

# **Regierungsbericht**

# **Kernenergie**

Wien 1977

**Bericht**  
**der Bundesregierung**  
**an den Nationalrat,**  
betreffend die  
**Nutzung der Kernenergie**  
**für die**  
**Elektrizitätserzeugung**

Herausgegeben vom Bundeskanzleramt  
Wien 1977



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung .....	5
Der Energiebedarf und seine Deckung .....	10
Unkonventionelle Energiequellen .....	21
Sinnvoll verwenden und nicht verschwenden .....	28
Kernphysik und Kernenergie .....	29
Kernenergie in der Welt .....	37
Die Strahlung und der Mensch .....	41
Die Kernenergie und ihre Risiken .....	53
Das Abfallproblem und die Entsorgung der Kernkraftwerke .....	70
Der Weg nach Zwentendorf .....	80
Das Kernkraftwerk .....	90
Schlußfolgerungen .....	97
 Anhang	
Teil I	
Darstellung der bisherigen internationalen Entwicklung auf dem Gebiete der friedlichen Nutzung der Kernenergie, soweit diese Entwicklung auf Österreich Einfluß hatte .....	103
Teil II	
Rechtliche Grundlagen für das Genehmigungsverfahren von Kernenergieanlagen und für den Transport von radioaktiven Materialien. Der bisherige Ablauf des Genehmigungsverfahrens für das erste österreichische Kernkraftwerk und die hieraus resultierenden Erfahrungen .....	126
Teil III	
Die energiepolitische Situation, die Nutzung der Kernenergie und die hiezu bestehenden Alternativen .....	142
Teil IV	
Einführende Stellungnahmen der Experten bei der Regierungsklausur am 6. Juni 1977 in Schloß Hernstein .....	165



## Einleitung

Die Diskussion über die Nutzung der Kernenergie für die Energiegewinnung ist in den letzten Jahren nicht nur in Österreich in vollem Umfang entbrannt. Diese Diskussion ist zweifellos legitim, da kaum eine andere Energiequelle eine derart qualitative Bedeutung hat. Hier wird erstmals ein Vorgang angewendet, der im allgemeinen dem Bürger nicht aus seinem persönlichen Erfahrungsbereich vertraut ist; die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Wärmegegewinnung, die Erzeugung von Dampf, der wiederum Antriebskraft sein kann, die Verwendung fließenden Wassers als Antriebskraft für Turbinen — das alles läßt sich, wenn auch in radikal vereinfachter Form, etwa im Haushalt beobachten. Für die Technik der Kernspaltung gibt es keine vergleichbare Anwendung, die der Mensch in seinem Nahebereich beobachten könnte.

Die ihm allenfalls zumindest bekannte Verwendung der Kernspaltung ist ihre militärische Anwendung: Die Schreckensvision der Atombombe, deren verheerende Folgewirkungen in Japan studiert werden können und deren Vernichtungskraft breite Publizität gewidmet wurde, ist freilich ein Hinweis, der dazu beiträgt, der Kernenergie mit Mißtrauen und Reserve gegenüberzustehen.

Es kann nicht geleugnet werden, daß ein Teil der öffentlichen Diskussion eben dadurch geprägt wird — die Vorstellung, daß die Kernenergie gewissermaßen eine „gezähmte Atombombe“ ist, erscheint tatsächlich wenig beruhigend. Nur: Wenn auch die Kernenergiegewinnung dasselbe Grundprinzip verwendet, so ist sie doch völlig eigenständige Wege der Entwicklung gegangen, und jeder Vergleich mit den Kernwaffen geht daher völlig daneben.

Diese Tatsache allein unterstreicht schon die Notwendigkeit, vor der Inbetriebnahme eines Kernkraftwerkes für eine breite öffentliche Information und Diskussion zu sorgen, um solche falschen aber wirkungsvollen Vorstellungen aus der Welt zu schaffen.

Die Diskussion muß aber auch ernstere Punkte anschneiden: Prinzipiell birgt jede Anwendung der Kerntechnologie die Möglichkeit in sich, daß Strahlung frei wird, die für den Menschen gefährlich werden kann. Diese Möglichkeit besteht sowohl beim Betrieb eines Kernkraftwerkes als auch bei der Lagerung der verschiedenartigen bestrahlten und selbst strahlenden Abfälle, die beim Kraftwerksbetrieb zwangsläufig anfallen.

Bei der Entwicklung der Kerntechnik war man sich dieser Problematik bewußt und hat daher einen Gutteil der Anstrengungen darauf verwendet, Mittel zu entwickeln, die dieses Risiko so reduzieren, daß es nach menschlichem Ermessen keinerlei Gefährdung mehr darstellt. Gerade das österreichische Kernkraftwerk Zwentendorf wurde unter Berücksichtigung aller bisher gemachten Erfahrungen extrem sicher angelegt,

wobei die strengen gesetzlichen Bestimmungen den Rahmen für die rund 1000 detaillierten Sicherheitsauflagen abgeben.

Kritiker der Nutzung der Kernenergie wenden demgegenüber ein, daß bei einer erst in einem relativ kurzen Zeitraum erprobten Technologie zwar die bekannten Fehlerquellen möglicherweise ausgeschaltet werden konnten, damit aber keine absolute Sicherheit gewährleistet werden kann. Da die Auswirkungen eines großen Unfalls in einem Kernkraftwerk wegen der weit über den Unfallsort hinausreichenden und auch auf nachfolgende Generationen wirkenden Strahlung tatsächlich nicht mit anderen, stets auf den Ort des Unfalls beschränkt bleibenden Unfallgefahren verglichen werden können, argumentieren diese Kritiker, daß auch das verbleibende Risiko nicht toleriert werden darf. So wenig geleugnet werden kann, daß ein minimales Risiko bleibt, so sehr zeigt der störungsfreie Betrieb einer großen Zahl von Kernkraftwerken, daß es sich dabei um ein theoretisches, nicht um ein in der Praxis bedeutsames Risiko handelt. Die Unfallbeispiele, die Kritiker als Argumente heranziehen, stammen meist nicht aus dem Normalbetrieb von Kernkraftwerken, sondern aus früheren Phasen der wissenschaftlichen Erprobung solcher Anlagen.

Kritiker wenden darüber hinaus auch ein, daß selbst der störungsfreie Betrieb beträchtliche Umweltbeeinträchtigungen zur Folge habe. Diese Auswirkungen, die sich vor allem auf die Folgewirkungen der Kühlprozesse beschränken, bei dem Wasser — im Fall von Zwentendorf: Donauwasser — im erwärmten Zustand abgegeben wird, sind allerdings minimal im Vergleich zu jenen Umweltschäden, die andere Energiequellen verursachen. Insbesondere die massive Beeinträchtigung der Luftqualität durch kalorische Kraftwerke ist für den Menschen weit schädlicher als eine geringfügige Erwärmung großer Flußläufe.

Im Mittelpunkt der Diskussion steht aber derzeit die Frage der Lagerung der Abfälle. In diesem Punkt wird eingewendet, daß die bisher erprobten Formen der Lagerung keine absolute Sicherheit gegen die Abgabe von Strahlung an die Außenwelt bieten können, wobei insbesondere auf die extrem langen Zeiträume verwiesen wird, während derer für eine absolut sichere Lagerung hochaktiver Abfälle gesorgt werden muß. Auch dieses Argument verdient eine ernsthafte Auseinandersetzung: Tatsächlich wurden in einer Reihe von Staaten, vor allem in der Frühzeit der Nutzung der Kernenergie, Formen der Abfallagerung angewendet, deren technischer Standard noch nicht so weit entwickelt war wie heute und bei denen in dem einen oder anderen Fall Behälter beschädigt wurden. Ginge es darum, derartige längst überholte Lagerformen zu verhindern, so wären die Argumente der Kritiker verständlich.

Dabei wird aber übersehen, daß auch in diesem Bereich die Technik weiter fortgeschritten ist und daß vor allem für die Endlagerung Methoden entwickelt wurden, bei denen nicht nur die Abfälle selbst in weitgehend sichere Behälter eingeschlossen werden, sondern auch für eine Lagerung in stabilen geologischen Formationen gesorgt wird. Durch die unterirdische Lagerung wird zudem auch in fernster Zukunft die zufällige Öffnung solcher Lager weitgehend ausgeschlossen und damit die Notwendigkeit permanenter Sicherheitseinrichtungen massiv reduziert.

In der konkreten österreichischen Situation, in der für die weitere Behandlung abgebrannter Brennstäbe noch keine endgültige Lösung gefunden werden konnte und daher sowohl die Möglichkeit, daß die Brennelemente längere Zeit bis zur Wiederaufarbeitung lagern müssen (für die spätere Wiederaufarbeitung aber zugänglich bleiben) als auch die Möglichkeit, daß nichtwiederaufgearbeitete Brennelemente end-

gelagert werden müssen, einzukalkulieren ist, muß das Lagerproblem besonders differenziert betrachtet werden.

Es ist selbstverständlich, daß — so wie bei der Anlage von Zwentendorf — nur eine Lösung akzeptiert werden kann, die ein Höchstmaß an Sicherheit bietet und das Restrisiko auf ein minimales, vernachlässigbares Ausmaß reduziert. Die im Zusammenhang mit der Lagerproblematik vorgebrachten kritischen Argumente werden bei der Beurteilung von Lösungsvorschlägen eine wichtige Rolle spielen.

Schließlich wird von seiten der Kritiker noch eingewendet, daß die Gefährlichkeit der Kerntechnologie sowohl beim Transport von radioaktivem Material als auch beim Betrieb des Kernkraftwerkes wie schließlich auch bei der Abfallagerung ein derartiges Maß an Sicherheitsvorkehrungen erforderlich macht, daß davon negative Auswirkungen auf den demokratischen und rechtsstaatlichen Charakter unserer Gesellschaft zu befürchten sind. Diese Sicherheitsvorkehrungen, die nicht nur Anlagen der Kerntechnologie gegen unbefugte und unsachgemäße Behandlung schützen sollen, sondern sich auch gegen vorsätzliche Eingriffe — etwa von Kriminellen oder politisch motivierten Terroristen — richten müssen, könnten nach Meinung dieser Kritiker letztlich zu einem „Polizeistaat“ führen. Dem ist entgegenzuhalten, daß auch heute schon hochkomplizierte technische Anlagen, deren Störung kaum weniger katastrophale Folgen haben würde, gegen den Zutritt und Zugriff Unbefugter geschützt werden, daß ständig Transporte hochexplosiver oder in anderer Weise gefährlicher Stoffe in Österreich unterwegs sind, ohne daß die notwendigen Sicherheitsvorkehrungen zu etwas anderem geführt hätten als zu Ordnungsvorschriften, wie sie in jedem hochorganisierten Gemeinwesen auch aus anderen Gründen erforderlich sind.

Die Nutzung der Kernenergie muß dabei freilich als Gesamtkomplex gesehen werden. So wenig, wie etwa der Betrieb von PKWs ausschließlich unter dem Gesichtspunkt diskutiert werden kann, daß sie eine gewaltige Beeinträchtigung der Umwelt mit sich bringen, sondern eben ihr wirtschaftlicher Nutzen und ihre Bereicherung der Lebensgestaltung der Staatsbürger mitzuberücksichtigen ist, so wenig kann die Nutzung der Kernenergie ausschließlich unter dem Gesichtspunkt der damit verbundenen Risiken diskutiert werden. Denn nicht der Wunsch, die modernste Technologie aus Prestigegründen auch in Österreich anzuwenden, hat zum Bau des Kernkraftwerkes Zwentendorf geführt, sondern der Druck der Energieversorgungslage.

Von Fachleuten wird dargetan, daß in den nächsten Jahren — nicht nur in Österreich — eine Energielücke zu entstehen droht, die die Leistungsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft und damit die Sicherheit der Arbeitsplätze ebenso gefährden würde wie die direkte Versorgung der Bürger als Energiekonsumenten. Diese Energielücke, so behaupten dieselben Fachleute, ist durch den ständig steigenden Bedarf sowohl der Privathaushalte als auch der Wirtschaft bedingt, wobei zwar mit einer Abflachung der Zuwachsrates, aber selbst bei rascher Verwirklichung aller technisch und wirtschaftlich einsetzbaren Sparmaßnahmen nicht mit einer Stagnation gerechnet werden kann.

Die Schließung dieser Lücke durch das Erschließen zusätzlicher Energiequellen in Österreich wird in den kommenden Jahrzehnten nicht möglich sein. So wenig Österreich auf den weiteren Ausbau seiner traditionellen Energiequellen, wie der Wasserkraft, und auf die Nutzung nichtkonventioneller Energien, wie beispielsweise der Sonnenenergie, verzichten kann, so wenig wird auf diese Weise in naher Zukunft eine Deckung des wachsenden Bedarfes erzielt werden können.

Auch in diesem Fall gibt es kritische Einwände. Gegner der Kernenergie verweisen auf die noch ungenutzten Möglichkeiten der Einsparung von Energie und setzen ihre Hoffnung auf die neuen Energiequellen, von denen sie die Befriedigung des zusätzlichen Bedarfes erhoffen. Dazu ist zu bemerken, daß die Wichtigkeit der Förderung des rationellen Energieeinsatzes und der Entwicklung neuer Energiequellen unbestritten ist; bei allen Anstrengungen ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Verwirklichung mancher energiesparender Maßnahmen sowie vor allem der Einsatz neuer Technologien im großen Maßstab Vorbereitungszeiten erfordert, die nur in Jahrzehnten ausgedrückt werden können. Daher ist damit zu rechnen, daß erst gegen Ende dieses Jahrtausends technisch ausgereifte und wirtschaftlich einsatzfähige neuartige Alternativen zur Kernenergie zur Verfügung stehen werden.

Bleibt aber eine Lücke zu schließen, so bietet sich als Alternative zur Kernenergie nur der verstärkte Import an. Dieser wird — da die traditionellen Exportländer von Energie und Rohstoffen für die Energiegewinnung einen massiv wachsenden Eigenbedarf haben — zunehmend schwieriger. Die verbleibende massive Nachfrage wird überdies zu drastischen Preissteigerungen führen, die nachteilige Auswirkungen auf Österreich und seine Wirtschaft haben könnten.

Die Belastung der österreichischen Zahlungsbilanz durch Energieimporte hat bereits in den letzten Jahren stark zugenommen.

Sie zeigt folgendes Bild :

1970	7.571,76 Mio. S
1971	8.452,78 Mio. S
1972	8.729,24 Mio. S
1973	10.454,61 Mio. S
1974	20.236,25 Mio. S
1975	20.466,27 Mio. S
1976	24.931,99 Mio. S

Die aufgezeigte Entwicklung legt es dringlich nahe, diese Importe nicht über das unbedingt erforderliche Maß zu erhöhen.

Wenn sich die Bundesregierung unter diesen Umständen — im Einklang mit Beschlüssen des Parlaments, der jahrelang von den im Parlament vertretenen Parteien zum Ausdruck gebrachten Haltung und in Fortsetzung der Politik früherer Bundesregierungen — grundsätzlich für die Nutzung der Kernenergie ausspricht, so hat sie dabei die kritischen Argumente gegen die Kernenergie nicht auf die leichte Schulter genommen.

In einem demokratischen Staat können Entscheidungen nur dann wirkungsvoll getroffen werden, wenn bei der Mehrheit der Bevölkerung Einverständnis hinsichtlich der Richtigkeit und Notwendigkeit der getroffenen Maßnahmen herrscht. Deshalb ist es erforderlich, sich mit allen kritischen Einwänden gewissenhaft auseinanderzusetzen, und dies um so mehr, als in manchen Argumenten ein richtiger Kern steckt. Diese Argumente waren auch der Anlaß, die diesbezüglichen Entscheidungen um so gründlicher zu überprüfen.

Die Bundesregierung ist an einer umfassenden Diskussion über die Nutzung der Kernenergie in Österreich weiterhin interessiert; sie wird auch in Zukunft den Dialog hierüber fördern.

Die von der Bundesregierung initiierte „Information Kernenergie“ wurde jedenfalls zum Rahmen, innerhalb dessen sich die zentrale Diskussion abspielte. Anfangs nahmen die Massenmedien bedauerlicherweise wenig Notiz von diesem in ganz Österreich in Gang gekommenen Informationsprozeß. Er hat jedenfalls geholfen, reichhaltiges und alle Standpunkte widerspiegelndes Material zur Verfügung zu stellen. Die Grundlage dieses Informationsprozesses bildete die intensive wissenschaftliche Diskussion in zehn thematisch gegliederten Expertengruppen, in denen engagierte Befürworter wie entschiedene Gegner der Kernenergie mitarbeiteten. Bei der Auswahl der Mitarbeiter der Expertengruppen war man bemüht, Rücksicht darauf zu nehmen, daß Persönlichkeiten, die durch ihre berufliche Stellung auch nur den Anschein einer Interessengebundenheit erwecken könnten, nicht herangezogen wurden. Die Ergebnisse der Gespräche der Expertengruppen bildeten die Grundlage für öffentliche Podiumdiskussionen der Experten, die in einem ständig steigenden Ausmaß auch die Bevölkerung in den Diskussionsprozeß einbezogen. Die Tatsache, daß dabei eher organisierte Gruppen als informationsuchende Bürger an den Diskussionen teilnahmen und daß es in einzelnen Fällen zu heftigen Aktionen dieser Gruppen kam, bewirkte eine wesentliche Beeinträchtigung des Informationsprozesses.

Die Ausarbeitungen der Expertengruppen und die Ergebnisse der öffentlichen Diskussion stellten schließlich die Grundlage für vier Symposien dar, in denen Vertreter der Elektrizitätswirtschaft und der Kernenergiewirtschaft sowie Repräsentanten von Interessenvertretungen gemeinsam mit Wissenschaftlern alle Aspekte der Nutzung der Kernenergie diskutierten.

Die „Initiative Österreichischer Atomkraftwerksgegner“ hatte es bedauerlicherweise für sich und für alle ihr angehörenden Gruppierungen abgelehnt, an diesen Symposien teilzunehmen.

Mit dieser Information, deren Ergebnisse vollinhaltlich vorliegen, hat die Bundesregierung ihr Versprechen eingelöst, Vertretern verschiedener Auffassungen zum Thema Kernenergie Gelegenheit zu geben, in gleicher Weise die Öffentlichkeit zu informieren. In ihrer Regierungserklärung vom 5. November 1975 hat die Bundesregierung darüber hinaus angekündigt, diese Frage — nach umfassender und objektiver Vorbereitung — einer Behandlung durch den Nationalrat zuzuführen, was mit der Vorlage dieses Berichtes erfolgt ist.

Die für den Bericht gewählte Form soll die Notwendigkeit widerspiegeln, nicht einen von kurzfristigen oder gar taktischen Interessen bestimmten Standpunkt einzunehmen. Der Bericht dokumentiert nicht nur die von der Bundesregierung getroffenen Maßnahmen, sondern bezieht auch — in stark verkürzter Form — die technischen, wissenschaftlichen und energiepolitischen Informationen ein, die einfach notwendig sind, wenn die Frage der Nutzung der Kernenergie sachgerecht diskutiert werden soll.

Die Bundesregierung hofft zugleich, daß die Diskussion — im Parlament wie in der interessierten Öffentlichkeit — von diesen sachlichen und objektiven Informationen bestimmt wird.

## Der Energiebedarf und seine Deckung

Noch vor einigen Jahrzehnten kannte der Durchschnittsbürger das Wort „Energie“ nur in der auf den Menschen angewendeten Bedeutung von Tatkraft und Durchsetzungsvermögen. („Er ist energisch.“) Daß die physikalisch-technische Bedeutung des Wortes, die früher nur den Wissenschaftler interessierte, in den letzten Jahren zu einem Haushaltswort und Diskussionsthema geworden ist, ist nicht nur auf die spürbaren Folgen des arabischen Erdölembargos nach dem Jom-Kippur-Krieg vom Oktober 1973, sondern auch darauf zurückzuführen, daß sich in einem allmählichen Bewußtseinsbildungsprozeß die Erkenntnis durchgesetzt hat, daß die Energie erstens etwas ungemein Wichtiges und Notwendiges und zweitens keineswegs etwas so Unerschöpfliches und Selbstverständliches wie etwa die Luft zum Atmen ist.

Wohl hatte es in den Jahren von 1939 bis 1945 und einige Zeit danach Benzinrationierung, Gassperrzeiten, Stromausfälle und nicht genügend Brennmaterial gegeben, aber damals hatte man sich keine tieferen Gedanken darüber gemacht und es als kriegsbedingt und nicht als naturgegeben angesehen, weil ja auch viele andere Waren des täglichen Bedarfs knapp waren.

In der Zwischenzeit jedoch ist fast jedermann klargeworden, daß die materielle Grundlage der Wirtschaft und unseres Wohlstandes und Komforts und damit auch der sozialen Sicherheit und der politischen Stabilität nicht nur Rohstoffe, sondern auch genügende Mengen an Energie sind und daß neben sich immer wieder erneuernden Naturschätzen — alle pflanzlichen und tierischen Rohstoffe und bei der Energie beispielsweise die (auch nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehende) Wasserkraft — viele Ressourcen auf unserem Wohnplaneten nur einmalig und begrenzt sind und in einigen Jahrzehnten zu Ende gehen werden — vor allem, weil die Menschheit auf vielen Gebieten eine bedenkenlose Verschwendungswirtschaft betreibt.

## Energieumwandlungen

Die Energie ist nach Max Planck („Vorlesungen über Thermodynamik“, §§ 56 bis 58) die einem Körper oder Körpersystem innewohnende Fähigkeit, beim Übergang von einem Zustand in einen anderen äußere Wirkungen — mechanische Arbeit: Hebung einer Last, Überwindung des Atmosphärendrucks, Erzeugung „lebendiger Kraft“, etwa eines Geschosses; oder eine Erwärmung der umgebenden Körper usw. — hervorzubringen. Anders ausgedrückt ist die Energie eines Systems die Summe aller Wirkungen, die außerhalb des Systems hervorgebracht werden oder (zum Beispiel

im Falle eines gelagerten Brennstoffs oder des Wassers in einem Stausee) hervorgerufen werden können.

Weniger präzise und auf die technischen Anwendungen bezogen, ist Energie das Arbeitsvermögen eines Körpers oder Vorgangs oder die in ihm enthaltene Wärmeenergie, wobei beides gemäß bestimmter experimentell ermittelter Umrechnungsfaktoren gleichwertig ist.

Eine genauere Untersuchung zeigt, daß es keinen Vorgang in der belebten und in der unbelebten Natur gibt, der nicht von Energieumwandlungen begleitet wäre: Die Energie ist der Antrieb, der das Universum in Bewegung hält. Auch die tägliche Nahrung des Menschen dient nicht nur der Erneuerung der Stoffe des Körpers, sondern ist gleichzeitig eine chemische Energiequelle.

Die Energie, die in mannigfachen Formen — als mechanische Energie, Wärmeenergie, chemische Energie, Strahlungsenergie, elektrische und magnetische Energie, Energie der Masse und Atomkernenergie — auftritt, kann nach dem fundamentalen Naturgesetz von der Erhaltung der Energie weder geschaffen werden, also aus nichts entstehen (ein Perpetuum mobile ist unmöglich), noch vernichtet werden, das heißt, spurlos verschwinden. Sie kann nur nach bestimmten zahlenmäßigen Verhältnissen andere Formen annehmen oder von einem Körper auf einen anderen übergehen, wobei aber weder Energie erzeugt wird noch verlorengelassen: Der Gesamtvorrat des Weltalls an Energie ist unveränderlich. Auch die fälschlich so genannte Energieerzeugung, richtiger Energiegewinnung, durch technische Prozesse ist nur eine Freisetzung von gebunden gewesener Energie und eine gezielte Umwandlung von einer Energieform in eine andere.

Nicht jede Energieform kann vollständig in jede andere umgewandelt werden, und die verschiedenen Energieformen sind daher bezüglich ihrer Umwandlungsfähigkeit nicht gleichwertig. Den Anteil der ursprünglichen Energie, der nicht die gewünschte Form annimmt, nennt man „Verlust“. Wenn Energie scheinbar verlorengeht, dann hat sie sich aber zumeist nur in nicht ausnutzbare Wärme verwandelt. (Beispielsweise geht die chemische Energie des Benzins nur zu einem Teil in die Antriebsenergie der Motorwelle über. Ein großer Teil der Energie wird über den Kühler an die Umgebungsluft abgeführt. Aber auch die Antriebsenergie der Motorwelle wird durch den Luftwiderstand, die Reibung der Straße und den Walkwiderstand der Reifen in Wärme verwandelt. Diese Wärme kann nicht zurückverwandelt werden.)

Wärme ist also eine Energieform, die aus anderen Energieformen entstehen und andererseits in andere Energieformen übergehen kann, wobei es allerdings charakteristisch ist, daß kein Weg denkbar ist, um Wärme zur Gänze, restlos, in mechanische oder elektrische Energie umzuwandeln. Auch im günstigsten Fall läßt sie sich nur zum Teil in andere Energieformen umwandeln; der Rest bleibt stets Wärme.

Die Energie kann in jeder ihrer Formen durch die gleiche Einheit ausgedrückt werden. Nach dem Maß- und Eichgesetz von 1973 (BGBl. 174/1973) verwendet man dazu auch in Österreich die Maßeinheit Joule (abgekürzt J), die gleich einer Wattsekunde ist. Eine Kilowattstunde ist demnach das 1000-mal-3600-fache oder 3,6 Millionen ( $3,6 \cdot 10^6$ ) Joule oder 3,6 Megajoule (MJ). Das Joule ist gleichzeitig die Maßeinheit für Energie, Arbeit und Wärmemenge.

Die bisherige Wärmeinheit Kilokalorie (kcal), die nach demselben Gesetz nur noch bis 31. Dezember 1977 offiziell verwendet werden darf, entspricht dem 860. Teil einer Kilowattstunde oder umgekehrt  $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$  ( $1 \text{ kcal} = 4186,8 \text{ J}$ ).

## **Der Wirkungsgrad**

Das Verhältnis zwischen der „gewonnenen“, das heißt, gezielt erzeugten, zu der gesamten umgewandelten Energie, heißt Wirkungsgrad. Da Verluste bei technischen Umwandlungsprozessen nicht zu vermeiden sind (zum Beispiel Reibung, Leitungs- und Strahlungsverluste usw.), wozu noch die vorher genannte unvollständige Umwandelbarkeit der Wärmeenergie kommt, ist der Wirkungsgrad bei technischen Umwandlungsprozessen immer kleiner als 100 Prozent. (Das Kernkraftwerk in Zwentendorf wird einen Wirkungsgrad von etwas mehr als 34 Prozent haben, das heißt, von der thermischen Leistung des Reaktors von 2100 Megawatt findet sich eine elektrische Bruttoleistung von rund 723 Megawatt — das sind 34,43 Prozent der anfänglichen Wärmeenergie — an der Generatorklemme. Der Rest erwärmt das Kühlwasser aus der Donau und die Luft — und zwar nicht aus Unfähigkeit der Techniker, sondern naturgesetzlich.)

Für die Energieversorgung ist Energie nicht nur eine physikalische Größe mit naturgesetzlich wohldefinierter Wertigkeit, sondern zugleich ein Wirtschaftsgut, eine „Ware“. Die Energieversorgung ist eine Kette von mit technischen Mitteln vorzunehmenden Umwandlungs-, Speicherungs- und Transportvorgängen von Energie. Diese Kette beginnt bei der „Primärenergie“ (Energiequelle: Wasserkraft, fossiler oder nuklearer Brennstoff usw.), geht oft über „Sekundärenergie“ (zum Beispiel elektrischen Strom oder Heißwasser) zum Endverbraucher und endet bei ihm als Nutzenergie, wie Licht, mechanische Antriebsenergie, chemische Energie oder Nutzwärme.

## **Elektrizität**

Ein besonders praktischer Zwischenträger und Energieübermittler ist die Elektrizität (elektrische Energie), weil sie im allgemeinen besser, bequemer, reiner, einfacher und mit höherem Wirkungsgrad als andere Energieformen übertragen, verteilt, kontrolliert und in andere Energieformen verwandelt werden kann. Der Anteil der Elektrizität an der gesamten Endenergie, die den Verbrauchern in Österreich 1975 zugeführt wurde, betrug 13,5 Prozent.

Der Verbrauch an elektrischer Energie könnte weit mehr als derzeit vorgesehen ansteigen, falls die Personen- und Lastautos in einigen Jahrzehnten auf elektrischen Antrieb (wahrscheinlich mit Wechselbatterien) umgestellt werden, was auf Grund der Entwicklung im Kraftfahrzeugwesen nicht auszuschließen ist und außerdem vom Standpunkt des Umweltschutzes in Ballungsgebieten zu begrüßen wäre.

Die Versorgung muß immer gewährleistet sein. Strom aber kann nicht ins Depot gelegt werden — in jedem Augenblick muß so viel Strom erzeugt werden, wie verbraucht wird. Die Elektrizitätswirtschaft hat eine gesetzliche Versorgungspflicht zu erfüllen.

Kraftwerke lassen sich nicht von heute auf morgen realisieren. Es gibt strenge behördliche Auflagen für Sicherheit und Umweltschutz, und von der Projektierung bis zur Inbetriebnahme dauert der Bau eines großen Kraftwerks sechs bis acht Jahre und manchmal sogar länger. Werden die Zuwachsraten nicht durch den Bau zusätzlicher Kraftwerke abgedeckt, sind die Reserven bald erschöpft. Wir bekommen die Auslandsabhängigkeit durch zusätzliche Energieimporte noch mehr zu spüren. Der elektrische Strom aber muß jederzeit verfügbar sein, rund um die Uhr und das 8760 Stunden im Jahr.

Ursachen dieser Entwicklung sind das steigende Verlangen der Bevölkerung nach mehr Bequemlichkeit, ein Nachholbedarf in der technischen Ausstattung der Haushalte, der auf uns zukommt. Der elektrische Anschlußwert neuer Wohnungen beträgt in der Regel ein Vielfaches jener der Altwohnungen.

Den geringsten Anteil am Inlandsstromverbrauch in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (1976) hat die Landwirtschaft mit 2,8 Prozent, gefolgt von den öffentlichen Anlagen mit 5,2 Prozent und dem Verkehr mit 5,7 Prozent. Das Gewerbe ist mit 11 Prozent, und die Haushalte sind mit 22,3 Prozent am Stromverbrauch beteiligt. Der größte Stromverbraucher in Österreich ist derzeit die Industrie mit einem Anteil von 40 Prozent. An Eigenverbrauch fallen 5,9 Prozent und an Verlusten 7,1 Prozent an. In acht Jahren dürfte der Stromverbrauch der Haushalte jenen der Industrie überflügeln.

Was den Haushalt betrifft: 1,2 Millionen Frauen in Österreich sind berufstätig. Nach einer im Jahre 1976 veröffentlichten Statistik sind erst 50 Prozent der Haushalte mit Waschmaschinen ausgerüstet, und Geschirrspüler haben einen Anteil von nur fünf Prozent. Bei Kühlschränken ist mit einem Anteil von 86 Prozent der Sättigungsgrad bald erreicht. Farbfernsehgeräte — sie verbrauchen etwa die doppelte Strommenge wie die Schwarz-Weiß-Geräte — haben einen Anteil von 15 Prozent. Der Anteil der elektrischen Beleuchtung an der gesamten Nutzenergie in Österreich beträgt nur etwa 0,2 Prozent.

Der moderne Mensch der Industriegesellschaft ist zu einem Großverbraucher von Energie geworden. Die vielen „Pferdestärken“<sup>1)</sup>, die in seinem Auto stecken, erfordern „Krafftutter“ in Form von chemischer Energie des Treibstoffs, und in der Industrie, im Gewerbe, in der Landwirtschaft und im Haushalt benötigen die elektrischen Geräte, die uns vielfach die schwere Arbeit abnehmen oder erleichtern und dem Durchschnittsmenschen Annehmlichkeiten und einen Komfort bieten, wie ihn in früheren Zeiten selbst die Reichsten und Mächtigsten nicht hatten, ebenfalls Energie, wenn sie nicht stillstehen sollen. Die Energieversorgung ist daher von grundlegender Bedeutung für alle Bereiche des wirtschaftlichen und sozialen Lebens.

---

<sup>1)</sup> Eine Maßeinheit, die ebenfalls Ende 1977 amtlich zugunsten des ausschließlichen Gebrauchs der Leistungseinheit Kilowatt —  $1 \text{ PS} = 735,49875 \text{ Watt}$  oder rund  $0,735 \text{ Kilowatt}$  und umgekehrt  $1 \text{ kW} = 1,3596$  oder rund  $1,36 \text{ PS}$  — verschwindet.

## Energie in der Welt

Welche Energieträger sind auf der Erde überhaupt vorhanden? Die Sonne ist unser Hauptenergielieferant. Die Strahlungsenergie, die der Erdball von ihr empfängt, bewirkt Windkraft, Wasserkraft, Wachstum der Pflanzen (Umwandlung in chemische Energie), die Meereswellenenergie und die Erwärmung der Ozeane.

Holz, Kohle, Erdgas und Erdöl sind gewissermaßen Sonnenenergiekonserven. Während die drei letzteren im Verlauf von vielen Jahrtausenden aus den Überresten von Pflanzen und Tieren entstanden sind und daher „fossil“ genannt werden und nicht „nachwachsen“, erneuert sich das Holz als lebende Substanz, ist aber für Energiezwecke im Weltmaßstab in viel zu geringer Menge vorhanden. In Österreich werden allerdings pro Jahr etwa 2 bis 2,5 Millionen Festmeter Holz für Heizzwecke geschlägert, und dieses Brennholz trägt vor allem zur Deckung des Bedarfs an Raumheizung und Kochwärme in ländlichen Gebieten bei.

Die fossilen Energieträger sind nur begrenzt auf der Erde vorrätig: Die nach dem derzeitigen Stand der Technik förderbaren Weltreserven an Erdöl betragen laut Welt-Energiekonferenz 1974  $91,5 \cdot 10^9$  Tonnen<sup>2)</sup>, das sind  $4,02 \cdot 10^{21}$  Joule. Die Förderung im Jahr 1975 betrug  $2,6465 \cdot 10^9$  Tonnen oder  $0,116 \cdot 10^{21}$  J. Danach reichen die Erdölreserven bei Beibehaltung der Förderung von 1975 rund 35 Jahre.

Bei Naturgas machen die bekannten gewinnbaren Reserven laut Welt-Energiekonferenz 1974  $52,6 \cdot 10^3$  km<sup>3</sup> aus, nach Adams und Kirkby  $65,1 \cdot 10^3$  km<sup>3</sup>, was  $2,37 \cdot 10^{21}$  J entspricht. Vergleicht man die größere Zahl mit der Förderung von 1975 —  $1,2688 \cdot 10^3$  km<sup>3</sup> oder  $0,046 \cdot 10^{21}$  J —, so kommt man auf 51 Jahre.

Bei der Kohle werden die förderbaren Reserven mit  $595.881 \cdot 10^6$  Tonnen oder  $17,46 \cdot 10^{21}$  J angegeben. Bei der Förderung von 1975 —  $2634,3 \cdot 10^6$  Tonnen oder  $0,077 \cdot 10^{21}$  J — reicht dies für 226 Jahre.

Allerdings ist bei allen drei fossilen Brennstoffen noch ein Vielfaches an vermuteten Reserven vorhanden (bei Erdöl je nach Autor das 2- bis 20fache, bei Naturgas das 2- bis 8fache und bei Kohle etwa das 20fache). Wieweit diese Reserven tatsächlich ausnützlich sind, ist fraglich.

Die angegebenen Zeiträume für die derzeit als förderbar angesehenen Reserven sind natürlich nur Durchschnittswerte; je nach Land kann das Ende der Förderung früher oder später kommen. Neue Fundstätten können den Termin hinausschieben, während eine vergrößerte Förderung ein rascheres Versiegen nach sich ziehen würde. Das Wasserkraftpotential der Welt wird mit  $9,802 \cdot 10^6$  Gigawattstunden oder  $0,035289 \cdot 10^{21}$  J pro Regeljahr angegeben. Tatsächlich erzeugt wurden aus Wasserkraft 1974  $1,433 \cdot 10^6$  GWh oder  $0,005159 \cdot 10^{21}$  J. Das heißt, daß etwa ein Siebentel des Wasserkraftpotentials der Erde ausgenützt ist und daß die Wasserkraftwerke der Welt 1974 rund den 46. Teil der Energie lieferten, die 1975 durch Erdöl, Erdgas und Kohle ( $0,116 + 0,046 + 0,077 = 0,239 \cdot 10^{21}$  J) erzeugt wurde. Selbst bei Vollausbau des Wasserkraftpotentials der Erde würde die hydraulische Energie nur etwa ein Siebentel des Energieinhalts der 1975 geförderten fossilen Brennstoffe ausmachen.

---

<sup>2)</sup> Diese und alle weiteren Angaben sind dem „Taschenbuch für Energiestatistik“, Berichtsjahr 1975 herausgegeben vom BMfHGul (Bohmann Verlag KG, Wien 1976), entnommen.

Müllverbrennung, Energiegewinnung aus Abgasen, Biogaserzeugung aus Stroh und ähnliches sind wohl möglich<sup>3)</sup>, erbringen aber nur einen ganz geringen Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs.

Von der Sonne unabhängig ist die Gezeitenenergie (durch den Mond hervorgerufen), die aber nur an wenigen Stellen der Meeresküsten ausgenützt werden kann, die Erdwärme und die in Uran und Thorium (Kernspaltung) sowie in schwerem Wasser (Kernfusion) schlummernde Energie.

## Die Kernfusion

Die kontrollierte Kernverschmelzung, die Energie für Jahrmillionen liefern könnte, da es in den Weltmeeren und Gletschern etwa 50 Billionen Tonnen des „Brennstoffs“ — schwerer Wasserstoff (Deuterium) — gibt, ist bisher im Laboratorium noch nicht gelungen, obwohl in allen großen Industriestaaten die besten Köpfe mit sehr viel Geld an der Lösung des ungemein schwierigen Problems arbeiten, Temperaturen von einigen Dutzend Millionen Grad in einem hinreichend dichten Deuterium-„Plasma“<sup>4)</sup> aufrechtzuerhalten — dies ist die Voraussetzung, daß der energieliefernde Prozeß abläuft.

Die bisherigen Ergebnisse lassen es nicht ausschließen, daß mit einer der bisherigen experimentellen Anordnungen, wenn sie in entsprechender Größe errichtet wird, eine positive Energiebilanz erzielt werden kann. Die Schwierigkeiten, die noch bestehen, lassen aber ein solches Ergebnis nicht vor 10 bis 15 Jahren erwarten. Die technischen Probleme, die sich dann für den Bau von Fusionskraftwerken ergeben, sind ebenfalls noch ungelöst. Es ist zu erwarten, daß ein derartiges Kraftwerk, wenn überhaupt, erst nach dem Jahr 2000 in Betrieb gehen kann.

Die Kernfusion verursacht auf experimentellem Gebiet so hohe Kosten, daß sich Österreich an der diesbezüglichen Forschung nicht einmal im Wege einer Kooperation bei internationalen Großanlagen zu beteiligen vermag. Jedoch gibt es an der Universität Innsbruck eine sehr aktive Forschungsgruppe, die vor allem theoretisch, aber auch für die Grundlagenforschung experimentell tätig ist. Sie ist auch in der Lage, die Entwicklung fachmännisch zu verfolgen und aus erster Hand zu beurteilen.

## Die Bevölkerungsexplosion

Die Welt wird in Zukunft sicher mehr Energie als heute benötigen, vor allem weil die Weltbevölkerung in den nächsten Jahrzehnten stark zunehmen wird. Nach Angaben

---

<sup>3)</sup> Die Möglichkeiten der Verwertung des Getreidestrohs in Österreich wurden mehrfach geprüft. Die hohen Kosten des Einsammelns zur Energieverwertung in größeren Anlagen schließen jedoch die Verwirklichung aus.

<sup>4)</sup> Bei diesen Temperaturen existiert kein normales Gas mehr, sondern ein Gemisch elektrisch geladener Teilchen (Elektronen und Ionen, das sind Atome, denen in diesem Fall Elektronen entrissen wurden), das den Namen „Plasma“ trägt.

des Population Reference Bureau, Washington, wird sie von jetzt (Mitte 1977) 4083 Millionen bei Beibehaltung des derzeitigen Anstiegs (1,8 Prozent Geburtenüberschuß pro Jahr) im Jahr 2000 6182 Millionen Menschen umfassen, das ist ein Zuwachs um etwas mehr als 50 Prozent oder mehr als zwei Milliarden Menschen im Verlauf von 23 Jahren. Bei diesem Tempo erfolgt eine Verdoppelung in 38 Jahren, also bis zum Jahr 2015.

Die sich dauernd erhöhende Bevölkerungszahl erfordert ein proportionales Wachstum der Energie, auch wenn der Lebensstandard gleichbleibt. Selbst falls die reichen Länder bereit wären, ihren Wohlstand nicht weiter zu steigern, werden die ärmeren Länder, in denen mehr als die Hälfte der Erdbewohner lebt, deren Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Welt aber nur 10 Prozent beträgt, auf jeden Fall nach Wirtschaftswachstum streben, wofür sie unweigerlich wesentlich mehr Energie als jetzt brauchen. Sollte die Menschheit als ganzes ihren Energieverbrauch beim jetzigen Stand einfrieren, was unwahrscheinlich ist, dann müssen entweder die reicheren Länder viel weniger Energie verwenden als heute, oder die einzelnen Einwohner der bedürftigen Länder werden infolge der Bevölkerungsexplosion von Jahr zu Jahr immer ärmer.

Wenn der Lebensstandard der Entwicklungsländer, die einen gewaltigen Nachholbedarf haben, im Laufe des nächsten Jahrhunderts jedoch jenem des heutigen Westeuropa nur annähernd angeglichen werden soll, muß der gesamte Weltenergieverbrauch auf das Fünf- bis Zehnfache des heutigen Jahresverbrauchs ansteigen.

## **Unvermeidlicher Engpaß**

Rund zwei Drittel der Energie der industrialisierten Welt kommen derzeit von Erdöl und Erdgas (1974: Erdöl 49,4 Prozent, Erdgas 18,5 Prozent, zusammen 67,9 Prozent<sup>5)</sup>). Eine weltweite Knappheit wird aber nicht erst kommen, wenn in einigen Jahrzehnten der letzte Tropfen Öl, das letzte Kubikmeter Erdgas aus dem Boden geholt sein werden, sondern schon viel früher: Noch übersteigt das Angebot an Erdöl und Erdgas die Nachfrage, ja im Augenblick (Mitte 1977) ist sogar ein — vorübergehender — Überschuß vorhanden, doch nach übereinstimmenden Voraussagen sowohl der maßgebenden Liefer- wie auch der Hauptverbraucherländer wird die Produktion in zehn bis fünfzehn Jahren nicht mehr mit dem Tempo des steigenden Verbrauchs mitkommen. Es erscheint unausweichlich, daß die ohnedies schon hohen Preise dann weiter stark steigen werden, weil sich die Verbraucher um die schwindenden Angebote gegenseitig überbieten werden.

Das Sekretariat der Internationalen Energie-Agentur (IEA) sagt auf Grund sorgfältiger Untersuchungen ernste Schwierigkeiten in der Ölversorgung sogar schon für die Mitte der achtziger Jahre voraus. In Dokument IEA/GB (77) 16 heißt es in Punkt 2,

---

<sup>5)</sup> Errechnet aus den Angaben des „Taschenbuchs für Energiestatistik“. Die anderen Anteile: Kohle 29,7 Prozent, Wasserkraft 2,1 Prozent, Kernenergie 0,3 Prozent.

„daß die Weltnachfrage nach Öl aus den OPEC-Ländern im Jahr 1985 vermutlich zwischen 44 Millionen und 49 Millionen Barrels pro Tag liegen wird. Die rein technische Produktionskapazität der OPEC-Länder im Jahr 1985 wird zwar auf 44 Millionen Barrels pro Tag geschätzt, die zu diesem Zeitpunkt von den OPEC-Ländern für sie als vorteilhaft angesehene Produktion jedoch voraussichtlich nur 35 Millionen Barrels pro Tag betragen. Dies weist auf die extreme Unsicherheit hin, ob die IEA-Länder als Gruppe im Jahr 1985 entsprechend versorgt werden. In jedem Fall wird der Ölmarkt aber sicherlich hart sein, was unvermeidliche Auswirkungen in der Richtung auf höhere Ölpreise haben wird.“

Die Wirtschaftskommission der OPEC, die noch 1976 eine derartige Entwicklung bestritt, hat im Frühjahr 1977 einen Bericht veröffentlicht, in welchem die Wahrscheinlichkeit einer globalen Energielücke sogar schon für spätestens 1980 behauptet wird. Die OPEC-Studie rechnet allerdings mit einem Anstieg des Ölpreises innerhalb der nächsten drei Jahre von insgesamt 35 Prozent, wodurch laut OPEC gemeinsam mit der Verwirklichung des Energieplans von US-Präsident Carter eine echte Energiekrise verhindert werden dürfte.

Aus den folgenden Überlegungen ergibt sich, daß dieser unvermeidliche Engpaß — bevor neue Energiequellen (Kernfusion, Sonne) in großem Maßstab hoffentlich einspringen können — nur mit Hilfe der Energie aus der Kernspaltung überbrückt werden kann.

## **Kohle**

Einer wesentlich vermehrten Verwendung von Kohle sind durch die nicht genügende Zahl von ausgebildeten Bergleuten und besonders durch die Kosten der Förderung und des Transports sowie vor allem durch die hohen, derzeit nicht konkurrenzfähigen Kosten einer Umwandlung von Kohle in flüssige Treib- und Brennstoffe oder in gasförmigen Brennstoff Grenzen gesetzt.

Die Gründe, die zu einer Abkehr von der Verwendung der Kohle in der Industrie, im Eisenbahnwesen und beim Hausbrand geführt haben, waren neben den relativ höheren Kosten der Wärmeenergie der Kohle auch ihre gegenüber den sie ersetzenden Energieträgern wesentlich unhandlichere und personalaufwendige Art der Verwendung, die Notwendigkeit, für den Abtransport erheblicher Verbrennungsrückstände (Aschen, Schlacke) sorgen zu müssen, die schmutzigere Betriebsweise, und die praktische Unmöglichkeit eines vollautomatischen Betriebes bei kleinen Anlagen.

All diese Gründe sind neben der Tatsache, daß eine Umstellung von kohlegefeuerten Kesseln auf Heizöl- oder Erdgasbetrieb leicht möglich ist, die Umstellung von heizöl- oder erdgasgefeuerten Anlagen auf Kohlebetrieb jedoch nicht oder nur sehr schwer und mit hohen Kosten und unter allen Umständen mit einer Leistungseinbuße verbunden ist, auch weiterhin wirksam und sie begrenzen die Einsatzmöglichkeiten der Kohle unter den gegenwärtig herrschenden Bedingungen.

## Neuartige Energiequellen

Die neuartigen Energiequellen (vor allem die Solarenergie) werden selbst bei größter Anstrengung bis zum Jahr 2000 keinen über zehn Prozent hinausgehenden Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs leisten können, vor allem weil die Entwicklung effizienterer Technologien mindestens zwei bis drei Jahrzehnte dauert. Außerdem sind die Preise pro Energieeinheit — zumindest derzeit und in naher Zukunft — höher als das, was man derzeit dafür ausgibt, so daß nur ein geringer ökonomischer Anreiz für ein Umsteigen besteht, um so mehr als auch hohe Investitionskosten erforderlich und die derzeitigen Anlagen ja meist noch für längere Zeit gebrauchsfähig sind. Die unkonventionellen Energiequellen kommen daher in erster Linie nur für neue Anlagen und für den Ersatz unbrauchbar gewordener alter Anlagen in Frage.

## Energie in Österreich

Österreich gehört leider zu den Ländern mit begrenzten inländischen Energievorkommen. Daher mußte unser Land 1975 61,5 Prozent der Gesamtrohenergie aus dem Ausland einführen, während 38,5 Prozent aus inländischen Primärenergiequellen aufgebracht werden konnten. 1976 lag der Importanteil schon bei 68 Prozent. Es ist vorauszusehen, daß sich diese Auslandsabhängigkeit noch sehr verstärken wird, erstens weil der Energiebedarf weiter steigt und zweitens weil ein wesentlicher Teil der inländischen Energiereserven wahrscheinlich im Zeitraum bis 1990 weitgehend aufgebraucht sein wird.

Bis Ende der achtziger Jahre rechnet man mit einem Importanteil der Gesamtenergie von nahezu 80 Prozent. Während noch im Jahre 1973 für Energieimporte rund 10,5 Milliarden Schilling aufgewendet werden mußten, hat sich dieser Betrag 1975 mit ungefähr 20,5 Milliarden Schilling annähernd verdoppelt und ist 1976 auf nahezu 25 Milliarden Schilling angestiegen. Die Energieversorgung schafft daher ein ernstes Zahlungsbilanzproblem.

Unsere inländischen Reserven an Erdöl werden bei Beibehaltung der Förderung des Jahres 1975 elf Jahre sicher, wahrscheinlich zwei Jahre länger, also bis 1990, und wenn vermutete und hypothetische Vorräte tatsächlich gewinnbar sind, bis zu weiteren 16 bis 20 Jahren anhalten.

Das sicher gewinnbare Erdgas und Erdölgas reicht bei einer Förderung wie 1975 sicher sechs Jahre, wahrscheinlich drei weitere Jahre (bis 1986) und möglicherweise bis zu weiteren 30 bis 34 Jahren.

Die abbauwürdige Braunkohle entspricht 18mal der Fördermenge des Jahres 1975. Weitere wahrscheinliche Braunkohlenreserven sind noch einmal so groß. Mögliche weitere Reserven umfassen 64mal die Fördermenge von 1975. (Siehe Anhang, Teil III, 6A.)

In der Regierungserklärung vom 5. November 1975 wurden Maßnahmen zur systematischen Exploration (Erkundung) und Prospektion (Aufsuchung von Lagerstätten

mit geologischen und bergmännischen Methoden) von fossilen Brennstoffen und eine Strukturverbesserung des österreichischen Kohlenbergbaus angekündigt. Ein erstes Ergebnis der inzwischen gesetzten Maßnahmen ist die Erschließung des neuen Braunkohlentagebergbaues Oberdorf (Steiermark) mit einem Lagerstättenvorrat von 35 Millionen Tonnen im Voitsberger Revier, von dem das dort zur Errichtung gelangende 300-MW-Dampfkraftwerk Voitsberg III während seiner Bestandsdauer versorgt werden wird.

Diese Maßnahme wird den Entfall der Förderung aus den im Sinne der Strukturverbesserung geschlossenen oder in Hinkunft zu schließenden hoffnungslos defizitären Bergbauen Pöfing-Bergla und Fohnsdorf zum erheblichen Teil kompensieren. Weiters hat die Bundesregierung die Absicht, in den Jahren 1978 und 1979 jeweils rund 18 Millionen Schilling für eine systematische Kohlenprospektion aufzuwenden, und zwar den überwiegenden Teil aus den Mitteln der Bergbauförderung und den zur Vollziehung des Lagerstättengesetzes zum ersten Mal von 1978 an bereitzustellenden Mitteln.

Dadurch wird eine systematische Prospektion der noch vorhandenen Kohlenvorkommen in Österreich in der Zukunft sichergestellt. Für die Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen auf eine systematischere Weise als bisher wird anlässlich der Anpassung bestehender Aufsuchungsverträge oder durch Neuabschluß derartiger Verträge mit den Erdölgesellschaften entsprechend vorgesorgt werden.

