimmte Nachrüstungen an den laufenden Blöcken bis zur Stilllegung (Block 1 - 1997, Block 3 - 1999) durchzuführen. Er erinnerte daran, daß die termingerechte Schließung des Kernkraftwerks Tschernobyl an bestimmte Bedingungen geknüpft ist. So geht man von erheblicher westlicher Hilfe bei

- der Sicherung der Energieversorgung der Ukraine,
- der Stabilisierung des Sarkophags und
- der Schaffung einer geeigneten Infrastruktur zur Behandlung der radioaktiven Abfälle aus.

Hinsichtlich der Restlaufzeiten der Kernkraftwerke in Rußland führte Vladimir Janklovich aus, daß die Betriebsdauer der Anlagen grundsätzlich 30 Jahre betrage. Bei den Altanlagen müssen jedoch zusätzlich Fristen für bestimmte Nachrüstungen als Voraussetzung für die volle Ausschöpfung der projektierten Betriebsdauer eingehalten werden.

In Beantwortung einer Frage zu den Möglichkeiten eines Ersatzes von Kernkraftwerken in der Ukraine durch Energieeinsparmaßnahmen teilte Gerald Hennenhöfer vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit, daß die Initiative der G7 von Neapel in Zusammenhang mit der Stilllegung von Tschernobyl folgende Punkte vorsieht:

- Umgestaltung der Energieversorgung der Ukraine,
- Nachrüstung der drei fast fertig gestellten WWER-1000-Anlagen,
- Errichtung eines Gaskraftwerks am Standort Tschernobyl beziehungsweise Effizienzverbesserung bei den existierenden Kohlekraftwerken in der Ukraine.

Juri Kostenko unterstrich in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit der Errichtung eines Gas- beziehungsweise Kohlekraftwerks am Standort Tschernobyl. Ohne die Ansiedlung eines profitablen Unternehmens im Gebiet um Tschernobyl sind die Arbeiten zur Stilllegung der Blöcke, zur Stabilisierung des Sarkophags und zur Behandlung der radioaktiven Abfälle nicht abgesichert. Zu befürchten ist in diesem Fall eine Abwanderung von qualifiziertem Personal aus der eigens für das Kraftwerk Tschernobyl errichteten Stadt Slavutich. Überläßt man den Standort Tschernobyl mit den angehäuften Mengen abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie den Sarkophag sich selbst, droht eine weitere Umweltkatastrophe.

Was die Einsparmöglichkeiten anbetrifft, so erbt die Ukraine eine sehr ungeeignete Industriestruktur mit sehr großen, energieintensiven Unternehmen, die bei der gegenwärtigen Teilauslastung besonders unwirtschaftlich sind. Zwar hat die Energieeinsparung in der Ukraine erste Priorität, die Umsetzung geeigneter Maßnahmen wird jedoch Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Die Tatsachen, daß die Haushalte in der Ukraine gegenwärtig nur 20 Prozent des Selbstkostenpreises für Elektroenergie bezahlen, daß diese Zahlungen kaum geprüft werden und daß praktisch keine Registrierung des Gasverbrauchs der Haushalte erfolgt, behindern zusätzlich die staatlichen Anstrengungen zur Reduzierung des Energieverbrauchs.

Auf eine Frage zur Endlagerung abgebrannter Brennelemente und anderer radioaktiver Abfälle teilte Juri Kostenko mit, daß gegenwärtig Möglichkeiten der Lagerung in Granit- und Tonformationen untersucht werden. Bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers werden mindestens noch 20 bis 30 Jahre vergehen.

Evgenij Ignatenko, ROSENERGOATOM, führte aus, daß in Rußland gegenwärtig eine Wiederaufarbeitungsanlage in Betrieb (Chełjabinsk) und eine in Bau (Krasnojarsk) ist. Während man die abgebrannten Brennelemente der WWER-440-Anlagen, des schnellen Brutreaktors und der U-Boote bereits wiederaufarbeitet, findet für abgebrannte Brennelemente von RBMK und WWER-1000-Anlagen derzeit nur eine Zwischenlagerung statt.

Detlev Reichenbach, GRS



ii. Der Tschernobyl-  
Reaktorunfall und  
seine Folgen



## **Strahlenbiologische Folgen des Unfalls von Tschernobyl**

*Albrecht M. Kellerer*

Die gesundheitlichen Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in den Ländern der GUS sind kein klar umrissenes Thema, sondern ein kompliziertes Geflecht unterschiedlicher Probleme. Mehrere Personengruppen wurden während und nach dem Unfall erhöhten Strahlenexpositionen ausgesetzt:

- das unmittelbar bei der Brandbekämpfung eingesetzte Reaktor- und Feuerwehrpersonal,
- mehrere 100 000 Personen, die als „Liquidatoren“ für ein breites Spektrum von Notfallmaßnahmen eingesetzt wurden,
- nahezu 100 000 Menschen, die zu Beginn des Unfalls aus der Stadt Pripjat und aus den umliegenden ländlichen Gebieten umgesiedelt wurden,
- große Teile der Bevölkerung in den drei betroffenen Staaten Weißrußland, Ukraine und Rußland - vor allem Kinder -, die in den ersten Tagen des Unfalls hohen Expositionen von Radiojod ausgesetzt wurden,
- die Bevölkerung in den kontaminierten Gebieten, die auch heute noch andauernder Exposition - vor allem durch Radiocäsium - unterliegt.

Jeder dieser fünf Problemkreise erfordert fortdauernde Untersuchungen, die bisher allerdings sehr unvollständig geblieben sind.

Die ersten vier der oben aufgeführten Situationen führten zwar zu höheren Strahlenexpositionen, beziehen sich jedoch auf abgeschlossene Vorgänge, d.h. auf Expositionen, die während oder kurz nach dem Unfall erfolgten und daher in ihrem Ausmaß nicht mehr zu beeinflussen sind. Sie werden deshalb nicht im Mittelpunkt dieses Beitrages stehen.

Der letzte Aspekt hingegen, die Exposition der nicht umgesiedelten Bevölkerung in den kontaminierten Regionen, bezieht sich zwar auf die geringsten Dosen, jedoch auf die größten Bevölkerungsgruppen. Vor allem betrifft dieser Aspekt fortdauernde Expositionen und somit die Problematik eventuell noch notwendiger Gegenmaßnahmen, von Einschränkungen der Landwirtschaft bis hin zu weiteren Umsiedlungen. Auch beziehen sich die Ängste der Bevölkerung und der Großteil alarmierender Meldungen - über erhöhte Krebsinzidenz, erhöhte Raten von Erbschäden und Mißbildungen oder allge-

meine Erhöhungen der Morbidität - auf die Bevölkerung, die in den kontaminierten Gebieten verblieben ist. Aus diesen Gründen wird im folgenden vor allem auf diese zentrale Problematik eingegangen.

## **1 Die kurzzeitigen Expositionen in unmittelbarer Folge des Unfalles**

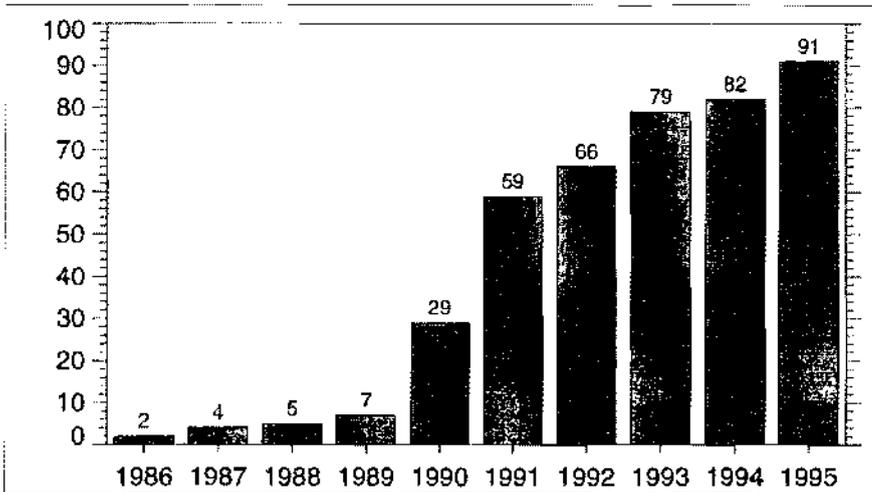
In der Reihenfolge der oben angesprochenen Problemkreise kann folgendes festgestellt werden:

- Das zur Brandbekämpfung eingesetzte Reaktor- und Feuerwehrpersonal erhielt zum Teil hohe akute Strahlendosen. Die Höhe dieser Strahlenexpositionen konnte - schon wegen des erstaunlichen Fehlens geeigneter Strahlungsdetektoren in der Reaktorstation Tschernobyl - nur nachträglich anhand der Strahlenkrankheitssymptome und durch die Bestimmungen von Chromosomenaberrationen in den Blutproben der Betroffenen abgeschätzt werden. 31 Personen starben in den ersten Wochen nach dem Unfall an den akuten Folgen der Strahlenexposition. Besonders kritisch waren dabei die zunächst als Verbrennungen angesehenen Hautschäden durch Strahlung. Knochenmarktransplantationen und Transplantation fetaler Zellen erwiesen sich - angesichts der sehr ungleichmäßigen Bestrahlungen - als unwirksam, wenn nicht als sogar schädlich. Bei etwa 200 weiteren Personen kam es zu akuter Strahlenkrankheit, zum Teil mit schweren bleibenden Schäden, zum Teil mit tödlichem Ausgang in den folgenden Jahren.
- Mehrere 100 000 Personen - vor allem Soldaten - wurden als „Liquidatoren“ noch während des Unfalls und in den folgenden Monaten für erste Maßnahmen zur Begrenzung der Katastrophe, später für Aufgaben bei der Dekontamination und für den Bau des „Sarkophages“ um die Trümmer des Unglücksreaktors eingesetzt. Offiziell wurde ihre Exposition auf höchstens 0,25 Sv begrenzt, tatsächlich wird es - beispielsweise bei den Hubschraubereinsätzen zum Abwerfen von Material in den brennenden Reaktor oder bei der ungeschützten Beseitigung von Brennstofftrümmern - auch zu Überschreitungen dieses Grenzwertes gekommen sein. Stichproben durch Bestimmung von Chromosomenaberrationen (Bauchinger et al., unveröffentlicht) bestätigten dies und ergaben in mehreren Fällen Hinweise auf Dosen bis zu etwa 1 Sv. Im Forschungszentrum von Obninsk befindet sich eine Datenbank mit Information über einen Großteil der Liquidatoren und ihre offiziellen Dosiswerte.

Epidemiologische Untersuchungen auf der Basis dieser Datenbank wurden bisher nur als kleinere Pilotprojekte durchgeführt. In diesen Untersuchungen ergaben sich zwar keine Hinweise auf erhöhte Inzidenz von Leukämien oder anderen Krebs-erkrankungen, wegen des geringen Untersuchungsumfanges bedeutet dies jedoch sehr wenig. Allerdings fällt selbst in den kleinen Stichproben eine insgesamt erhöhte Sterberate infolge von Unfällen, Gewalteinwirkung und Selbstmord auf.

- Die erst am zweiten Tag nach Beginn des Unfalles evakuierte Bevölkerung von Pripjat und die noch einige Tage später evakuierten Menschen aus den ländlichen Gegenden der jetzigen Sperrzone erhielten nach den ersten Schätzungen Dosen von etwa 0,15 bis zu 0,6 Sv; spätere Abschätzungen ergaben geringere Werte. Angesichts der Größenordnung der Dosen und angesichts der Tatsache, daß - abgesehen von akuten Symptomen bei höheren Dosen sowie von Schilddrüsenerkrankungen bei hohen Radiojodexpositionen - Erhöhungen der Leukämieraten der bei weitem empfindlichste Indikator für Gesundheitsschäden durch Bestrahlungen sind, wäre eine Untersuchung der Leukämieraten in dieser Bevölkerungsgruppe angebracht. Jedoch scheint es nach allen bisherigen Ver-säumnissen unwahrscheinlich, daß eine solche - wegen der verstreuten Umsiedlung schwierige - Untersuchung tatsächlich stattfinden wird. Von besonderer Bedeutung wäre auch die Untersuchung möglicher pränataler Mißbildungen - insbesondere der von der 8. bis zur 15. Woche nach Konzeption besonders empfindlichen Gehirnentwicklung. Bedenkt man, daß sich unter 100 000 Evakuierten vermutlich mehr als 1 000 Schwangere befanden, so hätte hier eine Erhöhung der Fehl-bildungsrate durchaus deutlich werden können. Jedoch gibt es bisher noch nicht einmal Informationen darüber, welcher Anteil der Schwangerschaften nach dem Unfall abgebrochen wurde. Auch hier ist also die Bilanz des bisher Erreichten enttäuschend.
- Die Strahlenwirkungen auf die Allgemeinbevölkerung wurde bisher an der Radio-jodexposition von Kindern in der Ukraine und insbesondere in Weißrußland offenkundig. Während des Unfalles waren Schutzmaßnahmen - wie die Blockade der Schilddrüse mit stabilem Jod - versäumt worden. Durch eine Informationssperre wurden auch elementare Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich der Nahrungsaufnahme verhindert. Es kam daher zu hohen Schilddrüsendosen, insbesondere bei Kindern. Obwohl die damaligen Messungen unvollständig und zum Teil fehlerhaft waren, wurden inzwischen Untersuchungen zur Dosisrekonstruktion durchgeführt. Sie zeigen, daß zahlreiche Kinder, vor allem in Weißrußland, Schilddrüsendosen von

mehreren Sievert erhielten. Bei den überlebenden Kindern von Hiroshima und Nagasaki, deren Schilddrüsen allerdings nicht durch inkorporiertes Radiojod, sondern durch im Durchschnitt geringere Dosen externer Strahlung belastet wurden, zeigte sich bereits wenige Jahre später ein stark erhöhtes relatives Risiko von Schilddrüsentumoren. Die schon etwa vier Jahre nach der Reaktorkatastrophe deutlich gewordene Erhöhung der Inzidenz von Schilddrüsentumoren bei Kindern in Weißrußland war dennoch in ihrem Ausmaß höher als erwartet. Die bis Ende 1995 aufgetretenen nahezu 1 000 kindlichen Schilddrüsentumoren - 420 allein in Weißrußland (Bild 10) /1/- und nach neuesten Berichten eine vergleichbare Zahl in der Ukraine (I.A. Likhtarev, unveröffentlicht) - sind die bisher einzige aber sehr dramatisch deutlich gewordene Strahlenfolge in der Bevölkerung nach dem Unfall von Tschernobyl. Es ist bisher noch nicht abzusehen, wie lange sich die massive Erhöhung der Inzidenz von Schilddrüsentumoren fortsetzen wird und wie deutlich sie - nach längeren Latenzzeiten - auch bei Erwachsenen wird.



**Bild 10** Jährliche Anzahl von Schilddrüsentumoren bei Kindern in Weißrußland

## **2 Das Problem der andauernden Strahlenexpositionen der Bevölkerung**

Die noch andauernde Gefährdung der Bevölkerung in den unmittelbar betroffenen Gebieten bleibt das zentrale Problem, das durch den Reaktorunfall verursacht wurde. Es gibt eine Fülle von Behauptungen, öffentlich verbreiteten Meinungen und Fehlinformationen über Gesundheitsschäden - aber wenig dokumentierte Daten. Insbesondere

glaubt man - in den betroffenen Gebieten ebenso wie in der Bundesrepublik - über die dramatische Erhöhung der Rate von Schilddrüsentumoren hinaus an allgemein stark erhöhte Krebsraten in den vom Unfall betroffenen Gebieten. Diese Vorstellungen sind falsch, wenn auch, wie im folgenden dargelegt wird, verständlich.

## **2.1 Verwirrung und Ängste als Folge offizieller Verschleierung**

Die technische Katastrophe von Tschernobyl wurde potenziert durch eine zweite Katastrophe, den Zusammenbruch einer gänzlich verfehlten Informationspolitik. Im August des Jahres 1986 fand in Wien eine Internationale Konferenz statt, auf der mit damals unerwarteter Offenheit von russischen und ukrainischen Wissenschaftlern und Technikern alle verfügbaren Informationen dargelegt wurden. Erst Jahre später wurde im Westen deutlich, daß dennoch in der damaligen Sowjetunion der Bevölkerung für zwei Jahre alle relevanten Informationen vorenthalten wurden - mit der bloßen Feststellung, die Probleme seien unter Kontrolle, es bestehe keine Gefahr. Die Versicherungen waren unglaubwürdig und absurd angesichts der Evakuierungen, der landwirtschaftlichen Beschränkungen und der übrigen einschneidenden Sondermaßnahmen. Nach zwei Jahren wurde der öffentliche Druck so stark, daß die Informationen freigegeben wurden. Nun war es allerdings zu spät, auch nur ein Minimum an Glaubwürdigkeit zu erreichen. Eine Fülle widersprüchlicher Informationen strömte auf die Bevölkerung ein und erzeugte ein Chaos unterschiedlicher Meinungen. Dieses Informationschaos ist eine der schlimmsten Folgen des Unfalls, da es die Lebensbedingungen in den betroffenen Gebieten bestimmt und gezielte Hilfe erschwert oder unmöglich macht. Das Chaos hat sich bis heute nicht vermindert, es wurde lediglich überlagert von wirtschaftlichen Problemen, die sich in ihren Folgen von denen des Reaktorunfalles nicht trennen lassen.

Die Ungewißheiten und Mißdeutungen in den unmittelbar betroffenen Staaten spiegeln sich fast unverändert in der Beurteilung westlicher Medien und damit auch in der öffentlichen Meinung unserer Länder wieder. Im „Spiegel“ stand die phantastische Behauptung - und sie wurde nie korrigiert - daß in der Millionenstadt Gomel jedes dritte Kind an Leukämie erkrankt sei, das müßten mehr als 100 000 Kinder gewesen sein. Die öffentliche Meinung hat das - in einem Fall bemerkenswerter Leichtgläubigkeit - so akzeptiert. Die Süddeutsche Zeitung übernahm anläßlich des 9. Jahrestages der Reaktor-katastrophe - andere Zeitungen und Fernsehredaktionen taten das ebenso - ungeprüft eine Agenturmeldung und gab sie als Aussage des ukrainischen Gesundheitsministers wieder: 125 000 der vom Reaktorunfall in der Ukraine besonders Betroffenen seien in

sieben Jahren an Strahlenwirkungen gestorben. Einer der erfahrensten Journalisten der Süddeutschen Zeitung sah darin den endgültigen Beweis, daß auch die schlimmsten Erwartungen über die Folgen der Reaktorkatastrophe noch übertroffen wurden. In derselben Ausgabe der Süddeutschen Zeitung stand unbeachtet das Dementi der Strahlenschutzkommission der Bundesregierung. Es ist angebracht, den Fall zu erörtern.

## **2.2 125 000 Strahlentote In der Ukraine?**

Der ukrainische Gesundheitsminister Serdjuk wurde zum neunten Jahrestag des Unfalls von Tschernobyl in fast allen deutschen Nachrichtenmedien mit der Schreckensnachricht zitiert, seither seien in der Ukraine 125 000 Menschen an den Strahlenfolgen verstorben, sowie 6 000 der bei der Brandbekämpfung und den Aufräumarbeiten eingesetzten „Liquidatoren“. Die Zahlen schienen die schlimmsten bisher geäußerten Erwartungen zu übertreffen und erregten entsprechendes Aufsehen. In Wirklichkeit wurde eine mißverständliche Verlautbarung des Gesundheitsministeriums falsch verstanden und ungeprüft von den Medien übernommen. Tatsächlich war die Erklärung zugleich zutreffend und irreführend. Der Originaltext der Verlautbarung des Gesundheitsministeriums stellte fest: „Die Gesamtzahl der Todesfälle unter der am meisten vom Tschernobylunfall betroffenen Bevölkerung betrug mehr als 125 000 in den Jahren 1988 bis 1994“. Es heißt dann weiter, daß die meisten dieser Todesfälle alte Leute betrafen.

Die Verlautbarung des Gesundheitsministeriums wurde zwar allgemein so interpretiert, als beziehe sie sich auf strahlenbedingte Todesfälle - im gegebenen Zusammenhang war das zumindest für den Laien naheliegend - tatsächlich bezog sie sich jedoch auf alle Todesfälle unter der am meisten von der Katastrophe betroffenen Bevölkerung. Nachfragen in Kiew bestätigten diese eigentlich ohnehin offenkundige Tatsache. Wie viele Menschen mit den am meisten Betroffenen gemeint waren, ist nicht ausdrücklich gesagt. Jedoch werden von den Behörden etwa zwei Millionen der mehr als 50 Millionen Einwohner der Ukraine denjenigen zugerechnet, die entweder nach der Katastrophe evakuiert wurden oder in den kontaminierten Gebieten leben. In der Bundesrepublik ist die Sterberate etwas höher als 1% pro Jahr. Nimmt man dieselbe Sterberate für die Bevölkerung der Ukraine, so würde man erwarten, daß in den sieben Jahren 1988 bis 1994 etwa  $7 \times 20\,000$ , d.h. 140 000 Todesfälle auftraten. Die vom Gesundheitsministerium angegebene Zahl von 125 000 ist also keineswegs ein Hinweis auf durch Bestrahlung erhöhte Mortalität.

### **2.3 Erwartete Risiken und beobachtete Krebsraten**

Wegen der fortdauernden Strahlenexposition bleibt die Gefahr, daß zusätzliche Leukämie- oder andere Krebserkrankungen sowie eine mögliche Erhöhung der Rate von Erbschäden die Folgen sind. Die resultierenden Dosen für die Bevölkerung durch externe und interne Bestrahlung sind in den am stärksten kontaminierten, nicht evakuierten Gebieten von der Größenordnung bis zu 5 mSv pro Jahr, mit höheren Werten nur in Einzelfällen. So unerfreulich solche Strahlenexpositionen sind, lassen sie doch - mit der möglichen Ausnahme kindlicher Leukämien - keine statistisch faßbaren Erhöhungen der Krebsrate oder auch der Erbschäden oder Mißbildungsraten erwarten.

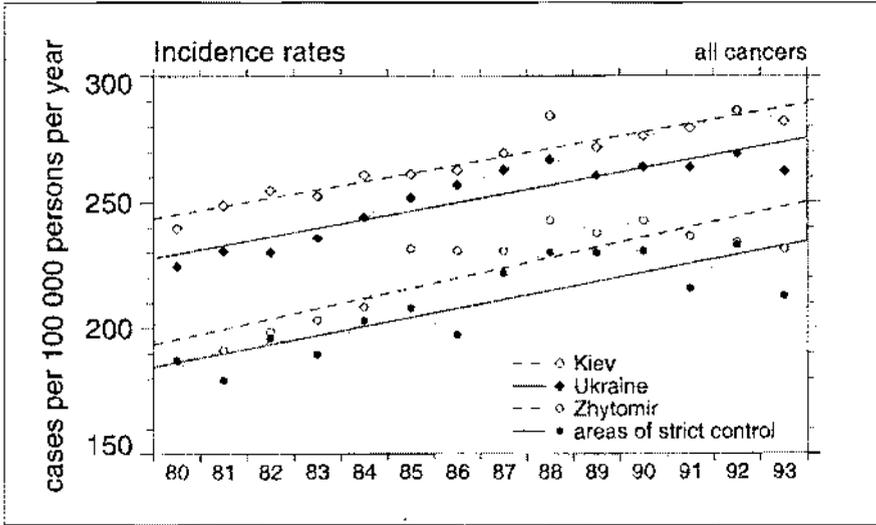
Wenn Erhöhungen der Krebsraten - und primär der Leukämieraten - bisher nicht statistisch nachweisbar wurden, so bedeutet dies allerdings nicht, daß kein Zusatzrisiko besteht. Die Aussage ist lediglich, daß das mögliche Zusatzrisiko nicht von einer solchen Größenordnung ist, daß es statistisch sichtbar wird. Auch besteht keinerlei Zweifel daran, daß vielerlei gesundheitliche Schäden indirekt durch die Reaktorkatastrophe, nämlich durch die von ihr ausgelösten Beschränkungen und das resultierende Chaos, verursacht wurden; es handelt sich zwar um keine Strahlenwirkung, aber doch um eine sehr reale, menschliche, wirtschaftlich und politisch kostspielige Konsequenzen des Unfalls.

### **2.4 Krebshäufigkeiten in der Ukraine und in Weißrußland**

Ein objektives Bild der gesundheitlichen Folgen des Reaktorunfalls in den unmittelbar betroffenen Gebieten zu gewinnen ist nicht deshalb schwer, weil es zu wenig Informationen gibt. Es ist schwer wegen der Fülle widersprüchlicher Informationen und weil es für den Außenstehenden unmöglich ist, Behauptungen und Vermutungen von bewiesenen Tatsachen zu trennen. Im Rahmen eines Kooperationsprojektes der Europäischen Union und basierend auf den Daten des ukrainischen Krebsregisters konnte nunmehr jedoch die Entwicklung der Krebsraten in der Ukraine publiziert werden /2/.

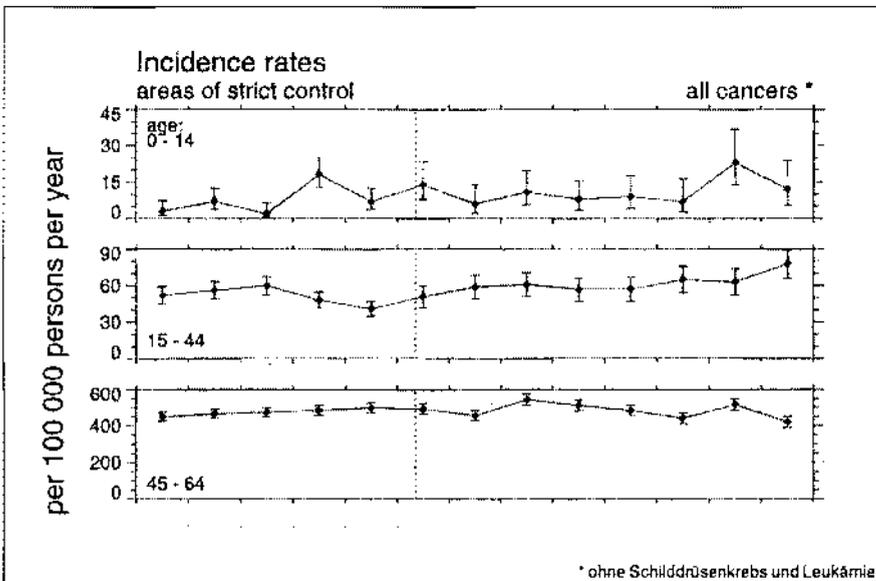
Bild 11 zeigt den Trend aller Krebserkrankungen in verschiedenen Regionen der Ukraine und in den am meisten kontaminierten Gebieten, mit etwa 230 000 Einwohnern vor dem Unfall und mit etwa 160 000 Einwohnern nach den Umsiedlungen.

In den kontaminierten Gebieten sind die Krebsraten insgesamt unterdurchschnittlich, da es sich um ländliche Regionen handelt. Der Trend der zeitlichen Entwicklung mit



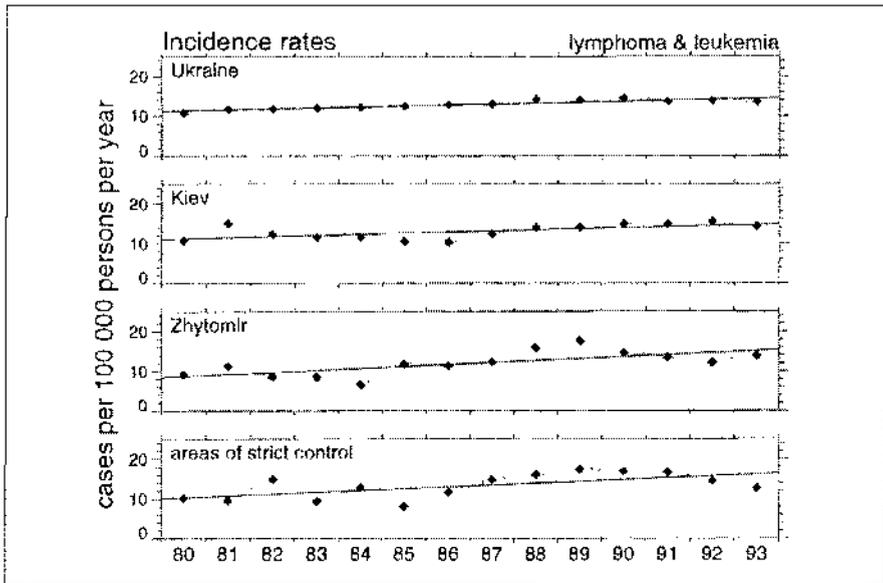
**Bild 11** Jährliche Krebserkrankungen in verschiedenen Regionen der Ukraine und in den am meisten kontaminierten Gebieten

einer Zunahme von etwa 15% in zehn Jahren ist jedoch der gleiche in den verschiedenen Regionen. Bisher wird keine Änderung dieses Trends nach dem Reaktorunfall deut-



**Bild 12** Jährliche Krebserkrankungen in den am meisten kontaminierten Gebieten nach Altersgruppen

lich. Welcher Teil der Erhöhung einem tatsächlichen Anstieg der altersstandardisierten Raten entspricht und welcher Teil auf eine Verbesserung der Diagnosen und der Melderraten an die Krebsregister zuzuschreiben ist, kann bisher nicht entschieden werden. Daß die beiden letzten Faktoren eine Rolle spielen, wird jedoch deutlich, wenn man am Beispiel der kontaminierten Gebiete sieht, daß der Anstieg der Raten vor allem die höheren Altersgruppen betrifft (Bild 12).

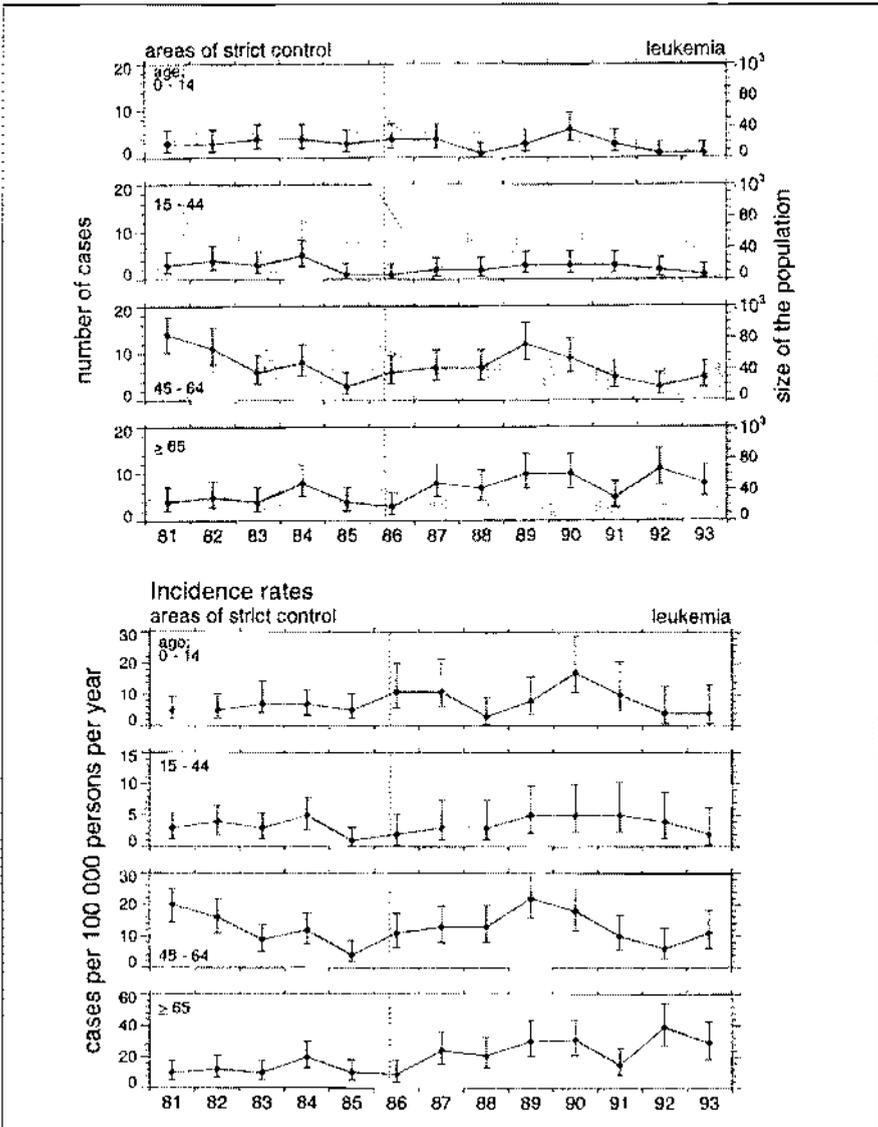


**Bild 13** Jahresraten an Leukämien und Lymphomen in den verschiedenen Regionen

Von besonderem Interesse sind die Leukämien und Lymphome; auch hier besteht ein durchaus ähnlicher Trend in den verschiedenen Regionen (Bild 13). Die größeren statistischen Schwankungen in den am meisten kontaminierten Gebieten erklären sich durch die relativ kleine Bezugspopulation.

Die Altersverteilung der Leukämieinzidenzen ist von besonderem Interesse. Hier sind die Absolutzahlen angegeben und überdies jeweils die Größe der Populationen (Bild 14a). Deutlich wird auch hier das Ansteigen der Raten bei den älteren Menschen. Im Hinblick auf Strahlung als möglichen Verursacher würde man den deutlichsten Anstieg der Raten bei den Kindern erwarten, jedoch ist für sie bisher keine Zunahme erkennbar (Bild 14b). In den am stärksten kontaminierten Bezirken der Ukraine erkrankten in den Jahren 1988 bis 1993 insgesamt 15 Kinder an Leukämie, während nach dem Durchschnitt der vorhergehenden sieben Jahre 13 Erkrankungen zu erwarten waren. Ein

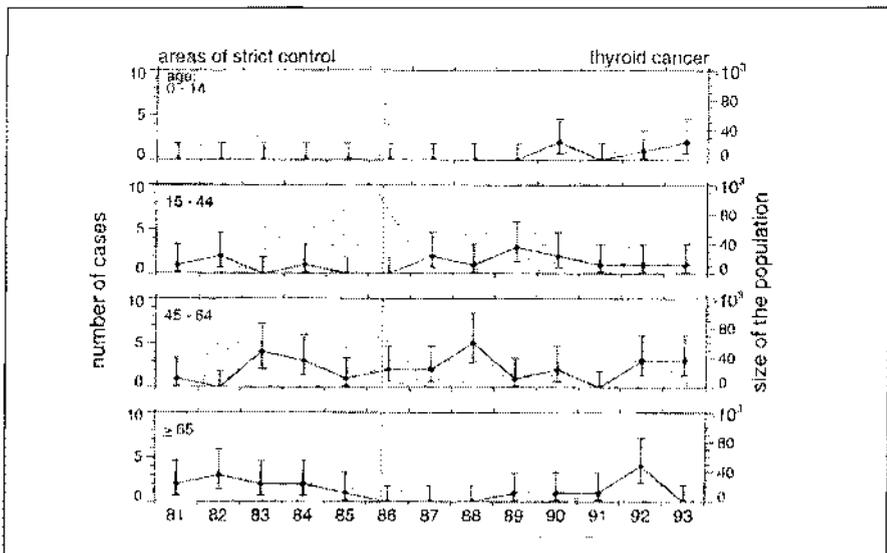
solcher Unterschied hat statistisch keine Aussagekraft; es ist andererseits nicht auszuschließen, daß durch die erhöhte Strahlenexposition einige zusätzliche kindliche Leukämieerkrankungen verursacht wurden.



**Bild 14a und 14b** Jährliche Anzahl der Leukämien für verschiedene Altersgruppen und jeweiliger Größe der Population (oben) sowie die Jahresraten an Leukämien der verschiedenen Altersgruppen (unten) in den am meisten kontaminierten Gebieten

Eindeutig widerlegt durch die Daten wird jedoch die häufig vertretene Meinung, die Leukämieraten in den kontaminierten Gebieten der Ukraine seien um ein Vielfaches gestiegen. Es handelt sich hier um keinen akademischen Streit. Markante Erhöhungen der Krebsraten durch die fortdauernd erhöhte Strahlenexposition würden die zusätzliche Umsiedlung großer Bevölkerungsgruppen erzwingen, andererseits würden unbegründete Umsiedlungen unverantwortbare wirtschaftliche und menschliche Kosten verursachen.

Der Kontrast zu den starken Erhöhungen der Inzidenz von Schilddrüsentumoren ist deutlich. In der Ukraine waren die Erhöhungen - zumindest bis 1993 - weniger ausgeprägt, aber selbst in der Beschränkung auf die am stärksten kontaminierten Gebiete der Ukraine mit ihrer begrenzten Bevölkerungszahl werden sie noch deutlich. Bild 15 zeigt, daß in den Jahren vor dem Unfall keine kindlichen Schilddrüsenkarzinome beobachtet wurden, sie einige Jahre später jedoch auftraten. Da sich das Radiojod anders als Cäsium oder Strontium auch in Gasform ausbreitete, ist es nicht verwunderlich, daß Schilddrüsentumoren vermehrt auch in anderen Regionen der Ukraine gefunden werden.

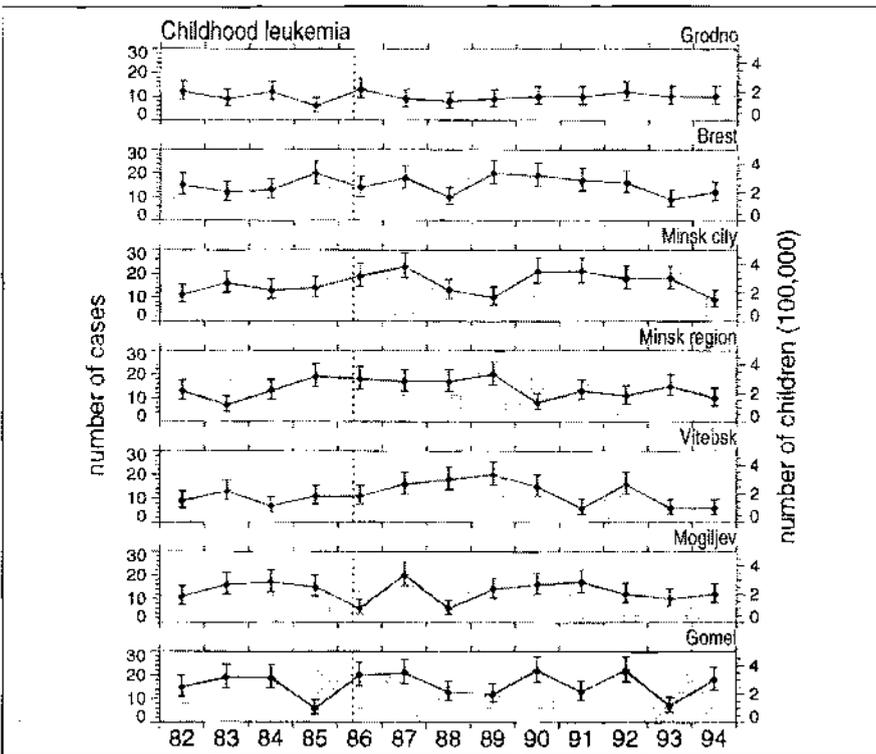


**Bild 15** Jährliche Schilddrüsenenerkrankungen für verschiedene Altersgruppen und Größe der jeweiligen Population in den am meisten kontaminierten Gebieten

Weißrußland war am stärksten betroffen und weist auch heute noch unter den weiterhin besiedelten Gebieten die höchsten Kontaminationen auf. Eine nunmehr vorliegende Analyse der Raten kindlicher Leukämien /3/, die sich auf die umfassenden Daten des weißrussischen Leukämieregisters am Zentrum für Hämatologie und Bluttransfusion in

Minsk stützt, ist daher - und auch angesichts der allgemein angenommenen Erhöhungen der kindlichen Leukämieraten - von besonderer Bedeutung.