## **Wasserkraft**

Österreich ist verhältnismäßig reich an sich stets erneuernder Wasserkraft. (Im Jahr 1975 wurden in Österreich rund 72 Prozent des elektrischen Stroms aus Wasserkraft und 28 Prozent aus Wärmekraft erzeugt.) Vom gesamten wirtschaftlich ausbaufähigen Wasserkraftpotential Österreichs von 44.100 Gigawattstunden pro Jahr ( $158,76 \cdot 10^{15}$  J/Jahr) sind derzeit rund 26.500 GWh/Jahr ( $95,40 \cdot 10^{15}$  J/Jahr) ausgebaut oder im Bau, das sind rund 60 Prozent. Etwa 17.600 GWh/Jahr ( $63,36 \cdot 10^{15}$  J/Jahr) stehen noch für den Ausbau zur Verfügung, wobei für die Deckung des Grundlastbedarfs ein Laufenergiepotential von rund 10.700 GWh/Jahr ( $38,52 \cdot 10^{15}$  J/Jahr) verfügbar ist. Die restlichen 6900 GWh/Jahr ( $24,84 \cdot 10^{15}$  J/Jahr) sind in Form von Speicherenergie vorhanden, die nur in jenem Ausmaß, in welchem ein Bedarf an Spitzenenergie besteht, eingesetzt werden kann.

Das Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung sagt in seinem Sonderdruck „Revision der Energieprognose bis 1990“ (12/1976), die bereits ein geringeres Wachstum als vorherige Prognosen annimmt, eine Zunahme des Bedarfs an elektrischem Strom von 30.293 GWh ( $109,05 \cdot 10^{15}$  J) im Jahr 1975 auf 39.443 GWh ( $141,99 \cdot 10^{15}$  J) im Jahr 1980, 50.678 GWh ( $182,44 \cdot 10^{15}$  J) im Jahr 1985 und 64.476 GWh ( $232,11 \cdot 10^{15}$  J) im Jahr 1990 voraus<sup>6)</sup>. Das heißt, die Steigerung im gesamten Fünfzehnjahrezeitraum

<sup>6)</sup> Das entspricht einer jährlichen Zuwachsrate von 5,42 Prozent für 1975—1980, 5,14 Prozent für 1980—1985 und 4,93 Prozent für 1985—1990 und einer Verdopplungszeit des Bedarfs von rund 14 Jahren.

macht mit 34.183 GWh/Jahr ( $123,06 \cdot 10^{15}$  J/Jahr) rund das Doppelte des noch ausbaufähigen Wasserkraftpotentials aus.

Die Differenz muß von irgendwoher kommen — entweder muß man mehr Erdöl, Erdgas oder Kohle für die Zwecke der Stromerzeugung importieren oder direkt elektrischen Strom einführen, oder man muß neue Energiequellen für die Stromerzeugung heranziehen.

## **Zusätzliche Importe**

Die Möglichkeit zusätzlicher Stromimporte ist grundsätzlich gegeben, bedarf zu ihrer Konkretisierung jedoch mehrjähriger Vorbereitungen. Um den vorausgesagten Strombedarf zu decken, müßten aber auf jeden Fall auch zusätzliche konventionelle Wärmekraftwerke errichtet werden.

Ihr Betrieb mit importiertem Erdöl und Erdölprodukten würde jedoch gegen die Zielsetzungen verstoßen, die Österreich durch die Unterzeichnung des „Übereinkommens über ein internationales Energieprogramm“ (BGBl. 317/1976) übernommen hat, in welchem im Kapitel VII, Artikel 41, Absatz 1 ausdrücklich erklärt wird, daß die Mitgliedstaaten „entschlossen sind, bei der Deckung ihres gesamten Energiebedarfs ihre Abhängigkeit von Ölimporten langfristig zu verringern“. Darüber hinaus ist die früher geschilderte Knappheit in der Erdölversorgung zu erwarten.

Da Österreich auch den von den Gasversorgungsunternehmen prognostizierten Gasbedarf durch Importe bei weitem nicht decken können wird, bleibt nur die vermehrte Verwendung von Kohle für die Stromerzeugung, doch sind auch hier die Bezugsmöglichkeiten nicht unbegrenzt. Abgesehen davon ist auch die Kohle infolge des Ausstoßes von Schwefeldioxid, Staub, Stickoxiden und sogar geringfügigen Mengen an Radioaktivität in den Verbrennungsgasen nicht besonders umweltfreundlich.

## Unkonventionelle Energiequellen

Als unkonventionelle Energiequellen kommen für Österreich im Prinzip nur Windkraft, Erdwärme, die direkte Nutzung der Strahlungsenergie der Sonne sowie die Kernkraft in Frage.

### Windenergie

Die Windkraft — bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts Antriebskraft der Segelschiffahrt und von Windmühlen und Wasserpumpen — ist in kleinen Einheiten geeignet, Wasser in die Höhe zu pumpen oder in kleinen Windkraftwerken elektrischen Strom zu liefern (10 bis 20, später vielleicht 100 Kilowatt), und zwar für Kleinverbraucher abseits von Stromversorgungseinrichtungen, also etwa entlegene Bauernhöfe, Bergbauern, Bergstationen und Schutzhütten. Dagegen wurden alle bisher in der Sowjetunion, den USA und in Deutschland unter hohen Kosten erbauten großen Windkraftwerke durch Sturm einwirkung nach verhältnismäßig kurzer Betriebszeit zerstört und mußten abgewrackt werden.

Wenn der großtechnische Einsatz der Windkraft für die Erzeugung von elektrischem Strom im Bereich von hunderten Megawatt schon aus technischen und wirtschaftlichen Gründen, abgesehen von Fragen des Landschaftsschutzes, außer Betracht bleiben muß, so ist die Nutzung der Energie der bewegten Luft für kleine Anlagen jedoch durchaus erwägenswert. Daher hat die Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung im Burgenland eine Versuchsanlage errichtet. Seit etwa zwei Jahren werden dort zwei zuerst im Windkanal erprobte Typen von kleinen Windkraftanlagen unter Umweltbedingungen erprobt.

Die gewonnenen Erfahrungen werden dazu dienen, weitere Anlagen mit auf österreichische Verhältnisse optimierten Eigenschaften zu bauen. Derzeit wird eine weitere Versuchsanlage, die speziell für die Elektrizitätsversorgung eines Bauernhofes eingesetzt werden soll, im Marchfeld errichtet. Das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung hat von 1974 bis Mitte 1977 für diese Zwecke 1,14 Millionen Schilling aufgewendet.

### Geothermische Energie

Im Rahmen des Österreichischen Forschungskonzepts des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung haben die führenden Fachleute unseres Landes auch die

Möglichkeiten der Erdwärme (geothermische Energie) untersucht. Das Ergebnis ihrer Arbeit ist eine Broschüre von 76 Seiten: „Forschungskonzept für Erschließung und Nutzung geothermischer Energie in Österreich“ (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 1976).

Danach besteht, sofern dies nicht durch gelöste korrosive Bestandteile oder einen zu hohen Salzgehalt (der bei Abkühlung Verkrustungen erzeugt) verhindert wird, die Möglichkeit der Nutzung von geothermischem Warm- und Heißwasser für Raumheizung, Klimaanlage und Tiefkühlung, für die Landwirtschaft (Glashäuser, Ställe, Fischzucht) und für die Industrie im Wiener Becken, im südburgenländisch-steirischen Becken und in der Molassezone (Nieder-, Oberösterreich, Vorarlberg), doch wird die geothermische Energie — jedenfalls in absehbarer Zeit — keine über eine lokale Bedeutung hinausgehende Anwendung finden.

Auf Grund eingehender geologischer Gutachten wurden vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung mehrere Projekte zur Nutzung der Erdwärme begonnen. (Siehe Anhang, Teil III, 6.B, a, Tabelle I). Darüber hinaus wurde in Zusammenarbeit mit der ÖMV-Aktiengesellschaft vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung an der Stadtgrenze Wiens eine Bohrung, die Warmwasser lieferte, als Versuchsstation eingerichtet. Die hier durchgeführten Tests zur Ermittlung der optimalen Förderbedingungen verliefen positiv, das geförderte Wasser mußte jedoch auf Grund der ökologischen und hydrologischen Verhältnisse und des hohen Gehalts an Mineralstoffen wieder in die Bohrung eingepreßt werden.

Insgesamt hat das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung für die Zwecke der geothermischen Energie von 1974 bis Mitte 1977 1,74 Millionen Schilling aufgewendet.

Da in Österreich keine extremen Anomalien der geothermischen Tiefenstufe vorkommen, ist mit der Erzeugung von natürlichem Wasserdampf, der für die Stromerzeugung verwendbar ist (wie in Italien, Kalifornien, Mexiko, Neuseeland) nicht zu rechnen. Bezüglich der Elektrizität kommen die österreichischen Experten zu folgender Schlußfolgerung (in der angeführten Broschüre auf Seite 8):

„An eine Nutzung geothermischer Energie zur Erzeugung elektrischer Energie hingegen ist nur langfristig und bei Erreichen entsprechend hoher Temperaturen zu denken. Die hierfür nötigen Forschungsarbeiten sind überaus kostspielig. Wegen des sehr hohen Risikos und der sehr begrenzt vorhandenen Mittel soll in dieser Beziehung derzeit im wesentlichen die ausländische Entwicklung auf diesem Gebiet sorgfältig verfolgt werden.“

## **Sonnenenergie**

Für die direkte Nutzung der Sonnenenergie gilt beim heutigen Entwicklungsstand — die Solartechnik befindet sich erst im Anfang der Anwendungsphase — ähnliches wie für die Windkraft: Sie ist in unseren Breiten vor allem für Kleinverbraucher geeignet — für die Wohnraumheizung und die Warmwasserbereitung von Ein- oder Zweifamilienhäusern, für die Wasserwärmung von Schwimmbädern und ähnliches,

allerdings ohne Zusatzheizung zunächst nur in den Sommermonaten und vielleicht auch noch in den Übergangsmonaten (Frühling und Herbst). Auf diesem Gebiet wird sie, auch in Österreich, bereits eingesetzt. In Österreich gibt es schon Industrieunternehmen, die auf kommerzieller Basis Sonnenkollektoren oder ganze Solaranlagen zur Warmwassergewinnung für Wohnhäuser oder Schwimmbecken herstellen.

Eine Deckung des gesamten Bedarfs an Wärmeenergie, auch dann, wenn geeignete Umwandlungstechnologien zur Verfügung stehen, ist jedoch auf Grund der benötigten großen Auffangflächen nicht denkbar. Um etwa den vollständigen Wärmebedarf eines Einfamilienhauses nur mit Sonnenenergie das ganze Jahr hindurch decken zu können, wären zur Zeit wirtschaftlich nicht mehr vertretbare Kollektorenflächen und Wärmespeichervolumina erforderlich. (Das Problem der Speicherung der Wärme über mehrere bewölkte Tage, vor allem aber über die Wintermonate hinweg, ist bis heute noch nicht zufriedenstellend gelöst.) Eine Kombination von Solaranlagen mit konventionellen Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung wird daher auch in naher Zukunft unumgänglich sein.

Derzeit muß noch mit beträchtlich höheren Kosten einer Solarheizung gegenüber konventionellen Methoden gerechnet werden, die sich erst mit der Entwicklung verbesserter Solarsysteme, Massenproduktion und steigenden Kosten für die anderen Energieträger angleichen werden. Trotzdem gehen optimistische Schätzungen dahin, daß in 15 Jahren etwa 4 Prozent des österreichischen Energiebedarfs durch Sonnenenergieanlagen gedeckt werden können. Dies würde eine willkommene Entlastung des Energiehaushaltes bedeuten, hat aber vorerst nur eine untergeordnete Bedeutung, insbesondere wenn man dem gegenüberstellt, daß der Gesamtenergieverbrauch nach der bereits erwähnten Prognose des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Zeitraum von 1975 bis 1985 jedes Jahr um 3,9 Prozent steigen wird. Das heißt, der Beitrag der Sonnenenergie würde höchstens dem Bedarfszuwachs eines Jahres entsprechen.

Dessenungeachtet hat das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung ein breites Spektrum von Forschungen, Untersuchungen, industriellen Projekten und Programmen auf dem Gebiet der Nutzung der Sonnenenergie initiiert, in Auftrag gegeben und gefördert und für diese Zwecke von 1974 bis Mitte 1977 einen Betrag von 17,75 Millionen Schilling aufgewendet. (Siehe Anhang, Teil III, 6. B, b, Tabellen II bis V.) Vom Bundesministerium für Bauten und Technik — Wohnbauforschung wurden einschlägige Projekte im Betrag von 2,9 Millionen Schilling gefördert. (Siehe Tabelle VI im Anhang.)

## **Sonnenkraftwerke**

Die Erzeugung elektrischer Energie durch Sonnenkraftwerke ist unter den österreichischen Gegebenheiten vorerst noch mit derart hohen Kosten verbunden, daß sie aus wirtschaftlichen Gründen in absehbarer Zeit nicht in Betracht kommt. Auf diesem Gebiet müssen die Erfahrungen abgewartet werden, die in den Regionen der Erde (den heißen Wüsten Afrikas, Asiens, der USA und Australiens) gewonnen werden,

in denen die pro Quadratmeter aufgestrahlte Sonnenenergie mehr als doppelt so groß ist wie in Österreich (Einstrahlung in Wien durchschnittlich 1120 Kilowattstunden pro Quadratmeter im Jahr, Graz 1198, Salzburg 1086) und wo auch die Dauer des direkten Sonnenscheins zweimal so lang ist (Wien 1891 Stunden pro Jahr, Graz 1903, Innsbruck 1765, Salzburg 1712).

Selbst in heißen Zonen rechnet man angesichts der großen Ausmaße eines Sonnenkraftwerks auch von bescheidener Leistung<sup>7)</sup> und wegen der hohen Kosten der Wärmespeicherung, daß die Anlage drei- bis fünfmal so teuer ist wie ein konventionelles oder ein Kernkraftwerk.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung wird an der Technischen Universität Wien (Prof. Dr. Hans F. Kleinrath) ein Sonnenkraftwerk von 10 Kilowatt elektrischer Leistung entwickelt, das für Entwicklungsländer mit genügend viel Sonnenschein gedacht ist.

Das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung hat auch eine Studie über „Solarstrom in Österreich“ ausarbeiten lassen. Darin kommt der Autor, Diplomingenieur Norbert Weyss, zu der Schlußfolgerung, daß in Österreich nicht nur der heutige Strombedarf im „solar-hydraulischen (Sonne-Wasserkraft-)Verbund“ zu 100 Prozent erzeugt werden könnte, sondern daß sich auch die Erfordernisse in den nächsten fünfzig Jahren allein aus solar-hydraulischen Kraftwerken decken ließen.

Abgesehen davon, daß erst ein Expertenteam die Stichhaltigkeit der Ergebnisse der Studie überprüfen muß, nimmt auch Weyss das Jahr 1990 als frühesten Beginn für das erste österreichische Sonnenkraftwerk an, und er ist der Ansicht, daß zur Abdeckung des zu erwartenden Fehlbetrages an elektrischer Energie in den späteren achtziger Jahren zwei Kernkraftwerke nötig sind, aber auch ausreichen.

## **Gesellschaft für Sonnenenergie**

Um die zahlreichen und laufend geplanten Arbeiten auf dem Gebiet der Sonnenenergie besser koordinieren zu können und die Anwendung der Sonnenenergie durch gezielte Information aller Interessierten rascher vorantreiben zu können, wurde im Juni 1976 die Österreichische Gesellschaft für Weltraumfragen GesmbH, die sich im ausschließlichen Eigentum des Bundes befand, auf die Österreichische Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen GesmbH (Austrian Solar and Space Agency, abgekürzt ASSA) erweitert.

Dieser neuen Gesellschaft gehören auch vier namhafte private Gesellschaften an, wodurch das besondere Interesse der österreichischen Wirtschaft an deren Arbeiten

---

<sup>7)</sup> Ein Kraftwerk von 100 Megawatt (ein Siebentel von Zwentendorf) benötigt eine Bodenfläche von 4 Quadratkilometern, von denen 1,6 Quadratkilometer mit beweglichen (der Sonne nachgeführten) Spiegeln bedeckt sind und einen 200 Meter hohen Turm, auf dessen Spitze die Strahlen konzentriert werden und dort den Dampf für die Stromerzeugung produzieren.

bekundet wird. Das Jahresbudget für den Sektor Sonnenenergie beträgt 4 Millionen Schilling. Da die Forschungsarbeiten immer kapitalintensiver werden und auch die Zeit drängt, rasche Ergebnisse zu erzielen, werden sowohl im bilateralen als auch im multilateralen Rahmen größte Anstrengungen unternommen, um gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte auszuführen.

Auf bilateraler Ebene plant Österreich gemeinsame Forschungsprojekte zur Nutzung der Sonnenenergie mit der Bundesrepublik Deutschland, Bulgarien, Israel und Saudiarabien.

Im multilateralen Rahmen ist Österreich an den Arbeiten der Internationalen Energieagentur (IEA) sehr engagiert. So wurde am 20. Dezember 1976 das IEA-Übereinkommen zur Durchführung gemeinsamer Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Nutzung der Sonnenenergie für Heizungs- und Kühlzwecke auch von Österreich unterzeichnet. Weiters hat Österreich die Federführung in der Arbeitsgruppe „Kleine solare Kraftwerke“ der IEA inne.

## **Industrielle Sonnenkollektorenproduktion**

Durch die Förderungsmaßnahmen vor allem des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung wurden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Nutzung der Sonnenenergie durch Industrieunternehmen initiiert, die dazu führten, daß derzeit mindestens fünf österreichische Firmen (zum Beispiel Vereinigte Metallwerke Ranshofen-Berndorf AG, Vogel & Noot und die Firma Thalhammer in Graz) serienmäßig Sonnenkollektoren erzeugen. Weiters hat die Firma Swarovski in Tirol in Zusammenarbeit mit einer Schweizer Firma die Produktion von konzentrierenden Sonnenkollektoren aufgenommen. Die VMW Ranshofen-Berndorf AG liefert seit Juli 1977 bereits vollständige Solaranlagen zur Warmwasserbereitung. (Die Entwicklung wurde vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung mit einem Betrag von einer Million Schilling gefördert.)

Zusammenfassend ist über die Aussichten der Sonnenenergie zu sagen, daß ihre breite Einführung selbst bei Senkung der Kosten derzeit deshalb auf Grenzen stößt, weil ja kein Konsument, der bereits eine Heizung oder Warmwasseranlage hat, bereit ist, viel Geld für einen komplizierten Umbau (Verlegung von Rohren vom Dach herab) auszugeben, wenn er nur im sonnigen Teil des Jahres versorgt wird und die übrige Zeit ohnedies eine andere Heizart benötigt. Die Solarenergie kommt also, wie bereits früher festgestellt wurde, in erster Linie für Neubauten und vorerst vor allem für Ein- oder Zweifamilienhäuser in Betracht.

Keine der drei nichtkonventionellen Energiequellen Windkraft, Erdwärme und Sonnenenergie ist, wie gezeigt wurde, in den nächsten eineinhalb Jahrzehnten zur Erzeugung von Elektrizität im Bereich von mehreren hundert oder gar tausend Megawatt geeignet, wobei noch bedacht werden muß, daß wir als kleines Land erstens nicht Pionier von Großanlagen spielen können und zweitens die Konkurrenzfähigkeit der österreichischen Wirtschaft gegenüber dem Ausland geschwächt werden würde, falls man inländische Energien heranzieht, die wesentlich teurer als ausländische Importenergie sind.

## Wirtschaftswachstum und Energie

Wenn man ein weiteres Wirtschaftswachstum zur Erhaltung der Vollbeschäftigung und zur Arbeitsplatzsicherung anstrebt — ein „Nullwachstum“, wie es manche vertreten, hätte schwerwiegende Folgen nicht nur für den Lebensstandard, da ja dann keine weitere Verbesserung, sondern nur noch eine Umverteilung möglich wäre, sondern auch für unsere Wettbewerbsfähigkeit am Weltmarkt —, wenn man die in den nächsten zehn Jahren erforderlichen rund 300.000 zusätzlichen Arbeitsplätze schaffen will, dann muß man auch für die Steigerung des Energieverbrauchs, die damit untrennbar verknüpft ist, entsprechende Vorsorgen treffen.

Obwohl das Wachstum unvermeidlich einmal eine Grenze erreichen wird, ist es derzeit sicher noch nicht so weit. Wohl aber wird die Zunahme geringer, flacht die Kurve ab. Tatsächlich nimmt ja das Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO) nur noch eine jährliche Steigerung des Stromverbrauchs bis 1990 von rund 5 Prozent an, während man in der Vergangenheit durchschnittlich 7 Prozent pro Jahr verzeichnet hat.

## Kernenergie

Eine nüchterne Betrachtung alles vorher Gesagten, also der Weltsituation, der Energie-reserven im Inland und der Möglichkeiten und Grenzen der nichtkonventionellen Energiequellen, führt zu der Schlußfolgerung, daß der zukünftige Fehlbetrag zwischen Elektrizitätsverbrauch und Elektrizitätserzeugung in Österreich, soweit er nicht durch sinnvolleren Einsatz der elektrischen Energie verringert werden kann, am zweckmäßigsten durch die einzige technisch-wirtschaftlich bereits reife neue Energiequelle aufgebracht werden kann: die Kernenergie.

Die Kernspaltung von Uran (und Plutonium) hat einen enormen Vorteil: eine große Energiedichte. Ein Kilogramm Kernbrennstoff (Uranoxid) liefert die gleiche Strommenge (185.000 Kilowattstunden) wie 44.000 Kilogramm Heizöl oder 60.000 Kilogramm Steinkohle. Diese hohe Energiekonzentration und Kompaktheit (Heizöl gleichen Energieinhalts nimmt rund den hunderttausendfachen Rauminhalt ein) bedeutet nicht nur, daß Strom aus einem Kernkraftwerk billiger ist als aus Kohle oder Öl, sondern sie ermöglicht auch einen viel billigeren Brennstofftransport und die Möglichkeit der krisensicheren Anlegung eines Vorrats für mehrere Jahre sowie eine relative Unempfindlichkeit gegenüber Preiserhöhungen.

Diese Vorteile und die zu erwartende Ölknappheit führen zu einem vermehrten Einsatz von Kernenergie auch im Ausland, wie dies näher im Kapitel „Kernenergie in der Welt“ dargestellt wird.

In Zwentendorf machen die reinen Brennstoffkosten (Natururan und Anreicherung) ohne Brennelementefertigung — 3,5 Groschen Gestehungskosten je Kilowattstunde — 9 bis 11 Prozent, mit Brennelementefertigung — zusammen 5,6 Groschen — 15 bis 18 Prozent der gesamten Stromgestehungskosten von 31,5 bis 37,2 Groschen je Kilo-

wattstunde aus<sup>8)</sup>), während der Brennstoffkostenanteil bei einem Kohlekraftwerk mit Teilentschwefelung fast 60 und bei einem mit Ölfeuerung rund 45 Prozent betragen. Selbst wenn das Natururan doppelt so teuer werden sollte, würde der Kilowattstundenpreis dadurch nur um 1,4 Groschen steigen!

In Österreich sind in den letzten Jahren Vorkommen von Uranerz festgestellt worden, die bei den heutigen Preisen unter Umständen einen wirtschaftlichen Abbau ermöglichen lassen. Die bisher bedeutendste festgestellte Lagerstätte liegt bei Forstau im Bundesland Salzburg. Sie wird gegenwärtig eingehend bergmännisch untersucht und aufgeschlossen. Die bisher erschlossenen sicheren und wahrscheinlichen Lagerstättenvorräte werden mit 1800 Tonnen Uran-Metall bewertet.

## **Die Sektion „Energiewirtschaft“**

Die österreichische Bundesregierung hat der zentralen Bedeutung der Energie für die Volkswirtschaft und der Notwendigkeit einer Koordinierung der einschlägigen Belange auch durch die Schaffung der Sektion „Energiewirtschaft“ im Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie mit 1. Jänner 1974 Rechnung getragen, in der die vormalige Sektion Elektrizitätswirtschaft des Bundesministeriums für Verkehr sowie einschlägige Abteilungen anderer Sektionen des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie zusammengefaßt wurden. Diese Modernisierung der administrativen Struktur wurde am 1. Februar 1977 vorläufig abgeschlossen, als die Sektion Energiewirtschaft mit der Bergbausektion des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie vereinigt wurde, um in dem Bereich „Energie — Oberste Bergbehörde — Grundstoffe“ sämtliche für die wirtschaftliche Seite der Energieversorgung maßgeblichen Kompetenzen zu vereinigen.

Die Aufgaben dieser Sektion umfassen nunmehr unter anderem die Elektrizitäts- und Brennstoffwirtschaft, energiepolitische Fragen, internationale Energieangelegenheiten, rechtliche und betriebswirtschaftliche Aspekte der Energiewirtschaft, Angelegenheiten des Bergwesens und der mineralischen Roh- und Grundstoffe und ihres Aufsuchens.

Das besondere Augenmerk, das Problemen des rationalen Energieeinsatzes gewidmet wird, zeigt die Einrichtung des Energiesparbeirates bei dieser Sektion. Der sparsame Umgang mit Energie verdient auch im Rahmen dieses Berichts eine kurze Betrachtung.

---

<sup>8)</sup> Siehe Anhang, Teil III, 3

## Sinnvoll verwenden und nicht verschwenden

Österreich kann auf eine jahrelange Tradition auf dem Gebiet des rationellen Energieeinsatzes — vor allem auf dem Gebiet der Industrie — verweisen. Der Österreicher zählt keineswegs zu den großen Energieverbrauchern. In der Tabelle des Pro-Kopf-Verbrauches rangiert Österreich am unteren Ende nach Frankreich und vor Italien. Portugal steht an letzter Stelle. Die USA und Kanada stehen an der Spitze.

Es gibt aber auch in Österreich auf dem Sektor Energiesparen noch viele Möglichkeiten, die ausgeschöpft werden können. Diese Tatsache ist schon vor einigen Jahren von der Bundesregierung erkannt worden; durch gezielte Information an die Hauptverbrauchergruppen wurden diese Möglichkeiten aufgezeigt. Es sind zusätzlich überall dort, wo die größten Energieeinsparungen erwartet werden können, dementsprechende Studien erarbeitet oder in Auftrag gegeben worden. Es handelt sich dabei um Untersuchungen im Bereiche des Haushaltes, auf dem Gebiet des Verkehrs und der Industrie und Untersuchungen zum verstärkten Einsatz der Kraft-Wärme-Kupplung im Bereiche der öffentlichen Versorgung<sup>9)</sup>.

Man muß sich aber darüber von vornherein im klaren sein, daß alle diese Einsparungsmaßnahmen nicht zu einer Lösung der weitgefächerten Energieproblematik führen können. Eine Energieeinsparung in der Größenordnung von 15 Prozent innerhalb von 12 Jahren dürfte für Österreich die Obergrenze darstellen, die nur unter Ergreifung aller praktisch durchführbaren Maßnahmen erreicht werden kann. Sie würde eine jährlich um ein Prozent niedrigere Energieverbrauchszunahme bedeuten. Diese Einsparungsmaßnahmen sind sehr kapitalintensiv, benötigen eine lange Anlaufzeit und verursachen vielfach Energiesubstitutionen, die zumindest während der Anlaufzeit einen erhöhten Bedarf an elektrischer Energie erfordern. Was das Energiesparen betrifft, kann die Bundesregierung in erster Linie nur Anregungen geben; die administrativen Kompetenzen liegen im wesentlichen bei den Bundesländern.

Der Komplex Energie muß in seiner Gesamtheit betrachtet werden. Die Nutzenergie in Österreich (Stand 1975) wird zu 42 Prozent für Wärme für Raumheizung und Warmwasser aufgewendet. Der Wärmeanteil für Industierzwecke beträgt 33 Prozent, die mechanische Energie folgt mit 16 Prozent und die chemische Energie mit 8,8 Prozent. Die größten Erfolge beim Energiesparen sind überall dort zu erwarten, wo es sich um Wärmeenergie handelt.

---

<sup>9)</sup> Siehe Anhang, Teil III, 7: Die Förderung der zweckmäßigen Nutzung der Energie.

## Kernphysik und Kernenergie

Wie ein Kernreaktor funktioniert, kann man am besten verstehen, wenn man die grundlegenden Tatsachen der geschichtlichen Entwicklung der Kenntnisse über den Aufbau der Atome verfolgt.

Der Neuseeländer schottischer Abstammung Ernest Rutherford entdeckte 1911 in Manchester, daß ein Atom — die kleinste Einheit eines chemisch nicht weiter zerlegbaren Stoffes — keineswegs, wie man vorher geglaubt hatte, eine stoffgefüllte Vollkugel, sondern in Wirklichkeit ein fast gänzlich leerer, nur von Kräften erfüllter Raum mit einer im Mittelpunkt in einer kleinen Region konzentrierten elektrischen Zentralladung ist, die er 1912 Nucleus (lateinisch, Kern) nannte.

Der stets positiv geladene Atomkern, um den bildlich gesprochen weit draußen die ungemein leichten negativen Elektronen ähnlich wie die Planeten um die Sonne kreisen und den Bereich des Atoms abgrenzen, enthält praktisch die gesamte Masse des Atoms, obwohl sein Durchmesser (je nach der Art von 1,6 bis 14 Billionstelmillimeter gehend) nur etwa ein Zehntausendstel des Atomdurchmessers ist.

### Zwei Urbausteine: Proton und Neutron

Die Atomkerne aller Atome mit Ausnahme von Wasserstoff erwiesen sich als aus zwei Bausteinen zusammengesetzt: Aus positiv elektrisch geladenen Teilchen, die Rutherford 1920 Protonen (proton, griechisch, das erste) taufte, und aus 1932 von dem Engländer James Chadwick entdeckten, elektrisch ungeladenen, also neutralen Teilchen, den Neutronen.

So besteht beispielsweise der Atomkern von Uran-235 aus 92 Protonen und 143 Neutronen ( $92+143 = 235$ ) und der von Uran-238 aus 92 Protonen und 146 Neutronen. Da sich beide Uransorten chemisch gleich verhalten und daher im periodischen System der Elemente am gleichen Platz, in der gleichen Rubrik mit der Ordnungszahl oder Atomnummer 92 stehen, die mit der Protonenzahl übereinstimmt — die beiden Uransorten unterscheiden sich nur durch eine verschiedene Anzahl von Neutronen —, nennt man sie Isotope (isos topos, griechisch, gleicher Platz).

Der Wasserstoffatomkern — der leichteste und kleinste von allen — besteht nur aus einem Proton. Einen Atomkern aus einem Neutron allein gibt es nicht. Ein freies alleinstehendes Neutron (außerhalb von Atomen) hat keine lange Lebensdauer: Es wird entweder von einem Atomkern eingefangen, den es direkt trifft oder an dem es nahe und langsam genug vorbeifliegt, oder es zerfällt mit einer mittleren Lebensdauer von etwa einer Viertelstunde in ein Proton und ein Elektron (und ein von dem Öster-

reicher Wolfgang Pauli, der 1945 den Nobelpreis für Physik erhielt, 1931 theoretisch postuliertes und 1956 tatsächlich nachgewiesenes weiteres kleines ungeladenes Teilchen, das sogenannte Neutrino).

Das Proton ist 1,6 Billionstelmillimeter groß und hat eine Masse von 1,67252 Quadrillionstelgramm (das ist das 1836fache der Masse eines Elektrons, das daher kaum zum Atomgewicht beiträgt). Das ebenso große Neutron hat eine etwas größere Masse von 1,67482 Quadrillionstelgramm.

## Atomkernumwandlungen

Der Atomkern ist chemischen Eingriffen und normalem Erhitzen gegenüber völlig unempfindlich und unveränderlich. (Daher konnten die Alchemisten früherer Jahrhunderte keine Elementumwandlungen durchführen, also etwa aus Blei Gold machen. Erst bei Temperaturen von Dutzenden oder hunderten Millionen Grad, wie sie im Inneren von Sternen herrschen, kann es zu Veränderungen der Atomkerne kommen.) Dagegen kann man auf Atomkerne einwirken und ihre Zusammensetzung — das heißt, ihre Protonen- und Neutronenzahl — ändern, wenn man mit geeigneten Methoden Geschosse — Protonen, Neutronen oder zusammengesetzte Atomkerne — auf sie schleudert. Einen solchen Vorgang, der in einem Aufbau, Abbau, Umbau, einer Absplitterung oder Zerspaltung bestehen kann, nennt man Atomkernumwandlung, Atomkernreaktion oder kurz Kernreaktion.

Nachdem die Neutronen 1932 entdeckt worden waren, erwiesen sie sich als ideale Geschosse für Atomkernumwandlungen, da sie als neutrale Teilchen nicht wie die positiven Protonen oder andere ebenfalls positive Atomkerne vom positiven Zielatomkern abgestoßen, sondern sogar, wenn sie genügend nahe sind, angezogen werden. 1934 entdeckte der Italiener Enrico Fermi gemeinsam mit seinen Mitarbeitern, daß sich durch Zusammenstöße mit Atomkernen verlangsamte Neutronen im allgemeinen viel besser als Geschosse für Kernreaktionen eignen als schnelle Neutronen, da sie länger im Bereich eines Atomkerns und damit im Bereich seiner anziehenden Kraft verweilen und so leichter in ihn hineingezogen werden können.

Zu Anfang mußten die Neutronen mühsam erzeugt werden — bei Kernreaktionen, bei denen sie abgesplittet wurden. Die Ausbeute war sehr klein. Im Winter 1938/39 wurde jedoch eine Entdeckung gemacht, die zur Massenproduktion von Neutronen in wirklich großem Maßstab führte. Die Deutschen Otto Hahn und Fritz Straßmann fanden, daß bei der Bestrahlung von Uranatomkernen mit Neutronen Atomkerne von Barium, Lanthan und Cer entstehen, die nur etwa die halbe Masse der Uranatomkerne haben.

## Spaltung

Der Österreicher Otto Robert Frisch und dessen Tante Lise Meitner (der Hahn seine Ergebnisse mitgeteilt hatte) erklärten diese Erscheinung durch die Annahme, daß der

Urankern nur eine geringe Formfestigkeit besitzt und sich nach Einfang eines Neutrons in zwei Atomkerne von ungefähr gleicher Größe teilen kann (von denen einer zum Beispiel Barium sein kann). Diese zwei Bruchstücke werden einander stark abstoßen und daher eine große Bewegungsenergie erlangen. Die beiden Forscher nannten den Vorgang „Spaltung“ (Fission).

Frisch wies dann experimentell nach, daß die beiden Spalttrümmer tatsächlich mit großer Geschwindigkeit in entgegengesetzte Richtungen auseinanderfliegen. Lise Meitner sprach die Vermutung aus, daß die Spaltung von Neutronenaussendung begleitet ist. Und man fand wirklich, daß bei jeder Spaltung auch zwei bis drei Neutronen abgesplittet oder ausgestoßen werden.

## Kettenreaktion

Damit ergab sich die Möglichkeit einer „Kettenreaktion“: Wenn die bei der Spaltung eines Uranatomkerns freiwerdenden Neutronen von anderen Uranatomkernen eingefangen werden, müssen sie weitere Spaltungen verursachen und dabei weitere Neutronen liefern. Dieser Prozeß würde sich lawinenartig dauernd wiederholen, solange noch ungespaltene Uranatomkerne vorhanden sind, die herumfliegende Neutronen einfangen und von ihnen gespalten werden können.

Man könnte sich nun die Frage vorlegen, wieso dieser Vorgang sich nicht schon vor Jahrmillionen im Uranerz abspielte, so daß heute gar kein Uran mehr vorhanden wäre. (Tatsächlich begann vor 1,7 Milliarden Jahren in Westafrika bei einem jetzt Oklo genannten Ort in Gabun in einem uranreichen Gebiet, in welchem die entsprechenden Bedingungen vorhanden waren, eine solche sich selbst in Gang haltende Spaltungskettenreaktion, die mehr als 150.000 Jahre andauerte.)

Ein Grund ist der, daß das Uran ziemlich rein und in genügender Menge vorhanden sein muß, ein weiterer, daß sich Uran-235 und Uran-238 bei Neutronenbeschuß verschieden verhalten. (Im Uran, wie es in der Natur vorkommt, sind 99,2739 Prozent Uran-238, 0,7205 Prozent Uran-235 und 0,0056 Prozent Uran-234 enthalten. Auf 138 Atomkerne von Uran-238 kommt also erst ein Atomkern von Uran-235.)

Der Däne Niels Bohr fand im Frühjahr 1939, daß das leichtere Uranisotop U-235 hauptsächlich durch langsame Neutronen — Geschwindigkeit etwa zwei Kilometer in der Sekunde — gespalten wird<sup>10)</sup>. Uran-238 dagegen wird nur von schnellen Neutronen gespalten. Mittelschnelle Neutronen bleiben im Atomkern von U-238 stecken und dieser wandelt sich im Verlauf einiger Tage in einen Atomkern von Plutonium-239 um, der selbst wieder spaltbar ist.

---

<sup>10)</sup> Nach Einverleibung des Neutrons geht das Zerplatzen des Atomkerns von Uran-236 (Uran-235 plus ein Neutron) innerhalb von etwa einer Hundertmillionstelsekunde vor sich. In fast 15 Prozent der Fälle kommt es jedoch zu keiner Spaltung. Die ungespaltenen Atomkerne von U-236 sind radioaktiv mit einer mittleren Lebensdauer von 350.000 Jahren. In geringerem Maß fangen sie auch Neutronen ein und werden so zu U-237.

## Kritische Masse und Moderatoren

Will man, daß es zu einer Kettenreaktion in Natururan kommt, daß also so viele Uran-235-Kerne gespalten werden, daß die Kette nicht abreißt, muß man daher erstens trachten, daß möglichst wenige Neutronen durch die Oberfläche des Urankörpers in die freie Umgebung entweichen können, woraus folgt, daß eine Mindestmenge an Uranmasse — die sogenannte „kritische Masse“ — vorhanden sein muß, und daß zweitens von den innerhalb der Uranmasse verbleibenden Neutronen auf jedes spaltende wieder ein spaltendes folgt. Dazu ist es notwendig, die bei der Spaltung freiwerdenden Neutronen, die eine Geschwindigkeit von rund 20.000 Kilometern pro Sekunde haben, rasch zu verlangsamen und über den „gefährlichen“ Geschwindigkeitsbereich hinwegzubringen, so daß nicht zu viele von ihnen von den viel zahlreicheren Uran-238-Atomkernen verschluckt und so gewissermaßen aus dem Verkehr gezogen werden. (Da ein Teil der Neutronen unvermeidlich von Uran-238-Kernen eingefangen wird, läßt sich die Plutoniumproduktion nicht verhindern, sondern ist sie eine zwangsläufige Begleiterscheinung.)

Das Abbremsen der Neutronen geschieht durch sogenannte Moderatoren, Substanzen mit kleinen und leichten Atomkernen, die möglichst wenige Neutronen verschlucken. Bei Zusammenstößen der Neutronen mit den Atomkernen des Moderators geht ein Teil der Bewegungsenergie der Neutronen auf den betroffenen Atomkern über. Gute Moderatoren sind schwerer Wasserstoff (Deuterium, chemisches Symbol D), Beryllium und Kohlenstoff (Graphit). Da Sauerstoff wenig Neutronen verschluckt, ist auch die Verbindung von schwerem Wasserstoff und Sauerstoff  $D_2O$  — schweres Wasser <sup>11)</sup> — ein sehr guter Moderator.

Auch gewöhnliches, „leichtes“ Wasser ( $H_2O$ ) ist ein Neutronenverlangsamer. Da aber der darin enthaltene leichte Wasserstoff (H) in geringem Maß Neutronen einfängt, kommt es bei Verwendung von gewöhnlichem, leichtem Wasser in Natururan zu keiner Kettenreaktion — der Neutronenverlust durch Verschluckung von Neutronen vor allem durch die H-Atomkerne ist etwas zu groß.

Will man trotzdem gewöhnliches Wasser verwenden (schweres Wasser ist sehr teuer), muß man den Anteil des Uran-235 und damit der spaltbaren und neue Neutronen liefernden Atomkerne von den 0,7 Prozent des Natururans auf etwa 3 Prozent erhöhen. Diese „Anreicherung“ geschieht mit Hilfe eines sehr aufwendigen und kostspieligen Verfahrens.

Im Reaktor in Zwentendorf beträgt die Anreicherung 2,7 Prozent, das heißt, im eingesetzten Uran ist der Anteil des spaltbaren U-235 so groß. Die restlichen 97,3 Prozent sind Uran-238. Das bedeutet, daß ein U-235-Kern auf 36 U-238-Kerne kommt. Der Brennstoff in Zwentendorf ist aber nicht Uran, sondern Uranoxid ( $UO_2$ ). (In Oklo funktionierte der Naturreaktor mit gewöhnlichem Wasser als Moderator vor 1,7 Milliarden Jahren, weil der Uran-235-Anteil im Natururan damals noch 3 Prozent ausmachte. Erst in der Zwischenzeit verringerte er sich auf die jetzigen 0,72 Prozent. Beide Uranisotope sind nämlich radioaktiv. Sie zerfallen aber mit verschiedener

---

<sup>11)</sup> Schweres Wasser wiegt um 10,6 Prozent mehr als gewöhnliches Wasser. Es ist darin im Verhältnis 1:6500 (0,015 Prozent) enthalten und kann daraus gewonnen werden.

Geschwindigkeit, das Uran-235 mit einer Halbwertszeit<sup>12)</sup> von 710 Millionen Jahren und das Uran-238 von 4,51 Milliarden Jahren.)

## **Kernenergie ist Wärmeenergie**

Wo kommt nun eigentlich die Wärmeenergie her, die wir in den Reaktoren der Kernkraftwerke zur Dampferzeugung ausnützen? Die beiden Spaltbruchstücke rasen, wie geschildert, mit großer Geschwindigkeit — zu Anfang rund 10.000 Kilometer in der Sekunde — auseinander. Wenn sie durch Materie hindurchgehen, werden sie jedoch rasch, nach einem Weg von Bruchteilen eines Millimeters, gebremst und durch die dabei auftretende Reibung wird die umgebende Substanz erwärmt. Die Uranspaltung ist also eine Wärmequelle.

Der einzelne Spaltprozeß erzeugt zwar nur eine ungeheuer winzige Wärmemenge, gerade genug, um ein Billionstelgramm Wasser um 7,3 Grad Celsius zu erwärmen. Aber wenn eine Billion Uranatomkerne zerplatzen, dann kann man schon eine Billion mal so viel, also ein ganzes Gramm Wasser, um 7,3 Grad erhitzen, und eine Trillion Spaltungen erhöhen bereits die Temperatur von einer Tonne Wasser um 7,3 Grad oder von 100 Kilogramm um 73 Grad. (In Zwentendorf kommt es zu 65,5 Trillionen Spaltungen pro Sekunde.)

Wenn sich der Vorgang der Kernspaltung in 2,6 Quadrillionen Uran-235-Atomkernen abspielt, die zusammen ein Kilogramm wiegen, dann werden dabei fast 80 Billionen ( $80 \cdot 10^{12}$ ) Joule oder 22 Millionen Kilowattstunden<sup>13)</sup> an Wärme erzeugt. Um diese Wärmemenge aus der chemischen Energie von konventionellen Brennstoffen zu gewinnen, muß man 2500 Tonnen oder 2,5 Millionen Kilogramm bester Anthrazitkohle verbrennen, also die 2,5millionenfache Menge.

## **Die Geburt des Atomzeitalters**

In dem unter der Leitung des vor dem Faschismus in die USA emigrierten italienischen Physikers Enrico Fermi errichteten ersten Kernreaktor der Welt, aus 50 Tonnen Uranmetall- und Uranoxidstücken und 385 Tonnen hochreinen Graphitziegeln (als Moderator) aufgeschichtet, begann am 2. Dezember 1942 um 15.25 Uhr Ortszeit

---

<sup>12)</sup> Unter Halbwertszeit versteht man die Zeit, innerhalb der die Hälfte der Atomkerne zerfallen ist, das heißt, sich unter Aussendung von Teilchen in andere Atomkerne umgewandelt hat. Halbwertszeiten gehen von Bruchteilen von Sekunden bis zu Trillionen Jahren.

<sup>13)</sup> Die elektrische Energie, die man daraus gewinnen kann, beträgt je nach Wirkungsgrad etwa 30 bis 40 Prozent davon. Man muß beachten, daß erst 37 Kilogramm Zwentendorfer angereichertes Uran ein Kilogramm Uran-235 enthalten. Von den 90 Tonnen Uran im Zwentendorfer Reaktor sind zu Beginn etwas mehr als 2,4 Tonnen spaltbares Uran-235. Tatsächlich aufgebraucht werden davon 1,7 Tonnen. Der Rest von 0,7 Tonnen U-235 findet sich in den abgebrannten Brennelementen. Im Falle der Wiederaufarbeitung wird er wiederverwendet.

in Chicago 28 Minuten lang die erste sich selbst in Gang haltende Kernspaltungskettenreaktion abzulaufen. Sie lieferte nur ein halbes Watt thermische Leistung, was nicht einmal ausreicht, um das Lämpchen einer Taschenlampe zum Leuchten zu bringen.

Zehn Tage danach wurden dann 200 Watt (thermisch) erreicht, womit man bei Umwandlung in Elektrizität mit einem Wirkungsgrad von 30 Prozent gerade eine 60-Watt-Lampe betreiben kann. 35 Jahre später hat der derzeit größte Kernreaktor der Welt in Biblis (BRD) eine elektrische Bruttoleistung von 1300 Megawatt oder 1,3 Milliarden Watt.

Die ersten Reaktoren, die nach dem Versuchsreaktor in Chicago in den USA gebaut wurden, dienten nicht der Stromerzeugung — im Gegenteil: die entstehende Wärme von Milliarden Kilowattstunden war ein unerwünschtes Nebenprodukt und ging ungenutzt in das Kühlwasser des Columbia River —, sondern der Gewinnung von Plutonium für den Bau der Atombombe. Das erste Kernkraftwerk der Welt, mit einer Leistung von 5 Megawatt (elektrisch) ging am 27. Juni 1954, vor 23 Jahren, in Obninsk, 150 Kilometer südwestlich von Moskau, in der Sowjetunion in Betrieb.

Die Regelung und Abschaltung von Reaktoren erfolgt durch Stangen aus stark neutronenverschluckenden Materialien (Bor, Kadmium), die mehr oder weniger stark in die Reaktionszone hineingeschoben werden (Kontroll-, Regel- oder Steuerstäbe). Indem sie die Neutronenzahl verringern, können sie ein Gleichgewicht zwischen der Zahl der bei Spaltungen erzeugten und der Zahl der für weitere Spaltungen zur Verfügung stehenden Neutronen herstellen oder die Kettenreaktion ganz unterbrechen und zum Stillstand bringen.

Uran-235 kann außer durch langsame auch durch schnelle Neutronen gespalten werden, wenn auch mit geringerer Wahrscheinlichkeit. Man kann daher auch Reaktoren ohne Moderatoren bauen, bei denen schnelle Neutronen die Spaltungen (auch von einem Teil des Urans-238) bewirken. Voraussetzung ist allerdings, daß der Brennstoff stark mit spaltbarem Plutonium angereichert ist.

## Thermische und schnelle Reaktoren

Man unterscheidet daher zwei Hauptgruppen von Kernreaktoren: Thermische Reaktoren, die hauptsächlich mit langsamen (sogenannten „thermischen“) Neutronen (Geschwindigkeit rund 2 km/s), und schnelle Reaktoren, die mit schnellen Neutronen (Geschwindigkeit etwa 4000 bis 40.000 km/s) arbeiten. In den schnellen Reaktoren wird als Brennstoff ein Uran-Plutonium-Gemisch verwendet, bei dem der Plutoniumanteil 20 bis 30 oder mehr Prozent beträgt. Ein Typ von schnellem Reaktor ist der „schnelle Brüter“, der mehr Plutonium erzeugt, als er Uran verbraucht. Für je 10 gespaltene Atomkerne werden 12 bis 14 Plutoniumatomkerne erzeugt.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß ein Kernreaktor eine geeignete Anordnung von Brennstoff<sup>14)</sup> (natürlichem oder angereichertem Uran, Plutonium oder

---

<sup>14)</sup> Der Ausdruck „Brennstoff“ ist eigentlich irreführend, weil er ja nicht brennt, sondern sich in seinem Inneren nur eine Kernspaltungskettenreaktion abspielt.

einer Mischung von beiden), einem Moderator (der bei schnellen Reaktoren wegfällt) und einem Kühlmittel ist, das die Wärme ableitet. Je nach Brennstoff, Moderator und Kühlmittel und ihrer Anordnung gibt es verschiedene Reaktortypen.

## Der Siedewasserreaktor

Hier sei nur der Siedewasserreaktor beschrieben, da der Reaktor in Zwentendorf von diesem Typ ist. Derzeit gibt es<sup>15)</sup> 53 Siedewasserreaktoren mit insgesamt 26.948 Megawatt elektrischer Nettoleistung auf der Welt (davon sechs in der BRD, sieben in Japan, vier in Schweden, fünf in der Sowjetunion und 25 in den USA), das sind 30,5 Prozent der gesamten installierten Kernkraftwerksleistung. Zusammen haben sie bis Oktober 1977 bereits 298 Betriebsjahre hinter sich, sind also gründlichst erprobt.

Im Bau oder geplant sind 75 weitere Siedewasserreaktoren mit 76.487 Megawatt elektrischer Nettoleistung (davon drei in der Schweiz, vier in der BRD, vier in Spanien, drei in Italien, neun in Japan und 42 in den USA). Am längsten, nämlich seit August 1960, also seit mehr als 17 Jahren, ist der 200-Megawatt-Siedewasserreaktor „Dresden-1“ in Morris im US-Bundesstaat Illinois in Betrieb. Sein Vorgänger, der experimentelle Siedewasserreaktor (EBWR) im Argonne National Laboratory (USA) von 5 Megawatt (elektrisch), erzeugte das erstemal am 23. Dezember 1956 Elektrizität.

Der Siedewasserreaktor ist ein thermischer Leichtwasserreaktor. Bei ihm dient gewöhnliches leichtes Wasser gleichzeitig als Neutronenbremsmittel (Moderator) und als Wärmetransportmittel („Kühlmittel“).

Das wesentliche Kennzeichen des Siedewasserreaktors besteht darin, daß das vollentsalzte Wasser, das den Reaktorkern (wo sich der Kernbrennstoff befindet) von unten nach oben durchströmt und dabei die in den Brennstoffstäben entstehende Wärme aufnimmt, durch entsprechende Einstellung des Drucks schon im Reaktor-druckgefäß sieden und teilweise (Zwentendorf: zu etwa 13 Gewichtsprozent) verdampfen kann und daß der vom flüssigen Wasser getrennte, in Zwentendorf 282 Grad Celsius heiße Dampf unmittelbar auf die Turbine geleitet wird; nachdem er kondensiert (wieder flüssig wird), wird er als Wasser nach Durchlaufen einer Reihe von Vorwärmstufen (in Zwentendorf mit 215 Grad Endvorwärmtemperatur) in den Reaktorkern wieder zurückgepumpt. Wie bei allen Wärmekraftmaschinen muß beim Kondensieren des Dampfes ein Großteil der im Kraftwerk erzeugten Wärme ungenutzt an ein äußeres Kühlsystem (Zwentendorf: durch das Kraftwerk hindurchgeleitetes Donauwasser) abgegeben werden (Abwärme). Ein kleiner Teil wird jedoch für Heizzwecke innerhalb des Kraftwerks verwendet.

Der Direktkreislauf im Siedewasserreaktor erlaubt eine kompakte Anordnung der Reaktoranlage. Damit wird es möglich, den Reaktor in einem verhältnismäßig kleinen druckfesten und gasdichten kugelförmigen Sicherheitsbehälter einzuschließen. (Näheres siehe bei der eigentlichen Beschreibung des Gemeinschaftskernkraftwerks Tullnerfeld.)

---

<sup>15)</sup> Die Angaben sind dem Buch „Power Reactors in Member States“, Ausgabe 1977, der Internationalen Atomenergieorganisation in Wien entnommen.

Den zentralen Teil des Reaktors, in welchem die Kernspaltung vor sich geht, nennt man Reaktorkern<sup>16)</sup> (englisch: core). Dort befindet sich der Kernbrennstoff, in metallischen Rohren eingeschlossen. Diese Rohre bilden die Brennstäbe, die ihrerseits zu „Brennelementen“ (Anordnungen von vielen parallelen Brennstäben) zusammengesetzt sind. Die Brennelemente können als Einheiten eingesetzt und ausgewechselt werden — von oben mit Hilfe der vollautomatischen Brennelementwechsellmaschine. Wenn der Reaktor in Betrieb ist, strömt das Kühlwasser zwischen den Brennstäben hindurch, wird dabei erhitzt und im Siedewassertyp, wie beschrieben, zum Teil direkt zu Dampf.

### **30 Prozent Plutoniumspaltung in Zwentendorf**

In den Brennstäben eines Siedewasserreaktors entsteht aus dem Uran-238 auch Plutonium, und zwar werden bei je zehn Kernspaltungen rund sechs Atomkerne von Plutonium erzeugt. Ein Teil dieses Plutoniums befindet sich in den „abgebrannten“ Brennelementen, wenn sie nach drei bis vier Jahren aus dem Reaktor herausgenommen werden. Ein anderer Teil wird jedoch bereits im Reaktor gespalten und liefert ebenso wie das Uran-235 nutzbare Energie. Von der gesamten Energie, die in einem Siedewasserkernkraftwerk gewonnen wird, stammen bereits mehr als 30 Prozent oder ungefähr ein Drittel aus der Plutoniumspaltung!

---

<sup>16)</sup> Es ist irreführend, daß man das „Herz“ des Kernreaktors auf deutsch Reaktorkern oder kurz Kern nennt, weil dadurch eine Verwechslungsmöglichkeit mit dem (Atom-)Kern gegeben ist.

## Kernenergie in der Welt

Mit Stichtag 1. März 1977 waren in aller Welt 197 Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 88.248 Megawatt in Betrieb<sup>17)</sup>. Weitere 367 Kraftwerksblöcke mit 340.350 Megawatt waren zu diesem Zeitpunkt im Bau oder bestellt. Das ergibt insgesamt 564 Anlagen mit 428.598 Megawatt. In der ganzen Welt zählt man an die tausend Reaktoren, die Antriebsreaktoren der nuklearen Flotten inbegriffen. Die damit gewonnenen Erfahrungen reichen über einige tausend Reaktor-Betriebsjahre.

In der Geschichte der Kerntechnik sind bisher sieben Personen durch Strahlung umgekommen: Drei bei der Atombombenentwicklung, eine in einem Forschungsreaktor in Jugoslawien und drei in einem militärischen Reaktor in den USA. Es ist aber bisher kein Mensch außerhalb eines Kernkraftwerkes durch Störungen in einem Kraftwerk ums Leben gekommen. Auch bei den Betriebsmannschaften der kommerziellen Kernkraftwerke ist bisher kein einziger Todesfall durch Strahlung zu beklagen. Im Kernkraftwerk Gundremmingen (BRD) sind zwei Arbeiter bei einer Revision (unsachgemäßes Hantieren) durch Dampf getötet worden.

Präsident Carter hat bei seiner ersten Rede vor dem US-Kongreß am 20. April 1977 detaillierte Forderungen zur Energieeinsparung aufgestellt und vor allem von der Industrie die Umstellung von Gas und Öl auf Kohle verlangt. Bis zum Jahre 1985 soll die Kohlenförderung um 60 Prozent auf eine Milliarde Tonnen erhöht werden. Der Ausbau und der Betrieb von Kernkraftwerken müsse weitergeführt werden. Er forderte mehr Sicherheitsmaßnahmen, den Bau von Kraftwerken außerhalb dichtbesiedelter Gebiete, sprach von einer Erhöhung der Lagerkapazität für abgebrannte Brennelemente, von frühzeitigen Standort-Vorbescheiden und neuen Gesetzen zur Beschleunigung der Genehmigungsverfahren. Präsident Carter hat zwei Wochen zuvor, am 7. April 1977, bereits ausschließlich zur Kernenergie Stellung genommen, wobei jedoch nicht die energiewirtschaftlichen Aspekte, sondern die militärpolitische Seite im Vordergrund stand. Die Plutoniumwirtschaft sei zu verhindern, die Entwicklung natriumgekühlter, schneller Brüter sowie die Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennstoffe sei zurückzustellen. Der Weiterverbreitung von Atomwaffen solle ein Riegel vorgeschoben werden. Diese Ansichten werden zweifellos bedeutenden Einfluß auf die Entwicklung der Kernenergie in der nächsten Zeit ausüben.

Wir Österreicher bleiben von der von Präsident Carter behandelten Thematik weitgehend unberührt: Mit Kernwaffen haben wir nichts zu tun, eine Wiederaufarbeitungsanlage kommt für die Republik nicht in Frage, und überdies hat Österreich den Atomwaffensperrvertrag unterzeichnet.

---

<sup>17)</sup> International Atomic Energy Agency, Vienna 1977: „Power Reactors in Member States“.

Im Rahmen des Atomwaffensperrvertrages sind die Nichtatomwaffenstaaten verpflichtet, ihre Bestände an nuklearem Material (Thorium, Uran, Plutonium) der Kontrolle der Internationalen Atomenergie-Organisation zu unterstellen, die diese Kontrolle durch eine zentrale Erfassung aller Materialbestände und detaillierte Überprüfungen an Ort und Stelle durch Inspektoren ausübt. Bei den Inspektionen werden u. a. auch Proben von Kernmaterial entnommen, welche sodann in dem in Österreich auf dem Gelände der ÖSGAE in Seibersdorf errichteten Safeguards Analytical Laboratory (SAL) analysiert werden. Die Analysen beziehen sich vor allem auf Proben aus abgebrannten Brennelementen, die bekanntlich u. a. auch einen gewissen Anteil an Plutonium enthalten, das zwar einen wertvollen Brennstoff für den Betrieb von Kernkraftwerken darstellt, jedoch auch für nicht-friedliche Zwecke Verwendung finden kann. Die im SAL durchzuführenden Analysen sollen daher vor allem den Gehalt an Plutonium in den abgebrannten Brennelementen bestimmen, um damit die vorhandene Gesamtmenge dieses Materials zu erfassen. Etwa 15 Wissenschaftler aus aller Welt werden im SAL tätig sein. Österreich hat nicht zuletzt auch mit der Ermöglichung dieser Einrichtung einen Beitrag zur Verwirklichung des Gedankens der Nichtweiterverbreitung von Atomwaffen (Nonproliferation) geleistet.

### **Kernkraftwerke: Rege Bautätigkeit in Europa**

In allen an Österreich grenzenden Ländern — mit Ausnahme von Liechtenstein — sind Kernkraftwerke im Betrieb oder in Bau, einige davon unmittelbar an unseren Grenzen. Die Lage in Europa auf dem Kernenergiesektor ist weiterhin durch intensive Bautätigkeit gekennzeichnet, die sich allmählich auch stärker in der Inbetriebnahme neuer Kernkraftwerke niederschlägt. Bei vielen Anlagen sind Terminverschiebungen aufgetreten, die auf Verzögerungen bei den Genehmigungsverfahren und auf Änderungen infolge nachträglicher Auflagen der Genehmigungsbehörden während der Bauzeit zurückgehen. In 24 europäischen Ländern (laut der IAEO-Broschüre „Power Reactors in Member States“ 1977) einschließlich Osteuropas waren 312 Kernkraftwerksblöcke mit zusammen 222.000 Megawatt in Betrieb, Bau oder Planung. Im Vergleich dazu die Leistung des Kernkraftwerkes Zwentendorf: 700 Megawatt.

In unseren Nachbarländern (Bundesrepublik Deutschland, Italien, Jugoslawien, Schweiz, CSSR und Ungarn) sind derzeit 20 Kernkraftwerke in Betrieb und 45 Kernkraftwerke im Bau oder projektiert. Aus europäischer Sicht gesehen hat die Schweiz mit 20 Prozent der Stromerzeugung aus drei Kernkraftwerken im Jahre 1976 den größten Kernenergieanteil an der Stromerzeugung erreicht. Eines, das Kernkraftwerk Mühleberg, ist nur 14 Kilometer vom Bundestagsgebäude in Bern entfernt<sup>18)</sup>.

---

<sup>18)</sup> Im Anhang, Teill I, wird ausführlich zum Thema „Grenznahe Kernkraftwerke“ eingegangen. Bisher sind wegen geplanter Kernkraftwerke mit der Schweiz (Standort Rüthi), mit der Bundesrepublik Deutschland (Standorte Pleinting und Marienberg) und mit der CSSR (Standort Dukovany) Kontakte aufgenommen worden.

Nach der bereits zitierten Statistik waren folgende Kernkraftwerke bereits in Betrieb oder in Bau bzw. in Bestellung:

Land	In Betrieb	In Bau oder bestellt
Argentinien	1	2
Belgien	4	5
Bulgarien	2	2
Kanada	8	12
Schweiz	3	4
Tschechoslowakei	1	11
Deutsche Demokratische Republik	3	10
Bundesrepublik Deutschland	13	27
Spanien	3	15
Frankreich	10	30
Großbritannien	33	7
Indien	3	5
Italien	3	5
Japan	15	16
Niederlande	2	—
Pakistan	1	1
Schweden	5	7
Sowjetunion	26	31
USA	61	148
Österreich	—	1
Brasilien	—	3
Kuba	—	2
Finnland	—	5
Ungarn	—	4
Israel	—	5
Korea	—	3
Mexiko	—	2
Philippinen	—	1
Polen	—	1
Rumänien	—	1
Thailand	—	1

Land	In Betrieb	In Bau oder bestellt
Jugoslawien	—	1
Südafrika	—	1

In der ganzen Welt sind demnach 197 Kernkraftwerke, die über eine Gesamtleistung von 88.248 Megawatt verfügen, in Betrieb und weitere 367 Kraftwerksblöcke mit 340.350 Megawatt Gesamtleistung in Bau oder bestellt. Das ergibt insgesamt 564 Anlagen mit 428.598 Megawatt. Die derzeitige Engpaßleistung aller für die Versorgung in Österreich verfügbaren Kraftwerke beträgt rund 10.000 Megawatt. Die elektrische Leistung des Kernkraftwerkes Zwentendorf wird etwa 700 Megawatt betragen.

Es ist jedoch gleichzeitig festzustellen, daß die Kernenergieprogramme vieler Länder auf Grund politischer Widerstände gegen ihre Durchführung und wegen der geänderten Konjunkturlage mehrfach reduziert werden mußten.

## Die Strahlung und der Mensch

Rund vier Monate nachdem Wilhelm Conrad Röntgen am Abend des 8. November 1895 im Physikalischen Institut der Universität Würzburg eine neue Art von „alles durchdringenden“ Strahlen entdeckt hatte, am 1. März 1896, fand Henri Antoine Becquerel in Paris, daß Uran ununterbrochen durchdringende unsichtbare Strahlen aussendet, die eine lichtdicht verpackte Photoplatte schwärzen.

Zwei Jahre später extrahierten der Franzose Pierre Curie und seine aus Polen stammende Gattin Marie Curie aus einer Tonne Rückstand des Uranerzes Pechblende, die ihnen die österreichische Regierung kostenlos zur Verfügung gestellt hatte, zwei neue Grundstoffe, die millionenmal stärkere Becquerelstrahlen aussenden als Uran: Polonium und Radium. Madame Curie führte für die Erscheinung der Becquerelstrahlen den Namen Radioaktivität (radius, lateinisch, Strahl) ein.

In den Jahren 1899 und 1900 wurde dann festgestellt, daß radioaktive Stoffe drei Arten von Strahlen aussenden, die nach den ersten Buchstaben des griechischen Alphabets Alpha-, Beta- und Gammastrahlen getauft wurden. Alpha- und Betastrahlen bestehen aus Teilchen, Gammastrahlen sind eine energiereiche, röntgenähnliche Wellenstrahlung.

Die Radioaktivität erwies sich später als die Eigenschaft vieler Atomkerne, plötzlich und ohne irgendeine äußere Einwirkung ein Teilchen (Alpha-, Betateilchen) auszustoßen und sich dadurch in einen anderen Atomkern zu verwandeln („radioaktiver Zerfall“). Die Gammastrahlen ihrerseits sind nicht mit einer Atomkernumwandlung verknüpft, sondern eine Abstrahlung überschüssiger innerer Energie des Atomkerns. Die Radioaktivität läßt sich durch keine äußere Einwirkung verändern (außer durch Beschuß des Atomkerns mit einem energiereichen Teilchen, also durch eine Kernreaktion). Es gibt rund 60 natürliche radioaktive Kernsorten (darunter die Isotope von Uran, Thorium, Radium und Polonium).

Ein Gramm Radium sendet 37 Milliarden Alphateilchen pro Sekunde aus, das heißt, 37 Milliarden Atomkerne „zerfallen“ in der Sekunde<sup>19)</sup> und verwandeln sich dabei in Atomkerne des ebenfalls radioaktiven Gases Radon, das seinerseits zu radioaktivem Polonium zerfällt. Über sechs weitere strahlensendende Zwischenstufen entsteht stabiles (nicht radioaktives) Blei. Es dauert 1620 Jahre, bis die Hälfte einer Menge Radium zerfallen ist („Halbwertszeit“). Radon dagegen hat eine Halbwertszeit von 3 Tagen 20 Stunden.

---

<sup>19)</sup> 37 Milliarden Kernzerfälle pro Sekunde wurden unter der Bezeichnung Curie zur Maßeinheit der Aktivität einer radioaktiven Substanz erklärt. In der Praxis rechnet man meist mit Mikrocuries (millionstel Curies).

## Kein Ansprechen der Sinne

Radioaktive Strahlung („Atomstrahlung“) hat eine ähnliche Wirkung wie Röntgenstrahlung. Wir können beide nicht sehen, nicht riechen, nicht schmecken, nicht hören und nicht spüren (daher sind sie den Menschen unheimlich) und obwohl sie Verbrennungen hervorrufen können, gibt es bei ihrer Einwirkung kein Gefühl der Hitze. Der Körper gibt überhaupt kein Warnzeichen, wohl aber gibt es billige, hochempfindliche Anzeige- und Meßinstrumente, die auch winzigste Strahlungsmengen melden und genau messen.

Da die Strahlen mit den menschlichen Sinnesorganen nicht wahrnehmbar sind, glaubte man anfänglich, sie seien harmlos, und ging mit den Röntgenapparaten weitgehend unbesorgt um. Ärzte, Techniker und Krankenschwestern setzten sich daher in der Anfangszeit der Röntgenmedizin in Unkenntnis der schädigenden Wirkung der Röntgenstrahlen unbekümmert selbst großen Strahlungsmengen aus. (Es ist ein tragisches Paradoxon, daß die Strahlung sowohl „heilt“, indem sie kranke Gewebe, Wucherungen usw. zerstört, als auch Krebs — „Strahlenkrebs“ — verursacht.)

Viele der Pioniere der Röntgenologie und Radiologie (darunter auch der Wiener Guido Holzkecht, 1872—1931) mußten ihre Begeisterung für die neue medizinische Diagnose- und Behandlungsmethode mit jahrelangem qualvollem Leiden und schließlich mit dem Leben bezahlen und wurden Opfer ihres Berufes. Im Jahre 1936 wurde im Garten des Allgemeinen Krankenhauses Sankt Georg in Hamburg ein Gedenkstein für die Märtyrer der Strahlenheilkunde aller Nationen errichtet. Mehr als 200 Namen sind inzwischen dort eingemeißelt.

## Lehren aus der Vergangenheit

Die Tragödie der Wegbereiter und Bahnbrecher der Strahlendiagnose und Strahlenheilkunde, aber auch der Bergarbeiter im Erzgebirge (in Schneeberg, jetzt DDR, und Sankt Joachimsthal, jetzt Jachymov, CSSR), die radioaktiven Gesteinsstaub einatmeten und Lungenkrebs („Schneeberger Lungenkrankheit“) entwickelten, und der Arbeiterinnen, die Leuchtfarben mit radioaktiven Bestandteilen auf Zifferblätter auftrugen, dabei den Malpinsel immer wieder mit der Lippe zuspitzten und später jahrelang an Blutkrankheiten und Knochenkrebs dahinsiechten, zeigen andererseits, daß die biologische Wirkung der Atomstrahlung und ihre Gefahren nichts Neues sind.

Die Strahlenwirkung wird schon seit mehr als 80 Jahren studiert, und das erwies sich als günstiger Umstand, weil man nach der Entdeckung der Kernspaltung, die große Mengen künstlicher Radioaktivität mit sich brachte, bereits wußte, wie man mit Strahlung umzugehen hat. (Jetzt kommt es ja auch nicht mehr vor, daß sich ein Röntgenologe, wie in der Anfangszeit, einer Aufeinanderfolge von Amputationen, beginnend mit den Fingerspitzen und sich über Hände und Vorderarm bis zum ganzen Arm fortsetzend, unterziehen muß und schließlich an einer Ausbreitung des ursprünglichen Hautkrebses auf die inneren Organe stirbt. Man kann sich nämlich entsprechend dagegen schützen.)

## Künstliche Radioaktivität

Die künstliche Radioaktivität wurde Anfang 1934 von der Tochter des Ehepaars Curie, Irène Joliot-Curie und ihrem Ehemann Frédéric Joliot entdeckt: Es gibt eine sehr große Anzahl von Kernreaktionen (durch Beschießung von Atomkernen mit Teilchen hervorgerufen), bei denen nicht sofort irgendein Bestandteil des Zielatomkerns abgesplittert und ausgestoßen wird, sondern erst Sekunden, Minuten, Jahre und selbst Jahrhunderte, Jahrtausende oder Jahrmillionen später. Hier wird also die Erscheinung der Radioaktivität künstlich erzeugt.

Der Uranatomkern kann bei der Spaltung auf mehr als 40 verschiedene Arten zerplatzen, und daher entstehen mehr als 80 verschiedene Spalttrümmeratomkerne, die fast durchwegs künstlich radioaktiv sind. Da auch die „Tochteratomkerne“, in die sie zerfallen, und ihre „Enkelatomkerne“ meist ebenfalls radioaktiv sind und erst nach deren Zerfall ein stabiler, nicht mehr strahlensendender Kern entsteht, gibt es ungefähr drei Mal 80 verschiedene künstlich radioaktive „Spaltprodukte“ — mit Halbwertszeiten zwischen Sekundenbruchteilen und mehr als 200.000 Jahren —, von denen aber nur etwa die Hälfte wesentlich in Erscheinung tritt; die anderen sind sehr selten.

Dazu kommen noch etwa 20 radioaktive Atomkerne, die im Reaktor aus Uran durch Anlagerung von Neutronen entstehen, Isotope des Urans und der sogenannten Transurane (trans, lateinisch, jenseits, darüber hinaus) Neptunium, Plutonium, Americium und Curium, die in den abgebrannten Brennelementen zu finden sind.

Ein Großteil all dieser „Radioisotope“ oder „Radionuklide“ (radioaktive Kernsorten) ist so kurzlebig, daß er praktisch keine Rolle spielt. Die vom Standpunkt der menschlichen Gesundheit gefährlichen radioaktiven Stoffe sind jene mit einer Halbwertszeit bis zu einigen tausend Jahren. Isotope mit Halbwertszeiten von Millionen bis zu Milliarden Jahren sind dagegen keine große Gefahr, weil ihre Strahlung (da sie sich ja über einen so langen Zeitraum erstreckt) sehr gering ist. Gelangen radioaktive Stoffe in den Körper, so ist ihre Wirkung besonders dann gefährlich, wenn sie sich in bestimmten Organen ansammeln, zum Beispiel die „Knochensucher“ Strontium und Radium in den Knochen.

## Die Strahlenschäden

Die ionisierenden Strahlen<sup>20)</sup> erzeugen, wenn sie in zu großen Mengen auf den menschlichen Organismus einwirken, Schädigungen der blutbildenden Organe Knochenmark und Lymphgewebe (zum Beispiel Leukämie), Hautschädigungen mit

---

<sup>20)</sup> Röntgen-, Alpha-, Beta- und Gammastrahlen, Neutronen- und Protonenstrahlen sowie Strahlen aus zusammengesetzten Atomkernen. Sie heißen so, weil sie bei ihrem Durchgang durch Materie den Atomen Elektronen entreißen und auf diese Weise Ionen — elektrisch geladene Teilchen — erzeugen, nämlich (negative) Elektronen und (positive) Atome, denen Elektronen fehlen.

der Tendenz krebsig zu werden, Linsentrübungen des Auges (grauer Star, Katarakt), Strahlenkrebs, verminderte Fruchtbarkeit oder zeitweise oder dauernde Unfruchtbarkeit und Erbschäden sowie Erbkrankheiten (Erhöhung der Mutationsrate), im Falle von Embryonen Mißbildungen und Fehlgeburten; bei sehr großen Strahlungsmengen führen sie zur Strahlenkrankheit („akutes Strahlensyndrom“) und zum Tod. Die meisten dieser Folgen sind im Falle eines Atomkrieges und beim Einsatz der „Neutronenbombe“ zu erwarten.

Alphateilchen sind wegen ihrer geringen Durchdringungsfähigkeit — sie werden durch 8 Zentimeter Luft, weniger als 0,1 Millimeter Körpergewebe oder ein Blatt dickes Papier gestoppt — von außen kommend relativ harmlos, aber im Inneren des Körpers ist eine eingeatmete oder mit der Nahrung aufgenommene alphastrahlensendende Substanz besonders gefährlich, weil die konzentrierte Strahlung in einem kleinen Volumen des Gewebes die Wahrscheinlichkeit von Krebs zehn oder zwanzig Jahre später erhöht.

Betastrahlen haben eine Reichweite in Luft von einigen Metern, im Körpergewebe von höchstens ein Zentimeter und in Metall etwa ein Millimeter. Röntgen- und Gammastrahlen gehen durch den Körper hindurch, wobei sie aber eine schädliche Wirkung ausüben. Neutronen durchdringen mehrere Zentimeter Körpergewebe.

## Rem und Millirem

Die Maßeinheit für die Schädlichkeit einer Strahlung für den Menschen ist das Rem (Abkürzung von radiation equivalent man, gleiche Strahlungswirkung für den Menschen), das die unterschiedliche biologische Wirkung der verschiedenen Strahlungsarten berücksichtigt; ein Tausendstel davon ist das Millirem (mrem).

Die Wirkung einer bestimmten Strahlendosis hängt von verschiedenen Faktoren ab, von der Strahlenart, der Art des bestrahlten Gewebes, dem zeitlichen Ablauf der Bestrahlung usw. Größenordnungsmäßig läßt sich die Gefährlichkeit einer Strahlung jedoch an ihrer rem-Zahl ablesen.

Man muß streng zwischen Ganzkörper- und Teilkörperbestrahlung (Kleinraumbestrahlung) unterscheiden. Eine Strahlungsmenge, die für den ganzen Körper schweren Schaden bringt, kann in einem einzelnen Organ oder einem noch kleineren Bereich ohne böse Folgen für den Organismus als ganzes ohne weiteres ertragen werden. Dies wird in der Strahlenheilkunde ausgenützt.

So werden bösartige Geschwülste (Krebs) mit Strahlungsmengen bis zu 5000 rem (5 Millionen Millirem!) bestrahlt, zum Beispiel bei Schilddrüsenkrebs mit radioaktivem Jod 131 (das sich dort ansammelt und eine örtliche Strahlenwirkung entfaltet), während schon etwa 600 rem Ganzkörperbestrahlung fast sicher zum Tode führen.

Während der Strahlenbehandlung (bei der der ganze Körper etwa 75 rem empfängt) ist der Patient so radioaktiv, daß er isoliert werden muß, weil eine Krankenschwester, die zwei Stunden bei ihm bleibt, eine Strahlungsmenge erhält, die größer als die für beruflich strahlenexponierte Personen erlaubte ist.

Umgekehrt entsteht Strahlenkrebs bei lokalen Bestrahlungen mit Dosen von mehr als 2000 rem (2 Millionen mrem). Der Strahlenkrebs wächst verhältnismäßig langsam und bricht im Durchschnitt erst nach 15 bis 20 Jahren aus. Die Mehrzahl der Strahlenkrebse kann geheilt werden.

Wenn auch 20 bis 30 rem (20.000 bis 30.000 mrem) Ganzkörperbelastung die maximale zulässige Dosis sind, wenn klinische Schäden mit Sicherheit vermieden werden sollen, ist bei einer Strahlenmenge von weniger als 75 bis 100 rem eine Erholung ohne weitere Behandlung zu erwarten. Bei einer Strahlendosis von mehr als etwa 500 rem bleibt jede Behandlung erfolglos. Bei 400 rem führt die schwere Strahlenkrankheit in etwa 50 Prozent aller Fälle zum Tode (mittelletale Dosis).

Mit diesen Zahlen muß man jene Menge an Radioaktivität vergleichen, die am Zaun eines Kernkraftwerks bei Normalbetrieb auftritt: ein Millirem (ein tausendstel rem) oder weniger pro Jahr.

## **Strahlenschutz**

In einem Kernkraftwerk bilden sich wohl außerordentlich große Mengen radioaktiver Stoffe, aber der Strahlenschutz hat einen Grad erreicht, wie man ihn bei keiner anderen Gefahr des modernen Lebens findet. (Die Arbeiter im Kernkraftwerk sind keine Selbstmörder.) Alle radioaktiven Isotope sind hinsichtlich ihrer schädlichen Eigenschaften genau bekannt, was bei keiner anderen physikalischen oder chemischen Schädwirkung der Fall ist.

Intensive Forschung hat das Risiko, das mit der steigenden Anwendung der Kernenergie verbunden sein kann, rechtzeitig erkennen lassen. Sie hat gegenüber der Erforschung vieler chemischer Umweltgefahren, wie etwa der Verseuchung von Wasser, Luft und Nahrungsmitteln durch Quecksilber, Kadmium, Blei und andere Gifte, einen jahrzehntelangen Vorsprung.

Eine eigene internationale Kommission, die 1928 gegründete Internationale Kommission für Strahlenschutz (International Commission for Radiation Protection, abgekürzt ICRP), der die führenden Experten aller damit zusammenhängender Fachgebiete der Welt angehören, beschäftigt sich seit fast einem halben Jahrhundert mit Strahlenfragen und erarbeitet unter Beachtung der neuesten Erkenntnisse Empfehlungen über maximale Strahlenbelastbarkeit und für Strahlenschutzmaßnahmen, die dann den Internationalen Kongressen für Radiologie vorgelegt und dort diskutiert werden.

## **Strahlung in der Natur**

Wenn die Strahlenarten, die in großen Mengen gesundheitsschädlich, ja sogar tödlich sind, auch erst vor acht Jahrzehnten entdeckt wurden, so waren sie selbstverständlich auch bereits vorher in der Natur vorhanden, und die Menschheit und alles pflanzliche

und tierische Leben waren ihnen seit Anbeginn ausgesetzt, jedoch offensichtlich meist in einer Menge, die keine nachweisbaren degenerativen Folgen nach sich zog, denn die biologische Evolution hat sich trotz ihrer dauernden Einwirkung vollzogen.

Die Geophysiker haben festgestellt, daß der größte Teil der Wärme der Erdkruste unterhalb der unmittelbaren Oberfläche nicht von außen, von der Sonne, und auch nicht vom heißen Erdzentrum stammt — erstens müßte die Erdkruste im Lauf der Jahrmilliarden sonst viel mehr ausgekühlt sein und zweitens ist die Wärmeleitfähigkeit der tieferen Schichten dafür viel zu gering —, sondern daß die Wärme an Ort und Stelle erzeugt wird: von radioaktiven Stoffen, die in den Oberflächengesteinen, vor allem im mengenmäßig vorherrschenden Granit, in Tonschiefer und in geringerem Maße in Basalt, weit verbreitet sind<sup>21)</sup>. Der Gesteinsmantel der Erde hat einen mittleren Gehalt von 3 Gramm Uran, 12 Gramm Thorium und 3 Gramm radioaktives Kalium je Tonne.

Der radioaktiven Strahlung, die aus dem Erdboden, aber auch aus den Wänden unserer Stein-, Ziegel- und Betonhäuser kommt, sind wir unvermeidlich ausgesetzt, und zwar in einer Menge, die von der Gesteinsart unter unseren Füßen und vom Baumaterial abhängt. Aus dem Uran in den Gesteinen entsteht über mehrere Zwischenstufen das radioaktive Edelgas Radon, das zum Teil aus dem Boden in die Atmosphäre entweicht.

## Die kosmische Strahlung

Am wenigsten terrestrische (Erd-)Strahlung erhalten wir auf einem See und auf dem Meer, dagegen hat es wenig Sinn, sich in die Höhe zu begeben, etwa in einem Düsenflugzeug 10.000 Meter hoch zu fliegen, weil aus dem Weltall ebenfalls eine äußerst energiereiche Strahlung, glücklicherweise sehr stark verdünnt (am Boden etwa 2 Teilchen pro Quadratdezimeter pro Sekunde), in die Lufthülle hineinschießt, bis zum Meeresniveau vorstößt, sogar hunderte Meter in die Erdrinde eindringt und natürlich auch unseren Körper durchbohrt: die 1912 von dem Österreicher Victor Franz Hess (der dafür den Nobelpreis erhielt) entdeckte kosmische, Weltraum- oder Höhenstrahlung, deren ungeheures Durchdringungsvermögen das der Röntgen- und Atomstrahlung weit übertrifft. Da die Atmosphäre eine teilweise Abschirmung für sie ist und den Großteil in höheren Schichten abfängt, wächst ihre Stärke mit zunehmender Höhe, aber ihre durchdringungsfähigsten Bestandteile sind auch noch in Bergwerken nachweisbar.

Die kosmische Strahlung bewirkt auch eine Kernreaktion in der Atmosphäre: die Umwandlung von Atomkernen des Stickstoffs in solche des radioaktiven Kohlenstoffs mit der Massenzahl 14 (Abkürzung C 14). Der „Radiokohlenstoff“ verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlendioxid, das von den Pflanzen aufgenommen wird. Daher enthalten alle Pflanzen C 14, und so gelangt es auch in alle Tiere und Menschen.

---

<sup>21)</sup> Beim radioaktiven Zerfall wird Energie frei, die sich zum Großteil als Wärme bemerkbar macht.

## **Alle Menschen sind radioaktiv**

Ein 65 Kilogramm schwerer Mensch hat 18 Milliardstelgramm C 14 in seinem Körper. Davon zerfallen in einer Minute rund 180.000 Atome und senden dabei Betastrahlen aus, die den menschlichen Körper aber nicht verlassen, da sie nur eine Reichweite von 0,3 Millimeter haben.

Der Mensch enthält neben C 14 noch zwei andere radioaktive Substanzen in nachweisbaren Mengen, die ebenfalls durch Nahrung und Trinkwasser in den Körper gelangen und sich dort ablagern: winzige Spuren von radioaktivem Kalium (K 40) und Radium. Kalium ist einer der wichtigsten Bodennährstoffe der Pflanzen; es ist auch in vielen Düngemitteln enthalten. Der Anteil des radioaktiven Isotops mit dem Atomgewicht 40 im natürlichen Kalium beträgt stets 0,012 Prozent.

Ein 65 Kilogramm schwerer junger Mann hat 13 Dekagramm Kalium in seinem Körper; davon sind 0,012 Prozent oder 1,5 Hundertstelgramm K 40. (Eine Frau hat etwas weniger, da sich das Kalium hauptsächlich im Muskelgewebe ansammelt.) In der Minute zerfallen rund 230.000 Atome und senden Beta- und Gammastrahlen aus. Die letzteren, die durchdringend genug sind, um den Körper zu verlassen, können gemessen werden. (So wurde tatsächlich der Kaliumgehalt von Männern und Frauen bestimmt; er nimmt mit zunehmendem Alter parallel mit der Verminderung des Muskelgewebes ab.)

Aus der Analyse der Asche kremierter Leichen wurde ermittelt, daß ein Erwachsener zwischen 38 und 400 Billionstelgramm Radium enthält, während sich in der Asche eines Neugeborenen (es wurden Totgeburten verbrannt) nur etwa ein halbes Billionstelgramm des strahlenden Elements befindet, wobei aber zu bedenken ist, daß ein Neugeborenes nur ein Zwanzigstel oder weniger eines Erwachsenen wiegt.

Allerdings ist die Radioaktivität des Radiums im Körper gering — 100 bis 1000 Atomzerfälle pro Minute —, so daß sie gegenüber C 14 und K 40 vernachlässigt werden kann. Diese beiden radioaktiven Stoffe senden in einem 65 Kilogramm schweren Menschen pro Minute rund 400.000 Teilchen (180.000 und 230.000) aus. In einem Tag sind das rund 600 Millionen Atomzerfälle.

Das scheint eine riesengroße Zahl zu sein; in Wirklichkeit ist sie aber gering im Vergleich zur Gesamtzahl der Atome im menschlichen Körper: Von je 10 Trillionen Atomen im Organismus des Menschen zerfällt im Tag nur eines. Trotzdem kann man sagen: alle Menschen sind radioaktiv.

## **90 bis 190 mrem pro Österreicher**

Wie groß sind nun die Mengen der natürlichen Hintergrundstrahlung, der der Mensch bereits vor dem Atomzeitalter, ja schon während seiner ganzen Entwicklungsgeschichte ausgesetzt war?

Die Strahlungsbelastung „von innen“ beträgt etwa 25 mrem pro Jahr, die Höhenstrahlung liefert in Meereshöhe einen Beitrag von 35 mrem, in 1000 Meter Höhe von 80 und in 3000 Meter Höhe von 160 mrem im Jahr. Die terrestrische Strahlung macht je nach Bodenart 30 bis 100 mrem pro 12 Monate aus. In einem Betonhaus kommen 20 bis 30 mrem/Jahr hinzu. Der Umzug von einem Holzhaus in ein Ziegelhaus macht schon einen großen Unterschied in der jährlichen Strahlungsmenge aus. Als Folge der früheren Kernwaffenversuche in der Atmosphäre, die die Spaltprodukte ungehindert verstreuten, muß man noch immer mit etwa 3 mrem/Jahr Strahlungsbelastung rechnen.

Die Summe aus dieser von verschiedenen Quellen stammenden Strahlenbelastung liegt in Österreich je nach Gegend etwa zwischen 90 und 190 mrem pro Jahr. Drei Stunden Farbfernsehen im Tag bringen weitere 1 bis 2 mrem pro Jahr, eine Düsenflugreise in die USA ergibt wegen der kosmischen Strahlung eine Erhöhung um 2 bis 5 mrem. Röntgendiagnosen belasten den Körper mit durchschnittlich 20 bis 50 mrem.

Das eine Millirem pro Jahr, das bei Normalbetrieb am Kernkraftwerkszaun höchstens abgegeben wird (etwa ein Prozent der natürlichen Strahlenbelastung), vermindert sich zu weniger als einem hundertstel Millirem in 30 Kilometer Entfernung, und die Gesamtbevölkerung erhält von einem Kernkraftwerk nur tausendstel mrem pro Jahr, was angesichts dessen, daß schon der Unterschied zwischen einer Asphaltstraße (45 mrem) und einer Granitstraße (110 mrem) in Wien 65 mrem/Jahr ausmacht, eine vernachlässigbare Menge ist.

Wesentlich dabei ist, daß sich die biologische Wirkung der natürlichen Radioaktivität, die ständig vom Erdboden und vom Kosmos auf den Menschen einwirkt und die er teilweise in seinen Körper aufnimmt, bei gleicher mrem-Dosis (die ja die gleiche Schädlichkeit ausdrückt), gleicher zeitlicher Dosisverteilung und an der gleichen Körperstelle nicht von jener der künstlichen Radioaktivität unterscheidet, die bei der medizinischen Anwendung von Röntgenstrahlen oder radioaktiven Isotopen oder durch die Kerntechnik erzeugt wird. (In beiden Fällen ist der gleiche Mechanismus der Schädigung von Körperzellen wirksam.) Daher ist es möglich, die Belastung des Menschen durch künstlich erzeugte radioaktive Strahlung mit der natürlichen Strahlenbelastung zu vergleichen.

Deren Schwankungsbreite je nach Untergrund, Baumaterial des Wohnhauses und der Arbeitsstätte, Seehöhe usw. ist, wie gezeigt, vielmal größer als die radioaktive Belastung der Bevölkerung durch den Normalbetrieb eines Kernkraftwerks. Zwischen natürlichen und künstlichen Radionukliden kann es allerdings darin Unterschiede geben, wie sie sich im Verlauf der Nahrungskette Pflanze—Tier—Mensch (etwa das Strontium 90 der Kernwaffenversuche auf dem Weg von der Pflanze über die Kuh in die Milch oder ins Fleisch) prozentuell anreichern oder verdünnen. (Beim Radiostrontium erfolgt eine Verringerung des Prozentsatzes auf dem Weg vom Boden über die Nahrungskette in die Knochen des Menschen.)

Die verschiedenen Radionuklide — egal ob „natürliche“ oder „künstliche“ — unterscheiden sich außer in anderen Eigenschaften (Strahlenart, Energie der Strahlung usw.) nicht nur durch ihre physikalische (radioaktive), sondern auch durch ihre biologische Halbwertszeit, das heißt, die Zeit, innerhalb der ein biologisches System, ein Mensch oder ein Tier, auf natürlichem Wege die Hälfte der aufgenommenen Menge des Radionuklids wieder aus dem Organismus ausscheidet. Die biologische Halbwertszeit kann von Stunden bis zu Jahrzehnten gehen.

## **Strahlenarbeiter: 5 rem pro Jahr**

Das Bundesgesetz vom 11. Juni 1969 (BGBl. 227/1969) über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzgesetz) gibt keine bestimmte maximal zulässige Strahlungsmenge an, sondern schreibt nur in § 4 (1) vor, daß „jede Einwirkung ionisierender Strahlen auf den menschlichen Körper so niedrig wie möglich zu halten ist; jede unnötige Einwirkung ist zu vermeiden“. Laut § 4 (2) dürfen ionisierende Strahlen ausschließlich für medizinische Zwecke angewendet werden.

Im § 27 wird es noch genauer ausgeführt: „Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen und beim Betrieb von Strahleneinrichtungen ist durch geeignete Arbeitsmethoden und geeignete Schutzmaßnahmen dafür zu sorgen, daß a) die Strahlenbelastung von Personen so niedrig wie möglich gehalten wird, b) die Gefahr der Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper auf ein Mindestmaß beschränkt wird und c) möglichst geringe Mengen radioaktiver Stoffe in Luft, Wasser oder Boden gelangen.“

Die Strahlenschutzverordnung vom 12. Jänner 1972 (BGBl. 47/1972) sieht im § 12 (3) vor, daß die Ganzkörperbestrahlung oder die Bestrahlung der Keimdrüsen oder des roten Knochenmarks bei beruflich Strahlen ausgesetzten Personen 5 rem (5000 mrem) pro Jahr nicht überschreiten darf; für bestimmte Körperteile oder Organe, die in § 12 (6) angeführt sind, wird eine höhere Maximaldosis erlaubt.

## **Bevölkerung: 170 mrem pro Jahr**

Im § 15 heißt es dann: „Außerhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen dürfen Personen pro Jahr keiner höheren Strahlenbelastung ausgesetzt werden, als einem Dreißigstel der gemäß § 12 Abs. 3 und 6 jährlich höchstzulässigen Dosen entspricht.“

Das bedeutet eine Jahresdosis von 170 mrem ( $5 \text{ rem} = 5000 \text{ mrem}$  dividiert durch 30) Ganzkörperbestrahlung für die allgemeine Bevölkerung. Dies stimmt mit den Empfehlungen der Internationalen Kommission für den Strahlenschutz (ICRP) überein. Über den Grenzwert der genetischen (die Vererbung betreffenden) Dosis wird nämlich in der ICRP-Publikation Nr. 9 in den Ziffern 85 und 86 folgendes gesagt: „Die genetisch wirksame Strahlenbelastung der Bevölkerung soll so gering wie möglich sein und nicht mehr als 5 rem in 30 Jahren betragen, zusätzlich zu der Dosis, die vom natürlichen Hintergrund und von medizinischer Anwendung stammt.“

Die Überlegungen, die zu diesem Wert geführt haben, waren folgende: Im Jahre 1927, also vor fünfzig Jahren, machte der amerikanische Zoologe Hermann Joseph Muller (der dafür den Nobelpreis erhielt) die wichtige Entdeckung, daß energiereiche ionisierende Strahlung Mutationen — sprunghafte, fast ausschließlich nachteilige, nicht wieder rückgängig zu machende, also bleibende und sich vererbende Änderungen an den winzigen erbtragenden Strukturen (Genen) und damit Änderungen eines Erbmerkmals und in vielen Fällen einen Erbschaden oder eine Erbkrankheit — hervorrufen („strahleninduzierte Mutationen“).

Im zweiten Weltkrieg studierte man die Kampfgase genauer und fand dabei, daß auch das im ersten Weltkrieg verwendete Senfgas (Lost, Gelbkreuz) Mutationen bewirkt. Weitere Untersuchungen nach dem Krieg zeigten dann, daß eine bedenklich hohe Zahl von Chemikalien des modernen Lebens (Pflanzenschutzmittel, Insektentilgungsmittel wie DDT, Konservierungsmittel, Farbstoffe, Arzneimittel, Schwermetallsalze, sogar Koffein usw.) ebenfalls Mutationen („chemisch induzierte Mutationen“) verursachen können (sofern sie durch den Stoffwechsel in ausreichender Konzentration in die Keimdrüsen gelangen) und wahrscheinlich eine größere Zivilisationsgefahr bilden als die Atomstrahlen.

Mutationen („spontane Mutationen“) kommen vor allem in der Natur vor (sie wurden im Jahr 1900 entdeckt) — ausgelöst zu einem kleinen Teil — etwa zu einem Zehntel — durch die natürliche Hintergrundstrahlung, durch „Unfälle“ und Fehler bei den Vorgängen in den Keimzellen (Samen- und Eizellen) und ein erheblicher Teil durch im normalen oder gestörten Stoffwechsel innerhalb der Zelle auftretende körpereigene chemische Substanzen. Die spontanen Mutationen waren übrigens neben der natürlichen Auslese einer der Faktoren der Evolution, der Entstehung und Wandlung der Arten in der Stammesgeschichte und damit der Entwicklung des Lebens auf der Erde vom Einzeller zum Menschen.

### **Mutationen auch bei kleinen Dosen?**

Während merkbare Folgen einer Bestrahlung in den Körperzellen (außerhalb der Keimzellen) erst bei verhältnismäßig größeren Strahlungsdosen eintreten, sind Mutationen in den Keimzellen auch bei kleinen Dosen zu befürchten. (Allerdings wurden inzwischen natürliche Reparaturmechanismen gefunden, die genetische Schäden ausbessern können. Die Untersuchung dieser Reparaturvorgänge ist ein Forschungsschwerpunkt des Instituts für Biologie im Forschungszentrum Seibersdorf.) Daher wird der höchstzulässigen Strahlungsmenge für die Gesamtbevölkerung in erster Linie die Mutationsgefahr zugrunde gelegt, um Schäden für künftige Generationen weitestgehend auszuschließen.

Dabei wird davon ausgegangen, daß die natürliche Mutationsrate in der für Vererbungsfolgen kritischen Zeitspanne bis zum mittleren Fortpflanzungsalter von 30 Jahren möglichst wenig erhöht werden soll. (30 Jahre entsprechen auch etwa einer Generation.) Auf Grund eingehender Untersuchungen und Diskussionen ist man so zu der oben genannten Dosis von 5 rem in 30 Jahren für die Keimdrüsen (Hoden und Eierstock) gelangt, den Ort, wo sich für die Nachkommenschaft schädliche Mutationen ereignen können. Um diesen Wert im genetisch empfindlichsten Körperteil ganz sicher nicht zu überschreiten, hat man ihn für die Ganzkörperbestrahlung übernommen.

Das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz legt außerdem Obergrenzen für zulässige Abgaberraten einzelner Radionuklide fest.

Tierversuche, bei denen die gleiche Gesamtstrahlungsmenge entweder kurzzeitig in großen Teilbeträgen oder aber ununterbrochen oder in zeitlichen Abständen in geringer Dosis verabreicht wurde, haben gezeigt, daß eine viel größere Strahlungs-

menge toleriert wird, wenn sie in kleine Portionen unterteilt ist. Dies deutet darauf hin, daß kleinere Strahlungsschäden teilweise ausheilen, „repariert“ werden, daß also keine oder keine vollständige Kumulierung (Summierung, Verstärkung der Wirkung durch fortgesetzte Verabreichung) erfolgt. Trotzdem wird bei der Festsetzung der höchstzulässigen Werte sicherheitshalber mit einer Kumulierung gerechnet.

## **Auf 60 mrem herabgesetzt**

Bei der Genehmigungspraxis für Leichtwasserreaktoren in der BRD hat man den höchstens zulässigen Wert weiter herabgesetzt, nämlich auf 2 rem (2000 mrem) in 30 Jahren, das sind rund 60 mrem pro Jahr. (Die restlichen 3 rem in 30 Jahren sollen für andere künstliche Strahlenbelastungen „in Reserve“ gehalten werden.) Diese 60 mrem pro Jahr wurden auf 30 mrem Strahlenbelastung durch Abluft und 30 mrem für Abwasser in der näheren Umgebung der Kernkraftwerke aufgeteilt.

Da das Kernkraftwerk in Zwentendorf nach erprobten Vorbildern unter maßgeblicher Mitwirkung der deutschen Firma Kraftwerk Union AG (KWU) errichtet wird, die bereits 15 Kernkraftwerke gebaut hat und derzeit 14 weitere errichtet, werden diese Grenzwerte auch bei uns eingehalten, in der Praxis aber weit unterschritten werden.

Tatsächlich liegt die von kerntechnischen Anlagen ausgehende Strahlenbelastung laut dem Diskussionsleitfaden „Energie“ (Forum der SPD, herausgegeben vom Parteivorstand, Geleitwort von Willy Brandt, Bonn, März 1977) in der Bundesrepublik Deutschland im gemittelten Gesamtdurchschnitt unter einem Millirem pro Jahr. Schlüsselt man diese durchschnittliche Gesamtbelastung auf, so ergeben sich folgende Werte: Die maximale, ungünstigste Strahlenexposition in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft beträgt zwischen 0,02 mrem und 0,7 mrem pro Jahr. Die maximale Strahlenexposition durch Abgabe radioaktiver Stoffe in Gewässer beträgt zwischen 0,01 und 0,04 mrem pro Jahr.

In dem Diskussionsleitfaden heißt es wörtlich (Seite 65): „Auf Grund der vorliegenden Erfahrungen bei Menschen und Tieren über die krebserzeugende Wirksamkeit ionisierender Strahlen ist bei der maximalen Individualdosis von beruflich nicht strahlenexponierten Personen von  $70 \times 30$  mrem im Laufe des Lebens ein zusätzliches Strahlenrisiko durch bösartige Spätschäden (Krebs, Leukämie) von weniger als ein Zehntausendstel des derzeitigen mittleren Krebsrisikos in der Bundesrepublik Deutschland zu erwarten. Für die Gesamtbevölkerung ist bei einer zusätzlichen mittleren Lebenszeitdosis von 70 mrem pro Kopf der Bevölkerung mit einem zusätzlichen Strahlenrisiko von weniger als einem Dreihunderttausendstel des derzeitigen Krebsrisikos in der Bundesrepublik Deutschland zu rechnen. Die Fachwissenschaft hält solche Aussagen über Risikoerwartungen durch die Langzeitbelastung mit kleinen Strahlendosen überwiegend für eine Abschätzung der pessimistischsterweise höchstens zu erwartenden Wirkungen, nicht aber für die wahrscheinlichsten Werte.“

Die Grundlage für die Beurteilung des genetischen Strahlenrisikos ist die spontane Erbgutveränderungs-(Mutations-)rate beim Menschen. Bei einer Generationsdosis von

30 mrem ist eine Erhöhung der spontanen Mutationsrate beim Menschen um 0,03 bis 0,15 Prozent pro Generation zu erwarten. Davon entfällt etwa ein Drittel auf dominante Mutationen, die als Erbanomalien in den unmittelbar nach uns folgenden Generationen in Erscheinung treten können.

Diese Schätzung des strahlengenetischen Risikos des Menschen beruht auf einer Extrapolation (Hochrechnung) der Ergebnisse von Tierversuchen, wobei der unterschiedliche Gehalt an genetischem Material von Menschen und Tieren soweit wie möglich berücksichtigt ist. Vergleichende Tierversuche zeigen, daß bei Säugetieren die Form der Dosis—Wirkung—Beziehung für ionisierende Strahlen und erbgutverändernde chemische Fremdstoffe ähnlich ist.“

## **Strenge Überwachung**

Eine unrealistische Überschätzung des Strahlenrisikos, die nicht im Einklang mit allen Erfahrungen steht, kann ebenso schädlich sein wie eine Bagatellisierung der Strahlengefahren. Alle Formen der Strahlenbelastung, die mit dem Betrieb von Kernenergieanlagen verbunden sind, bedürfen zweifellos einer strengen Überwachung.

Abgesehen von zahlreichen behördlichen Kontrollen und Überwachungen im Inneren des Kernkraftwerks in Zwentendorf werden daher die radioaktiven Emissionen an die Umgebung mit automatischen Registriergeräten dauernd gemessen und aufgezeichnet, und die Aufzeichnungen werden vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz überprüft.

In einem eigens dafür errichteten Laboratorium werden ständig Nahrungsmittelproben (Milch, Gemüse, Donaufische usw.), Regenwasserproben, Grundwasserproben usw. aus der Umgebung des Kernkraftwerks auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen gemessen werden. Falls die Höchstwerte überschritten werden sollten, wird der Betrieb eingeschränkt und erforderlichenfalls der Reaktor abgeschaltet.

Auch Kernkraftwerke unterliegen der Aufsicht der Arbeitsinspektion und können auf Grund des Arbeitsinspektionsgesetzes (BGBl. 143/1974) jederzeit von den Arbeitsinspektoren betreten und kontrolliert werden.

## Die Kernenergie und ihre Risiken

„Das Leben des Menschen ist lebensgefährlich!“ Dieser Ausspruch stammt von Erich Kästner und er bezieht sich auf die zahlreichen Risiken, die unseren Alltag bestimmen. Ein Leben ohne Risiko ist undenkbar, nirgendwo gibt es eine hundertprozentige Sicherheit. In der Kernenergie ist das Risiko nicht hoch, jedoch das Schadenspotential sehr groß. Dieses Risiko zu quantifizieren, ist überaus schwierig. Doch die Formel „Risiko = Häufigkeit  $\times$  Schadensumfang“ läßt sich in den meisten Fällen anwenden. Daß die Kerntechnik Gefahren in sich birgt, ist nicht wegzudiskutieren. Dieses Gefahrenpotential aber muß im allgemeinen Zusammenhang gesehen werden — in den richtigen Proportionen.

Verantwortungsbewußte Wissenschaftler und Techniker haben sich schon immer mit dem Problem Sicherheit auseinandergesetzt. Als Nobelpreisträger Enrico Fermi, der Entdecker der Kernumwandlung durch Neutronenbeschuß, im Herbst 1942 mit seinen Mitarbeitern in einem Turnsaal in Chicago den ersten Reaktor baute und den heute schon historisch gewordenen „pile“ errichtete, hatte er ein ebenso primitives wie auch wirksames Schutzsystem errichtet.