Die Gebiete um Gomel und um Mogilev wurden durch den Reaktorunfall besonders stark kontaminiert. Eine mögliche Erhöhung kindlicher Leukämieraten müßte für diese Gebiete daher am deutlichsten werden. In den Diagrammen von Bild 16 erkennt man allerdings bisher keinerlei Erhöhung kindlicher Leukämieraten. Weder zeigt sich in der Periode nach dem Reaktorunfall eine Erhöhung der Inzidenz, noch weisen die stärker kontaminierten Gebiete erhöhte Raten auf.



**Bild 16** Jährliche Leukämien bei Kindern in verschiedenen Gebieten Weißrußlands

Wie wiederum betont werden muß, können diese wichtigen Daten nur zeigen, daß bisher keine deutlichen Erhöhungen der Leukämieraten vorliegen. Gewisse Erhöhungen, die nur statistisch nicht sichtbar werden - und insbesondere Erhöhungen in kleineren besonders hoch kontaminierten Gebieten -, sind keineswegs auszuschließen. Was künftige Beobachtungen zeigen werden, bleibt offen.

Aus den errechneten und gemessenen externen und internen Strahlenexpositionen der Bevölkerung in den betroffenen Gebieten war dem Strahlenbiologen längst deutlich, daß eine Erhöhung der kindlichen Leukämieraten zwar auch bei geringen Dosen zu erwarten ist, daß sie aber an der Grenze der statistischen Erkennbarkeit liegen könnte. Die vorliegenden Daten sind insofern - so wichtig sie sind - keine Überraschung. Eine Überraschung sind die Daten allerdings für diejenigen, die sich bisher mangels besserer Informationen an die Schreckensmeldungen der Medien halten mußten.

So wichtig die Beobachtungen im Hinblick auf die Leukämien sind, so haben sie weitere und in gewisser Hinsicht bedeutsamere Implikationen. Aus allen bisherigen Untersuchungen - von den jahrzehntelangen Beobachtungen der Atombombenüberlebenden bis zu den erst jüngst aus der politischen Geheimhaltung herausgelösten Untersuchungen an den hochbestrahlten Arbeitern der Plutoniumanlagen von Mayak und an den ebenso hoch exponierten Bewohnern des radioaktiv verseuchten Flusses Tetscha (Süduural) - wurde deutlich, daß eine Erhöhung der Leukämieraten der hauptsächliche Indikator strahleninduzierter Gesundheitsschäden ist. Er wird schon bei den geringsten Dosen deutlich. Erst bei sehr hohen Dosen kommt es neben den stochastischen Strahlenschäden auch zu beobachtbaren deterministischen Effekten, z.B. zu bleibenden Veränderungen des Blutbildes und zu entsprechenden Schäden des Immunsystems. Die chronische Strahlenkrankheit ist ein Syndrom, das nur bei hohen und persistierenden



**Bild 17** Schulkinder in Vjetka (Weißrußland) etwa 100 km von Tschernobyl entfernt

Strahlenexpositionen - wie sie bei Mayak und am Fluß Tetscha auftraten /4/ - gesehen wurde. Wenn in den kontaminierten Gebieten um Tschernobyl mit ihren durchaus nicht als harmlos anzusehenden aber doch weitaus geringeren Strahlenexpositionen bisher keine Erhöhungen der Leukämieraten deutlich geworden sind, so ist also mit Sicherheit davon auszugehen, daß - abgesehen von den durch die hohen Expositionen der Schilddrüse verursachten Erkrankungen - andere Erhöhungen der Morbidität nicht durch die Strahlung bedingt sein können. Aber auch wo Strahlung als Ursache ausscheidet, kann der Reaktorunfall auf andere Weise durchaus Ursache sein.

### **3      Schlußfolgerung**

Wesentliche Aspekte der tatsächlichen oder möglichen gesundheitlichen Folgen des Reaktorunfalls in den unmittelbar betroffenen Gebieten wurden hier dargestellt. Es war nicht möglich, auf alle wichtigen Einzelaspekte einzugehen. Die wesentliche Zielsetzung ist, das Gesamtbild zu verdeutlichen. Strahleninduzierte Gesundheitsschäden unter der Bevölkerung sind aufgetreten: die durch das kurzlebige Radiojod verursachten Schilddrüsentumoren. Es ist durchaus möglich, daß auch die langlebige radioaktive Kontamination zu erhöhten Raten von Krebserkrankungen, speziell von Leukämien, führen wird oder bereits zu solchen Erhöhungen geführt hat. Die möglichen Erhöhungen sind aber von einer Größenordnung, die bisher statistisch noch nicht nachweisbar wurde. Die Tatsachen machen jedenfalls hinreichend deutlich, wie fern jeder Realität die Meldungen über dramatisch erhöhte allgemeine Krebsraten in den betroffenen Gebieten sind oder die Aussagen über die 125 000 Strahlentoten in der Ukraine. Die Folgen der Katastrophe sind - auch ohne die behaupteten Erhöhungen der Krebsraten - schlimm genug. Die noch immer dringend nötigen Maßnahmen zur Normalisierung der Lebensbedingungen in den vom Reaktorunfall betroffenen Gebieten können nur dann erfolgreich sein, wenn sie sich auf die nüchterne Analyse verlässlicher Daten stützen.

### **Literatur**

- /1/   SSK. 10 Jahre nach Tschernobyl. Information der Strahlenschutzkommission zu den radiologischen Auswirkungen und Konsequenzen insbesondere in Deutschland. Berichte der Strahlenschutzkommission des Bundesministeriums für Um-

welt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 4 (1996), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York

- /2/ Prisyazhniuk A., Gristchenko V., Zakordonets V., Fouzik N., Slipeniuk Y., Ryzhak I. The time trends of cancer incidence in the most contaminated regions of the Ukraine before and after the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 34:3-6 (1995)
- /3/ E.P. Ivanov, G.V. Tolochko, L.P. Shuvaeva, S. Becker, E. Nekolla, A.M. Kellerer. Childhood Leukemia in Belarus Before and After the Chernobyl Accident. *Radiat Environ Biophys* 35/2 (1996) (in print)
- /4/ Burkart W., Kellerer A.M., eds. Radiation exposure in the Southern Urals. The Science of the Total Environment (Special issue), Vol. 142, Nos. 1, 2 (1994), Elsevier, Amsterdam

# **Die Folgen der Katastrophe von Tschernobyl in der Ukraine und die Probleme mit dem Sarkophag**

*Georgyi A. Kopchinsky*

Der Unfall in Block 4 des KKW in Tschernobyl ist eine der größten Katastrophen dieser Zeit. Sie hat in der Ukraine, Weißrußland und einer Reihe von Regionen in Rußland riesige wirtschaftliche, ökologische und sozialpolitische Schäden verursacht. Auch andere europäische Staaten sind von den negativen Auswirkungen des Unfalls mehr oder weniger stark betroffen. Zudem gibt es seitdem in vielen Ländern große Widerstände gegen die friedliche Nutzung der Kernenergie.

Durch die Katastrophe ist ein bedeutender Teil des ukrainischen Territoriums durch Cäsium-137 mit über 1 Ci/km<sup>2</sup> und Strontium-90 mit über 0,1 Ci/km<sup>2</sup> kontaminiert. Von 6 447 betroffenen Orten liegt in 92 die jährliche Strahlendosis über 5 mSv. In solchen Fällen muß nach ukrainischer Gesetzgebung die Bevölkerung sofort evakuiert werden. In etwa 800 Orten liegt die Dosis über 0,5 mSv/a. Die Katastrophe hat über drei Millionen Einwohner der Ukraine betroffen.

In einem kurzen Referat ist es schwer, sämtliche Probleme bei der Beseitigung der Katastrophenfolgen zu analysieren. Daher werde ich nur zwei Probleme behandeln:

- den Zustand und die Perspektiven der Isolierungszone,
- den Zustand und die Probleme des Sarkophags.

## **1 Zustand und Perspektiven der „Isolierungszone“**

### **1.1 Allgemeine Charakterisierung der Zone**

Aus der Isolierungszone - bekannter als "30-km-Zone" - wurden die Einwohner evakuiert. Die Zone mit ihrer Fläche von 2 044 km<sup>2</sup> ist von einem Zaun umgeben und wird von der Sonderadministration verwaltet. In ihr liegen 76 Orte, darunter die beiden Städte Pripjat und Tschernobyl. Mehr als 90 000 Menschen mußten evakuiert werden.

Die Wirtschaftstätigkeit kam weitgehend zum Erliegen. Derzeit werden nur noch das Kernkraftwerk Tschernobyl - einschließlich des Objekts "Sarkophag" - weiterbetrieben und die Katastrophenfolgen minimiert.

15 000 Menschen sind in der Zone beschäftigt. Von ihnen arbeiten etwa 5 500 im Kernkraftwerk Tschernobyl. Über 120 Institutionen führen in dieser Zone wissenschaftliche Untersuchungen durch.

## 1.2 Radioaktive Kontamination dieser Zone

Die Zone bleibt eine potentielle radioaktive Strahlungsquelle für die benachbarten Regionen. Daher gehört die Vorbeugung vor einer Radionuklidemission zu den wichtigsten Aufgaben der Sonderverwaltung.

Das Besondere der radioaktiven Kontamination ist die fleckenförmige Belastung dieser Zone, hauptsächlich durch Cäsium-137 und Strontium-90 sowie durch Transurane. Die allgemeine Aktivität der wichtigsten Radionuklide betrug Anfang 1994 - ohne die Industriefläche des Kernkraftwerks Tschernobyl:

- Cäsium-137: 110 000 kCi
- Strontium-90: 127 000 kCi
- Plutonium-239 und -240: 800 Ci

Aufgrund der ständigen Überwachung läßt sich feststellen, daß 95 Prozent der radioaktiven Kontamination in der oberen, fünf Zentimeter dicken Grundsicht bleiben.

Die wichtigsten Migrationswege der Radionuklide nach außen sind:

- Transport über Flüsse, wenn Radionuklide aus der Oberfläche ausgeschwemmt werden,
- der Transport über das Grundwasser,
- Windübertragung,
- biogene Übertragung,
- technogene Übertragung.

Zwischen 1989 und 1993 betrug die jahresdurchschnittliche Radionuklidübertragung mit dem Wasser des Flusses Pripjat

- für Strontium-90:                70-250 Ci
- für Cäsium-137:                10-25 Ci

Die Windübertragung spielt wegen der intensiv wachsenden Pflanzenwelt keine wesentliche Rolle. Jedoch bleibt die potentielle Gefahr einer Luftübertragung der Radionuklide bei Naturkatastrophen wie Tornados oder Waldbränden. Nach Angaben der Wissenschaftler steigt die biogene Radionuklidübertragung für Cäsium-137 und Strontium-90 nicht über einige Curie jährlich.

Die technogene Übertragung ist nicht höher als 1 Ci/a. Die Nuklidmigration in das Grundwasser hat im Jahr 1994 zu keiner stabilen Wasserverschmutzung größerer Flächen geführt. Lokal sind Belastungen in den Regionen nachweisbar, in denen an der Oberfläche provisorische Deponien radioaktiver Substanzen vorhanden sind. Dort erreicht die Konzentration von Strontium-90 0,03 bis 3 mCi/Liter. In 20 bis 30 Jahren soll dieser Wert sein Maximum erreichen.

Nach Angaben des Ministeriums von Tschernobyl und der Nationalen Akademie der Wissenschaften steigt der Anteil der Zone an der kollektiven Dosis der radioaktiven Bestrahlung der ukrainischen Bevölkerung auf allen Migrationswegen der Radionuklide nicht über 1 Prozent.

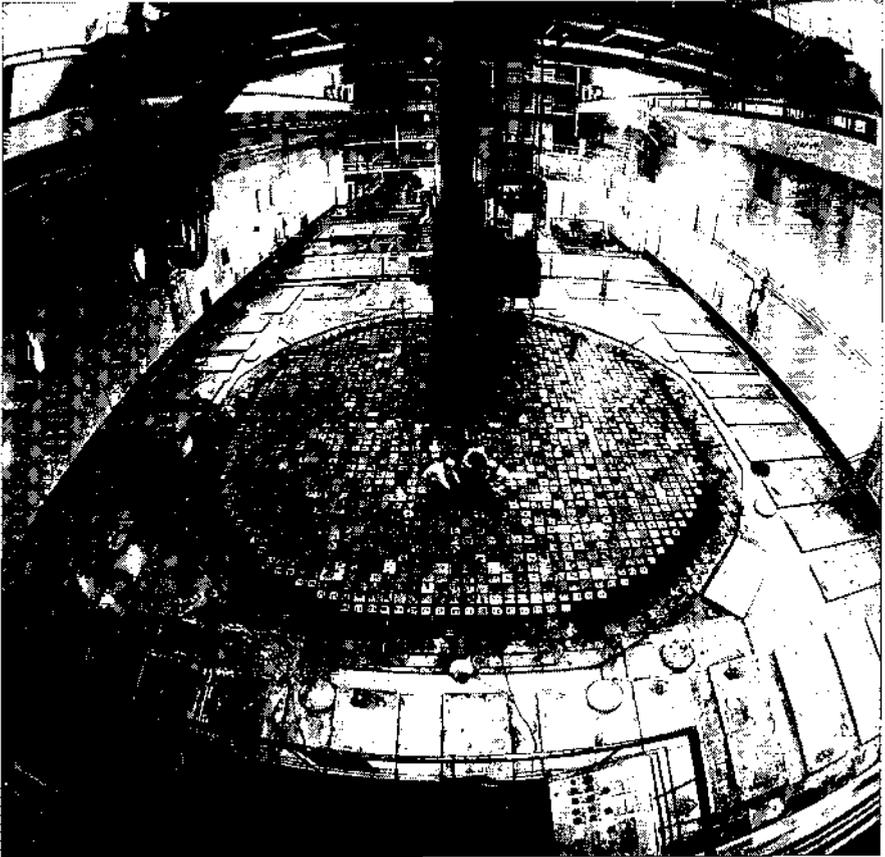
Neben den genannten Radioaktivitätsquellen gibt es noch weitere:

- der Betrieb des Kernkraftwerks Tschernobyl;
- das Objekt "Sarkophag";
- der Kühlteich des Kernkraftwerks Tschernobyl;
- ständige und provisorische Reservoirs an radioaktiven Stoffen.

Das Kernkraftwerk Tschernobyl ist auch ein Lager für abgebrannte Brennstoffe. Wie bekannt, wird der Brennstoff der RBMK-Reaktoren nicht regeneriert und nach den bereits in der UdSSR festgelegten Regeln in Reservoirs unmittelbar auf dem Gelände der Atomkraftwerke gelagert. Die Kapazität der Lager für abgebrannte Brennelemente ist praktisch erschöpft. Zur Zeit umfaßt das Lager etwa 14 000 abgebrannte Brennelemente. Zudem entspricht dieses Lager nicht mehr allen modernen Sicherheitsanforderungen und muß rekonstruiert werden. Daher ist eines der dringendsten Probleme

die Errichtung eines neuen Lagers für abgebrannte Brennelemente mit einem Fassungsvermögen von mindestens 400 Tonnen.

Auf dem Gelände des Kernkraftwerks Tschernobyl werden momentan etwa 35 000 Kubikmeter feste und rund 21 000 Kubikmeter flüssige radioaktive Abfälle in Sondertanks gelagert. Die Verwertung dieser Abfallprodukte mit nachfolgender sicherer Entsorgung ist auch eines der aktuellsten Probleme.



**Bild 18** Blick in die Reaktorhalle eines RBMK mit Brennelementwechsellmaschine (hier: Kernkraftwerk W.I. Lenin in Sosnovyi Bor)

Ein riesiges Lager für radioaktive Stoffe ist der Kühlteich des Kraftwerks, der einen wesentlichen Teil der Havarie-Emission akkumuliert hat. Er umfaßt 160 Millionen Kubikmeter Wasser, die durchschnittliche Konzentration für Cäsium-137 liegt bei 300 mCi/Liter, für Strontium-90 bei 200 mCi/Liter. Die Ablagerungen auf dem Grund des Kühlteiches umfassen:

- Cäsium-137                      3500 Ci
- Strontium-90                    800 Ci
- Pu-Isotope                        3 Ci

Selbstverständlich ist auch das Objekt "Sarkophag" eine potentielle Quelle der wiederholten Umweltverschmutzung im benachbarten Areal. Darüber wird noch gesprochen.

In den drei stationären und etwa 800 provisorischen Deponien werden große Mengen radioaktiver Stoffe gelagert, deren Gesamtaktivität auf etwa 380 000 Ci geschätzt wird. Ein besonderes Problem sind die provisorischen Deponien, die unter den extremen Verhältnissen 1986 errichtet wurden. Heute müssen sie beseitigt, die eingelagerten Stoffe in neu zu errichtende stationäre Deponien verbracht werden, die den modernen Sicherheitsnormen entsprechen.

### 1.3 Die Konzeption der Zone für die Zeit bis zum Jahr 2020

Die Zone wird noch lange eine ernste potentielle Quelle radioaktiver Verschmutzung bleiben. Dies erfordert einen taktischen wie auch strategischen Plan für die notwendigen Aktivitäten. Die Fachleute des Ministeriums von Tschernobyl und Wissenschaftler der Nationalen Akademie der Wissenschaften haben einen Entwurf für die "Konzeption der Isolierung der Tschernobyl-Zone" vorbereitet. Die Konzeption bestimmt die Prinzipien der Aktivitäten in der Zone bis 2020-2025. Sie beruht auf wesentlichen normativen und rechtlichen Grundlagen und Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen und legt ein System von organisatorischen, ökologischen, medizinischen und wissenschaftlich-technischen Regeln und Prioritäten für die Arbeiten in der Zone fest. Diese Konzeption verfolgt zwei Grundziele: daß die ökologischen und sozialwirtschaftlichen Katastrophenfolgen minimiert und der Risikofaktor sowie die Beeinträchtigung der radiologischen Situation in der ganzen Ukraine reduziert werden.

Grundlage der Konzeption sind zwei Prinzipien, die durch faktische Daten und vielfältige Analysen und Forschungen bestätigt werden:

- die relative Stabilität der radioökologischen Situation in der Zone und in den benachbarten Gewässern der Dnjepr-Kaskade;
- die vorhandenen realen technischen Möglichkeiten für die Überführung der provisorischen Zwischenlager und der radioaktiven Substanzen in einen ökologisch

ungefährlichen Zustand, der auch die Emission der Radionuklide in die Biosphäre ausschließt.

Nach der Konzeption sollen vier Funktionsbereiche innerhalb der Zone ausgliedert werden:

- Produktionsbereich,
- Reservatbereich,
- der allgemeine Betriebsbereich und der
- Pufferbereich.

Im ersten Bereich muß die grundsätzliche Produktionstätigkeit mit der dafür notwendigen Infrastruktur liegen. Das umfaßt die Nutzung und die Stilllegung des Kraftwerkes von Tschernobyl, die künftige Behandlung des Sarkophags, das Sammeln, Sortieren, Verarbeiten, Verpacken und die zeitweise Lagerung von radioaktiven Abfällen und Stoffen sowie die hydrotechnischen Einrichtungen zur Hochwasservorsorge. Gerade in diesem ersten Bereich sind die wichtigsten Arbeiten zur Beseitigung der Katastrophenfolgen konzentriert.

In der Reservatzzone muß jegliche Tätigkeit, die den Zustand des Ökosystems beeinträchtigt, verboten werden. Dieser Bereich wird geschaffen, um die Mechanismen der Selbsterneuerung und der Wiederherstellung natürlicher Zustände zu studieren.

Im Bereich des Allgemeinbetriebs sind Arbeiten zur Wiederherstellung der Ökosysteme - vor allem der Wälder - erlaubt, ebenso die Durchführung von Sanitätsmaßnahmen und wissenschaftliche Untersuchungen.

Der Pufferbereich ist durch relativ niedrige Dosen der radioaktiven Belastung charakterisiert. In diesem Areal soll innerhalb des nächsten Jahrzehnts die volkswirtschaftliche Tätigkeit - vor allem die Forst- und die Landwirtschaft - wiederhergestellt werden.

Jeder der genannten Bereiche wird aufgrund seiner eigenen spezifischen Norm- und Rechtsgrundlagen und Reglements funktionieren.

Nach der Konzeption sollen leistungsfähige Betriebe zum Sammeln, Verwerten und Lagern von radioaktiven Abfällen und Stoffen im Produktionsbereich gegründet wer-

den. Grundlage für ihre Errichtung müssen die modernen technologischen Erfahrungen und Forderungen an die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz sein. Bei der Lösung dieser komplexen Aufgabe müssen mehrere Probleme berücksichtigt und gelöst werden: Dazu zählt die Umwandlung vorhandener provisorischer Brennelementlager ebenso wie die Behandlung der Abfälle, die bei der Umwandlung des "Sarkophags" in ein ökologisch sicheres System und bei der Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl entstehen können.

Ein besonderes Problem sind die brennstoffhaltigen Abfälle. Ihre sichere Entsorgung ist wahrscheinlich in bestimmten geologischen Formationen möglich. Allerdings ist die Zone um Tschernobyl geologisch gesehen für eine solche Deponie nicht brauchbar. Deshalb müssen diese Stoffe ebenso wie auch die abgebrannten Brennelemente des Kernkraftwerks Tschernobyl in speziellen geologischen Zwischenlagern mit einer Nutzungsdauer von mindestens 100 Jahren eingelagert werden.

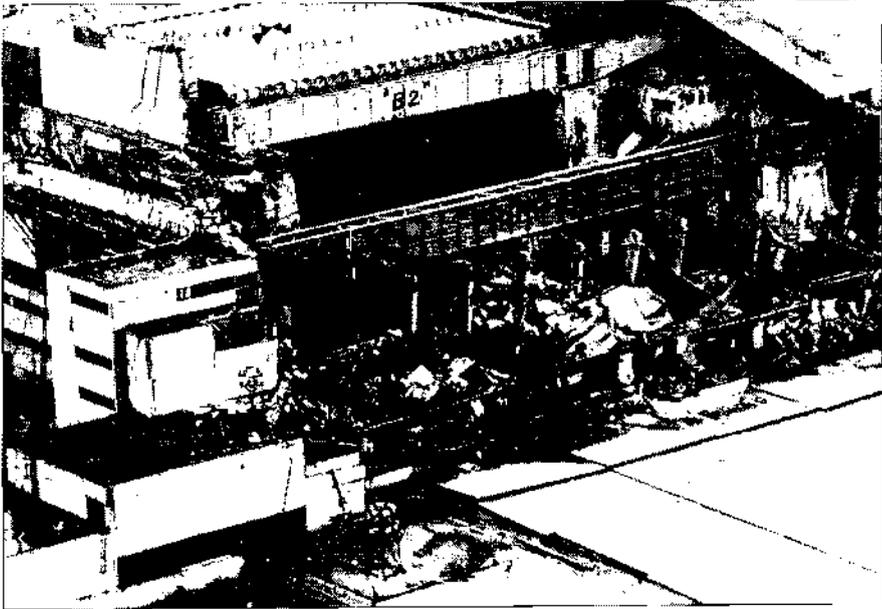
## **2 Die Probleme des Sarkophags**

Der größte Speicher radioaktiver Abfälle ist der zerstörte Block 4. Hier liegen radioaktive Stoffe mit einer Gesamtaktivität von über 20 Mio. Ci. Die gefährlichsten sind die Schmelzen, die nuklearen Brennstoff enthalten. Ihre Gesamtmasse wird auf rund 180 Tonnen geschätzt.

Wie bekannt wurde das Objekt "Einschluß" 1986 unter extremen Verhältnissen geschaffen. Als tragende Konstruktionen hat man neben neu gebauten Strukturen Bauelemente des zerstörten Blocks verwendet. Teilweise wurde der "Sarkophag" wegen der starken Strahlung ohne die allgemein üblichen mechanischen Verbindungen und ohne die notwendige Kontrolle montiert. Deshalb bereitet uns sein Zustand und seine Sicherheit große Sorgen.

### **2.1 Die Stabilität der Baukonstruktionen**

Das wohl ernsthafteste Problem ist die Stabilität des Sarkophags. Jüngste Untersuchungen haben gezeigt, daß die Sicherheit einiger Konstruktionen unzureichend ist. Betroffen davon sind eine Reihe von Stützkonstruktionen der Reaktorachse Nr. 50 und die Entgaser-Etage. Bei ihnen besteht bei äußeren Naturkatastrophen - vor allem bei Erdbeben - Einsturzgefahr.



**Bild 19** Um den Sarkophag zu bauen, wurden Träger wie der sogenannte Stahlträger "Mammoth" auf Überresten des Reaktors verankert

Die gemeinsam mit den Fachleuten der GRS durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß bei einem Einsturz große Mengen radioaktiven Staubs in die Umwelt freigesetzt werden. Das Areal des Kernkraftwerks Tschernobyl würde mit mehr als  $1\ 000\ \text{Ci}/\text{km}^2$  belastet. Jedoch wird diese Staubemission auch bei ungünstigen meteorologischen Verhältnissen nicht über das Areal der Isolierungszone hinausgelangen. Es ist augenscheinlich, daß - ungeachtet der Pläne zum Bau eines neuen Sarkophags - dringend Maßnahmen zur Stabilitätsverbesserung beim Sarkophag getroffen werden müssen.

## **2.2 Nukleare und Strahlungssicherheit**

Aufgrund einer Reihe von Umständen müssen besondere Forderungen an die nukleare Sicherheit des Sarkophags gestellt werden: etwa wegen der 3 300 Kubikmeter Wasser im Sarkophag, des Zerfalls brennstoffhaltiger Massen unter Bildung eines Brennstoffstaubs und löslicher Uransalze auf deren Oberfläche.

Zur Erhöhung der nuklearen Sicherheit des Objektes wird das Dach des Sarkophags hermetisiert. Außerdem werden Maßnahmen getroffen, damit kein Regenwasser ins

Innere des Gebäudes gelangt. Zudem soll dem Sarkophag Wasser entzogen sowie das Neutronen-Monitoring-System und die Systeme zur operativen Zufuhr von neutronenabsorbierenden Stoffen modernisiert werden.

In den meisten Räumen des Sarkophags steigt die Dosisleistung nicht über 0,01 Sv/h. Jedoch wurden in einigen Räumen - insbesondere dort, wo nuklearer Brennstoff vorhanden ist - Dosisleistungen bis zu 22 Sv/h nachgewiesen. Ständige Untersuchungen zeigen, daß die Radionuklidemission in die Umwelt für Cäsium-137 unter 0,3 Ci/a und für Transurane unter  $3 \times 10^{-3}$  Ci/a liegt.

### **2.3 Die Umgestaltung des Sarkophags in ein ökologisch sicheres System**

Es läßt sich nicht bezweifeln, daß diese Aufgabe aktuell ist. Es gibt, wie der internationale Wettbewerb gezeigt hat, verschiedene technische Lösungen für diese Aufgabe. Es geht vor allem um die technisch-wirtschaftliche Begründung der Konstruktion des Sarkophag-2, wie sie von der internationalen Vereinigung "Allianz" bei finanzieller Unterstützung der EU vorgeschlagen wird.

Im März dieses Jahres wurde in Kiew die erste Phase dieser Arbeit präsentiert, bei der Vorschläge zur Konstruktion des Sarkophag-2 unterbreitet wurden. Trotz der Hochschätzung der Arbeit, die von der Gruppe "Allianz" geleistet worden ist, muß ich erwähnen, daß diese Vorschläge von den ukrainischen Fachleuten nicht einhellig akzeptiert wurden.

- Erstens wurden in den Vorschlägen der "Allianz" die Fragen kaum behandelt, die die Stabilität des vorhandenen Sarkophags steigern sollen.
- Zweitens ist die vorgeschlagene Konstruktion des Sarkophag-2 zu kompliziert ausgelegt. Das erfordert erhöhte materielle, technische und finanzielle Mittel. Nach Meinung vieler ukrainischer Fachleute muß vor allem die Entfernung und sichere Lagerung der radioaktiven Stoffe Teil der Umgestaltung sein. Gewährleistet werden diese Arbeiten durch den Bau eines leichteren als von der "Allianz" vorgeschlagenen und einfacher demontierbaren Sarkophag-2.

Selbstverständlich haben diese Bemerkungen nur einen vorläufigen Charakter. Eine endgültige und begründete Schlußfolgerung kann man erst nach Vollendung des "Allianz"-Projekts ziehen.

### **3      Wirtschaftliche Probleme bei der Beseitigung der Unfallfolgen**

Die Beseitigung der Unfallfolgen forderte und fordert bedeutende materielle und finanzielle Ressourcen. Allein in der ehemaligen UdSSR wurden dafür rund 15 Milliarden Rubel ausgegeben. Nach dem Zerfall der UdSSR werden die Kosten für die Beseitigung der Unfallfolgen aus den nationalen Budgets der Ukraine, Rußlands und Weißrußlands getrennt bezahlt.

Leider wird die Lösung der Probleme von Tschernobyl heute durch die tiefe wirtschaftliche Krise in der Ukraine erschwert.

#### **3.1      Allgemeine Situation in der ukrainischen Wirtschaft**

Das Bruttosozialprodukt reduzierte sich zwischen 1991-1994 um 56 Prozent. Der Umfang der Industrieproduktion fiel bis auf die Werte von 1975. Auf dem Gebiet der Heizöl- und Energiewirtschaft wurde die Situation krisenhaft. In den vergangenen vier Jahren fiel die Stromerzeugung um 33 Prozent, die Kohleförderung um 43 Prozent, die Gasförderung um 35 Prozent, die Erdölgewinnung um 21 Prozent. Dabei deckt die Ukraine nur 44 Prozent ihres Bedarfs durch eigene Heizölressourcen.

Äußerst schwierig ist die finanzielle Lage. Das Staatsdefizit beträgt über 20 Prozent und mehr. Die Außenhandelsverschuldung wächst kontinuierlich. Allein für die Gaslieferungen schuldet die Ukraine Rußland und Turkmenien rund vier Milliarden US \$.

#### **3.2      Finanzprobleme bei der Beseitigung der Unfallfolgen**

Offensichtlich hat es die Regierung in dieser wirtschaftlichen Krise bei einem hohen Staatsdefizit sehr schwer, Mittel für die Finanzierung der Unfallfolgenbeseitigung aufzufinden zu machen. Es gilt die Tschernobyl-Steuer von zwölf Prozent. Allerdings wird der wesentliche Teil dieser Mittel - wie von der ukrainischen Gesetzgebung vorgesehen - für die Kompensationen und Vergünstigungen für die Personen ausgegeben, die bei dem Unfall geschädigt wurden. Lediglich 20 Prozent werden unmittelbar für die Beseitigung der Unfallfolgen und für die Durchführung von wissenschaftlichen Untersuchungen gezahlt.

Besonders schwierig ist die Situation im laufenden Jahr. Das Budget sieht 83 Trillionen Karbovanzi (rund 600 Millionen US \$) vor: Das sind etwa 30 Prozent des Betrags, der

für die Lösung der Probleme nach dem Nationalen Programm der Beseitigung der Unfallfolgen in Tschernobyl notwendig ist.

### **3.3 Die Rolle der internationalen Zusammenarbeit bei der Lösung der Tschernobyl-Probleme**

Ein wichtiger Bestandteil der Unfallfolgenbeseitigung in Tschernobyl ist die internationale Zusammenarbeit. Sie bezieht sich in erster Linie auf die Zusammenarbeit im Rahmen der UN und ihrer Sonderinstitutionen und auf bilaterale gemeinsame Projekte. Dabei ist besonders die positive Rolle der Resolution 45/190 "Internationale Zusammenarbeit bei der Minderung und Überwindung der Unfallfolgen im Kernkraftwerk Tschernobyl" zu betonen, die bei der 45. Sitzung der UN-Vollversammlung verabschiedet worden ist.

Die Hilfe der Internationalen Gemeinschaft bei der Eindämmung der Unfallfolgen, insbesondere im Gesundheitswesen, ist nicht zu überschätzen - vor allem bei der Wirtschaftskrise in der Ukraine. Die Ukraine allein kann in der nächsten Zeit mit ihren materiellen und finanziellen Ressourcen Aufgaben wie die Umwandlung des Sarkophags, die Schaffung einer Infrastruktur für die Behandlung und Entsorgung radioaktiver Abfälle und die sichere Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl nicht bewerkstelligen. Internationale Hilfe, sowohl multilateral wie auch bilateral, wäre äußerst wünschenswert.

Wichtiger Bestandteil bei der Lösung der Probleme von Tschernobyl ist die internationale wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit. Dabei werden inzwischen eine Reihe von Projekten verwirklicht. Angesichts der großen internationalen Bedeutung der Erfahrungen, die in Tschernobyl bei der Beseitigung von Unfallfolgen gewonnen wird, könnte die Zusammenarbeit noch umfassender sein.

## **Lehren aus dem Tschernobyl-Reaktorunfall für Deutschland**

*Josef Vogl*

Die Auswirkungen des Unfalls im Kernkraftwerk von Tschernobyl am 26. April 1986 auf Deutschland und insbesondere auf Bayern haben zu extrem unterschiedlichen Bewertungen und Reaktionen darüber geführt, wie den Folgen dieses Ereignisses begegnet werden sollte, und welche Maßnahmen zwingend notwendig oder den Einzelumständen entsprechend empfehlenswert seien.

Heute, neun Jahre nach diesem Ereignis, können wir feststellen, daß wir die radiologische und sicherheitstechnische Bedeutung des Ereignisses in seinen Auswirkungen auf Bayern - trotz der damals spärlichen Informationen vom Ort des Geschehens - bereits von Beginn der flächenhaften Kontamination an so zutreffend eingeschätzt haben, daß wir auch heute davon keine Abstriche zu machen brauchen. Wir müssen allerdings einräumen, daß es uns damals nicht gelungen ist, diese Bewertung dem Großteil der Bevölkerung zu vermitteln und sie dementsprechend zu einem rationalen Verhalten zu veranlassen. Oder anders ausgedrückt: Die Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl auf Deutschland waren weder eine ökologische noch eine radiologische Katastrophe, führten jedoch zu mentalen Irritationen großen Ausmaßes.

Die damals bestehenden Rechtsgrundlagen auf dem Gebiet des Atom- und Strahlenschutzrechts erwiesen sich ebenso wie die Vorgaben des allgemeinen Sicherheitsrechts als nicht ausreichend, um den Auswirkungen eines solchen Ereignisses mit globaler Dimension für Deutschland mit angemessenen, international harmonisierten Schutz- und Vorsorgemaßnahmen begegnen zu können. Diesem Defizit stand in der Öffentlichkeit ein extrem ausgeprägtes Informationsbedürfnis über zweifelsfreie Bewertungsgrundlagen für Schutzmaßnahmen mit den Merkmalen einer kollektiven Hysterie gegenüber.

In diesem Spannungsfeld fühlten sich neben kompetenten Experten und Gremien auch viele selbsternannte Fachleute berufen, aus eigener Einschätzung heraus mit Hinweisen und Verhaltensempfehlungen an die Öffentlichkeit zu treten. Die so an die Bevölkerung gerichteten Handlungsempfehlungen und Verhaltenshinweise haben häufig mehr zur Verwirrung als zur Aufklärung beigetragen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß unter diesen Voraussetzungen die Glaubwürdigkeit auch von Aussagen tatsächlicher Experten in Zweifel gezogen wurden und das Verhalten vieler Bürger weitgehend von Emotionen geprägt war.

Aufgrund dieser Situation wurde sehr schnell deutlich, daß für die bessere Beherrschung vergleichbarer Ereignisse, die, wenn auch mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit, auch in Zukunft nicht völlig ausgeschlossen werden können, folgende rechtlichen, administrativen und technischen Maßnahmen durchgeführt werden mußten:

- Schaffung gesetzlicher und administrativer Voraussetzungen für eine einheitliche Beurteilung von Belastungssituationen und abgestimmten Verhaltensempfehlungen bei der Strahlenschutzvorsorge und für den nuklearen Katastrophenschutz
- Ausweitung der Messungen zur Bestimmung der ereignis- und dosisrelevanten Nukliden in den verschiedenen Umweltmedien
- Schaffung von Kommunikationseinrichtungen zur Echtzeitinformation der Bevölkerung
- Internationale Vereinbarungen über die Verbesserung der Sicherheit von Kernkraftwerken insbesondere in den osteuropäischen Ländern
- Internationale Vereinbarungen über die gegenseitige Information bei Unfällen und Störfällen in Kernkraftwerken.

Diese aus dem Tschernobyl-Reaktorunfall resultierenden Konsequenzen sind in Deutschland weitgehend umgesetzt. Die Notwendigkeit einer wesentlichen Verbesserung der Sicherheit von in Betrieb befindlichen osteuropäischen Kernkraftwerken ist zwar nicht bestritten, konkrete Maßnahmen sind jedoch erst in Ansätzen erkennbar.

## **1 Strahlenschutz**

Unter dem Eindruck des nach dem Tschernobyl-Unfall aufgetretenen Informations- und Beurteilungschaos wurde zur Vermeidung eines weiteren Unterbietungswettbewerbs bei den festzusetzenden Grenzwerten von den hauptsächlich betroffenen deutschen Ländern sehr bald die Forderung nach bundeseinheitlichen Vorgaben zur Erfassung und Bewertung der Radioaktivität in der Umwelt als Folge von Ereignissen mit radiologischen Auswirkungen erhoben. Die bayrische Staatsregierung hat bereits Anfang Juni 1986 eine Initiative unter anderem mit dem Ziel eingebracht Unfalldosisgrenzwerte festzulegen, aus denen bundeseinheitliche Kontaminationsrichtwerte abgeleitet werden können.

Mit dem Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz) vom 19. Dezember 1986, mit dem der Bundestag einem entsprechenden Beschluß des Bundesrates Rechnung getragen hat, wurden bundeseinheitliche Regelungen für die Überwachung der einzelnen Umweltmedien auf Radioaktivität bei großräumigen Kontaminationen geschaffen. Dabei wurden auch die Voraussetzungen festgelegt, um bei einem Ereignis mit „nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen“ bundeseinheitlich die angemessenen und notwendigen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen treffen zu können. Zweck dieses Gesetzes ist, zum Schutz der Bevölkerung

- die Radioaktivität in der Umwelt zu überwachen und
- die Strahlenexposition des Menschen und die radioaktive Kontamination der Umwelt so gering wie möglich zu halten (ALARA-Prinzip).

Das Gesetz erfüllt somit sowohl ein Vorsorge- als auch ein Schutzziel.

### **1.1 Vorsorgeziel**

Wesentlicher Teil der Vorsorgemaßnahmen ist die Radioaktivitätsüberwachung in der Umwelt durch Bund und Länder.

Aufgabe des Bundes ist dabei die flächendeckende und großräumige Ermittlung der Radioaktivität in Luft, Niederschlag, Bundeswasserstraßen sowie in der Nord- und Ostsee. Weitergehende Messungen in diesen Medien können auch von den Ländern durchgeführt werden.

Die Messungen der Umweltradioaktivität in den übrigen Medien ist Aufgabe der Länder. Sie messen die Konzentrationen radioaktiver Stoffe insbesondere in Lebensmitteln, Trink-, Grund- und Oberflächenwasser, Boden, Pflanzen und Bedarfsgegenständen. Die zentrale Sammlung und Bewertung der Meßwerte liegt aus guten Gründen in der alleinigen Zuständigkeit des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Das technische Instrument zur Überwachung der Umweltradioaktivität ist das "Integrierte Meß- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität" (IMIS). Aufgaben dieses Systems sind im einzelnen:

- die ständige Überwachung der Umweltradioaktivität
- die frühzeitige Erkennung von Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Frühwarnung)
- die ständige und vollständige Übersicht über die Lage bei einem Ereignisfall und Abschätzung der Auswirkungen.

In das IMIS wurden die bisherigen Einrichtungen zur Radioaktivitätsüberwachung von Bund und Ländern integriert.



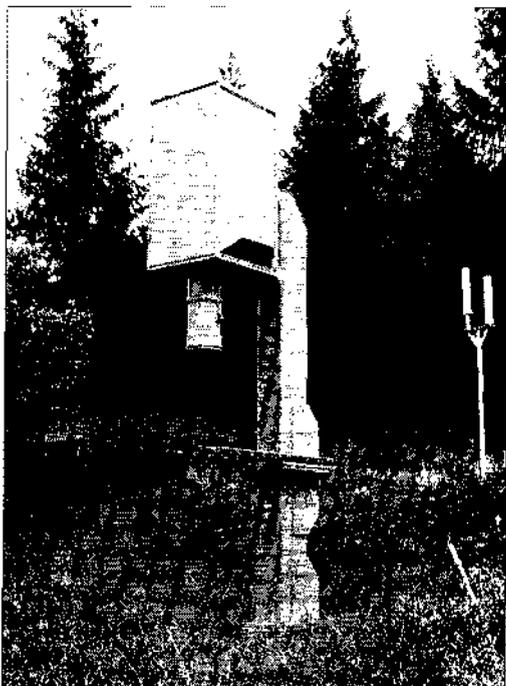
**Bild 20** Rechnergestützte Auswertung der IMIS-Meßdaten

## 1.2 Schutzziel

Das Gesetz schafft zur Realisierung des Schutzziels den rechtlichen Rahmen für den Erlaß von Rechtsverordnungen, mit denen einheitliche Dosis- und Kontaminationswerte festgelegt werden können. Auf der Grundlage dieser Rechtsverordnungen können dann Verbote und Beschränkungen, insbesondere für Lebens- und Futtermittel, ausgesprochen werden.

Da großräumig wirkende radiologische Ereignisse, wie der Reaktorunfall von Tschernobyl, in der Regel mehrere Staaten beeinflussen, ist in solchen Fällen ein bundesweit einheitliches Vorgehen allein nicht ausreichend. Vielmehr ist, zumindest für den Warenverkehr, eine EU-weite Abstimmung erforderlich. Die Bundesregierung hat deshalb von ihrer Ermächtigung nach Paragraph 6 des Strahlenschutzvorsorgegesetzes zunächst keinen Gebrauch gemacht und stattdessen der Verordnung Nr. 3954 des EU-Rates "Zur Festlegung von Höchstwerten der Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation" zugestimmt. Diese Verordnung wird in allen EU-Mitgliedsstaaten nach dem Eintritt eines derartigen Ereignisses unverzüglich in Kraft gesetzt. Bei Einhaltung der Nahrungsmittel-Grenzwerte wird im ersten Jahr nach einem derartigen Unfall die effektive Strahlendosis auf weniger als 5 mSv begrenzt.

Für die Einfuhr von Waren aus Drittländern gilt bereits seit dem Unfall von Tschernobyl eine EU-Verordnung, die nur die Einfuhr von Lebensmitteln mit Kontaminationen von weniger als 600 Bq/kg an Gesamt-Cäsium zuläßt.



**Bild 21** IMIS-Meßstation

### **1.3 Strahlenschutz- Vorsorgemaßnahmen in Bayern**

Unmittelbar nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl wurde in Bayern das bestehende Radioaktivitätsmeßprogramm sehr stark erweitert. Allein im Jahr 1986 wurden über 30 000 Proben gemessen. Ein Teil dieses Crash-Programms wird in langfristigen Programmen im Rahmen des IMIS-Landesteils weitergeführt.

Seit Juli 1987 ermitteln die Kreisverwaltungsbehörden zweimal jährlich flächendeckend auf einem Rasternetz die Gamma-Ortsdosisleis-

tungen in Bayern. Durch die langjährigen Messungen an über 2 000 definierten Meßpunkten können örtliche Besonderheiten erkannt und gegebenenfalls durch nuklidspezifische Analysen ergänzend untersucht werden.

Zusätzlich zu diesen stichprobenartigen Radioaktivitätsmessungen wurden für die großräumige Früherkennung einer atmosphärischen Verfrachtung radioaktiver Stoffe als Folge eines Unfalls die bestehenden, automatisch arbeitenden Meßnetze des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) und des Kernreaktor-Fernüberwachungssystems (KFÜ) ausgebaut. Das neue Meßnetz, das Immissionsmeßsystem für Radioaktivität (IFR), umfaßt heute 30 kontinuierlich arbeitende, auf einem Raster über ganz Bayern verteilte Meßstationen. Alle Stationen sind mit Gamma-Dosisleistungsmeßgeräten bestückt. Für die Messung gas- und aerosolförmiger radioaktiver Stoffe wurden 14 Meßstationen mit Jod- und Aerosolmonitoren ausgestattet.

Zum Vollzug der vorsorgenden Aufgaben nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, die dem Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen obliegen, wurde in Bayern eine interministerielle Koordinierungsgruppe eingerichtet. Bei einem Unfall oder Störfall mit großräumigen radiologischen Auswirkungen wird diese Koordinierungsgruppe die Verbindung mit dem Bund halten und die Schutzmaßnahmen innerhalb Bayerns koordinieren und somit notwendige Entscheidungen herbeiführen.

#### 1.4 Strahlenschutz- Informationssystem

Der gesetzliche Auftrag zur Überwachung der Umweltradioaktivität umfaßt auch die Pflicht, die Meßdaten und deren Bewertung zu veröffentlichen. Das Strahlenschutzvorsorgegesetz nennt ausdrücklich die Pflicht des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Deutschen Bundestag jährlich einen Bericht über die Entwicklung der Radioaktivität in der Umwelt vorzulegen. Ferner ist in diesem Gesetz



Bild 22 Mobile Meßstation

auch die Verpflichtung des Bundes und der Länder zum gegenseitigen Austausch der Meßdaten festgeschrieben. Danach übermitteln die Länder die in ihrem Zuständigkeitsbereich gewonnenen Daten an die vom Bund errichtete Zentralstelle für die Überwachung der Umweltradioaktivität beim Bundesamt für Strahlenschutz. Die Länder ihrerseits haben Landeszentralen für die dort anfallenden Daten und die Daten, die vom Bund zur Verfügung gestellt werden. Die bayerische Landeszentrale ist beim Bayerischen Landesamt für Umweltschutz eingerichtet.

Zur Übermittlung von detaillierten textlichen Informationen zur Strahlenschutzvorsorge, von Meßdaten und von Übersichtsgrafiken an Behörden und Bürger hat Bayern ein Bildschirmtextsystem eingerichtet, das eine rasche Information im Falle umweltgefährdender Ereignisse mit radiologischen Auswirkungen sicherstellt.

## **2 Internationaler Informationsaustausch**

Als Folge der unzureichenden Information über Ursachen und Ablauf des Reaktorunfalls von Tschernobyl wurde im September 1986 in Wien unter der Schirmherrschaft der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) ein internationales Übereinkommen über die schnelle Unterrichtung bei nuklearen Störfällen abgeschlossen. Dieses Übereinkommen stellt sicher, daß der IAEO schnellstmöglich Informationen über Ursache und Ausmaß von Störfällen sowie über die Ausbreitungsbedingungen am Ort des Störfalles übermittelt werden, um sie den möglicherweise betroffenen Staaten zur Vorbereitung und Durchführung entsprechender Vorsorge- und Schutzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen.

Die bisherigen Erfahrungen mit diesem Abkommen zeigen, daß auch die osteuropäischen Staaten hinreichend detaillierte Informationen darüber liefern, die eine Beurteilung erlauben, ob und wieweit die einzelnen Staaten von einer Kontamination als Folge des Störfalles oder Unfalls betroffen sein können.

## **3 Internationale Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen**

Das Ausmaß des Reaktorunfalls von Tschernobyl hat sehr schnell deutlich gemacht, daß die Maßnahmen zur Verhinderung einer weiteren Freisetzung radioaktiver Stoffe

und zur Schadensbegrenzung einer internationalen Zusammenarbeit bedürfen, die das in anderen Ländern vorhandene Know-how und spezielles technisches Gerät einzusetzen erlaubt.

Bereits im September 1986 wurde dazu in Wien ein internationales Übereinkommen über die Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder radiologischen Notstandssituationen geschlossen.

Darüber hinaus konnten im Rahmen von Konsultationen im Februar 1987 zwischen der EU-Kommission und Sachverständigen folgende Aufgabenfelder für eine engere innergemeinschaftliche Zusammenarbeit ermittelt werden:

- Einrichtung eines Korrespondenznetzes,
- Aufstellung eines Katalogs der Spezialgeräte und -dienste und
- Festlegung von Forschungsthemen im Zusammenhang mit der gegenseitigen Hilfeleistung.

#### **4 Internationale Bewertungsskala für meldepflichtige Ereignisse**

Auch die aus dem Jahr 1990 stammende internationale Bewertungsskala für Störfälle und Unfälle in Kernkraftwerken ist letztlich eine Konsequenz der von westlichen Maßstäben abweichenden ursprünglichen Bewertung des Reaktorunfalls von Tschernobyl.

Eine nachvollziehbare Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse an Hand einer klar abgestuften und international einheitlichen Bewertungsskala ist Voraussetzung für eine schnelle, zuverlässige sicherheitstechnische Bewertung des Ereignisses mit seinen möglichen Folgen und soll die Verständigung zwischen Fachwelt, Medien und Öffentlichkeit erleichtern. Eine Situation, wie wir sie bei dem Reaktorunfall in Tschernobyl erlebt haben, bei der noch mehr als eine Woche nach dem Unfall weitgehende Unklarheit über die Emissions- und Ausbreitungsverhältnisse herrschte, kann damit künftig ausgeschlossen werden.

Anfang Mai 1990 haben die IAEA und die Kernenergiebehörde der OECD die Internationale Bewertungsskala für bedeutsame Ereignisse in Kernkraftwerken vorgestellt. Die

im einzelnen konkretisierte Meldepflicht ist durch den Vorsorgegedanken geprägt. Sie soll gewährleisten, daß die Aufsichtsbehörden in allen Fällen, in denen behördliche Maßnahmen erforderlich sein können, schnellstmöglich eingeschaltet werden. Die im Rahmen von Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren geregelte, nach Fristen gestaffelte Meldepflicht der Betreiber an die Behörden bleibt davon unberührt.

Die Internationale Bewertungsskala INES

Stufe/ Kurzbezeichnung	Radiologische Auswirkungen außerhalb der Anlage	Radiologische Auswirkungen in der Anlage	Beeinträchtigung der Sicherheitsvorkehrungen
7 Katastrophaler Unfall	Schwerste Freisetzung: Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld		
6 Schwerer Unfall	Erhebliche Freisetzung: Voller Einsatz der Katastrophenschutzmaßnahmen		
5 Ernster Unfall	Begrenzte Freisetzung: Einsatz einzelner Katastrophenschutzmaßnahmen	Schwere Schäden am Reaktorkern	
4 Unfall	Geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung etwa in der Höhe der natürlichen Strahlenbelastung	Begrenzte Schäden am Reaktorkern, akute Gesundheitsschäden beim Personal	
3 Ernster Störfall	Sehr geringe Freisetzung: Strahlenbelastung der Bevölkerung in Höhe eines Bruchteils der natürlichen Strahlenbelastung	Größere Kontaminationen, unzulässig hohe Strahlenbelastung beim Personal	Beinahe-Unfall, weitgehender Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen
2 Störfall			Begrenzter Ausfall der gestaffelten Sicherheitsvorkehrungen
1 Störung			Abweichung von den zulässigen Bereichen für den sicheren Betrieb der Anlage
0 Unterhalb der Skala			Keine sicherheitstechnische Bedeutung

## **5 Fortentwicklung der Sicherheit westlicher Kernkraftwerke und Heranführung osteuropäischer Kernkraftwerke an den westlichen Sicherheitsstandard**

Ein so folgenschwerer Reaktorunfall wie der von Tschernobyl hat naturgemäß dazu geführt, daß die deutschen Kernkraftwerke daraufhin überprüft wurden, ob ein vergleichbares Ereignis auch bei diesen Anlagen eintreten könnte. Obwohl das Ergebnis dieser Überprüfung gezeigt hat, daß eine prompt kritische Reaktion bei den Siede- und Druckwasserreaktoren westlicher Bauart aufgrund ihrer konstruktiven Auslegung nicht möglich ist, haben erweiterte Sicherheitsmaßnahmen, die bereits lange vor dem Tschernobyl-Reaktorunfall erörtert wurden, durch dieses Ereignis neue Schubkraft erhalten. Beispielhaft sei hier die gefilterte Druckentlastung des Sicherheitsbehälters von Druck- und Siedewasserreaktoren genannt, die bei der Freisetzung einer größeren Menge an radioaktiven Stoffen in den Sicherheitsbehälter in Verbindung mit einem Druckaufbau die Erhaltung der Rückhaltefunktion des Sicherheitsbehälters gewährleistet. Alle bayrischen Kernkraftwerke sind zwischenzeitlich mit der gefilterten Druckentlastung des Sicherheitsbehälters ausgerüstet.

Neben der Verbesserung der Reaktorsicherheit bei den eigenen Anlagen muß der Tschernobyl-Reaktorunfall vor allem aber Anlaß sein, die Sicherheit der osteuropäischen Kernkraftwerke zu verbessern und in den Fällen, in denen dies nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist, die jeweiligen Anlagen schnellstmöglich stillzulegen. Bis dahin sind auch kleine Schritte zur Verbesserung der Betriebssicherheit sinnvoll und notwendig.

Da dieses Thema bereits gestern ausführlich behandelt wurde und auch Gegenstand der Podiumsdiskussion morgen sein wird, brauche ich diese Fragen nicht weiter zu vertiefen.

## **6 Zusammenfassung**

Der Reaktorunfall von Tschernobyl, ausgelöst durch unverantwortliches Handeln Einzelner, hat zu weit mehr als den bedauerlichen Todesfolgen im Umfeld des Unfallorts und bei uns zu einer erhöhten Strahlenexposition geführt. Tschernobyl hat bei vielen Mitbürgern zu einem großen Vertrauensverlust in die moderne Technik geführt und gilt als vermeintlicher Beleg dafür, daß der Mensch nicht in der Lage sei, mit Großtechnologie

gien verantwortlich umzugehen. Wir haben zwar vielfältige Lehren aus Tschernobyl gezogen und werden, so hoffe ich, einen vergleichbaren Unfall künftig vermeiden können. Wir werden aber deutlicher als bisher gegenüber der Öffentlichkeit verständlich machen müssen, was wir alles unternehmen, um das fremdbestimmte Risiko um mehrere Größenordnungen unter das durch den Menschen eigenbestimmte Risiko abzusenken. Gleichzeitig müssen wir aber auch deutlich machen, daß wir nicht in der Lage sein werden, jemals eine Null-Risiko-Technik zu realisieren.

## **Anschließende Diskussion**

*Leitung: Alfred Dick, Bayerischer Staatsminister für Landesentwicklung und Umweltfragen a.D.*

Die Diskussion bewegte sich hauptsächlich um Fragen der Auswirkungen freigesetzter Radioaktivität. So versuchte ein Einwand im Anschluß an den Vortrag von Professor Dr. Josef Vogl die freigesetzte Menge an Radioaktivität mit dem Vergleich zu relativieren, daß bei der Phosphatindustrie weltweit die vierfache Menge an Radioaktivität freigesetzt werde wie bei Tschernobyl. Zur Verdeutlichung der geringen Menge wurde gesagt, daß sich die mittlere Expositionsrate in Deutschland nach Tschernobyl, gerechnet auf zehn Jahre, um etwa ein Prozent erhöht habe, was einem Flug auf die Malediven oder einer ausgedehnten Alpenwanderung entspreche.

Dr. Georgyi A. Kopchinsky teilte ergänzend zu seinem Vortrag auf eine Frage nach Untersuchungen über Einsparpotentiale in der ukrainischen Industrie und im privaten Bereich mit, daß Energieeinsparung grundsätzlich möglich wäre, jedoch nur dann, wenn die Industriestruktur grundlegend verändert werden könnte. Da man in der Ukraine in einem Land mit veralteter Technologie lebe, benötige man eine Veränderung des technologischen Standards. Nach seiner Ansicht könne man diese Technologie nicht einfach mit einem "Zauberstab" ändern. Dafür seien nicht die Mittel vorhanden. Aber Energieeinsparung stehe natürlich auch in der Ukraine im Vordergrund der Bemühungen. So stelle man mit Blockheizkraftwerken sechs Millionen kWh her. Trotzdem müßten in der Hauptverbrauchszeit am Abend noch rund 1 000 Betriebe abgeschaltet werden. Das Problem sei, daß es keine fossilen Brennstoffe gebe, die daher für Devisen und zu Weltmarktpreisen importiert werden müßten. Atomkraftwerke seien deshalb unverzichtbar, ob das nun gefalle oder nicht.

Auf eine Frage, ob in der Ukraine bereits versucht werde, durch den Anbau von Raps Agrarflächen zu dekontaminieren, wobei Rapsöl als Zusatznutzen für den Antrieb von Dieselmotoren genutzt werden könnte, erläuterte Kopchinsky, daß man bereits auf diesem Gebiet arbeite und erste erfolgversprechende Ergebnisse verzeichnen könne. Er unterstrich auf eine entsprechende Frage noch einmal, daß der Sarkophag permanent kontrolliert und auch der innere Zustand anhand von Bohrungen laufend überwacht werde. Daten, die durch diese Meißkanäle gewonnen werden, würden laufend analysiert, so daß man über den inneren Zustand gut informiert sei.

Ekkehart Eberhardt,  
Deutsches Ostforum München

III. Energiepolitische  
Zwänge und  
Perspektiven in  
osteuropäischen  
Staaten



## **Notwendige Aktionen im Rahmen der Energiepolitik und die Perspektiven für die Energieversorgung Litauens**

*Juri Vilemas*

### **1 Energetisches Erbe und die Situation in der Übergangsperiode**

Es sind bereits mehr als vier Jahre verstrichen, seit sich die baltischen Länder zu unabhängigen Staaten erklärt haben. In dieser Zeit kam es zu grundlegenden sozialpolitischen und wirtschaftlichen Veränderungen - sowohl im Baltikum als auch in den Nachbarstaaten. Diese Veränderungen beeinflussen die Energiepolitik in jeder der drei unabhängigen Republiken Estland, Lettland und Litauen stark.

Wegen der außerordentlich tiefen wirtschaftlichen Rezession - und eine solche Rezession hat keiner der osteuropäischen Staaten bis jetzt erlebt - sank der Bedarf an allen Energiearten rapide. Andererseits war der Energiebedarf der baltischen Staaten, da sie wirtschaftlich die bestentwickelten Republiken der ehemaligen UdSSR waren, sehr hoch, fast so hoch wie der relative Energiebedarf in den Westländern.

Ein anderes Kennzeichen dieser Region bestand darin, daß trotz geringer eigener Energieressourcen diese Region - ausgenommen Estland - im großen und ganzen bedeutend mehr Stromenergie erzeugte als sie brauchte. Die Differenz wurde in östliche und südliche Richtung exportiert. Dieser hochentwickelte Energiekomplex förderte die Entwicklung großer energieintensiver Betriebe in der Holzverarbeitungsindustrie, der chemischen und Forstindustrie sowie einen Produktionsaufschwung bei der Baustoffherstellung.

Da der Preis für primäre Energieressourcen niedrig lag und die Republik intensiv mit dem industriellen Städtebau beschäftigt war, hat man der zentralgeleiteten Energieversorgung das größte Augenmerk geschenkt. Deren typisches Kennzeichen aber waren große Wärmeverluste im gesamten Transportsystem und ausgesprochen geringe Wärmeisolation der neugebauten Häuser.

Dieses kostspielige, aber im großen und ganzen wertvolle Erbe brachte unter den besonderen Bedingungen der Übergangsperiode für alle drei Länder riesige wirtschaftliche Schwierigkeiten mit sich. Es war eine der Hauptursachen für den rapiden Produktionssturz in der Industrie und der Landwirtschaft. Der sprunghafte Preisauf-

schwung der zu importierenden russischen Primärenergieressourcen - bei einem viel gemäßigeren Preisaufschwung für die russischen Stromproduzenten - hat im Osten sämtliche Märkte für die baltischen Waren gesperrt. Um einen Platz auf dem westlichen Markt zu erhalten, sollte man die gesamte Wirtschaft von Grund auf umbauen und umstrukturieren - das aber braucht Zeit und Kapital. Der Energiesektor ist der wichtigste Grund für einen rapiden und tiefen Produktionsverfall in den baltischen Staaten. Ein schrittweiser Preisausgleich in der gesamten ehemaligen UdSSR und eine Angleichung an die internationalen Preise wird erlauben, den Waren- sowie Energieexport in den Osten wiederherzustellen. Ohne dies ist die Renaissance der Wirtschaft auf dem Baltikum unmöglich.

## **2 Die wichtigsten Probleme der Energiewirtschaft der Baltischen Staaten**

Wie bereits erwähnt, haben die Baltischen Staaten eine Energiewirtschaft geerbt, deren Kapazität ihren eigenen Bedarf bei weitem übertrifft. Der heutige Bedarf ist zweimal geringer als der Energiebedarf von 1990. Die Diskrepanz zwischen den Produktions- und Transportkapazitäten und deren reale Auslastung führt zu riesigen Verlusten und senkt die Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems. Dies bezieht sich insbesondere auf die Fernwärmeversorgung.

Fehlende Finanzmittel für den kontinuierlichen Erhalt dieser kostspieligen und - wegen ihrer niedrigen Qualität - nicht langlebigen Versorgungssysteme nebst riesigen Wärmeverlusten in diesen Systemen wird zu einem außerordentlich wichtigen technischen Problem, dessen Lösung in keinem der drei Baltischen Staaten bis jetzt gefunden wurde. In diesem Vortrag möchte ich vor allem Probleme der Energieversorgung in Litauen hervorheben, weil mir dieses Problem am besten bekannt ist und darüber hinaus dieses Land ein großes funktionsfähiges Atomkraftwerk hat, das die Gemüter der westlichen Öffentlichkeit immer noch bewegt.

Die Stromversorgungssysteme der Baltischen Staaten waren seit deren Inbetriebnahme untereinander verbunden. Sie gehörten früher - und gehören heute noch - in das gesamte riesige Energieversorgungssystem der nordwestlichen Region in der ehemaligen UdSSR. Es war eines der technisch am weitesten entwickelten Energiesysteme, das über größere Kraftwerkskapazitäten verschiedenen Typs verfügte: Heiz-

kraftwerke, Atomkraftwerke und Wasserkraftwerke. Doch die modernsten und vielfältigsten Kapazitäten waren in Litauen konzentriert.

Die neueste und leistungsfähigste darunter ist das Atomkraftwerk in Ignalina. Über 50 Prozent der hier 1990 erzeugten Stromenergie wurde nach Weißrußland, Rußland und Lettland exportiert. Dies ist der höchste Anteil, den bislang irgendein Land in der Welt erreicht hat.

Welche Faktoren haben diesen hohen Kernkraftwerk-Anteil bedingt? Es war vor allem der wirtschaftliche Faktor. Wie bekannt, machen die Kapitalinvestitionen in die Atomkraftwerke normalerweise den größten Anteil an den Stromkosten aus. Doch in den Jahren 1991-1992 hat Litauen ein fast neues Kraftwerk ohne Schulden und ohne jegliche Verpflichtungen sozusagen „geerbt“. Im Zuge einer rapiden Inflation wurden die alten Kapitalinvestitionen entwertet und somit werden heute die Stromkosten aufgrund der Heizölpreise berechnet. Diese Heizölpreis-Äquivalente liegen heute für die Kernenergie viel niedriger als für andere Brennstoffarten. Folglich sind die Selbstkosten pro Kilowattstunde im Kernkraftwerk heute um die Hälfte niedriger als im Wärmekraftwerk.

Der zweite wichtige Faktor ist die Tatsache, daß die einzige Brennstoffart, deren Produktionskapazitäten die Nachfrage bedeutend übertreffen und die auf dem russischen Markt stets im Überfluß da ist, der Nuklearbrennstoff ist. Andere Brennstoffarten - ausgenommen Erdgas - werden mit enormen Versorgungsstörungen geliefert. Man verfügt über relativ geringe Lagermöglichkeiten. Dies alles schafft, insbesondere im Winter, gewaltige Schwierigkeiten für die Arbeit des Wärmekraftwerks.

Der dritte Faktor, dem heute im alltäglichen Leben keine Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist die Umweltverschmutzung. Der Unterschied zwischen den Kraftwerken, die Schwefelerdöl-Schwerfraktionen verbrennen, und den Atomkraftwerken liegt auf der Hand.

### **3 Perspektiven für die Entwicklung der Energiewirtschaft Litauens und die Einschätzung der Effektivität westlicher Hilfe**

Scheinbar brauchen wir uns überhaupt keine Sorgen zu machen, da wir einen doppelten Vorrat an genügend modernen Kapazitäten haben. Doch ist es nicht so. Die größten Probleme liegen im technischen Service und beim Bedienungspersonal. Dieses Pro-

**Tabelle 1** Stromverbrauch in Litauen nach Primärenergieträgern in TWh und Anteil an der gesamten Stromerzeugung

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Heizöl	0,42 2,2%	0,42 2,4%	0,44 2,4%	0,49 4,3%	0,53 5,4%	0,54 6,4%
Kohle	0,84 4,5 %	0,79 4,5 %	0,65 3,5 %	0,56 4,9 %	0,41 4,2 %	0,28 3,3 %
Erdgas	4,14 22,1 %	4,67 26,5 %	4,84 26,3 %	2,82 24,7 %	1,49 15,4 %	1,72 20,4 %
Erdöl	9,01 48,1 %	7,31 41,5 %	8,04 43,7 %	3,75 32,8 %	4,10 42,2 %	3,89 46,1 %
Atomenergie	4,34 23,1 %	4,44 25,2 %	4,43 24,1 %	3,82 33,4 %	3,20 32,8 %	2,01 23,8 %
Insgesamt	18,75 100 %	17,63 100 %	18,39 100 %	11,44 100 %	9,73 100 %	8,44 100 %

blem belastet die Wirtschaft unseres Landes stark. Bis vor kurzem hat sich keine Regierung dazu entschlossen, einen Teil der vorhandenen Kraftwerke stillzulegen, da sie immer noch gehofft hat, daß wir oder unsere nächsten Nachbarn einen schnellen wirtschaftlichen Aufschwung erzielen werden.

Jedoch verläuft die reale Entwicklung viel langsamer als in den pessimistischsten Prognosen, die in der "Strategie der energiewirtschaftlichen Entwicklung Litauens" oder von den Experten der Weltbank gemacht wurden. Der langsame Anstieg der Wirtschaftsentwicklung im Ganzen und die Tatsache, daß die neu gegründeten Betriebe in der Regel auf den modernsten Technologien beruhen, deren Energiebedarf den Weltstandards entspricht, läßt uns die Hoffnung auf ein schnelles Wachstum des Energiesektors in den nächsten Jahren aufgeben.

Eine schwere Last für uns ist die Fernwärmeversorgung, deren Sanierung riesige Kapitalinvestitionen braucht, die für unsere Länder im Zustand schwerster wirtschaftlicher Krise untragbar sind. Wir stehen in diesem Punkt vor großen Schwierigkeiten. Es werden Versuche unternommen, provisorischen Lösungen zu finden. Im Moment ist der Erfolg minimal.

Das bekannteste Problem der Energiewirtschaft Litauens, das im Westen öfters als bei uns im Land behandelt wird, ist die Sicherheit des Ignalinsker Atomkraftwerkes.

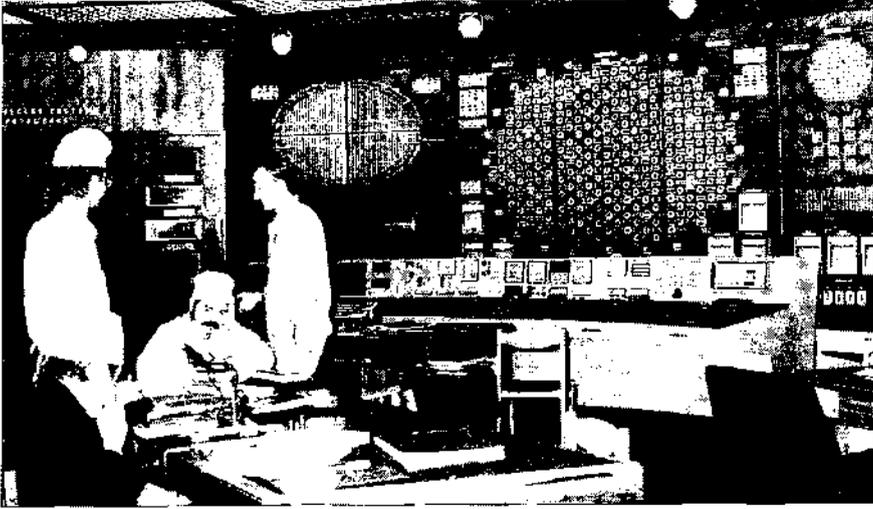
**Tabelle 2** Stromproduktion verschiedener Kraftwerke in Litauen in TWh und Anteil an der gesamten Stromerzeugung

	1985	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Wasserkraftwerke	0,39 1,9 %	0,38 1,3 %	0,41 1,5 %	0,34 1,2 %	0,31 1,7 %	0,39 2,8 %	0,45 4,5 %
Wärme- kraftwerk	8,73 41,7 %	8,39 28,8 %	7,81 27,5 %	8,75 29,8 %	1,82 9,7 %	0,58 4,1 %	0,77 7,7 %
Kombinierte Kraft- werke (Wärme- Kraft-Kopplung)	2,36 11,2 %	3,75 12,9 %	3,15 11,1 %	3,28 11,2 %	1,78 9,5 %	0,70 5,0 %	0,82 8,2 %
Kernkraftwerk Ignalina	9,48 42,2 %	16,65 57,1 %	17,03 60,0 %	17,00 57,9 %	14,64 78,2 %	12,26 86,6 %	7,70 76,9 %
Pumpspeicherkraft- werk Kruonis	0,16 0,9 %	0,19 1,3 %	0,27 2,7 %				
Insgesamt:	20,96 100 %	29,16 100 %	28,41 100 %	29,36 100 %	18,71 100 %	14,12 100 %	10,02 100 %

Obwohl es während der gesamten Betriebszeit des Kernkraftwerks Ignalina zu keinem ernsthaften Ausfall mit radioaktiven Emissionen kam, die die internationalen Normen überschritten hätte, gibt die Tatsache, daß dort ähnliche Reaktoren wie in Tschernobyl betrieben werden und daß dieser Betrieb am nächsten zu westlichen europäischen Staaten liegt, Anlaß zu Besorgnis.

Positiv ist die große, ernsthafte, konkrete Hilfe bei allen Sicherheitsaspekten für das Kernkraftwerk selbst wie auch für die Einrichtungen, die dieses Kernkraftwerk kontrollieren und wissenschaftlich-technisch unterstützen. Bis 1991 hatte Litauen keine eigenen Kontrollorgane und keine Infrastruktur, die für den sicheren Betrieb des Atomkraftwerkes notwendig sind. Von diesem Standpunkt aus war diese Hilfe für uns notwendig. Bei der Einschätzung der Ergebnisse dieser gewaltigen Arbeit, die in immer schnellerem Tempo durchgeführt wird, könnte man offen sagen, daß dies ein Beispiel für eine gut organisierte, koordinierte, sehr effektive und erfolgreiche Arbeit ist.

Positiv ist auch die Tatsache, daß an dieses vielseitige und sehr komplizierte Programm auch die russischen Konstrukteure des Kernkraftwerks und die Forschungsinstitute herangezogen werden. Aus Zeitmangel kann ich nicht sämtliche Faktoren analysieren, die diese Hilfe effektiv gemacht haben. Das muß jedoch in Zukunft geschehen, denn es



**Bild 23** Westliche Kritik entzündet sich immer wieder an dem Kernkraftwerk Ignalina - hier die Blockwarte -, in dem RBMK-Reaktoren betrieben werden.

wird ein gutes Beispiel für andere Hilfsprogramme sein, die in einer Reihe von Fällen äußerst ineffektiv waren.

Einige Punkte, die für die meisten Programme sowohl vom Standpunkt der Sicherheitssteigerung, als auch von dem der Effektivität der wirtschaftlichen Hilfe im Ganzen von Bedeutung sind:

1. Das von der Vergangenheit geerbte, übermäßig zentralisierte Verwaltungssystem in Kombination mit außerordentlichem Konservatismus des gesamten Systems wie auch insbesondere der Leitung bremst die Einführung von Innovationen und widerstrebt dem moderneren dezentralisierten Verwaltungssystem. Die zukünftigen Hilfsprogramme müssen an die Forderung nach schnelleren und effektiveren Reformen in den Verwaltungssystemen geknüpft werden, angefangen mit Ministerien bis hin zu den einzelnen Betrieben.
2. Das juristische und finanzielle Chaos, bei dem ein Drittel der gelieferten Energie entweder nicht bezahlt oder gestohlen wird, tötet jegliche Initiative der Energiehersteller, ihre Arbeit effektiv zu gestalten, da der erzielte Effekt in den Verlusten ertrinkt. Eine solche Situation ist unter den Bedingungen der zentralen monopolisierten Verwaltung für das Energiesystem nützlich, weil es gestattet, jegliche Unwirtschaftlichkeit, Verschwendung, Fehler und Mißbräuche zu verheimlichen.

Vielleicht wird diese Situation deshalb seit einigen Jahren stabil aufrechterhalten - und es sieht nicht nach irgendwelchen Fortschritten aus. Die Hilfe westlicher Staaten in Form von strengen Forderungen und Bedingungen bei der Gewährung von Krediten wird von manchem als Einmischung in die inneren Angelegenheiten des Landes betrachtet, das die Hilfe erhält. Es ist jedoch Sache der Politiker, für beide Seiten akzeptable Formulierungen zu finden. Ohne dies ist nicht mit Fortschritten zu rechnen.

3. Bis heute gibt es keine abgestimmte Verständigung und keine Vorstellung über schnellere Wege heraus aus der tiefen wirtschaftlichen Krise. Die Experten, die für verschiedene Programme von westlichen Beraterfirmen geschickt werden, fangen bestenfalls am Ende ihres Aufenthalts in unserem Land an, die reale Situation zu verstehen. Sie finden dann keine Zeit mehr - und haben oft auch nicht die notwendigen Kenntnisse -, fundierte Empfehlungen zu unterbreiten. Eine positive Ausnahme bildet, wie ich bereits erwähnt habe, das Hilfsprogramm zur Steigerung der Sicherheit von Kernkraftwerken. Die Probleme sind so grundlegend und kompliziert, daß man bedeutend qualifizierteres Personal heranziehen muß als die Fachleute der Beraterfirmen mittleren Schlages, die ihre Erfahrung in absolut anderen Situationen gesammelt haben und die eine schwache Vorstellung von grundlegenden Problemen in unseren Ländern haben. In diesen neu zu bildenden Gruppen für die Vorbereitung von Hilfsprogrammen müssen die besten lokalen Experten mindestens 50 Prozent des Teams umfassen. Dies erlaubt nicht nur eine Steigerung der Effektivität, sondern ist auch ein wertvoller Erfahrungsaustausch für beide Partner.

#### **4 Notwendigkeit einer regionalen Zusammenarbeit**

Was die effektive Hilfe reicher westlicher Staaten an die Nachfolgestaaten der ehemaligen UdSSR betrifft, so erhoffen sich die Länder des Westens nicht nur Erfolge in einem einzelnen Land, sondern in der ganzen Region. Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, daß überall ähnliche Verhältnisse herrschen und daß sie beinahe synchron mit geringen Zeitverschiebungen verlaufen.

Dies ist augenscheinlich auf einheitliche, grundlegende, tiefwirkende Ursachen zurückzuführen. Die Notwendigkeit der regionalen Zusammenarbeit ist besonders für die Energiewirtschaft des Baltikums und Weißrußlands wichtig.

Die riesigen Kapazitäten der Kraftwerke, der Straßen, Häfen, unterirdischen Depots und Erdöiraffinerien übertreffen in der Regel den Bedarf jeder einzelnen Republik, in der diese Kapazitäten vorhanden sind, um das Vielfache.

Andererseits ist heute der Bau neuer Kraftwerke für keine der Republiken möglich. Wenn solche Kraftwerke auch gebaut werden, so wird ihr Betrieb bedeutend teurer als beim Nachbarn, der überflüssige stillgelegte Kapazitäten besitzt.

Doch trotz der offensichtlichen Effektivität der regionalen Zusammenarbeit bei der Nutzung der vorhandenen Kapazitäten im alltäglichen Leben ist diese Zusammenarbeit nur auf Deklarationen, auf die Gründung gemeinsamer Räte und die Festlegung des Nutzens der Zusammenarbeit beschränkt. Es herrscht Mißtrauen und der Wunsch, eigene Probleme isoliert zu lösen, indem man sich von der Notwendigkeit der absoluten wirtschaftlichen und politischen Unabhängigkeit leiten läßt.

Infolgedessen hat Litauen den Bau eines sehr kostspieligen Terminals für den Erdölimport zur Ostseeküste angefangen, während heute im benachbarten Lettland ein riesiger Hafen für Export und Import von Erdölprodukten stillsteht.

Weißrußland beabsichtigt, ein neues Atomkraftwerk zu bauen, während das an der Grenze liegende Atomkraftwerk Ignalina nur zur Hälfte genutzt wird und fast alle litauischen Wärmekraftwerke nicht voll ausgelastet sind.

Litauen plant den Bau eines unterirdischen Gasdepots unter geologisch ungünstigen Bedingungen, während Lettland einen günstigeren Standort hat.

Vor den Regierungen westlicher Mächte und vor den internationalen Institutionen steht eine schwierige Aufgabe: uns zu helfen, das gegenseitige Vertrauen, die Offenheit und Bereitschaft zu teilen, wiederzugewinnen. Ohne dies ist der Fortschritt unmöglich, ohne dies bleibt unser Traum, wertvolles Mitglied des zivilisierten und florierenden Europas zu werden, nur ein Traum. Es freut uns, daß das Seminar in Tutzing auch diesem Ziel dient.

Ich bedanke mich bei den Veranstaltern dieses interessanten und nützlichen Forums für die Einladung und für die Gelegenheit, hier vorzutragen.

## **Die wirtschaftliche und energetische Entwicklung Armeniens - Neue Strategien in den Fragen der Energiepolitik**

*Vigen I. Chitechian*

Zuallererst möchte ich für die Einladung, an dieser Konferenz teilzunehmen, meinen tiefempfundenen Dank ausdrücken. Ich bedanke mich bei den Organisatoren für den reibungslosen Ablauf. Wenn ich ehrlich sein soll, hatte unsere Regierung nach der freundlichen Einladung seitens des Deutschen Ostforums in München Zweifel. Wir waren der Ansicht, daß an einer so professionellen Tagung ein Fachmann auf dem Gebiet der Kernenergie teilnehmen sollte. Wegen des vorgeschlagenen Themas jedoch - "Die wirtschaftliche und energetische Entwicklung Armeniens - Neue Strategien in den Fragen der Energiepolitik" - nehme ich an dem Kongreß teil.

Die Fragen der Energieversorgung und die Betriebssicherheit des Kernkraftwerks sind heute für die armenische Regierung ein erstrangiges Problem. Dessen Brisanz und Vielschichtigkeit macht die unmittelbare Teilnahme der Regierung an der Lösung notwendig. Fügt man zudem an, daß wir vor einer Woche den zweiten Block des sechs Jahre lang stillgelegten Kernkraftwerks Medsamor wieder in Betrieb genommen haben, glaube ich, daß meine Anwesenheit unter den Fachleuten für Reaktorsicherheit in Osteuropa berechtigt ist und Sie mir gegenüber Nachsicht walten lassen, wenn ich in einzelnen Details die erforderliche fachliche Genauigkeit vermissen lasse. Die Tatsache, daß in diesem Saal Pressevertreter anwesend sind, läßt mich hoffen, daß die Berichterstattung objektiv und aus erster Hand erfolgt.

Und nun - "Die wirtschaftliche und energetische Entwicklung Armeniens - Neue Strategien in den Fragen der Energiepolitik." Armenien ist die kleinste Republik der ehemaligen Sowjetunion. Die Fläche umfaßt 30.000 Quadratkilometer, die Bevölkerung 3,7 Millionen Einwohner. Am 21. September 1991 hat sich Armenien nach einem umfassenden Referendum für unabhängig erklärt. Die Unabhängigkeitsproklamation erfolgte vor dem Hintergrund gravierender sozialer und wirtschaftlicher Veränderungen. Wie Sie festgestellt haben, betrifft dies nicht nur uns allein, obgleich es einige Besonderheiten gibt.