Als dieser erste Kernreaktor am 2. Dezember 1942 erstmals kritisch wurde, hing an einem auf der Dachgalerie befestigten Seil ein mit einer Kadmiumsalzlösung gefüllter Kübel. Während des Aufbaues des Atommeilers waren auf dieser Dachgalerie zwei Assistenten postiert. Einer der Wissenschaftler hielt eine Axt in seiner Rechten. Bei Gefahr im Verzuge — dem Versagen der Kontrollstäbe — hatte er den Auftrag, das Seil zu kappen. Augenblicklich wäre die Kettenreaktion gestoppt worden. Dieses erste Reaktorschutzsystem ist unter dem Namen „liquid control squad“ in die Literatur eingegangen.

Das war sozusagen in der Urzeit des Atomzeitalters. Nur dreieinhalb Jahrzehnte liegen zwischen diesem ersten Reaktorschutzsystem und der derzeit praktizierten, hochentwickelten Technologie. Obwohl es bis heute in einem kommerziell betriebenen Kernkraftwerk noch keinen Toten durch Strahleneinwirkung gegeben hat, werden die Sicherheitsmaßnahmen stetig erweitert, ergänzt und verfeinert. Damit — wenn auch die Zahl der Kernkraftwerke zunimmt, die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls nicht größer wird.

### Der Rasmussen-Report

Die Sicherheit eines Kernkraftwerkes hat schon aus betriebstechnischen und betriebswirtschaftlichen Gründen Vorrang. Ein aus welchen Gründen auch immer stillstehendes Kraftwerk bedeutet für seinen Betreiber einen Verlust. Wie sieht es nun mit der

Sicherheit aus? Das Risiko eines Menschen, durch einen Reaktorunfall ums Leben zu kommen, liegt bei eins zu fünf Milliarden. Die Gefahr, von einem Blitz erschlagen zu werden, ist 2000mal so groß. So steht es im Rasmussen-Report über Reaktorsicherheit. Professor Dr. Rasmussen hat in den Jahren 1972 bis 1975 mit einem Team (160 Experten) eine Studie über die Unfallrisiken amerikanischer Leichtwasserreaktoren in Kernkraftwerken untersucht. Alle erdenklichen Störfälle wurden in dieser 3300 Seiten umfassenden Arbeit hinsichtlich ihrer Wahrscheinlichkeit abgeschätzt und auf mögliche Nebenwirkungen auf die Umgebung untersucht. Diese Studie wurde, wie ursprünglich geplant, einer Kritik ausgesetzt und auf Grund der erhaltenen Stellungnahmen überarbeitet. Dies änderte die ursprünglichen Resultate nicht wesentlich. Die zweite Fassung des Rasmussen-Reports kann als ausgereift bezeichnet werden.

Dieser revidierte Rasmussen-Report enthält unter anderem folgende Feststellungen:

- Als schwerster Schadensfall wird das Abschmelzen des gesamten Reaktorkerns definiert, wie es bei einem totalen Ausfall der Reaktorkühlung eintreten könnte. Seine Konsequenzen hängen von einer Reihe von Begleitumständen ab.
- Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Unfalls mit Durchschmelzen des Reaktor-Druckgefäßes und des Sicherheitsbehälters und anschließendem Versinken der Schmelze im Untergrund liegt bei etwa 1 : 20.000 pro Jahr und Kraftwerk. Seine Konsequenzen sind mit jenen eines durchschnittlichen Autounfalls vergleichbar (weniger als ein Toter, weniger als ein Schwerverletzter).
- Die Folgen eines Schmelzen des Reaktorkerns sind stark abhängig von verschiedenen Faktoren; deshalb führt der Wahrscheinlichkeit nach nur jeder zehnte Fall von Durchschmelzen zu Beeinträchtigung der Gesundheit von Bewohnern in der Umgebung. So steht es im neuen Rasmussen-Bericht (Main-Report Wash 1400).
- Der extreme Fall eines Reaktorunfalls mit 1000 Toten hingegen kommt nach der Rasmussen-Studie unter der Annahme, daß 100 Kernkraftwerke in Betrieb sind, nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 : 1.000.000 pro Jahr vor. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Katastrophe ist ebenso gering wie die Wahrscheinlichkeit, daß 1000 Menschen von einem Meteor erschlagen werden.
- Ein Reaktorunfall mit mehr als 100 Toten ist alle 5000 Jahre in den USA zu erwarten. Ein Flugzeugabsturz mit 100 Toten auf US-Territorium ist alle drei Jahre wahrscheinlich. Auf Österreich bezogen, unter der Annahme, daß drei Kernkraftwerke in Betrieb stehen, wäre alle 160.000 Jahre ein Reaktorunfall mit mehr als 100 Toten statistisch zu ermitteln.
- Die tödliche Chlorfreisetzung aus chemischen Anlagen mit ähnlichen Auswirkungen ist 1000mal wahrscheinlicher als ein großer Reaktorunfall.
- Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Verkehrsunfall getötet zu werden, ist 15.000mal größer, als bei einem Reaktorunfall ums Leben zu kommen. Der Tod auf der Straße ist zur Pest des 20. Jahrhunderts geworden und man müßte sich eigentlich die Frage stellen, weshalb das Auto — gemessen an den strengen kerntechnischen Standards — noch nicht behördlich verboten worden ist. Allein in den USA werden 55.000 Verkehrstote und 1,5 Millionen Verletzte jährlich gezählt. In der Bundesrepublik Deutschland verzeichnete man im Jahre 1974<sup>22)</sup> 14.061 Tote und in aller Welt sind beispiels-

---

<sup>22)</sup> IRF-World-Road-Statistik 1976.

weise im Jahre 1973 nach einer lückenhaften Aufstellung (ohne osteuropäische Länder, unvollständige Angaben aus asiatischen Ländern) 216.752 Tote zu verzeichnen. Experten schätzen global auf mindestens 300.000 Verkehrstote im Jahr.

Auf die Relation 1:15.000 (Reaktorunfall—Verkehrsunfall) sei nochmals hingewiesen.

## **Risiko Straßenverkehr**

Um beim Risiko Verkehrsunfall zu bleiben. Im Jahre 1975 waren in Österreich 2203 Tote und 66.145 Verletzte im Straßenverkehr zu beklagen. 2203 Tote je Jahr werden von der Öffentlichkeit zur Kenntnis genommen, und sollte der Setzer um eine Zehnerpotenz irren, würde vielen Leuten auch das nicht auffallen. 2203: Das könnten auch alle Einwohner der niederösterreichischen Gemeinde Mautern an der Donau sein, oder die Bürger der Tiroler Ortschaft Nassereith, die vom Moloch Straßenverkehr verschlungen worden sind. Und 66.145 Verletzte im Jahr — sie entsprechen den Einwohnern einer Stadt in der Größenordnung etwa von Villach oder von Klagenfurt.

Das Phänomen: Nur die wenigsten glauben, in einen tödlichen Verkehrsunfall verwickelt zu werden. Dabei ist aus der Unfallstatistik zu ersehen, daß — auf die österreichische Bevölkerung von 7,5 Millionen Einwohnern bezogen — von je 3300 Personen ein Mensch jährlich durch einen Verkehrsunfall getötet wird.

## **Ein Null-Risiko ist nicht realisierbar**

Die Risiken im Alltag sind Legion. Ein Null-Risiko ist nicht realisierbar; Naturgewalten, Krankheiten und nicht zuletzt die technische Entwicklung haben das Leben lebensgefährlich gemacht. Bei der Energieversorgung beispielsweise müssen in die Risikobetrachtung nicht nur der Reaktorbetrieb, sondern alle Möglichkeiten von Schäden einbezogen werden. Bei Wasserkraftwerken sind Dammbüche zu verzeichnen, Supertanker explodieren auf offener See oder geraten im Hafen beim Beladen oder Entladen in Brand. Einige dieser Schiffsgiganten stranden und ihre Ladungen verseuchen die Küste. Manche Bohrplattform ist schon versunken. Erdgastanker zählen zu den gefährlichsten Transportern.

Auf den Straßen sind die „rollenden Bomben“ zum Alptraum geworden. Für den Individualverkehr sind diese Tankwagenzüge eine potentielle Gefahr. Zahlreiche Tote gehen auf das Konto dieser schweren Fahrzeuge. Bei Tankwagenunfällen wird das Grundwasser verseucht. Ein Liter Dieselöl kann im ungünstigsten Fall eine Million Liter Trinkwasser ungenießbar machen.

Kohle- oder ölgefeuerte Kraftwerke stoßen giftige Stoffe aus; zum Teil handelt es sich auch um krebserregende Substanzen. Die gesundheitliche Belastung durch die Einwirkung von Abgasen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>), Staub usw., aus Kohlekraftwerken ist erheblich

größer als die durch Kernkraftwerke. Die Schäden durch Schwefeloxidemissionen im Jahre 1974 an Gebäuden, Anlagen, Gesundheit und Vegetation werden mit etwa 1,8 Milliarden Schilling beziffert. Die Schäden durch Stickstoffoxide mit 77 Millionen Schilling und durch Staub mit 238 Millionen. Die Emissionsschäden betragen damit jährlich insgesamt 2,124 Milliarden Schilling<sup>23)</sup>.

Auch Kohlekraftwerke verbreiten Radioaktivität in die Umwelt, da in den meisten Kohlenarten Uran enthalten ist. Bei der Verbrennung wird das Uran in der Asche angereichert, zum Teil kommt es stark konzentriert vor und damit auch dessen natürliche Zerfallsprodukte wie Radium-226. Das Radium wird mit der Flugasche verstreut und eingeatmet. Es ist als „Knochensucher“ weitaus gefährlicher als das Edelgas Krypton-85, das die Hauptbelastung durch Kernkraftwerke bewirkt. Es zeigt sich, daß die gesundheitliche Belastung der Bevölkerung durch Radioaktivität aus dem Kohlekraftwerk weitaus größer sein kann als die aus dem Kernkraftwerk.

Die Kohle muß zumeist aus den tief unter der Erdoberfläche liegenden Flözen abgebaut werden. Alljährlich verlieren auf der Welt hunderte Kumpels bei Grubenkatastrophen ihr Leben. Kohle und Öl sind außerdem transportaufwendige Güter. Kohle ist der risikoreichste Energieträger.

Das Berufsrisiko in der Kerntechnik — von der Urangrube bis zur Wiederaufarbeitung — ist zehnmal geringer als auf dem Kohlensektor.

### **Jede Statistik muß problematisch bleiben**

Die Statistik sagt nicht, wann ein Ereignis, von dem nur die relative Häufigkeit seines Eintritts quantifiziert wird, tatsächlich eintritt. Theoretisch könnte der von Professor Dr. Rasmussen prognostizierte Kernschmelz-Unfall allerschwerster Konsequenz noch heute eintreten, wenn auch die Wahrscheinlichkeit bei 1:20.000 pro Jahr und Kraftwerk liegt.

Der Einsturz der Wiener Reichsbrücke ist mit der Sicherheit von Kernkraftwerken in Verbindung gebracht worden. Man argumentiert, daß die Tatsache eines relativ seltenen Brückeneinsturzes mit der Wahrscheinlichkeit eines schweren Reaktorunfalls in Verbindung gebracht werden könnte. Nur ist der Vergleich mit einem Kernkraftwerk nicht zielführend. Wäre die Reichsbrücke nach ähnlichen Sicherheitsüberlegungen wie das Kernkraftwerk Zwentendorf gebaut worden, dann müßte sie statt zwei Pfeiler sechs Pfeiler, statt vier Pylonen zwölf Pylonen, statt zwei Ketten sechs Ketten und statt einem Tragwerk drei Tragwerke gehabt haben. Mit anderen Worten: Das einstürzende Tragwerk wäre von dem darunter befindlichen Tragwerk aufgefangen worden. Unter diesem Tragwerk hätte sich noch ein weiteres Tragwerk befinden müssen.

Auch die Jumbo-Katastrophe auf Teneriffa ist zum Vergleich mit der Sicherheit von Kernkraftwerken herangezogen worden. Bei dieser Katastrophe hat es sich so-

---

<sup>23)</sup> Österreichischer Energieplan 1976, Tabelle 19. 6, S. 238, nach Univ.-Prof. Dr. O. Preining vom 1. Physikalischen Institut der Universität Wien.

zusagen um einen „Verkehrsunfall auf der Rollbahn“ gehandelt. Ein Jumbo hat eine gesperrte Kreuzung überfahren, der Rollweg war von der Startpiste nicht einmal durch ein Rotlicht abgesichert gewesen, der Nebel behinderte die Sicht, es gab nicht einmal Bodenradar. Korrekt auf das Kernkraftwerk bezogen bedeutet das mindestens fünf materielle Barrieren: Stahlschranken oder ausfahrbare Bremsklötze, jede Barriere in sich autark und die andere überlappend, wären in diesem speziellen Fall erforderlich gewesen.

Die Risiken müssen so klein wie nur möglich gehalten werden. In diesem Zusammenhang sei der Vergleich mit der Energieerzeugung aus Wasserkraft angestellt. Die Rasmussen-Studie sagt: Ein Dambruch ist 10.000mal wahrscheinlicher als ein großer Reaktorunfall. Würde man die Speicherkraftwerke mit einer den Kernkraftwerken entsprechenden Sicherheit erbauen, dann wären beispielsweise für die 120 Meter hohe, 446.000 Kubikmeter Mauerinhalt umfassende Limbergssperre der Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun, die immerhin 86 Millionen Kubikmeter Wasser bändigt, noch zwei weitere solche Bogen-Gewölbemauern als „Sicherheitsreserve“ zu errichten. Das gilt auch für alle anderen Talsperren der Welt, ob es sich nun um den Boulder-Dam in Colorado, die Grand-Coulee-Sperre im Bundesstaat Washington, den Wolga-Staudamm bei Kuibyschew, oder um den Assuan-Staudamm in Ägypten handelt.

## **Störfälle in der Geschichte der Kerntechnik**

In der Kernenergie hat man wie in keiner anderen Technologie zuvor frühzeitig aus der Erkenntnis des hohen Gefahrenpotentials Sicherheitsanalysen mit einer bis dahin nie gekannten Gründlichkeit durchgeführt. Zwischenfälle lassen sich nicht verheimlichen, sie müssen der Behörde gemeldet werden. Die Reports werden veröffentlicht, sämtliche Zwischenfälle werden diskutiert und durch neue Sicherheitsmaßnahmen wird gesorgt, daß sich solche Fehler nicht wiederholen. Hier einige Beispiele markanter Unfälle:

- Windscale (Großbritannien), 1957: Graphitbrand in einem Plutonium-Produktionsreaktor. Da diese, militärischen Zwecken dienende Anlage noch nicht durch Sicherheitsbehälter und geschlossenen Kühlkreislauf geschützt war, konnte radioaktives Jod aus den durch das Feuer beschädigten Brennelementen in die Umgebung gelangen. Gesundheitliche Schäden wurden aber weder beim Werkspersonal noch bei der Bevölkerung beobachtet. Der Reaktor wurde stillgelegt.
- Idaho-Falls (USA), 1961: Freisetzung von radioaktiven Stoffen in einem Armeereaktor. Dieser Unfall, dem drei Soldaten zum Opfer fielen, wurde durch grobe Fahrlässigkeit des Bedienungspersonals verursacht; das heute übliche, mehrfache Reaktorschutzsystem hätte Störfall und Auswirkungen verhindert.
- Lucens (Schweiz), 1969: Kühlmittelverlust mit Schmelzen von Brennelementen in dem in eine Felskaverne eingebauten Versuchsreaktor. Personen kamen nicht zu Schaden, da die Sicherheitseinrichtungen funktionierten. Der Reaktor wurde demonitiert.

- Lingen (Bundesrepublik Deutschland), 1969: Überschreiten der zulässigen Abgabewerte von radioaktiven Stoffen in einen Fluß durch Fehlschaltung. Personen kamen nicht zu Schaden, der Fischbestand wurde nicht beeinträchtigt. Durch konstruktive Änderung ist eine Wiederholung des Störfalles ausgeschlossen worden.
- Obrigheim (Bundesrepublik Deutschland), 1972: Bersten eines Entwässerungsbehälters mit Beschädigung von Anlageteilen innerhalb des Sicherheitsbehälters. Keine Personenschäden und keine unzulässigen Aktivitätsfreisetzungen. Das Kernkraftwerk hat seinen Betrieb wieder aufgenommen, nachdem nach Ansicht der Genehmigungsbehörde eine Wiederholung des Störfalles ausgeschlossen werden konnte.
- Würgassen (Bundesrepublik Deutschland), 1972: Leck im Kondensationsbecken auf Grund von „Wasserschlägen“ während Prüfungsarbeiten zur Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes. Durch Schnellabschaltung des Reaktors wurde verhindert, daß weitere Schäden auftraten. Keine Personenschäden und keine unzulässige Aktivitätsfreigabe.
- Browns-Ferry (USA), 1975: Brand eines Kabelstranges auf Grund fahrlässigen Umgangs mit offenem Feuer im Kabelschacht. Da bei dieser amerikanischen Reaktoranlage, anders als bei deutschen Reaktoren und im Kernkraftwerk Zwentendorf, die Kabelführung nicht auf verschiedene Schächte verteilt war, fiel durch diesen Kabelbrand ein großer Teil der Sicherheits- und Steuereinrichtungen aus; dennoch konnte der Reaktor — es waren noch fünf unabhängig arbeitende Systeme einsatzbereit — nach der Abschaltung nachgekühlt werden.
- Gundremmingen (Bundesrepublik Deutschland), 1975: Heißdampfaustritt durch unsachgemäß durchgeführte Wartungsarbeiten im stillgelegten Kernkraftwerk. Zwei Arbeiter erlitten durch den heißen Dampf tödliche Verbrühungen.

Wie sehr das Leben lebensgefährlich ist, wird bei der täglichen Lektüre der Zeitungen offenkundig. Aber schon am nächsten Tag ist das Ereignis vergessen, je größer die Entfernung zum Unfallsort, desto kleiner der Nachrichtenwert. In geballter Form werden diese Risiken nur selten aufgezeigt. In der „Encyclopedia Americana“ (1976) findet man diese Tragödien gewissermaßen auf engstem Raum unter dem Schlagwort „Disasters“ kleingedruckt: Drei Seiten zu je zwei Spalten und pro Spalte 104 Zeilen.

Um einen Eindruck zu vermitteln, seien nur die spektakulärsten Ereignisse sporadisch zitiert. Ausschließlich auf die beiden vergangenen Jahrzehnte — seit dieser Zeit gibt es Kernkraftwerke — wird Bezug genommen. In der Aufstellung werden Naturkatastrophen nicht aufgenommen, sondern nur Unfallereignisse, die technische Ursachen hatten.

---

### Brandkatastrophen und Explosionen

• 1956: Kolumbien	sechs LKWs mit Dynamit	1.100 Tote
• 1960: Guatemala	Krankenhausbrand	1.100 Tote
• 1960: Syrien	Kinobrand (Kinder)	152 Tote
• 1961: Brasilien	Zirkusbrand (Kinder)	323 Tote
• 1963: Vietnam	Brand im Hafenviertel	300 Tote
• 1964: Algerien	Explosion, Munitionsschiff	100 Tote
• 1967: Belgien	Brand im Kaufhaus	322 Tote
• 1970: Frankreich	Brand im Tanzclub	145 Tote

• 1971: Korea	Hotelbrand	163 Tote
• 1972: Japan	Brand im Kaufhaus	115 Tote
• 1974: Brasilien	Hochhausbrand	227 Tote

---

### Grubenkatastrophen

• 1956: Belgien	Brand	263 Tote
• 1958: Indien	Gasexplosion	180 Tote
• 1960: Südafrika	Gasexplosion	437 Tote
• 1960: DDR	Gasexplosion	123 Tote
• 1961: CSSR	Gasexplosion	108 Tote
• 1962: Bundesrepublik	Gasexplosion	299 Tote
• 1966: Großbritannien	Rutschung-Abraumhalde	172 Tote
• 1969: Mexiko	Gasexplosion	156 Tote
• 1972: Rhodesien	Gasexplosion	427 Tote
• 1977: Moçambique	Gasexplosion	150 Tote

---

### Luftfahrt

• 1956: USA	Kollision, dann Absturz	128 Tote
• 1957: Japan	Absturz	67 Tote
• 1958: USA	Kollision, dann Absturz	49 Tote
• 1962: Kamerun	Absturz	134 Tote
• 1963: Kanada	Absturz	118 Tote
• 1965: Ägypten	Absturz	117 Tote
• 1966: Frankreich	Kollision mit Baufahrzeug (Piste)	119 Tote
• 1967: Zypern	Absturz	129 Tote
• 1968: Venezuela	Absturz	155 Tote
• 1970: Kanada	Absturz	108 Tote
• 1971: Alaska	Absturz	111 Tote
• 1972: UdSSR	Absturz	176 Tote
• 1973: Nigeria	Absturz	176 Tote
• 1974: Paris	Absturz	346 Tote
• 1977: Teneriffa	Jumbo-Kollision mit Jumbo	576 Tote

---

### Schiffskatastrophen

• 1956: New York	Kollision („Andrea Doria“)	50 Tote
• 1958: Türkei	Fährboot	238 Tote
• 1960: Kuba	Munitionsschiff	100 Tote
• 1961: Dubai	Schiffsbrand	212 Tote
• 1963: USA	US-Atom-U-Boot „Tresher“	129 Tote
• 1963: Ägypten	Fähre	206 Tote
• 1965: Malawi	Fähre	150 Tote
• 1968: Azoren	US-Atom-U-Boot „Scorpion“	99 Tote
• 1968: Philippinen	Fähre	206 Tote
• 1970: Kariben	Fähre	150 Tote
• 1970: Korea	Fähre	170 Tote
• 1973: Burma	Kollision Fähre-Frachter	200 Tote

---

### Eisenbahnkatastrophen

• 1955: Mexiko	in Schlucht gestürzt	300 Tote
• 1956: Indien	in Fluß gestürzt	264 Tote
• 1957: Pakistan	Kollision	250 Tote
• 1958: Brasilien	Kollision	128 Tote

• 1960: CSSR	Kollision	110 Tote
• 1962: Japan	Kollision	163 Tote
• 1970: Argentinien	Kollision	139 Tote
• 1970: Nigeria	Kollision	132 Tote
• 1972: Frankreich	Kollision im Tunnel	92 Tote

---

Diese Katastrophenbilanz ließe sich beliebig fortsetzen. Zur Frage des allgemeinen Risikos unterschrieben elf Nobelpreisträger im Jänner 1975 folgendes Manifest: „Überall, wo Energie freigesetzt wird, entstehen Risiken, und da macht auch die Kernenergie keine Ausnahme. Die Sicherheit dieser Energieform jedoch steht unter öffentlicher Überwachung in einem Ausmaß, wie sie bisher in der Geschichte der Technik keine Parallele aufzuweisen hat. Wie jeder neuen Technologie muß auch dieser eine Anlaufphase zugebilligt werden. Im Gegensatz zu der publizistischen Panikmache, die mit einigen Störfällen betrieben wurde, ist keine nennenswerte Menge an radioaktiven Stoffen aus irgendeinem kommerziellen Kernkraftwerk in den USA entwichen. Wir vertrauen darauf, daß technische Erfindungsgabe und Sorgfalt im Betrieb die Sicherheit in allen Phasen des Kernenergieprogramms weiterhin verbessern, auch in den schwierigen Bereichen des Transportes und der Beseitigung radioaktiver Abfälle.“

Dieses Manifest ist von den Nobelpreisträgern Luis W. Alvarez, John Bardeen, Hans A. Bethe, F. Bloch, Edward M. Purcell, I. I. Rabi, Eugene P. Wigner, Willard F. Libby, Edwin M. McMillan, Glenn T. Seaborg und Joshua Lederberg unterzeichnet.

## Der Reaktor ist keine Atombombe

Ein Kernkraftwerk funktioniert wie ein konventionelles, kalorisches Kraftwerk, nur daß die für die Dampferzeugung nötige Wärme durch den kontrollierten Zerfall der im Kernbrennstoff zu etwa drei Prozent angereicherten Uran-235-Atome erzeugt wird. Der entstehende Dampf treibt die Turbine und den mit ihr gekuppelten Generator. Die im Reaktorkern entstehenden radioaktiven Stoffe werden durch eine ganze Reihe von Sicherheitsbarrieren zurückgehalten: Durch den Kernbrennstoff selbst, die Brennelementhüllen, durch das Reaktordruckgefäß, durch die Betonumhüllung, durch den druckfesten und gasdichten Reaktorsicherheitsbehälter (Containment) mit dem ständig auf Unterdruck gehaltenen Raum zwischen Sicherheitsbehälter und Dichthaut, aus dem Spuren von aus dem Containment auftauchenden Gasen sofort abgesaugt werden. Das Risiko ist auf ein Minimum heruntergedrückt worden.

Dieses der Reaktorsicherheit zugrundeliegende Konzept läßt sich durch das Beispiel fünf ineinanderstehender Kochgeschirre vergleichen. Der Satz von Pfannen sorgt für die optimale Dichtigkeit. Sollte die kleinste, die innerste Pfanne undicht werden, sind noch vier andere Gefäße da, die Flüssigkeit aufzunehmen. Nehmen wir an, daß die Wahrscheinlichkeit des Leckwerdens der innersten Pfanne 1:100 beträgt, so ist sie für das gleichzeitige Auftreten eines Lecks bei der zweiten Pfanne hundertmal kleiner. Mit jeder weiteren Pfanne nimmt die Wahrscheinlichkeit um weitere hundert-

mal ab, so daß sie bei der letzten nur noch 1 : 10.000,000.000 beträgt. Eine astronomische Zahl mit zehn Nullen, das Verhältnis beträgt eins zu zehn Milliarden.

Es kann gar nicht oft genug gesagt werden: Der Reaktor ist keine Atombombe, auch keine gezähmte Kernwaffe. In einer Atombombe werden bestimmte Mengen reinen Spaltmaterials — fast hundertprozentig angereichertes Uran — in Millionstelsekunden zu einer dichten Masse zusammengepreßt, damit sich die Kettenreaktion explosionsartig ausbreiten kann. Solche Bedingungen aber können in einem Kernkraftwerksreaktor, der höchstens mit dreiprozentigem Uran-235 und noch dazu in einer durch Metallrohre und Wasser „verdünnten“ Form arbeitet, unter keinen Umständen auftreten.

In der Sicherheitsauslegung der Reaktorkonstruktionen wird von der mehrfachen Vorsorge wichtiger Anlagenteile Gebrauch gemacht. Viele Geräte oder Aggregate müssen doppelt, dreifach, manchmal sogar fünffach eingebaut werden. Nur auf diese Weise kommt man nahe an die vollkommene Zuverlässigkeit heran. Man hat es mit einem System von tief gestaffelten, ineinander verschachtelten Sicherheitsbarrieren zu tun.

So bewirken beispielsweise mehrere voneinander unabhängig arbeitende Systeme bei Kühlmittelverlust die Abkühlung des Reaktorkernes. Sollte so eine Hochdruck-Kühlmittleitung platzen, tritt ein Hochdruck-Einspeisesystem in Funktion. Sollte das nicht klappen, werden augenblicklich einige Niederdrucksysteme mobilisiert. Eines davon ist das Kernflutsystem. Dann gibt es noch das Nachkühlsystem, das über vier unabhängige Leitungsstränge verfügt. Sollten zwei dieser Leitungsstränge ausfallen, genügt die Leistung der beiden verbliebenen Stränge noch immer für die Nachkühlung.

So gibt es auch beispielsweise neben den verschiedenen, von außen kommenden Stromanspeisungen vier Notstromaggregate. Sollten sämtliche Netze und zwei dieser vier Reservegeräte trotzdem streiken, dann genügt die von den beiden restlichen Notstromanlagen produzierte Energie. Sollte eine Maschine einen Kolbenfresser haben und auseinanderplatzen, dann dürfen die wegfliegenden Bruchteile die anderen Dieselmotoren nicht beschädigen.

Für das Schnellabschalten des Reaktors gibt es drei verschiedene, voneinander unabhängig arbeitende Systeme. Alle Betätigungselemente arbeiten nach dem sogenannten Ruhestromprinzip. Ein Stromausfall löst der Reihe nach die Sicherheitsmaßnahmen aus. „Fail safe“ sagen dazu die Experten, die sogenannten „common mode failures“ müssen vermieden werden — jene Mechanismen, die mehr als ein System oder eine Komponente beschädigen könnten, müssen dementsprechend durch die Auslegung der Anlage abgesichert sein. Mit anderen Worten: Der allfällige Bruch einer druckführenden Leitung darf nicht eine andere Leitung beschädigen.

Diese Art der Sicherheitsauslegung bekommt immer neue Aspekte: Man ist in die Rolle des *Advocatus diaboli* geschlüpft, jenes Geschöpfes also, das beim Kanonisationsverfahren im Namen des Teufels Einspruch gegen die vom sogenannten Advokaten des Himmels befürwortete Aufnahme eines Verstorbenen in das Verzeichnis der Seligen erhebt. Die Gutachter für das Genehmigungsverfahren zum Betrieb des ersten österreichischen Kernkraftwerkes führen auch alle möglichen Argumente ins Treffen — oberstes Ziel: So nahe wie möglich an die vollkommene Sicherheit heranzukommen. Alle nur erdenklichen Zwischenfälle, und mögen sie noch so unwahrscheinlich sein, müssen einkalkuliert werden.

Von Jahr zu Jahr sind diese Sicherheitsbarrieren verbessert worden. In der Automobiltechnik hat man heute beispielsweise zwei voneinander getrennte Bremssysteme. In der Kerntechnik aber geht man noch weiter: Jede Anordnung besteht für sich allein, es müßten also, um beim Beispiel der Kfz-Bremse zu bleiben, für das Fahrzeug vier einzelne, zu jedem Rad führende, gegen Steinschlag und Brand gesicherte Bremschläuche, vier Bremszylinder für jedes Rad und dergleichen mehr zur Verfügung stehen. Wäre auch nur einer dieser 16 Bremschläuche undicht, dann würde sich der Wagen erst gar nicht starten lassen.

## **Österreichische Beteiligung am internationalen Reaktorsicherheitsforschungsprogramm**

Am 2. Februar 1977 hat die Republik Österreich der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie Ges. m. b. H., ÖSGAE, den Auftrag erteilt, alle der Republik aus der Beteiligung an der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit im Zusammenhang mit dem Sicherheitsforschungsprogramm der Internationalen Energieagentur erwachsenden Rechte und Pflichten wahrzunehmen. In der Folge haben die ÖSGAE und die Nuclear-Regulatory-Commission (NRC) der USA im März 1977 ein Abkommen über die österreichische Beteiligung an den amerikanischen Reaktorsicherheitsforschungsprogrammen unterzeichnet. Danach erhält die ÖSGAE alle Informationen über die Ergebnisse der Forschung und entsendet Wissenschaftler zu den Anlagen.

Das Gutachtertteam der ÖSGAE ist unabhängig, und durch Vertrag wurde vereinbart, daß niemand auf die sicherheitstechnische Beurteilung Einfluß nimmt. Die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiet der Reaktorsicherheitsforschung sind einbezogen. Auf drei Großversuche — deren Ergebnisse das Restrisiko noch verringern — soll besonders hingewiesen werden.

- Leistungsstoßanlage (Power Burst Facility — PFB) zur Untersuchung von Versagensmechanismen von Brennstoff und Brennstoffhüllen bei Störfällen und Unfällen.
- Testanlage für Kühlmittelverlust (Loss of Fluid Test Facility — LOFT).
- Halden-Reaktor-Programm (Halden-Reactor-Project-Programme — Halden) zur Untersuchung von Reaktorschutzsystemen, Reaktorschutzrechnern und für Brennstoffuntersuchungen.

Es handelt sich um überaus aufwendige Versuche — es wird nichts simuliert, sondern in der Praxis erprobt. Das Power-Burst-Facility-Programm ist bereits im Jahre 1976 angelaufen und wird voraussichtlich bis zum Jahre 1984 dauern. Bisher sind etwa 40 Millionen Dollar investiert worden, die jährlichen Betriebskosten werden mit etwa vier Millionen Dollar beziffert. Teile eines Brennstoffbündels werden untersucht und der in Idaho-Falls befindliche Versuchsreaktor (40 Megawatt Leistung) wird innerhalb einer Millisekunde in einem unvorstellbaren Ausmaß belastet: Mit dem extrem hohen Leistungsstoß von 240.000 Megawatt wird er sozusagen „geschockt“ und das Verhalten des Kernbrennstoffes soll unter diesen schwierigen Bedingungen erforscht werden. Diese Spitze entspricht immerhin einem beträchtlichen Teil der in

den USA installierten elektrischen Kraftwerksleistung. Der Reaktor wird von einer etwa einen Kilometer entfernten, fernbedienten Warte gesteuert.

Das Loss of Fluid Test Facility Programm (LOFT) hat den Zweck, den größten anzunehmenden Unfall, den sogenannten GAU — von den Technikern auch Auslegungsunfall genannt — in der Praxis durchzuführen. Die Folgen dieses Auslegungsunfalls müssen beherrscht werden, es darf keine unzulässigen Aktivitätsfreisetzungen geben. Der GAU wird durch einen plötzlichen Kühlmittelverlust, beispielsweise durch den vollständigen Bruch einer Kühlmittelleitung bei Versagen aller Notkühlsysteme, verursacht. Die Berechnungen sollen durch den Versuch überprüft werden.

Dieser Versuch wird ebenfalls in Idaho-Falls durchgeführt, in einem riesigen, nur schwach besiedelten Gebiet, und dort befindet sich auch jener Kernreaktor, an dem dieser maximale, denkbare Unfall durchgeführt wird. Der Reaktor ist auf einem massiven, stählernen Chassis aufgebaut, das auf vier Eisenbahnschienen steht und für Testzwecke in eine Sicherheitshülle eingeschoben wird. Dort werden die Folgen des Kühlmittelverlustes getestet.

Im kurzen Zeitraum von acht bis fünfzehn Millisekunden öffnen sich die Schnellablaßventile und leiten den Kühlmittelverlust ein. Der Ablauf dieses extremen Auslegungsunfalls — der nach der derzeit praktizierten Sicherheitsauslegung beherrscht werden muß — wird in diesem Versuch in allen Einzelheiten beobachtet werden. Dieser „Reaktor auf Rädern“ hat zwar nur ein Fünfzigstel der Leistung eines Kernkraftwerkes, die Meßergebnisse aber sind repräsentativ und lassen sich dementsprechend für eine weitere Verbesserung der Auslegung verwenden.

500 Mitarbeiter sind mit dem LOFT befaßt. Die Investitionen betragen an die 200 Millionen Dollar, die jährlichen Betriebskosten sind mit 20 Millionen Dollar präliminiert. Die Vorarbeiten sind abgeschlossen, mit den nuklearen Tests ist ab 1978 zu rechnen. Bis zum Jahre 1986 wird dieses Testprogramm laufen. Oberstes Ziel: Bestätigung der Wirksamkeit der bestehenden Notkühlsysteme und Anhaltspunkte für deren allfällige weitere Verbesserung. Auch beim größten anzunehmenden Unfall muß man die Betriebszustände im Reaktor unter völliger Kontrolle behalten. Die Schutzhülle muß dem auftretenden Druck widerstehen können. Am LOFT-Programm sind außer den USA und Österreich die Bundesrepublik Deutschland, Japan und die vier skandinavischen Länder beteiligt.

Das Halden-Reactor-Project-Programm hat zwei Aufgaben: Untersuchung des Brennstoffverhaltens und Erforschung der Wirksamkeit der Reaktorschutzsysteme. Die Reaktorschutzsysteme werden optimiert, Normen und Standards weltweit zusammengefaßt. Ein Fehler des Reaktor-Operators darf unter keinen Umständen zu einem gefährlichen Betriebszustand im Kernkraftwerk führen. Das Reaktorschutzsystem mit seinen zahlreichen Sensoren und Fühlern fragt im ununterbrochenen Dialog den jeweiligen Betriebszustand ab und löst bei Unregelmäßigkeiten den Stop aus.

Reaktor-Operatoren werden in aufwendigen Simulatoren — ähnlich einer Schaltzentrale — dem Trouble Desk — Unfälle vorgetäuscht, und diese Pannen sind zu meistern. Jede Situation muß unter Kontrolle gehalten werden, eine etwaige Panne darf nicht nach dem Domino-Prinzip eine Kette weiterer Störungen auslösen. Damit das ausgeschlossen wird, blockt eine der zahlreichen Barrieren den Fehler jeweils ab. Es darf zu keiner unzulässigen Freisetzung von Radioaktivität kommen.

Die Bedienung eines Kernkraftwerkes muß „fool-proof“ sein, was so viel wie „narrensicher“ bedeutet. Das Reaktorschutzsystem besitzt vier und manchmal sogar noch mehr zusätzliche, voneinander unabhängige Absicherungen. Es erkennt die Trends, verknüpft eine Vielzahl von Signalen, in den „procedures“ gibt es eine Hierarchie, die Entwicklung wird vorzeitig erkannt und die Gegenmaßnahmen werden eingeleitet — noch lange, bevor sich die Gefahrensituation aufbauen kann.

50 Millionen Schilling sind von der Elektrizitätswirtschaft für die Teilnahme Österreichs am Internationalen Reaktorsicherheits-Forschungsprogramm ohne jede Bedingungen bereitgestellt worden und mit der ausdrücklichen Verpflichtung, aus der vollen Tragung der Österreich erwachsenden Kosten kein Recht auf Einflußnahme abzuleiten. Der Betreiber eines Kernkraftwerkes hat nämlich schon aus wirtschaftlichen Gründen ein besonderes Interesse am sicheren, reibungslosen Betrieb seiner viele Milliarden Schilling kostenden Anlage. Bei allen diesen Kraftwerksbauten wird ein Optimum an Sicherheit angestrebt, die Risiken werden heruntergedrückt und weltweit ist ein Standard erreicht worden, wie er in keiner anderen Technologie verzeichnet werden kann.

## **Das genetische Risiko**

Prinzipiell ist bei Einwirkung auch geringer Dosen ionisierender Strahlung ein genetischer Schaden möglich. Die natürliche Mutationsrate in den menschlichen Keimzellen ist allerdings vergleichsweise wesentlich höher. Daher konnten genetische Schäden nur bei sehr hohen Strahlungsdosen beobachtet werden. Man nimmt an, daß durch eine Strahlungsdosis von 30 rem (30.000 Millirem) eine Verdoppelung der natürlichen Mutationsrate eintritt. (Laut M. Eisenbud: „Environmental Radioactivity“, Acad. Press, N.Y. (1973), Seite 36.) Im Vergleich dazu ist die genetische Strahlenbelastung eines Kernkraftwerkes etwa ein Zehntausendstel dieses Wertes.

Auch die natürliche Strahlung, die mindestens um das Hundertfache über der mittleren genetischen Dosis durch ein voll entwickeltes Kernenergieprogramm (Jahr-2000-Studie: „Potential Radiological Implications of Nuclear Facilities in the Upper Mississippi-River Basin in the Year 2000.“ Wash 1209 aus dem Jahre 1973) liegt, hat somit eine genetische Wirkung, die weniger als ein Vierhundertstel der genetischen Wirkung durch andere im Alltag vorkommende Substanzen beträgt.

Solche Substanzen mit hoher genetischer Wirkung stellen beispielsweise Alkohol, Kaffee, Tee und Thalidomide (Beruhigungstabletten) dar, die freiwillig, teilweise in hohem Maße, konsumiert werden. Genetische Schäden in unserer Gesellschaft werden daher zu einem hohen Prozentsatz durch solche Substanzen ausgelöst.

Laut Rasmussen-Report (zweite Fassung, Wash 1400) ist bei einem extrem schweren Reaktorunfall, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 1:1.000.000 anzusetzen ist, mit 25 genetischen Effekten pro Jahr zu rechnen. Der schwerste in diesem Rasmussen-Report behandelte Unfall löst 170 genetische Effekte pro Jahr aus. Die Eintrittswahrscheinlichkeit so eines Unfalls wurde 1:1.000.000.000 pro Jahr und Reaktor abgeschätzt. Vergleichsweise werden dazu in einem gleich großen Personenkreis

durch die natürliche Strahlung hervorgerufene genetische Schäden mit 8000 pro Jahr angegeben.

Seit dem Jahre 1945 werden von der japanisch-amerikanischen Atombomben-Untersuchungskommission ungefähr 75.000 Kinder strahlengeschädigter Eltern (Atombombenabwürfe über Hiroshima und Nagasaki) in regelmäßigen Abständen untersucht. Es konnte bisher keine erhöhte Anzahl an angeborenen Mißbildungen, Totgeburten, Todesfälle von Neugeborenen oder Wachstums- und Entwicklungsabnormitäten (genetische Schäden) in der ersten Generation der Nachkommen festgestellt werden. (S. Jablon: „The Origin and Findings of the Atomic Bomb Casualty Commission. Nuclear Safety 14 No. 6, 1973.) Die mittlere Dosis der Strahlenopfer betrug etwa das 20.000fache der Jahresdosis jener Personen, die in unmittelbarer Nähe eines Kernkraftwerkes wohnen.

Im übrigen wird auf das Kapitel „Die Strahlung und der Mensch“ in diesem Bericht verwiesen.

## **Die wirkliche Gefahr: Kernwaffen**

Weniger als 10 Kilogramm hochgradig angereichertes Uran 235 oder weitgehend reines Plutonium 239 („Bombenplutonium“ mit nur geringer Beimischung anderer Plutoniumisotope) genügen, um eine Sprengladung herzustellen, deren Explosionsenergie der von vielen tausend Tonnen des herkömmlichen chemischen Sprengstoffs Trinitrotoluol, abgekürzt TNT, gleichkommt.

TNT, auch Trotyl genannt, der am häufigsten verwendete militärische Sprengstoff (für Minen, Granaten, Geschosse und Torpedos), der pro Kilogramm eine Explosionswärme (Wärmeenergie) von rund 4 Millionen Joule oder 1,1 Kilowattstunden<sup>24)</sup> entwickelt, wird zum Vergleich der Sprengwirkung von Kernwaffen herangezogen, wobei für 1000 Tonnen die Bezeichnung Kilotonne und für eine Million Tonnen Megatonne verwendet wird.

Ein Kilogramm Uran 235 liefert bei vollständiger Ausnützung eine thermische Energie von 80 Billionen Joule oder 22 Millionen Kilowattstunden. Das entspricht daher 20 Millionen Kilogramm oder 20.000 Tonnen — 20 Kilotonnen — TNT. Die Sprengkraft der Hiroshima-Atombombe wird mit 20 Kilotonnen TNT angegeben, obwohl der in ihr enthaltene Kernsprengstoff etwa 50 Kilogramm ausmachte. Inzwischen hat man schon einen viel „besseren“ Wirkungsgrad erreicht.

Die Explosionsenergie von Uran- oder Plutonium-Ladungen (die aus physikalisch-technischen Gründen eine bestimmte Größe nicht überschreiten können) kann in einem Bereich von einigen Tonnen oder Kilotonnen (taktische Kernwaffen für Artilleriegranaten und Artillerieraketen) bis zu ungefähr 500 Kilotonnen (eine halbe Megatonne) variiert werden.

---

<sup>24)</sup> Ein Kilogramm Steinkohle liefert bei der Verbrennung mehr als siebenmal so viel Wärmeenergie wie ein Kilogramm TNT; die Wirkung des Sprengstoffs ist deshalb so zerstörerisch, weil bei ihm die Energie in Millionstelsekunden schlagartig frei wird.

## „Saubere“ und „schmutzige“ H-Bomben

Mit einer Uran- oder Plutoniumladung, die eine Temperatur von einigen bis zu einigen Dutzend Millionen Grad erzeugt, als Zünder kann in schwerem und überschwerem Wasserstoff (Deuterium und Tritium) der Vorgang der Kernfusion (Kernverschmelzung, thermonukleare Reaktion) ausgelöst werden, der pro Kilogramm etwa drei bis vier Mal so viel Energie liefert wie die Kernspaltung. Die Explosionswirkung einer solchen „sauberen“ Wasserstoffbombe (die Kernfusion liefert nur wenig radioaktiven Abfall) geht bis zu einigen Megatonnen.

Umgibt man eine derartige H-Bombe mit einem Mantel von Uran 238 (also mit relativ billigem Natururan, das zu 99,3 Prozent Uran 238 enthält), das unter dem Einfluß der schnellen Neutronen, die bei der thermonuklearen Reaktion in großer Menge entstehen, durch Kernspaltungsprozesse ebenfalls Sprengenergie liefert, erhält man eine „schmutzige“ Dreistufenbombe (innen Kernspaltung von Uran 235 oder Plutonium 239, in der Mitte Kernfusion, außen Kernspaltung von Uran 238), deren Megatonnage nahezu unbeschränkt ist.

Die völlige Spaltung von 1000 Kilogramm Uran 238 durch schnelle Neutronen entspricht der Energiefreisetzung von 20 Millionen Tonnen oder 20 Megatonnen TNT, das ist tausendmal die Energie der Hiroshima-Bombe. Man spricht von schmutziger Bombe, weil sie als Nebenprodukt viele hundert Kilogramm radioaktive Spaltprodukte liefert, die dann als vom Wind vertragener „Fallout“ (Niederschlag) auf die Erde niedergehen.

Zum Unterschied von TNT haben Kernwaffen neben der Sprengwirkung auch noch eine sofortige Hitzestrahlungs- und eine Kernstrahlungswirkung — Gamma- und Neutronenstrahlen<sup>25)</sup> — sowie eine gefährliche langdauernde Nachwirkung in Form des radioaktiven Fallouts.

Eine Kernwaffe ist jedoch für die gleiche Explosionsenergie militärisch nicht so wirkungsvoll wie eine Vielzahl kleiner konventioneller Sprengkörper, weil sie den Explosionsort „überzerstört“ (aber sie läßt sich natürlich leichter transportieren): 20 Kilotonnen TNT in Form von 20.000 Bomben zu je einer Tonne können ein zehnmal so großes Gebiet zerstören wie die Atombombe von Hiroshima.

Im ganzen Zweiten Weltkrieg wurden etwa 5 Millionen Tonnen oder 5 Megatonnen Sprengstoff verbraucht. Das ist der Energieinhalt einer einzigen 5-Megatonnen-Wasserstoffbombe, die zwar eine Großstadt und ihre Umgebung vernichten kann, aber natürlich nicht die gleiche Wirkung hat wie die Milliarden Sprengkörper, die in den Jahren von 1939 bis 1945 eingesetzt wurden.

## USA und Sowjetunion: 14.000 Megatonnen

Allerdings enthielten die strategischen Trägerwaffen (interkontinentale Landraketen, ballistische Unterseebootraketen und nuklearstrategische Bewaffnung der Lang-

---

<sup>25)</sup> Die Neutronenstrahlen sollen in der Neutronenbombe — in Wirklichkeit dem Sprengkopf von Artilleriegeschossen und taktischen Raketen — ausgenutzt werden.

streckenbomber) der USA nach einer Berechnung des Instituts für militärstrategische Grundlagenforschung an der Landesverteidigungsakademie Wien im Jahre 1976 eine Gesamtsprengenergie von 2399 Megatonnen. Bei der Sowjetunion lautet die entsprechende Zahl 11.784 Megatonnen. Frankreich besitzt 45,3 und Großbritannien 38,4 Megatonnen an beförderbarer nuklearstrategischer Sprengkraft.

Das ergibt zusammen (ohne China) 14.266,7 Megatonnen in den existierenden und jederzeit einsetzbaren Trägerwaffen von vier Mitgliedern des „Atomklubs“ oder mehr als 2800mal die gesamte Explosivmenge des Zweiten Weltkriegs, also trotz der „Überzerstörung“ in der Wirkung ein Vielfaches davon.

Dabei sind die taktischen Kernwaffen (USA in Europa 7000, Sowjetunion 3500) nicht mitgerechnet, die aber „nur“ einige Megatonnen beisteuern, und auch nicht der Kernsprengstoff, der als Reserve in den Arsenalen lagert, aber nicht in Trägerwaffen eingebaut ist. Für die Zweitschlagkapazität der beiden Supermächte, das heißt, die Zerstörung des anderen nach einem nuklearen Erstschlag des Gegners, würde selbst unter ungünstigen Umständen ein Fünftel bis ein Zehntel ihrer Megatonnage genügen. (Die größere Megatonnage der Sowjetunion wird derzeit durch die größere Zielgenauigkeit der Amerikaner aufgewogen.) Die USA und die Sowjetunion haben daher eine militärisch unnötige mehrfache Overkillkapazität.

Bei 4 Milliarden Erdbewohnern kommen auf jeden Menschen Kernbrennstoff im Ausmaß von 3,5 Tonnen TNT. Es gibt keine Garantie für die Nichtverwendung dieser Waffen. Der frühere US-Außenminister Henry Kissinger stellte daher fest: „Zum ersten Mal in der Geschichte haben zwei Nationen die Fähigkeit, die Menschheit zu zerstören“, wobei schon US-Präsident John F. Kennedy warnte, daß das größte Risiko der Verwendung der Massenvernichtungswaffen im großen nicht in der bewußten, vorsätzlichen Absicht liegt, sondern in „falscher Berechnung, Verrücktheit oder Unfall“.

## Unfälle mit Kernwaffen

Im Jahrbuch 1977 des Stockholmer Internationalen Friedensforschungsinstituts (SIPRI) „World Armaments and Disarmament“ wird berichtet, daß es von 1945 bis 1968 mindestens 32 große Unfälle von US-Kernwaffen gab, wobei das Kernwaffenträgersystem (Flugzeug, Rakete, Schiff usw.), das eine Kernwaffe enthielt, vollständig zerstört wurde oder der Kernsprengkopf selbst zerstört wurde oder verlorenging. Weiters gab es etwa fünfzig kleinere Unfälle bei der Wartung, beim Transport oder bei der Modernisierung von US-Kernwaffen. Sicher ereigneten sich ähnliche Unfälle auch in der Sowjetunion. Glücklicherweise gab es aber bei den Unfällen bisher keine einzige Kernexplosion.

Der Diebstahl oder Raub einer taktischen Kernwaffe, die schon fertig ist, durch Terroristen, ist auch eine realere Gefahr als daß jemand Plutonium stiehlt und unter großer Gefahr für sich selbst eine wahrscheinlich nur schlecht funktionierende Atombombe baut.

Nachdem mehr als 400 Kernwaffenversuchsexplosionen, darunter Tests von H-Bomben mit bis zu 50 Megatonnen (Sowjetunion 1961), die Atmosphäre verseucht hatten,

was noch heute nachwirkt, wurde am 5. August 1963 der Vertrag über die Einstellung der Kernwaffenversuche in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser von den Außenministern Gromyko (Sowjetunion), Rusk (USA) und Lord Home (Großbritannien) unterzeichnet. Frankreich und China schlossen sich dem Atomteststoppvertrag jedoch bisher nicht an.

Aus all dem Gesagten ergibt sich, daß in Wirklichkeit die von der Öffentlichkeit „vergessenen“ und aus dem Bewußtsein „verdrängten“ Kernwaffen die größte Bedrohung für das Überleben der Menschen sind. Ihr Vernichtungs- und Gefährdungspotential hat eine Größenordnung, die alle aus der friedlichen Nutzung der Kernenergie herrührenden Risiken auch in bezug auf hypothetische Störfälle weit in den Schatten stellt. Ihnen sollte daher die Hauptsorge der Menschen gelten.