Das Erdbeben von Spitak im Jahre 1988 hat unermeßliche Schäden verursacht und die normale Funktion unseres Landes empfindlich gestört. Ein Drittel unserer Republik wurde dem Erdboden gleich gemacht. Binnen weniger Minuten verloren wir 28 000 Menschenleben. Durch die bekannten Ereignisse im Kaukasus wurden die Transportwege der

Republik blockiert. Wir standen vor dem Problem, Hunderttausende Flüchtlinge unterzubringen. Eine Reihe von Programmen zur Beseitigung der Erdbebenfolgen, die noch von der Sowjetunion initiiert wurden, blieben unvollendet.

Seinerzeit war Armenien eine der bestentwickelten Republiken der Union und fest in die Unionswirtschaft integriert. Natürlich war in den ersten Jahren nach der Unabhängigkeitserklärung die maximale Erhaltung des industriellen Potentials der Republik die wichtigste Aufgabe. Diese Aufgabe wird durch verschiedene Faktoren erschwert, die mit dem Zerfall der UdSSR zusammenhängen: etwa der Zerfall der existierenden Wirtschaftsbeziehungen, der Zusammenbruch des Zahlungssystems, die regelmäßige Nichterfüllung von vertraglichen Verpflichtungen durch ehemalige Republiken der UdSSR, das Fehlen von Rechtsgrundlagen zur Regelung der Wirtschaftsbeziehungen der ehemaligen Republiken. Unter diesen Umständen verringerte sich das Bruttoinlandsprodukt Armeniens 1993 im Vergleich zu 1989 (die Zahlen stimmen fast mit denen meiner Kollegen aus der ehemaligen UdSSR überein) um 56 Prozent, die erzeugte Energie sank um 57 Prozent, die industrielle Fertigung um 60 Prozent.

Es muß allerdings festgehalten werden, daß sich Armenien trotz seiner Probleme in der Region durch seine politische Stabilität auszeichnet. Deshalb waren während der gesamten Zeit der Umstrukturierung Reformen möglich, konnten Problemlösungen massiv vorangetrieben werden. Armenien hat mehrmals seinen Reformwillen bekundet: Seine Regierung ist nach wie vor davon überzeugt, daß der Schlüssel zur wirtschaftlichen Stabilität allumfassende Wirtschaftsreformen sind. Eine derartige Politik mußte trotz vieler Schwierigkeiten zur Verbesserung der Wirtschaftslage führen und hat dies glücklicherweise auch getan. Bereits 1994 war ein positives Wirtschaftswachstum zu vermelden.

Außerdem hat eine strenge Geldpolitik die Inflationsraten der 1993 eingeführten nationalen Währung von 27 Prozent im ersten Quartal 1994 auf 25 Prozent im ersten Quartal 1995 gedrückt. Im Mai betrug die Inflationsrate 0,6 Prozent. Der Wechselkurs blieb stabil, es gibt praktisch keine Kapitaltransferprobleme. Die Devisenreserven sind sogar angestiegen, so daß Armenien Zugang zur externen Finanzierung erlangt und das Rating sich verbessert hat. Es gibt in Armenien einen Witz, wonach wir den Rückgang der Inflationsrate der Zentralbank, der Regierung, aber auch der Tatsache zu verdanken haben, daß die Nationalwährung in Deutschland gedruckt wurde.

Die Regierung hat ein umfassendes Programm zur Stabilisierung der Strukturreformen für den Zeitraum vom 1. Juni 1995 bis zum 1. Mai 1996 vorgelegt. Wichtigstes Ziel

dieses Programms ist die Schaffung von äußeren Bedingungen, die ein stetiges Wirtschaftswachstum und eine Zunahme der Lebensqualität für die Bevölkerung in den nächsten Jahren erlauben.

Geplant ist eine Reduzierung der monatlichen Inflationsrate auf unter 1 Prozent, ein Wachstum des realen Bruttoinlandproduktes von 5 Prozent und ein noch höheres Wachstum für 1996 sowie die Steigerung der Devisenreserven der Zentralbank. Dazu sieht das Programm eine signifikante Festigung der Staatsfinanzen vor. Die Regierung treibt die strukturellen Reformen auch durch die geplante volle Liberalisierung der Preise voran. Zudem soll die Zahl der Staatsbediensteten zurückgeführt werden. Es ist geplant, nach dem 5. Juni die 36 Ministerien und staatlichen Komitees auf zwölf zu reduzieren, die Verwaltungseffizienz der Regierung zu stärken und größere Fortschritte bei der Privatisierung von Großunternehmen zu erzielen. Ich muß anmerken, daß Kleinunternehmen in Armenien praktisch vollständig privatisiert sind, ebenso etwa 50 Prozent der mittleren Unternehmen.

Mittelfristig sieht das Programm ein soziales Sicherungssystem für die am stärksten betroffenen Bevölkerungsschichten vor. Wir wissen, daß die wichtigsten Schritte zur Verbesserung der wirtschaftlichen Situation von Armenien selbst ausgehen müssen. Wir haben keinen Zweifel daran, daß das Festhalten an der fundierten Politik in Anbetracht der unternehmungslustigen und arbeitswilligen Einstellung unserer Bevölkerung eine wirtschaftliche Blütezeit für das Land herbeiführt. Wir verstehen übrigens, daß die Nutzung von Kernkraftwerken eine adäquate Wirtschaftslage erfordert. Ich muß jedoch gleichzeitig feststellen, daß die erfolgreiche Bewältigung unserer Aufgaben oft durch die tiefe Energiekrise in Armenien gebremst wird.

Die armenische Energiewirtschaft war eine der am besten entwickelten Industrien der Republik. 1981 betrug die Leistung der an das Netz angeschlossenen Kraftwerke 3 500 MW, darunter 800 MW Kernkraft und 950 MW Wasserkraft. Ende der achtziger Jahre hat sich das Bild stark gewandelt. Durch das Erdbeben von 1988 hat das konventionelle Razdanskaja Kraftwerk (1 100 MW) stark gelitten. Das konventionelle Kraftwerk von Eriwan (520 MW) fiel ebenfalls aus. Berücksichtigt werden müssen auch die häufigen und dauerhaften Unterbrechungen bei der Brennstoffversorgung. In den vergangenen Jahren gab es 35 Anschläge auf die Gasleitung nach Armenien und über zehn auf die Bahnstrecke, über die Dieselmotoren geliefert wird. Zu berücksichtigen ist auch der Übergang zu Weltmarktpreisen - Armenien verfügt über keine eigenen Energieträger -, der die Energiekosten um 30 Prozent in die Höhe trieb. Dadurch stieg beispielsweise

der Anteil des Energieverbrauchs an den Selbstkosten für Erzeugnisse der chemischen und metallverarbeitenden Industrie von drei auf 40 Prozent. Dies alles hat zu einer geringen Auslastung der vorhandenen Kapazitäten geführt.

Uns stehen von den existierenden 1 750 MW der Kraftwerke real nur 300 - 350 MW zur Verfügung. Die Situation bei den Wasserkraftwerken ist leider genauso unerquicklich. Von den vorhandenen 950 MW entfallen allein 550 MW auf die Sevano-Razdanskij Kaskade, die Anfang der fünfziger Jahre errichtet wurde. Problematisch ist aber nicht nur die über 40 Jahre alte Ausrüstung, sondern auch der Umweltschutz. Der im Hochgebirge gelegene Sevan-See ist weit und breit das einzige Süßwasser-Reservoir. Seit Inbetriebnahme der Elektrokraftwerke, die das Wasser dieses Sees nutzen, hat sich sein Wasserstand um 19 Meter verringert. Es verbleiben lediglich 27 Zentimeter, bis im See unumkehrbare ökologische Vorgänge in Gang gesetzt werden. Deshalb werden Sie sicher verstehen, daß wir nur etwa 400 MW unserer Wasserkraftwerke saisonal nutzen können.

In der Bilanz sieht es so aus, daß uns Anfang der 90er Jahre von den 3 500 früher existierenden MW gerade 650 MW zur Verfügung stehen. Unter diesen Umständen hat die Regierung die äußerst unpopuläre Entscheidung getroffen, die private Energieversorgung auf zwei bis drei Stunden pro Tag zu beschränken und den Rest für gewerbliche Projekte zur Verfügung zu stellen. Die Regierung hat sich vorgenommen und hält eisern daran fest, nur soviel zu verbrauchen, wie auch bezahlt und folglich verdient werden kann. Dies war der Grundstein des Energiesparprogramms. Das Ausmaß der Energiekrise läßt sich anhand von Parametern wie des spezifischen Jahresverbrauchs der wesentlichen Energieträger beurteilen. Während dieser im Jahre 1986 pro Einwohner 3 620 kg SKE betrug - das entspricht dem französischen Niveau in den 60er Jahren -, erreichte er 1991 gerade eben 2 680 kg SKE und 1993 gar 1 200 kg. Er wurde also auf ein Drittel reduziert.

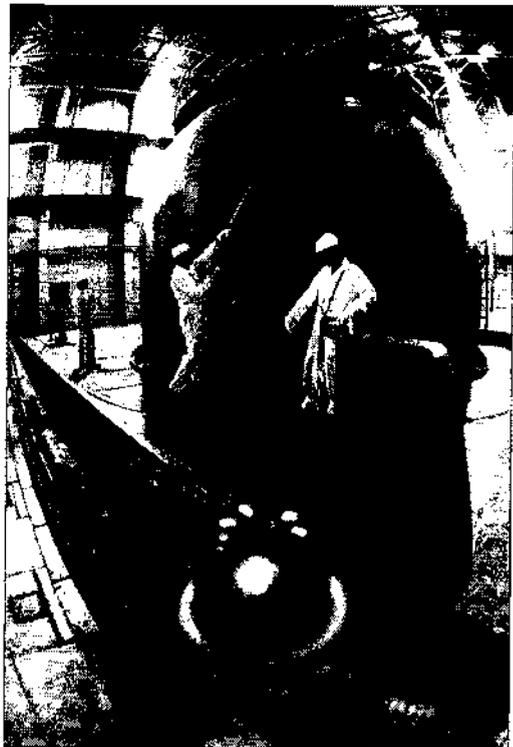
Zusammenfassend möchte ich die wesentlichen Faktoren hervorheben, die die armenische Energiekrise geprägt haben:

- geopolitische Gründe, bedingt durch den Zerfall der UdSSR, die Lage, die Blockade sowie durch rechtliche Probleme zu Beginn des Beitritts Armeniens zu einigen internationalen Organisationen;
- wirtschaftliche Gründe, bedingt durch den Übergang zur Marktwirtschaft, der Zerstörung der vorhandenen Wirtschaftsbeziehungen, dem Fehlen eigener fossiler Energieträger und geringer finanzieller Spielräume bei größeren Investitionen in allen Industriezweigen, insbesondere auf dem Energiesektor;

- technische Gründe, bedingt durch die geringen Mengen und die unzureichende Qualität der erzeugten Energie, die physikalische Abnutzung der wesentlichen Systeme und Kraftwerke;
- und schließlich strukturelle Gründe, bedingt durch die Inkompatibilität der alten Führungssysteme in der Energiewirtschaft mit den neuen Bedingungen und durch den Beginn der Entwicklung hin zu einer neuen rechtlichen Basis für die Energiepolitik.

Vier Jahre lang wurde die Energielage Armeniens umfassend geprüft und ein Ausweg aus der tiefsten Energiekrise gesucht. Auch zahlreiche ausländische Experten, darunter die Weltbank, die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung sowie zahlreiche Initiativen aus Brüssel, nahmen daran teil. Es wurde deutlich, daß es bei der Überwindung der gegenwärtigen Energiekrise Armeniens zumindest kurzfristig keine Alternative zur Wiedernbetriebnahme des armenischen Kernkraftwerks gibt.

Im April 1993 faßte die armenische Regierung den Beschluß, mit den Wiederaufbauarbeiten am zweiten Block zu beginnen. Das armenische Kernkraftwerk besteht aus zwei Blöcken mit Reaktoren vom Typ WWER-440/W-270. Es handelt sich hierbei um ein Zwischenmodell zwischen den sowjetischen Reaktoren der ersten Generation W-230 und denen der zweiten Generation W-213. Gegenwärtig werden 24 Reaktoren dieses Typs genutzt, darunter zehn vom Typ WWER-440/W-230 in Rußland, der Ukraine, der Slowakei, Ungarn und Tschechien. Man könnte sagen, daß in der Siedlung Medsamor der 25. Block seinen Betrieb aufgenommen hat (Anm. d. Red.: Medsamor 2 wurde im Oktober 1995 wieder in Betrieb genommen).



**Bild 24** Kernkraftwerk Medsamor: Nach dem Brennelementwechsel wird die Reaktorhalle auf radioaktive Kontaminationen untersucht

**Tabelle 1** Blöcke mit WWER-440/W230 (1994 in Betrieb)

<b>Standort/Blockanzahl</b>	<b>Betriebsbeginn</b>	<b>Projektierte Betriebsdauer</b>
Bohunice 1	1978	2005
Bohunice 2	1980	2006
Kola 1	1973	2003
Kola 2	1974	2204
Kozloduj 1	1974	2004
Kozloduj 2	1975	2005
Kozloduj 3	1980	2010
Kozloduj 4	1982	2012
Novovoronesh 1	1971	2001
Novovoronesh 2	1972	2002
Medsamor 1 <sup>1)</sup>	1976	
Medsamor 2 <sup>2)</sup>	1979	

<sup>1)</sup> Anm. d. Red.: Nicht in Betrieb

<sup>2)</sup> WWER-440/W-270 (Anm. d. Red.: Wiederinbetriebnahme Oktober 1995)

Das armenische Kernkraftwerk hat sich 1988 bei dem Erdbeben von Spitak bestens bewährt. Es hat dank der tadellosen Funktion der Sicherheitssysteme und des günstigen Standorts keinen Schaden davongetragen. Trotzdem haben verschiedene Umstände die letzte kommunistische Regierung Armeniens dazu bewogen Anfang 1989 das armenische Kernkraftwerk abzuschalten. Zu ihren Beweggründen zählt der durch das Erdbeben ausgelöste Schock ebenso wie die Angst vor einer Katastrophe à la Tschernobyl, die zahlreichen optimistischen Programme und Versprechungen der Union, das Energiedefizit abzudecken, sowie der Wunsch, politische Dividende zu erwirtschaften. Ich hatte bereits erwähnt, welche Folgen diese Entscheidung im Hinblick auf den Zerfall der UdSSR, den Übergang zur Marktwirtschaft, die Transportblockade und den Übergang auf Weltmarktpreisniveau bei fossilen Brennstoffen hatte.

Ab April 1993 begannen die Arbeiten zur Wiederinbetriebnahme des zweiten Energieblocks. Bei der Entwicklung des Konzepts haben wir uns leiten lassen durch zahlreiche Aussagen und Meinungen führender Spezialisten sowie russischer und internationaler Organisationen über eine mögliche Fortsetzung des Betriebs bei den Reaktoren des Typs WWER-440, wenn durch entsprechende Kompensationsmaßnahmen die Betriebssicherheit stufenweise erhöht wird.

Entsprechend dem ausgearbeiteten Konzept ist Armenien im Laufe dieser zwei Jahre Mitglied der IAEA geworden. Das armenische Kernkraftwerk trat der weltweiten Assoziation der Kernkraftwerksbetreiber (WANO) bei. Armenien hat alle Verträge über die friedliche Nutzung der Kernenergie ratifiziert und ist ihnen beigetreten, hat eine Infrastruktur zur Steuerung der Atomenergiewirtschaft geschaffen, schloß einen entsprechenden Vertrag mit der Russischen Föderation und eine Vereinbarung mit der russischen Regierung, erarbeitete einen Gesetzesentwurf für ein Atomgesetz und - entsprechend dem heutigen Stand der Technik - einen Maßnahmenkatalog zum Schutz des Kernkraftwerkspersonals und der Bevölkerung bei einem radioaktiven Unfall.

Mit modernsten Methoden und unter Einsatz neuester Technik wurden Metalle und Schweißnähte der ersten Ebene sicherheitsrelevanter Systeme hundertprozentig geprüft. Es existieren keine irreparablen Defekte, die einen Betrieb des zweiten Blocks im Projektmodus ausschließen. Insbesondere wurde die Strahlungsreserve des Reaktor-druckbehälters bestätigt. Zusätzlich wurde der Untergrund des Kraftwerks mit seismischen Methoden erkundet. Die Auswertung läßt folgende Schlüsse zu:

- Die Region, in der sich das armenische Kernkraftwerk befindet, ist geologisch stabil. In einem Umkreis von 20 - 25 Kilometern gibt es keine aktiven geologischen Verwerfungen. Dies widerlegt die Legion der Legenden, die zu diesem Thema in Umlauf waren.
- Das Kraftwerksgelände befindet sich inmitten eines Monoblocks aus Basalt, der über vier Kilometer breit ist. Alle bei den Berechnungen für das armenische Kernkraftwerk zugrundegelegten seismologischen Ausgangsgrößen - Erdbebenstärke 7, kalkulierte Stärke 8, Beschleunigung des Geländes 0,21 g - haben sich damit bestätigt.

An der Untersuchung nahmen etwa 600 Experten aus 43 Organisationen Armeniens, Rußlands und des entfernteren Auslands teil. Entsprechend den Ergebnissen wurde ein Katalog für Reparatur- und Wiederinstandsetzungsarbeiten erstellt. Zudem wurde

die gesamte veraltete Ausrüstung erneuert sowie praktisch alle Systeme und Anlagen der Steuerung generalüberholt. Insgesamt wurden 123 Systeme, über 300 Pumpen, 1 000 Elektromotoren und 250 Behälter repariert.

An den Reparatur- und Wiederinstandsetzungsarbeiten haben sich über 2 000 Experten aus 220 Organisationen aus Armenien, Rußland und den Staaten des entfernteren Auslands beteiligt. Unter Berücksichtigung der Empfehlungen internationaler Organisationen und der Erfahrung, die aus dem Betrieb solcher Blöcke in Rußland und osteuropäischen Staaten resultiert, wurden die wesentlichen Sicherheitsdefizite bestimmt und ein Maßnahmenkatalog zur Erhöhung der Betriebssicherheit erarbeitet. Von insgesamt 82 Maßnahmen wurden 19 vorrangige vor der Inbetriebnahme des Kernkraftwerks realisiert; weitere 32 sollen innerhalb von zwei Jahren nach der Inbetriebnahme verwirklicht werden.

Einige Worte zur Schulung des Personals. Zunächst haben wir die Gehälter des Bedienungspersonals deutlich angehoben. Heute beziehen Mitarbeiter des Kernkraftwerks die höchsten Gehälter in Armenien, sogar höher als die der Bankangestellten. Das Bedienungspersonal verdient 30mal mehr als der Präsident Armeniens. Das Personal wurde immer wieder entsprechend den Vorgaben der technischen Dokumentation geschult. Es fanden Übungen am voll ausgestatteten Simulator im Kernkraftwerk Novovoronesh statt. Die Ingenieure und das technische Personal der wichtigen Abteilungen nahmen an Kursen und Seminaren teil, die von der IAEO sowie anderen internationalen Organisationen und Firmen durchgeführt wurden. Gleichzeitig wird das Bedienungspersonal des armenischen Kernkraftwerks durch hochqualifizierte Fachleute der in der Russischen Föderation arbeitenden Kernkraftwerke vervollständigt.

Damit hat der zweite Block des armenischen Kernkraftwerks durch die im Projektstadium, in der Bauphase und im Betrieb durchgeführten Reparatur- und Wiederinstandsetzungsarbeiten ein Sicherheitsniveau erreicht, das dem der gegenwärtig in Rußland und den Ländern Osteuropas betriebenen vergleichbaren Kraftwerke entspricht. Im Laufe des weiteren Betriebs wird er entsprechend dem festgelegten Maßnahmenkatalog und der schrittweisen Erhöhung der Sicherheit weiter modernisiert.

Die armenische Regierung ist sich der Wichtigkeit der Aufgabe voll bewußt, den sicheren Betrieb des Kernkraftwerks für die Republik, die Staatengemeinschaft und das Ansehen der weltweiten Atomenergienutzung zu gewährleisten. Gerade aufgrund der Ein-

sicht, daß - trotz der beengten finanziellen Verhältnisse der Republik und des Fehlens jeglicher Hilfe des westlichen Auslands - die Verantwortung für die Sicherheit des Kernkraftwerks im Vordergrund stand, wurde die Inbetriebnahme des Kernkraftwerks hinausgeschoben. Obwohl wir zuvor erklärt hatten, daß das projektierte Sicherheitsniveau erreicht ist, fanden wir die Möglichkeit, den Start um ein halbes Jahr zu verschieben, damit die erwähnten 19 Primärmaßnahmen durchgeführt werden konnten. Allerdings mußten wir in dieser Zeit den Gürtel enger schnallen.

Unsere Position in der Frage der Wiederinbetriebnahme war eindeutig: Das Kernkraftwerk mußte und würde arbeiten. Dies ist ein Problem, das für uns allgegenwärtig ist. Wir wissen um unsere Verantwortung gegenüber unserem Volk und der internationalen Staatengemeinschaft und werden im Rahmen unserer Möglichkeiten die dargestellten Maßnahmen zur Erhöhung der Kraftwerkssicherheit und -zuverlässigkeit umsetzen. Armenien ist Mitglied internationaler Organisationen, hat alle auf Grund dieser Mitgliedschaft übernommenen Verpflichtungen erfüllt und wird sie zweifelsohne immer erfüllen.

Zum Abschluß noch zwei Worte: Ich kann nicht umhin, gegenüber Rußland meinen tiefsten Dank auszudrücken. In allen Stadien der Untersuchung, der Reparatur- und Wiederinbetriebnahmearbeiten standen uns seine Experten bei und haben die Aufgabe des wissenschaftlichen Leiters, des Hauptkonstruktors und des technischen Leiters übernommen. Rußland hat Armenien einen staatlichen Kredit gewährt, mit dem etwa 25 Prozent unserer Kosten beglichen werden konnten. Wir danken auch der IAEO für die Unterstützung, den Rat und die Empfehlungen. Und doch benötigen wir heute, wenn der Start nahe ist und das Kraftwerk in einigen Wochen ans Netz geht, mehr denn je die Hilfe des Westens. Es geht im Grunde genommen nicht um große Zahlen: Es ist dem vergleichbar, was im bulgarischen Kernkraftwerk Kozloduy getan worden ist. Je früher dies geschieht, um so günstigere Sicherheitsbedingungen für den Betrieb des armenischen Kernkraftwerks werden wir erreichen können. Und dies entspricht dem zweiten Teil des Mottos unserer heutigen Tagung - "Potentielle Gefahren und Handlungsmöglichkeiten". Ich spreche hier von den Handlungsmöglichkeiten.

# Energiapolitische Zwänge und Perspektiven in Rußland

*Werner Gumpel*

## 1 Die Lage der Energiewirtschaft

Der Zusammenbruch der Wirtschaft hat in den Nachfolgestaaten der UdSSR auch zu einer drastischen Schrumpfung der Energieproduktion geführt. Der Rückgang, der bereits 1989 einsetzte, betrifft besonders die Erdöl- und Kohleförderung, aber auch die Erdgaserzeugung ist rückläufig. Lediglich Usbekistan meldet für das Jahr 1994 eine Produktionssteigerung in allen Bereichen der Energiewirtschaft. Förderte Rußland (RSFSR) im Jahr 1988, dem Jahr des größten Förderumfangs, 569,5 Millionen Tonnen Erdöl, so waren es im Jahr 1995 nur noch 305 Millionen Tonnen, das sind vier Prozent weniger als im Jahr 1994. Die Erdgasproduktion war bis 1991 angestiegen und hatte in diesem Jahr 643 Milliarden m<sup>3</sup> erreicht. 1995 stand sie nur noch bei etwa 596 Milliarden m<sup>3</sup>. Die Kohleförderung sank von einem Spitzenwert von 395 Millionen Tonnen im Jahr 1990 auf 261 Millionen Tonnen im Jahr 1995 /1/. Gleichzeitig wird in Prognosen ein Anstieg der Nachfrage nach Energieträgern von 400 Millionen SKE in den nächsten fünf Jahren erwartet, das ist fast ein Drittel des jetzigen Energieverbrauchs Rußlands /2/.

Für die Wirtschaft Rußlands ist dies eine Situation von schwerwiegender Bedeutung. Einst einer der bedeutendsten Energieproduzenten der Erde, ist dieses Land immer weniger in der Lage, die Versorgung der Wirtschaft und der privaten Haushalte mit Energieträgern aufrechtzuerhalten. Es entstehen Engpässe, die zu temporären Stromabschaltungen mit Produktionsausfall führen. Besonders kritisch ist die Versorgung der Wirtschaft mit allen Arten von Erdölprodukten, in erster Linie mit Benzin und Dieselöl /3/. Im Winter steigt in verschiedenen Regionen der Krankenstand aufgrund der unzureichenden Heizmöglichkeiten. Der kritische Zustand der russischen Wirtschaft wird durch die unzureichende Anlieferung von Primär- und Sekundärenergie weiter verschlechtert, der ohnehin stockende Transformationsprozeß verzögert.

Energieträger, nämlich Erdöl und Erdgas, waren das wichtigste Exportgut der ehemaligen Sowjetunion. Noch im Jahr 1985 erwirtschaftete sie fast die Hälfte der Devisen in frei konvertierbarer Valuta allein durch den Export von Erdöl und Erdölprodukten. Erdöl und Erdgas machten zwischen 60 und 65 Prozent der sowjetischen Exporte aus. Zwar wurden die entsprechenden Ausfuhren in die westeuropäischen Industrieländer bisher nicht eingeschränkt, doch können sie nur durch Räumung des Binnenmarktes und Ver-



**Bild 25** Ölproduktion am Standort Baku/Aserbaidschan am Kaspischen Meer

ringerung der Lieferungen in die ehemaligen RGW-Staaten aufrechterhalten werden. Für die ehemaligen RGW-Staaten bedeutet die Einschränkung der russischen Lieferungen und die Umstellung auf Zahlung in Dollar eine schwere Belastung beim wirtschaftlichen Wiederaufbau. Trotz weiter sinkender Förderung sieht die russische Regierung aus devisenwirtschaftlichen Gründen einen ökonomischen Zwang, die Erdölausfuhr im Jahr 1995 auf 95-97 Millionen Tonnen zu steigern /4/.

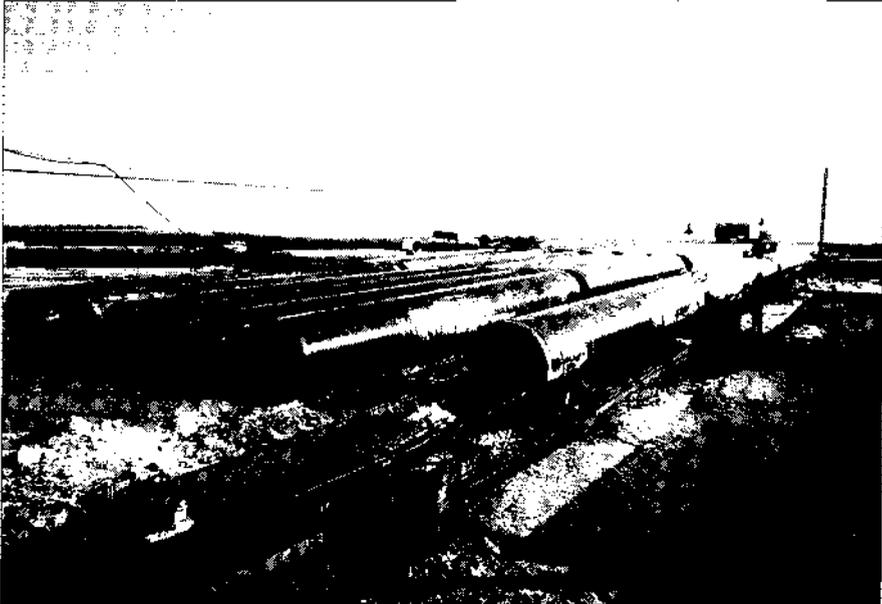
Die mit dem wirtschaftlichen Niedergang und dem Transformationsprozeß verbundenen Entwicklungen haben dazu geführt, daß Erdöl zu einem beliebten Schmuggelgut geworden ist. Hunderttausende von Tonnen werden illegal exportiert und damit der eigenen Wirtschaft entzogen, die erwirtschafteten Gelder verbleiben im Ausland oder werden ins Ausland transferiert und fehlen beim Wiederaufbau der Wirtschaft. Der seit Jahrzehnten an den Erdölvorkommen betriebene Raubbau wird zu diesem Zweck noch verstärkt, wodurch unermesslicher volkswirtschaftlicher Schaden entsteht. Die im Bereich der Erdölwirtschaft vorgenommenen Privatisierungen scheinen diese Entwicklung eher zu fördern als zu behindern. Auch die Liberalisierung der Erdölexporte zum 1. Januar 1995, durch die sämtliche Beschränkungen der Ausfuhr aufgehoben worden sind, wirkt in diese Richtung /5/.

**Tabelle 1** Energieproduktion in Rußland

	1990	1991	1992	1993	1994
Erdöl (in Mio. t)	518,0	461,1	398,8	354,0	316,0
Kohle (in Mio. t)	396,3	354,3	336,6	305,0	271,0
Gas (in Mio. m <sup>3</sup> )	640,2	643,0	640,4	617,0	607,0
Elektroenergie (in Mio. kWh)	1 082,2	1 068,2	1 010,5	955,0	k.A.
davon: Nuklearenergie	118,3	120,0	119,7	k.A.	k.A.
Wasserkraft	166,8	168,1	172,4	k.A.	k.A.

Die Investitionen in die Energiewirtschaft sind seit Jahren rückläufig, was zur Überalterung der Kapazitäten beiträgt. Mehr als die Hälfte der Ausrüstungen in der Kohleindustrie und 30 Prozent der Anlagen zur Gasförderung müssen erneuert werden. Mehr als die Hälfte der Ausrüstungen in der Erdölindustrie sind zu 50 und mehr Prozent "verschliffen". Der Abnutzungsgrad in der erdölverarbeitenden Industrie beläuft sich auf mehr als 80 Prozent /6/. Es gelingt nicht, den "natürlichen Abgang" der Kapazitäten durch Neuinvestitionen zu kompensieren. Das betrifft nicht nur die Erdöl- und die Kohleproduktion, sondern auch die Elektrizitätswirtschaft. Hier müssen bis zum Jahr 2000 bis zu 60 Prozent der Ausrüstungen erneuert bzw. generalüberholt werden /7/. Die Errichtung neuer Kapazitäten bleibt um ein Mehrfaches hinter dem Anlagenverschleiß zurück. Mit anderen Worten: Die Abschreibungen sind erheblich größer als die Investitionen, ohne daß Ersatzinvestitionen getätigt werden. Sie fließen in den Staatshaushalt. In der Erdgaswirtschaft wird ein stärkerer Förderrückgang nur dadurch vermieden, daß die für Neuinvestitionen vorgesehenen Mittel zur Aufrechterhaltung der Produktion, also vorwiegend für Reparaturen etc. verwendet werden /8/.

Die russische Energiewirtschaft richtet ihre Hoffnung auf westliche Investitionen und Kredite. Eine Steigerung der Erdöl- und Erdgasförderzahlen ist nämlich nur durch umfangreiche Investitionen zur Modernisierung der völlig heruntergewirtschafteten Anlagen möglich, für die jedoch in Rußland das Kapital fehlt. Die wirtschaftliche und politische Instabilität, bürokratische Prozeduren und administrative Hemmnisse, die sehr hohe Gewinnbesteuerung, das Fehlen von Finanz- und Rechtsgarantien sowie die immer wieder zum Vorschein kommende Neigung des Staates, die Erdölvorkommen auch weiter unter seiner Kontrolle zu halten, animieren ausländische Investoren jedoch nicht



**Bild 26** Bauarbeiten an der Sibirien-Westeuropa-Gaspipeline

zu den erhofften Aktivitäten /9/. Auch wehren sich die mächtigsten russischen Erdölgesellschaften "LUKoil" und "Surgutneftegas" gegen eine "Einmischung" des Auslands in die russische Erdöl- und Erdgaswirtschaft. Der ausländische Kapitaleinsatz hält sich daher in relativ engen Grenzen. Dennoch hofft die russische Regierung, bis zum Jahre 2010 (!) mit westlicher Hilfe zu einer Stabilisierung der Erdölförderung bei 325 Millionen Jahrestonnen zu kommen /10/. Dies ist die Mindestmenge, die zur Befriedigung des russischen Bedarfs erforderlich ist, wobei zu beachten ist, daß auch viele Kraftwerke auf Ölbasis arbeiten und damit auch die Elektrizitätsversorgung der Wirtschaft und der Haushalte von der Erreichung dieses Ziels abhängig ist. Um eine Fördermenge von 350 Millionen Tonnen zu erreichen, müßte eine Modernisierung der Anlagen erfolgen, für die bis zum Jahr 2000 mehr als 50 Milliarden Dollar erforderlich wären /11/.

Die russische Energiewirtschaft arbeitet in fast allen ihren Bereichen mit Verlust und kann nur mit Hilfe gigantischer Subventionen überleben. Das betrifft nicht nur den Kohlebergbau, der ja auch in Deutschland ein Milliardengrab darstellt, sondern auch die Erdöl- und Erdgaswirtschaft. Das Staatsbudget der Russischen Föderation sah allein für das Jahr 1995 Subventionen für den Kohlebergbau in Höhe von 6,3 Trillionen Rubel (ca. 1,26 Mrd. Dollar) vor. Eigentlich wären jedoch 14 Trillionen Rubel (ca. 2,8 Mrd. Dollar)

erforderlich, um die Förderung auf dem nunmehr erreichten niedrigen Niveau zu halten /12/. Hinzu kommen die riesigen volkswirtschaftlichen Verluste, die durch Havarien der verschiedensten Art entstehen: Die Unfallhäufigkeit in den russischen Bergwerken übertrifft die in Deutschland und den USA um ein Vielfaches, /13/ die Erdöl- und Erdgasrohrleitungen zeigen einen in der Welt wohl einmaligen Abnutzungsgrad mit den entsprechenden Folgen. Modernisierung und damit verbundene Rationalisierung bedeuten jedoch die Freisetzung von Arbeitskräften und damit die Erhöhung der ohnehin ständig steigenden Arbeitslosigkeit. So sollen zunächst die 43 gefährlichsten und unrentabelsten Kohlebergwerke geschlossen werden. Weitere hundert sollen folgen /14/. Es sind dies die Zechen mit einer Arbeitsproduktivität von 7 bis 25 Tonnen im Monat pro Arbeiter (durchschnittliche monatliche Förderleistung pro Arbeiter in Rußland 35 Tonnen, im deutschen Ruhrkohlebergbau: 170 - 180 Tonnen) /15/. Bei der ohnehin angespannten sozialen Lage, die von zunehmender offener und verdeckter Arbeitslosigkeit gekennzeichnet ist, wird man diese Maßnahme jedoch so lange wie möglich hinauszögern.

Gegenwärtig sinkt die Nachfrage nach Kohle in Rußland als Folge der insgesamt nachlassenden kaufkräftigen Nachfrage. Die Abnehmer der russischen Kohle weigern sich, die Rechnungen der Kohlebergwerke zu begleichen, wodurch diese ihren Verpflichtungen gegenüber den Bergarbeitern nicht nachkommen können. In der Regel müssen diese Monate auf ihren Lohn warten und ihn häufig erstreiken /16/. Diese Situation führt nicht nur zu einer weiteren Senkung der Arbeitsproduktivität, sondern auch zur Vernachlässigung der dringend erforderlichen Ersatzinvestitionen, für die das erforderliche Kapital fehlt. Damit wiederum sinkt der Sicherheitsstandard der Zechen, was zu Unfällen und Förderausfällen führt. Der russische Kohlebergbau ist von einer Negativspirale des Niedergangs gekennzeichnet. Dieses wird sich auch auf die Elektrizitätswirtschaft des Landes auswirken.

## **2 Ökologische Wirkungen der Energiekrise**

Insgesamt kann von einer schweren Krise der russischen Energiewirtschaft gesprochen werden. Sie betrifft alle Bereiche, wobei die Erdgaswirtschaft, wie in anderem Zusammenhang erwähnt, bisher als einziger Zweig den Förderrückgang in relativ engen Grenzen halten konnte. Der Raubbau an den Ressourcen und die unterbleibende Erneuerung der Kapazitäten sowie die Gleichgültigkeit der Arbeiter und des Managements der Energiewirtschaft haben zu schweren ökologischen Schäden geführt. Sie

zeigen sich nicht nur in einer katastrophalen Sicherheitslage im Kohlebergbau, sondern auch in der mangelnden Sicherheit der Rohrleitungen. Zehn Prozent der Rohrleitungen sind älter als 35 Jahre, 35 Prozent älter als 20 Jahre. Sie erweisen sich für die Betreiberfirmen als unbeherrschbar /17/. Bis zum Jahr 2000 müssen mehr als 35.000 Kilometer Rohrleitungen mit der gesamten Ausrüstung der Gasdurchsatzapparaturen ausgewechselt werden, da sie durch Korrosion aber auch durch schlampige Verlegung große Gebiete des Landes gefährden /18/. "Wo es Rohrleitungen gibt, dort gibt es auch Havarien", überschrieb die Zeitung "Izvestija" einen Bericht über zwei fast gleichzeitig erfolgte Rohrleitungsbrüche im Bezirk Tjumen /19/. Fast wöchentlich berichtet die russische Presse über Rohrleitungsbrüche und deren Folgen. Sie sind häufig mit der Überflutung großer Territorien mit Öl oder, bei der Explosion von Gasrohrleitungen, mit Todesopfern verbunden. Nur wenige dieser Katastrophen finden die Aufmerksamkeit des Westens. "Die Erdgas- und Erdölleitungen explodieren, brennen und zerstören die Umwelt fast täglich." Da es sich um alltägliche Ereignisse handelt, werden sie in Rußland kaum beachtet /20/. Maßnahmen zur Beseitigung der Schäden werden im allgemeinen nicht oder nur in sehr unzureichendem Maße getroffen. Viele Rohrleitungen werden von kriminellen Elementen mittels Hammer und Meißel angeschlagen, um illegal Erdöl oder (bei Produktenpipelines) Erdölprodukte zu entnehmen. Die so entstandenen Lecks bleiben unverschlossen und sind ein weiterer Herd der Umweltverschmutzung.



Bild 27 Brennende Erdölpipeline, Halbinsel Kola, Rußland

Diese Katastrophen bedeuten nicht nur eine unvorstellbare Belastung der Umwelt, sondern auch die Vernichtung unwiederbringlicher Ressourcen. Tausende Tonnen von Öl aus lecken Rohrleitungen versickern im Boden, ohne daß etwas dagegen unternommen würde. Allein der Verlust von Erdöl aus defekten Rohrleitungen wird auf 20 bis 50 Millionen Tonnen jährlich geschätzt /21/. Zur Beseitigung der Mängel im Rohrleitungssystem fehlt nicht nur das Geld, sondern auch das Interesse.

Eine vergleichbare Situation herrscht auch in der Elektrizitätswirtschaft, wenngleich es hier bisher ohne größere Katastrophen abgegangen ist. Auch hier herrscht auf Grund mangelnder Ersatzinvestitionen eine katastrophale Überalterung der Kapazitäten. Unfälle sind an der Tagesordnung. Für die von den Kraftwerken abgegebene Elektroenergie, die in der Sowjetunion zu sehr niedrigen Preisen geliefert wurde, wird nunmehr praktisch überhaupt nicht mehr oder nur mit großen Verzögerungen gezahlt. Das verschlechtert die ohnehin prekäre Lage. Jährlich werden 1,5 - 2 Milliarden kWh illegal abgezapft. Eine Anzahl von Industrieunternehmen setzt speziell entwickelte Geräte ein, die die amtlichen Zähler umgehen. Umgekehrt zahlt die Elektrizitätswirtschaft nicht für die ihr gelieferten Brennstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle. Die russische Energiewirtschaft wird vom Chaos beherrscht.

Umweltschutzmaßnahmen wie der Einbau von Rauchfiltern etc. sind unter diesen Umständen unmöglich. Führen die Zustände in der Erdölwirtschaft zur Vernichtung riesiger Bodenareale, so gehört die Elektrizitätswirtschaft zu den großen Luftverschmutzern des Landes. Auf sie entfallen 24,7 Prozent der Industrieemissionen (Zahl für 1992) /22/. Darüber hinaus ist sie für die übermäßige Erwärmung vieler Gewässer sowie für das Waldsterben verantwortlich bzw. mitverantwortlich. 41,5 Prozent der Abwässer, die die russischen Flüsse verschmutzen, kamen im Durchschnitt der letzten zwölf Jahre aus der Elektrizitätswirtschaft /23/.

Katastrophale Auswirkungen hat die mangelnde Wartung der Wasserkraftwerke und der zu ihnen gehörenden Stauseen. Dort wurden Reparaturarbeiten teilweise über Jahrzehnte nicht durchgeführt. Dies führt immer wieder zu Damnbrüchen mit einer entsprechenden Vernichtung von Menschen, Häusern und wirtschaftlichen Einrichtungen. Ein Beispiel hierfür ist die Katastrophe, die sich im August 1994 in Tirljan in der zur Russischen Föderation gehörenden Republik Baschkirien ereignet hat. Mehr als 150 Häuser sowie Straßen, eine Bahnlinie und Leitungen wurden zerstört. Mehr als 70 Personen wurden getötet. Hier waren die Anlagen dreißig Jahre lang nicht repariert worden /24/.



**Bild 28** Nurek Wasserkraftanlage bei Duschanbe, Tadschikistan

Zwar erkennen auch russische Experten die Schäden, die die Energiewirtschaft der Umwelt zufügt, doch werden Gegenmaßnahmen nicht ergriffen. Energieexperten empfehlen, auf Energieeinsparung und auf die strukturelle Umgestaltung der Wirtschaft zu setzen, ohne näher zu erläutern wie dies geschehen soll. Auch wollen sie eine Strukturänderung der Energiebilanz durch vermehrten Einsatz des ökologisch sauberen Energieträgers Erdgas erreichen. Sein Anteil am Primärenergieverbrauch soll von 39 Prozent im Jahre 1990 auf 52 Prozent im Jahre 2010 steigen, während der Anteil des Erdöls von 39 auf 28 Prozent sinken soll. Die Immissionen in die Atmosphäre sollen bis zum genannten Jahr um 30-40 Prozent sinken /25/. Solche Forderungen sind in der Vergangenheit schon öfter gestellt worden, ohne daß sich an den Realitäten etwas geändert hätte. Beim gegenwärtigen Zustand der russischen Wirtschaft und der herrschenden Kapitalarmut ist nicht zu erwarten, daß es diesmal anders ist. Die bisher existierenden

"weichen Budgetbeschränkungen" werden aufrechterhalten werden müssen, um das Überleben dieses Wirtschaftszweiges zu gewährleisten. Für eine ökologisch orientierte Umstrukturierung jedoch fehlen die Mittel. Man muß daher froh sein, wenn sich die Lage nicht weiter verschlechtert.

Die "Internationale Energie-Agentur" (IEA) hat der Russischen Föderation zugesagt, bei der Durchsetzung marktwirtschaftlicher Grundsätze im Energiesektor beratend und helfend zur Seite zu stehen. Bei der Zusammenarbeit, die unter anderem Energieerhaltung, Produktion, Förderung, Verarbeitung, Vertrieb sowie Forschung und Information umfassen soll, sollen Umweltfragen im Vordergrund stehen. Vor allem fordert die IEA von den Russen, endlich kostenbewußt zu denken und die Energiepreise auf ein Niveau zu heben, das sowohl die Aufwendungen für die Produktion als auch für den Unterhalt der Infrastruktur und für die Auslieferung deckt /26/. Von Finanztransfers ist allerdings nicht die Rede. Nur sie jedoch könnten Essentielles bewirken.

### **3 Lösungsansätze**

Welche Möglichkeiten bieten sich, um aus der energiewirtschaftlichen Krise, die sich zu einer ökologischen Krise ausgeweitet hat, herauszufinden?

Ein von russischen Energieexperten erarbeitetes Programm setzt auf die weitere Entwicklung der Kernkraft. Es wird von der Entwicklung einer „neuen Generation von Atomreaktoren erhöhter Sicherheit“ gesprochen, die „nach dem Jahr 2000“ in Betrieb gehen soll /27/.

Bis dahin sollen die bisher im Bau befindlichen Kernkraftwerke vollendet werden und an das Netz gehen. Es handelt sich um Kapazitäten von 4 - 6 Millionen kW. Ihre Sicherheitsstandards sollen, im Vergleich zu den bisherigen Kernkraftwerken, „verbessert“ werden. Gegenwärtig befinden sich noch zwölf Blöcke der ersten Generation in Rußland im Betrieb, die in ihren Standards weder den internationalen noch den russischen Anforderungen genügen /28/. Bei den Reaktoren der Typen RBMK-1000 und RBMK-1500, die als die gefährlichsten gelten, haben die Konstrukteure nicht einmal Abfahrprogramme für die Stilllegung vorgesehen. Ihre Außerbetriebnahme würde daher nicht nur Probleme in Hinblick auf die Energieversorgungssicherheit, sondern auch technische Schwierigkeiten bereiten /29/. Die finanziellen Engpässe in der russischen Energiewirtschaft zwingen immer wieder, die geplanten Reparaturarbeiten abzusetzen bzw.

auf spätere Jahre zu verschieben. Das war im Jahr 1994 bei 13 Blocks der Fall /30/. Wegen des Endes der Nutzungsdauer werden bis zum Jahr 2010 zwölf bis 14 Blöcke mit einer Gesamtkapazität von 7 bis 8 Millionen kW außer Betrieb gestellt werden müssen. Russische Experten rechnen unter Berücksichtigung dieser Umstände mit einer Kapazität der russischen Kernkraftwerke von 24 bis 25 Millionen kW im Jahr 2000 (1995: 21 Millionen kW) und 30 bis 37 Millionen kW im Jahr 2010. Der Anteil der Kernkraftwerke an der gesamten Energieerzeugung wird von zwölf auf 13-14 Prozent steigen /31/, was im Vergleich zu Frankreich (75 Prozent) oder dem Durchschnitt der EU (34 Prozent) sehr wenig ist.

Vorausgesetzt, daß sich dieses Programm realisieren läßt, bedeutet es die Inbetriebnahme weiterer Kernkraftwerke. Die Aussichten, daß sie einen höheren Sicherheitsstandard haben als die bisher betriebenen, sind gering. Selbst wenn es gelingt diesen zu erhöhen, bleibt der menschliche Faktor, der auch in Tschernobyl unmittelbarer Anlaß der Katastrophe war. Schlechte Ausbildung und vor allem die Gleichgültigkeit des kerntechnischen Personals schließen weitere Katastrophen dieser Art nicht aus. Rußland setzt bei der weiteren Entwicklung der Kernkraft auf die Hilfe der Industriestaaten, die wegen der Gefahren, die die russischen Kernkraftwerke für die Welt bringen, unter Druck geraten.

Unter den gegebenen energiepolitischen Zwängen eines dramatischen Rückgangs der Erdöl- und Kohleproduktion sowie stagnierender Erdgasförderung bleibt für die russischen Energiepolitiker kein anderer Ausweg als auch weiterhin auf die Kernenergie zu setzen. Das bedeutet, daß die vorhandenen Kapazitäten trotz mangelnder Sicherheit weiter betrieben, die begonnenen neuen Kraftwerke fertiggestellt und in Betrieb genommen werden. Eine Verbesserung der Lage in den anderen Energiewirtschaftszweigen wird Jahre in Anspruch nehmen, zumal die gesamte Infrastruktur der Energiewirtschaft erneuert und modernisiert werden muß. Das über Jahrzehnte praktizierte Prinzip eines "Lebens von der Substanz" ist in seinen Ergebnissen nicht in wenigen Jahren zu korrigieren und schon gar nicht, wie an anderer Stelle bemerkt, aus eigener Kraft.

Aber auch der Ausbau der Kernkraft ist teuer und zeitraubend. Der Produktionsrückgang der letzten Jahre in der Industrie hat zu einer gewissen Entspannung der Situation geführt. Sollte jedoch die russische Wirtschaft wieder in eine Wachstumsphase finden, werden sich die energiewirtschaftlichen Engpässe vergrößern. Es ist fraglich, ob Rußland dann noch als Ölexporteur aktiv werden kann und in welchem Maße es Erdgas

ausführen kann. Westeuropa wird so lange wie möglich versorgt werden, um die dringend erforderlichen Devisen zu erwirtschaften, doch eine Garantie hierfür ist nicht gegeben, schon gar nicht für die bisher mit Rußland im RGW verbundenen Länder Osteuropas. Die Kernkraft kann dabei wohl kaum eine Lösung darstellen.

Bleibt die Frage nach alternativen Energieträgern, wie geothermische Energie, Solar-energie und Windenergie. Die Nutzung der geothermischen Energie ist an örtliche Gegebenheiten, nämlich an ihr Vorkommen, gebunden. Eine Entlastung der Energiebilanz kann daher höchstens regionalen Charakter haben. Ein Transport über größere Entfernung ist kaum möglich. Derzeit konzentriert sich die Nutzung besonders auf den Nordkaukasus und auf Kamtschatka, wo Thermalwasser und Dampf ca. 400 000 Tonnen SKE ersetzen. Das in dieser Hinsicht bisher wenig erforschte Sibirien soll mit seinen geothermalen Ressourcen allerdings Kamtschatka sogar übertreffen. Die Nutzung der Geothermie wirft eine Reihe ökologischer Probleme auf, deren Lösung man bisher noch nicht nähergekommen ist /32/.

Die Solarenergie ist selbst in den westlichen Industriestaaten noch nicht so weit entwickelt, daß sie mit konventionellen Kraftwerken in Wettbewerb treten könnte. Sie würde zudem lediglich für die südlichen Regionen des Landes, kaum jedoch für Sibirien eine Alternative zu anderen Energieträgern darstellen. Experten räumen ihr daher für Rußland wenig Zukunftschancen ein. Trotzdem wird die Meinung vertreten, daß ihr Anteil an der Elektrizitäts- und Wärmeversorgung des Landes langfristig zunehmen wird /33/.

Auch die Windenergie kann vorerst keine Entlastung der Energiebilanz bringen. Das Windpotential ist allerdings besonders in Sibirien groß. Im südlichen Westsibirien, am Ufer des Baikal-Sees, am nördlichen Eismeer und in der Arktis erreicht der Wind eine Geschwindigkeit von fünf bis zehn Metern/Sekunde und weht an 230 bis 270 Tagen pro Jahr. Es mangelt jedoch vor allem am technischen Know-how zur wirtschaftlichen Nutzung. Die russischen Aggregate bleiben in ihren technisch-ökonomischen Kennziffern weit hinter denen der Industrieländer zurück. Auch ist ihre Lebensdauer unter den Bedingungen des nördlichen Klimas kurz. Besonders die kleineren Windkraftwerke arbeiten wenig zuverlässig /34/.

Alle genannten alternativen Energieträger erfordern, wenn sie einen wirklichen Strukturwandel in der russischen Energiebilanz bewirken sollen, einen solch hohen Kapitalaufwand, daß sie auch aus dieser Sicht auf längere Frist für eine Entlastung nicht in Frage kommen.

Der einzige Weg, der zur Lösung des russischen Problems führen kann, ist die Nutzung der nicht unerheblichen Einsparungspotentiale. Hierzu ist es in erster Linie erforderlich, die Binnenpreise für primäre und sekundäre Energieträger an die Weltmarktpreise anzupassen. Das bedeutet die Einführung von Marktpreisen auch für die privaten Haushalte und ist deswegen unpopulär. Bisher liegen die Binnenpreise für Erdöl bei 26,6 Prozent, für Benzin bei 31,2 Prozent, für Dieselmotoren bei 32,6 Prozent, für Heizöl bei 23,9 Prozent und für Gas bei 30,3 Prozent der Weltmarktpreise (Zahlen für Oktober 1994) /35/.

Im Rahmen der Privatisierung der Volkswirtschaft müßte es möglich sein, die über dem Weltstandard liegende Energieintensität der Produktion zu vermindern. Die Lenkung der vorhandenen Investitionsmittel in die Modernisierung und Verbesserung der vorhandenen Anlagen und Beförderungssysteme dürfte größere Erfolge zeitigen als die Tötung von Erweiterungsinvestitionen auf gleichbleibendem technischen Niveau. Die Nutzung der gegenwärtig in die Umwelt entlassenen Abwärme, die Temperaturen von 100 bis 150 Grad erreicht, könnte allein in Sibirien eine Einsparung von 10 Millionen Tonnen SKE bringen /36/. Auch wenn das Einsparungspotential groß ist (es wird für Gesamtrußland auf 500 Millionen Tonnen SKE geschätzt, was brönnwertmäßig der gesamten jährlichen Erdöl- und Gaskondensatproduktion des Landes entspricht) - seine Nutzung setzt den Einsatz erheblicher Finanzmittel voraus, die nicht vorhanden sind. Nicht nur in der Energiewirtschaft sind die Produktionsanlagen in einem kaum beschreiblichen Zustand (50 bis 60 Prozent der Kapazitäten gelten als "verschliffen"), auch bei den energieverbrauchenden Wirtschaftszweigen entsprechen nur 13 bis 18 Prozent dem Weltstandard /37/. Das bedeutet, daß auch hier umfangreiche Investitionen erforderlich sind, um Einsparungseffekte erzielen zu können.

Voraussetzung für die Lösung der energiewirtschaftlichen Krise ist ein allgemeines Umdenken in einem Land, in dem Energie bisher praktisch nichts gekostet hat und in dem sich niemand verantwortlich geföhlt hat. Die bisherige Form der Industrieprivatisierung, nämlich die nur nominale Umwandlung von Staatsbetrieben in privatrechtliche Firmen bei Beibehaltung des alten Managements und der alten Denkweisen, hat an den herrschenden Zuständen faktisch nichts geändert. Die geringe Zahlungsmoral der Käufer von Primär- und Sekundärenergie und die damit verbundene Verschuldung fast aller Unternehmen der Energiewirtschaft, wird jedoch alle Bemöhungen um eine Verbesserung der Lage im Sande verlaufen lassen, wenn nicht ein grundlegendes Umdenken erfolgt.

Unter diesen Bedingungen wären Kapitalhilfen westlicher Finanzinstitutionen (Weltbank, IWF, Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung) nicht nur hinausgeworfenes Geld, weil sie nichts bewirken können, sie würden auch den Umlemprozess in Rußland verzögern. Das Land würde sich, wie auch in der Vergangenheit, auf westliche Kredite verlassen, die ihm immer wieder das Überleben ermöglicht haben. Ein Kapitalentzug dagegen hätte eine erzieherische Wirkung, mit dem Zwang, die eigenen Kräfte zu mobilisieren und sich auch in diesem Bereich den "zivilisierten Ländern der Welt" anzupassen - eine Forderung, die mit diesen Worten häufig in der russischen Presse erhoben wird. Alle anderen Wege bedeuten, daß Rußlands Wirtschaft für immer ein bodenloses Faß für die Finanzressourcen der Industrieländer bleibt und dennoch nicht gesundet.

## Literatur

- /1/ Zahlen für 1995 geschätzt. - Vgl. "Ekonomika i zisn", Nr. 17, April 1995, S. 43, "Moskovskie Novosti", Nr. 78 (12.- 19. 11. 1995), S. 15 sowie, "Finansovye Izvestija", 16. 1. 1996
- /2/ Vgl. Vasilev, V., Davydov B., Ljutenko, A., Chrilev, L.: Strategija ispol'zovanija energoresursov (Strategie der Nutzung von Energiereserven). In: "Ekonomist" (Moskau), Heft 12/1994, S. 6
- /3/ Tjukov, V.: Die erdölverarbeitende Industrie Rußlands und die Aufgaben ihrer Modernisierung (in russ. Sprache). In: "Ekonomist" (Moskau), Nr. 10/1993 S. 20
- /4/ "Finansovye Izvestija", 25. 8. 1994
- /5/ "Izvestija", 6. 1. 1995
- /6/ "Finansovye Izvestija", 23. 3. 1995
- /7/ "Izvestija", 19. 4. 1994
- /8/ Vgl. hierzu Troizkij, A.: Energetika Rossii: Problemy i perspektivy. In: „Ekonomist“ (Moskau), Nr. 2 /1994, S. 27; zu den Zuständen in der russischen Erdöl- und Erdgaswirtschaft s. Fischer, A.: Die Folgen jahrzehntelanger Mißwirtschaft in der

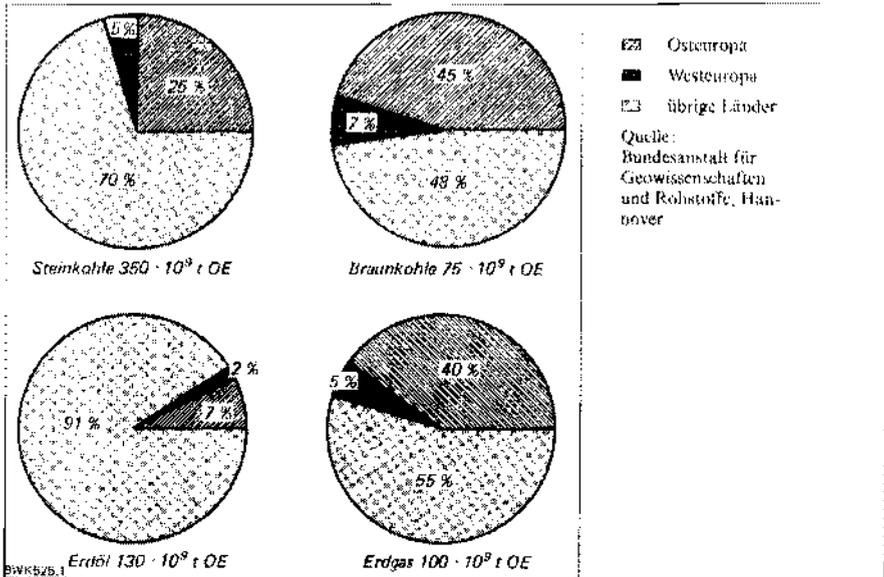
- Erdöl- und Erdgasindustrie der ehem. UdSSR, in: „Osteuropa-Wirtschaft“, 38. Jg., Heft 3/1993, S. 240 ff.
- /9/ "Finansovye Izvestija", 16. 6. 1994 sowie "Izvestija", 6. 12. 1994 und 2. 2. 1995
- /10/ "Moskovskie Novosti", Nr. 64, 18.- 25. 12. 1994, S. 30
- /11/ "Moskovskie Novosti", Nr. 42, 18. - 25.6.1995, S. 27
- /12/ "Finansovye Izvestija", 7. 2. 1995
- /13/ "Izvestija", 26. 5. 1994
- /14/ "Finansovye Izvestija", 4. 5. 1995
- /15/ "Finansovye Izvestija", 7. 2. 1995
- /16/ "Finansovye Izvestija", 7. 2. 1995 und 8. 12. 1995; "Izvestija" 10. 1. 1996
- /17/ "Izvestija", 18. 1. 1996
- /18/ vgl. hierzu Fischer, A.: Produktionsrückgang in der Erdgasindustrie Rußlands. In: „Osteuropa-Wirtschaft“, 39. Jg., Heft 3/1994, S. 201 ff., hier: S. 208
- /19/ "Izvestija", 28. 12. 1994
- /20/ "Izvestija", 28. 4. 1995
- /21/ "Izvestija", 18. 1. 1996
- /22/ Vgl. Tagaeva, T. O.: Ekologičeskaja situacija v Rossii. In: Eko (Novosibirsk), Nr. 4/ 1994, S.109. Details zur Umweltschädigung durch den energiewirtschaftlichen Komplex auch bei Weißenburger, U.: Umweltprobleme und Umweltschutz in der Russischen Föderation. In: „Osteuropa-Wirtschaft“, 39. Jg., Heft 2/1994, S. 101
- /23/ Vgl. Tagaeva, T. o., a. a. o., s. 110 24
- /24/ "Izvestija", 10. 8. 1994

- /25/ Vgl. Troizkij, A., a. a. O., S. 34; "Finansovye Izvestija", 23. 3. 1995
- /26/ "Neue Zürcher Zeitung" und "Süddeutsche Zeitung" vom 23. 5. 1995
- /27/ Vgl. Troizkij, A., a. a. O., S. 33
- /28/ "Finansovye Izvestija", 25. 5. 1995
- /29/ Vgl. Comes, S.: Die Kernkraftwerke in der früheren UdSSR und in Mittel-Ost-Europa. In: Der Gipfel in München. Analysen aus dem Forschungsinstitut der Deutschen Gesellschaft für auswärtige Politik, Bonn 1992, S. 44/45
- /30/ "Izvestija", 7.7.1995
- /31/ Vgl. Troizki, A., a. a. O., S. 33; "Finansovye Izvestija", 25. 5. 1995
- /32/ Vgl. Parmon, V. N.: Netradicionnaja Energetika v Sibiri, in: Eko (Novosibirsk), Nr. 7/1994, S. 154 sowie 156 f.
- /33/ Vgl. Parmon, V. N., a. a. O., S. 154 und S. 159
- /34/ Vgl. Parmon, V. N., a. a. O., S. 157
- /35/ Vgl. Sergeev, P.: Degradacija energeticeskogo kompleksa Rossii (Der Verfall des Energiekomplexes Rußlands). In: Voprosy Ekonomiki (Moskau), Heft 12/1994, S. 110
- /36/ Vgl. Parmon, V. N., a. a. O., S. 164
- /37/ Vgl. hierzu Vasilev, V., Davydov, B., Ljutenko, A., Chirlev, L., a. a. O., S. 7 f.

## Die Energiesparpotentiale in den Ländern Mittel- und Osteuropas - Eine Darstellung der Thesen

Wilhelm Riesner

These 1: Die ehemaligen Länder des COMECON (OE) verfügten - vor allem durch die damalige Sowjetunion - über große Teile der Weltvorräte an fossilen Energieträgern.



**Bild 29** Primärenergievorräte der Welt

These 2: Die günstige Vorratslage hatte in Verbindung mit einer bevorzugten Entwicklung der Energiewirtschaft - vor allem der Energieverbundsysteme bei Erdöl, Erdgas und Elektroenergie - in den einzelnen Ländern eine nach außen autarke Energieversorgung der RGW-Länder untereinander zur Folge. Das war allerdings mit einer extremen Abhängigkeit der kleinen Staaten Osteuropas vom "großen Bruder" Sowjetunion verbunden. Insgesamt war Osteuropa - im Gegensatz zu Westeuropa (WE) - bei allen fossilen Energieträgern Nettoexporteur /1/.

These 3: Diese Autarkie-Situation führte dazu, daß die OPEC-Ölpreisexplosionen der 70er Jahre nahezu keinen Einfluß auf die Importpreise aus der Sowjetunion hatten. Ihre Höhe wurde als durchschnittlicher Weltmarktpreis der jeweils vergangenen fünf Jahre vereinbart. Damit verbunden waren Primärenergieverbrauchssteigerungen, die - gegenüber Westeuropa - wesentlich höher waren /2/.

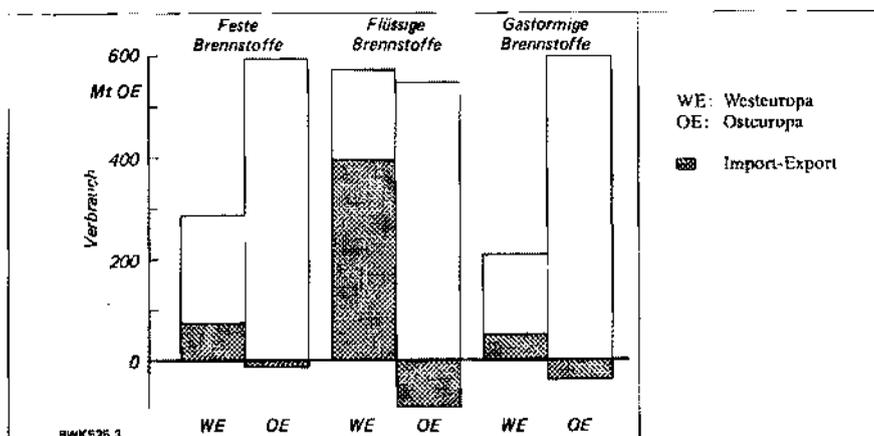


Bild 30 Versorgung mit fossiler Energie in West- und Osteuropa 1987

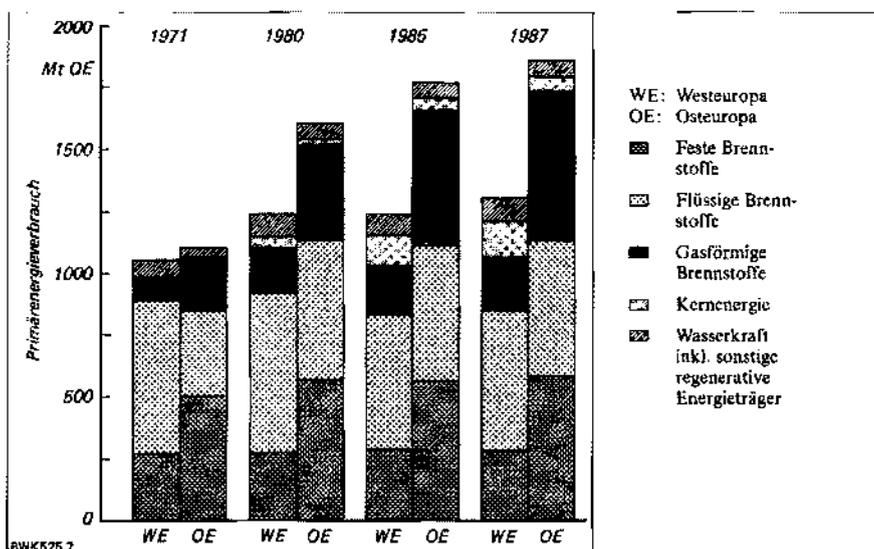
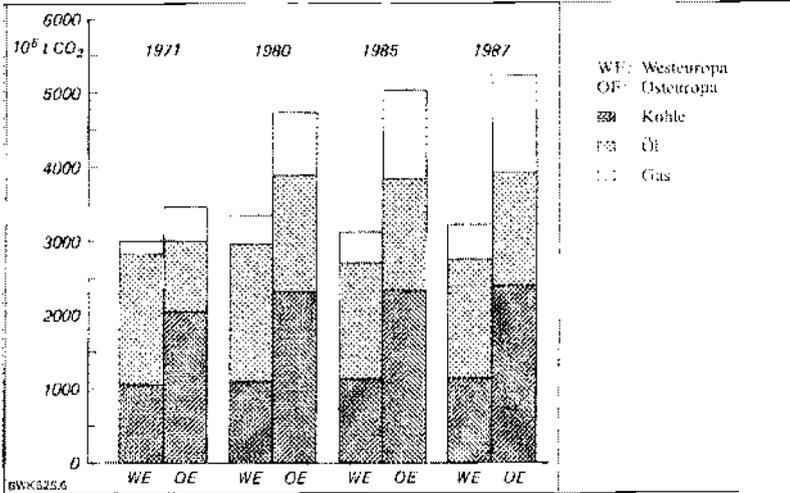


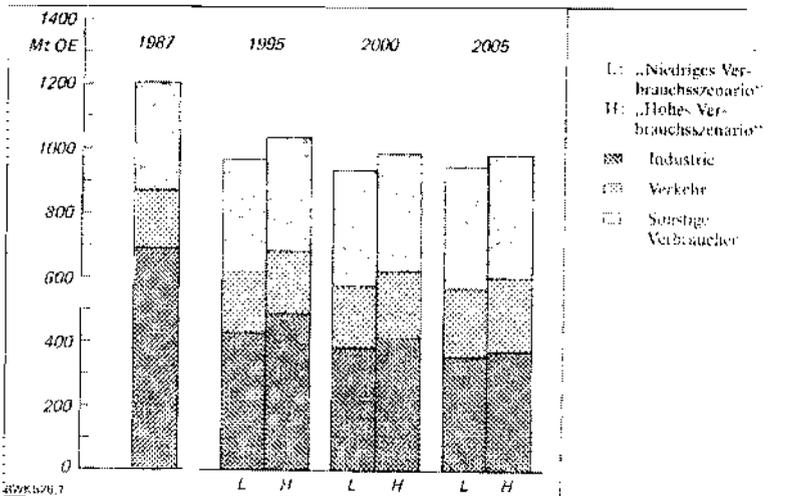
Bild 31 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in West- und Osteuropa

These 4: Die Erhöhungen des Energiebedarfes in Osteuropa vollzogen sich vor allem in der Industrie, indem die niedrigen Energiepreise die Entwicklung und den Einsatz energieeffizienter Energiewandlungs- und Energienutzungstechnologien ökonomisch unzureichend rechtfertigten. Das führte gegenüber Westeuropa zu einem extremen Anstieg des Energieverbrauchs der Industrie, dessen Mehrverbrauch nahezu die Hälfte des Gesamtverbrauchs Westeuropas von 1987 bei etwa gleicher Einwohnerzahl ausmachte /3/.



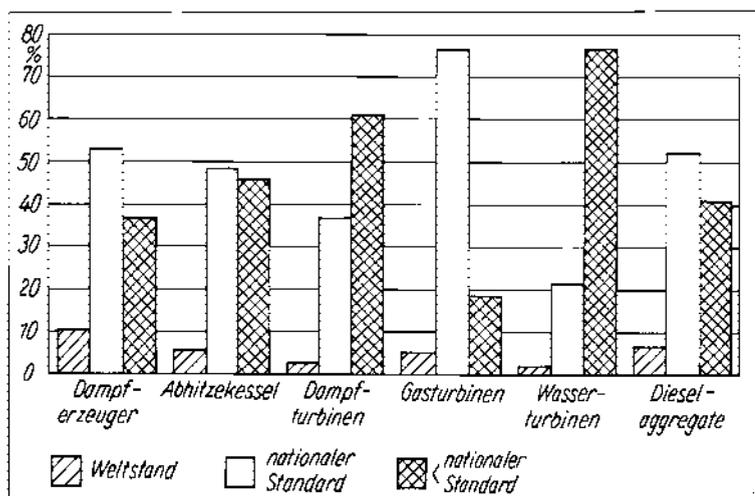
**Bild 32** Entwicklung des Endenergieverbrauchs in West- und Osteuropa

These 5: Neben einem hohen einwohnerbezogenen Endenergieverbrauch Osteuropas erhöhte sich auch die Brutto-Stromerzeugung vor allem in den 70er Jahren merklich schneller als die Westeuropas /4/. Diese Entwicklung ist vor allem auch unter dem Aspekt zu beachten, daß Strom nicht nur ein allgemeines Wirtschaftsgut war, sondern nach der These Lenins - "Kommunismus - das ist Sowjetmacht plus Elektrifizierung des ganzen Landes" - Elektrizität gleichzeitig eine hohe politische und ideologische Bedeutung besaß.



**Bild 33** Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung in West- und Osteuropa

These 6: Diese erzeugungsorientierte Entwicklung der Energiewirtschaft in Osteuropa führte trotz des Neubaus von Energiegewinnungs- und Energieumwandlungsanlagen zu einer starken Veralterung des Anlagenbestandes, da man durch aufwendige Reparaturen die physische Lebensdauer der Anlagen extrem ausweitete. Das führte zu einem technischen Stand des Anlagenbestandes, der sich immer weiter vom Weltstand entfernte, wie Bild 34 für Energieumwandlungsanlagen im Erfassungsjahr 1986 für die damalige UdSSR zeigt /5/. Dabei liegt der nationale Standard um etwa 15-20 Prozent ungünstiger als der Weltstand. Für den Bereich „kleiner als der nationale Standard“ gibt es keine Begrenzung.

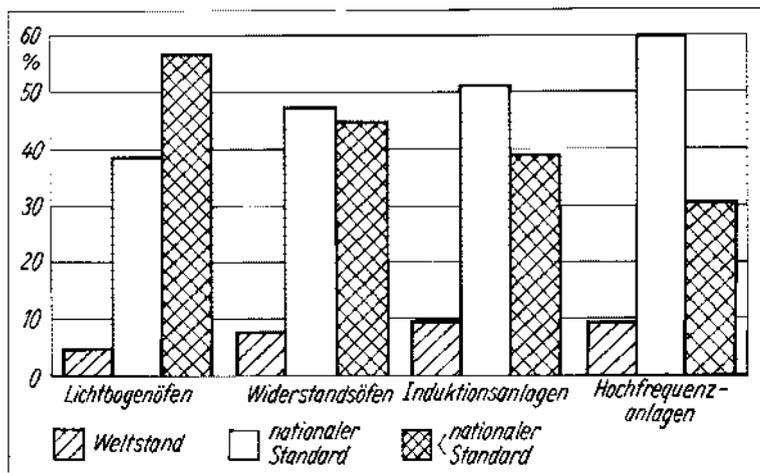


**Bild 34** Technischer Stand der Energieumwandlungsanlagen in der ehemaligen UdSSR 1986

These 7: Auch die Energieanwendungsanlagen vor allem in der Industrie haben einen sehr niedrigen technischen Stand, verbunden mit einem hohen Energieverbrauch, wie Bild 35 - gleichfalls für die damalige UdSSR - am Beispiel von elektrischen Industrieöfen zeigt /6/. Dieser Mehrverbrauch zählte zwar ökonomisch negativ, gleichzeitig aber politisch und ideologisch positiv, da er zur Steigerung der Elektroenergieerzeugung zwang und damit der Zielerreichung des (so definierten) Kommunismus diente.

These 8: Energieeinsparungspotentiale ergeben sich in Osteuropa aber nicht nur durch eine Verbesserung der energetischen Parameter von Energieumwandlungs- und Energieanwendungsanlagen. Auch sehr materialintensive Produktionsweisen durch das weitgehende Fehlen materialsparender Verfahren (z. B. Pulvermetallurgie) und Konstruk-

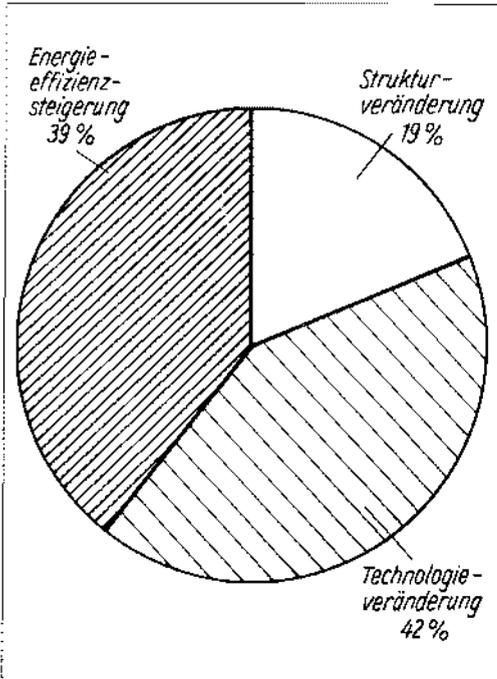
tionen (z. B. Leichtbau) erhöhen den gesellschaftlich erforderlichen Energiebedarf. Damit lassen sich auch durch Technologie- und damit verbundene Strukturveränderungen erhebliche Mengen an Energie für die Gesellschaft einsparen. In welchem Umfang die einzelnen Maßnahmegruppen am in der damaligen UdSSR 1986 vorhandenen Energieeinsparungspotential beteiligt sind, zeigt Bild 36.



**Bild 35** Technischer Stand der Elektrowärmeanlagen in der ehemaligen UdSSR 1986

Das technisch einsparbare Potential an Primärenergie der damaligen UdSSR wurde (1986) mit 60 Prozent ermittelt, was mit über 800 Millionen Tonnen SKE etwa 80 Prozent des Primärenergieverbrauchs der EU von 1987 entspricht /7/. Wie erkennbar, lassen sich durch materialsparende Technologien ähnlich hohe Energiemengen einsparen, wie sie durch energetische Effizienzsteigerungen möglich sind.

These 9: Unterstellt man Weltmarktpreise für den Energieverbrauch, dann lassen sich wegen der teilweise extrem ungünstigen technisch-technologischen Bedingungen der Energieverwendung hohe Energieeinsparungen mit spezifisch sehr niedrigen Rationalisierungsinvestitionen verwirklichen. So ergaben Untersuchungen der ökonomischen Effizienz von Energieeinsparungsmaßnahmen in der Region Moskau - durch deutsche Spezialisten - im Jahr 1994 Rückfußdauern der einmaligen Aufwendungen, die in Einzelfällen nur wenige Tage oder Wochen betragen /8/.



**Bild 36** Energieeinsparungspotential nach Maßnahmegruppen in der UdSSR

**Tabelle 1** Rückflußdauer für energetische Rationalisierungen in Moskau 1994 (Auswahl)

Maßnahme	Rückflußdauer in Jahren
Verbrennungskontrollgeräte an Kesselanlagen	0,002
Modernisierung von Industrieöfen	0,04
Isolierung von Fernwärmeleitungen	6,9
Modernisierung von Hausanschlußstationen in Fernwärmeleitungen	1,5
Einbau von Wärmemessern im Industrie- und Kommunalbereich	0,06
Nutzung von Wärmepumpen	1,4
Isolation von Kühlhäusern	0,01
Energieeffiziente Beleuchtung von Industriehallen	5,9

Quelle: THERMIE-Programm

Auffällig ist, daß Maßnahmen, die sich in Deutschland als ökonomisch sehr effizient erweisen - etwa der Einsatz von Blockheizkraftwerken oder die Isolierung von Fernwärmeleitungen -, in der Rückflußdauer verhältnismäßig ungünstig abschneiden. Das bedeutet, daß es noch zahlreiche Energieeinsparungsmöglichkeiten gibt, die wesentlich kostengünstiger sind und in Deutschland schon längst erschlossen wurden.

These 10: Die großen Einsparungsmöglichkeiten auch bei Strom lassen die Überlegung zu, den Leistungsverlust aufgrund einer vorzeitigen Abschaltung unsicherer Kernreaktoren durch die Freisetzung elektrischer Leistung mittels energetischer Rationalisierungen im Nutzerbereich zu kompensieren. Solche Rechnungen für ausgewählte Maßnahmen im Nutzerbereich für die Ukraine zeigt Tabelle 2 /9/.

**Tabelle 2** Effektivität von Maßnahmen zur Elektroenergieeffizienzsteigerung in der Ukraine

Maßnahme	Leistung in MW	in Mio. US-Dollar	in Jahren
Einsatz von Kompensations-einrichtungen	1 700 - 2 500	140 - 190	5 - 7
Anwendung hocheffizienter Lichtquellen	1 700 - 2 200	180 - 250	5 - 7
Anwendung automatischer Systeme zur Erfassung, Steuerung und Kontrolle des Elektroenergieverbrauchs	1 000 - 1 670	16 - 20	5 - 7

Quelle: Gnedoj (4. Zittauer Seminar) /10/

Wie erkennbar, könnten allein durch die vier ausgewählten Maßnahmegruppen mehrere Tausend MW elektrischer Leistung eingespart werden. Geht man von 3000 MW aus - das entspricht der Leistung von drei Tschernobylreaktoren -, dann wären diese mit Investitionsaufwendungen unter 500 Millionen US-Dollar freisetzbar. Das würde in fünf bis sieben Jahren - was sich auch verkürzen ließe - erreichbar sein. Gleichzeitig würde diese Art der Leistungskompensation die ökonomische Konkurrenzfähigkeit der ukrainischen Industrie durch Modernisierung steigern.