### **Kernkraftwerke im Krieg**

Bei einer Meinungsumfrage im Auftrag der österreichischen Elektrizitätswirtschaft ergab sich die überraschende Tatsache, daß unter der Motivation gegen den Bau von Kernkraftwerken das Argument, sie seien im Kriegsfall ein bevorzugtes Angriffsziel, mit 68 Prozent den Spitzenplatz einnahm. Da alle anderen vorgebrachten Vorbehalte im Rahmen dieses Berichtes behandelt werden, sei auch auf diesen eingegangen:

Das Militär der großen Nuklearmächte, aber auch der neutralen Staaten Schweiz und Schweden, hat sich mit der Frage der Verwundbarkeit von Kernkraftwerken durch kriegerische Ereignisse eingehend auseinandergesetzt, aber keinen schwerwiegenden Einwand gegen die Errichtung von Kernkraftwerken vorgebracht.

Gegen Luftangriffe und Beschuß aus großer Entfernung mit konventionellen Sprengladungen sind Kernkraftwerke heutiger Bauweise auf Grund ihrer mehrfachen dicken Abschirmung wie ein massiver Bunker weitgehend geschützt, doch könnte ein Direkttreffer zur Freisetzung von Spaltprodukten führen. (Eine Beschießung aus der Nähe würde den Angreifer selbst gefährden.)

Ein gezielter Angriff auf ein Kernkraftwerk in einem Mitgliedsstaat einer Militärallianz mit konventionellen Waffen, der zur Freisetzung radioaktiver Substanzen führt, würde aber einen Akt darstellen, der einem Nuklearangriff gleichzusetzen ist, und daher von den Nuklearmächten entsprechend beantwortet werden.

Ein Angriff gegen ein Kernkraftwerk in einem neutralen Staat wie Österreich wäre militärisch überhaupt nicht motiviert. Außerdem muß bezweifelt werden, ob es für einen Angreifer sinnvoll wäre, Radioaktivität gewollt in einem Land freizusetzen, das er doch wahrscheinlich besetzen will.

Erfolgt der Angriff mit Kernwaffen, dann ist ein Direkttreffer erstens kriegstechnisch „unökonomisch“ — es gibt „lohnendere“ Ziele — und würde zweitens meist zu einem weit höheren Schadensausmaß durch die Kernwaffe selbst führen.

Wenn man die Energieversorgung eines Gegners zerstören will, muß man keineswegs seine Reaktoren bombardieren. Außerdem könnten in Krisenzeiten die Kernkraftwerke stillgelegt werden. (Die Radioaktivität klingt innerhalb einer Woche auf den

10., innerhalb eines Monats auf den 18. Teil ab.) Die radioaktiven Brennelemente könnten entnommen und zum Beispiel in Stollen (die aber bereits vorbereitet sein müßten) sicher gelagert werden.

Jeder künftige Krieg in Mitteleuropa würde auf jeden Fall weitgehend das Ende unserer derzeitigen Zivilisation bedeuten, ob mit oder ob ohne Kernkraftwerke. Aus all diesen Gründen werden die Kernkraftwerke bisher in keinem Land, auch nicht bei den Supermächten, die am ehesten einen direkten Atomkrieg zu gewärtigen haben, gegen Kernwaffen gesichert.

## Das Abfallproblem und die Entsorgung der Kernkraftwerke

In Österreich fallen jährlich 2,535.460 Tonnen Müll an. Der Hausmüll mit 1,787.460 Tonnen steht an der Spitze, gefolgt vom Gewerbe- und Geschäftsmüll mit 448.000 Tonnen und an dritter Stelle liegt der Sonderabfall mit 300.000 Tonnen<sup>26)</sup>. 2,535.460 Tonnen — das ist ein beachtliches Gewicht. Um diese 2,535.460 Tonnen Müll zu transportieren, würde man 126.773 Eisenbahnwaggons mit einer Ladefähigkeit von je 20 Tonnen brauchen und der große Raumbedarf des Mülls wäre dabei noch gar nicht berücksichtigt. Um diese Transportaufgabe zu bewältigen, würde man einen 1267 Kilometer langen Eisenbahnzug benötigen. Das entspricht einer Entfernung vom Burgenland nach Vorarlberg und wieder zurück.

Allein die Europäische Gemeinschaft mit einer Bevölkerung von etwa 260 Millionen Menschen „erzeugt“ jährlich etwa 1,5 Milliarden Tonnen Abfall aller Art. Das Müllproblem mit allen seinen Auswirkungen stellt für die Ökologie eine außergewöhnliche Belastung dar. Für die Abfallbeseitigung in Österreich gibt es ein Rahmenkonzept; das Recycling in seinen mannigfaltigen Formen setzt sich langsam durch.

Im Vergleich mit der Kernenergie sind auf dem Abfallsektor die Größenordnungen zurechtzurücken. Bei den radioaktiven Rückständen handelt es sich um kleine Quantitäten und man hat sie außerdem im Griff. Der gesamte, jährlich anfallende hochaktive Abfall aus fünf schwedischen Kernkraftwerken beispielsweise könnte in einem zehn Kubikmeter großen Raum untergebracht werden — das entspricht einer kleinen Kammer, etwa der Kubatur eines Abstellraumes. Das Problem radioaktiver Abfälle ist somit kein quantitatives, sondern ein qualitatives.

Zuerst einige grundsätzliche Bemerkungen. Beim Betrieb eines Kernkraftwerkes fallen gasförmige, flüssige und feste Abfälle in geringen Mengen an. Sie gehören zu den Kategorien schwach- und mittelaktiver Abfälle. Feste und flüssige Abfälle werden in Fässern, beziehungsweise anderen Behältern vorerst im Kernkraftwerk gelagert. Nach einer Volumsverkleinerung oder einer Eindickung werden die schwach- und mittelaktiven Abfälle mit Beton oder Bitumen vermengt, in Stahlfässer abgefüllt und deponiert. Nur schwachaktive Gase und Flüssigkeiten werden zum Teil nach entsprechender Reinigung kontrolliert an die Außenluft, beziehungsweise an das Abwasser abgegeben. Dabei ist, auch unter Berücksichtigung der Anreicherungseffekte in der Nahrungskette, keinerlei Gefährdung der Menschen in der Umgebung gegeben.

---

<sup>26)</sup> Rahmenkonzept für die Abfallbeseitigung in Österreich, Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, 1976.

Bei den im Vergleich zu anderen Technologien überaus geringen Rückständen handelt es sich bei den hochaktiven Abfällen nur um ein Prozent des ohnehin sehr kleinen Abfallvolumens. Dieses eine Prozent enthält aber 99 Prozent der gesamten im Reaktor produzierten Radioaktivität. Mit der Lagerung dieser hochaktiven Rückstände hat man seit mehr als 30 Jahren Erfahrungen gesammelt. Zum erstenmal wurde hochaktiver Abfall während des Zweiten Weltkrieges im Rahmen des Atomwaffen- und Verteidigungsprogrammes in den Vereinigten Staaten erzeugt. Im Rahmen dieses Programmes sind bisher in verfestigter Form insgesamt 200.000 Kubikmeter hochaktiven Abfalls gelagert. Diese Menge könnte man in einem Wohnblock (100 Meter Länge, 50 Meter Breite, 40 Meter Höhe) deponieren. Das ist um 700mal mehr als jene 300 Kubikmeter, die von kommerziellen Kernkraftwerken stammen. In den USA wird der hochaktive Abfall aus zivilen Reaktoren erst Mitte der neunziger Jahre oder gar erst zu Beginn des nächsten Jahrhunderts auf zehn Prozent des Abfallvolumens aus militärischen Programmen anwachsen.

In Frankreich wird der gesamte zwischen 1974 und dem Jahr 2000 anfallende Abfall aus Kernkraftwerken in verfestigter Form (nicht auslaugbar) kaum mehr Platz einnehmen als ein Schwimmbecken für Sportbewerbe.

### **Mit radioaktiven Substanzen verunreinigte brennbare Stoffe werden in Asche verwandelt**

Wie schon kurz erwähnt, unterscheidet man beim radioaktiven Abfall solchen mit schwacher, mit mittlerer und mit hoher Aktivität, je nach dem Radioisotopengehalt und der Wärmeentwicklung. Die Behandlung der schwachaktiven und der mittelaktiven Rückstände ist mit nur geringen oder keinen Schwierigkeiten verbunden. Der hochaktive Abfall hingegen erfordert eine umfangreichere Behandlung. Die technischen Voraussetzungen dafür sind bereits geschaffen; die derzeitige Aufgabe besteht darin, unter mehreren Methoden jene für die kommerzielle Anwendung geeigneteste auszuwählen.

Bei der gewöhnlichen Müll-Lagerung gibt es vor allem Platzprobleme: Die Abfälle sind zu voluminös, die Lagerplätze werden zu klein, die sperrigen Güter lassen sich nur mit großen Schwierigkeiten transportieren. Deshalb sind in den Müllautos Zerkleinerungseinrichtungen installiert. Die hydraulisch betriebenen, stählernen Stempel pressen die vielen Kubikmeter Abfall auf einen Bruchteil des ursprünglichen Volumens zusammen. Der solcherart zusammengepreßte Abfall läßt sich einfacher lagern und er kann auch billiger — weil weniger Fuhren notwendig sind — zur Müllverbrennungsanlage transportiert werden.

Ähnliche Probleme gibt es auch mit dem radioaktiven Müll, und das betrifft die schwach- bis mittelaktiven Rückstände. Auch dieser Müll muß vorerst kräftig im Volumen reduziert werden, wenn die Lagerung vereinfacht werden soll. Ein kontaminierter<sup>27)</sup>, von der Isotopenstation eines Krankenhauses stammender, großer Plastikbehälter

---

<sup>27)</sup> Fachausdruck für „mit radioaktiven Substanzen verunreinigt“.

mit Injektionsspritzen, Handschuhen, Schürzen und Flaschen beispielsweise kann auf die Größe eines Zigarrenkistchens zusammengedrückt werden. Geht man noch einen Schritt weiter, wird auch dieses verpreßte, radioaktive Kunststoffpaket im Volumen stark reduziert: Es wandert in einen Ofen besonderer Art und wird verbrannt. Der Aschenrückstand könnte in einem Fingerhut aufbewahrt werden. Die Verwandlung vom sperrigen Behälter zum Häufchen Asche (Veraschung) ist technisch kein Problem.

Im eidgenössischen Kernforschungszentrum Würenlingen in der Nähe von Zürich gibt es seit etwa zwei Jahren eine Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle. In Österreich wird neben dem Forschungszentrum Seibersdorf derzeit so eine Anlage gebaut, die von einer eigenen Betriebsgesellschaft geführt werden wird. Sie soll dazu beitragen, daß strahlende Substanzen nicht zum Umweltproblem werden.

Das feste Endprodukt besteht nur aus Asche und Schlacke. Durch die Veraschung werden die radioaktiven Substanzen, die die Kontaminierung von brennbaren Abfällen herbeigeführt haben, in eine potentiell sichere Form übergeführt. Eine Entzündung der Abfälle durch Unachtsamkeit, Blitzschlag, Brand oder dergleichen mehr — verbunden mit der Freisetzung von radioaktiven Aerosolen — ist damit ausgeschlossen.

Der nicht brennbare Abfall wird nach dem Verpressen in Fässern einbetoniert. Nach dem Abbinden des Betons werden die Fässer in eine Waschbox weitergeleitet. Erst nach der Endkontrolle (Wischttests) dürfen die Fässer in eine Lagerstätte gebracht werden.

Eine wesentliche Aufgabe haben in der Verbrennungsanlage die Abgasfilter zu erfüllen. Durch Serienschaltung von Filtern mit einem Abscheidgrad von 99,7 Prozent wird eine den strengen Anforderungen gerechte Reinigung der Abgase erzielt. Die Filter müssen in periodischen Abständen, ihren Belastungen entsprechend, erneuert werden. Die verbrauchten Filter wandern zerkleinert und verpackt ins Abfalldepot.

### **„So niedrig wie möglich!“**

„So niedrig wie möglich!“ — Das ist der wichtigste Grundsatz des Strahlenschutzgesetzes. In der Kerntechnik ist man bestrebt, die aus Sicherheitsgründen ohnedies extrem niedrig angesetzten Grenzwerte noch wesentlich zu unterschreiten. Im Kernkraftwerk Neckarwestheim in der Bundesrepublik Deutschland beispielsweise ist eine von der Vereinigten Edelstahlwerke-AG VEW (früher Böhler) und der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie Ges. m. b. H. im Forschungszentrum Seibersdorf gemeinsam entwickelte zweistufige Reinigungsanlage für radioaktive Abwässer in Betrieb. Die Leistungsfähigkeit dieser „atomaren Kläranlage“ ist beachtlich: Das österreichische Edelstahlunternehmen hatte in der Ausschreibung eine Kapazität von 2000 Litern pro Stunde zugesichert, die Anlage aber schaffte einen Durchsatz von 2800 Litern. Der Reinigungsgrad war mit 1:1.000.000.000 garantiert, tatsächlich aber schaffte diese Apparatur einen Reinigungsgrad von 1:5.000.000.000. Das entspricht etwa dem Verhältnis vom Inhalt eines Fingerhutes zur Transportkapazität von 250 großen Tankwagenzügen.

## Entsorgung von hochradioaktivem Abfall

In den meisten Ländern ist ein starker Trend zur Verfestigung der hochaktiven Abfälle zu verzeichnen. In jüngster Zeit hat sich die Debatte über die Sicherheit der Kernkraftwerke auf das Problem der Abfallbeseitigung verlagert. Die Energiegewinnung aus Kernkraftwerken bringt Probleme und Gefahren mit sich, die durch einen hohen Aufwand an Sicherheitsvorkehrungen gemeistert werden.

Ursache dieser Gefahren ist die Radioaktivität, die bei der Kernspaltung entsteht. Nicht nur die „atomaren Teilchen“ der Kernspaltung sind radioaktiv; zusätzlich verwandeln die Neutronen, die nicht auf einen Urankern treffen, andere vorhandene Atomkerne im Brennstoff, im umgebenden Hüll- und Strukturmaterial und im Kühlwasser, ebenfalls in radioaktive Elemente. Nutzen und Risiko der Kernenergie sind gleichermaßen im Kernspaltungsprozeß begründet: Die Freisetzung großer Energien und die gleichzeitige Produktion radioaktiver Stoffe.

Nach etwa dreijährigem Einsatz im Kernkraftwerk ist das im Brennelement enthaltene Uran-235 weitgehend verbraucht, andererseits fangen die mittlerweile gebildeten Spaltprodukte immer mehr Neutronen weg und behindern solcherart die Kettenreaktion. Die „abgebrannten Brennelemente“ also müssen ausgetauscht werden. Ungefähr 30 Tonnen solcher Brennstoffelemente fallen jährlich in einem großen Kernkraftwerk mit 1300 Megawatt elektrischer Leistung an.

Abgebrannte Brennelemente werden zunächst etwa ein Jahr im Inneren des Kernkraftwerkes, also innerhalb des Reaktorgebäudes, in einem Wasserbecken gelagert, um den Zerfall der kurzlebigen radioaktiven Substanzen abzuwarten. Die verbleibende, noch immer sehr hohe Radioaktivität erfordert es, daß beim Abtransport spezielle Behälter verwendet werden. Diese Behälter sind so konstruiert, daß es auch bei einem Verkehrsunfall zu keiner Freisetzung von Radioaktivität kommen darf.

Die Forderungen lauten: Nach einem freien Fall aus der Höhe von neun Metern muß der Behälter dicht bleiben. Man geht aber über diese Norm hinaus. Bei einem Crash-Test ließ ein Hubschrauber so einen acht Tonnen schweren Transportbehälter aus einer Höhe von 600 Metern in die Wüste fallen. Die Aufprallgeschwindigkeit betrug etwa 400 Stundenkilometer, einige Meter tief hatte sich das mit Stahl ummantelte, bleigepanzerte Gebilde in die Erde gebohrt. Der Behälter blieb dicht. Weitere behördliche Auflagen: Der Behälter muß eine Feuerprobe bestehen und eine halbe Stunde lang einer Temperatur von 800 Grad Celsius standhalten. Auch ein freier Fall aus ein Meter Höhe auf die Spitze eines 152 Millimeter starken Stahldorns muß ohne Nachteil für die Dichtheit bleiben, ebenso bleibt der Behälter bei einem Eintauchen über acht Stunden lang im Wasser dicht.

Man nimmt die schlimmsten Unfallsursachen für die Auslegungserfordernisse des Behälters an. Angenommen, ein Eisenbahnzug entgleist auf einer über eine Straße führenden Brücke, der Waggon stürzt auf die Fahrbahn, und ein Tankwagen mit Anhänger rammt das Wrack. Der Treibstoff im Tankwagenzug entzündet sich, und ein Großbrand ist die Folge. Dies alles darf zu keiner Beschädigung des Behälters führen.

Während der 25 Jahre, in denen radioaktive Materialien transportiert werden, ist noch nie jemand als Folge der Freisetzung von Radioaktivität verletzt oder getötet worden.

Die abgebrannten Brennelemente werden entweder über ein Zwischenlager in ein Dauerlager gebracht, oder sie kommen in eine der Wiederaufarbeitungsanlagen, die es nur in den großen Industrieländern gibt. Dort werden die Hauptbestandteile des verbrauchten Brennelements — Uran, Transurane, vor allem Plutonium und Spaltprodukte — voneinander getrennt. Das Uran und das Plutonium stehen für die Verwendung in neuen Brennelementen zur Verfügung. Das solcherart zurückgewonnene Uran kann in die Urananreicherungsanlagen zurückgeführt und wieder zu Brennelementen verarbeitet werden.

Man hat es mit einem Brennstoffkreislauf zu tun. Auch das Plutonium kann als Kernbrennstoff genutzt werden. Schon heute sind solche plutoniumhaltige Brennelemente versuchsweise im Kernkraftwerk Mühleberg bei Bern und in einigen deutschen Leichtwasser-Kernkraftwerken im Einsatz.

### **Sicher verpackt und tief gelagert**

Die stark strahlenden, aber nur geringen Mengen der hochaktiven Abfälle können durch Verglasung mit geeigneten Materialien zu langzeitlagerfähigen Blöcken verschmolzen, in Edelstahlbehältern aufbewahrt und versiegelt werden. Im Kernforschungszentrum Karlsruhe — wo sich auch eine Prototyp-Wiederaufarbeitungsanlage befindet — lagern in einem Zwischendepot 50 Kubikmeter flüssiger, hochaktiver Abfall; diese Rückstände werden in einen festen Zustand gebracht. Diese Menge könnte man auch in einem kleinen Raum deponieren.

In Schweden wurde eine Methode entwickelt, bei der die Pulvermetallurgie Pate gestanden hat: Jene Technologie, nach der metallisches Pulver unter hohem Druck zu Formkörpern gepreßt und anschließend einer Wärmebehandlung — dem Sintern — unterzogen wird. Dies geschieht unterhalb des Schmelzpunktes und ermöglicht unter Umgehung des Schmelzprozesses die Herstellung kompakter, dichter Körper. In derartiges Material soll in Schweden der hochradioaktive Abfall gepackt werden, weil er daraus auch nicht ausgelaugt werden kann.

So ein Block übertrifft auch alle bekannten Gesteinsarten an Festigkeit. Er ist hart wie Diamant, 10,3mal härter als Granit und er ist mit der Kraft von  $3000 \text{ kp/cm}^2$ <sup>28)</sup> bei extrem hohen Temperaturen bis zu 1750 Grad Celsius zu einer kompakten Einheit zusammengepreßt. Diese Blöcke sind gleichwertig mit den härtesten Materialien, die die geologische Entwicklung auf unserem Planeten hervorgebracht hat.

In der Schweiz will man die hochaktiven Abfälle — entsprechend konditioniert und verpackt — in sicheren geologischen Formationen lagern. In Frankreich werden in den Anlagen von Marcoule (im Rhone-Tal) und in der Wiederaufarbeitungsanlage von La Hague (Atlantikküste) die hochaktiven Abfälle in Tanks aus rostfreiem Stahl gelagert. Die in der Versuchsanlage PIVER in Marcoule erzeugten hochaktiven Bor-

---

<sup>28)</sup> 29.420 N/cm<sup>2</sup>.

silikatgläser lagern seit einigen Jahren in einem Betonbunker. Die Erfahrungen, die man mit dieser Pilot-Anlage gemacht hat, sind zufriedenstellend. Derzeit wird in La Hague eine Verglasungsanlage im großtechnischen Maßstab errichtet.

In der Wiederaufarbeitungsanlage werden die Brennstäbe zunächst mit Scheren und fernbedienten Sägen unter Wasser zerschnitten, und dann werden die zerschnittenen Teile (unter anderem die Rohre mit den Brennstoff-Tabletten) mit Säure aufgelöst. Aus den Lösungen gewinnt man in komplizierten chemischen Verfahren Uran, Plutonium und Spaltprodukte. Ein geringer Prozentsatz an Rest-Plutonium und der Großteil der Spaltprodukte sind im zunächst flüssigen, hochaktiven Abfall. Das wiedergewonnene Uran und Plutonium wird zu neuen Brennelementen verarbeitet. Wie schon erwähnt, ist es nicht sinnvoll, diese strahlenden Relikte für längere Zeit in flüssiger Form zu lagern. In Marcoule werden sie verfestigt und deponiert<sup>29)</sup>.

In Frankreich zeichnet sich der Trend zur Verglasung der hochradioaktiven Rückstände ab. Die Vergangenheit hat gezeigt, daß vulkanische Gläser große geologische Zeiträume unbeschadet überdauern haben. Die französische Glasindustrie ist leistungsfähig und verfügt über ein vorzügliches technisches know-how.

## **Auslaugbeständigkeit und Abschluß von der Biosphäre**

Diese Verglasung („Vitrification“) geht folgendermaßen vor sich: Die hochaktiven, flüssigen Rückstände werden mit glasbildenden Substanzen zu Glas verschmolzen und bilden mit diesem eine homogene Masse; sie sind gleichsam ein Bestandteil des Glases. Die zähflüssige Masse erstarrt in ihrer stählernen Matrix. Dieser rostfreie Stahlbehälter wird noch zusätzlich verschweißt. Er ist luftdicht und wasserdicht.

Ein Spezialfahrzeug bringt das in einem stahlgepanzerten Bleibehälter befindliche Faß direkt aus der Verglasungsanlage über eine kurze Strecke zum Zwischenlager, das wie folgt beschaffen ist: Ein massiver Betonblock steht in einem vielfach isolierten, doppelwandigen Trog, der seinerseits auf einem extrem starken Fundament ruht. 32 stahl- und bleigepanzerte Löcher, jedes 10 Meter tief, nehmen den verglasten, bereits verpackten Abfall auf. 20 solche Stahlkammern finden in einem runden Schacht Platz. Auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche — der Betonblock hat die Dimension eines Einfamilienhauses — finden sämtliche strahlenden Relikte des mehr als zwei Jahrzehnte währenden französischen Atomzeitalters Platz, und erst 1985 dürfte dieses Lager voll belegt sein.

Der Vorteil dieser in Marcoule praktizierten Methode: Sollte selbst der unwahrscheinliche Fall auftreten, daß bei einem Erdbeben ein im homogenen Betonblock steckender, im Stahl verpackter Glasblock zerbricht, kann nichts passieren: Die radioaktiven Rückstände sind gebunden, sogar bei einem Wassereinbruch können sie nicht ausgelaugt werden.

---

<sup>29)</sup> „Marcoule — Industrial Nuclear Center“/Commissariat à l'Énergie Atomique, 1976.

## Bundesrepublik Deutschland: Salzstöcke bevorzugt

Ein etwa 220 Millionen Jahre alter Salzstock in Niedersachsen fungiert bereits als Prototyp für ein geologisches Dauerlager. Schon seit einem Jahrzehnt nimmt das ehemalige Salzbergwerk Asse 2 — etwa 80 Kilometer von Hannover entfernt — die aus Medizin, Technik, Forschung und Kerntechnik anfallenden schwach- und mittelaktiven Abfälle auf<sup>30)</sup>. Für den hochradioaktiven Abfall muß noch ein Endlager gesucht werden. Die Region um die Ortschaft Gorleben an der Grenze BRD-DDR ist neben anderen Standorten im Gespräch.

Dieses aus wirtschaftlichen Gründen aufgelassene ehemalige Salzbergwerk in der acht Kilometer langen Asse (ein Höhenzug zwischen Braunschweig und Goslar) ist mit einem riesigen, unterirdischen Gebäude zu vergleichen. Es gibt ein gut ausgebauten Straßensystem mit asphaltierten Fahrbahnen, und mit Dieselfahrzeugen werden die einzelnen Deponien erreicht.

Über 78.000 Fässer schwachaktiver und über 1300 Fässer mittelaktiver Abfall sind in diesem Bergwerk gelagert. Manche dieser Fässer (der Abfall ist zusätzlich in Bitumen eingebettet) sind noch mit einem starken Betonmantel umgeben. Es wurden Fallversuche aus 40 Meter Höhe durchgeführt. Jede Blechtonne hat einen Fassungsraum von 200 Litern.

Bei den schwachaktiven Abfällen kann man sich ohne Gefährdung in unmittelbarer Nähe aufhalten. Die Transportfahrzeuge, Schubraupen und Hubstapler haben auch keine Bleipanzer, die Männer brauchen keine Spezialkleidung. Dieses unterirdische Grubengebäude, eingebettet in das Salz des Zechsteins, befindet sich in einer geologischen Formation, in der es seit Auffaltung der Alpen vor 120 Millionen Jahren keine Gebirgsbewegungen gegeben hat.

Die Fässer werden in den Kammern eingelagert und mit Salz abgedeckt. Schon die geringe Überdeckung mit einer nur 60 Zentimeter starken Schicht bringt eine Abschirmung von der Strahlung. Der Aufenthalt und selbst die ständige Arbeit in dieser unterirdischen Deponie ist sicher: Die Rapporte der Strahlenschutzbeauftragten berichten von einer monatlichen Dosisbelastung von nur 40 Millirem. (Bei einer einzigen Röntgenaufnahme beispielsweise bekommt man das Vielfache ab. Die zulässige Belastungsgrenze für strahlenexponierte Personen liegt bei 5000 Millirem pro Jahr.) Die Rückstände können so verpackt werden, daß die Lagerung als optimal sicher bezeichnet werden kann. Ein Beispiel dafür ist die Lagerung der mittelaktiven Abfälle. Sie sind so verpackt, daß damit vom Personal gefahrlos hantiert werden kann. Ein Spezialfahrzeug in 490 Meter Tiefe übernimmt den etwa acht Tonnen schweren Transportbehälter und stellt ihn auf eine ferngesteuerte Beschickungsplattform. Der Elektromagnet eines Krans ergreift das Faß und senkt es durch einen zylindrischen Schacht in die darunter befindliche Lagerkammer.

Mit einer Fernsehkamera werden die Arbeitsvorgänge überwacht. Dann klinkt der Elektromagnet das Faß aus, das in der Lagerkammer liegen bleibt. Ein schleusenähnlicher Bleiplattenverschluß macht die Lagerkammer wieder dicht. In dieser

---

<sup>30)</sup> „Lagerung radioaktiver Abfälle“/Kernenergie — eine Bürgerinformation. Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn (Oktober 1975).

großen Kammer herrscht Unterdruck. Sollte der vielfach abgesicherte Schacht für die TV-Kamera oder durch das mit etlichen Filtern bestückte Abluftsystem undicht werden, so kann keine Luft aus dieser Kammer in das übrige Schachtlabyrinth dringen.

Für die Lagerung von hochaktivem Abfall ist das Verhalten der Salzformation bei hohen Temperaturen zu prüfen. Dazu sollen im Simulationsversuch in vier Bohrlöchern die Lagerung von bereits verpackten, hochaktiven, in fester Form befindlichen Rückständen erprobt und die sich einstellenden Temperaturverhältnisse gemessen werden. Die Sonden werden dann zugepfropft, mit Bleibarrieren abgesichert und versiegelt. Nach Auffüllung des Schachtes mit Salz befinden sie sich im Zentrum dieser mächtigen Zechsteinformation.

Vorerst will man mit elektrischen Erhitzern die Bohrlöcher aufheizen. Diese Großversuche dienen zur Bestätigung der Vorberechnungsergebnisse, die notwendigerweise aus rechnerischen Gründen mit großen Vereinfachungen vorgenommen wurden. Über das Verhalten von Steinsalz unter höheren Temperaturen weiß man Bescheid. Auch über die Wärmeleitfähigkeit stehen Werte zur Verfügung.

Die zusätzlich in Edelstahlbehälter verpackten Abfälle haben eine Temperatur von höchstens 300 Grad Celsius. Der Mindestabstand der Bohrlöcher muß so bemessen sein, daß dieser Wert nicht überschritten werden kann.

Das Endlager muß die überaus strengen Normen, die an die Beseitigung des hochaktiven Abfalls gestellt werden, erfüllen: Da man später das Grubensystem nach und nach mit Salz verfüllt, und es mit der umgebenden Formation eine kompakte Einheit bildet, ist ein Einsturz der Schächte ausgeschlossen. Einen Wassereinbruch hat es seit 220 Millionen Jahren nicht gegeben; und sollte es dennoch zu einem solchen kommen, dann können die in der Tiefe befindlichen Rückstände praktisch nicht ausgelaugt werden, da sie an andere Materialien gebunden sind.

Sollte in den nächsten Jahrtausenden das Wissen über dieses Dauerlager verloren gehen — die geringen Mengen der strahlenden Substanzen sind unschädlich, denn man hat sie in den Salzstock injiziert und gleichsam eingebacken. Sie können nicht in die Biosphäre gelangen.

Mit der Lösung des Lagerproblems sind die für die Zukunft entscheidenden Energiefragen eng verbunden. Das in den hochaktiven Abfällen befindliche Plutonium spielt in der Debatte eine große Rolle. Die Reichweite seiner Strahlung ist zwar so gering, daß sie die verhornten Schichten der menschlichen Haut nicht durchdringen kann, doch wird es allerdings dann für den Menschen gefährlich, wenn es vom Organismus aufgenommen wird. Die Giftigkeit ist außerordentlich hoch, wenn es auch wesentlich giftigere Substanzen, beispielsweise Arsen, gibt. Die Giftigkeit kommt allerdings nur in disperser, also feinstverteilter Form, zur Wirkung, nicht in kompakter Form. Dies ist ähnlich wie bei Blei. Plutonium ist mit 24.360 Jahren Halbwertszeit sehr langlebig. Da es jedoch spaltbar ist, kann es durch Verwendung als Brennstoff im Reaktor aufgebraucht werden. Durch eine weltweite Plutoniumökonomie könnte daher trotz einer steigenden Zahl von Reaktoren die Gesamtmenge an Plutonium begrenzt bleiben.

Über das Verhalten von Plutonium in geologischen Formationen gibt es zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen. Ein geradezu klassisches Beispiel ist der natürliche Reaktor bei Oklo in Gabun (Afrika). In dieser Uranlagerstätte gab es, wie bereits

erwähnt, vor mehr als 1,7 Milliarden Jahren eine natürlich ablaufende Kettenreaktion, die mindestens 150.000 Jahre lang anhielt. Wie in allen Reaktoren entstand dabei auch Plutonium. Forschungen haben ergeben, daß dieses Plutonium den Ort seiner Entstehung nicht verlassen hat, sondern an Ort und Stelle langsam zu nicht radioaktiven Elementen zerfallen ist.

## **Die Lagerung hochaktiver Abfälle in Österreich**

Die in Österreich befindlichen Salzstöcke sind für eine Dauerlagerung hochradioaktiver Abfälle nicht geeignet. Es kommen dafür Granitformationen in Frage. Der österreichische Teil des sogenannten „Böhmischen Massivs“ im Waldviertel könnte sich für eine Dauerlagerung eignen. Diese Granitformation verzeichnet nur eine schwache seismische Tätigkeit; in tiefen Schichten sind die Erschütterungen minimal. Seit 220 Millionen Jahren ist diese Formation stabil, 600 Millionen Jahre ist diese große Scholle alt. Die hochaktiven Abfälle, nach den neuesten, in diesem Bericht ausführlich geschilderten Technologien verpackt, könnten in der Tiefe mit optimaler Sicherheit deponiert werden.

Was die hochradioaktiven, abgebrannten Brennelemente betrifft, ist die österreichische Elektrizitätswirtschaft bemüht, diese im Ausland wiederaufarbeiten zu lassen. Bisher liegt noch kein diesbezüglicher Vertrag vor, doch werden die Bemühungen um den Abschluß eines Vertrages fortgesetzt. Es hat sich jedoch bisher erwiesen, daß jede ausländische Wiederaufarbeitungsanlage die Forderung nach der Rückübernahme der aus der Wiederaufarbeitung stammenden hochradioaktiven „verpackten“ Abfälle stellt.

Um von der zwingenden Notwendigkeit einer Wiederaufarbeitung unabhängig zu sein, verfolgt die österreichische Elektrizitätswirtschaft den weiteren Plan, die abgebrannten Brennelemente ohne Wiederaufarbeitung einer Dauerlagerung auf beliebig lange Zeit zuzuführen. Es muß gewährleistet sein, daß dabei keinerlei Schädigung der Umwelt hervorgerufen wird und daß eine Wiederaufarbeitung jederzeit noch erfolgen kann.

## **Die „Mehrwegestrategie“**

Es zeichnet sich eine Reihe von Wegen ab, die für die Behandlung und Lagerung der aus dem Kernkraftwerkbetrieb entstehenden radioaktiven Abfälle vorgeschlagen werden können. Jeder dieser Wege wird von der Behörde unter der Auflage betrachtet, daß durch ihn jedenfalls die sichere und zeitlich unbegrenzte Lagerung der radioaktiven Abfälle gewährleistet sein muß. Dies ist möglich. Daher ist die Auswahl des einzuschlagenden Weges nicht eine Frage unterschiedlicher Sicherheit.

So sind zum Beispiel folgende Alternativen möglich. Die Dauerlagerung abgebrannter Brennelemente würde folgendermaßen vor sich gehen: Die in Bleihüllen verpackten

abgebrannten Brennelemente werden zusätzlich mit einem wasser- und luftdichten Edelstahlmantel umgeben und kommen nach einem Aufenthalt in einem Wasserbecken (Zwischenlager) in das oberirdische Trockenlager, das auch als Dauerlager ausgeführt werden kann. Man kann die Brennelementebündel beliebig lange lagern, auch für unendliche Zeiträume. Sollten sich Möglichkeiten für eine Wiederaufarbeitung ergeben, dann kann man die abgebrannten Brennelemente aus diesen Depots nehmen und in die betreffende Anlage schicken. Die Wiederaufarbeitung kann jederzeit erfolgen, man hat immer Zutritt zu den eingekapselten Brennelementen.

Nach den Berechnungen von Experten<sup>31)</sup> stellt sich die Dauerlagerung derzeit billiger als die Wiederaufarbeitung. Die erforderlichen Anlagen (Naß-Zwischenlager und Trocken-Dauerlager) bedürfen behördlicher Genehmigung. Für abgebrannte Brennelemente kann auch an einem Standort außerhalb des Kernkraftwerkes ein externes Lager gebaut werden. Österreich als kleines, neutrales Land würde somit unabhängig sein. Die Ausarbeitung eines Projektes für die Endlagerung von hochradioaktivem Abfall wird wegen der geologischen Untersuchungen für ein Tiefenlager mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Diese Abfälle werden aber erst Anfang der neunziger Jahre zu lagern sein.

Neue Perspektiven auf dem Entsorgungssektor hat eine Ankündigung des amerikanischen Umweltministeriums vom 18. Oktober 1977 eröffnet, in der festgestellt wird, daß die Regierung der USA prinzipiell bereit sei, abgebrannte Brennelemente aus anderen Staaten zur Lagerung zu übernehmen. Es handelt sich dabei um eine Grundsatzerklärung; die Einzelheiten werden derzeit in den USA ausgearbeitet und sollen im Mai 1978 vorliegen. Im Rahmen der Politik der österreichischen Bundesregierung, sämtliche bei der Entsorgung in Frage kommenden Möglichkeiten zu überprüfen und offen zu halten, ist eine Kontaktnahme von seiten des Bundesministeriums für Auswärtige Angelegenheiten mit den zuständigen amerikanischen Stellen bereits erfolgt; das Interesse Österreichs an einer Beteiligung an diesem Programm wurde deponiert. Diese Kontakte werden in den kommenden Monaten laufend fortgesetzt werden.

Um nochmals auf die Größenordnungen hinzuweisen, die mit dem Problem der Entsorgung des Kernkraftwerkes Zwentendorf verbunden sind, sei ein Vergleich gestattet: Jeder österreichische Bürger verbraucht pro Jahr rund 4300 kWh. Würden diese 4300 kWh ausschließlich durch Kernenergie erzeugt, ergäbe dies etwa zwei Gramm hochaktiven Abfall pro Jahr und Kopf.

Die hochaktiven Abfälle müssen wegen der Wärmeentwicklung in kleinen Chargen abgepackt und versiegelt, die Umhüllung muß korrosionsbeständig sein, und Austritte von Radioaktivität an die Oberfläche sind wegen der überaus geringen Wanderungsgeschwindigkeiten nach menschlichem Ermessen auszuschließen. Eine Auslaugung darf nicht stattfinden. Die vom hochradioaktiven Abfall ausgehende Strahlung kann vom Menschen nicht beeinflußt werden — ihrer physikalischen Gesetzmäßigkeit nach klingt sie im Laufe der Zeit ab. In dieser verpackten, festen Form werden es zwei Kubikmeter hochradioaktiver Abfall sein, die beim Vollbetrieb von Zwentendorf jährlich anfallen.

---

<sup>31)</sup> Vortrag von Prof. Dr. Michaelis auf der Reaktortagung in Mannheim.

## **Der Weg nach Zwentendorf**

Österreich hatte sich bereits früh an den internationalen Arbeiten über die friedliche Nutzung der Kernenergie beteiligt. Diese Tatsache ist gerade jetzt von außerordentlicher Bedeutung, da das Land dadurch heute über eine große Zahl von Fachleuten verfügt, die auch auf eine jahrelange Praxis verweisen können.

Österreich ist auch Mitglied bedeutender internationaler Organisationen, die auf den Gebieten der Energie- und der Kernforschung tätig sind und beteiligt sich rege an den einschlägigen internationalen Konferenzen. Wien wurde im Jahre 1957 zum ständigen Amtssitz der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEO) bestimmt, wodurch eine sehr intensive Mitarbeit Österreichs in bedeutenden internationalen Organisationen begünstigt wurde.

## **Fast 20 Jahre Erfahrung**

Im Forschungszentrum Seibersdorf, wo sich einer der drei Forschungsreaktoren Österreichs befindet und seit 17 Jahren störungsfrei arbeitet, besitzt unser Land eine ausgezeichnete, auch international anerkannte Forschungsstätte für Kernphysik, Kerntechnik und alle damit zusammenhängenden Gebiete.

Die Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie GesmbH (ÖSGAE), die das Forschungszentrum betreibt, hat sich von Anfang an den Problemen der Reaktorsicherheit und Abfallbeseitigung zugewendet. Daher hat die Republik Österreich der ÖSGAE am 2. Februar 1977 durch einen Bevollmächtigungsvertrag den Auftrag erteilt, alle der Republik aus der Beteiligung an der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit erwachsenden Rechte und Pflichten wahrzunehmen. Zahlreiche Mitarbeiter der ÖSGAE haben auf den Gebieten der Reaktorsicherheit und der Abfallbeseitigung Erfahrungen im Ausland erworben und sich während vieler Jahre durch umfangreiche experimentelle Arbeiten, Berechnungen oder Konstruktionen als Experten qualifiziert. Daher ist die ÖSGAE zu Recht 1971 als Hauptsachverständiger für die Sicherheitsbeurteilung des Kernkraftwerkes in Zwentendorf bestellt worden und seither mit einem Team von bis zu 60 Experten an der intensiven Prüfung von Planung und Bau der Anlage beteiligt.

Das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung fördert im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten zielbewußt und mit vollem Einsatz alle förderungswürdigen Bestrebungen und Projekte sowohl der internationalen als auch innerstaatlichen Forschung und Entwicklung.

Daher entsprechen das Niveau der österreichischen Wissenschaft und Technik, die hervorragenden theoretischen Kenntnisse und das praktische know-how unserer Fachleute in jeder Hinsicht dem internationalen Standard. Aus diesem Grund kann man den österreichischen Wissenschaftlern und Technikern, die auf dem Gebiet der praktischen Anwendung der Kernenergie tätig sind, und ebenso den Behörden, die diese Tätigkeit kontrollieren und überwachen, völliges Vertrauen in ihre Kompetenzen und ihr Verantwortungsgefühl entgegenbringen.

Die staatlichen Stellen und das Parlament haben durch internationale Verträge, den Beitritt zu internationalen Konventionen, durch Gesetze und Verordnungen den gesetzlichen Rahmen für die Nutzung der Kernenergie unter Beachtung des Schutzes des Lebens und der Gesundheit der Bevölkerung geschaffen.

## Öffentlichkeit für Kernkraftwerke

Es begann schon in der Mitte der sechziger Jahre: Die internationale Entwicklung hatte ein Stadium erreicht, in der auch für Österreich die Errichtung von Kernkraftwerken realistisch zu werden begann. Zudem wurden bereits damals gewisse strukturelle Schwächen in der österreichischen Energiebasis absehbar.

Der Anstoß zu konkreten Maßnahmen kam gleichermaßen aus dem Kreis der Landes-Elektrizitätsgesellschaften wie von der damaligen Bundesregierung. Die Landesgesellschaften trieben — vor allem bei der am 18. Oktober 1967 vom Verkehrsministerium abgehaltenen Enquete „Atomenergie in Österreich“ — auch den öffentlichen Meinungsbildungsprozeß voran. Im Rahmen dieser Enquete betonte beispielsweise Generaldirektor Musil (STEWEG), daß „weder noch zu errichtende Wasserkraftwerke noch konventionelle Wärmekraftwerke . . . billigeren Strom als bisher liefern (können), nur der Einsatz von Kernenergie bietet eine solche Chance“<sup>32)</sup>.

Im April 1968 erfolgte mit der Gründung der Kernkraftwerk-Planungsgesellschaft m. b. H. (KKWP), an der der Verbundkonzern und die Landesgesellschaften je zur Hälfte beteiligt sind, der erste konkrete Schritt. Verkehrsminister Dr. Ludwig Weiss legte damals<sup>33)</sup> Wert auf die Feststellung: „Die auf meinen Wunsch . . . gegründete Kernkraftwerk-Planungsgesellschaft ist in der ersten Phase ihrer Planungsarbeiten.“

Probleme im Zusammenhang mit der Errichtung von Kernkraftwerken in Österreich wurden damals noch kaum gesehen. So betonte Minister Dr. Weiss in einer Pressekonferenz am 10. Februar 1970 ausdrücklich: „Es bestand . . . kein Zweifel, daß die moderne Technik und die Rechtssprechung alle Sicherheiten für Leben und Gesundheit von Menschen, die in unmittelbare oder mittelbare Berührung mit der Nutzbarmachung der Kernenergie kommen, zu gewährleisten imstande sind“<sup>34)</sup>.

Die Bejahung der Kernenergie und der Wunsch nach einem Kernkraftwerk durchzog — und dies noch lange Jahre hin — alle politischen Lager. Der FPÖ-Abgeordnete

<sup>32)</sup> Bericht in „Die Presse“, 30. Dezember 1967.

<sup>33)</sup> Protokoll des Ministerrates vom 4. Dezember 1969, Berichtszahl 58.219/14-IV/5/68.

<sup>34)</sup> Presseunterlage zur Pressekonferenz am 10. Jänner 1970.

Gredler hatte bereits 1958 betont, „es wird in Österreich unsere Aufgabe sein ... daranzugehen, mit Hilfe eines Atomreaktors auch die Atomenergie in Österreich nutzbar zu machen“<sup>35</sup>). Abgeordneter Friedrich Peter hob 1968 in einer Anfrage an die damalige Bundesregierung hervor, daß „für den Standort eines künftigen Kernkraftwerkes das Land Oberösterreich besonders geeignet“ ist<sup>36</sup>). Und die Abgeordneten Peter, Melter und Genossen forderten 1969 in einer Anfrage im Nationalrat, „daß die für die Errichtung des ersten Atomkraftwerkes in Österreich nötigen Vorarbeiten so rasch wie möglich abgeschlossen werden“<sup>37</sup>).

Auch der niederösterreichische Landeshauptmann Maurer stellte im Anschluß an eine Auslandsreise fest: „Ich konnte mich dabei von der Leistungsfähigkeit dieser Anlagen überzeugen und gleichzeitig feststellen, daß die Menschen, die in der Nachbarschaft solcher Werke wohnen, keine Angst kennen, weil sie genau wissen, daß für ihre Sicherheit vorbildlich gesorgt ist“<sup>38</sup>).

Zugleich wurde auch die österreichische Energieplanung darauf ausgerichtet, einen Teil der notwendigen Energie aus dieser neuen Quelle zu beziehen. Das im Mai 1969 fertiggestellte Energiekonzept der Bundesregierung Dr. Klaus sah in einem „Koordinierten Kraftwerks-Bauprogramm der Verbundgruppe und der Gruppe der Landesgesellschaften für die Jahre 1969 bis 1979“ neben zwei neuen Laufkraftwerken erstmals auch den Bau eines Kernkraftwerkes vor.

## Die Gründung der GKT

In der Zwischenzeit hatten gründliche Voruntersuchungen über mögliche Standorte für dieses erste österreichische Kernkraftwerk stattgefunden. Aus den zahlreichen möglichen Standorten kristallisierte sich mehr und mehr der bei Zwentendorf als günstig heraus, wobei politische Interventionen zugunsten dieses Standortes nicht ganz bedeutungslos waren. So betonte der niederösterreichische Landeshauptmann Maurer am 2. Februar 1969: „Die ersten Kontaktgespräche haben gezeigt, daß die Energiefachleute in den interessierten Bundesländern damit einverstanden sind, daß das neue Atomkraftwerk seinen Standort auf niederösterreichischem Boden haben soll“<sup>39</sup>).

Den vorläufigen Abschluß dieser Vorbereitungsarbeiten bildete die — wohl auch unter dem Eindruck der bevorstehenden Nationalratswahl — am 10. Februar 1970 zustandegekommene Gründung der „Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Gesellschaft m. b. H. (GKT)“. An dieser Gesellschaft beteiligten sich die Verbundgesellschaft mit 50 Prozent, die Landesgesellschaften von Tirol (13,34 Prozent), Niederösterreich (10,83 Prozent), Steiermark (10 Prozent), Oberösterreich (8,33 Prozent), Kärnten (3,33 Prozent), Salzburg (2,5 Prozent) und Vorarlberg (1,67 Prozent). Nicht beteiligt sind die Landesgesellschaften der Bundesländer Wien und Burgenland. Die ent-

<sup>35</sup>) Abg. Gredler am 29. Februar 1958 im Nationalrat.

<sup>36</sup>) Anfrage des Abg. Peter vom 14. März 1968.

<sup>37</sup>) Anfrage der Abg. Peter, Melter und Genossen vom 21. Mai 1969.

<sup>38</sup>) ORF, 1. August 1969.

<sup>39</sup>) ORF, 2. Februar 1969.

sprechenden Beschlüsse in den Landesgesellschaften kamen durchwegs nach Konsultationen mit den verantwortlichen Landespolitikern zustande.

Damit war aber der Bau des Kernkraftwerkes Zwentendorf noch keineswegs gesichert. Denn in den Jahren 1970 und 1971 flammte unter den Gesellschaftern der GKT eine ernste Diskussion über den Zeitpunkt des Baubeginns auf, die auch die Öffentlichkeit stark engagierte. Die Verbundgesellschaft hatte sich zunächst — nach neuerlicher Prüfung der Kosten- und Risiken-Problematik — für eine Verschiebung des Baubeginns um zwei Jahre eingesetzt. In einem Memorandum wies die Verbundgesellschaft darauf hin, daß die im Februar 1971 bekanntgewordenen Kosten des Kernkraftwerkes Zwentendorf sie zur Überprüfung ihres gesamten Ausbauprogrammes zwingen. Davon ausgehend sprach sich die Verbundgesellschaft für die Vorziehung des Donaukraftwerkes Altenwörth aus und begründete dies mit wirtschaftlichen Vorteilen (im Hinblick auf den Donauausbau und den nahtlosen Übergang der Bauarbeiten von Ottensheim auf Altenwörth), mit geringeren Stromkosten und mit dem bedeutend geringeren Ausfallrisiko eines Laufkraftwerkes<sup>40</sup>).

Diese Haltung der Verbundgesellschaft stieß auf energische Kritik der beteiligten Landesgesellschaften, die in einem Schreiben an die Verbundgesellschaft „Verwunderung und Bestürzung“ zum Ausdruck brachten<sup>41</sup>) und ultimativ die Einberufung einer Gesellschafterversammlung verlangten<sup>42</sup>).

Auch auf politischer Ebene kam es zu erregten Stellungnahmen. Seitens der Industrie wurde massiv der Baubeginn gefordert<sup>43</sup>). Besonders massiv wurden niederösterreichische Politiker. Landeshauptmann-Stellvertreter Ludwig erklärte wörtlich: „Ich bin von der getroffenen Entscheidung, den Bau des Kernkraftwerkes Zwentendorf zurückzustellen, sehr enttäuscht . . . Keinesfalls Nutznießer dieser Entwicklung ist die österreichische Wirtschaft und sind alle Stromkonsumenten Österreichs. Sie haben damit zu rechnen, daß die Verhaltensweise der derzeitigen Bundesregierung zu einer folgenschweren Stromkrise führen kann<sup>44</sup>).“ Landeshauptmann Maurer wurde ebenso deutlich: „Unser Bundesland hat nicht nur deshalb, weil das neue Atomkraftwerk seinen Standort auf niederösterreichischem Boden haben wird, ganz besonderes Interesse an diesem Großprojekt . . . Unbestritten ist, daß dabei dem Bau eines Kernkraftwerkes ein gewisser Vorrang zukommen sollte<sup>45</sup>).“

Diese massiven Stellungnahmen reichten aus, um letztlich doch für den Baubeginn von Zwentendorf zu entscheiden. Die Entscheidung fiel am 22. März 1971 in einer außerordentlichen Generalversammlung der GKT, die unter dem Vorsitz von Generaldirektor Gruber (NEWAG) tagte. Gleichzeitig wurde von den Landesgesellschaften die sofortige Inangriffnahme der Vorarbeiten für ein zweites Kernkraftwerk gefordert, wobei NEWAG und STEWEAG als Wortführer auftraten. Diese Vorbereitungsarbeiten wurden der KKWP übertragen und führten letztlich zur Gründung der „Gemeinschaftskraftwerk Stein Ges. m. b. H. (GKS)“ im Februar 1974.

---

<sup>40</sup>) Memorandum der Verbundgesellschaft vom Februar 1971.

<sup>41</sup>) Brief der neun Landesgesellschaften an die Verbundgesellschaft vom 16. Februar 1971.

<sup>42</sup>) Brief der neun Landesgesellschaften an die GKT vom 16. Februar 1971.

<sup>43</sup>) „Die Industrie“, 5. März 1971.

<sup>44</sup>) „Volkspresse“, 25. Februar 1971.

<sup>45</sup>) ORF, 28. Februar 1971.

## Die rechtliche Situation

Zu den Aufgaben der Bundesregierung gehört es, die Gesetze zu vollziehen. Sie hat darüber hinaus wichtige gesellschaftliche Tendenzen, die gesetzlich noch nicht geregelt sind, im Auge zu behalten, um im richtigen Zeitpunkt gesetzliche Regelungen vorzuschlagen, die eventuell drohende Schäden abwenden können. Diese Haltung muß die Bundesregierung auch gegenüber dem Fragenkomplex der Kernkraftwerke einnehmen.

Das Bewilligungsverfahren für das Kernkraftwerk Zwentendorf erfolgt nach den Vorschriften des Allgemeinen Verwaltungsverfahrensgesetzes und den Bestimmungen der einschlägigen, vom Parlament durchwegs einstimmig beschlossenen Gesetze. Jede andere Vorgangsweise würde die Rechtsstaatlichkeit verletzen.