These 11: Eine derzeit diskutierete Lösung zur Kompensation der ausfallenden Leistung bei einer Abschaltung des Kernkraftwerks Tschernobyl ist der Aufbau eines 3000 MW-Gaskraftwerkes für etwa 3 Milliarden US-Dollar. Diese Lösung würde damit bei gleicher

Zweckbestimmung sechsfach teurer als die gemäß These 10 sein. Gleichzeitig wäre ein sehr hoher zusätzlicher Erdgasimport aus Rußland erforderlich, der den Devisenhaushalt der Ukraine während der gesamten Nutzungsdauer von etwa 30 Jahren stark belasten würde. Als besonders problematisch erscheint, daß durch diese Lösung die unzureichende Energieeffizienz der Ukraine zementiert wird, da die vorhandenen geringen Mittel zur Effizienzsteigerung durch deren Verlagerung in den Versorgungsbereich voll beansprucht würden. Deshalb sollte die Lösung gemäß These 10 so lange priorisiert werden, wie die Aufwendungen für Leistungsreduzierungen geringer als die für die Installation zusätzlicher Versorgungskapazität sind (Demand Side Management/Least Cost Planning). Dabei kann davon ausgegangen werden, daß in den Ländern Mittel- und Osteuropas noch für lange Zeit die Leistungsfreisetzung die ökonomisch (und in jedem Fall umweltmäßig) günstigere Variante sein wird.

Diese Feststellung wird auch durch die neuen Bundesländer Deutschlands dadurch unterstützt, daß noch im Jahr 1992, nachdem sehr energieintensive Produktionen (beispielsweise Kalziumkarbid, Aluminium, Kupfer) stillgelegt und andere in ihrer Kapazität stark eingeschränkt waren, der auf den Umsatz bezogene industrielle Energieverbrauch sowohl bei Elektroenergie als auch bei Brennstoffen noch um ein Mehrfaches höher als der in den alten Bundesländern war /11/.

**Tabelle 3** Energieintensitäts- und Energiekostenvergleich zwischen den neuen und den alten Bundesländern

<b>Industriehauptgruppe</b>	<b>Elektroenergieintensitätsverhältnis</b>	<b>Brennstoffintensitätsverhältnis</b>	<b>Energiekostenverhältnis</b>
Bergbau	1,52	2,51	1,40
Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe	2,35	3,79	2,45
Investitionsgüterproduzierendes Gewerbe	2,35	8,43	3,45
Verbrauchsgüterproduzierendes Gewerbe	2,00	7,63	2,76
Nahrungs- und Genussmittelgewerbe	1,51	2,43	1,88

Das hat auch entsprechende Rückwirkungen auf das Energiekostenverhältnis.

These 12: Daraus wird deutlich, welche großen Anstrengungen in der Industrie der neuen Bundesländer unternommen werden müssen, um das Niveau der Energieeffizienz in den alten Bundesländern zu erreichen. Noch größer dürften die Anstrengungen in den ehemaligen sozialistischen Staaten Mittel- und Osteuropas sein, um sich dem vergleichbaren Niveau Westeuropas anzunähern. Vor allem diesem Ziel sollte die deutsche und europäische Unterstützung dieser Länder sowohl in deren wie auch im eigenen Interesse dienen, denn sie verlängert die Nutzungsdauer der Energiereserven Europas und dient damit den zukünftigen Generationen.

- Sie entlastet die Umwelt sowohl global als auch regional und dient damit der Verbesserung und langfristigen Erhaltung der Lebensbedingungen.
- Sie unterstützt den ökonomischen Angleichungsprozeß der osteuropäischen Länder und damit gleichzeitig die ökonomische Leistungsfähigkeit ganz Europas.
- Sie reduziert die Tendenz zur Degradierung vor allem der nuklearen Weltmacht Rußlands als Energie- und Rohstofflieferant für Westeuropa.

Deshalb sollte der in der Europäischen Energiecharta /12/ als Sektorprotokoll - versteckt - enthaltene Teil „Energieeffizienz und damit verbundene Umweltaspekte“ zum Hauptanliegen der energiewirtschaftlichen Zusammenarbeit in Europa gemacht werden.

## Literatur

- /1/ H. Ann und W. Riesner: Vergleichende Betrachtungen zur Entwicklung der Energiewirtschaft in Ost- und Westeuropa. BWK 44, 1992, 9, Seiten 405 - 412
- /2/ H. Ann und W. Riesner: Vergleichende Betrachtungen zur Entwicklung der Energiewirtschaft in Ost- und Westeuropa. BWK 44, 1992, 9, Seiten 405 - 412
- /3/ H. Ann und W. Riesner: Vergleichende Betrachtungen zur Entwicklung der Energiewirtschaft in Ost- und Westeuropa. BWK 44, 1992, 9, Seiten 405 - 412
- /4/ H. Ann und W. Riesner: Vergleichende Betrachtungen zur Entwicklung der Energiewirtschaft in Ost- und Westeuropa. BWK 44, 1992, 9, Seiten 405 - 412

- /5/ Riesner, W.: Energiesparpotentiale in Osteuropa. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 43, 1993, 1/2, Seite 34 - 41
- /6/ Riesner, W.: Energiesparpotentiale in Osteuropa. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 43, 1993, 1/2, Seite 34 - 41
- /7/ M. Gattinger, I. Halbritter, W. Riesner: Ressourcen, Versorgung, Verbrauch. Buchreihe Energie in Europa, Siemens AG, Berlin und München, 1991
- /8/ European Technology for the Moscow Government as Part of the Regional Energy Plan, A Thermie Action, European Commission DG XVII, Berlin - Moscow, June 1994
- /9/ Riesner, W.: Sparsam Wirtschaften statt verbrennen - Energiesparpotentiale in Osteuropa erschließen. Handelsblatt Nr. 233 vom 4.12.1991
- /10/ Gnedoj, N.W.: Zur energiewirtschaftlichen Situation in der Ukraine, Vortrag zum 3. Zittauer Seminar zur energiewirtschaftlichen Situation in den Ländern Osteuropas vom 1. - 3. November 1993 an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Sozialwesen Zittau/Görlitz (FH)
- /11/ Riesner, W.: Energieeffizienzentwicklung in der Industrie der DDR und den neuen Bundesländern. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 45 (1995), Heft 9, Seite 574 - 578
- /12/ Böge, U.: Der Europäische Energiecharta-Vertrag, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 44, 1994, 12, Seite 762 - 765

## **Anschließende Diskussion**

*Leitung: Dr. Peter Hampe, Akademie für politische Bildung, Tutzing*

In einer ersten Runde nach den Referaten von Jurgis Vilemas und Vigen Chitechian ging es vor allem um das Problem der Nichtbezahlung von Stromrechnungen und um die finanziellen Probleme der Stromkraftwerke, die sich daraus ergeben.

Jurgis Vilemas erläuterte, daß etwa 30 Prozent der Stromrechnungen nicht bezahlt werden. Nichtzahler seien weniger die Haushalte, die einfach nicht zahlen können, sondern vor allem staatliche oder auch private Firmen sowie andere Institutionen, die wiederum ihnen zustehende Mittel nicht erhalten. Das Ganze lasse sich am ehesten mit fehlender Disziplin in einer Phase des wilden Kapitalismus erklären. So werde auch vielfach versucht, den Strom vor den Stromzählern abzuzapfen. Die eingesetzten Kontrolleure wiederum seien zum Teil korrupt und machten mit den Verbrauchern gemeinsame Sache. Letztendlich müsse der Staat die Fehlbeträge abdecken. Wie man das Problem in den Griff bekommen könne, sei immer noch unklar.

Vigen Chitechian ergänzte, daß man in Armenien das Problem inzwischen durch die Modernisierung des Strom- und Zahlungssystems gelöst habe. Die Industrie zahle inzwischen vollständig, sonst werde der Strom abgeschaltet. Auch die übrige Bevölkerung zahle zu 60 bis 80 Prozent. Aus vergleichbaren Gründen habe man die zentrale Gasversorgung der Haushalte abgeschafft und durch Gasdruckballons ersetzt. 1000 Kubikmeter Gas kosten 80 Dollar. Wer sich das nicht leisten könne, müsse mit Holz oder Kerosin heizen.

Nach den Referaten von Werner Gumpel und Wilhelm Riesner wurde in einer zweiten Runde eine Reihe zusätzlicher Aspekte kontrovers diskutiert. Vigen Chitechian begann mit der Frage, was man denn tun solle angesichts des düsteren Bildes, das die beiden deutschen Referenten gemalt hatten. Für ein kleines Land seien harte und unpopuläre Maßnahmen im Zuge einer durchgreifenden Wirtschaftsreform und erheblicher struktureller Veränderungen der Ausweg aus der Sackgasse. Für einen Flächenstaat wie Rußland sei dies aber alles viel schwieriger und zeitraubender. Es helfe weder tiefer Pessimismus noch die Hoffnung, daß alles von selbst wieder ins Lot komme. Ebenso wenig könne der Westen die Rolle eines bloßen Zuschauers oder Kommentators übernehmen.

Jurgis Vilemas ging auf Aspekte des Energiesparens ein und verwies darauf, daß es nicht ausreicht, das Problem zu verstehen. Man müsse vielmehr nach praktischen Lö-

sungen suchen. Theoretisch sei es ja richtig, daß man ein riesiges Energieeinsparpotential habe und nur einige Milliarden investieren müsse, um jene Mengen an Strom einzusparen, die beim Abschalten von Kernkraftwerken entfallen würden. Aber gerade die Kernkraftwerke seien die technisch modernsten Anlagen. Der deutsche Referent habe ja selbst den desolaten Zustand der übrigen Energiewirtschaft in Rußland beschrieben. Dies sei Realität, auch wenn es sich sehr pessimistisch anhöre. Wie könne man es sich in dieser Situation leisten, auch noch Kernkraftwerke abzuschalten?

Weitere soziale und wirtschaftliche Probleme gäbe es bei der Fernwärme. Vor allem kleinere Republiken könnten das alte System nicht aufrechterhalten, weil die Häusersubstanz im Vergleich zu den im Westen üblichen Werten nur über eine geringe Wärmedämmung verfüge. Auch hier bestehe riesiger Investitionsbedarf.

Auf die Frage, ob es hilfreich wäre, in Rußland mit mittlerer Kohletechnologie zu arbeiten, antwortete Werner Gumpel, daß die Aussichten für die russische Kohlewirtschaft generell schlecht seien, auch weil ein Großteil der Kohle geringen Heizwert habe und sehr schwefel- und aschehaltig sei. An allen Ecken und Enden ist Modernisierung notwendig. Als erster Schritt sei in jedem Fall die Anhebung der Energiepreise zu empfehlen.

Wilhelm Riesner äußerte sich recht illusionslos auf die Frage, ob die europäische Energiecharta auch die Steigerung der Energieeffizienz im Auge habe. Primär ginge es bei dieser Charta um Energielieferungen von Ost- nach Westeuropa. Um die Energieeffizienz zu verbessern sei eine politische Lösung erforderlich (Vorfinanzierung der Investitionen). Hierfür gäbe es aber keine Lobby und zu wenig Aktivitäten.

Wilhelm Riesner erinnerte an seine Einschätzung der Energieeinsparpotentiale und der dafür erforderlichen Investitionen. Dies sollte man noch einmal nachprüfen und dann konkret an die Frage der Umsetzung - insbesondere Zeitbedarf und Finanzierung - herangehen. Wenn es der Ukraine möglich sei, zum Beispiel drei Milliarden US-Dollar für ein Gasturbinenkraftwerk zu beschaffen, müßte es doch auch möglich sein, Mittel für eine Strategie aufzubringen, das Problem ausreichender Energieversorgung teilweise durch Einsparung zu lösen.

In der nächsten Diskussionsphase wurde auf den fehlenden Wettbewerb in den osteuropäischen Staaten und auf den damit verbundenen Mangel an Kundenorientierung hingewiesen. Der Umgang mit Energie im Osten müsse auch unter Aspekten des Weltklimaschutzes gesehen werden. Schließlich wurde mehrfach - insbesondere mit Blick

auf die Ukraine - darauf hingewiesen, daß man zwar häufig von Energieeinsparung rede, aber nicht handele. Unterschiedlich kommentiert wurde, ob eine Beschreibung der energiewirtschaftlichen Fakten, wie sie insbesondere Werner Gumpel vorgenommen habe, im Sinne eines offenen Meinungs austausches hilfreich oder Ausdruck westlicher Arroganz sei, die unberücksichtigt lasse, daß gerade in Sachen Kernenergie in technischer Hinsicht von Hoffnungslosigkeit keine Rede sein könne.

Auf die Frage, ob sich westliche Unternehmen in der russischen Energiewirtschaft finanziell engagieren sollten, antwortete Werner Gumpel, daß er darin zur Zeit keinen Sinn sähe, auch nicht in der Erdölindustrie. Westliches Engagement führe nur zur Verfestigung der desolaten Situation. Es sei erst sinnvoll, wenn grundsätzliche Änderungen in der Gesamtpolitik erfolgt seien und damit ein Mehr an politischer und rechtlicher Stabilität gewährleistet werde.

Vigen I. Chitechian argumentierte demgegenüber, daß man nicht vor lauter Pessimismus den Kopf in den Sand stecken dürfe. Man müsse vielmehr schnell und entschlossen handeln. Im übrigen sei schon sehr viel geschehen, um sich von Lenins bekannter Ideologie (Kommunismus = Sowjetmacht + Elektrifizierung) zu lösen. Um die erforderlichen Strukturveränderungen in der Energiewirtschaft durchzuführen, sei insbesondere technische Hilfe notwendig.

Jurgis Vilemas nannte die vorgetragenen Beschreibungen der energiewirtschaftlichen Situation in den Nachfolgestaaten der Sowjetunion eine Momentaufnahme im schwierigen Übergangsprozeß. Man könnte auch das Beispiel eines schwer erkrankten Organismus heranziehen, der geraume Zeit braucht, um von selbst wieder zu gesunden. Denn auch beim kranken Menschen helfe die Medizin nur in einem gewissen Umfang. Litauen sei früher als Rußland und andere Staaten gleichsam in ein tiefes Loch gefallen. Inzwischen habe man wieder Boden unter den Füßen. Auswege aus der schwierigen Lage werden sichtbar. Die Situation sei in allen GUS-Staaten ähnlich, nur zeitlich verschoben, allerdings in Rußland und in der Ukraine besonders schwierig. Da kann man nicht einfach nach einem Lehrbuch verfahren oder die Probleme durch Dekrete lösen. Aber so große Länder verfügten auch über erhebliche Selbsterhaltungs- und Abwehrkräfte, um sich aus der schwierigen Lage zu befreien. Das sei nur eine Frage der Zeit.

Gewiß sei es hart bekräftigen zu müssen, daß man derzeit hinsichtlich der Frage eines finanziellen Engagements westlicher Unternehmen in jenen Ländern vorsichtig sein

müsse. Erst wenn wieder einigermaßen normale Zustände herrschen und feste administrative beziehungsweise juristische Grundlagen geschaffen sind, wird der wirtschaftliche Erholungsprozeß rasch vonstatten gehen, nicht zuletzt in den Ländern mit großen natürlichen Ressourcen. Dies wird auch nicht erst in ferner Zukunft geschehen.

Vladimir Janklovich beklagte, daß in diesem Tagungsabschnitt so negativ über Rußland geredet worden sei. Er erinnerte die deutschen Kollegen daran, mit welchen Schwierigkeiten Westdeutschland konfrontiert wurde, als es die Last der Hilfe für Ostdeutschland übernahm. Die gegenwärtigen Schwierigkeiten der GUS-Staaten überträfen jene aber noch bei weitem, hatte doch die DDR den Ruf eines gut entwickelten sozialistischen Landes. Es führe überhaupt nicht weiter, wenn man nun immer wieder aufliste, wie schlecht alles sei. Natürlich müsse man zur Zeit mit unzureichender Ausrüstung, auch im Reaktorbereich, arbeiten. Aber Sinn der Tutzinger Konferenz sollte es doch sein, gemeinsam darüber nachzudenken, wie man diesen Zustand am besten überwinden und inwieweit der Westen dabei helfen könne. Peter Hampe wies darauf hin, daß dies genau Gegenstand des abschließenden Konferenzteils sein werde.

Peter Hampe,  
Akademie für Politische Bildung Tutzing

IV. Handlungsmöglichkeiten des Westens zur Erhöhung der Reaktorsicherheit in Osteuropa -  
Statements bei der Podiumsdiskussion



## Evgenij I. Ignatenko

Meine Erläuterung beginne ich mit einem der wichtigsten Parameter für Kernkraftwerke: mit der Anzahl der außerplanmäßigen Abschaltungen durch den Reaktorschutz berechnet auf 7 000 Betriebsstunden. 1995 liegt die für Rußland von der WANO angegebene Zahl bei 0,4, für die Vereinigten Staaten bei 0,8, für die Ukraine bei 1,1 und für Frankreich bei 1,8. Leider gibt es 1995 weder Angaben für Deutschland noch für Japan. 1994 lag Deutschland jedoch bei 0,4 bis 0,5, das heißt, auf dem Niveau Rußlands. Nach diesem Parameter zählen die russischen Kernkraftwerke zu den besten. Mit dieser Aussage gebe ich zur Frage der Gewährleistung des Betriebes in russischen Kernkraftwerken eine Orientierung. Wir bemühen uns jedes Jahr, so gut wie die deutschen Kraftwerke zu sein. Jetzt befinden wir uns im Durchschnitt auf demselben Niveau. Japan hatte 1994 und in den Vorjahren die wenigsten außerplanmäßigen Kernkraftwerksabschaltungen. Daher ist es für uns der nächste Orientierungspunkt.

Eine Bestätigung für die Richtigkeit meiner Erörterung ist der Rückgang außerplanmäßiger Abschaltungen im Laufe der Jahre. 1987 lag die Zahl bei 2,92, derzeit bei 0,24. Das ist das Ergebnis planmäßiger und kontinuierlicher Arbeit für die Verbesserung der Kennziffern zur Zuverlässigkeit und Sicherheit. Wir haben in diesem Bereich ungefähr deutsches Niveau erreicht. Es war schwierig, dorthin zu kommen. Bei der derzeitigen ökonomischen Lage Rußlands sind jedoch weiterhin Probleme zu erwarten. Aber wir arbeiten und wissen sehr genau, was und wie es zu tun ist und wofür.

**Tabelle 1** Kernkraftwerke Rußland, 1994

Wert der Kernkraftwerke	6 877,8 Mrd. Rubel
Anzahl des Personals	37 636
davon technisches Personal	26 419
Elektroenergieerzeugung	97 832 Mio. kWh

Die Zahlungen für den Strom im Jahr 1994 belegen unsere besonderen Arbeitsbedingungen. Die waren schwierig und kompliziert, besonders im Sommer. Zwischen 27,6 Prozent und 76,8 Prozent der von den Kernkraftwerken gelieferten Elektroenergie wurde bezahlt. Während der vergangenen fünf Monate haben wir im Durchschnitt 80 Prozent erhalten. Das ist unserem Verständnis nach gut, aber für diese fünf Monate lag der

Geldanteil bei nur 6 Prozent. Das heißt, obwohl wir prinzipiell die Frage einer drastischen Zahlungssteigerung gelöst haben, ist der Anteil des Geldes immer noch ziemlich niedrig geblieben. Wir haben neben den Barterbeziehungen, den Wertpapiermarkt, das Wechselsystem und alles andere, was zu marktwirtschaftlichen Beziehungen gehört, für uns erschlossen.

Leider gibt es auch viele unangenehme Erscheinungen. Aber wir können die uns unterstützenden Organisationen und die Reparaturfirmen bezahlen, das heißt, wir können jetzt die weitere Entwicklung finanzieren. Im 3. Quartal 1995 wollen wir etwa 50 Millionen Dollar in die Entwicklung investieren. Das ist zwar keine sehr große Summe, sie könnte ungefähr doppelt so hoch sein: Aber es ist unmöglich, den abgeschalteten Komplex sofort in Gang zu bringen. Als die Baufirmen entstanden, wurden die Betriebe der Bauindustrie zugemacht, daher gibt es auch keinen Aufschwung. Wenn unsere großen Gelehrten auf dem Gebiet der Wirtschaftslenkung sich keine Umgestaltungen und Naturkatastrophen ausdenken, dann entsteht bei uns Zuversicht in unsere sichere Lage, und wir kommen mit unseren Aufgaben zurecht. Hierzu möchte ich sagen, daß wir für Hilfeleistungen in diesem Jahr Finanzierungen von ca. 100 Millionen US-Dollar planen.

Was die in Rußland zur Verbesserung der Kernkraftwerkssicherheit durchgeführten Arbeiten anbelangt, hatten wir bereits vor Tschernobyl ein Programm für Rekonstruktionsarbeiten. 1985 wurden anhand dieses Programms an den veralteten Blöcken mit unterschiedlicher Intensität Rekonstruktionsarbeiten durchgeführt, die nach den Ereignissen von Tschernobyl weiter verstärkt wurden. An allen Blöcken des Typs RBMK wurden vorrangige Maßnahmen realisiert, um die Möglichkeit eines Störfalls wie in Tschernobyl auszuschließen. Darunter fallen Maßnahmen zur Verringerung des positiven Dampf-Reaktivitäts-Koeffizienten, die Einführung eines zusätzlichen Schnellabschaltsystems, die Erhöhung der Wirksamkeit des Abschaltsystems, Verbesserung des Kavitations-schutzes für die Hauptkühlmittelpumpen, sowie die Einführung eines besonderen Betriebsregimes.

Leider traten mit Beginn der wirtschaftlichen Schwierigkeiten, Probleme bei der Finanzierung der technischen Umrüstung und Modernisierung auf. Ungeachtet dessen führen wir die planmäßige Rekonstruktion der Kernkraftwerke fort, vorrangig an allen russischen Blöcken der ersten Generation. Sie werden der Reihe nach über einen Zeitraum von zwei Jahren rekonstruiert.

## **Sicherheitsverbesserung der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke Rußlands**

Nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl wurden an allen Kraftwerksblöcken vorrangige Maßnahmen realisiert, um die Möglichkeit eines ähnlichen Unfalls auszuschließen. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören:

- Maßnahmen zur Verringerung des positiven Dampf-Reaktivitäts-Koeffizienten;
- Einführung eines zusätzlichen Abschaltsystems;
- Erhöhung der Geschwindigkeit des bisherigen Abschaltsystems;
- Ausschluß der Möglichkeit von Betriebsweisen, die zu einer Verringerung des Sicherheitsabstandes gegenüber Kavitation am Hauptkühlmittelempfeneintritt führen;
- Einführung eines besonderen Betriebsregimes, das eine Reihe technischer und organisatorischer Maßnahmen enthält wie die Herausgabe von Jahresberichten zum Stand der Sicherheit, auf deren Grundlage die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden Genehmigungen für den weiteren Betrieb erteilen.

Gegenwärtig wird die zweite Etappe zur Verbesserung der Sicherheit durchgeführt. Wichtigstes Ziel ist es, die in Betrieb befindlichen Kraftwerksblöcke weitestgehend mit dem entsprechenden Regelwerk zur Sicherheit in Übereinstimmung zu bringen;

- Für jeden Kraftwerksblock wurden von MINATOM Rußlands Netzpläne für die technische Umrüstung und Modernisierung entwickelt und bestätigt;
- die Durchführung dieser Arbeiten wird ständig von der Betreiberorganisation „Rosenergoatom“ überwacht.

**Tabelle 2** Betriebskennziffern der Kernkraftwerke

		1992	1993	1994
Störungen pro Block		7,32	5,7	4,4
Abschaltungen pro Block		1,86	0,96	0,90
Abschaltungen mit Ansprechen des Reaktorschutzes pro Block		1,32	0,79	0,38
Störungen nach der INES-Skala pro Block	3	0	0,07	0
	2	0,11	0,04	0,03
	1	1,04	0,96	0,41
Verfügbarkeit in %		76,2	67,2	52,6
Kollektive Dosis, Mann-Sv pro Block		—	5,7	5,1
Anzahl der Personen insgesamt, die bei Unfällen verletzt wurden		40	27	27
Anzahl von Bränden insgesamt		4	8	9

**Tabelle 3** Stand der Nachrüstmaßnahmen im Konzern Rosenergoatom

	Durchzuführende Maßnahmen	davon erfüllt	
Rekonstruktion und technische Unterstützung in Mrd. Rubel	204,0	88,7	43,5%
Maßnahmen insgesamt	269	213	79,2%
Forderungen von Gosatomnadsor insgesamt	101	73	72,3%
Forderungen der Hygieneinspektion und anderer Aufsichtsbehörden insgesamt	847	285	33,6%

Es geht bei dieser Rekonstruktion um die Verbesserung der Zuverlässigkeit und Sicherheit der Reaktoranlage, die Verbesserung des Brandschutzes und der Explosions-sicherheit, die Verbesserung der Erdbebensicherheit und des Strahlenschutzes, die Senkung der Dosisbelastungen für das Kernkraftwerkspersonal und die Umwelt, die Verbesserung der Reaktorschutzsysteme, die Gewährleistung der sicheren Lagerung

abgebrannten Brennstoffs und die Einlagerung radioaktiver Abfälle. Es werden in großem Umfang Arbeiten, bis hin zur Errichtung eines Confinements, ausgeführt. Für den Block 1 des Kernkraftwerks Leningrad werden bereits Teile des Confinements hergestellt. Die Blöcke 1 und 2 des Kernkraftwerks Leningrad werden rekonstruiert. Diese Arbeiten sind so organisiert, daß der Reihe nach Maßnahmen am abgeschalteten Block und auch das, was am laufenden Block getan werden kann, ausgeführt wird.

Auch am Kernkraftwerk Kursk werden Rekonstruktionsarbeiten durchgeführt. Zur Zeit läuft die Rekonstruktion am abgeschalteten Block 1. Wir wollen den Block 1996 nach Durchführung der Rekonstruktionsmaßnahmen wieder in Betrieb nehmen. Darüber hinaus wird der Block 2 für die Rekonstruktion abgeschaltet. Es gibt also ein klares, verständliches Programm darüber, was zu tun ist. In den russischen Kernkraftwerken wurde und wird im Vergleich zu den Kernkraftwerken Tschernobyl und Ignalina ein großer Umfang an Rekonstruktionsarbeiten ausgeführt. Deshalb schauen wir mit großer Besorgnis auf diese Kraftwerke.

Aber ich gebe Tschernobyl nicht die Schuld, da man das Kraftwerk mal angefahren und dann mal wieder abgeschaltet hat. Darum war das Personal nicht sonderlich motiviert, das Kernkraftwerk auf das entsprechende Niveau zu bringen. All' diese Tatsachen führe ich an, um die Notwendigkeit der Finanzierung in Höhe von 100 Millionen US-Dollar zu begründen.

Ob wir ausreichend investieren? Geld ist wenig vorhanden, deshalb ist eine vollständige Bewältigung der Arbeiten nicht möglich. Dank der ökonomischen Spitzfindigkeiten, die wir jetzt beherrschen und über die wir sogar Erfahrungen mit unseren westlichen Partnern austauschen, sind wir in verschiedenen Kernkraftwerken zur Auslastung von bis zu 80 Prozent statt früher 30 Prozent gekommen. Und natürlich kann die Hilfe, über die hier alle so viel reden, bei der Erfüllung der versprochenen Finanzierung eine bedeutende Rolle spielen.

Rußland arbeitet bei der Sicherheitsverbesserung der Kernkraftwerke mit internationalen Organisationen und westlichen Ländern aus der Position vollkommener Offenheit heraus zusammen. Von 1991 bis heute waren über die IAEO in fast allen Kernkraftwerken Rußlands Missionen und Postmissionen von ASSET. Es werden über die WANO Arbeiten zur Analyse und zu Planungen für die Sicherheitsverbesserung von Kernkraftwerken sowjetischer Bauart durchgeführt. Es gibt auch eine Zusammenarbeit beim Programm der EU-Kommission sowie im Rahmen bilateraler Kooperationen mit Deutsch-

land, Frankreich, Finnland und Japan. Die Zusammenarbeit mit der USA erfolgt im Rahmen der Lissaboner Initiative.

#### **Zusammenarbeit zwischen Rußland und internationalen Organisationen sowie westlichen Ländern**

- Von der IAEA wurden seit 1991 bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt in fast allen Kernkraftwerken Missionen (ASSET) entsandt (Bewertung der Betriebsereignisse).
- Es werden Arbeiten (durch die WANO) zur Analyse und zu Plänen zur Verbesserung der Sicherheit von Kernkraftwerken sowjetischer Bauart durchgeführt.
- Es gibt eine Zusammenarbeit im Rahmen der EU-Kommissionsprogramme sowie bilaterale Zusammenarbeiten mit der Deutschland, Frankreich, Finnland und Japan.
- Die Zusammenarbeit mit den USA erfolgt im Rahmen der Lissaboner Initiative.
- Die gemeinsame Untersuchung für Entwicklungsalternativen der Kernenergiewirtschaft Rußlands durch russische und US-amerikanische Experten mit Zustimmung des Vizepräsidenten der USA, Mr. Gore, und des Premier-Ministers Rußlands, W. Tschernomyrdin, geht ihrem Ende zu. In der gemeinsamen Arbeit der Experten wurde anhand modernster amerikanischer Methoden eine Liste von Sicherheitsverbesserungen festgelegt, deren Realisierung es ermöglichen würde, alle in Betrieb befindlichen Kraftwerksblöcke ihrer auslegungsgemäßen Lebensdauer entsprechend zu betreiben. Die Unrentabilität der vorzeitigen Außerbetriebnahme der in Betrieb befindlichen Kraftwerksblöcke wurde demonstriert.

Bleiben wir bei der Frage der Hilfeleistung für russische Kernkraftwerke. Darunter fallen das Programm TACIS, die Lissaboner Initiative sowie die separate Hilfe von EDF, EBRD, Japans, Großbritanniens, Finnlands, Norwegens und von Deutschland. Zwischen 1991 bis 1994 betrug die gesamte Finanzierungssumme 368 Millionen US-Dollar. Aber die tatsächliche Summe, die die russischen Kernkraftwerke erreicht hat, lag bei 19,8 Millionen US-Dollar. Wie Sie sehen, ist der Unterschied gewaltig.

Ich möchte aber nicht die Kritik üben, daß da jemand schlecht arbeitet. Es braucht - wie alles in der Energiewirtschaft - längere Zeit. Ich habe nur genannt, was bereits tatsächlich getan wurde, beziehungsweise was real an jedes Kernkraftwerk gezahlt worden ist. Zweifellos haben viele Arbeiten langfristigen Charakter. Alles blitzschnell zu bewältigen ist nicht möglich, deshalb kann sich manches erst in einem oder in zwei Jahren auszahlen. Ich denke trotzdem, daß man die Finanzierung mit einer größeren Summe als 19,8 Millionen US-Dollar gestalten könnte. Natürlich ist eine solche Situation manchmal auch dadurch zu erklären, daß man einander mißversteht. Zum Beispiel mußten wir uns bei TACIS lange Zeit aneinander anpassen. Nun hat die Arbeit angefangen Früchte zu tragen. Die Gelder von EBRD in Höhe von 76 Millionen US-Dollar sind im Februar 1995 nach zweijährigen Gesprächen bewilligt worden.

#### **Positive Momente der Zusammenarbeit**

- Anhand der durchgeführten Missionen der IAEO und der WANO wurden die Analysen bestätigt, die von den russischen Experten zur Verbesserung der Sicherheit der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke durchgeführt worden waren, sowie erforderliche Veränderungen und Netzpläne zur Modernisierung russischer Kernkraftwerke eingebracht.
- Bestätigt wurde ein annehmbares Sicherheitsniveau der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke.
- Als Ergebnis der durchgeführten Maßnahmen, die die Empfehlungen der unabhängigen Experten und die Verbesserung der gesamten Sicherheitskultur berücksichtigen, befindet sich eine Reihe der grundlegenden Betriebskennziffern für die Zuverlässigkeit und Sicherheit der russischen Kernkraftwerke auf dem Niveau der besten westlichen Kernkraftwerke.
- Bestätigung fanden die Möglichkeit und die ökonomische Zweckmäßigkeit des Betriebs der laufenden Kraftwerksblöcke bis zur Beendigung der Auslegungsliebsdauer unter Berücksichtigung der Implementierung der geplanten Sicherheitsmaßnahmen.
- Es wurde für einige Kraftwerksblöcke hinsichtlich der Lieferungen von Ausrüstungen tatkräftige Hilfe geleistet; insbesondere bei der organisatorischen Hilfe durch die GRS wurden im Kernkraftwerk Balakovo Ausrüstungen für Diagnosesysteme geliefert.

1994 konnten wir uns mit Frankreich über eine Bewilligung von 7 Millionen US-Dollar für den Erwerb der Reparaturausrüstungen und Diagnosesystemen einigen, aber bislang ist noch nichts angekommen. Hoffen wir, daß wir das Geld noch bekommen.

Ich führe das Beispiel Finnland an. Alles, was wir mit den Finnen hinsichtlich der Lieferungen an das Kernkraftwerk Kola vereinbart haben, wurde in vollem Umfang erfüllt.

Erfolgreich verläuft auch die Zusammenarbeit mit Deutschland, besonders beim Kernkraftwerk Balakovo. Es gibt eine Vereinbarung über konkrete Lieferungen, und wir sind der Ansicht, daß alle notwendigen Erzeugnisse geliefert werden.

Wir haben auch das Beispiel Japan. Japan stellt für uns einen Simulator für den WWER-1000 her, obwohl wir um einen Simulator für den WWER-440 gebeten hatten. Aber wir mußten uns mit den Wünschen Japans einverstanden erklären. Die Vereinigten Staaten haben laut Lissaboner Initiative Hilfe in Höhe von 100 Millionen US-Dollar zugesagt. Tatsächlich wurde im Zuge der langwierigen Verhandlung eine Summe von 25 Millionen US-Dollar zugesagt. Diese Hilfe ist für die Unterstützung der Operateure und für symptomorientierte Maßnahmen vorgesehen. Uns hat die Einrichtung eines rechnergestützten Krisenzentrums mit einer technischen Ausstattung nach modernstem Standard und mit einer Satellitenverbindung sehr interessiert. Leider hat sich dies hingezogen. Aus irgendeinem Grund fürchten sich die Amerikaner, uns diese Technik zu geben, und nun müssen wir sie selbst herstellen. Ich will damit sagen, daß es im Westen nichts gibt, was wir nicht auch selbst machen könnten. Gegenwärtig sind unsere Probleme wirtschaftlicher Art. Wir haben den Wunsch, in unseren Kernkraftwerken die guten Errungenschaften des Westens zu nutzen, das Beste daraus zu entnehmen und alles auf modernstem Niveau mit hoher Effektivität einzusetzen. Natürlich sehen wir in der geleisteten Hilfe einen großen Nutzen. Und wenn wir von den 380 Millionen US-Dollar jährlich 50 Millionen bekommen würden, wäre unsere Zusammenarbeit effektiver.

Ich möchte auch die Zweckmäßigkeit der zentralisierten Nutzung fortschrittlicher westlicher Technik hervorheben, etwa in einem Krisen- oder Reparaturzentrum zur Nutzung spezialisierter Geräte, fortschrittlicher Diagnosemethoden und vereinheitlichter Standards. Wir streben in den Kernkraftwerken eine Vereinheitlichung der Technologien, verschiedener Methoden und des Geräteparks für eine effektivere Nutzung der finanziellen Hilfe beim Betrieb russischer Kernkraftwerke an.

### **Negative Aspekte der Zusammenarbeit**

Zum Teil trägt die sogenannte „uneigentliche“ Hilfe des Westens politischen Charakter und ist gerichtet auf:

- Auslastung der Arbeitsplätze im Westen anstatt realer Hilfeleistungen;
- Ersatz einer realen Hilfe durch Vorschläge zur Durchführung aller möglichen Analysen, die von russischen Experten oder gemeinsam mit westlichen Experten bereits durchgeführt wurden; infolgedessen werden die Mittel irrational eingesetzt und Zeit verschwendet;
- falsche Informationen der Öffentlichkeit über die Größenordnung der Hilfe; insbesondere im Rahmen der Zusammenarbeit (Lissaboner Initiative) hat die Regierung der USA Hilfe in Höhe von 104 Millionen US-Dollar zugesagt, vom Kongreß wurde eine Summe von knapp 46 Millionen US-Dollar bestätigt, von denen etwa 12 Millionen realisiert wurden, obwohl einige Arbeiten im Rahmen der Lissaboner Initiative positive Momente der Zusammenarbeit beinhalten;
- Verzögerung der Termine für die Realisierung der Arbeiten;
- Diskreditierung und Verdrängung russischer Kerntechnologien vom Weltmarkt.

### **Die erfolgreiche Zusammenarbeit im Rahmen von TACIS:**

- Einrichtung eines Zentrums für die zerstörungsfreie Werkstoffkontrolle sowie die Diagnose von Ausrüstungen und Rohrleitungen;
- Einrichtung eines Krisenzentrums in der Betreiberorganisation;
- Schaffung eines gemeinsamen Betriebes zur Herstellung und Diagnose von Armaturen (Siemens-Tschachow-Werk);
- Realisierung von Projekten zur Personalschulung mit Schwerpunkt auf Verbesserung des Lieferanteils von Ausrüstungen.

### **Notwendige Schlußfolgerungen des Westens aus den Erfahrungen der bisherigen Zusammenarbeit zur Erhöhung der Effektivität**

- Die russische Industrie kann die Modernisierung der Kernkraftwerksblöcke aus eigener Kraft gewährleisten. Einer der positiven Aspekte bei der Hilfeleistung besteht in der Möglichkeit, die Durchführung der Modernisierung bedeutend zu beschleunigen. Eine derartige Beschleunigung muß auch das Endziel sein, wenn der Westen tatsächlich an der Verbesserung der Sicherheit russischer Kernkraftwerke interessiert ist.
- Bevorzugt wird die Bewilligung von finanziellen Mitteln und günstiger Kredite, da hierbei Zeitverluste für zahlreiche Vereinbarungen und der Druck der westlichen Firmen auf die Regierungen ausgeschlossen werden können.
- Bei Abschluß von Vereinbarungen zum TACIS-Programm ist bis hin zur Vergabe eines bestimmten Budgetsatzes der Kommission zur effektivsten Nutzung der begrenzten Mittel als erste Priorität die Durchführung von Projekten durch russische Institutionen zu betrachten.
- Eine der möglichen Perspektiven ist die Schaffung einer gemeinsamen Industrie in Rußland. Erforderlich ist die finanzielle Unterstützung solcher Projekte von Seiten der Regierungen westlicher Länder.
- Ein realer Weg für die Hilfeleistung bei der Modernisierung russischer Kernkraftwerke ist die Auswertung der Erfahrungen aus der bereits durchgeführten Modernisierung am Beispiel zwei oder drei „alter“ westlicher Kernkraftwerke. Der Erfahrungsaustausch zur Modernisierung ist auch für den Westen von Nutzen, da die Sicherheit der russischen Kernkraftwerke von den besten Fachleuten der ganzen Welt analysiert wurde und die in Rußland gewonnenen Erfahrungen zweifellos der Verbesserung der Sicherheit der Kraftwerksblöcke der „alten“ westlichen Kernkraftwerke (momentan ca. 140) dienen würden. Die in den 60er Jahren und die Mehrzahl der bis 1975 in Betrieb genommenen Kernkraftwerke (davon gibt es weltweit etwa 70) weisen wesentliche Abweichungen von den modernen Sicherheitsanforderungen auf. Führt man eine ernsthafte Analyse durch, würde sich herausstellen, daß viele dieser Blöcke eine größere Gefahr hinsichtlich der Sicherheit darstellen als die russischen Kernkraftwerke. Ein solcher Erfahrungsaustausch dient der tatsächlichen Verbesserung des Sicherheitsniveaus der Kernenergie in der Welt, da mehr alte Kraftwerksblöcke von der Analyse erfaßt werden.