Die entscheidende rechtliche Grundlage ist das Strahlenschutzgesetz 1969 und die darauf aufbauende Strahlenschutzverordnung<sup>46)</sup>. Daneben finden Vorschriften aus dem Wasserrecht, dem Dampfkesselrecht, dem Baurecht, dem Energierecht, dem Luftfahrtrecht, dem Forstrecht, dem Eisenbahnrecht, dem Raumordnungsrecht und dem Naturschutzrecht Anwendung.

Einer behördlichen Bewilligung bedarf dabei die Einrichtung jeder Anlage für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. Diese Bestimmung ist bewußt weit gefaßt und soll sicherstellen, daß bereits beim Bau solcher Anlagen die notwendigen Schutzeinrichtungen errichtet werden. Allerdings ist weder eine „Bedarfsprüfung“ durch die Behörde vorgesehen, noch eine eigene „Standortbewilligung“. Das bedeutet, daß eine behördliche Feststellung eines für Anlagen, die mit radioaktiven Stoffen arbeiten, besonders „günstigen“ Standortes nicht erfolgt; selbstverständlich sind aber die etwaigen Mängel eines vorgesehenen Standortes bei der Bewilligung der Errichtung solcher Anlagen zu berücksichtigen.

Gesondert von dieser Errichtungsbewilligung ist die Betriebsbewilligung zu sehen. Sie ist dann zu erteilen, wenn die tatsächlich errichtete Anlage allen erlassenen Vorschriften und den bei der Errichtungsbewilligung vorgeschriebenen Bedingungen und Auflagen entspricht und damit beim ordnungsgemäßen Betrieb eine Gefährdung des Lebens und der Gesundheit von Menschen nicht zu befürchten ist. Auch die Betriebsbewilligung kann wieder Bedingungen und Auflagen für den Betrieb der Anlage enthalten, um ein Höchstmaß an Sicherheit zu gewährleisten.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß — entsprechend den rechtsstaatlichen Grundsätzen — bei Erfüllung aller Voraussetzungen ein Rechtsanspruch auf Erteilung einer Errichtungs- bzw. Betriebsbewilligung besteht. Diese Regelung stellt sicher, daß seitens

---

<sup>46)</sup> Bundesgesetz vom 11. Juni 1969, BGBl. 227/1969, über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen; Verordnung des Bundesministers für soziale Verwaltung, des Bundesministers für Handel, Gewerbe und Industrie, des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministers für Unterricht vom 12. Jänner 1972 über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen, BGBl. 47/1972.

der staatlichen Behörden nur strikt nach dem Gesetz vorgegangen werden kann und jede Willkür ausgeschlossen ist.

Die grundlegende Frage, ob eine „Anlage für den Umgang mit radioaktiven Stoffen“ — und darunter fällt sowohl ein Kernkraftwerk wie eine Lagerstätte — an einem bestimmten Ort errichtet wird, fällt aber nicht in die Kompetenz der Bundesverwaltung. Die Widmung eines Grundstückes für eine derartige Verwendung und die Erteilung der erforderlichen baubehördlichen Genehmigung ist Sache der betroffenen Gemeinden, die hier als Baubehörde Erster Instanz tätig werden. Konkret: Ob etwa eine Wanne zur Lagerung von Brennstäben errichtet wird, ist zunächst Sache der Entscheidung der zuständigen Gemeinde. Die Überprüfung, ob diese Wanne den Erfordernissen des Strahlenschutzes entspricht, hat dann durch die zuständigen Bundesbehörden zu erfolgen.

### **Zwentendorf: 1000 Sicherheitsauflagen**

Bei einer so komplexen Anlage, wie sie ein Kernkraftwerk darstellt, können die auftretenden Fragen nicht pauschal beantwortet werden. Auch die Errichtung einer solchen Anlage vollzieht sich ja nicht in einem Zug, sondern stufenweise in mehreren Abschnitten. Dementsprechend erfolgen auch Genehmigungen entsprechend den sachlichen Erfordernissen für einzelne Anlageteile oder Systeme durch Teilbescheide. Die GKT beantragte nach dem in dieser Gesellschaft erfolgten Baubeschluß die Errichtungsbewilligung für das Kernkraftwerk Zwentendorf. Das dafür erforderliche Verfahren wurde am 18. Juli 1971 eingeleitet und dauert seither an. Im Zuge dieses Verfahrens wurden bisher 50 Teilerrichtungsbescheide erlassen, in denen mehr als 1000 Sicherheitsauflagen gemacht wurden. Sie alle sind vollinhaltlich zu erfüllen, damit es zum entsprechenden Zeitpunkt zu einer Betriebsbewilligung kommen kann. Jede der notwendigen Überprüfungen wurde dabei unter Heranziehung erstrangiger Fachleute vorgenommen. Neben den Amtssachverständigen sind etwa 100 weitere Experten im Einsatz, die zum größten Teil Universitätslehrer, Mitarbeiter der ÖSGAE und Mitarbeiter des Technischen Überwachungs-Vereins Wien (TÜV) sind. Da neben den strahlenrechtlichen Bestimmungen ja auch andere Rechtsvorschriften zu beachten sind, wurde eine enge Zusammenarbeit mit allen für diese zuständigen Dienststellen hergestellt. (Details über die rechtlichen Grundlagen und über die bisherige Durchführung des Genehmigungsverfahrens siehe Anhang, Teil II.)

Da bei einer so komplizierten Anlage, wie es ein Kernkraftwerk ist, die rechnerische Sicherheitsbeurteilung und die bloße Vorschreibung von Auflagen allein für einen sicheren Betrieb nicht als ausreichend angesehen werden, werden diese zur Überprüfung durch die begleitende Kontrolle ergänzt. Diese Kontrolle, die vor allem durch Mitarbeiter des TÜV und der ÖSGAE erfolgt, prüft alle für die Sicherheit wichtigen Systeme von der Einzelanfertigung der Bauteile beim Erzeuger über die Montage an der Baustelle, in den Funktions- und Abnahmeprüfungen, in den Leistungsprüfungen und später in den Wiederholungsprüfungen. Dadurch wird für eine stete Einsatzbereitschaft der sicherheitstechnischen Installationen vorgesorgt.

## **Betriebsaufnahme nur bei Erfüllung aller Bedingungen**

Die GKT hat auch die Einleitung des Bewilligungsverfahrens für die Betriebsaufnahme beantragt. Dieses Verfahren wurde am 4. Oktober 1974 eingeleitet. Dabei sind drei Stufen für die Erteilung der Betriebsbewilligung in Aussicht genommen:

- In der ersten Stufe soll die Beladung des Reaktors und die Erprobung der sogenannten „Null-Leistung“ (unter einem Tausendstel der Endleistung) bewilligt werden.
- In der zweiten Stufe soll die Erprobung bei steigender Leistung bewilligt werden.
- Die dritte Bewilligungsstufe schließlich sieht den Normalbetrieb vor.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß bereits die erste Bewilligungsstufe letztlich zur Auslösung des Prozesses der Erzeugung von Radioaktivität im Reaktor führt, der zwar jederzeit abgebrochen werden kann, aber Radioaktivität hinterlassen würde, die allerdings nach einem „Null-Leistungsbetrieb“ rasch ein geringes Maß erreicht. Daher wurde deutlich gemacht, daß auch die Betriebsbewilligung für die erste Stufe nur dann erteilt werden kann, wenn unter anderem die Entsorgungsfrage befriedigend gelöst ist. Dazu gehört insbesondere neben der Erfüllung der im Rahmen der Verfahren für die Errichtung und Betriebsbewilligung erteilten Auflagen auch die Erfüllung aller sonstigen in Betracht kommenden Rechtsvorschriften.

So hat die GKT einen Alarmplan für den Fall von Zwischenfällen vorgelegt, der die Auswirkungen solcher Zwischenfälle so gering wie möglich halten soll. Dieser Plan wird derzeit geprüft, wobei auch darauf geachtet werden wird, daß vor Erteilung der Betriebsbewilligung auch Alarmpläne für einen weiteren Raum zum Schutz der Bevölkerung vorliegen.

Besonders wichtige Anlageteile — wie das Reaktordruckgefäß — werden natürlich einem besonderen Prüfaufwand unterworfen. Weiters wurde nach einem Kabelbrand im Kernkraftwerk Browns Ferry in den USA eine zusätzliche, noch umfangreichere Überprüfung angeordnet, die sicherstellen soll, daß alle wichtigen Kabelstränge über mehrfache, voneinander unabhängige Sicherungen verfügen. Schließlich werden strenge Bedingungen hinsichtlich der Qualifikation des Betriebspersonals und der verantwortlichen Betriebsleiter gestellt, die ebenfalls vor einer Betriebsbewilligung erfüllt werden müssen.

Schließlich müssen auch entsprechende Sicherheitsvorkehrungen gegenüber möglichen Zugriffen unbefugter Personen geschaffen werden. Hiezu wurde von der GKT selbst ein internationales Empfehlungen entsprechendes Sicherheitssystem eingerichtet, der Gendarmerieposten Zwentendorf wurde personell verstärkt und es wurden Alarmpläne ausgearbeitet. Um Sicherheitsmaßnahmen auch gesetzlich vorschreiben zu können, wird derzeit eine Novelle zum Sicherheitskontrollgesetz vorbereitet.

## **Die Frage der Entsorgung**

Die Erfüllung aller dieser Auflagen, Bedingungen und speziellen Regelungen wird allerdings nur dann für die Erteilung einer Betriebsbewilligung ausreichen, wenn auch die Kernfrage nach der Lagerung der Abfälle befriedigend gelöst ist.

Die schwachaktiven Abfälle (z. B. Luftfilter, Schutzkleidung, Reparaturschrott) und die mittelaktiven Abfälle (z. B. Filterharze) sollen auf Grund eines Vertrages mit der ÖSGAE auf deren Gelände in Seibersdorf gelagert werden. Die dort im Bau befindliche Anlage für die Verbrennung schwachaktiver Abfälle soll ebenso rechtzeitig fertig werden wie die in Planung befindliche Anlage für die Konditionierung schwach- und mittelaktiver Abfälle. Selbstverständlich werden auch diese Anlagen den geschilderten strengen Kontrollen unterworfen und nach Erteilung der Betriebsbewilligung von einer Betriebsgesellschaft geführt werden.

Die Frage der Lagerung hochaktiver Abfälle kann auf mehreren Wegen gelöst werden. Zunächst können sie — allerdings nur für einige Jahre — als Bestandteile der abgebrannten Brennelemente in dem im Reaktorgebäude von Zwentendorf bestehenden internen Brennelementelagerbecken lagern.

Dieses Lagerbecken ist schon deshalb notwendig, um die Entladung des gesamten Reaktorkerns zu ermöglichen. Die Errichtung des Beckens wurde, da es diesen Voraussetzungen entspricht, genehmigt. Über den gesamten Reaktorkern hinaus kann es noch weitere 30 Prozent einer Ladung Brennstäbe aufnehmen, was für eine kurzfristige Lagerung ausreichen würde.

Die GKT ging ursprünglich davon aus, daß es möglich sein werde, nach einer solchen — seit mehr als 20 Jahren in aller Welt problemlos praktizierten Lagerung — die Brennstäbe zur Aufbereitung ins Ausland zu bringen. Der bei der Aufbereitung anfallende hochaktive Müll wäre — diesen Vorstellungen entsprechend — im Rahmen einer Gesamtlösung von den Wiederaufarbeitungswerken beseitigt worden.

Diese Erwartungen haben sich nicht erfüllt: es konnten keine Verträge mit Wiederaufarbeitungsanlagen abgeschlossen werden, da vor einigen Jahren eine gewisse Stagnation auf diesem Sektor eingetreten war. Verschärft durch die öffentliche Diskussion um die Kernenergie waren einerseits die von den Sicherheitsbehörden aufgestellten Forderungen nach fester — statt wie bisher flüssiger — Einbettung hochradioaktiver Abfälle zu erfüllen und andererseits die Erweiterungsarbeiten für große Kapazitäten durchzuführen. Diese Umstellung ist nun abgeschlossen und wird zur Errichtung großer Wiederaufarbeitungsanlagen führen. Da eine Wiederaufarbeitungsanlage erst bei einer Kapazität von 30 bis 50 Kernkraftwerken als ständigen „Kunden“ wirtschaftlich arbeitet, scheidet eine österreichische Anlage dieser Art auch theoretisch und auch für die fernste Zukunft aus.

## **Mehrere Varianten**

Damit ergibt sich aber die Notwendigkeit, für eine Lagerung zu sorgen, die selbst dann volle Sicherheit gewährleistet, wenn es auf längere Zeit zu keiner Wiederaufarbeitung kommt.

Deshalb müssen mehrere Varianten überlegt werden. Die GKT hat im Jänner 1977 beantragt, im Brennelementelagerbecken selbst ein sogenanntes „Kompaktlager“ errichten zu können. Dieses mit neutronenabsorbierenden Materialien errichtete Lager soll die abgebrannten Brennelemente bis zur Mitte der achtziger Jahre auf-

nehmen. Über diesen Antrag ist derzeit noch nicht entschieden, da eine außerordentlich gründliche Prüfung durchgeführt wird.

Wenn — wie anzunehmen ist — in den achtziger Jahren die gelagerten Brennstäbe der Wiederaufarbeitung zugeführt werden können, dann wäre darüber hinaus für die zu erwartende Rücknahme der hochaktiven Abfälle ein geologisches Endlager erforderlich. Für den Fall, daß ein Wiederaufarbeitungsvertrag entweder nicht eingehalten (z. B. durch außenpolitische Umstände) oder gar nicht abgeschlossen werden kann, ergibt sich bereits jetzt die Notwendigkeit, ein standortbezogenes Projekt für ein externes Brennelementlagerbecken, bestehend aus Naßlager, Trockenlager und Konditionierungsanlage, auszuarbeiten und für dessen Errichtung vorzusorgen.

Die Bundesregierung hat von allem Anfang an stets auf die Notwendigkeit verwiesen, für das Problem der Abfallagerung eine Lösung zu finden. Sie hat bereits in den von ihr am 15. Jänner 1974 beschlossenen „Leitlinien für einen österreichischen Energieplan“ an erster Stelle unter den aus der damaligen Perspektive langfristig zu lösenden Problemen „die Lagerung und Aufarbeitung von abgebrannten Brennstoffelementen, die unschädliche Lagerung des Atommülls und das das jetzige Ausmaß noch weitgehend unterbietende Freisetzen von radioaktiven Stoffen, speziell im gasförmigen Zustand“ genannt<sup>47)</sup>.

Im Energieplan 1975, den der Ministerrat am 15. März 1975 zur Kenntnis nahm, wurde erneut mit aller Deutlichkeit unterstrichen, wer für diese Lösung die Verantwortung zu tragen hat: „Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen haben die Frage der Wiederaufarbeitung von Brennelementen aus österreichischen Kernkraftwerken ehestmöglich einer Lösung zuzuführen. Gleichzeitig ist auch das Problem der Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle vordringlich zu behandeln<sup>48)</sup>.“ Die gleiche Feststellung findet sich auch im Energieplan 1976<sup>49)</sup>.

Wenn die Elektrizitätsversorgungsunternehmen bisher keine Wiederaufarbeitungsverträge abschließen konnten — was unter anderem darauf zurückzuführen ist, daß man 1971/72 hoffte, später Verträge zu günstigeren Konditionen abschließen zu können — so kann dafür ebensowenig die Bundesregierung verantwortlich gemacht werden wie für die Tatsache, daß der Baufortschritt des Kernkraftwerkes Zwentendorf relativ weit gediehen ist, ohne daß bisher Anträge für Lagerungsstätten gestellt wurden, die eine umfassende Lösung dieses Problems gewährleisten.

Die Bundesregierung wird im Rahmen ihrer Möglichkeiten gerne Initiativen der Elektrizitätswirtschaft unterstützen — so wie sie beispielsweise als Grundeigentümer geologische Eignungsuntersuchungen auf dem Gelände des Truppenübungsplatzes Allentsteig ermöglichte — aber sie hält daran fest, daß nur durch die bewährte Trennung zwischen dem Träger eines Projektes und den seine Tätigkeit überprüfenden staatlichen Einrichtungen jeweils ein Höchstmaß an Kontrolle und Sicherheit gewährleistet wird. Dies muß gerade in einer so bedeutsamen Frage wie der der Lagerung der Brennstäbe bzw. Abfälle so gehalten werden: Projekte, die seitens der Elektrizitätsversorgungsunternehmen unterbreitet werden, werden gründlich überprüft, inwieweit

---

<sup>47)</sup> Leitlinien für einen österreichischen Energieplan, Seite 29.

<sup>48)</sup> Energieplan 1975, Seite 225, 4. Absatz.

<sup>49)</sup> Energieplan 1976, Seite 245, 5. Absatz.

sie dem strengen Sicherheitsstandard entsprechen und inwieweit sie eine Lösung des Problems beinhalten.

Immerhin muß darauf verwiesen werden, daß das Problem — selbst im ungünstigsten Fall — bewältigbar ist. Die hochaktiven Abfälle des Kernkraftwerkes Zwentendorf umfassen jährlich lediglich zwei Kubikmeter, was bei einer zwanzigjährigen Betriebsdauer eine Menge von 40 Kubikmetern bedeuten würde. Die Möglichkeiten für die Lagerung radioaktiver Substanzen in Österreich wurden bereits ausführlich in diesem Bericht erörtert.

Jedenfalls gilt, daß seitens der Bundesregierung erst bei Vorliegen eines konkreten Antrages zu überprüfen sein wird, inwieweit die von der Elektrizitätswirtschaft ausgewählte und vorgeschlagene Lösung den Sicherheitserfordernissen entspricht. Eine Lösung ist nur ein auf einen konkreten Standort bezogenes technisches Projekt.

## Das Kernkraftwerk

Das Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld (GKT) befindet sich rund 40 Kilometer (Luftlinie) nordwestlich vom Wiener Stadtzentrum, etwa 2 Kilometer nordwestlich von der Gemeinde Zwentendorf und ungefähr ebenso weit nordöstlich von Bärndorf am rechten Ufer der Donau (bei Stromkilometer 1976,5) in der Bärndorfer Au in Niederösterreich.

Durch Aufschüttung des Kraftwerksgeländes ist es absolut hochwasserfrei. Der Baugrund ist geologisch erstklassig tragfähig. Nach einem seismologischen Gutachten vom 27. Oktober 1971 lag der Raum Zwentendorf noch niemals im Epizentrumsbereich eines fühlbaren Erdbebens, wohl aber im Gebiet niederösterreichischer Starkbeben, in welchem noch Erschütterungen wahrnehmbar waren. Das Kraftwerk und der Reaktor sind so erdbebensicher gebaut, daß sie das stärkste in diesem Gebiet bekannte Beben (Neulengbach im Jahr 1590: 9 Grad auf der Mercalli-Sieberg-Skala im Epizentralbereich, 7,5 Grad im Raum Zwentendorf) ungefährdet überstehen.

## Die Dampferzeugung

Die im GKT eingesetzte nukleare Dampferzeugungsanlage besteht aus einem Einkreis-Siedewasserreaktor mit Zwangsumlauf. Sowohl als Moderator (Neutronenbremsmittel) wie auch als Wärmetransportmittel dient gewöhnliches („leichtes“) vollentsalztes Wasser, das den Kreislauf Reaktor-Turbine-Reaktor nicht verläßt.

Es durchströmt die Brennelemente von unten nach oben, nimmt dabei die in den Brennstoffstäben durch die Kernspaltung entstehende Wärme auf und verdampft zum Teil. Von den ungefähr 30.000 Tonnen Wasser, die pro Stunde den Reaktorkern passieren, werden 4084 Tonnen (rund 13 Prozent) zu Dampf von 286,4 Grad Celsius Temperatur und 72 ata (Atmosphären absolut) Druck.

Das Wasser im Reaktor wird durch sechs Umwälzpumpen (Zwangsumlaufpumpen), die auch die Leistung regeln, in Zirkulation gehalten. Falls das Wasser schneller umgewälzt wird, werden die Dampfblasen rascher aus der Reaktionszone entfernt, das Wasser wird dichter und bremst dann mehr Neutronen: der Moderatoreffekt und damit die Kernspaltungsrate und die Wärmeerzeugung werden erhöht.

Der Dampf wird zuerst im Dampf-Wasser-Abscheider und dann im Dampftrockner (beide oberhalb des Reaktorkerns) vom flüssigen Wasser getrennt und über Frischdampfleitungen zu einer viergehäusigen Turbine mit einem Hochdruck- und drei Niederdruckgehäusen geleitet, wo 3702 Tonnen Dampf je Stunde mit einem Druck

von 68,4 ata und einer Temperatur von 282 Grad eintreffen, die Turbinen in Drehung versetzen (3000 Umdrehungen pro Minute) und so ihre Energie abgeben.

Ein mit der Turbine gekoppelter und von ihr angetriebener Generator liefert eine Bruttoleistung von 723 Megawatt (elektrisch) an der Generatorklemme. Da die thermische Leistung des Reaktors 2100 Megawatt beträgt, ist der Wirkungsgrad rund 34 Prozent, das heißt, von der aus Kernenergie gewonnenen Wärmeenergie wird etwas mehr als ein Drittel in elektrische Energie umgewandelt.

Der Eigenbedarf des Kraftwerks an elektrischer Energie ist 31 Megawatt, so daß die elektrische Nettoleistung, die von der Oberspannungsklemme des Maschinentransformators an das Netz abgegeben wird, 692 Megawatt beträgt, d. h. rund 700 Megawatt.

Nach Durchlaufen der Turbine wird der entspannte Dampf in drei Kondensatoren niedergeschlagen (verflüssigt) und das Wasser über eine Kondensatreinigungsanlage und eine mehrstufige Vorwärmanlage wieder in den Reaktor zurückgespeist.

Zur Kühlung der Kondensatoren dienen 30 Kubikmeter Wasser je Sekunde, das sind 108.000 Kubikmeter in der Stunde, die bei Stromkilometer 1976,5 der Donau entnommen und nach Durchlaufen der Kraftwerksanlage rund 150 Meter stromabwärts in den Fluß zurückgeleitet werden. Die mittlere Kühlwassertemperatur beim Eintritt ins Kraftwerk ist 8 Grad Celsius. Das Kühlwasser wird um 11,7 Grad erwärmt.

Die mittlere Wasserführung der Donau beträgt bei Tulln rund 1900 m<sup>3</sup>/sec, die geringste Wasserführung 529 m<sup>3</sup>/sec.

## **Brennstoffladung: 90 Tonnen Uran**

Der Reaktorkern, der aktive Teil des Reaktors, in welchem die Kernspaltungskettenreaktion vor sich geht, besteht aus 484 Brennelementen von 4,5 Metern Höhe und einem quadratischen Querschnitt von rund 14 mal 14 Zentimetern. In jedem Brennelement befinden sich, quadratisch angeordnet, 8 mal 8 parallele Brennstäbe von 3,71 Metern Länge und 1,25 Zentimetern Durchmesser.

Jeder Brennstoffstab besteht aus einem 0,8 Millimeter starken Hüllrohr aus der gas- und wasserdichten, korrosionsfesten, auch bei hohen Temperaturen mechanisch festen, gut wärmeleitenden und wenig Neutronen verschluckenden, also neutronendurchlässigen Zirkoniumlegierung<sup>50)</sup> Zircalloy 2, in die wie in ein langes Arzneiröhrchen Tabletten aus gesintertem Urandioxid (UO<sub>2</sub>) eingehüllt sind. In jedem Brennelement befinden sich 185 Kilogramm auf 2,7 Prozent U 235 angereichertes Uran, so daß das gesamte Urangewicht in den 484 Brennelementen rund 90 Tonnen ausmacht. (Davon sind 2,4 Tonnen U 235.) Die Brennelemente werden durch ein oberes und ein unteres Kerngitter in ihrer Position gehalten.

In den Zwischenräumen zwischen den Kästen von jeweils vier benachbarten Brennelementen befinden sich die 113 Steuerstäbe von kreuzförmigem Querschnitt und 3,6 Meter „Vergiftungslänge“. Sie enthalten in Stahlröhrchen das stark neutronen-

<sup>50)</sup> Zirkonium ist ein stahlähnliches, sehr widerstandsfähiges Metall.

verschluckende (also wie ein „Gift“ wirkende) Borkarbid. Wenn sie eingefahren sind, verschlucken sie so viele Neutronen, daß sich keine Kettenreaktion ausbilden kann. Die Steuerstäbe werden normal durch Elektromotoren angetrieben und haben dann eine Einfahrzeit von 122 Sekunden (rund 2 Minuten). Falls eine Schnellabschaltung notwendig sein sollte, werden sie hydraulisch in 2,5 Sekunden eingeschossen.

Darüber hinaus steht ein System („Vergiftungssystem“) zur Verfügung, bei dem mit dem neutronenverschluckenden Natrium-Pentaborat versehenes Wasser unter hohem Druck unmittelbar in das Wasser im Reaktorkern gepumpt wird, wodurch in einem Notfall die Kettenreaktion unabhängig von den Steuerstäben sofort gestoppt werden kann.

Die automatische Leistungsregelung des Reaktors erfolgt durch Drehzahländerung (und damit Änderung der Pumpmenge) der Umwälzpumpen auf die oben geschilderte Weise sowie durch mehr oder weniger starkes Einfahren der Steuerstäbe.

## **Reaktordruckgefäß und Sicherheitsbehälter**

Der Reaktorkern, der von einem als Neutronenschild dienenden „Kernmantel“ umgeben ist, ist im Reaktordruckgefäß untergebracht, einem zylindrischen Stahlbehälter von 5,4 Metern Innendurchmesser, 20,5 Metern Höhe und einer Wandstärke von 13,25 Zentimetern. Er hat einen Tellerboden und einen halbkugelförmigen Deckel, der beim Wechsel der Brennelemente abgenommen wird. Das Druckgefäß ist innen mit rostfreiem Stahl plattiert.

Das Druckgefäß steht in einer Betonkammer, deren Wände die Funktion der biologischen Abschirmung („biologischer Schild“) übernehmen, das heißt, die Menge der ionisierenden Strahlung auf Werte verringern, die für den Menschen ungefährlich sind.

Das Reaktordruckgefäß samt dem biologischen Schild wird von einem doppelwandigen, druckfesten und gasdichten Stahlsicherheitsbehälter (Containment) von 26 Metern Innendurchmesser und einer Wandstärke von 1,8 bis 4,8 Zentimetern umschlossen, der innen mit 30 bis 40 Zentimeter dickem Splitterschutzbeton ausgekleidet ist.

Die innere Wand der Kugel ist die Druckschale, die äußere die gasdichte Dichthaut (Lining). Der Zwischenraum wird unter Unterdruck gegenüber der Außenatmosphäre gehalten, so daß aus der Sicherheitsumschließung kein radioaktives Gas nach außen entweichen kann.

Der Dampf aus dem Druckgefäß wird über vier Frischdampfleitungen durch den Sicherheitsbehälter herausgeführt. Alle Leitungen sind innerhalb und außerhalb des Sicherheitsbehälters mit schnell schließenden Ventilen ausgerüstet, die im Falle eines Rohrbruches außerhalb des Sicherheitsbehälters den Austritt radioaktiver Stoffe verhindern. Es ist Vorsorge getroffen, daß im Falle eines Rohrbruches innerhalb des Sicherheitsbehälters der radioaktive Dampf nicht nach außen entweichen kann. Bei Ausfall der normalen Kühlung des Reaktorkerns, der auch nach dem Abschalten weiter Wärme erzeugt (es sind die radioaktiven Spaltprodukte, die diese Wärme

abgeben<sup>51)</sup>), wird eine Überhitzung und damit Beschädigung der Brennstoffhüllen durch mehrere unabhängig voneinander wirkende Notkühlsysteme verhindert.

## Überwachung und Kontrolle

Zur Überwachung des Reaktorkerns und zur Abbrandkontrolle gibt es eine nukleare Reaktorkerninstrumentierung mit 112 Leistungsbereichsdetektoren. Diese Meßfühler sind über den ganzen Reaktorkern verteilt und führen ihre Meßwerte dem Anlagen- und Steuerstabfahrcomputer zu. Ein Anlagencomputer liefert an den Steuerstabfahrcomputer ein Stabfahrgramm, mit dem ein optimaler Abbrand des Reaktorkerns erreicht wird. Der Steuerstabfahrcomputer führt das Programm aus, indem er für die entsprechende Bewegung der Steuerstäbe sorgt und diese auch überwacht. Ein Reaktorschutzsystem überwacht seinerseits die Anlage und löst im Falle eines irregulären Betriebszustandes oder einer Störung eine Schnellabschaltung aus.

Der Brennelementewechsel, der einmal im Jahr durchgeführt wird und bei dem ein Drittel bis ein Viertel des Brennstoffs ausgetauscht wird, erfolgt unter Wasser bei abgeschaltetem Reaktor. Hierzu wird die 1,6 Meter dicke Betondecke abgehoben und dann werden der Beladendeckel des Sicherheitsbehälters und der halbkugelförmige Deckel des Reaktordruckgefäßes abgenommen und auf diese Weise beide Behälter geöffnet. Danach wird der Raum oberhalb des Reaktordruckgefäßes geflutet. Die abgebrannten Brennelemente werden dem Reaktor entnommen und unter Wasser dem Brennelementelagerbecken zugeführt, worin sie im Normalfall zum Abklingen der Radioaktivität mehrere Monate (unter Wasser — zur Kühlung) bleiben, ehe sie in dickwandigen Bleibehältern zur Wiederaufarbeitungsanlage ins Ausland transportiert werden sollen. (Dort werden Uran und Plutonium von den Spaltprodukten getrennt.)

Der Sicherheitsbehälter mit dem Druckbehälter samt Reaktorkern ist im Reaktorgebäude untergebracht. Die Einrichtungen zum Brennelementewechsel, das Brennstofflagerbecken und eine Abwasseraufbereitungsanlage befinden sich in diesem Reaktorgebäude, an das sich das Maschinenhaus mit der konventionellen Dampfkraftanlage, dem Generator und verschiedenen Hilfseinrichtungen anschließt.

## Abluft und Abwässer

Für die kontrollierte Ableitung von Abluft in der zulässigen Abgaberate sorgt ein 110 Meter hoher Abluftkamin. Radioaktive Abluft wird vor ihrer Ableitung durch Reinigungs- und Verzögerungsanlagen geleitet.

Radioaktive Abwässer werden der Abwasseraufbereitungsanlage im Reaktorgebäude zugeführt, wo sie bis auf ein zulässiges Ausmaß an radioaktiven Beimengungen ge-

---

<sup>51)</sup> Ein Kilogramm Spaltprodukte liefert im Lauf der Zeit eine Wärmemenge von rund 6 Billionen ( $6 \cdot 10^{12}$ ) Joule, den Großteil noch im Reaktor, einen Teil im radioaktiven Abfall.

reinholt und nach vorheriger Kontrolle zusammen mit dem Kondensatorkühlwasser in die Donau geleitet werden.

Die Anlagen zur Reinigung der Abluft und des Abwassers sind technisch so ausgelegt, daß die Strahlenbelastung in der Umgebung des Reaktors nur einen äußerst geringen Bruchteil jener Strahlenbelastung beträgt, die auf Grund der Strahlenschutzverordnung (§ 15) für Einzelpersonen der Bevölkerung zulässig ist.

Die Abluft wird vor Eintritt in den Abluftkamin kontinuierlich auf ihren Aktivitätsgehalt überwacht. Unregelmäßigkeiten werden spätestens an dieser Stelle so rechtzeitig festgestellt, daß die Anlage abgeschaltet oder ihre Leistung gesenkt werden kann.

## **Fünf Schutzbarrieren**

In sicherheitstechnischer Hinsicht sieht das Konzept des Kernkraftwerkes Zwentendorf fünf geschlossene Schutzbarrieren, nach der Art konzentrischer Kreise jede innerhalb der darauf folgenden, vor:

- die Brennstabhüllrohre (die den Austritt der Spaltprodukte verhindern),
- das Reaktordruckgefäß,
- den Sicherheitsbehälter,
- die Dichthaut,
- das Reaktorgebäude.

Durch die große Anzahl von sorgfältig durchdachten, mehrfachen und unabhängig voneinander funktionierenden Sicherheitsvorkehrungen wird gewährleistet, daß auch bei Störungen des Betriebes aus dem Kernkraftwerk keine unzulässig hohen Abgaberraten von Radioaktivität an die Umgebung abgegeben werden und durch eine erhöhte Strahlenbelastung die Bevölkerung gefährdet werden kann.

Rund um das Kraftwerksgelände befindet sich ein Doppelzaun, der entsprechend ausgeleuchtet und optisch (durch Fernsehkameras) und elektronisch überwacht wird. Sämtliche Eingänge sind verschlossen und bei unerlaubtem Türöffnen wird Alarm gegeben. Alle Räume sind versperrt und nur wer die entsprechende Erlaubnis hat, bekommt einen Schlüssel. Ausreichende technische und organisatorische Maßnahmen gegen Terror und Sabotage wurden getroffen.

## **Die Brennstoffkosten**

Man rechnet für das Kernkraftwerk Zwentendorf mit einer Amortisationszeit von 20 Jahren und einer tatsächlichen maximalen technischen Lebensdauer von 40 Jahren.

Bei 6000 Vollaststunden im Jahr<sup>52)</sup> und rund 700 Megawatt elektrischer Nettoleistung liefert das Kraftwerk in einem Jahr 4,2 Milliarden Kilowattstunden, das sind in der Abschreibungszeit von 20 Jahren 84 Milliarden Kilowattstunden.

Nach Angaben der Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld GmbH vom 24. Februar 1977 werden im gleichen Zeitraum von 20 Jahren 17 Milliarden Schilling an Fixkosten — Gesamtanlagekosten 6,7 Milliarden Schilling<sup>53)</sup>, Zinsen, Personalkosten, Instandhaltungskosten, Steuern und Versicherung<sup>54)</sup> — auflaufen.

17 Milliarden Schilling dividiert durch 84 Milliarden Kilowattstunden ergeben Gestehungskosten von 20,2 oder rund 20 Groschen für eine Kilowattstunde zum Berechnungszeitpunkt 1977.

Hiezu kommen 9,3 Groschen je Kilowattstunde für den Brennstoff — Kosten des Natururans, der Anreicherung, der Brennelementefertigung und der Wiederaufarbeitung einschließlich des Transports<sup>55)</sup>—, so daß sich eine Summe von 29,3 g/kWh ergibt.

Dazu muß man jedoch noch die Kosten für die Entsorgung sowie für die Stilllegung des Kernkraftwerks nach Ablauf der Lebensdauer rechnen. Für die Entsorgung (Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente vor dem Abtransport zur Wiederaufarbeitung und Zwischen- und Endlagerung des radioaktiven Abfalls) muß man je nach Annahme 1,2 bis 5,9 g/kWh einsetzen. Die Stilllegungskosten werden mit 1 bis 2 g/kWh angenommen.

Damit ergeben sich Gesamtgestehungskosten für eine Kilowattstunde, die zwischen 31,5 und 37,2 Groschen liegen. In diesen Zahlen ist die Verteuerung durch die Bauverzögerung (tatsächliche Inbetriebnahme August 1978 statt wie vorgesehen März 1976) bereits berücksichtigt.

### **Ersparnis: 22 Milliarden Schilling**

Demgegenüber betragen die kalkulierten Gestehungskosten der elektrischen Energie für das projektierte Braunkohlendampfkraftwerk Vcitsberg III nach dem vom Projektprüfungsausschuß der Verbundgesellschaft bereits überprüften Projekt der Österreichischen Draukraftwerke AG (Preisbasis Ende 1976) zwischen 55,37 und 58,68 g/kWh, das sind selbst bei Annahme des oberen Wertes beim Atomstrom rund 50 Prozent mehr.

---

<sup>52)</sup> Obwohl ein Jahr 8760 Stunden hat, haben auch Dampfkraftwerke auf Kohle- oder Ölbasis in der Regel nicht mehr als 6000 Vollaststunden im Jahr, vor allem weil nicht immer die gleiche Menge an Strom gebraucht wird. 6000 Stunden entsprechen 250 Tagen zu 24 Stunden. Ein Teil des Restes — 115 Tage oder fast vier Monate — wird für den alljährlichen Brennstoffwechsel und die gleichzeitig stattfindende Inspektion und Revision sowie für eventuelle Reparaturen verwendet. Der Brennstoffwechsel, der einige Wochen in Anspruch nimmt, wird am besten im Sommer vorgenommen, wenn der Strombedarf am geringsten ist.

<sup>53)</sup> Österreichischer Lieferanteil rund 70 Prozent.

<sup>54)</sup> Details im Anhang, Teil III, 3.

<sup>55)</sup> Siehe Anhang Teil, III, 3.

Die reinen Brennstoffkosten des Kernkraftwerks Zwentendorf pro Jahr betragen bei einem mittleren Jahresarbeitsvermögen von 4,2 Milliarden Kilowattstunden und einem Brennstoffpreis von 5,6 g/kWh (ohne Wiederaufarbeitung) 235 Millionen Schilling oder aufgerundet 240 Millionen Schilling. (Siehe auch die letzte Tabelle im Anhang, Teil III, 7. für den Zeitraum 1978/79 bis 1982/83. Am Anfang ist für die Kosten des „Erstkerns“ ein höherer Betrag eingesetzt.)

Will man die gleiche Menge an elektrischer Energie in einem konventionellen Kraftwerk gewinnen, benötigt man dazu (siehe die vorgenannte Tabelle) 4 Millionen Tonnen Braunkohle, die (Preise von 1976) 1330 Millionen Schilling kosten, oder 1 Million Tonnen Öl, die (1976) 1350 Millionen Schilling kosten.

Das heißt, die Brennstoffkostensparnis in einem Jahr beträgt gegenüber einem Braunkohlekraftwerk 1090 Millionen und gegenüber einem Ölkraftwerk 1110 Millionen Schilling. Für die Amortisationszeit von 20 Jahren macht also die Ersparnis an Brennstoffkosten auf der Preisbasis von 1976 gegenüber Braunkohle 21.800 und gegenüber Öl 22.200 Millionen Schilling aus — in beiden Fällen rund 22 Milliarden Schilling<sup>56)</sup>.

In Wirklichkeit ist mit einer weit größeren Ersparnis zu rechnen: Erstens ist anzunehmen, daß der Preis für fossile Brennstoffe in den nächsten Jahrzehnten stärker ansteigen wird als der der nuklearen und zweitens wird die tatsächliche Betriebsdauer des Kernkraftwerks Zwentendorf eher dreißig bis vierzig Jahre sein.

---

<sup>56)</sup> Falls die abgebrannten Brennelemente wiederaufgearbeitet werden, verringert sich dieser Betrag auf rund 19 Milliarden Schilling. In den rund 110 abgebrannten Brennelementen, die im Gleichgewichtszustand (bei 6000 Vollaststunden pro Jahr) jährlich in Zwentendorf entladen werden, befinden sich ungefähr 19,3 Tonnen Uran (in Urandioxid) und 160 Kilogramm Plutonium. Von dem Uran sind zirka 160 Kilogramm — 0,83 Prozent — spaltbares Uran-235, das heißt, es ist gegenüber Natururan, das 0,72 Prozent U-235 enthält, noch immer leicht angereichert. Von den insgesamt 160 Kilogramm Plutonium sind 100 bis 110 Kilogramm (62 bis 68 Prozent) spaltbares, als Kernbrennstoff verwendbares Plutonium-239 und Plutonium-241. Der Wert dieses Urans und Plutoniums pro Jahr zu heutigen Preisen beträgt etwa 38 Millionen Schilling.

## Schlußfolgerungen

Ziel der österreichischen Bundesregierung ist es, den Energiebedarf in einem solchen Ausmaß zu decken, wie er der jeweiligen Wirtschafts- und Gesellschaftsentwicklung entspricht. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Energie zu einem Preis bereitgestellt wird, der nicht über dem internationalen Durchschnitt liegt. Dies ist unter anderem auch deshalb notwendig, damit es der österreichischen Wirtschaft ermöglicht wird, ihre Positionen auf dem Weltmarkt nicht nur zu halten, sondern sie im Interesse der Sicherheit der Arbeitsplätze auch weiter zu verbessern.

Die Sicherung der Energieversorgung ist also von vorrangiger Bedeutung für die weitere Entwicklung der österreichischen Volkswirtschaft und damit für die weitere Verbesserung des Lebensstandards der österreichischen Bevölkerung. Die Bundesregierung hat dieser Notwendigkeit in ihrem Energieplan, der den Rahmen für eine gesicherte Energieversorgung in den kommenden Jahren bildet, entsprochen.

Dabei ist sie davon ausgegangen, daß eine Befriedigung des Bedarfes sowohl eine vermehrte Energieproduktion als auch eine rationelle und sparsame Verwendung der vorhandenen Energieressourcen zu berücksichtigen hat. Sie hat daher der Frage des sparsamen Umganges mit Energie besondere Aufmerksamkeit zugewendet und zahlreiche Initiativen ergriffen und gefördert.

Dabei sind neben der Tätigkeit des beim Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie eingerichteten Energiesparbeirates, dessen vier Arbeitsgruppen seit über drei Jahren tätig sind und zahlreiche Empfehlungen und Untersuchungen ausgearbeitet haben, die umfangreichen Studien zu Fragen der rationelleren Nutzung von Heizsystemen und der Fernwärmeversorgung zu nennen, die vor kurzem abgeschlossen wurden und Grundlage für die Besprechung von Maßnahmen zur konkreten Durchsetzung von Energiesparmaßnahmen mit den Bundesländern bilden werden.

Zur intensiven Förderung und Verbreitung des Gedankens des rationellen Energieeinsatzes in der Bevölkerung wurde weiters auf Vereinsbasis die „Energieverwertungsagentur“ geschaffen, die starken Widerhall gefunden hat. Ihr gehören Repräsentanten des Bundes, der Bundesländer und der Wirtschaft an.

Energie steht in unterschiedlichen Formen zur Verfügung. Die einzelnen Energieträger verfügen über Vor- und Nachteile, von denen in den letzten Jahren jene, die die Umwelt berühren, immer stärker in den Vordergrund der Diskussion gerückt sind. Gerade wenn man von einem ständig steigenden Energiebedarf ausgeht, sind etwaige Umweltbeeinträchtigungen von Energieträgern nicht außer acht zu lassen.

Daher tritt die elektrische Energie immer stärker in den Vordergrund, da sie — im Gegensatz zu anderen Energieträgern — rückstandslos verwendet wird. Auch international diskutierte Vorstellungen — wie etwa die Verlagerung von Transporten

von der Straße auf die Schiene oder die Schaffung von umweltfreundlichen PKWs — laufen stets auf die Ersetzung anderer Energien durch Elektrizität hinaus.

Zur Sicherheit der Energieversorgung gehört auch die Sicherung eines Höchstmaßes an Unabhängigkeit. Sicherlich ist eine völlig autarke Energieversorgung undenkbar, aber je geringer die Importe sind, um so weniger besteht die Gefahr unerwarteter Preisschübe mit unkalkulierbaren Folgen, oder die Möglichkeit von Versorgungslücken, wenn bisherige Energieexporteure aufgrund eines wirtschaftlichen und sozialen Wandels einen verstärkten Eigenbedarf haben. Hinzu kommt aber vor allem die Tatsache, daß Energieimporte in wachsendem Ausmaß auch eine strukturelle Belastung der Handels- und Zahlungsbilanz nach sich ziehen.

Deshalb haben alle österreichischen Bundesregierungen der Schaffung neuer Produktionsstätten für elektrische Energie stets besonderes Augenmerk zugewendet. Das galt und gilt für die Errichtung von kalorischen Kraftwerken ebenso wie für die Nutzung der Wasserkraft und für die Förderung neuer Technologien.

Die konventionellen Möglichkeiten der Erzeugung elektrischer Energie sind heute zwar nicht zur Gänze ausgeschöpft, die dadurch erzielbaren Zuwächse sind aber begrenzt. Für kalorische Kraftwerke stehen österreichische fossile Brennstoffe nur in geringem Umfang und zu wenig günstigen Preisen zur Verfügung. International ist — neben der erwähnten Problematik eines steigenden Importes — mit steigenden Preisen und einer Verknappung zu rechnen. Die Wasserkraft ist selbst bei Vollausbau nicht in der Lage, den prognostizierten Strombedarf zu decken, wozu noch kommt, daß nun — nach dem Ausbau der günstigsten Standorte — sich auch die Kostensituation neuer Kraftwerke verschlechtert. Das bedeutet nicht, daß nicht auf diesen Gebieten weiterhin alle Bemühungen unternommen werden sollen — aber es ist klar, daß mit diesen Energiequellen allein der österreichische Energiebedarf nicht oder nur unter ungünstigen Voraussetzungen gedeckt werden kann.

Daher hat sich Österreich bereits in der Mitte der fünfziger Jahre bemüht, die Erschließung neuer, unkonventioneller Energiequellen voranzutreiben. Dies gilt für die Kernenergie, aber in den letzten Jahren auch für die Windkraft, geothermische Energie und Sonnenenergie. Von diesen neuen Energiequellen werden die zuletzt genannten auch bei massivem Einsatz von Forschungsmitteln im nächsten Jahrzehnt nur einen geringfügigen Beitrag zur Deckung des österreichischen Energiebedarfes leisten können. Dennoch wird sich die Bundesregierung auch weiterhin bemühen, diese neuen Energiequellen zu fördern.

Zusätzliche Energie kann unter diesen Umständen vor allem durch die Nutzung der Kernenergie angeboten werden. Diese Tatsache ist seit der Mitte der fünfziger Jahre immer stärker erkannt worden. Österreich hat sich deshalb vorwiegend in internationaler Kooperation an der Entwicklung der Kernenergie beteiligt. Über diese internationale Kooperation ist das Parlament ständig informiert worden. Es hat diese Entwicklung durch zahlreiche die Kernenergie fördernde Gesetze, die überwiegend einstimmig beschlossen wurden, unterstützt. Auch in der öffentlichen Meinungsbildung haben Vertreter der im Nationalrat vertretenen Parteien und der großen Interessenverbände stets die Notwendigkeit der Nutzung der Kernenergie betont und damit einen wichtigen Beitrag zur Meinungsbildung geleistet. (Siehe auch Anhang, Teil I.)

Auf diesen Grundlagen aufbauend hat die Kernenergie auch ihren Platz in der Energieplanung bereits der früheren Bundesregierung gefunden. In Realisierung dieser Planung hat die frühere Bundesregierung die Gründung der Kernkraftwerk-Planungsgesellschaft m. b. H. und der Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Gesellschaft m. b. H. gefördert und befürwortet.

Die Nutzung der Kernenergie hat eine umfassende öffentliche Diskussion ausgelöst, in der sowohl Bedenken angemeldet wie die unleugbaren Vorteile dieser Energiequelle hervorgehoben wurden.

Dabei sind auf der wirtschaftlichen Seite klare Vorteile zu erkennen: Das in Kraftwerken verwendete Uran ist außerordentlich krisensicher, da bei den geringen benötigten Mengen mehrjährige Vorräte an Brennstoff angelegt werden können, was bei keinem anderen Energieträger möglich ist. Der Brennstoff ist preisgünstig und selbst massive Preiserhöhungen schlagen nur geringfügig auf die Gestehungskosten des Stroms durch. Da die Versorgung mit Primärenergie auch aus neutralitätspolitischen Gründen aus möglichst vielen Staaten erfolgen soll, ist die Möglichkeit, Uran aus Staaten beider politischen Systeme zu beziehen, von Bedeutung; außerdem verfügt Österreich selbst über abbauwürdige Uranvorkommen.

Gerechnet auf heutiger Preisbasis und unter Berücksichtigung einer zwanzigjährigen Betriebszeit des Kernkraftwerkes Zwentendorf bedeuten diese Faktoren eine Ersparnis von 22 Milliarden Schilling gegenüber der Bereitstellung der gleichen Elektrizitätsmenge auf der Basis von importierten fossilen Brennstoffen.

Demgegenüber werden Bedenken geltend gemacht, die sich zunächst auf die Sicherheit des Reaktorbetriebes beziehen. Diesen ist entgegenzuhalten, daß eingehende Studien, wie sie in diesem Umfang noch bei keiner Technologie durchgeführt wurden, zeigen, daß das mit dem Betrieb von Kernkraftwerken verbundene Risiko weit geringer ist als das alternativer Formen der Elektrizitätserzeugung.

Der Normalbetrieb eines Kernkraftwerkes führt zu einer Abgabe von Radioaktivität, die im Vergleich zur natürlichen Strahlenbelastung des Menschen unbedeutend ist. Eine Gefährdung ist nur bei Unfällen denkbar. Hier ist es zweifellos von Vorteil, daß das Kernkraftwerk Zwentendorf zu einem Zeitpunkt geplant wurde, zu dem man bereits auf eine rund zwanzigjährige Erfahrung anderer Staaten im Betrieb solcher Anlagen zurückblicken konnte. Daher ist Zwentendorf als eines der sichersten Kernkraftwerke der Welt anzusehen, bei dem auch die seltenen negativen Erfahrungen im Betrieb von Kernkraftwerken voll berücksichtigt wurden. Mehrfache Sicherheitsbarrieren und mehrfache, voneinander unabhängige Auslegung der entscheidenden Systeme sichern auch in vorstellbaren Störfällen die Bevölkerung.

Die Wahrscheinlichkeit eines Reaktorunfalles, der über den Bereich des Kernkraftwerkes hinausgeht und so auch die Bevölkerung in Mitleidenschaft zieht, ist — vor allem auch unter Berücksichtigung der internationalen Erfahrung — so minimal, daß die Gewinnung von Strom aus Kernenergie als sicherer betrachtet werden kann als die Gewinnung von Strom aus anderen Energiequellen.

Die strengen Normen für die Errichtung und den Betrieb derartiger Anlagen, die vom Parlament geschaffen wurden, gewährleisten diesen hohen Sicherheitsstandard und wurden im Fall des Kernkraftwerkes Zwentendorf außerordentlich sorgfältig und streng angewendet. Die Erfüllung und die Kontrolle der Einhaltung der mehr

als 1000 erteilten Sicherheitsauflagen gewährleisten nach menschlichem Ermessen einen gefahrlosen Betrieb.

Sicherheitsbedenken werden aber auch gegenüber den bisher diskutierten Varianten der Abfallagerung geltend gemacht. Die Bundesregierung ist — wie bei der Errichtung des Kernkraftwerkes selbst — lediglich mit den vom Bauträger konkret gestellten Anträgen befaßt. Die Aufgabe der Organe der Bundesverwaltung ist es, auch gegenüber solchen Lagereinrichtungen die strengen Sicherheitsbestimmungen zur Anwendung zu bringen, um damit dafür Sorge zu tragen, daß von solchen Lagerstätten keine Gefährdung der Bevölkerung ausgeht. In diesem Fall wird aber darüber hinaus auch zu prüfen sein, ob die beantragten Einrichtungen eine problem- und gefahrungsfreie Lösung auf Dauer ermöglichen. Es erscheint undenkbar, an sich korrekte Einzeleinrichtungen zur Grundlage einer Betriebsgenehmigung zu machen, solange nicht die Kette der Entsorgungsmaßnahmen bis zur Endlagerung geschlossen oder als geschlossen anzusehen ist.

Dabei ist neben den technischen Gesichtspunkten auch zu berücksichtigen, daß in einem demokratischen Staat eine solche Lösung nicht gegen die — theoretisch — betroffene Bevölkerung gefunden werden kann.

\*

Aus allen diesen Gründen beabsichtigt die Bundesregierung, nach Abschluß der umfassenden Prüfungs- und Bewilligungsverfahren unter der Voraussetzung der Erfüllung aller Auflagen keine Einwände gegen die Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Zwentendorf durch die Gemeinschaftskernkraftwerk-Tullnerfeld Ges. m. b. H., die sich im Eigentum der staatlichen Verbundgesellschaft sowie von sieben landeseigenen Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen<sup>57)</sup> befindet, zu erheben.

Zu dieser Voraussetzung gehört selbstverständlich auch die Lösung der Entsorgungsfrage. Anträge auf Genehmigungen solcher Lösungen sind vom Bauträger zu stellen. Bisher wurde lediglich die Errichtung eines „Kompaktlagers“ als Zwischenlager beantragt.

So notwendig vom energiewirtschaftlichen Standpunkt die Nutzung der Kernenergie ist und so undenkbar es angesichts der europäischen Entwicklung — es gibt bereits 82 in Betrieb befindliche und 137 in Bau stehende bzw. bestellte Kernkraftwerke (Europa ohne Sowjetunion) — erscheint, die bereits getätigten hohen Investitionen in Zwentendorf ungenützt zu lassen, so wird die Bundesregierung aus ihrer Verantwortung für die Sicherheit der österreichischen Bevölkerung nur solchen Lösungen zustimmen, die in Abwägung von energiewirtschaftlichen Standpunkten sowie solchen des Umwelt- und Landschaftsschutzes, insbesondere aber der Gewährleistung der Sicherheit der Bevölkerung, in umfassender Weise Rechnung tragen.

---

<sup>57)</sup> Die Landesgesellschaften von Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg.

## **ANHANG**



## Teil I

### **Darstellung der bisherigen internationalen Entwicklung auf dem Gebiete der friedlichen Nutzung der Kernenergie, soweit diese Entwicklung auf Österreich Einfluß hatte**

#### 1.

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen hat am 4. 12. 1954 mit der Resolution 810 (IX) die Erschließung der Atomenergie für friedliche Zwecke eingeleitet. Teil A dieser Resolution drückt die Hoffnung aus, daß die Internationale Atomenergie-Organisation ohne Verzug errichtet werden wird; Teil B enthält den Beschluß, daß eine Internationale Technische Konferenz unter den Auspizien der UNO abgehalten werden soll, um die Mittel für die Entwicklung der friedlichen Anwendung der Kernenergie durch internationale Zusammenarbeit zu untersuchen, um besonders die Entwicklung der Kernenergie zur Stromerzeugung zu studieren, um andere technische Gebiete, solche wie Biologie, Medizin, Strahlenschutz sowie Grundlagenforschung, in Betracht zu ziehen, damit eine internationale Zusammenarbeit wirkungsvoll ausgeführt werden kann. Die Konferenz sollte nicht später als im August 1955 stattfinden. Gleichzeitig wurden die notwendigen Maßnahmen zur Verwirklichung des Beschlusses getroffen.

Die Ausarbeitung der Satzungen der späteren IAEO nahm eine gewisse Zeit in Anspruch. Diese Satzungen wurden dann auf einer Konferenz im September/Oktober 1956 im Hauptquartier der Vereinten Nationen einstimmig angenommen, zur Unterzeichnung aufgelegt und eine „Vorbereitende Kommission“ errichtet, die die erste Generalkonferenz der IAEO, die vom 23. 9. bis 1. 10. 1957 in Wien stattfand, vorzubereiten hatte.

Die 1. IAEO-Generalkonferenz in Wien faßte auch den Beschluß, Wien zum ständigen Amtssitz der IAEO zu wählen.

Die Statuten der IAEO (BGBl. 216/1957) definieren das Ziel der Organisation wie folgt: „... den Beitrag der Atomenergie zum Frieden, zur Gesundheit und zum Wohlstand auf der ganzen Welt rascher und in größerem Ausmaß wirksam werden zu lassen. Sie stellt soweit wie möglich sicher, daß die von ihr oder über ihr Ersuchen oder unter ihrer Überwachung oder Kontrolle geleistete Hilfe nicht zur Förderung militärischer Zwecke verwendet wird.“

Die IAEO, der heute rund 110 Staaten angehören, hat ein selbständiges Programm und ein eigenes Budget, das gegenwärtig ca. 40 Millionen Dollar beträgt. Von dem umfangreichen Aufgabengebiet sind die Ausarbeitung von Grundnormen für den

Strahlenschutz, in denen den Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) Rechnung getragen wird, die Sammlung praktischer Richtlinien u. a. für die sichere Beförderung radioaktiver Stoffe, die als Grundlage für internationale Vorschriften und innerstaatliche Gesetze dienen können, hervorzuheben. Für den Strahlenschutz wurden eigene Handbücher herausgegeben. Ein Programm zur Ausarbeitung von Sicherheitskriterien für Leistungsreaktoren wurde erstellt. Ein Fachausschuß beschäftigt sich mit Fragen des radioaktiven Abfalles, seiner Verfestigung und Beseitigung.

Ein bedeutendes Aufgabengebiet der IAEO besteht in der Durchführung von Symposien, Seminaren und dergleichen, in der Ausarbeitung von Studien, Analysen und Untersuchungen sowie in der Bereitstellung von Informationen in den verschiedenen Detailgebieten an die Mitgliedstaaten. Hierbei liegt ein besonderes Schwergewicht auf der technischen Hilfe, in deren Rahmen Stipendiaten aus Mitgliedstaaten geschult werden, sowie Unterstützung bei der Anwendung und Nutzung der Kernenergie in Entwicklungsländern durch Beratung an Ort und Stelle geleistet wird.

Besondere Bedeutung kommt der Arbeit der IAEO auf dem Gebiet der atomaren Sicherheit und des Umweltschutzes zu, wobei die Haupttätigkeit in der Erstellung von Codes, Standards und Richtlinien liegt. So wurden für Kernkraftwerke Sicherheitscodes und Richtlinien für die fünf Bereiche staatliche Organisation, Standortwahl, Konstruktion, Betrieb und Qualitätssicherung erarbeitet. Internationale Arbeitsgruppen befassen sich zum Beispiel mit den Problemen der Errichtung regionaler Kernbrennstoff-Kreislaufzentren, der Anwendung von Kernexplosionen für friedliche Zwecke und der Brüterreaktoren. Auch auf dem Gebiet der internationalen Hilfeleistung bei Strahlenunfällen ist die IAEO bemüht, Richtlinien zu erarbeiten. Österreichischerseits wird diese Tätigkeit besonders begrüßt, da nach Ansicht der zuständigen Stellen eine multilaterale Regelung dieses Bereiches zweckdienlicher wäre als bilaterale Abkommen mit einzelnen Staaten und dies darüber hinaus auch im Interesse einer weiteren Stärkung der Rolle der IAEO liegt.

Eine der Hauptaufgaben der IAEO ist die Ausübung der Sicherheitskontrolle, um zu gewährleisten, daß das Kernmaterial nur für friedliche Zwecke verwendet wird. Hier soll hervorgehoben werden, daß sich Österreich bei allen sich bietenden Gelegenheiten für eine Koordination bei den Aufgabenstellungen und Tätigkeiten internationaler Organisationen, z. B. Sicherheitskontrollen im Rahmen der IAEO und der OECD, ausgesprochen hat, und heute eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen diesen internationalen Organisationen besteht.

## 2.

Von größter Bedeutung für die praktische Entwicklung der Kernenergie in der Welt war die von den Vereinten Nationen vom 8. bis 20. August 1955 in Genf veranstaltete erste internationale Konferenz für die friedliche Entwicklung der Kernenergie.

Von dieser, aber auch bereits von den sehr umfangreichen internationalen und nationalen Vorbereitungen gingen sehr starke Impulse auf die Forschung und technische Tätigkeit aus.

Die Konferenz selbst, die unter Vorsitz von Dr. H. J. BHABHA (Indien) abgehalten wurde, brachte über 2000 Personen, Diplomaten, Wissenschaftler, Ingenieure und

Vertreter der Publizistik zusammen. Gleichzeitig fand auch die erste Atomausstellung statt. Auf der Konferenz selbst wurden nicht zugänglich gewesene Informationen über die wissenschaftlichen und besonders über die technischen Fortschritte auf dem Sektor der Kernenergie bekannt gemacht. Auch die Frage einer technischen Energiegewinnung durch gesteuerte Verschmelzungsreaktionen leichter Atomkerne war vom Vorsitzenden aufgeworfen worden. Von sowjetischer Seite war die Inbetriebnahme eines ersten industriellen Kernkraftwerkes für 5000 kW bekanntgegeben worden.

Über die praktischen Möglichkeiten der friedlichen Anwendung der Kernenergie verbreitete sich Optimismus, der sich hinsichtlich der Elektrizitätsproduktion aus Kernenergie im Zusammenhang mit der Suez-Krise im Jahr 1956 dann noch verstärkte.

### 3.

Diese beiden angeführten Ereignisse — Vorbereitungen zur Gründung der IAEO, die dann 1957 erfolgte, und Abhaltung der 1. Genfer Atomkonferenz der UNO — haben nicht nur in zahlreichen Ländern zu einer Intensivierung der Anstrengungen auf den verschiedensten Gebieten der Kernenergie geführt, z. B. zur Errichtung von Forschungs- und Entwicklungsanlagen, sondern auch zu einer sehr deutlichen Verstärkung der internationalen Zusammenarbeit im Rahmen regionaler Organisationen Anlaß gegeben.

### 4.

Auf dem rein wissenschaftlichen Gebiet ist die „Europäische Organisation für Kernforschung „CERN“ (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) (BGBl. 41/1960 und BGBl. 176/1971) anzuführen, deren Anfänge bis zum Dezember 1949 bzw. 1951 zurückreichen. Unter der Ägide der UNESCO wurde das CERN geschaffen, die Konvention über die Errichtung trat am 29. 9. 1954 in Kraft.

Österreich ist als 13. Staat beigetreten. Vom CERN sind zwei große Teilchenbeschleuniger gebaut worden: Ein Synchrozyklotron mit einer Energie von 600 MeV, seit 1957 in Betrieb, und ein Protonensynchrotron für Energien von über 28 GeV. Das CERN fördert die internationale Zusammenarbeit in der Kernforschung und hat außerhalb seiner Laboratorien durch den Austausch von wissenschaftlichen Arbeiten sowie durch seine Kontakte mit übrigen nationalen Forschungseinrichtungen, z. B. mit dem Kernforschungszentrum in Dubna, wissenschaftliche Verbindungen.

Aufgrund des neuen Programms (siehe BGBl. 176/1971) wurden Planung und Bau mit anschließendem Betrieb eines Laboratoriums mit einem Protonensynchrotron für Energien von etwa 300 GeV ausgeführt.

Diese sehr zufriedenstellend arbeitende internationale Organisation und auch die Errichtung und der Betrieb ihrer großen Anlagen waren ein gewisses Vorbild für die später im Bereich der OECD zur Planung und Ausführung gelangten gemeinsamen Projekte.

## 5.

Es wäre auch anzuführen, daß die kommunistischen Staaten am 26. 3. 1956 in Moskau ein gemeinsames Institut für Kernforschung errichtet haben, das, wie bekannt, in Dubna (Nahe Moskau) seine Anlagen hat. Auch dort sind unter anderem zwei große Teilchenbeschleunigeranlagen entstanden.

## 6.

Bestehende regionale Organisationen, im besonderen die OEEC bzw. OECD, bei denen der Schwerpunkt der zwischenstaatlichen westeuropäischen Arbeiten lag, sowie die Europäische Atomgemeinschaft, haben sich, ausgehend vom Energieproblem, dem Studium der Kernenergie und gemeinsamen Tätigkeiten zugewandt.

## 7.

Im Jahr 1953 waren bei der OEEC Untersuchungen über das europäische Energieproblem eingeleitet worden. Louis ARMAND, der Präsident des Aufsichtsrats der Französischen Staatseisenbahnen, arbeitete 1954 eine allgemeine Studie aus, in der die steigenden Energiekosten und der zunehmend zu erwartende Energieengpaß dargestellt wurden, durch den die europäische Wirtschaft bedroht war.

Im Jahr 1955 wurde durch eine OEEC-Expertengruppe (Vorsitz: Sir Harold HARTLEY) eine weitere Studie über das Energiewachstum und das sich ergebende Energiedefizit erarbeitet. Die Arbeiten veranlaßten auch die OEEC, sowohl für die Einleitung einer auf wirtschaftlichen Erwägungen abgestellten Energiepolitik, die auf die Verhältnisse und Interessen der Mitgliedsländer abgestellt ist, als auch auf eine gemeinsame Vorgangsweise bei der Planung und Entwicklung der Kernenergie zu sorgen.

Der OEEC-Ministerrat setzte am 10. 6. 1955 eine Gruppe von drei unabhängigen Fachleuten, bestehend aus den Herren Prof. L. NICOLAIDES (Griechenland) R. OCKRENT, (Botschafter, Belgien), Sir W. HARPAN (England) ein, die den möglichen Umfang, die Form und die Methoden für eine wirtschaftliche und finanzielle Zusammenarbeit der OEEC-Länder auf dem Atomgebiet zu prüfen hatte [C (55) 112 final]. Der Bericht dieser Expertengruppe vom 15. 12. 1955 [C (55) 305] wurde nach Sondierungen in 12 Hauptstädten, darunter in Wien, im Jänner 1956 veröffentlicht. Der Bericht befaßt sich einleitend mit der Nachfrage und den technischen Gegebenheiten der Erzeugung von Kernenergie.

Die Anregungen dieser Gruppe bezogen sich vor allem auf einen Erfahrungsaustausch; auf eine Gegenüberstellung nationaler Programme; eine Anpassung nationaler Gesetzgebungen, vor allem auf den Gebieten Gesundheitsschutz und Haftpflicht; die Schaffung einer gemeinsamen Sicherheitskontrolle; Förderung der Forschung; Ausbildung von Fachkräften und die Unterstützung gemeinsamer Projekte, die über die Wirtschafts- und Finanzkraft der einzelnen Mitgliedstaaten hinausgingen.

Die Experten sprachen sich weiter für die Einsetzung eines Kontrollbüros zur Überwachung der Verwendung von spaltbarem Material sowie für die Gründung von internationalen Unternehmungen für bestimmte Forschungsvorhaben aus.

Dieser Bericht wurde am 29. 2. 1956 vom OEEC-Ministerrat in seinen Grundzügen gebilligt und ein Sonderkomitee für Kernenergie eingesetzt, in dem die 17 Mitgliedstaaten zusammen mit den assoziierten Mitgliedern, die Vereinigten Staaten und Kanada, vertreten waren [Dokument c (56) 57].

Dieses Komitee hatte die Aufgabe, die aufgrund einer Serie von bilateralen Kontakten erstellten Vorschläge der drei unabhängigen Experten im multilateralen Rahmen in die Tat umzusetzen; das Ergebnis seiner Arbeiten bildete die Grundlage des Ratsbeschlusses vom 18. 7. 1956, betreffend eine gemeinsame Aktion der Mitgliedstaaten auf dem Gebiet der Kernenergie [Dokument c (56) 168 final]. Durch diesen Ratsbeschluß wurde ein Direktionskomitee als ständiges Organ der Organisation auf dem Gebiet der internationalen Zusammenarbeit bei der friedlichen Verwertung der Kernenergie eingesetzt, das u. a. auch die Voraussetzungen für die Gründung der Europäischen Kernenergie-Agentur schuf.

Die Statuten der Europäischen Kernenergie-Agentur (ENEA), die vom Rat der OEEC am 20. 12. 1957 verabschiedet wurden und mit 1. 2. 1958 in Kraft traten, sind in BGBl. 141/61 enthalten.

## 8.

Am 20. 12. 1957 unterzeichneten alle OEEC-Mitgliedstaaten die „Internationale Konvention über die Sicherheitskontrolle auf dem Kernenergiesektor“ (BGBl. 20/1960). Zwölf Mitgliedstaaten gründeten die „Europäische Gesellschaft für die chemische Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe“ (Eurochemic), zu dieser Zeit das erste gemeinsame internationale Projekt auf dem Gebiet der friedlichen Nutzung der Atomenergie (BGBl. 243/1959).

Der Zweck der OEEC-Sicherheitskontrolle war es, zu gewährleisten, daß der Betrieb von Gemeinschaftsunternehmungen der Organisation sowie Materialien, Ausrüstungen und Dienstleistungen, die aufgrund zu schließender Vereinbarungen von der Agentur oder unter ihrer Aufsicht zur Verfügung gestellt werden, keinen militärischen Zwecken dienen. In den Rahmen dieser Kontrolle wurden vor allem die Gemeinschaftsunternehmungen HALDEN, EUROCHEMIC und DRAGON einbezogen. Später ist auch diese Sicherheitskontrolle ausgesetzt und im Zusammenhang mit der IAEO-Kontrolle vorgenommen worden.

Aufgabe der Gesellschaft „EUROCHEMIC“ war es, ein Werk und Labor für die Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe zu errichten und zu betreiben, die Entwicklung der Verfahren und die Ausbildung von Fachkräften auf diesem Gebiet sicherzustellen sowie jede Forschungs- und industrielle Tätigkeit durchzuführen, um die Mitgliedstaaten der OEEC bzw. dann der OECD in die Lage zu versetzen, sich mit dieser neuartigen Technologie vertraut zu machen und die in ihren Atomreaktoren verwendeten Kernbrennstoffe unter wirtschaftlichen Bedingungen aufzuarbeiten. Die Gründung dieses Unternehmens erfolgte einerseits, um einem europäischen Bedürfnis Rechnung zu tragen, und andererseits, um auch kleineren Ländern die Teilnahme an der modernen Entwicklung zu ermöglichen.

Der EUROCHEMIC-Vertrag wurde auf 15 Jahre abgeschlossen. Nach dieser Zeit wurde der Aufarbeitungsbetrieb am 1. 1. 1975 eingestellt. Für eine Dauer von weiteren 5 Jahren (1974—1979) wird ein gemeinsames Arbeitsprogramm zur Behandlung und

Beseitigung der während des Aufarbeitungsbetriebes am Sitz des Unternehmens in Mol (Belgien) vorhandenen radioaktiven Abfälle durchgeführt. Auch die Abwicklung eines zusätzlichen Forschungsprogrammes im Zusammenhang mit den Arbeiten der IEA (Internationale Energie Agentur) ist im Studium begriffen.

## 9.

Der Vollständigkeit halber soll bemerkt werden, daß sich der Name der OEEC durch Unterzeichnung der Konvention über die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, die am 1. 10. 1961 wirksam wurde, in OECD geändert hat, nachdem die USA, Kanada und Japan ihren Beitritt vollzogen hatten.

Die Europäische Kernenergie-Agentur (ENEA) wurde 1972 unter Weglassung des Wortes „europäisch“ in „NEA“ übergeführt, nachdem Japan Vollmitglied geworden war. Die USA und Kanada sowie auch Australien, die einen assoziierten Status hatten, sind dann später der NEA beigetreten.

## 10.

Zu einer Darstellung über die internationale Zusammenarbeit gehört auch der Hinweis auf die von den 6 Ländern der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl — alle auch OEEC-Länder — im Zusammenhang mit den Tagungen in Messina am 1./2. 6. 1955 und in Brüssel geschaffenen Grundlagen für die Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM), deren Gründungsvertrag am 1. 1. 1958 wirksam wurde. Mit dem EURATOM-Programm, der Gemeinsamen Kernforschungsstelle und gemeinsamen Projekten wurde und wird auf die Kernenergie-Entwicklung ein nicht unwesentlicher Impuls ausgeübt.

## 11.

Österreich hat aufgrund besonderer Nachkriegsbedingungen — der Österreichische Staatsvertrag wurde im Mai 1955 abgeschlossen — die internationale Kernenergie-Entwicklung erst nach der 8. Generalversammlung der Vereinten Nationen 1953, bei der der damalige amerikanische Präsident Eisenhower seine Vorschläge über die friedliche Nutzung der Kernenergie darlegte, beobachtend verfolgen können. Eine aktive Befassung wurde durch die Einladung Österreichs zur Teilnahme an der 1. Genfer UNO-Konferenz für die friedliche Verwendung der Atomenergie und durch eine Einladung zum Abschluß eines bilateralen Vertrages mit den USA herbeigeführt.

## 12.

Die bilateralen Verträge waren vom Anbeginn der Tätigkeiten auf dem Atomgebiet für Empfängerländer die wahrscheinlich wertvollsten Instrumente, mit deren Hilfe Informationen auf dem Gebiet der Kernwissenschaft und Technik, der Gesundheit und Sicherheit, von Ausbildungsmöglichkeiten, Ausrüstung, Forschungsreaktoren mit Bau- und Betriebsinformationen, Spaltstoffe bei Gewährleistung der rein friedlichen Verwendung beschafft werden konnten.

Österreich schloß, wie viele andere Staaten, mit den USA ein Abkommen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der friedlichen Verwendung der Atomenergie, das am 8. 6. 1956 vorerst mit einer Gültigkeit von 5 Jahren vereinbart wurde. Im Rahmen dieses Vertrages hat Österreich technische Informationen, zwei Forschungsreaktoren, Kernmaterialien (für drei Reaktoren) und Geräte erhalten. Dieser Vertrag wurde über Wunsch beider Parteien durch das Abkommen vom 22. 7. 1959 (BGBl. 57/1960) ersetzt bzw. erweitert. Der Inhalt des Abkommens sieht — wie bisher — den Austausch von Informationen über Planung, Bau und Betrieb von Forschungsreaktoren, über Fragen der Gesundheit und Sicherheit, über die Verwendung radioaktiver Isotopen vor; er enthält außerdem die Lieferung entsprechender Kernmaterialien für den Reaktor in Seibersdorf und das Atominstitut der österreichischen Universitäten, auch wieder unter Beachtung entsprechender Sicherheitskontrollmaßnahmen.

Aufgrund des vorliegenden Abkommens wurde der ÖSGAE (Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie) für den von ihr zu errichtenden Reaktor eine finanzielle Beihilfe von 350.000 US\$ gewährt.

Im Artikel II des bilateralen Vertrages haben die Vertragspartner ihr gemeinsames Interesse an der IAEO bekräftigt und in Aussicht genommen, die IAEO zu gegebener Zeit mit der Handhabung der Kontrollmaßnahmen zu betrauen.

Im Jahr 1961 hat der Gouverneursrat der IAEO ein Kontrollsystem eingerichtet. Es war daher der Zeitpunkt gekommen, die Übertragung der amerikanischen Kontrollrechte auf die IAEO vorzunehmen. Im Einvernehmen mit den amerikanischen Vertragspartnern und der IAEO wurde nun ein „trilateraler Vertrag“ ausgearbeitet und am 15. 6. 1964 in Wien unterzeichnet (BGBl. 2/66). Damit wurden die im BGBl. 57/60 enthaltenen Kontrollbestimmungen ausgesetzt. Ein neuer dreiseitiger Vertrag ist nach Erfüllung bestimmter, die Sicherheitskontrolle der IAEO betreffenden Maßnahmen am 24. 1. 1970 in Kraft getreten (BGBl. 85/1970).

Das in Geltung gestandene bilaterale Abkommen mit den USA wurde am 14. 6. 1974 abgeändert (BGBl. 708/74) und läßt nun im Hinblick auf eine erweiterte Laufzeit von 44 Jahren langfristige Planungen zu.

Die Bestimmungen über die Lieferung von angereichertem Uran bzw. die Lohnanreicherung wurden geändert bzw. enger gefaßt.

### 13.

Durch die im Rahmen der OEEC vorhandenen Informationsmöglichkeiten und durch Kontakte mit Fachleuten der Marshallplanverwaltung erhielt man jene Informationen, die zur Vorbereitung der österreichischen Teilnahme an der 1. Genfer Konferenz benötigt wurden.

Es war erkennbar, daß von der Kernenergie, die um 1955 wohl die modernste Technologie war, auf die allgemeinen Forschungsarbeiten, die technischen Entwicklungen und das Ausbildungswesen starke Impulse ausgingen, wodurch aber auch die moderne Industriegestaltung nachhaltig beeinflußt wurde. Ein sehr wichtiges Problem, das besonders für Österreich aufgrund der gegebenen Umstände bedeutsam war, bestand in der Heranbildung junger Fachkräfte.

Durch die neuen, interessanten und anspruchsvollen Aufgabenstellungen, durch die Schaffung moderner Anlagen und moderner Arbeitsplätze, durch die internationalen Kontaktmöglichkeiten haben sich damals junge, schöpferische Kräfte angesprochen gefühlt und sich den Arbeiten mit der neuen Technologie zugewandt; dadurch konnte auch die Abwanderung von Fachkräften gebremst werden.

Unter dem Eindruck der 1. Genfer Konferenz bzw. der zunehmenden bilateralen und multilateralen Zusammenarbeit und der Erkenntnis, daß die Kernspaltung nicht nur auf dem Gebiet der Energieerzeugung, sondern auch in Forschung, Technik, Medizin, Biologie, Landwirtschaft und anderen Gebieten wertvolle Beiträge leisten kann, und in der Erkenntnis des großen industriellen Vorsprungs der meisten industriellen Länder wurde am 29. 6. 1956 von Vertretern des Staates, der E-Wirtschaft und Industrie die Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie GesmbH (ÖSGAE) gegründet, mit dem Hauptziel, die Grundlagen und die friedlichen Anwendungen der Atomenergie zu studieren. Damit sollten diese Anwendungen für Österreich erschlossen und hinreichend lange Zeit vor dem Bau von Kernkraftwerken ein ausreichender Erfahrungshintergrund geschaffen werden.

Mit Ministerratsbeschluß vom 13. 3. 1956 wurde die ÖSGAE beauftragt, das Reaktorzentrum Seibersdorf zu errichten. Das Zentrum wurde plangemäß am 29. 9. 1960 eröffnet und der Forschungsreaktor ASTRA in Betrieb genommen. In der Zwischenzeit hat dieser Reaktor mehr als 16 Jahre störungsfreien Betrieb hinter sich, und das Forschungszentrum Seibersdorf ist mit über 500 Mitarbeitern und etwa 100 Studenten zur größten, im wesentlichen vom Bund getragenen Forschungseinheit Österreichs geworden.

Zu bemerken wäre, daß sich das Programm der ÖSGAE, den Erfordernissen folgend, über die Kernenergie im engeren Sinne hinaus diversifiziert und neben der Energieforschung auch die Schwerpunktbereiche „Neue Technologien“, „Umweltschutz und Gesundheit“ sowie „Bildung und Ausbildung“ einbezogen hat.

Die Arbeitsergebnisse der ÖSGAE 1956—1976 sind in 1442 wissenschaftlichen Publikationen, 1321 technischen Arbeitsberichten sowie 202 Patenten niedergelegt. Unter der fachlichen Betreuung ihrer zehn wissenschaftlichen Institute sind 145 Diplomarbeiten und 218 Dissertationen entstanden. Aus der ÖSGAE sind 5 ordentliche, 5 außerordentliche Professoren und 17 Universitätsdozenten hervorgegangen.

Die ÖSGAE verfügt über sehr gute internationale Verbindungen. Sie ist mit wissenschaftlichen Beiträgen und Exponaten bei den drei Genfer Konferenzen 1958, 1964 und 1971 aufgetreten. Eine größere Zahl von Mitarbeitern konnte bei der Abwicklung internationaler Projekte (z. B. OECD-Projekt DRAGON und HALDEN) sowie durch die Teilnahme an Kernkraftwerksprojektierungen wichtige Erfahrungen gewinnen. Die ÖSGAE unterstützt seit Jahren die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO) beim Betrieb ihrer Labors in Seibersdorf und hat für deren Inspektionstätigkeit das Safeguards Analytical Laboratory (SAL) errichtet.

Die Probleme der Reaktorsicherheit und der Abfallbeseitigung stellten von Anfang an Schwerpunkte der Tätigkeit der ÖSGAE dar. Zahlreiche Mitarbeiter haben auf diesen Gebieten im Ausland Erfahrungen erworben und sich während vieler Jahre durch umfangreiche experimentelle Arbeiten, Berechnungen oder Konstruktionen als Experten qualifiziert. Auf den einschlägigen Gebieten sind die Institute der ÖSGAE durch Bescheid des Bundesministeriums für Bauten und Technik vom 10. 7. 1967 als autorisierte Versuchsanstalten anerkannt, die das Recht haben, über ihre Unter-

suchungen, Prüfungen usw. staatlich anerkannte Zeugnisse auszustellen. In dieser Funktion ist die ÖSGAE 1971 als Hauptgutachter für die Sicherheitsfragen des Kernkraftwerks Zwentendorf bestellt worden und seither mit einem Team von bis zu 60 Experten an der intensiven Prüfung von Planung und Bau der Anlage tätig.

Die Experten der ÖSGAE fühlen sich in dieser Tätigkeit als anerkannte, verantwortlich denkende und gewissenhafte Fachleute der Objektivität und Sorgfalt ganz besonders verpflichtet. Um die Unabhängigkeit der Arbeit dieser Experten besonders zu unterstreichen, wurde in der 47. Aufsichtsratssitzung vom 24. 3. 1976 eine Art Redakteurstatut beschlossen, das das Urteil der im Bewilligungsverfahren tätigen Mitarbeiter ausschließlich an ihr wissenschaftlich-technisches Gewissen bindet.

Sicherheitsaspekte werden von der ÖSGAE auch bei jenen Projekten betont, die sie gemeinsam mit österreichischen Industrieunternehmen durchführt, um deren technische Entwicklung zu fördern. Dies beweist z. B. die gemeinsam mit den Vereinigten Edelstahlwerken in Seibersdorf entwickelte Reinigungsanlage für radioaktive Abwässer von Kernkraftwerken, die eine internationale Spitzenleistung darstellt und bereits mehrfach exportiert wurde. Hierher gehört auch die Entwicklung eines Spannbetonbehälters, der als besonders bruchsicheres Reaktorgefäß konzipiert ist.

Neben den sicherheitstechnischen Aspekten der Kernenergie verfolgt die ÖSGAE u. a. auch mit Nachdruck Entwicklungen auf dem Gebiet der sicheren Beseitigung radioaktiver Abfälle. Auf Grund eines Beschlusses der Bundesregierung vom 19. 11. 1974 wird eine Verbrennungsanlage für radioaktive Abfälle errichtet, durch die die im Forschungszentrum vorhandenen Einrichtungen zu einer leistungsfähigen österreichischen Zentralstelle für die Sammlung, Verarbeitung und Zwischenlagerung für schwach- und mittelaktive Abfälle erweitert werden. Schon seit Jahren werden von der ÖSGAE erhebliche Mengen radioaktiver Abfälle aus Spitälern, Forschung und Industrie übernommen, verarbeitet und gelagert.

Das Übereinkommen über ein Internationales Energieprogramm (BGBl. 317/76) hat wichtige Auswirkungen auf verschiedene mit der Kernenergie im Zusammenhang stehende Probleme.

Im Kapitel VII — langfristige Zusammenarbeit im Energiebereich — wird im Artikel 42.1 (c) die Forderung aufgestellt, daß in der Forschung und Entwicklung im Energiebereich vorrangig gemeinsame Programme zu behandeln sind, u. a. für nukleare Sicherheit, Sonnenenergie, auf dem Gebiet der Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle und der rationellen Energieverwendung.

#### 14.

Österreich ist mit anderen Mitgliedsländern der Energie-Agentur auf diesen Gebieten tätig geworden. Am 20. 5. 1976 wurde auch von Österreich ein Übereinkommen über den technischen Informationsaustausch auf dem Gebiet der Reaktorsicherheitsforschung und -entwicklung unterzeichnet.

#### 15.

Am 2. 2. 1977 hat die Republik Österreich der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie GesmbH durch einen Bevollmächtigtungsvertrag den Auftrag erteilt, alle

der Republik aus der Beteiligung an der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit erwachsenden Rechte und Pflichten wahrzunehmen. Im einzelnen wurde die ÖSGAE im Sinne des § 3,1 ihrer Satzung mit der Durchführung der Beteiligung an folgenden Projekten beauftragt:

- Detaillierter Erfahrungsaustausch durch technische Berichte, Fortschrittsberichte, Expertentagungen usw. im Sinne des in Punkt 1 zitierten Durchführungsübereinkommens.
- Index der nuklearen Sicherheitsforschung (Nuclear Safety Research Index) als Informationssystem zur Übersicht über alle nuklearen Sicherheitsprojekte der Teilnehmerländer.
- Leistungsstoßanlage (Power Burst Facility — PBF) zur Untersuchung von Versagensmechanismen von Brennstoff und Brennstoffhüllen bei Störfällen und Unfällen.
- Testanlage für Kühlmittelverlust (Loss of Fluid Test Facility — LOFT) zur Untersuchung von Kühlmittelverlustunfällen bei einem nuklear-thermohydraulischen Kreislauf, bestehend aus Reaktor, Druckgefäß, Brennstoff, Pumpen, Dampferzeuger, Druckhalter, Rohren usw.
- Plenum Auffüllexperiment (Plenum Fill Experiment — PFE) bzw. Sicherheitskühlung-Bypass (Emergency Core Cooling Bypass-ECC Bypass) zur Untersuchung des Wiederauffüllvorganges des Reaktors nach Rohrbruch und der Funktionsweise der Kernnotkühlsysteme.
- Halden-Reaktor-Programm (Halden-Reactor-Project-Programme — Halden) zur Untersuchung von Reaktorschutzsystemen, Reaktorschutzrechnern und für Brennstoffuntersuchungen.
- Heißdampfreaktor (HDR) zur Untersuchung des Verhaltens von Komponenten und Armaturen des Primärkreises, des Reaktordruckgefäßes und der Sicherheitshülle bei Kühlmittelverlustunfällen usw.

Zur Finanzierung der Mitwirkung an diesen Projekten wurde zwischen der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie GesmbH und der Kernkraftwerk Planungsgesellschaft m. b. H. am 28. 1. 1977 ein Vertrag abgeschlossen, in dessen Rahmen die KKWP die Kosten der Beteiligung an den o. a. Projekten bis zu einer maximalen Höhe von 50 Millionen Schilling, exklusive Mehrwertsteuer, übernimmt. Um die Objektivität der Erzielung und des Transfers der Ergebnisse der o. g. Projekte sicherzustellen, wurde in dem Vertrag mit der KKWP vereinbart, daß keine außenstehende Stelle, insbesondere nicht die KKWP als Kostenträger, auf die sicherheitstechnische Beurteilung Einfluß nimmt.

## 16.

Auf dem Gebiet der Sonnenenergie hat Österreich am 20. 12. 1976 das „Durchführungsübereinkommen zur Erprobung von solaren Heiz- und Kühlsystemen“ unter dem Vorbehalt der Ratifikation unterzeichnet. In diesem Durchführungsübereinkommen sind Projekte zur „Entwicklung von Sonnenheizungs-, Kühlungs- und Heißwasserversorgungs-Systemen“, „Komponenten-Entwicklungen“ und „Entwicklung

eines Handbuches über Sonneneinstrahlungen“ sowie eines „Instrumentenverbandes“ vorgesehen.

Außerdem wurde Österreich bei der Verwaltungsratssitzung der IEA am 20./21. 11. 1975 zum „Lead Country“ für kleine solare Kraftwerke ausgewählt.

Aufgrund des Programmes der Energie-Agentur wurde um die zweite Hälfte 1975 bei der OECD/NEA die Tätigkeit auf dem Gebiet des radioaktiven Abfalls wesentlich verstärkt und ein internationales Programm für die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet neu erstellt. Die OECD/NEA übernahm die Verantwortung für dieses Programm als „Lead Organization“. Für die Lenkung dieses Programmes wurde das „Radioactive Waste Management Committee“ geschaffen, das im Einvernehmen mit anderen zuständigen Komitees (Strahlenschutz und Gesundheit, Sicherheit von nuklearen Anlagen) tätig ist.

Das neue Programm, das Schwerpunkte auf dem Gebiet der Studien für „Abfall-Lagerung in geologischen Formationen“ und für „Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Verfestigung radioaktiver Abfälle, besonders hoch-radioaktiver Abfälle“ beinhaltet, wird in Zusammenarbeit zwischen der OECD/IEA und der OECD/NEA erstellt.

Die österreichischen Aufgaben an diesem Projekt werden durch die ÖSGAE wahrgenommen, auch hier im Einvernehmen mit den zuständigen Ressorts.

Im gemeinsamen Programm „Rationelle Energieverwendung“ nimmt Österreich an den Projekten „Wärmepumpen“ und „Stufenweise Energienutzung und Dreifach-Dampfprozeß“ teil. Beide Durchführungsübereinkommen wurden von Österreich unter dem Vorbehalt der Ratifikation am 16. 3. 1977 unterzeichnet.

## 17.

Für die besonderen Aufgaben der österreichischen Hochschulen wurde in Wien/Prater ein eigenes Institut mit einem kleinen Forschungs- und Ausbildungsreaktor eingerichtet, das „Atominstitut der Österreichischen Hochschulen“. Mit Erlaß des Bundesministeriums für Unterricht vom 30. 6. 1957 wurde die Planung und Errichtung veranlaßt.

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte am 21. 3. 1962. Im selben Jahr wurde auch in diesem Laboratorium ein Teilchenbeschleuniger installiert.

## 18.

Ein weiterer kleiner Reaktor wurde in Graz im Rahmen des „Forschungszentrums des Vereins zur Förderung der friedlichen Verwendung der Kernenergie“ an der Technischen Universität errichtet.

## 19.

Für die weiteren Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der Kernenergie waren neben den viele Bände füllenden Referaten der 1. Genfer Atomkonferenz aus dem Jahr 1955

ein ausführlicher Bericht des Generalsekretärs der UNO wirksam, in dem über die Anwendung der Kernenergie zur Stromerzeugung für die Industrie und Landwirtschaft Ausführungen zur Vorlage an den Wirtschafts- und Sozialrat (1957. II. B. 2) bestimmt waren.

## 20.

Der 1. Genfer UNO-Konferenz für die friedliche Entwicklung der Kernenergie schlossen sich je im Abstand von mehreren Jahren weitere von der UNO veranstaltete große Tagungen in Genf an, und zwar 1958, 1964 und 1971. Bei all diesen Konferenzen wurden die in Betracht kommenden Gebiete der Forschung, Technik, Wirtschaft, des Energiebedarfes usw. behandelt. Es waren, wie Generaldirektor Dr. EKLUND kürzlich ausführte, Marksteine der Entwicklung. Als Fortsetzung dieser vier Genfer Konferenzen ist die vom 2. bis 13. 5. d. J. in Salzburg abgehaltene und diesmal von der IAEO allein organisierte Konferenz mit einer eingeschränkten Aufgabenstellung, und zwar „Die Kernenergie und ihr Brennstoffkreislauf“, anzusehen.

Auf der „1. Genfer Konferenz“ im Jahre 1955, bei der, wie schon erwähnt, erstmalig ein freier Meinungs austausch über wissenschaftliche und technologische Probleme erfolgt war, hatte sich über die weitere Nutzung der Kernenergie großer Optimismus verbreitet.

Bei der vom 1. bis 13. 9. 1958 abgehaltenen „2. Genfer Konferenz“ (unter dem Vorsitz von M. F. PERRIN, Frankreich) hat man sich weniger mit Zukunftserwartungen, um so mehr aber mit konkreten Problemen der Energieversorgung, der zwischenzeitig vorliegenden Betriebserfahrungen und mit Sicherheitsfragen beschäftigt. Großes Interesse fanden erstmalig Informationen über Experimente auf dem Gebiet der Kernfusion.

Über neue Kernkraftwerksprojekte wurde von mehreren Ländern berichtet, so von den USA, von Großbritannien, Frankreich und der UdSSR, die auch den Bau eines ersten atomgetriebenen Eisbrechers bekanntgab. Den Fortschritten in Physik, Metallurgie, Chemie, den Aufarbeitsverfahren, der Isotopentrennung und der medizinischen Anwendung wurde große Aufmerksamkeit entgegengebracht.

Anlässlich der „3. Genfer Konferenz“ vom 31. 8. bis 9. 9. 1964 (Vorsitz: W. S. EMELJANOV, UdSSR) waren für die ca. 3500 Teilnehmer die Themen der Kernkraftwerkentwicklung, des Baues, Betriebes und der Planung vorherrschend. Weitere Vortrags- und Gesprächsthemen waren wirtschaftliche Fragen, die internationale Zusammenarbeit, die kontrollierte Kernfusion, der Kernbrennstoff, Anwendungen der Isotopen- und Strahlenquellen in Wissenschaft, Technik, Medizin und Biologie. Österreich konnte sich mit sieben wissenschaftlichen Berichten beteiligen.

Bei dieser Konferenz wurde wieder eine Ausstellung veranstaltet, die 18 Regierungen beschickten und deren Zweck es war, den Konferenzteilnehmern ein besseres Verständnis der mündlichen und schriftlichen Berichte zu vermitteln sowie eine Demonstration der Anwendungsmöglichkeiten der Kernenergie in Industrie, Landwirtschaft, Medizin und Biologie zu geben. An dieser Ausstellung (7400 m<sup>2</sup>) beteiligte sich auch erstmals Österreich mit dem flächenmäßig kleinsten Ausstellungsstand von 40 m<sup>2</sup>. Die Organisation wurde von der ÖSGAE abgewickelt, die selbst Exponate zeigte. Weitere Ausstellungsstücke kamen von der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal und

von zwei österreichischen Unternehmungen. Der Bericht über die österreichische Beteiligung und den Verlauf der Konferenz wurde auch dem Parlament zur Kenntnis gebracht.

Die „4. Genfer Konferenz“ vom 6. bis 16. 9. 1971 (Vorsitz: Mr. GLENN T. SEABORG, USA), auch wieder von den Vereinten Nationen veranstaltet (Resolution A/RES/2406 [XXIII] vom 19. 12. 1968 und A/CONF. 49/3, vom 7. 8. 1970), hatte die zur Verhandlung vorgesehenen Themenstellungen neuerlich erweitert. Dies schon im Hinblick auf den abgeschlossenen Atomsperrvertrag, der bereits in 68 Staaten in Kraft getreten war.

## 21.

Seit erkannt wurde, daß mit der Kernspaltung große Mengen Energie frei werden, und seit der ständig zunehmenden Kernenergie-Anwendung begleitet diese eine Sicherheitskontrolle, mit der eine nicht friedliche Verbreitung der Kernenergie verhindert werden soll.

In der Entwicklung der Sicherheitskontrolle können 4 Phasen unterschieden werden: Die 1. Phase in Errichtung einer Sicherheitskontrolle lag in dem als „Baruch-Plan“ bekannten Vorschlag, der den Vereinten Nationen 1946 vorlag und u. a. die Errichtung einer internationalen Behörde vorsah, die eine Monopolstellung beim Betrieb nuklearer Anlagen ausüben sollte; es kam jedoch nicht zur Verwirklichung dieses Planes.

Die 2. Phase der Sicherheitskontrolle begann mit der bekannten Rede des amerikanischen Präsidenten Eisenhower vor der UNO-Generalversammlung im Dezember 1953. Die damals in Vorschlag gebrachte Einrichtung einer Internationalen Atomenergie-Agentur sollte eine Kontrolle über die von dieser weitergegebenen Kernmaterialien, Ausrüstungen und Informationen ausüben, damit diese weder direkt noch indirekt militärischen Zwecken zugeführt werden könnten. Auch im Rahmen der bilateralen Verträge, die die Vereinigten Staaten mit anderen Ländern abschlossen, wurde ein Kontrollsystem eingebaut und dieses später auf die IAEO im Rahmen der früher angeführten trilateralen Verträge übertragen.

Die 3. Phase der Geschichte der Sicherheitskontrolle beginnt in den sechziger Jahren, als die Entwicklung zum Atomwaffensperrvertrag (NPT) eingeleitet wurde. Dieser Vertrag wurde nach sehr schwierigen Verhandlungen fertiggestellt und von der Generalversammlung der UNO am 12. 6. 1968 approbiert (Resolution 2373 [XXII]). Er trat nach Ratifizierung durch die vorgesehene Zahl von Mitgliedern am 5. 3. 1970 in Kraft. Die IAEO wurde mit der Durchführung der Sicherheitskontrolle beauftragt, der Gouverneursrat setzte ein eigenes Komitee zur Erarbeitung eines entsprechenden Sicherheitskontrollsystems, das sogenannte „Safeguards Committee“ ein. Dieses tagte vom 12. 6. 1970 bis 10. 3. 1971 und schloß seine Arbeit mit einem Modell eines „Sicherheitskontrollabkommens“ ab, das für die in der Folge mit den Mitgliedern des NPT abzuschließenden Verträge als Richtlinien dienen sollte. Nach Genehmigung durch den Gouverneursrat wurde dieses Modell veröffentlicht; es bildet die Grundlage für das gegenwärtige System der IAEO-Sicherheitskontrolle.

Die vierte und gegenwärtige Phase der Sicherheitskontrolle ist von dem Bemühen der Mitglieder des NPT gekennzeichnet, die Sicherheitskontrollmaßnahmen der IAE0 zu vereinheitlichen und international zu stärken.

Entsprechend dem Fortgang dieser internationalen Sicherheitskontrolle war auch Österreich von dieser Entwicklung berührt, die vor allem in der zweiten Phase des oben beschriebenen Zeitablaufes eingeleitet wurde:

Es ist hier die Sicherheitskontrollkonvention der OEEC (später OECD) anzuführen (BGBl. 20/1960), über die bereits früher eine Aussage gemacht wurde. Auch die mit den USA abgeschlossenen Verträge enthielten Bestimmungen über die Sicherheitskontrolle (BGBl. 57/1960) und wurden dann im Rahmen trilateraler Verträge — wie bereits früher ausgeführt — auf die IAE0 übertragen (BGBl. 2/1966).

Österreich hat den Atomsperrvertrag (BGBl. 258/1970) am 4. 6. 1969 ratifiziert, der am 5. 3. 1970 in Kraft trat. Der Vertrag bestimmt in seinem Artikel III, daß Nicht-atomwaffenstaaten, die dem Vertrag beitreten, mit der IAE0 ein Kontrollabkommen innerhalb der im Vertrag festgelegten Frist zu schließen haben. Österreich hat daher im Frühjahr 1971 mit der IAE0 ein Sicherheitskontrollabkommen ausgehandelt und abgeschlossen, das am 23. 7. 1972 in Kraft getreten ist (BGBl. 239/1972). Mit diesem gegenwärtig in Geltung befindlichen Abkommen wurde auch die bisherige Sicherheitskontrollvereinbarung des trilateralen Vertrages überflüssig und daher für die Geltungsdauer dieses bestehenden Abkommens mit selbem Tage suspendiert (BGBl. 240/1972).

Auf der Grundlage dieses Sicherheitskontrollabkommens führt die IAE0 entsprechend ihrem neuentwickelten „umfassenden“ Sicherheitskontrollsystem die Sicherheitskontrolle in Österreich durch.

Da die Sicherheitskontrolle sich wesentlich auf ein innerstaatliches Kontrollsystem abstützt, wurden in Österreich die gesetzlichen Grundlagen zur Errichtung eines solchen staatlichen Kontrollsystems durch das Sicherheitskontrollgesetz (BGBl. 408/1972), das am 24. 11. 1972 in Kraft trat, geschaffen, wobei in diesem Gesetz neben der eigentlichen Sicherheitskontrolle der komplementäre Bereich der Exportkontrolle mitbehandelt wurde, auf welchen weiter unten kurz eingegangen wird.

Der Umfang der IAE0-Sicherheitskontrolle aufgrund des Artikels III/1 des NPT umfaßt nicht nur, wie beim früheren System, einzelne Kernanlagen, sondern den gesamten Brennstoffkreislauf des jeweiligen Vertragsstaates und damit alles auf dessen Territorium befindliche Kernmaterial. Der Begriff Kernmaterial umfaßt gemäß der Definition des Artikels XX des Statuts der IAE0 (BGBl. 216/1957) Thorium, Uran und Plutonium als Ausgangs- oder besonderes spaltbares Material. Sobald es jenen Reinheitsgrad erreicht hat, daß es nach der Erzverarbeitung in den Brennstoffkreislauf eingeführt werden kann, unterliegt es der Sicherheitskontrolle.

Der Zweck der Kontrolle ist gemäß Artikel 2 des Sicherheitskontrollabkommens (BGBl. 239/1972) darauf gerichtet, rechtzeitig eine Abzweigung von Kernmaterial von der friedlichen Verwendung zur Erzeugung von Kernwaffen oder anderen nuklearen Sprengvorrichtungen oder für unbekannte Zwecke aufzudecken bzw. von einer solchen Abzweigung durch das Risiko der Entdeckung abzuhalten.

Ein bedeutendes Wesensmerkmal der IAE0-Sicherheitskontrolle ist das Formalerfordernis des Staates, ein eigenes staatliches System der Erfassung und Kontrolle

von Kernmaterial zu errichten. Die Sicherheitskontrollmaßnahme von grundlegender Bedeutung ist beim nationalen Kontrollsystem die Materialbuchhaltung, die auf einem System von „Materialbilanzbereichen“ basiert. In Österreich bestehen gegenwärtig für die vier Kernanlagen (drei Forschungsreaktoren: Seibersdorf, Wien/Prater, Graz; das zukünftige Kernkraftwerk Zwentendorf) je ein Materialbilanzbereich sowie ein fünfter Materialbilanzbereich für die im übrigen Bundesgebiet vorhandenen kleinen Mengen von Kernmaterial. Für jeden dieser Materialbilanzbereiche wird eine Materialbilanz erstellt, die in periodischen Abständen durch eine tatsächliche Bestandsaufnahme (Inventur) überprüft wird. Sollte eine Differenz zwischen Buchbestand und Ergebnis der Bestandsaufnahme vorkommen — man spricht hierbei von MUF (Material unaccounted for) — so müssen Untersuchungen angestellt werden, um festzustellen, wieso dieser MUF vorliegt. Es kann sich dabei um Rechenfehler, Meßfehler, aber auch um Diebstahl u. dgl. handeln.

Die Sicherheitskontrollabkommen der IAE0 enthalten grundlegende Erfordernisse für ein nationales Kontrollsystem und bestimmen u. a., daß für jeden Materialbilanzbereich Aufzeichnungen zu führen sind und über den Materialbestand bzw. dessen Änderungen ein Bericht an die IAE0 zu erstellen ist.

## 22.

Das österreichische staatliche Sicherheitskontrollsystem ist auf der Basis dieser im Sicherheitskontrollabkommen allgemein gehaltenen Kriterien auf einer Gliederung in vier Systembereiche aufgebaut: Meßsystem, Aufzeichnungssystem, Berichtssystem und Inspektionssystem. Demnach sind in den Materialbilanzbereichen, die Kernanlagen umfassen, von den Betreibern die Kernmaterialmengen bei Empfang bzw. periodisch wiederkehrend zu messen (wägen, abzählen), über die Ergebnisse Aufzeichnungen zu führen, die in festgelegten Perioden an die staatliche Kontrollbehörde im Bundeskanzleramt zu richten sind. Aus diesen Berichten werden in dafür vorgesehenen Zeitabständen Berichte an die IAE0 erstellt. Auf der Grundlage dieser Berichte werden durch Inspektionen in den Anlagen die vorhandenen Aufzeichnungen überprüft und Materialbestände kontrolliert. Aus Rationalitätsgründen werden gegenwärtig die staatlichen Inspektionen mit denen der internationalen Sicherheitskontrolle der IAE0 möglichst gemeinsam durchgeführt.

Für die kleinen Mengen von Kernmaterial außerhalb von Anlagen ist die Kontrolle technisch und verfahrensmäßig leichter, so daß für die Inhaber solcher Mengen die Verpflichtungen einfacher zu fassen sind. Es wird daher in einer noch zu erlassenden Verordnung besonders jener Bereich geregelt werden.