Die Prioritäten für die weitere Zusammenarbeit mit dem Westen zur Sicherheitsverbesserung russischer Kernkraftwerke sehen wir bei TACIS beispielsweise in der Einrichtung eines Zentrums für die zerstörungsfreie Materialprüfung für die Diagnose der Ausrüstungen und Rohrleitungen und die in einem kompletten Ausrüstungskomplex, also ein einheitliches Zentrum für den Wartungsservice der Kernkraftwerke aller Beteiligten in irgendeinem der Kernkraftwerke. Das könnte sogar in der Ukraine sein. Mit der Firma Siemens kommen wir bei der Errichtung eines gemeinsamen Betriebes für die Diagnose von Armaturen sehr gut voran. Hier bedarf es gezielter Hilfe.

**Zur Lissaboner Initiative:**

- Abschluß von Projekten zu vorrangigen Maßnahmen zur Senkung des Risikos für in Betrieb befindliche Kraftwerksblöcke;
- Verbreitung von Maßnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes für das Kernkraftwerk Smolensk und andere in Betrieb befindliche Kraftwerksblöcke;
- Einrichtung eines Simulators für das Kernkraftwerk Kola;
- Beendigung des Demonstrationsprogramms für das Krisenzentrum;
- Abschluß von Projekten zur Betriebssicherheit in dem Bereich, der die Entwicklung von symptomorientierter Störfallvorschriften und Richtlinien zur Betriebsführung beinhalten.

Die Lissaboner Initiative umfaßt Initiativen zum Abschluß von Projekten zu vorrangigen Maßnahmen bei der Risikosenkung für die laufenden Kernkraftwerke, zur Verbreitung von Maßnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes für die laufenden Kernkraftwerke, zur Fertigstellung des Demonstrationsprogramms für das Krisenzentrum sowie zur Fertigstellung von Projekten zur Betriebssicherheit.

Wir sind für die Weiterentwicklung der erfolgreichen Zusammenarbeit mit deutschen Firmen unter der Schirmherrschaft des BMU und mit Koordinierung durch die GRS zur Entwicklung von Systemen zur Werkstoffkontrolle und Ausrüstungsdiagnose, eines Systems für dessen Servicebedienung solcher Systeme und für die Entwicklung von Informationsnetzen dankbar.

Die weitere Entwicklung der Zusammenarbeit mit Firmen der BRD unter der Schirmherrschaft des BMU und bei Koordinierung durch die GRS:

- Schaffung eines Systems für die Werkstoffkontrolle und die Diagnose von Ausrüstungen für das Kernkraftwerk Balakovo;
- Schaffung eines Systems für einen Bedienungsservice auf Grundlage des Konzerns „Rosenergoatom“;
- Entwicklung von Informationsnetzen.

Ich möchte feststellen: Was die Zusammenarbeit mit dem Westen insgesamt angeht, so sehe ich nicht, daß diese Hilfe das Niveau und den Betriebszustand prinzipiell verändern. Wie die Kennziffern des Betriebs von Kernkraftwerken belegen, sind sie ziemlich gut. Um sie weiter zu verbessern, sind große Investitionen und viel organisatorisches Know-how erforderlich. Laut den Ergebnissen unserer Analyse hängen 70 Prozent der Abschaltungen in unseren Kernkraftwerken mit mangelnder Organisation zusammen. Ich kritisiere mich hier selbst, aber Organisation und Verwaltung sind mit entsprechender Disziplin und Vorbereitung der erforderlichen Unterlagen verbunden.

Im vergangenen Sommer gab es Fälle, in denen das Personal über drei oder sogar mehrere Monate keinen Lohn erhalten hat. Das sind leider die Tatsachen. In diesem Jahr haben wir diese Negativerscheinung praktisch überwunden. Die Verbraucher sind uns für die von uns erzeugte Elektroenergie ungefähr 600 Millionen Dollar schuldig. Unsere Zahlungsrückstände betragen 550 Millionen Dollar. Das ist eine gewaltige Bilanz. In diesem Jahr sind wir mit den Lohnzahlungen zurechtgekommen und haben die Zahlungen für Brennstoff abgerechnet. Jetzt lastet auf uns noch die Abrechnung der Steuern. Aber da unser größter Schuldner die Regierung ist, versuchen wir, mit der Regierung ein Barergeschäft zu machen. Dem Staatsbudget sind wir 60 Millionen Dollar schuldig und dem regionalen Budget 100 Millionen. Mit den regionalen Behörden konnten wir uns einigen und rechnen nun mit Traktoren, Düngemitteln und anderen Materialien ab. Aber mit den föderalen Institutionen können wir uns nicht einigen. Es gibt Schwierigkeiten, obgleich es schon einige Tendenzen zum Besseren gibt.

Kommen wir zu der Frage hinsichtlich der Bewertung von WWER-440-Reaktoren des Typs W-213, die gestern aufgeworfen wurde. Offensichtlich gibt es hier ein Mißverständnis und Fehlbewertungen. 1994 war ich an der Arbeit der amerikanischen nuklearen

Gesellschaft beteiligt, die unterschiedliche Reaktoren bewertet haben: Sie haben anhand der Angaben von Fachleuten den Betrieb der russischen Kraftwerksblöcke mit Reaktoren des Typs W-213 in den RGW-Ländern untersucht. Sie erkannten den W-213 als einen der sichersten Reaktoren in der Welt an und empfahlen, ihn verstärkt einzusetzen. Und sie alle wissen, daß nach den Jahreskennziffern für den Kernkraftwerksbetrieb „Lovisa“ in Finnland und „Paks“ in Ungarn stets zu den zehn besten Kernkraftwerken der Welt gehören.

Zur Baubeendigung und Inbetriebnahme des Kernkraftwerks Rostov 1, des Kernkraftwerks Kalinin 3 und des Kernkraftwerks Kursk 5 wurden Äußerungen laut, daß man diese Kernkraftwerke nicht zu Ende bauen brauche, daß die Blöcke dieses Typs - wie in Rostov und Kalinin - veraltet seien und nicht dem Niveau entsprechen. Da bin ich ehrlich gesagt erstaunt, worüber diese Leute reden, denn diese Blöcke sind genau dieselben, wie sie auch in Frankreich und Deutschland betrieben werden. Unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse, und wir nutzen diese Erfahrungen ständig, stehen sie hinsichtlich der Gewährleistung von Sicherheit und Effektivität in nichts nach. Als hier der Wirtschaftsfachmann auftrat und erzählte, daß man alles sein lassen soll, können so nur Leute reden, die das Geld nicht zählen.

Am Block 1 des Kernkraftwerks Rostov wurde bereits die Kalt-Warm-Erprobung durchgeführt. Die Kosten für einen solchen Block betragen nach westlichem Maßstab 2 Milliarden Dollar. Und um den Block anzufahren, muß man 80 Millionen US-Dollar investieren. Wir werden das Geld natürlich finden und den Block anfahren. Wir sind im Prinzip als Konzern in der Lage, jährlich 200 Millionen US-Dollar für die Entwicklung auszugeben. Benötigen würden wir aber 600 Millionen Dollar pro Jahr. Block 3 des Kernkraftwerk Kalinin ist zu 60 Prozent fertig, und um ihn fertigzubauen, benötigt man 200 Millionen US-Dollar. Wir arbeiten daran, eine Firma als Investor zu gewinnen. Im Kernkraftwerk Kalinin sind sämtliche Ausrüstungen vorhanden, und wir müssen nun den Betrieb finanzieren. Die Firma überredet uns, für 150 Millionen US-Dollar Ausrüstungen zu kaufen, dann würde sie uns einen Kredit von 200 Millionen US-Dollar geben. Selbstverständlich ist ein solches Geschäft für uns nicht annehmbar. Wäre der Kredit 1 : 5, - 1 Dollar für Euch und 4 für uns -, wären wir vielleicht einverstanden. Wir haben 1995 20 Millionen Dollar investiert, um den Bau wiederaufzunehmen und den Block auf den Betrieb vorzubereiten.

Beim Block 5 des Kernkraftwerks Kursk vom Typ RBMK wird die Lage durch Tschernobyl erschwert, egal wie sicher wir die Kraftwerke auch machen würden. Daher versu-

chen wir, in diesem Kernkraftwerk auf hohem technischen Niveau zu arbeiten und dabei Emotionen auszuschließen. Daß wir die Blöcke des Typs RBMK auf ein modernes Sicherheitsniveau gebracht haben, kann man am Beispiel der langfristigen Arbeit der Internationalen Kommission zur Überprüfung des technischen Zustandes an Block 3 des Kernkraftwerks Smolensk bestätigen. Die Kommission kam zu dem Schluß, daß sich der Block auf dem Niveau modernster technischer Anforderungen befindet, besondere Vorbehalte zu diesem Reaktortyp gab es nicht. Natürlich schaffen wir an allen RBMK-Blöcken Confinements und alles, was für die Gewährleistung der Sicherheit erforderlich ist. Den Block 5 des Kernkraftwerks Kursk werden wir auch mit einem Confinement ausrüsten und planmäßig in Betrieb nehmen.

Wir entwickeln auch Kernkraftwerke der neuen Generation vom Typ NP-500 (640 MW) und NP-1000 (WWER-1000) neuer Bauart. Was den NP-500 anbelangt, bin ich der Meinung, daß sich in den anderen Ländern nur wenige Blöcke finden lassen, die ein so hohes Sicherheitsniveau haben. Wir haben dieses Projekt sogar der GRS in Deutschland zur Bewertung geschickt, und ich habe sie so verstanden, daß die deutschen Experten es als einen modernen perspektivreichen Kraftwerksblock befürwortet haben. Wir entwickeln zur Zeit auch eine Schiffsvariante und projektieren ein schwimmendes Kernkraftwerk mit einer Leistung von 100 MW. Es liegen viele Betriebserfahrungen vor, hunderttausende Betriebsstunden von Ausrüstungen, nicht ausgelastete Industriekapazitäten.

Nun möchte ich etwas zum Thema Tschernobyl sagen. Ich habe vom ersten Tag nach den Ereignissen an zwei Jahre lang dort gearbeitet. Daher ist mir dieses Thema vertraut und liegt mir mit allen Negativ- und Positiverscheinungen sehr nahe. Ich habe die Vorträge von Herrn Kellerer und Herrn Kopchinsky mit Genugtuung angehört. Es waren sehr ausgewogene und sachkundige Vorträge, die Schlußfolgerungen sind in etwa dieselben wie die der Internationalen Kommission von 1991.

Leider wurden diese Ergebnisse nicht einmal in der Ukraine veröffentlicht, da diese Frage politisiert wurde. Es ist gut, daß nun gemäß der Erörterung von Herrn Kopchinsky eine Konzeption vorliegt, anhand derer man vorgehen muß. Ich möchte lediglich die Aufmerksamkeit für das Problem des Plutoniums, das bei der Havarie in den Boden gelangt ist, verstärken. Die Rede ist von der Aufbereitung der oberen Bodenschicht bis zu einer Tiefe von zwei Zentimetern oder eventuell von einem halben Meter ab der Oberfläche. Letzteres entspricht einer Bodenabtragung in der Größenordnung von 50 Millionen Kubikmetern. Das ist eine schwere Arbeit, aber mit der modernen Technik

machbar und würde die Kernenergiewirtschaft rehabilitieren. Denn so wäre klar, daß wir in der Lage sind, die radiologische Situation auf den Stand zu bringen, der vor dem Unfall existierte. Man kann auch andere Methoden anwenden. Wir untersuchen z.B. Elektrophoreseverfahren. Insgesamt handelt es sich um eine prinzipielle Frage, die uns immer bewegen wird. Aber woher das Geld nehmen? Im Prinzip könnte man vorschlagen, für zehn Jahre Abgaben in Höhe von 1 Prozent der Produktionskosten von allen Kernkraftwerken der Welt zu nehmen, so daß wir in der Ukraine mit dieser Aufgabe zurechtkommen können. Aber das muß man genau durchrechnen. Da wir uns hier nicht ausschließlich zu einem technischen Forum versammelt haben, sondern auch zu einem politischen, bin ich der Auffassung, daß die Säuberung dieses Territoriums eine politische Frage für die gesamte Kernenergiewirtschaft darstellt und somit diese Fragestellung berechtigt ist. Beeilen muß man sich mit der Lösung nicht, alles muß überlegt getan werden, mit Ruhe und gut durchdacht. Auch die Schaffung eines zweiten Sarkophags muß genau vorbereitet werden. Vor allem werden keine gigantischen Objekte benötigt. Man muß nur ein geschlossenes leichtes Gebäude mit entsprechender Ausstattung schaffen. Alles muß genauestens durchdacht werden. All' das, was für den dichten Abschluß getan wird, ist richtig. Es muß nach dem Sprichwort laufen - „Erst wägen - dann wagen!“.

Zur Energieversorgung werde ich mich nicht äußern, denn die Situation ist klar. Hiermit beende ich meinen Vortrag und bin bereit, auf Ihre Fragen zu antworten.

## **Wulf Bürkle**

Mit der Öffnung der Grenzen zu den Ländern Mittel- und Osteuropas einschließlich derer zu den Ländern der GUS hat sich der Gedankenaustausch zu Fragen der Reaktortechnik und insbesondere der nuklearen Sicherheit entscheidend intensiviert.

Beim Austausch der Erfahrungen und Vorstellungen über den Sicherheitsstandard waren sich die Fachleute in Ost und West relativ früh darüber einig, welcher Sicherheitsstandard zwischen ihnen als akzeptabel anzusehen sei. Daher will ich hier nicht erörtern, warum die Sicherheitseinrichtungen bei den WWER-Anlagen nicht dem Niveau der westlichen Anlagen entsprechen. Es sind dies im wesentlichen politische und eventuell wirtschaftliche Gründe. Die Ursache liegt jedenfalls nicht darin, und das möchte ich betonen, daß die Kernkraftwerke etwa mit unzureichender Sachkenntnis, Inkompetenz oder gar Ignoranz geplant werden. Im Gegenteil, wir haben unsere Gesprächspartner in den Ländern Mittel- und Osteuropas mit einem fundierten technischen Wissen auf hohem Niveau kennengelernt, die sich der zu beherrschenden Risiken in der Kerntechnik wohl bewußt sind.

Was in den Ländern fehlte, war eine politisch motivierte Sicherheitskultur und Bereitstellung von Mitteln, die beispielsweise in den westlichen Ländern und dabei speziell in Deutschland dazu geführt haben, daß die Anlagen regelmäßig auf ihren sicherheitstechnischen Status überprüft werden und gegebenenfalls gemäß dem neuesten Stand der Technik nachzurüsten sind.

Nicht zuletzt ausgelöst durch die Erkenntnisse aus den Folgen der Katastrophe in Tschernobyl wurde der Welt vor Augen geführt, wie großflächig die Schadensauswirkungen eines unbeherrschten Unfalls sein können. An diese Erkenntnis, die uns 1989 im Jahre der Grenzöffnung sehr bewußt war, sei noch einmal erinnert, wenn wir uns fragen, aus welchen Gründen die westlichen Länder die Initiative ergriffen haben, um Hilfsprogramme zur Unterstützung und Verbesserung der kerntechnischen Anlagen in Rußland und den mittel- und osteuropäischen Ländern zu starten. Man könnte heute zur Ansicht gelangen, daß bei manchen politischen Handelnden dieser Eindruck zu verblissen beginnt.

Damals schon ergaben erste Abschätzungen über den Umfang der Hilfsprogramme die klare Erkenntnis, daß diese Aufgabe für ein Land oder auch für eine Region allein nicht zu bewältigen war. Hier konnte nur die Gemeinschaft aller Industriestaaten zusammen

wirksame Lösungen für sicherheitstechnische Verbesserungen unternehmen. Ich erinnere daran, daß damals ein Umfang von etwa 15 Milliarden DM abgeschätzt wurde (manche Schätzungen gingen bis über 20 Milliarden DM), um die notwendigen Verbesserungen in der Sicherheitstechnik an WWER-Anlagen vorzunehmen. Diese Angabe bezog sich im übrigen auf alle drei Typen von WWER-Anlagen und zwar die beiden kleinen 440 MW-Anlagen - das heißt die 230 MW-Anlagen als älterer Typ, und die 213 MW-Anlage als Weiterentwicklung und daher neuer Typ - sowie auf die größeren Anlagen, das heißt den Typ 320 mit 1000 MW. RBMK waren aus dieser Schätzung ausgeschlossen, da überhaupt keine wirtschaftliche Basis gesehen werden konnte, wie bei diesen Reaktoren mit erträglichem Aufwand eine wirksame Sicherheitsverbesserung erzielt werden konnte.

Die gigantische Größe der Aufgabe wird kaum geringer dadurch, daß gemäß der Abschätzung nur etwa ein Viertel des Aufwandes für Nachrüstungen in die Länder importiert werden muß und drei Viertel des Umfanges von den Ländern selbst erzeugt werden kann. Diese Aussage kann jedoch illustrieren, daß in diesen Ländern eine leistungsfähige Kraftwerkstechnik und insbesondere Kernkraftwerkstechnik existiert. Dies gilt insbesondere für Rußland, das im Grunde alle Aufgaben, die zur Erhaltung und Durchführung von sicherheitstechnischen Verbesserungen der Anlagen erforderlich sind, selbst durchführen kann, mit der Ausnahme etwa moderner Sicherheitskontrollsysteme (Leittechnik). Es fehlt aber vor allem an Geld und an der wirtschaftlichen Rentabilität, wenn diese Aufgaben nicht in Angriff genommen werden.

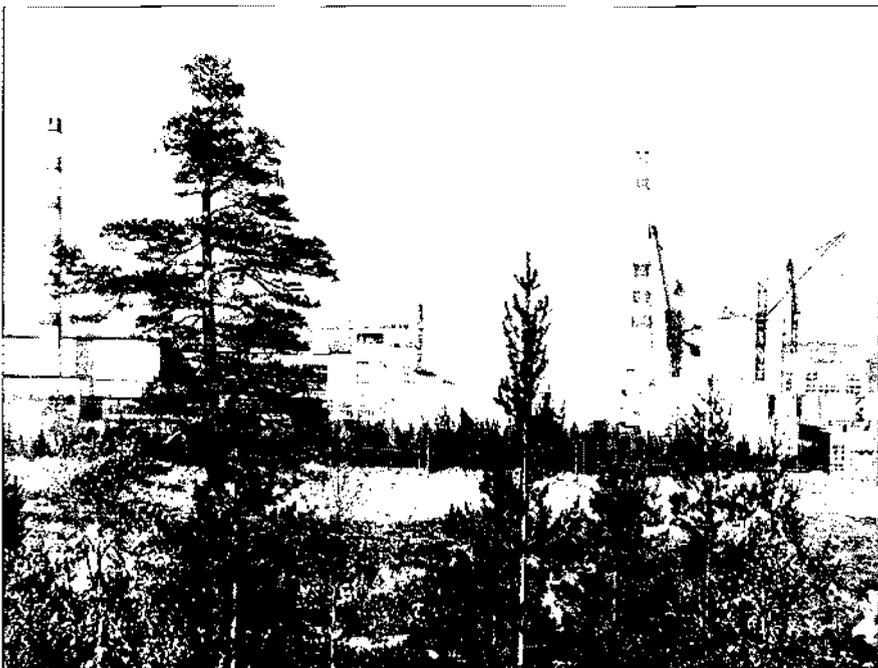
Es ist viel darüber diskutiert worden, ob die beschlossenen Hilfsprogramme - ich erinnere hier an die Programme der Europäischen Union TACIS und PHARE, an die Programme der G7-Länder, „Nuclear Safety Account“, sowie an die vielen bil-



**Bild 37** Steuerpult des Kernkraftwerkes Kola, Murmansk, Rußland

teralen Programme der einzelnen Länder - als nennenswerte Hilfe einzustufen sind. Aber immerhin sind von 1991 bis 1995 allein für die Russische Föderation von allen Ländern insgesamt 273 Millionen ECU, das entspricht über 500 Millionen DM, an Budget bereitgestellt worden, um Unterstützungen verschiedenster Art zu gewähren. Für alle Projekte der nuklearen Sicherheit sind bis heute (1990 bis 1994) fast 370 Millionen ECU, das sind annähernd 580 Millionen DM, bereitgestellt worden.

Dennoch erscheinen diese Mittel im Vergleich zu den abgeschätzten Zahlen gering, wenn man die notwendigen Aufwendungen dagegen hält. Auch läßt sich streiten, ob das Geld immer für den richtigen Zweck ausgegeben wurde. Beispielsweise wurden am Anfang zu viel Mittel dazu verwendet, um von westlichen Organisationen Studien durchführen zu lassen, wie die sicherheitstechnischen Einrichtungen der WWER-Reaktoren denn zu beurteilen seien und welche Maßnahmen zu ihrer Verbesserung am wirksamsten sein würden. Dabei wurde auch viel Geld dafür verwendet, um bei diesen Organisationen überhaupt erst einmal das Know-how aufzubauen, damit kompetente Studien durchgeführt werden konnten. Viel zu spät wurde erkannt, daß ein Großteil dieser Aufgaben beispielsweise von russischen Organisationen selbst viel besser hätte durchge-



**Bild 38** Kernkraftwerk Kola in der Region Murmansk

führt werden können und darüber hinaus das Geld sinnvoller für Hardware-Lieferungen eingesetzt worden wäre. Aber immerhin - es wurde die Notwendigkeit der Hilfe nicht nur erkannt, es wurde einiges unternommen.

Und hier gibt es einen ersten Ansatzpunkt für zukünftiges Handeln. Zukünftige Hilfsprogramme sollten sich darauf konzentrieren, zunächst den laufenden Betrieb der Reaktoren zu verbessern. Dies geschieht zweckmäßigerweise einmal durch die Bereitstellung von Ersatzteilen und kann zum anderen durch die Verbesserung der Betriebsvorschriften, durch Ausbildung des Betriebspersonals, durch Erfahrungsaustausch mit Patenschaften und durch ständiges Training mit Hilfe von Simulatoren erfolgen.

Ein weiteres Gebiet ist die Ertüchtigung der Industrien zu verstärkter Selbsthilfe. Durch Ergänzung östlicher Kenntnisse durch westliche Erfahrungen können Produzenten beispielsweise zu höherer Produktivität hin entwickelt werden. Weiterhin geht es um die Verbesserung von Fertigungseinrichtungen und die Gründung von Joint Ventures mit westlicher Unterstützung, um geeignete Produkte für sicherheitstechnische Einrichtungen herstellen zu können. Obwohl diese Überlegungen nicht ganz neu sind, so müssen wir doch heute feststellen, daß sie bisher kaum zur Durchführung gelangten. Dies liegt zum Teil daran, daß - wie schon erwähnt - die verfügbaren Budgets kleiner ausgefallen sind als der Bedarf.

Andererseits waren Zuschüsse aus TACIS, PHARE und dem Nuclear Safety Account immer nur als erster Schritt für weitergehende Verbesserungen aufgrund der eigenen Programme in den einzelnen Ländern gedacht. Letztlich können die Modifikationen in den Anlagen, also die eigentliche Durchführung der sicherheitstechnischen Nachrüstungen, ohnehin nur in der Verantwortung der Länder erfolgen, und nicht alles kann durch Zuschüsse (grants) geregelt werden.

Weitere Mittel können daneben nur als Zuschüsse in Form von Darlehen, beispielsweise von EURATOM, der Europäischen Investmentbank, der European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) und der Weltbank bereitgestellt werden. Alle Hilfen der westlichen Länder, so großzügig sie auch bemessen sein mögen, können immer nur eine Hilfe zur Selbsthilfe sein.

### **Handlungsmöglichkeiten**

Was kann heute getan werden, um angesichts der vorliegenden Erfahrungen aus den vergangenen Jahren die Durchführung der Hilfsprogramme nicht ins Stocken geraten

zu lassen, sondern vielmehr mindestens auf dem hohen Niveau beizubehalten oder möglicherweise sogar auszuweiten?

Hierbei scheinen mir zwei Zielrichtungen bisher vernachlässigt worden zu sein. Die erste Zielrichtung sehe ich in der verstärkten Einschaffung der Industrie oder - soweit noch nicht privatisiert - staatlicher Stellen in den Empfängerländern bei der Planung und Durchführung von Sicherheitsmaßnahmen. Die dabei von ihnen durchzuführenden Aufgaben sind zu begleiten durch Management-Unterstützung, also Führungskräfte-schulung, und durch Unterstützung aus den westlichen Ländern im Bereich von Engineering-Aufgaben, um so gemeinsam zu höchster Wirksamkeit der vorgesehenen Verbesserungen zu kommen. Verstärkt ist Wert darauf zu legen, daß in die betroffenen Anlagen Hardware in Form von Nachrüstungen eingebaut wird, wobei dafür ein höchstmöglicher Umfang in den Ländern selbst erzeugt werden muß. Auch hierfür sollte Unterstützung aus den Hilfsfonds gewährt werden. Auch die notwendigen Joint Venture zwischen westlichen und östlichen Firmen sollten durch die Mittel der Hilfsprogramme gefördert werden. Östliche Länder andererseits sollten selbst durch die politischen Entscheidungen die Gründung solcher Joint Venture begünstigen.

Es war bisher das Ziel, einen abgestimmten Sicherheitsstandard überwiegend durch Studien und Überlegungen der westlichen Länder zu definieren. Daher ist bisher auch ein Teil der zur Verfügung stehenden Mittel zur Bearbeitung dieser Aufgabe in westliche Organisationen geflossen. Heute müßte es darauf ankommen, einen pragmatischen Sicherheitsstandard der WWER dadurch zu erreichen, daß mit dem heute verfügbaren Wissen auf beiden Seiten beispielhaft einzelne Anlagen in den jeweiligen Ländern ertüchtigt werden. Hierzu müßte auf Vorschlag der beteiligten Industrie von den Sicherheitsbehörden der betroffenen Länder sowie der Geberländer der geplante Nachrüstungsumfang und seine Durchführung sowie die dabei praktizierte Arbeitsteilung akzeptiert werden, was dann beispielhaft für weitere Nachrüstungen von nachfolgenden Anlagen sein kann.

Diese Vorgehensweise hätte den Vorteil, daß sie die Unterstützung auf ein Projekt konzentrieren und dabei deutlich erkennbar zu einer wirklichen sicherheitstechnischen Verbesserung führen könnte.

Bei der Durchführung wären ebenso im größten Umfang nationale Organisationen mit ingenieurtechnischem, fertigungstechnischem und vor allem prüftechnischem und

genehmigungstechnischem Umgang einzusetzen. Das würde allerdings bedeuten, daß in die Länder beträchtliche Gelder zur Durchführung dieser Arbeiten zu transferieren sind.

Bei all' diesen Überlegungen ist schließlich jedoch zu beachten - vor allem dann, wenn es um Unterstützung durch Kredite geht -, daß - bei allem Interesse für sicherheitstechnische Verbesserungen - der wirtschaftliche Hintergrund nicht vernachlässigt wird. Bekanntlich ist ein Teil der WWER-Reaktoren bereits in die Nähe ihrer Auslegungsliebensdauer gelangt, das heißt sie werden voraussichtlich nur noch wenige Jahre (etwa fünf) im Betrieb sein. Für diese Reaktoren läßt sich nicht der gleiche Nachrüstumfang vertreten wie für Anlagen, die vielleicht noch zehn, 15 oder gar 20 Jahre im Betrieb sind. Andererseits lassen sich diese Reaktoren auch nicht früher abschalten und so ohne weiteres Ersatz beschaffen, insbesondere bei der heutigen ökonomischen Situation dieser Länder. Hier muß ein Kompromiß beim Vorgehen erreicht werden, der sich gegebenenfalls auf die unabdingbar und offenkundig notwendigen sicherheitstechnischen Verbesserungen konzentriert, aber auch beschränkt.

## Norbert Josten

Bevor ich die Programme der Europäischen Union (EU) vorstelle, möchte ich kurz den politischen Rahmen darstellen.

Die Besorgnis der EU über die nukleare Sicherheit in den ehemaligen Ostblockländern hat sich bisher in verschiedenen Formen dargestellt. Das Thema nukleare Sicherheit und Hilfe für den ehemaligen Ostblock - insbesondere für die Reaktoren sowjetischer Bauart - ist auf verschiedenen Sitzungen des Europäischen Rates behandelt worden. Es wird regelmäßig im Ministerrat der EU behandelt. Ebenso finden wiederholt Debatten und Diskussionen im Europäischen Parlament statt. Ein weiterer wichtiger politischer Rahmen ist die Gruppe der G7, in der seit dem Gipfel in München 1992 das Thema nukleare Sicherheit im Osten eine wichtige Rolle spielt.

Auf der anderen Seite haben diese politischen Gremien immer wieder mit Genugtuung zur Kenntnis genommen, daß die betroffenen Regierungen bereit sind, die angebotene Hilfe zu akzeptieren und auch selbst Maßnahmen für eine Verbesserung der Lage zu ergreifen.

Auf dem G7-Gipfel in München wurde ein Aktionsprogramm angenommen, das die Rahmenbedingungen geschaffen hat, unter denen wir bis heute arbeiten. Dieses Programm berücksichtigt die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und die allgemeinen energiepolitischen Aspekte. Zu den Reaktoren sagt das Programm aus, daß für die weniger sicheren Anlagen - vor allem die RBMK- und die WWER-440/W-230 Reaktoren - keine langfristigen Verbesserungsmaßnahmen finanziert werden sollen. Die Reaktoren neuerer Bauart, das heißt der Bauart WWER-440/W-213 und WWER-1000, sind für den langfristigen Betrieb nachrüstbar. Die notwendigen Nachrüstmaßnahmen sollen aber weitgehend durch Eigenmittel oder durch Kredite finanziert werden.

Welche Mittel hat jetzt die EU konkret zur Verfügung gestellt? Zum einen gibt es die technischen Hilfsprogramme PHARE und TACIS. Das sind Programme, unter denen das Geld nicht rückzahlbar ist. Größenordnungsmäßig sind bisher seit 1991 für PHARE und TACIS zusammen pro Jahr ungefähr 100 Millionen ECU bereitgestellt worden.

Darüber hinaus hat die EU im Jahre 1994 durch die Erweiterung des Anwendungsbereiches der EURATOM-Darlehen auf Osteuropa und auf die ehemalige Sowjetunion

Kreditmöglichkeiten für Investitionen geschaffen. In diesem Rahmen stehen 1100 Millionen ECU zur Verfügung. Bis heute ist allerdings noch nichts davon ausgezahlt worden. Für den Reaktor Mochovce wurde ein Darlehen in Erwägung gezogen. Andere Projekte sind in Vorbereitung. Im Jahr 1994 wurden auf dem EU-Gipfel in Korfu im Rahmen des Aktionsprogramms für die Ukraine 400 Millionen ECU als EURATOM-Darlehen für die Fertigstellung von WWER-1000 Blöcken in Rovno und Khmel'nitsky angeboten.

In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, daß in Korfu ebenfalls für die Ukraine im Rahmen dieses Aktionsprogramms 100 Millionen ECU bereitgestellt wurden. Dieses Aktionsprogramm ist mit der Ukraine in der Diskussion; wir wissen im Augenblick noch nicht, wie das endgültige Ergebnis aussehen wird.

Die EU zahlt auch einen Beitrag in den Nuclear Safety Account bei der EBRD in London. Dort gibt es Programme für Bulgarien, Litauen und jetzt auch für Rußland.

Zu erwähnen ist auch ein EU-Beitrag für das internationale Zentrum für Wissenschaft und Technologie in Moskau.

Schließlich ist noch zu vermerken, daß die G24-Koordinierung der Osthilfe von der Kommission administrativ verwaltet wird.

PHARE und TACIS Programme haben zwei Schwerpunkte: die Stärkung der Genehmigungsbehörden (12 % der Mittel) und die Anlagensicherheit (65 % der Mittel).

Die Stärkung der Genehmigungsbehörden ist aus unserer Sicht ein sehr wichtiges Ziel. Konkret fördern wir den strukturellen Aufbau dieser Behörden. Wir wollen den Prozeß, der von den Ländern selbst initiiert wird, tatkräftig durch Ratschläge, Diskussionen und Ausarbeitung von Vorschlägen unterstützen. Dazu gehören die Ausarbeitung von Gesetzen und Normen, Hilfen bei technischen Gutachten für bestimmte Genehmigungsprozesse sowie das Zuverfügungstellen von Rechencodes oder die Lieferung von Büroausstattungen mit Computern und Telekommunikationsmitteln (Rußland und Ukraine).

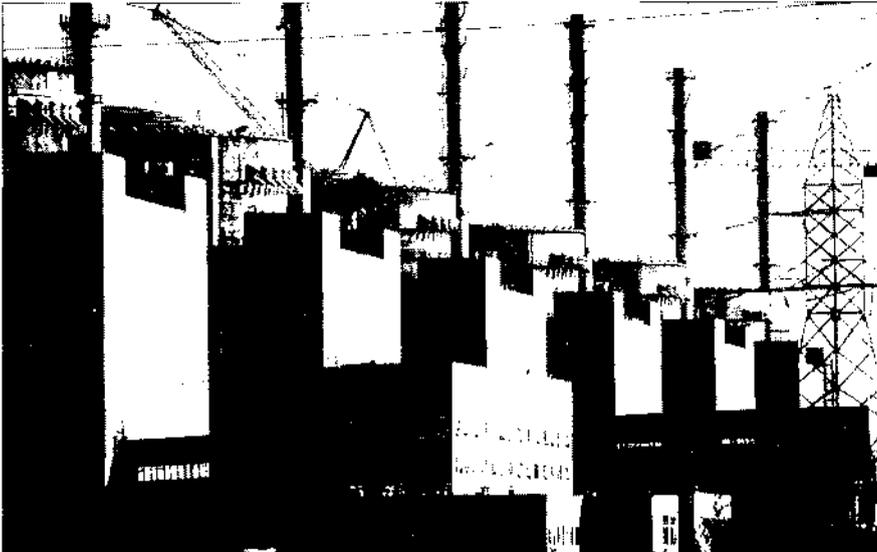
Der zweite Schwerpunkt unserer Programme ist die Betriebssicherheit der Kernkraftwerke. Studien und technische Bewertungen von industriellen Unternehmen (engineering organisations) sind ein wichtiger Bestandteil. Viele dieser Verträge wurden erst 1993 unterschrieben, nachdem im Jahr 1992 mit den russischen Organisationen ein technischer Dialog geführt wurde, um genau festzulegen, welche Aspekte untersucht werden

sollten. Alle Projekte sind vorab formell von den russischen Empfängern angenommen worden. Im Jahre 1993 begann auch die zweite wichtige Tätigkeit dieses Programmteils: die on-site assistance. Dabei wird ein EU-Betreiber mit einem Kernkraftwerk in der Ukraine und in Rußland assoziiert. Der EU-Betreiber ist permanent mit einem Team vor Ort und baut eine enge Kooperation mit dem lokalen Betreiber auf. Wir haben zehn Kernkraftwerke ausgesucht und von den EU-Betreibern zehn Expertenteams mobilisiert. Die führen zwei Arten von Hilfe aus:

1. eine Betriebshilfe von Betreiber zu Betreiber betreffend Organisation, Prozeduren, Training und Manuals
2. Durchführung konkreter Projekte mit Gerätelieferungen

Durchführung heißt: Erstellung der technischen Spezifikationen, Ausschreibung, technische Auswertung der Angebote und Überwachung der Geräteinstallation.

Bisher haben wir insgesamt 4 Millionen ECU pro Jahr und Standort zur Verfügung gestellt. Diese Art von Hilfe ist unserer Information nach sehr willkommen. Sie ist jetzt der Hauptbestandteil des Programms. Die Beteiligung deutscher EVU ist wie folgt: Biblis ist in Balakovo, Emsland ist in Kola, Neckarwestheim ist in Saporoshje. Wir haben die bestehenden WANO Paarungen natürlich ausgenützt.



**Bild 39** Kernkraftwerk Saporoshje - mit seinen sechs Blöcken vom Typ WWER-1000 das größte Kernkraftwerk der Welt.

Im Jahr 1993 war es nicht leicht, alle Firmen zur Unterschrift unter die vorgelegten Verträge zu bewegen. Grund war die Frage der nuklearen Haftung, da weder Rußland noch die Ukraine der Wiener Konvention beigetreten sind.

Mit Rußland haben wir inzwischen ein Abkommen (Memorandum of Understanding) abgeschlossen, wodurch die Frage der nuklearen Haftung für TACIS-Vertragsnehmer gelöst wird. Wir haben jetzt der ukrainischen Regierung einen ähnlichen Vorschlag für eine Zwischenlösung unterbreitet. Wir hoffen, daß wir schnell zu einem ähnlichen Abschluß kommen werden.

Jetzt kurz zu den Verfahren: Für Dienstleistungen unter 50 000 ECU unter PHARE und 300 000 ECU unter TACIS besteht die Möglichkeit der Direktvergabe. Über diese Beiträge hinaus müssen wir beschränkte Ausschreibungen mit einer Kurzliste von Firmen machen. Für Geräteelieferungen ist die offene Ausschreibung die Regel. Obgleich es öfters schwierig ist, diese Prozedur allen Empfängerländern verständlich zu machen, sind wir davon überzeugt, daß sie in den meisten Fällen zum Vorteil des Endbenutzers und des Käufers gereicht.

Bewertend kann man sagen, daß die Zusammenarbeit mit den Empfängerländern sehr intensiv ist. Die Projekte haben schon zu Technologietransfer geführt. Das wurde auch vor kurzem noch von den russischen Organisationen bestätigt, mit denen wir eine Bestandsaufnahme gemacht haben. Die Studienprojekte sind sehr hilfreich und nützlich für die Institute. Zu erwähnen ist, daß wir in diesen Verträgen normalerweise einen Untervertrag für bestimmte Organisationen in den Empfängerländern vorsehen, durch die ein Ausgleich für die Arbeit dieser Organisationen in den Projekten angeboten wird. Das ist unter den gegebenen Umständen sicherlich sehr nützlich und hilfreich.

Ein Schwerpunkt unserer Programme ist die Ausbildung. Im Rahmen der on-site assistance gibt es viele Austausche zwischen Betreibern. Ein Beispiel eines spezifischen Projekts ist die Entwicklung und Lieferung von Simulatoren. Wir haben für die WWER-440 Baureihe ein Projekt laufen, unter dem wir Anfang 1997 einen Kompakt-simulator in jedes dieser Kraftwerke liefern werden.

Erwähnen möchte ich noch eine Aktion, die wir in den Jahren 1993 und 1994 in der Ukraine durchgeführt haben: es handelt sich dabei um die Lieferung von Ersatzteilen in drei ukrainische Kernkraftwerke für jeweils 1,5 Millionen ECU. Diese Ersatzteile sind für Geräte, die ursprünglich aus Westeuropa geliefert worden sind. Die Akzeptanz der ge-

lieferten Geräte durch die Behörden ist ein wichtiger Aspekt. Bei den oben genannten Ersatzteilen hat es keine größeren Schwierigkeiten gegeben, weil diese von den Originalherstellern geliefert wurden. Bei anderen, bei neuen Geräten, ist es bisweilen zu Schwierigkeiten gekommen. Der Einbau von gelieferten Geräten wurde dadurch verzögert, daß die Behörden in den Empfängerländern die nötige Genehmigung nicht gaben. Wir müssen in Zukunft mehr darauf achten, daß die notwendigen Normen und Standards im vorab genau spezifiziert werden. Jede Verzögerung führt zu Mehrkosten.

Ein Ausblick in die Zukunft: Meiner Meinung nach sollen wir die Kooperation weiterfördern und die augenblickliche Struktur des Programms beibehalten.

Es ist allerdings offensichtlich, daß größere Investitionen nicht mit Steuergeldern der Union finanziert werden können. Größere Investitionen - vor allem in neuere Reaktoren - sollen im Prinzip von den Anlagenbetreibern selbst finanziert werden. Wir können Starthilfe leisten, wir können Kredite vorbereiten. Aber wir können mit Gratihilfen nicht darüber hinausgehen. Die Erfahrung zeigt allerdings, daß es für die betroffenen Länder wegen der wirtschaftlichen Lage schwierig ist, größere Investitionen durchzuführen. Das führt auf der anderen Seite zu der Feststellung, daß es keinen Sinn hat, zuviele technische Spezifikationen auszuarbeiten, wenn keine reale Möglichkeit besteht, die Investitionen nachher zu finanzieren. Das führt nur zu Frustration und zu Geldverschwendung. Wir müssen bei der Projektförderung realistisch vorgehen. Bei den größeren Projekten gibt es Grenzen. Ich glaube, diese Grenzen kann man nur durchbrechen, indem man die industrielle Kooperation fördert. Indem man, wie eben erwähnt wurde, auch die Produktion vor Ort in den betroffenen Ländern fördert und dadurch die Kosten reduzieren kann. Wir haben schon einige Projekte dieser Art in unserem Programm, bei denen wir die Gründung und die Arbeiten von Joint Ventures unterstützen.

## **Georg Dumsky**

Der Unfall in Tschernobyl am 26. April 1986 hat sehr drastisch verdeutlicht, daß die mangelnde Reaktorsicherheit in Osteuropa neben seinen verheerenden Folgen für die Kraftwerksumgebung auch uns im Westen beeinträchtigt. Dies betrifft den einzelnen Menschen, dies betrifft besonders die Akzeptanz der Kernenergie in Deutschland.

Erst in den Jahren danach wurde das volle Ausmaß der ungelösten Probleme bei der Kernenergienutzung im Osten transparent. Erhebliche Sicherheitsmängel werden bei den RBMK-Reaktoren vom Typ Tschernobyl und bei der alten Generation russischer Druckwasserreaktoren, den WWER-440/W-230, gesehen. Hinzu kommen vielfach organisatorische Mängel und finanzielle Engpässe.

Mit der Öffnung der Grenzen ergab sich für die Länder in Mittel- und Osteuropa die Möglichkeit, an westlichem Sicherheits-Know-how zu partizipieren. Auch technische und finanzielle Unterstützung auf bilateraler und multilateraler Ebene lief an (zum Beispiel das TACIS- und das PHARE-Programm der EU).

### **Gebiete, auf denen die Hilfsprogramme insbesondere greifen:**

- Software: Sicherheitsanalysen für russische Reaktortypen durch westliche Gutachter (zum Beispiel der GRS)
- Hardware: zum Beispiel Installation von Überwachungssysteme für den Reaktor-kühlkreislauf
- Bereitstellung von Ersatzteilen aus ostdeutschen Kernkraftwerken
- Know-how-Transfer über die Sicherheitspartnerschaften mit westlichen Kernkraftwerken
- Aufbau von unabhängigen Aufsichtsbehörden
- Nunmehr offene Informationspolitik über internationale Vereinigungen (IAEO)

### **Defizite bisheriger Strategien**

Zur Ernüchterung führten folgende Erkenntnisse:

- Das Ziel, alle unsicheren Kernkraftwerke kurzfristig abzuschalten, ist nicht erreichbar.

Die Ersatzinvestitionen hierfür werden als unerschwinglich angesehen. In Litauen beträgt der Anteil des RBMK an der Stromerzeugung etwa 87 Prozent.

- Mancherorts wird die Notwendigkeit nicht gesehen, eine Erhöhung des Sicherheitsniveaus bei bestehenden Kraftwerken herbeizuführen.
- Der Rückgang der wirtschaftlichen Entwicklung führt in einigen osteuropäischen Ländern teilweise zu anderweitiger Prioritätensetzung.
- Die Voraussetzungen für privatwirtschaftliche Investitionen im Kraftwerkssektor sind oftmals nicht gegeben, zum Beispiel
  - kein nachweisbarer „return of invest“
  - keine kostendeckenden Strompreise
  - mangelnde Zahlungsmoral der Stromabnehmer
  - kein ausreichender Schutz für Investitionen
  - unzuverlässige wirtschaftliche Randbedingungen (Verschuldungsgrad, Inflationsrate, Konvertierbarkeit der Währung, Mängel in der Infrastruktur)
  - fehlende Gesetzesgrundlagen
  - unsichere politische Randbedingungen (zu wenig politische Kontinuität, Rückschläge bei der Privatisierungspolitik, sozialistische kontra marktwirtschaftliche Ansätze)
- Der frühere Hoffnungsschimmer, neue Kraftwerksprojekte über Stromexporte in den Westen zu finanzieren, hat sich als unrealistisch herausgestellt.
- Zahlungsschwierigkeiten in den Wirtschaftssystemen treffen häufig die Erzeuger, zum Beispiel die Kraftwerksbetriebe. Sie demotivieren das Bedienungspersonal und verhindern notwendige Verbesserungsmaßnahmen.
- Einzelne Länder, unter anderem Rußland, wehren sich dagegen, dem Wiener Abkommen über die Haftung bei nuklearen Unfällen beizutreten und Lieferanten von Haftungsansprüchen freizustellen. Sie behindern dadurch Hilfsmaßnahmen.

### **Schlußfolgerungen**

- Investitionen in die Sicherheit von Kernkraftwerken sind zunächst nicht lukrativ. Sie stellen nur Kosten dar, erhöhen jedoch nicht die Produktion. Für jeden Entschei-

dungsträger muß daher die Verlockung groß sein, knappe Finanzmittel anderweitig zu verwenden. Dies würde jedoch letztlich in ein unkalkulierbares Hasardspiel zu Lasten der Bevölkerung münden.

- Unverantwortlich ist es, wenn die Untätigkeit auf diesem Gebiet als Faustpfand für Verhandlungen über finanzielle Zuschüsse aus dem Westen gehandelt wird.
- Die Regierungen in Ost- und Mitteleuropa müssen sich in erster Linie selbst darüber klar werden, wie sie ihre zukünftige Energiepolitik gestalten wollen. Alle Lösungsansätze aus dem Westen bleiben wirkungslos, wenn sie nicht die notwendige politische Rückendeckung finden.
- Die Reaktorsicherheit kann nicht isoliert von der wirtschaftlichen und politischen Umgebung gesehen werden. Nur wenn es gelingt, den jeweiligen Energieversorgungsunternehmen eine wirtschaftliche Basis und verlässliche Rahmenbedingungen zu verschaffen, können Sanierungsmaßnahmen - auch in der Reaktorsicherheit - dauerhaft greifen.
- Lösungsansätze zur Abschaltung unsicherer Kernkraftwerke mit finanziellen Hilfen aus dem Westen dürfen nicht überfrachtet werden, indem Strukturprobleme aus der sozialistischen Vergangenheit noch draufgepackt werden. So kann die Schaffung von Ersatzarbeitsplätzen für freigestelltes Kraftwerkspersonal nicht Sache des Westens sein.
- Eine Voraussetzung für Direktinvestitionen und Darlehen aus dem Westen ist, daß sich das jeweilige Kraftwerksprojekt selbst trägt. Hierfür muß von den Regierungen die Hürde unpopulärer Entscheidungen genommen werden, zum Beispiel die Einführung kostendeckender Strompreise und Stromlieferungen nur an zahlende Kunden.

### **Lösungsansätze**

Unterstellt man ernsthaftes Interesse, daß die Reaktorsicherheit in Osteuropa nicht nur kosmetisch, sondern grundsätzlich verbessert werden soll, so gibt es nur folgenden Weg:

- Abschaltung der unsicheren Kernkraftwerke vom Typ RBMK und WWER-440/W-230, Durchführung sicherheitstechnischer Nachrüstmaßnahmen bei allen anderen Reaktortypen (WWER-440/W-213 und WWER-1000),

- Maßnahmen zur Sicherstellung einer geordneten Betriebsführung bei allen Kernkraftwerken.

Diese sich ständig wiederholende Forderung mag vermessen klingen angesichts der enormen wirtschaftlichen Schwierigkeiten in den betroffenen Staaten. Sie wird sich auch kurzfristig nicht erfüllen lassen. Eine Lösung aber erst gar nicht zu versuchen oder Scheinlösungen zu favorisieren, hieße, den Problemen aus dem Weg zu gehen.

Die Abschaltung unsicherer Kernkraftwerke erfordert natürlich die Bereitstellung von Ersatzleistungen. Angesichts der Klimaproblematik, aber auch aufgrund der brachliegenden Entwicklungs- und Herstellungskapazitäten in Rußland, bietet sich hier an, neue Kernkraftwerke zu bauen.

Begleitet werden sollte dies von allen bereits in die Wege geleiteten und noch erforderlichen Verbesserungsprogrammen, zum Beispiel dem Aufbau von unabhängigen Aufsichtsbehörden, der Zusammenarbeit mit westlichen Sicherheitsexperten, über Sicherheitspartnerschaften dem Know-how-Austausch mit westlichen Kernkraftwerken, der Erstellung von Entsorgungskonzepten und so weiter.

Auch die Bestrebungen, Energie und insbesondere Strom effektiver zu nutzen und Verluste zu minimieren, gehören dazu.

### **Beispiele für Lösungsansätze**

- Modifikation der WWER-1000-Baureihe

Wenn nachgewiesen werden könnte, daß der WWER-1000 durch entsprechende Modifikationen ein ausreichendes Sicherheitsniveau erreicht, so stünde hier ein weitgehend ausgereiftes Konzept für Ersatzleistungen zur Verfügung. Hierfür könnten Sicherheitsexperten von GRS und IPSN einen wertvollen Beitrag leisten. Gegebenenfalls könnten westliche Hersteller erforderliche Leittechnik bereitstellen. Der Reiz dieser Variante liegt darin, daß auf eine vorhandene Ausführungsplanung und sogar auf Betriebserfahrungen zurückgegriffen werden kann, so daß eine schnelle Realisierbarkeit möglich ist.

Dieser Weg eines modifizierten Kernkraftwerkneubaus wird bereits in Temelin von der Tschechischen Republik verfolgt. Skoda ist der Generallieferant, die amerikanische Firma Westinghouse liefert die Leittechnik und die Brennelemente.

- Entwicklung und Bau einer neuen russischen Kraftwerksgeneration am Beispiel des W-407

Einen ersten erfolgversprechenden Ansatz hierfür gab es bereits im Rahmen einer bayrisch-russischen Arbeitsgruppe unter Beteiligung des Bayernwerks.

Unter W-407 ist das Konzept eines evolutionären Leichtwasserreaktors mit passiven Sicherheitseinrichtungen zu verstehen. Er beinhaltet Elemente des WWER-1000. Seine Nettoleistung beträgt 637 MW (elektrisch).

Ziel der Arbeitsgruppe war es, daß dieses neue russische Reaktorkonzept entwicklungs- begleitend von der GRS bewertet wird und im Endergebnis westeuropäisches Sicherheitsniveau attestiert bekommt. Engineering- und Leittechniklieferungen der Firma Siemens sollten ihren Teil dazu beitragen. Die westlichen Lieferleistungen sollten durch russische Gas-Kompensationslieferungen finanziert werden. Dies wäre eine lang- fristige, in die Zukunft reichende, Option für die Bereitstellung von Ersatzleistung.

Obwohl die erste orientierende Sicherheitsbewertung der GRS zu einem vielverspre- chenden positiven Ergebnis kam, war es bisher offenbar nicht möglich, eine ressort- übergreifende positive Entscheidung der russischen Regierung herbeizuführen.

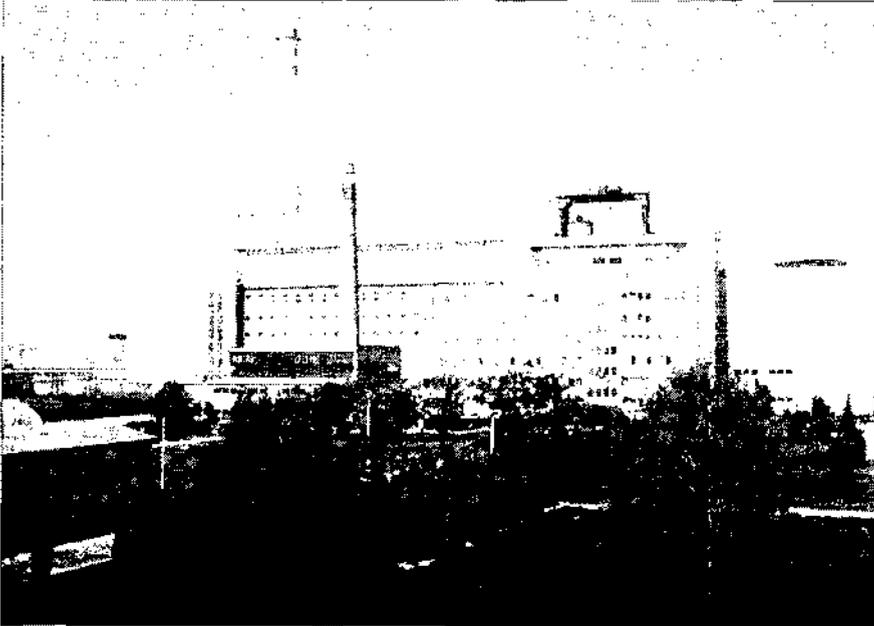
- Fertigstellung der Blöcke 1 und 2 des Kernkraftwerks Mochovce in der Slowakei

Auch hierfür hat sich das Bayernwerk engagiert. Geplant war, zwei der halbfertigen Kraftwerksblöcke mit westlicher Finanzierung zu Ende zu bauen und durch sicherheits- technische Verbesserungen ein im Westen akzeptables Sicherheitsniveau zu erreichen. Damit wären zwei der vorgenannten Ziele gleichzeitig erreicht worden, nämlich eine in jeder Hinsicht verantwortbare Kernkraftwerksanlage in Mochovce selbst und die Ab- schaltung von zwei problematischen Kernkraftwerksblöcken in Bohunice.

Das Projekt war in mehrjähriger Zusammenarbeit bereits so weit gediehen, daß der maßgeblichen Kreditentscheidung der Osteuropabank in London (EBRD) nichts mehr im Wege stand. Die Regierung der Slowakei stoppte schließlich den weiteren Fortgang und will dem Vernehmen nach nun kostengünstigere Alternativen prüfen.

Diese drei Beispiele spiegeln in etwa die Erfahrungen aus unserer Zusammenarbeit mit dem Osten wieder. Nennenswerte Fortschritte hin zu sichereren Kernkraftwerken sind nur dort zu verzeichnen, wo die jeweilige Staatsregierung trotz aller unpopulären Kon-

sequenzen sich dieses Ziel zu eigen gemacht hat. Für derartige Konzepte könnte man sich am ehesten eine Unterstützung aus dem Westen im Sinne einer „Hilfe zur Selbsthilfe“ vorstellen.



**Bild 40** Wird die geplante Kernkraftwerksanlage in Mochovce gebaut, können zwei problematische Kernkraftwerksblöcke in Bohunice (s. Bild) abgeschaltet werden.

## Juri Kostenko

Ich möchte kurz die möglichen Perspektiven unserer weiteren Zusammenarbeit bei der Verbesserung der Reaktorsicherheit und des Strahlenschutzes darlegen. In erster Linie möchte ich Ihre Aufmerksamkeit auf das Problem lenken, das uns heute allen auf den Nägeln brennt: das Abschalten des Kernkraftwerks Tschernobyl. Es gibt zu dem Plan, den die Ukraine zur Stilllegung vorgelegt hat, sehr viele Mißverständnisse. Sogar heute klang in einigen Vorträgen an, daß in Neapel Mittel für die Fertigstellung von drei Kernkraftwerksblöcken an anderen Standorten freigegeben worden sind und daß die Ukraine diese Mittel aus irgendeinem Grund nicht genutzt hat. Deshalb möchte ich etwas Klarheit über die Verhandlungen schaffen, die zwischen der Ukraine und in erster Linie der G7 ablaufen.

Bis April dieses Jahres wurde der Prozeß hin zu einer Abschaltung des Kernkraftwerks Tschernobyl allgemein, ohne konkrete Angaben, betrachtet. Eine der möglichen Varianten waren Vorschläge, anstelle der abgeschalteten Blöcke im Kernkraftwerk Tschernobyl drei WWER-1000-Blöcke einzuführen, die weitgehend fertiggestellt sind. Einen dieser Blöcke - Block 6 des Kernkraftwerks Saporoshje - nehmen wir übrigens in die-



**Bild 41** Prof. A. Birkhofer (links) und Minister J. Kostenko (2. von links) antworten auf Nachfragen der Journalisten

sem Jahr aus eigenen Kräften in Betrieb (Anm. d. Red.: Block 6 wurde im Oktober 1995 in Betrieb genommen). Am 13. fanden Gespräche zwischen unserem Präsidenten, Vertretern der EU-Kommission und Experten der G7 statt. Dort wurde beschlossen, die Kraftwerksblöcke von Tschernobyl bis zum Jahr 2000 stillzulegen - das heißt, es wurde ein konkretes Datum bestimmt. Seinerseits hat der Präsident, der sich mit dieser Frist einverstanden erklärte, dem Westen vorgeschlagen, vier Probleme zu lösen, die ansonsten beim Abschalten des Kernkraftwerks Tschernobyl zu einer Erhöhung der nuklearen Gefahr und der Strahlungsgefahr führen könnten. Was ist damit gemeint?

In erster Linie der Ersatz durch neue Produktionskapazitäten und die Lösung der Fragen zum „Einschluß“, das heißt zum Sarkophag-2. Sie haben heute gehört, daß TACIS bzw. die Europäische Union lediglich technische/ökonomische Gutachten zum Objekt „Einschluß“ finanzieren. Aber wer finanziert das Projekt an sich? Und wer investiert Geld in den Bau von Sarkophag-2? Es ist ein gewaltiger Betrag notwendig, Milliarden von Dollar. Wenn wir dies nicht mit der Schließung von Tschernobyl verknüpfen, können wir die Situation dadurch nur verschlechtern.

Ein anderes Problem ist, die notwendigsten Einrichtungen für den Umgang mit radioaktiven Abfällen zu schaffen. Ich habe bereits gesagt, daß sich im Kernkraftwerk Tschernobyl - und das hat auch Herr Koptschinski hervorgehoben - 14. 000 Brennelemente angesammelt haben. Wo sollen wir mit denen hin?

Zum sozialen Schutz hat heute Herr Dumski gesagt, daß der Westen keine Arbeitsplätze in der Ukraine schaffen soll. Damit bin ich vollkommen einverstanden. Aber wenn wir keine neuen Arbeitsplätze im Gebiet um Tschernobyl schaffen, kommen wir dahin, daß das gesamte hochqualifizierte Personal aus der Stadt Slawutitsch und dem Kernkraftwerk Tschernobyl wegläuft. Dann aber stellt sich die Frage: Wer wird das Kernkraftwerk stilllegen? Und wer wird die Fragen zum Sarkophag klären? Wir müssen also im Gebiet um Tschernobyl nicht nur Betriebe schaffen, um Geld zu verdienen, sondern auch, um das hochqualifizierte Personal Tschernobyls zu halten und damit eine noch größere Tragödie zu verhindern.

Der Westen hat diese vier Fragen, die der Präsident während der Verhandlungen im April gestellt hatte, aufgegriffen. Es wurde eine Vereinbarung erzielt, nach welcher der Westen von uns einen Handlungsplan zur Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl erwartet. Dann wird er den Handlungsplan prüfen und anschließend vorschlagen, wie er sich an der Realisierung dieses Plans beteiligen will. In erster Linie ist es eine Ko-

stenfrage. Die Ukraine hat vereinbarungsgemäß einen Monat darauf diesen Handlungsplan vorgelegt, der eine Variante für den Bau eines Gaskraftwerks beinhaltet.

Ich habe immer betont und ich werde immer wieder betonen, daß wir diese Handlungsvariante eben an die vom Westen vorgeschlagenen Stilllegungstermine der Tschernobyl-Blöcke gebunden haben. Wenn andere Varianten, wie zum Beispiel die Errichtung eines Kohlekraftwerkes innerhalb derselben Fristen angeboten werden, akzeptieren wir sie ebenfalls. Aber warum haben wir uns ausgerechnet für die Errichtung eines Kraftwerkes im Gebiet um Tschernobyl entschieden? Ich habe Sie darüber vor einigen Tagen detailliert informiert, und ich möchte nochmals unterstreichen: In erster Linie erfordert die Realisierung des Tschernobyl-Programms eine Realisierungsmotivation, das heißt Finanzierung. Ohne Finanzierungsmöglichkeiten kann es passieren, daß das Programm scheitert - und zwar mit allen negativen Auswirkungen, sowohl für die Ukraine als auch die europäischen Länder. Vergessen Sie bitte nicht, wieviel Tausende von Tonnen radioaktiver Stoffe sich in dieser Zone angesammelt haben. Daher haben wir als ein Finanzierungsobjekt innerhalb des Tschernobyl-Programms die Errichtung eines Wärmekraftwerkes vorgeschlagen. Ein Teil seines Gewinns ist für die Finanzierung der Arbeiten zur Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl und des „Einschlusses“ vorgesehen. Und die Finanzierung wird so im Verlauf einiger Jahrzehnte erforderlich sein. Wir verstehen sehr gut, daß die westlichen Länder der Ukraine bei der Lösung dieses Problems nicht über Jahrzehnte hinweg helfen werden. Was wir jetzt tun können ist eben die Schaffung von Finanzierungswegen. Deshalb ist dies als grundsätzliche Voraussetzung für die Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl zu betrachten.

Wir verfolgen für Tschernobyl und zur Verbesserung der Sicherheit bei der Kernenergienutzung insgesamt - eventuell auch in den ehemaligen Republiken der Sowjetunion - noch eine zweite Richtung: Das ist das sogenannte Programm zur Bildung eines Internationalen Zentrums. Im Gebiet um Tschernobyl ist eine Situation entstanden, die es in keinem anderen Land der Welt gibt, in dem ein riesiges Kernkraftwerk steht, das abgeschaltet und stillgelegt werden muß. Da ist der zerstörte Kraftwerksblock, da sind große Flächen mit unterschiedlichem Kontaminationsgrad durch verschiedene Radionuklide und radioaktive Partikel. Man kann die Tschernobyl-Zone als einzigartiges Labor betrachten, in dem alle Arten von Untersuchungen durchgeführt werden können, die für die weitere Entwicklung der Kernenergie erforderlich sind. Ich denke, in diesem Saal sind diejenigen versammelt, die an der Zukunft der Kernenergie und ihrer Renaissance keine Zweifel haben. Aber ohne umfassende Beschäftigung mit den Fragen der Kernenergienutzung - darunter auch mit insoweit negativen Folgen wie in Tschernobyl -

wird die Kernenergienutzung künftig mit großen Problemen verbunden sein. Das ist der Grund für unsere ukrainische Initiative: Nach der Verfügung unseres Präsidenten soll ein internationales Zentrum gebildet werden, in dem jeder Staat die von ihm benötigten Untersuchungen und Forschungen durchführen kann. Auf diese Weise werden diese Arbeiten für jedes Land billiger, da die Simulation der einen oder anderen Situation oftmals sehr viel Geld kostet.

Auf der anderen Seite müssen wir endlich Ordnung in die Daten bringen, die sich im Laufe der neun Jahre nach Tschernobyl angesammelt haben. In der Presse werden ständig verschiedene Zahlen genannt, genauso wie in den gestrigen Vorträgen, sogar in einem Saal, wo lauter hochkarätige Leute sitzen. In dieser Akademie gibt es unterschiedliche Meinungen über den Schaden und den Einfluß der Radioaktivität auf die Gesundheit. Ich habe gestern mit großer Aufmerksamkeit den Vortrag von Herrn Kellerer gehört und möchte dazu folgendes sagen: Natürlich gab und gibt es viele Angaben, die einander oftmals widersprechen. Laut den Angaben der Internationalen Gesundheitsorganisation ist der Schilddrüsenkrebs bei Kindern in der Ukraine um das 100fache gestiegen. Und es ist eine Tatsache, daß wir jetzt jährlich 25 Fälle von Leukämie bei Kindern feststellen, im Vergleich zu den früheren ein oder zwei Fällen alle zwei Jahre. Allein das zeigt, daß es einen Einfluß von Tschernobyl gibt. Zu den sogenannten Daten der IAEO-Kommission von 1991, auf die sich Herr Ignatenko gestützt hat: Heute schauen die Kommissionsmitglieder verschämt beiseite, denn die Realität in der Ukraine zeugt davon, daß die Professoren, die an jener sogenannten Untersuchung teilgenommen haben, solche Angaben nicht erwartet haben.

Ich bin weit entfernt von dem Gedanken, alles auf die Tschernobyl-Katastrophe zu schieben, aber daß Tschernobyl sich äußerst negativ auf den Gesundheitszustand unserer Bevölkerung ausgewirkt hat, diese Tatsache kann heute niemand mehr abstreiten: weder ein noch so überzeugter wissenschaftlicher Mitarbeiter noch ein Professor. Daher wäre es sehr wichtig, in dem geplanten Zentrum die Arbeiten zur Systematisierung aller Angaben zu organisieren und zu versuchen, die tatsächlichen Folgen von Tschernobyl zu untersuchen, insbesondere den negativen Einfluß auf die Gesundheit der Bevölkerung und dann, im Namen des Zentrums, die wahrheitsgetreuen Daten zu veröffentlichen. Auf diese Weise soll allen Ländern der Welt nahe gelegt werden, was die Katastrophe von Tschernobyl und was radioaktive Verseuchung ist.

Daneben kann das Zentrum Probleme zum Objekt "Einschluß" lösen. Wir müssen die weitere Strategie für den Umgang mit dem zerstörten Block erarbeiten. Und wiederum

ist das Wichtigste für uns, daß dadurch ein weiteres Finanzierungsobjekt für die Realisierung des Tschernobyl-Programms entsteht. In unserer Konzeption für das Internationale Zentrum schlagen wir vor, daß jeder Staat eine festgelegte Beitragssumme für das Recht auf Durchführung von Untersuchungen in der Tschernobyl-Zone zahlt. Diese Gelder fließen dann in einen von ihnen zu kontrollierenden Fonds zur Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl und der Lösung des Problems "Einschluß". Durch diese Vorgehensweise sollen Vorwürfe verhindert werden, daß die Ukraine Mittel da oder dort nicht richtig einsetzt oder nicht richtig nutzt. Die Finanzierung der wissenschaftlichen Programme selbst ist der zweite Teil. Das heißt, jeder Staat, der Arbeiten durchführt, finanziert den einen oder anderen Teil seines Programms.

Es gibt noch einen weiteren Punkt, den ich für die Ukraine als wichtig und für die weitere Zusammenarbeit als sinnvoll erachte. Dieser Punkt hängt mit der Endlagerung radioaktiver Abfälle zusammen. Wir wissen, daß dazu weltweit bereits sehr detaillierte Untersuchungen durchgeführt worden sind. Es gibt unterschiedliche Meinungen darüber, wo man hochaktive Abfälle endlagern kann. In der Ukraine gibt es drei geologische Formationen, die in Frage kommen. Das ist die ukrainische Granitformation, das sind Salzstöcke, die es ebenfalls in der Ukraine gibt, und Lehmböden. Wir wollen nicht Ihre ganzen Untersuchungen wiederholen und denselben Weg durchlaufen, zumal es ein sehr teurer Weg ist. Aber wir würden Sie gern zur Zusammenarbeit auf diesem Gebiet einladen, damit die Ukraine mit möglichst geringem finanziellen Aufwand Ihre gesamten Erfahrungen über solche Endlagerstandorte nutzen kann.

Und der letzte Faktor. Ohne jeden Zweifel ist es für uns wichtig, die Einschätzung des Westens - die Sicherheitsbewertung - hinsichtlich des Zustandes unserer in Betrieb befindlichen Kraftwerksblöcke zu kennen. Hier gibt es auch sehr viele Spekulationen, denn heute z.B. hat Herr Ignatenko gesagt, daß Experten im Kernkraftwerk Smolensk (RBMK-Blöcke) waren. Die Experten haben den Sicherheitszustand dieser Blöcke insgesamt positiv bewertet. Wir wissen, daß ähnliche Arbeiten zu den WWER-440-Reaktoren durchgeführt wurden und daß derzeit Arbeiten zur Sicherheitsbewertung der WWER-1000-Blöcke laufen. Leider gelangen die Angaben aus irgendeinem Grund lediglich an die Betreiberorganisationen. Aber laut Gesetzgebung kann nur die nationale Behörde eine Betriebsgenehmigung für einen Block und entsprechend eine Genehmigung zur Fortsetzung des Betriebes erteilen. Daher wünschen wir uns, daß die weiteren Arbeiten zur Sicherheitsbewertung der Blöcke gemeinsam mit den Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden durchgeführt werden. Nur dann kann man am Ende klar sagen, daß diese oder jene Blöcke tatsächlich den einen oder den anderen Normen oder Anforderungen

entsprechen und andere wiederum nicht. Sogar der Direktor des Kernkraftwerks Tschernobyl sagt unter dem Deckmantel der IAEA-Experteneinschätzungen - und das sind etliche Bände von Unterlagen -, daß man laut den Schlußfolgerungen der Experten das Kernkraftwerk Tschernobyl sicher betreiben kann. Hier hören wir ständig das Gegenteil, nämlich, daß wir das Kernkraftwerk Tschernobyl jetzt schließen sollen.

Solche Gedanken böten unserer Ansicht nach viele Perspektiven für unsere Zusammenarbeit und, was das Wichtigste ist, sie könnten es ermöglichen, die Reaktorsicherheit und den Strahlenschutz in der Ukraine zu verbessern.

## Josef Vogl

Ich muß zugeben, daß ich betroffen von dieser Expertentagung scheidet. Das hat im wesentlichen zwei Gründe. Wir haben hier die unterschiedliche Einschätzung der radiologischen Situation gehört. Unsere gesamte Argumentation ist vor dem Hintergrund, den Herr Kostenko hier dargestellt hat, eigentlich doch sehr in Frage gestellt.

Meine Position erklärt sich aus der Tatsache, daß ich der zuständige Beamte für die Genehmigung und die Aufsicht von Kernkraftwerken bin. Ich habe die Situation vor Tschernobyl erlebt und ich erlebe sie heute. Und ich muß jetzt vereinfachend - Sie werden mir das nachsehen - sagen: Der Unterschied zwischen damals und heute ist im wesentlichen, daß wir über die Situation der Reaktoren in Osteuropa Bescheid wissen. Aber Wege, die dazu führen, die Sicherheit kurz- bis mittelfristig wesentlich zu verbessern, habe ich jedenfalls nicht erkannt.

Was hat das - jetzt aus meiner persönlichen Sicht - für eine Konsequenz. Wir brauchen in der Zukunft primär Glück, wenn wir die Kernenergienutzung in Westeuropa so weiter betreiben wollen, wie wir sie heute betreiben. Die Ausführungen „Durch Sicherheitsinvestitionen haben wir keinen Gewinn“ möchte ich umkehren: Ohne Sicherheits-



Bild 42 Blick in den Seminarraum während der Vorträge

aufwendungen und -investitionen werden Sie möglicherweise keinen Gewinn mehr haben. Das heißt also, die Wege, die heute dargestellt worden sind, überzeugen mich nicht, um in der notwendigen Zeit zu den notwendigen Ergebnissen zu kommen.

Ich muß persönlich zugestehen, ich bin tief verunsichert, wie es weitergehen soll. Auf der einen Seite sagen uns die russischen Kollegen, wir bauen die RBMK-Reaktoren weiter aus. Ich habe einmal Gelegenheit gehabt, mit Herrn Adamov zu sprechen, der gesagt hat: „Die RBMK-Reaktoren sind die sichersten Reaktoren der Welt.“ Das ist die eine Position. Ich glaube, unsere gegenteilige Position ist durchaus von Sachargumenten geleitet, und wir würden gerne unsere russischen Kollegen bitten, doch diese Aspekte mit zu berücksichtigen. Ich habe vorgestern schon gesagt, es ist in der Zukunft völlig gleichgültig, wo ein schwerer Unfall stattfindet. Wir werden zumindest bei unserer Bevölkerung in der Bundesrepublik - und ich bin sicher, daß auch im westeuropäischen Ausland sich die Situation nicht wesentlich anders darstellt - dramatische Einbrüche hinsichtlich der Akzeptanz der Kernenergienutzung erleben, sollte noch einmal ein vergleichbarer Unfall passieren. Ob wir dann als Nationen betroffen sind oder nicht, wird wahrscheinlich dabei keine Rolle spielen.

Mein Petition geht an beide Seiten: Ich bin im Grunde positiv zur Kernenergienutzung eingestellt, weil ich der Meinung bin, daß sie die heute ökologisch sinnvollste Energieerzeugungsmethode darstellt. Bei den neuen Wegen, die wir finden müssen, sehe ich nur den der Kooperation, der verstärkten Kooperation - auch in der Bereitstellung finanzieller Mittel, selbst wenn der Rückfluß der Investitionen im Grunde heute nicht möglich ist. Ich bin der Auffassung, daß die westlichen Betreiber von Kernkraftwerken, die ja im Grunde gute Ergebnisse erzielen - ich will das nicht näher präzisieren - hier sehen müssen, daß sie mit eingebunden und nur dann in der Lage sind, auch in der Zukunft diese Ergebnisse zu erzielen, wenn dramatische Entwicklungen in Osteuropa vermieden werden.

Mein Petition wäre, neue Wege der Zusammenarbeit zu suchen, die sicherlich nicht so vorstatten gehen kann, Herr Ignatenko, daß Sie sagen: „Gebt uns Geld, und wir werden das nach eigenen Wünschen verwenden.“ Das ist kein Weg! Aber ich bin durchaus der Meinung, daß Sicherheitsmaßnahmen eine Investition in die Zukunft und - das betrifft alle Kernenergienutzer - eine objektive Notwendigkeit sind, wenn wir nicht die Wirtschaftssysteme nicht nur in osteuropäischen Ländern gefährden wollen, müssen wir diese Wege finden.

Ich kann Ihnen heute keinen Weg aufzeigen. Ich weiß nur, daß die bisher gewählten Wege zu langwierig sind, zu kompliziert, und daß hier die internationale Verantwortung der Betreiber von Kernkraftwerken nicht deutlich genug zum Ausdruck kommt. Man stellt auf die Hilfe von Staaten ab, das ist richtig, das ist notwendig, aber es können nicht ausschließlich Steuermittel eingesetzt werden, um Fehler, Probleme einer Branche - einer wichtigen, aber eben nur einer Branche - zu lösen.

Deswegen richtet sich mein Wunsch und mein dringender Appell sowohl an die Betreiber westlicher Kernkraftwerke als auch an die osteuropäischer Anlagen, die mentale und wirtschaftliche Probleme, so möchte ich einmal ganz vorsichtig formulieren, aufgezeigt haben. Eine unterschiedliche Sensibilität, eine unterschiedliche Zuordnung von Sicherheitskriterien. Ich habe selbst eine Reihe osteuropäischer Kernkraftwerke gesehen; ich habe mit den Mitarbeitern in diesen Kernkraftwerken viel Kontakt über die Hospitationen, und ich weiß, welche schwerwiegenden Probleme, sowohl was die Organisation angeht, als auch was die Technik insbesondere bezüglich der Anlagenwartung betrifft. An beiden Problemen wird sicherlich gearbeitet, nur bin ich der Meinung, es kommt dabei das originäre Interesse der westlichen Betreiber von Kernkraftwerken nicht ausreichend in der Hilfestellung für die osteuropäischen Kernkraftwerke zum Ausdruck. Ich bitte um Nachsicht für diese nicht sehr positive Position, aber ich bin in gewisser Weise auch ein Tschernobylgeschädigter und ich möchte eine vergleichbare Situation für die Zukunft ausschließen.

## **Anschließende Diskussion**

*Leitung: Prof. Dr. Adolf Birkhofer, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit*

Ein großer Teil der Diskussion drehte sich um die noch offenen Haftungsfragen bei der Lieferung westlicher Firmen in die Nachfolgestaaten der früheren Sowjetunion. Wulf Bürkle hatte dieses Problem angesprochen und es als ein Hindernis für private Investitionen bezeichnet. Ignatenko entgegnete, daß Rosenergom as Betreiberorganisation in Rußland hatte - wenn man dies für möglich halte und soweit es mit der Verordnung des Präsidenten in Übereinstimmung stehe. Die von deutscher Seite gewünschte Genehmigung für eine Haftungsfreistellung sei eine juristische Frage. Er erklärte, daß in dieser Frage anscheinend mit zweierlei Maß gemessen werde. Schließlich hindere die Tatsache, daß auch die USA die Wiener Konvention nicht unterschrieben haben, niemanden daran, Ausrüstungen für amerikanische Kernkraftwerke zu liefern. Juri Kostenko erklärte für die Ukraine, daß dort vor kurzem eine entsprechende Verordnung verabschiedet worden sei, nach der die Regierung diejenigen Gesellschaften von der Haftung befreien könne, die technische Hilfe leisteten.

Laut Evgenij I. Ignatenko eröffnet die Neuentwicklung der Blöcke vom Typ NP-500 und NP-1000 Perspektiven für eine langfristige Zusammenarbeit auch mit deutschen Firmen. Bei den derzeit laufenden Auslegungsarbeiten könnten auch deutsche elektrotechnische Ausrüstungen oder Leittechnik berücksichtigt werden, wenn sich die deutschen Firmen an den Investitionen in diese Blöcke beteiligten. Das solle nicht unentgeltlich geschehen, man sei bereit, für Investitionen Kredite aufzunehmen, wünsche aber Unterstützung bei der Kreditbeschaffung.

Evgenij I. Ignatenko wies Vorwürfe zurück, daß die russische Atomenergiewirtschaft sich außerhalb privater Investitionen bewege. So sei ein großer Teil der Betriebe im Brennstoffzyklus in Aktiengesellschaften umgewandelt worden. In diesem Bereich gebe es um so mehr privates Kapital, als daß er zwischenstaatlichen Charakter annehme. So wünsche Ungarn Aktienanteile an einem Werk zur Herstellung von Kernbrennstoff. Es verwundere ihn, daß die Ukraine nicht ebenfalls diesen Weg einschlagen wolle, sondern darauf setze, die Brennelemente im eigenen Land herzustellen. Dies sei mit Sicherheit teurer. Auch in der Energiewirtschaft werde Privatkapital eingesetzt. Dabei bestimme in Rußland das Pachtgesetz die Höhe der Pachtgebühr, und dementsprechend werde den Aktionären die Dividende ausgezahlt. Im Kernkraftwerk Smolensk wurde ein ganzes Reaktorsteuersystem auf Kosten des Betreibers errichtet. In jüngster

Zeit habe man mit dem Wirtschaftsministerium einen ganzen Fragenkomplex zur Schaffung einer Aktiengesellschaft oder eines Aktienfonds für die Entwicklung durchgearbeitet.

Zur Frage, ob die EU-Gelder sinnvoller eingesetzt werden könnten, wenn sie direkt an russische oder ukrainische Produzenten kerntechnischer Ausrüstungen gingen, erklärte Jousten, daß man von 1991 bis 1994 für Rußland im EU-Haushalt 175 Millionen ECU vorgesehen habe. Davon sei inzwischen die Hälfte vertraglich vergeben. Man habe immer Projekte gewählt, bei denen Bedarf an westlichem Know-how bestehe, weshalb natürlich der größte Teil bisher an westliche Firmen gegangen sei. Die EU sehe die Notwendigkeit, die benötigten Geräte vor Ort zu produzieren, aber das brauche Zeit. Gleiches gelte für die Ukraine.

Dagmar Röhrlich, Köln



**Gesellschaft für Anlagen-  
und Reaktorsicherheit  
(GRS) mbH**

Schwertnergasse 1  
**50667 Köln**  
Telefon (02 21) 20 68-0  
Telefax (02 21) 20 68-888

Forschungsgelände  
**85748 Garching b. München**  
Telefon (0 89) 3 20 04-0  
Telefax (0 89) 3 20 04-599

Kurfürstendamm 200  
**10719 Berlin**  
Telefon (0 30) 8 85 89-0  
Telefax (0 30) 8 85 89-111

Theodor-Heuss-Straße 4  
**38122 Braunschweig**  
Telefon (0531) 80 12-0  
Telefax (0531) 80 12-200

**Akademie für  
Politische Bildung**  
Buchensee 1  
82327 Tutzing  
Telefon (08158)256-0  
Telefax (08158)256-14 (-15)

**DOM  
Deutsches Ostforum,  
München e.V.**  
Industriestraße 33  
82194 Gröbenzell b. München  
Telefon (08142) 50 66 21  
Telefax (08142) 50 66 67  
Telex 527 910 kajo d