Im Bereich der internationalen Verbringungen von Kernmaterial hat die IAE0 aufgrund der von den einzelnen Mitgliedstaaten eingehenden Berichte eine eigene Kontoführung entwickelt, die es ihr ermöglicht, jeden internationalen Transfer zu erfassen. Auf dem Prinzip der Doppelmeldung aufbauend werden Transfermengen von diesen Konten erst abgebucht, wenn von dem Versand- wie auch vom Empfängerstaat die gleiche Menge Kernmaterial gemeldet wird. Damit kann die IAE0 jederzeit nicht eingelangte Mengen aufzeigen und Nachforschungen über deren Verbleib anstellen.

Um jedoch im internationalen Bereich die angestrebte Universalität der Sicherheitskontrolle zu erreichen, wurde im Atomsperrvertrag vorgesehen, daß Ausfuhren von

Kernmaterial in Nichtatomwaffenstaaten nur erfolgen sollen, wenn im Empfängerland die IAEO-Sicherheitskontrolle auf das gelieferte Kernmaterial bzw. auf das mit diesem in irgendeinem Zusammenhang stehende Kernmaterial angewendet wird. Jedes Mitglied des Atomsperrvertrages hat daher eine Exportkontrolle einzurichten, der die auf international breiter Basis erstellte Liste von Waren unterliegen soll. Zu dieser Liste gehören neben Kernmaterial (Thorium, Uran, Plutonium) auch Ausrüstungskomponenten (z. B. Reaktoren, wie Teile davon) und nichtnukleare Materialien (z. B. Schwerwasser, Graphit), die für die Behandlung oder Verwendung von Kernmaterial notwendig sind.

Österreich hat dieser Verpflichtung aus dem Atomwaffensperrvertrag ebenfalls in dem bereits erwähnten Sicherheitskontrollgesetz (BGBl. 408/1972) Rechnung getragen. Alle Ausfuhren der einschlägigen Waren, wie sie in einer eigenen Verordnung (BGBl. 629/1975) aufgelistet sind, bedürfen der Bewilligung des Bundeskanzlers, wobei in einem vorhergehenden Verfahren die Bedingungen im Empfängerland entsprechend geprüft werden.

### 23.

Als ein besonderes Problem im Zusammenhang mit den internationalen Tätigkeiten auf dem Atomgebiet wurde eine zufriedenstellende Regelung der Haftungsfrage angesehen.

Bei der OEEC (später OECD) liefen seit Anfang 1957 Verhandlungen mit dem Ziel, in einem internationalen Übereinkommen gemeinsame Rechtsvorschriften für die Haftung für Schäden, die durch die Anwendung der Kernenergie verursacht werden, auszuarbeiten.

Österreich hat das im Rahmen der OECD/NEA ausgearbeitete Übereinkommen über die Haftung gegenüber Dritten auf dem Gebiet der Kernenergie vom 29. 7. 1960 (Pariser Übereinkommen) samt dem Zusatzprotokoll hiezu vom 28. 1. 1964 und das Brüsseler Zusatzübereinkommen zum Pariser Übereinkommen vom 31. 1. 1963 samt dem Zusatzprotokoll hiezu vom 28. 1. 1964 unterzeichnet.

Das Pariser Übereinkommen ist seit April 1968 in Kraft und findet derzeit Anwendung auf: Bundesrepublik Deutschland, Belgien, Dänemark, Spanien, Finnland, Frankreich, Griechenland, Italien, Norwegen, Vereinigtes Königreich, Schweden, Türkei und Österreich.

Sie kanalisiert jegliche Haftung auf den Inhaber einer Kernanlage, der eine entsprechende Versicherungsdeckung aufrechtzuerhalten hat; der Haftungsmindestbetrag des Inhabers einer Kernanlage für einen durch ein nukleares Ereignis verursachten Schaden beträgt gemäß Artikel 7 (b) des Pariser Übereinkommens fünf Millionen Rechnungseinheiten, der Haftungshöchstbetrag fünfzehn Millionen Rechnungseinheiten (1 Rechnungseinheit beträgt nach wie vor S 25,—).

Der gemäß Brüsseler Zusatzübereinkommen festgelegte Haftungshöchstbetrag umfaßt 120 Millionen RE, wobei vorgesehen ist, daß die Deckung bis zum Betrag von 5 Millionen RE vom Betreiber einer Kernanlage aus Mitteln, die aus einer Versicherung oder sonstigen finanziellen Sicherheit stammen, zwischen diesem Betrag und 70 Millionen RE durch öffentliche Mittel, die von derjenigen Vertragspartei bereitzustellen sind,

in deren Hoheitsgebiet die Kernanlage des haftenden Inhabers gelegen ist, und zwischen 70 und 120 Millionen RE durch öffentliche Mittel, die von den Vertragsparteien bereitzustellen sind (Solidarhaftung), geleistet werden muß.

Das Pariser Übereinkommen und das Brüsseler Zusatzübereinkommen wurden von Österreich bisher nicht ratifiziert. Im Rahmen der OECD/NEA sind gegenwärtig Bemühungen um eine Modernisierung der beiden Abkommen im Gange.

## 24.

In Österreich ist die Haftung für Schäden durch Kernanlagen, Kernmaterialien und Radionuklide im Bundesgesetz vom 29. 4. 1964 (BGBl. 117) über die Haftung für nukleare Schäden (Atomhaftpflichtgesetz) geregelt, zuletzt geändert durch den Artikel XXXIII des Bundesgesetzes BGBl 91/1976.

Das Österreichische Atomhaftpflichtgesetz entspricht weitgehend den Grundsätzen des bereits genannten Pariser Übereinkommens vom 29. 7. 1960.

Die Darstellung der Haftung für Schäden aus Radionukliden (d. s. im Sinn dieses Bundesgesetzes radioaktive Stoffe, die nicht Kernmaterialien sind) kann in diesem Zusammenhang unterbleiben, weil es sich bei den Radionukliden um Gefahrenquellen handelt, die nur Schäden geringeren Umfangs hervorrufen können und die grundsätzlich nicht von Kernanlagen ausgehen.

Wird durch ein nukleares Ereignis, das von einer Kernanlage oder von Kernmaterialien in Österreich ausgeht, ein Mensch getötet oder verletzt oder eine Sache beschädigt, so haftet der Betriebsunternehmer (§ 3).

Als ein nukleares Ereignis im Sinne dieses Bundesgesetzes gilt ein schädigendes Ereignis, das durch Kernumwandlungsvorgänge verursacht wird (§ 1). Die Kernanlagen können von verschiedener Art sein (§ 2 Abs. 1). In erster Linie kommen Kernreaktoren in Betracht; es sind dies technische Anlagen zur kontrollierten Gewinnung von Kernenergie. Kernanlagen sind aber auch Fabrikanlagen, die der Herstellung, der Verwendung, der Aufbewahrung, der Wiederaufarbeitung und der Unschädlichmachung von Kernmaterialien dienen. Kernmaterialien sind spaltbare Kernbrennstoffe und die aus solchen hervorgegangenen radioaktiven Erzeugnisse und Abfälle, nicht jedoch die Radionuklide (§ 2 Abs. 2). Betriebsunternehmer ist derjenige, dem die Verfügungsgewalt zukommt und auf dessen Rechnung diese Verfügungsgewalt ausgeübt wird.

Die Haftung des Betriebsunternehmers (§ 3) ist eine über das Verschulden hinausgehende Kausalhaftung, wobei auch Fälle höherer Gewalt eingeschlossen sind; hingegen wirken nukleare Ereignisse, die durch Krieg, ein kriegerisches Unternehmen, Bürgerkrieg, Aufruhr oder Aufstand ausgelöst werden, haftungsbefreiend (§ 9). Hat bei der Entstehung des Schadens ein Verschulden des Geschädigten mitgewirkt, so ist der § 1304 ABGB anzuwenden (§ 7). Das Verschulden des Geschädigten kann somit zu einer Minderung der Ersatzpflicht des Betriebsunternehmers, unter Umständen sogar zur Aufhebung dessen Ersatzpflicht führen.

Die Haftung für Personenschäden ist auf bestimmte Arten von Schäden beschränkt. Zu ersetzen sind die Kosten der Heilung und der versuchten Heilung, der Vermögensnachteil aus der Aufhebung oder der Minderung der Erwerbsfähigkeit, die Kosten aus der Vermehrung der Bedürfnisse, die Kosten angemessener Bestattung, im Fall

längeren Siechtums ein angemessenes Schmerzensgeld und im Fall dauernder Verunstaltung der Verunstaltungsschaden; schließlich sind gesetzliche Unterhaltsansprüche zu ersetzen (§§ 12 und 13).

Bei Sachschaden ist der gemeine Wert der beschädigten Sache zu ersetzen (§ 15 Abs. 1 Z. 2).

Weiter ist die Haftung mit bestimmten Haftungshöchstbeträgen begrenzt, und zwar sowohl insgesamt für das Ereignis als auch für den einzelnen Geschädigten. Der größere Teil der Gesamtsummen ist zur Deckung von Personenschäden vorgesehen, der Rest zur Deckung von Sachschäden. Bei Personenschäden ist die Entschädigung je getöteter oder verletzter Person mit 1,200.000 Schilling begrenzt (§ 15 Abs. 1 Z. 1). Im Fall der Tötung oder der Verletzung mehrerer Menschen durch dasselbe nukleare Ereignis ist eine Haftungshöchstsumme von 375,000.000 Schilling vorgesehen (§ 15 Abs. 1 Z. 1).

Zur Deckung der Haftpflicht ist, sofern Haftpflichtiger nicht der Bund ist, eine geeignete Sicherstellung einer oder verschiedener Arten zu erbringen, wobei die Sicherstellung bestimmte Beträge, die allerdings niedriger als die Haftungshöchstbeträge sind, erreichen muß. Das Bundesministerium für Finanzen entscheidet auf Antrag des Haftpflichtigen mittels Bescheides darüber, ob die im Einzelfall angebotene Sicherstellung geeignet ist; besteht die Sicherstellung in einer Haftungserklärung des Bundes gegenüber dem Haftpflichtigen, so bedarf es nicht eines derartigen Bescheides (§ 17). Soweit der Bund nicht selbst haftpflichtig ist, hat er den Haftpflichtigen hinsichtlich des Unterschiedsbetrages zwischen der Sicherstellungssumme und der Haftungshöchstsumme schadlos zu halten; überdies ist das Entstehen des Bundes in allen Fällen vorgesehen, in denen die Sicherstellung überhaupt nicht oder nur teilweise oder nicht mehr besteht (§ 21).

## 25.

Die Entwicklungen und Fortschritte der Kernenergie werden bei den jährlichen IAEO-Generalkonferenzen, die seit 1957 mit drei Ausnahmen in Wien abgehalten werden, diskutiert. Die Berichte über diese Generalkonferenzen werden der Bundesregierung und dem österreichischen Parlament vorgelegt, wobei der Bericht über die jährliche Generalkonferenz der IAEO seit dem Berichtsjahr 1975 in den außenpolitischen Bericht des Bundesministeriums für Auswärtige Angelegenheiten an das Parlament aufgenommen wird.

## 26.

Die sich verstärkende Kernenergieentwicklung in vielen Teilen der Welt hat natürlich auch ihre Auswirkungen auf das Programm der IAEO und auf die von dieser Organisation durchgeführten Fach- und Weiterbildungsveranstaltungen. Eine Darstellung dieser fachlichen Veranstaltungen über den Zeitraum 1973 bis 1976 zeigt, daß in vier Jahren 55 große Konferenzen, Symposien und Seminare mit insgesamt 9353 Teilnehmern aus durchschnittlich 60 bis 70 Ländern stattgefunden haben. Zusätzlich gab

**27.**

es noch 540 kleinere Tagungen, Beratergruppen, technische Komitees — sehr oft auch in Wien.

Auch bei der Anfang Mai in Salzburg stattgefundenen IAEO-Tagung, die, wie schon erwähnt, als Fortsetzung der bisherigen Genfer Atomkonferenzen gedacht war, wurde auch über die Energiesituation ein besonders aufschlußreiches Referat gehalten, und zwar vom Exekutivdirektor der OECD/IEA (Internationale Energie-Agentur, Dr. LANTZKE). Der Redner führte hiebei aus, daß es trotz aller Bemühungen, die Öl- und Gaslieferungen an die OECD-Länder zu erhöhen und die Kohleförderung auszudehnen, noch eines größeren Beitrags seitens der Kernenergie bedürfe, um die Versorgung in ausreichendem Maße sicherzustellen. Er warnte vor der Möglichkeit eines nuklearen Engpasses.

Als die IEA im November 1976 eine Studie über die Energieversorgung bis 1985 abgeschlossen hatte, deutete die Beurteilung der damaligen Politik darauf hin, daß die für 1985 geplante Nuklearkapazität der OECD 325 GW<sub>e</sub> betragen und die erzeugte Kernenergie 9,3 Millionen Barrels pro Tag Öl-Äquivalent entsprechen würde. Seit damals mußte die IEA ihre Schätzungen für 1985 nach unten auf 253 GW<sub>e</sub> und den Beitrag der Kernenergie auf 7,2 Millionen Barrels Öl-Äquivalent korrigieren. Dr. LANTZKE meinte, daß ein Energieengpaß nicht überbrückt werden könnte. Diese Ungewißheit über die Versorgung wird um so größer, je weiter die derzeitige Entwicklung über 1985 hinaus projiziert wird. Falls in den frühen neunziger Jahren keine weitreichenden Öl- und Gasreserven gefunden werden, könnte die Weltproduktion der Kohlenwasserstoffe abzusinken beginnen. Für einen Übergang von der übermäßigen Verwendung von Öl auf andere Energieformen müssen bereits lange, bevor dieser Punkt erreicht ist, entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.

**28. OECD-Umweltkomitee/Grenzüberschreitende Umweltverschmutzung**

Auf der Grundlage eines Beschlusses der OECD-Umweltminister vom November 1974 über einige Grundsätze, betreffend die grenzüberschreitende Umweltverschmutzung, hat sich eine Arbeitsgruppe, betreffend grenzüberschreitende Umweltverschmutzung, im Rahmen der OECD konstituiert. Diese Gruppe befaßt sich mit jeder Art von grenzüberschreitender Umweltverschmutzung einschließlich jener, die von Kernkraftwerken herrührt.

Diese Arbeitsgruppe, deren Vorsitz derzeit von einem Angehörigen des Völkerrechtsbüros des Bundesministeriums für Auswärtige Angelegenheiten wahrgenommen wird, setzte sich in einer ersten Phase mit jenen Grundsätzen auseinander, die aus rechtlicher Sicht einen weitestgehenden Schutz des vom Umweltschaden betroffenen Individuums gewährleisten sollen. In der von der Gruppe ausgearbeiteten Empfehlung betreffend „equality of access and non-discrimination“ wurden die Staaten u. a. aufgefordert

- sicherzustellen, daß der Ausländer, der das Opfer einer grenzüberschreitenden Umweltschädigung geworden ist oder einer diesbezüglichen Gefährdung ausgesetzt ist, in jenem Land, in dem sich die schädigende oder gefährliche Anlage befindet oder errichtet werden soll, dieselbe Behandlung erfährt wie im Fall eines innerstaatlichen Schadens oder einer innerstaatlichen Gefährdung;

- sicherzustellen, daß der Ausländer berechtigt ist, sich an allen Verwaltungs- und Gerichtsverfahren zu beteiligen, die sich mit der Verhinderung oder Eindämmung von Umweltschäden oder mit der Frage des Schadenersatzes befassen;
- sicherzustellen, daß das Ursprungsland jenes Land, das der Gefährdung oder der Schädigung ausgesetzt ist, ebenso wie die betroffenen Personen laufend informiert.

Diese Arbeitsgruppe wird sich in einer zweiten Phase mit der völkerrechtlichen Haftung und Verantwortlichkeit der Staaten für Umweltschäden über die Grenze auseinandersetzen.

## 29. Grenznahe Kernkraftwerke

Die Bundesregierung war stets bestrebt, die Frage des Standorts kerntechnischer Anlagen in Grenznähe mit dem Nachbarstaat, in dem die Errichtung eines solchen Kraftwerks geplant ist, zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu erörtern, um allfällige österreichische Bedenken und Wünsche rechtzeitig deponieren zu können.

Bisher sind wegen geplanter Kernkraftwerke mit der Schweiz (Standort Rüthi), mit der BRD (Standort Pleinting und Marienberg) und mit der Tschechoslowakei (Standort Dukovany) Kontakte aufgenommen worden.

a) Das Problem der Wahl des Standortes für ein Kernkraftwerk im schweizerischen Rheintal bei Rüthi ist nunmehr seit beinahe 5 Jahren wiederholt zwischen der Schweiz und Österreich erörtert worden. Die Österreichische Bundesregierung ist mit der Vorarlberger Landesregierung der Auffassung, die Grenznähe des geplanten Standortes könnte Auswirkungen vor allem landschaftsästhetischer und klimatologischer Art auf das österreichische Bundesgebiet haben. Es ist daher das Bestreben der Bundesregierung, die schweizerische Seite davon zu überzeugen, für das Kraftwerk einen besseren Standort zu wählen.

Zur Untersuchung aller möglichen Probleme, die sich aus der Wahl des in Aussicht genommenen Standortes ergeben könnten, wurde schon im Oktober 1972 eine österreichisch-schweizerische Expertenkommission eingesetzt. Die österreichischen Überlegungen zum Projekt Rüthi sind überdies seit Mai 1972 stets Gegenstand der persönlichen Kontakte zwischen dem Bundesminister für Auswärtige Angelegenheiten und dem Vorsteher des Eidgenössischen Politischen Departements gewesen, wobei immer wieder die großen Besorgnisse, die in der Vorarlberger Bevölkerung, aber auch in der Österreichischen Bundesregierung in diesem Zusammenhang bestehen, hervorgehoben werden.

Der Bericht der Eidgenössischen Kühlturmkommission über die Auswirkungen des Kühlturms des geplanten Kernkraftwerkes Rüthi auf die Umwelt bildet eine der wesentlichen Grundlagen für die schweizerische Entscheidung über den Standort dieses Kernkraftwerkes. Dieser Bericht, der dem Bundesministerium für Auswärtige Angelegenheiten im November 1974 zugegangen ist, besagt in seinen Schlußfolgerungen, daß nach Auffassung der Kühlturmkommission die im Zusammenhang mit der geplanten Errichtung des Kühlturms erhobenen Forderungen der Lärmbekämpfung, der Wasserwirtschaft und des Gewässerschutzes ohne wesentliche technische Schwierigkeiten erfüllt werden könnten, so daß keine Gründe vorlägen, die eine Ablehnung des Kühlturms des betreffenden Projektes erfordern würden.

Im Dezember 1974 hat eine Begehung des in Aussicht genommenen Standortes Rüthi durch österreichische und schweizerische Experten für Geologie und Geophysik stattgefunden, wobei die österreichischen Experten zu der Auffassung kamen, daß von allen bekannten projektierten, im Bau befindlichen oder in Betrieb gehenden Kernkraftwerken der Standort Rüthi einen der weniger günstigen Standorte in Europa darstellt, ganz abgesehen von meteorologischen und landwirtschaftlichen Nachteilen, die hiebei nicht zur Debatte standen.

Gemäß einer diesbezüglichen Vereinbarung mit der schweizerischen Seite hatten die zuständigen österreichischen Stellen Gelegenheit, das Ergebnis des Berichtes der Eidgenössischen Kühlturmkommission auch vom Gesichtspunkt der österreichischen Interessen zu untersuchen. Diese Überprüfung anhand des neuesten technischen und wirtschaftlichen Entwicklungsstandes wird derzeit abgeschlossen. Ein Termin für weitere österreichisch-schweizerische Expertengespräche ist noch nicht festgelegt.

Inzwischen wurde auch in der Schweiz die Frage der Notwendigkeit der geplanten Kernkraftwerke zum Gegenstand öffentlicher Diskussion. Als Ergebnis dieser Diskussion ist festzustellen, daß der Plan, ein solches Kernkraftwerk in Rüthi zu errichten, für die Schweiz vorerst weniger dringlich geworden ist. Dennoch sind die zuständigen schweizerischen Stellen an einer Fortsetzung der Expertengespräche interessiert.

b) Wegen der geplanten Kernkraftwerke in Bayern bei Pleinting (Passau) und bei Marienberg (Rosenheim) wurde mit den zuständigen deutschen Behörden in Bonn und München Kontakt aufgenommen.

Bei dem Projekt Pleinting handelt es sich derzeit lediglich um eine Standortvorsorge-Planung des Landes Bayern. Die Bayern-Werke AG haben ein Raumordnungsverfahren beantragt, um sich für die Zukunft den Standort Pleinting zu sichern. Von der Regierung des Regierungsbezirks Niederbayern ist ein Raumordnungsbescheid mit entsprechender Auflage ergangen. Die Bayern-Werke haben aber bisher noch keinen Antrag auf Genehmigung zur Errichtung eines solchen Kernkraftwerkes gestellt. Darüber würde die bayerische Staatsregierung im Einvernehmen mit den in Betracht kommenden bayerischen Zentralstellen entscheiden. Diese unterstehen aber in Kernkraftwerksangelegenheiten im Rahmen der sogenannten Bundesauftragsverwaltung dem Bundesministerium des Inneren in Bonn.

Erhebungen in Bonn haben ergeben, daß im Bundesministerium des Inneren weder ein diesbezüglicher Antrag noch offizielle Planungsunterlagen vorliegen. Vom Bundesministerium des Inneren in Bonn wurde gegenüber der österreichischen Botschaft versichert, daß man deutscherseits mit Österreich jedenfalls in Kontakt treten wird, sobald das Projekt in ein konkretes Stadium tritt.

Anläßlich des Besuches des bayerischen Ministerpräsidenten GOPPEL in Wien hat dieser versichert, daß die Entscheidung über die Errichtung eines Kernkraftwerkes in Pleinting erst 1980 getroffen werden wird. Man ist überdies in München der Ansicht, daß eine Errichtung des Kernkraftwerkes selbst bei nunmehriger Antragstellung und glattem Verlauf des Verfahrens wohl nicht vor 1983 in Betracht käme.

Die bayerische Isar-Amperwerke AG hat neben anderen Räumen innerhalb ihres Versorgungsgebietes auch im Raum Rosenheim bei Marienberg Möglichkeiten für die spätere Errichtung eines Kernkraftwerkes geprüft. Das Bundesministerium für Auswärtige Angelegenheiten hat sich unmittelbar nach Bekanntwerden dieses Pro-

jekt es im Jahr 1974 mit den zuständigen deutschen Behörden in Verbindung gesetzt und erhielt die Auskunft, daß hinsichtlich dieses Projektes sich keine Anhaltspunkte ergeben haben, die auf dessen baldige Realisierung schließen lassen würden. Es sind bei den deutschen Behörden keine Anträge auf Einleitung der durchzuführenden Verfahren gestellt worden.

Im übrigen ist noch zu erwähnen, daß im Rahmen der österreichisch-deutschen Raumordnungskommission derzeit aufgrund eines Beschlusses vom Juni 1976 Empfehlungen hinsichtlich der Energieregulierung und Energieversorgung im Grenzraum ausgearbeitet werden. Diese Empfehlungen, die der österreichisch-deutschen Raumordnungskommission zur Beschlußfassung vorgelegt werden sollen, sehen eine verstärkte Koordination und Kooperation bei der Errichtung von Energieanlagen, im besonderen von Kernkraftwerken im österreichisch-deutschen Grenzraum vor.

c) Seit eineinhalb Jahren steht das Bundesministerium für Auswärtige Angelegenheiten im Wege der österreichischen Botschaft in Prag mit den zuständigen tschechoslowakischen Stellen in Verbindung, um die österreichischen Interessen hinsichtlich des geplanten Kernkraftwerkes bei Dukovany — am Fluß Iglau, einem Nebenfluß der March — zu wahren.

Das Gebiet um Dukovany ist nahezu unbesiedelt, so daß den tschechoslowakischen Sicherheitsvorschriften, die eine Besiedelung in einem Umkreis von 3 km vom Kraftwerk verbieten, Rechnung getragen ist. Die Reaktoren werden von der Sowjetunion geliefert. Sie gehören zum Typ „Woronesch“, ein Typ, der in der Sowjetunion seit 1963 in Betrieb ist. Diese Reaktoren sollen mit einem besonderen Kühlsystem umgeben werden.

Das Kernkraftwerk Dukovany sollte ursprünglich bis 1980 fertiggestellt werden, doch ist die Durchführung des Bauvorhabens inzwischen verschoben worden.

Den zuständigen tschechoslowakischen Stellen wurde unmittelbar nach Bekanntwerden des Planes mitgeteilt, daß österreichischerseits Gespräche über die Auswirkungen auf österreichisches Gebiet des Baues des Kernkraftwerkes Dukovany gewünscht werden. Die Tschechoslowakei hat sich zu solchen Gesprächen bereit erklärt. Hierauf wurde von den österreichischen Stellen ein Fragenkatalog ausgearbeitet und der tschechoslowakischen Seite mit dem Ersuchen um Beantwortung dieser Fragen übermittelt. Im Hinblick auf die Verschiebung des Baues des Kernkraftwerkes erachteten jedoch die tschechoslowakischen Stellen eine Beantwortung des österreichischen Fragebogens zunächst als gegenstandslos, erklärten sich jedoch unabhängig davon zu einem Meinungs austausch auf Expertenebene über die Problematik der Sicherheit von Kernkraftwerken bereit.

Der tschechoslowakische Vorschlag über Expertengespräche wurde inzwischen österreichischerseits angenommen und zugleich angeregt, die tschechoslowakischen Stellen sollten einen Themenkatalog für diese Gespräche übermitteln. Nach österreichischen Vorstellungen sollten diese Gespräche sich nicht nur auf die Gewährleistung der atomaren Sicherheit, worunter österreichischerseits nur die Maßnahmen zur Hintanhaltung des Eintritts von Störfällen verstanden werden, beschränken, sondern auch die beim Normalbetrieb und bei denkbaren Störfällen zulässigen bzw. zu erwartenden Emissionen einschließen. Der tschechoslowakischen Seite wurde auch mitgeteilt, daß die bestehenden Kontakte nach österreichischen Vorstellungen weitergeführt und intensiviert werden sollten.

### **30. Zusammenfassung**

Die Übersicht über die internationale Entwicklung kann mit der zusammenfassenden Feststellung abgeschlossen werden, daß Österreich mit vielseitiger Unterstützung durch die Bundesregierung sich seit Mitte der fünfziger Jahre in vorwiegend internationaler Kooperation an der Entwicklung der Kernenergie beteiligt hat und daß das Parlament nicht nur ständig in Kenntnis gehalten wurde, sondern diese Entwicklung durch zahlreiche, die Kernenergie fördernde Gesetze, die überwiegend einstimmig beschlossen wurden, unterstützt hat.

## **Teil II**

### **Rechtliche Grundlagen für das Genehmigungsverfahren von Kernenergieanlagen und für den Transport von radioaktiven Materialien.**

#### **Der bisherige Ablauf des Genehmigungsverfahrens für das erste österreichische Kernkraftwerk und die hieraus resultierenden Erfahrungen.**

Nach dem Bundes-Verfassungsgesetz darf die gesamte staatliche Verwaltung nur auf Grund der Gesetze ausgeübt werden. Dies gilt auch für das derzeit in Durchführung begriffene Bewilligungsverfahren für das erste österreichische Kernkraftwerk, das nach den Vorschriften des Allgemeinen Verwaltungsverfahrensgesetzes und den Bestimmungen der einschlägigen, für die Gewährleistung der Sicherheit vom Parlament bisher einstimmig beschlossenen Gesetze erfolgt und erfolgen muß. Jede andere Vorgangsweise würde die Rechtsstaatlichkeit verletzen. Im folgenden Abschnitt wird daher eine Darstellung gesetzlicher Grundlagen gegeben; aufgrund der bisherigen Erfahrungen wird ferner beurteilt, ob und inwieweit eine Änderung in den rechtlichen Grundlagen dem Parlament seitens der Bundesregierung vorzuschlagen ist.

### **Abschnitt A**

#### **Das strahlenschutzrechtliche Bewilligungsverfahren für das Kernkraftwerk Zwentendorf**

##### **1. Grundsätzliche rechtliche Bemerkungen**

###### **1.1**

Gemäß § 5 Abs. 1 des StSchG bedarf bereits die Errichtung von Anlagen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen einer behördlichen Bewilligung. Bewilligungspflichtig sind alle Anlagen, die im Hinblick auf ihren Betrieb schon bei ihrer Errichtung die Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen für den ausreichenden Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommen vor Schäden durch ionisierende Strahlen erfordern. Kernreaktoren sind Anlagen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen im Sinne des § 5 Abs. 1 StSchG.

### **1.1.1**

Gemäß § 5 Abs. 4 des StSchG ist die Errichtungsbewilligung zu erteilen, wenn für den Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen, auch im Hinblick auf den in Aussicht genommenen Standort, in ausreichendem Maße Vorsorge getroffen wird und hinsichtlich der Verlässlichkeit des Antragstellers in Anbetracht der beabsichtigten Tätigkeit keine Bedenken bestehen.

### **1.1.2**

In den Bescheid, mit dem die Errichtungsbewilligung für eine solche Anlage erteilt wird, sind nach § 5 Abs. 5 StSchG erforderlichenfalls solche Bedingungen und Auflagen aufzunehmen, deren Erfüllung und Einhaltung den Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen gewährleisten sollen. Ist auch durch solche Bedingungen und Auflagen die Vorsorge eines ausreichenden Schutzes des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen nicht möglich, so ist gemäß § 5 Abs. 6 StSchG die Errichtungsbewilligung zu versagen.

## **1.2**

Gemäß § 6 StSchG dürfen Anlagen nach § 5 nur betrieben werden, wenn nach Überprüfung, falls erforderlich, nach Erprobung der Anlage, die Betriebsbewilligung erteilt wurde.

### **1.2.1**

Die Betriebsbewilligung ist gemäß § 6 Abs. 2 zu erteilen, wenn die Anlage den für sie in Betracht kommenden, auf Grund des StSchG erlassenen Vorschriften sowie den bei der Errichtungsbewilligung vorgeschriebenen Bedingungen und Auflagen entsprechend errichtet wurde, ein Strahlenschutzbeauftragter bestellt worden ist und beim ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft durch ionisierende Strahlen nicht zu besorgen ist.

### **1.2.2**

In den Bescheid, mit dem die Betriebsbewilligung erteilt wird, sind nach § 6 Abs. 3 StSchG unter Bedachtnahme auf die Errichtungsbewilligung erforderlichenfalls solche den Betrieb der Anlage betreffende Bedingungen und Auflagen aufzunehmen, deren Erfüllung vom Standpunkt des Schutzes des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen notwendig ist.

## **1.3**

Gemäß den Bestimmungen des StSchG besteht ein Rechtsanspruch auf die Erteilung einer Errichtungs- sowie einer Betriebsbewilligung nach den §§ 5 und 6 leg. cit.,

wenn der Antragsteller alle gesetzlich vorgesehenen Voraussetzungen erfüllt hat (siehe Moser: Manzsche Gesetzessonderausgabe Nr. 27, Wien 1970, Seite 36).

### 1.3.1

Eine Bedarfsprüfung durch die Behörde hat nicht stattzufinden. Desgleichen entzieht sich die Auswahl des vom Antragsteller in Aussicht genommenen Standortes für einen Kernreaktor der Einflußnahme der Behörde. Schließlich sieht das Gesetz keine eigene „Standortbewilligung“ vor.

### 1.3.2

Das von der Behörde gemäß den Bestimmungen des Allgemeinen Verwaltungsverfahrensgesetzes (AVG 1950) durchzuführende Ermittlungsverfahren ist vom Grundsatz der Amtswegigkeit beherrscht. Die Behörde hat also von sich aus alles wahrzunehmen, was zur Gewährleistung des Schutzes des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen geboten ist. Der Erreichung dieses Zieles dienen auch die in den §§ 5 Abs. 9 sowie 11 StSchG enthaltenen Erweiterungen der im § 68 AVG 1950 vorgesehenen Ausnahmen von der Rechtskraft von Bescheiden. Danach ist die spätere Vorschreibung zusätzlicher Auflagen zum Schutze des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen dann zulässig, wenn es auf Grund späterer Erfahrungen oder wissenschaftlicher Erkenntnisse notwendig ist. Die Behörde ist nach § 5 Abs. 8 StSchG verpflichtet, darüber Sachverständige oder staatlich autorisierte Anstalten des in Betracht kommenden Fachgebietes zu hören, ob für den Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen in ausreichendem Maße Vorsorge getroffen ist.

## 1.4

Gemäß § 41 Abs. 1 Z. 1 lit. a in Verbindung mit Abs. 5 lit. a StSchG ist das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz die zuständige Behörde für die Erteilung der Errichtungs- und Betriebsbewilligung bei Kernreaktoren, die der Energiegewinnung dienen und nicht der Gewerbeordnung unterliegen.

## 1.5

Gemäß § 41 Abs. 1 Z. 2 ist zur Vollziehung der Teile I bis III des StSchG und der auf Grund derselben erlassenen Verordnungen der Landeshauptmann zuständig, und zwar hinsichtlich der Anlagen gemäß §§ 5 und 6 (Errichtungs- und Betriebsbewilligung), sofern es sich nicht um Kernreaktoren, Herstellung und Aufbereitung von bestrahlten Kernbrennstoffen sowie Teilchenbeschleunigern handelt (§ 41 Abs. 1 Z. 1 lit. a bis c).

## **2. Übersicht über die Teilerrichtungsbewilligungen (TEB) für das Kernkraftwerk Zwentendorf (Stand September 1977)**

1. Bescheid vom 4. 4. 1972, ZI. 551.612/67—403/72, betrifft Grundkonzept und Grundwasserisolierungswanne.
2. Bescheid vom 12. 6. 1972, ZI. 551.612/120—403/72, betrifft nähere bauliche Durchbildung und Ausführung der Grundwasserisolierungswanne.
3. Bescheid vom 31. 7. 1972, ZI. 551.612/159—403/72, betrifft Reaktor- und Aufbereitungsgebäude, Maschinenhaus.
4. Bescheid vom 3. 11. 1972, ZI. 551.612/227—403/72, betrifft Notstromdieselgebäude.
5. Bescheid vom 1. 12. 1972, ZI. 551.612/252—403/72, betrifft Beweissicherungsprogramm.
6. Bescheid vom 6. 3. 1973, ZI. 551.612/21—403/73, betrifft Kühlwasser-, Entnahme- und Rückgabebauwerke, Pumpen- und Reinigungsbauwerke.
7. Bescheid vom 15. 6. 1973, ZI. 551.612/63—304/73, betrifft Verschiebung der Druckschale bis zur Einschuböffnung.
8. Bescheid vom 29. 6. 1973, ZI. 551.612/67—304/73, betrifft Einschub der Druckschale in das Reaktorgebäude.
9. Bescheid vom 15. 10. 1973, ZI. 551.612/114—403/73, betrifft Reaktorgebäudekran.
10. Bescheid vom 12. 11. 1973, ZI. 551.612/150—403/73, betrifft Kabelkanäle zwischen Schaltanlagen- und Notstromdieselgebäude.
11. Bescheid vom 25. 1. 1974, ZI. 551.612/17—403/74, betrifft äußerer und innerer Fundamenttring, biologischer Schild und Lastverteilerbeton.
12. Bescheid vom 27. 3. 1974, ZI. 551.612/158—403/73, betrifft Kontrollbereichsein- und -ausgang.
13. Bescheid vom 27. 3. 1974, ZI. 551.612/99—403/74, betrifft Abluftkamin.
14. Bescheid vom 30. 3. 1974, ZI. 551.612/108—403/74, betrifft Abgaberraten.
15. Bescheid vom 4. 4. 1974, ZI. 551.612/110—403/74, betrifft untere und obere Kalotte, unterer und oberer Kegel, Splitterschutzzyylinder, Ring- und Schottwände.
16. Berichtungsbescheid vom 24. 4. 1974, ZI. 551.612/147—403/74, betrifft Kontrollbereichsein- und -ausgang.
17. Bescheid vom 2. 5. 1974, ZI. 551.612/144—403/74, betrifft Kabelkanäle und Rohrleitungen im Gelände (2. Teil) sowie zwei Dieselölvorratsbehälter und die Werkstoff- und Bauprüfung für Kernkraftwerke.
18. Bescheid vom 24. 5. 1974, ZI. 551.612/151—403/74, betrifft Notstromsysteme.
19. Bescheid vom 16. 12. 1974, ZI. 551.612/528—403/74, betrifft die Systeme Kreislaufüberwachung (XT) und Raumüberwachung (YQ).

20. Bescheid vom 21. 1. 1975, ZI. IV-551.612/296-4/74, betrifft Brennelementlagerstelle für bestrahlte Brennelemente (System PR) und Brennelementlagerstelle für neue Brennelemente (System PN).
21. Berichtigung des Bescheides vom 16. 12. 1974 (siehe Nr. 19) mit Gleichschrift vom 23. 1. 1975, ZI. AV IV-645.002/10-4/75, betrifft Korrektur der Kurzbezeichnung für das System Raumüberwachung (irrtümlich mit YQ, richtig mit XQ), weil Schreibfehler nicht im Spruch des zit. Bescheides erfolgte.
22. Bescheid vom 7. 3. 1975, ZI. IV-551.612/187-4/74, betrifft Stahlschale.
23. Bescheid vom 7. 5. 1975, ZI. IV-551.612/428-4/74, betrifft Neutronenflußinstrumentierung.
24. Bescheid vom 9. 6. 1975, ZI. IV-645.002/40-4/75, betrifft Stahlbühnen und erdbebensichere Auslegung.
25. Bescheid vom 16. 6. 1975, ZI. IV-645.002/185-4/75, betrifft Anlagen zur Abfüllung, zum Transport und zur Lagerung von radioaktiven Feststoffen sowie die Faßwaschanlage und die Hebezeuge.
26. Bescheid vom 19. 6. 1975, ZI. IV-645.002/188-4/75, betrifft Systeme XP3, XP4, XP5, XP6, XL, UF, VJ, XC.
27. Bescheid vom 20. 6. 1975, ZI. IV-645.002/83-4/75, betrifft Blockleistungsregelung und Reaktorfüllstandsregelung.
28. Bescheid vom 1. 9. 1975, ZI. IV-645.002/194-4/75, betrifft Reaktordruckgefäß-einbauten.
29. Bescheid vom 15. 9. 1975, ZI. IV-645.002/158-4/75, betrifft TEB „Reaktordruckgefäß“ im Rahmen der 5d TEB.
30. Bescheid vom 24. 9. 1975, ZI. IV-645.002/309-4/75, betrifft Berichtigungsbescheid für die Systeme Blockleistungsregelung und Reaktorfüllstandsregelung.
31. Bescheid vom 6. 10. 1975, ZI. IV-645.002/220-4/75, betrifft Errichtung der Brennelemente erster Teil.
32. Bescheid vom 18. 11. 1975, ZI. IV-645.002/406-4/75, betrifft Berichtigung des Bescheides vom 19. 6. 1975, ZI. IV-645.002/188-4/75 und zusätzliche Maßnahmen gemäß § 5 Abs. 9 StrSchG im Rahmen der 5d TEB.
33. Bescheid vom 16. 12. 1975, ZI. IV-645.002/446-4/75, betrifft Brandschutzkonzept.
34. Bescheid vom 16. 12. 1975, ZI. IV-645.002/341-4/75, betrifft Erweiterung des Grundwasserbeobachtungsnetzes.
35. Bescheid vom 18. 12. 1975, ZI. IV-645.002/126-4/75, betrifft Reaktorschutz.
36. Bescheid vom 18. 12. 1975, ZI. IV-645.002/447-4/75, betrifft Berichtigung des Bescheides Feststoffeinlagerung im Rahmen der 5d TEB!
37. Bescheid vom 23. 12. 1975, ZI. IV-645.002/262-4/75, betrifft Teilerrichtungsbewilligung Nr. 5c.

38. Bescheid vom 12. 1. 1976, ZI. IV-551.612/568-4/74, betrifft Teilerrichtungsbewilligung für die Systeme RA, RL.
39. Bescheid vom 11. 2. 1976, ZI. IV-645.002/359-4/75, betrifft GKT, Verfahren nach dem StrSchG; Teilerrichtungsbewilligung, „Maschinenhauseinrichtungen“.
40. Bescheid vom 10. 3. 1976, ZI. IV-645.002/4-4/76, betrifft Dokumentation von Unterlagen.
41. Bescheid vom 22. 3. 1976, ZI. IV-645.002/64-4/76, betrifft Gemeinschaftskraftwerk Tullnerfeld (GKT), Verfahren gemäß § 5 Abs. 1 StrSchG, Errichtungsbewilligung der Brennelemente, zweiter Teil.
42. Bescheid vom 23. 3. 1976, ZI. IV-645.002/104-4/76, betrifft Berichtigung für die TEB-Maschinenhauseinrichtungen.
43. Bescheid vom 25. 3. 1976, ZI. IV-645.002/95-4/76, betrifft GKT, Verfahren nach dem StrSchG, Vorschreibung zusätzlicher Maßnahmen für die Beweissicherung gemäß § 5 Abs. 9 StrSchG.
44. Bescheid vom 2. 4. 1976, ZI. IV-645.002/134-4/76, betrifft Berichtigung des Bescheides vom 12. 1. 1976, ZI. IV-551.612/568-4/74, Systeme RA, RL.
45. Bescheid vom 28. 4. 1976, ZI. IV-645.002/24-4/76, betrifft GKT, Verfahren nach dem Strahlenschutzgesetz; Errichtungsbewilligung der Logik von Systemen.
46. Bescheid vom 29. 4. 1976, ZI. IV-645.002/98-4/76, betrifft GKT, Verfahren gemäß § 5 Abs. 1 StrSchG, Errichtungsbewilligung der Neutronenquellen, BE-Kästen und Steuerelemente.
47. Bescheid vom 5. 7. 1976, ZI. IV-645.002/269-4/76, betrifft GKT, Verfahren nach dem Strahlenschutzgesetz; Errichtungsbewilligung, Steuerabsteuerung und Beladeverriegelung.
48. Bescheid vom 9. 7. 1976, ZI. IV-645.002/285-4/76, betrifft GKT, Verfahren nach dem Strahlenschutzgesetz; System RA, RL.
49. Bescheid vom 21. 9. 1976, ZI. IV-645.002/398-4/76, betrifft GKT, Verfahren nach dem Strahlenschutzgesetz; Bewilligung der Errichtung des Kaltwassersystems mit Kältezentrale UF02.
50. Bescheid vom 5. 9. 1977, ZI. IV-645.002/312-4/77, betrifft GKT, Verfahren nach dem Strahlenschutzgesetz; Bewilligung der Errichtung der Leittechnik der Brennelementwechselfühne.

### **3. Übersicht über die Teilbetriebsbewilligungen (TBB) für das Kernkraftwerk Zwentendorf (Stand September 1977)**

1. Bescheid vom 2. 7. 1976, ZI. IV-645.002/132-4/76, betrifft Betriebsbewilligung eingeschränkt auf das System Personenüberwachung.
2. Bescheid vom 18. 3. 1977, ZI. IV-645.002/5-4/77, betrifft Bewilligung für den Umgang mit flüssigen und gasförmigen offenen sowie festen umschlossenen und offenen radioaktiven Stoffen zur Kalibrierung von Strahlenmeßgeräten.

#### **4. Abschließende Bemerkungen zum strahlenschutzrechtlichen Verfahren**

Die Vorschriften des StSchG und der StSchVO haben sich in ihrer praktischen Anwendung grundsätzlich bewährt. Sie geben der Behörde die entsprechenden Grundlagen, um dem Gesetzesauftrag nachzukommen, Vorkehrungen für den Schutz des Lebens und der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen zu treffen. Im Vergleich zu ausländischen Vorschriften gestatten sie der Behörde etwa durch Maßnahmen der begleitenden Kontrolle die einzelnen Sicherheitsfragen eingehender zu behandeln.

Der Umstand, daß sich die Behörde nach dem österreichischen StSchG nicht mit Fragen der Bedarfsprüfung und der Standortwahl auseinandersetzen muß, versetzt sie in die Lage, sich auf die essentiellen Aspekte des Strahlenschutzes zu konzentrieren und unbeeinflußt von sonstigen Problemen — im Sinne der vollen Erfüllung des Gesetzesauftrages — für den Schutz des Lebens und der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen Vorsorge zu treffen.

### **Abschnitt B.**

#### **Überblick über das im Rahmen der Dampfkesselverordnung durchgeführte Genehmigungsverfahren für das Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld**

Der Siedewasserreaktor im Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld in Zwentendorf ist dem Prinzip nach ein Dampfkessel, dem, in Abweichung von konventionellen Dampfkesselbauarten, nuklear erzeugte Wärme zugeführt wird. Die für konventionelle Dampfkessel geltenden technischen Regeln sind weitgehend auch auf den nicht-nuklearen Teil des im Kernkraftwerk errichteten Siedewasserreaktors anwendbar. Zusätzlich ist jedoch zu beachten, daß die für die Herstellung des Reaktordruckgefäßes verwendeten Werkstoffe unter dem Einfluß der Strahlung verspröden können, daß im Betrieb zum Zwecke der Wartung und Überwachung des Reaktordruckgefäßes die Zugänglichkeit maßgebender Teile nur bedingt gegeben ist, daß eine wesentlich kompliziertere Regeltechnik erforderlich ist und daß wegen des hohen Gefahrenpotentials ein wesentlich höheres Sicherheitsbedürfnis vorliegt.

In Österreich sind für Druckgefäße und Druckbehälter hinsichtlich der Herstellung, Verwendung und Überwachung die Bestimmungen des Art. 48 des Verwaltungsentlastungsgesetzes, BGBl. Nr. 277/1925 bzw. die aufgrund dieses Gesetzes erlassenen Verordnungen, das sind insbesondere die Dampfkesselverordnung, BGBl. Nr. 83/1948, i. g. F. und die Werkstoff- und Bauvorschriften für die Herstellung von Dampfkesseln, BGBl. Nr. 264/1949, i. g. F. maßgebend. Neben dem Reaktordruckgefäß sind für den Betrieb des Kernkraftwerkes zahlreiche weitere Druckgefäße und Druckbehälter erforderlich, so daß für alle diese Komponenten die in den obzitierten gesetzlichen Bestimmungen vorgesehenen Genehmigungsverfahren durchzuführen sind.

Das Bundesministerium für Bauten und Technik, ressortmäßig für das Dampfkessel- und Kraftmaschinenwesen zuständig, hatte vor allem die Frage zu prüfen, durch welche Maßnahmen die seinerzeit nur für konventionelle Druckgefäße und Druck-

behälter gedachten technischen Sicherheitsbestimmungen den neuen Erfordernissen angepaßt werden könnten. Dazu standen im wesentlichen zwei Möglichkeiten offen. Entweder wurden in die Genehmigungsbescheide entsprechende Sicherheitsauflagen aufgenommen, oder es wurden Novellen zur Dampfkesselverordnung erlassen. Die diesbezüglichen Novellen der Dampfkesselverordnung wurden so abgefaßt, daß sie inhaltlich unverändert in das in Ausarbeitung befindliche neue Dampfkesselgesetz, das der technischen Entwicklung des gesamten Dampfkessel- und Druckbehälterwesens Rechnung zu tragen hat, übernommen werden können. Für die Gewährleistung der Sicherheit von Kernkraftwerken sind darüber hinausgehend legislative Maßnahmen nicht erforderlich. Weitere Sicherheitsmaßnahmen konnten durch Weisungen an die zuständigen Dampfkesselüberwachungsorgane veranlaßt werden. Um den im Dampfkesselwesen tätigen Fachbeamten die nötigen Kenntnisse und Erfahrungen zu vermitteln, wurden diese in Kernkraftwerke des Auslandes entsandt, wobei sie Gelegenheit zu Gesprächen mit ausländischen Genehmigungsbehörden und Experten hatten. Ferner steht den Fachbeamten die einschlägige Literatur zur Verfügung.

Bei Vergabe des Auftrages zur Errichtung des Gemeinschaftskernkraftwerkes Tullnerfeld durch die Kraftwerks-Union (KWU) hat die zukünftige Betreiberin u. a. die Bedingung gestellt, daß die Anlage auch den Bestimmungen der Dampfkesselverordnung (DKV) und den Werkstoff- und Bauvorschriften (WBV) entsprechen müsse. Die Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Gesellschaft m. b. H. (GKT) hat den Technischen Überwachungs-Verein Wien (TÜV) als Dampfkesselüberwachungsorgan ihrer Wahl beauftragt, alle Prüfungen nach den Bestimmungen der DKV durchzuführen. Demgemäß hat der TÜV die rechnerische Vorprüfung aller in Betracht kommenden Druckgefäße und Druckbehälter vorgenommen und hat dabei festgestellt, daß in einigen Punkten wegen der den Kernkraftwerken eigenen Betriebsweise Bestimmungen der DKV nicht erfüllbar sind. Für solche begründeten Fälle ist in der DKV vorgesehen, daß das Bundesministerium für Bauten und Technik Ausnahmewilligungen erteilen kann. Das Bundesministerium für Bauten und Technik hat im wesentlichen diese Ausnahmewilligungen erteilt, jedoch daran harte Auflagen geknüpft, die der Forderung nach wesentlich höherer Sicherheit der Anlage entsprachen.

Das erste derartige Ausnahmeansuchen betraf den kugelförmigen Sicherheitsbehälter mit ca. 26 m Durchmesser, hergestellt aus VÖEST-Feinkornstahl mit Wanddicken zwischen 20 und 48 mm. Ähnliche Behälter werden zur Speicherung von Stadtgas oder Propangas verwendet, sodaß das Bundesministerium für Bauten und Technik bei Erteilung der auf die Herstellungstechnologie bezogenen Ausnahmewilligung auf praktische Erfahrungen zurückgreifen konnte. Im Bescheid vom 9. März 1972, Zahl 550.809/III-21/1972 wurden jedoch wesentlich strengere Sicherheitsauflagen als bei den Kugelgasbehältern gemacht.

Im Rahmen der Durchführung der Bauprüfung des Sicherheitsbehälters wurde vom TÜV Wien festgestellt, daß die im Sicherheitsbehälter vorgesehene Kondensationskammer nicht hinreichend dimensioniert war. In Zusammenarbeit mit der VÖEST Linz wurde eine neue konstruktive Lösung gefunden, die als mustergültig angesehen werden darf und nunmehr auch in der Bundesrepublik Deutschland angewendet wird.

Eine weitere Abweichung des Sicherheitsbehälters ergibt sich in der Art der ersten Erprobung. § 55 Abs. 1 der DKV verlangt die Durchführung einer ersten Erprobung

mittels Wasserdruckes. Sinn einer solchen Erprobung ist eine letztmalige Kontrolle des Druckbehälters auf allfällige bei der Bauprüfung übersehene Herstellungsmängel, die zum Zerreißen der Behälterhülle zufolge des Innendruckes im Betrieb führen könnten. Der Probedruck ist in der Regel um 30—50% höher als der normale Betriebsdruck. Wegen des großen Volumens des Sicherheitsbehälters (5600 m<sup>3</sup>) ist jedoch bei diesem die Durchführung einer Wasserdruckprobe nicht möglich, weil das Fundament dem statischen Druck des Wassergewichtes von 5600 t nicht standhalten könnte. Andererseits ist in der DKV die Möglichkeit einer Ausnahmegewilligung von dieser Bestimmung nicht vorgesehen. Es wurde daher mit der Novelle zur DKV, BGBl. Nr. 369/1972, die Möglichkeit geschaffen, Sicherheitsbehälter von Kernkraftwerken mittels Luftdruckes zu erproben. Wegen der Gefahr eines Versagens sind bei Durchführung der Erprobung entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.

Das zweite wesentliche Ausnahmeansuchen bezog sich auf das Reaktordruckgefäß. Das Sicherheitskonzept für das Kernkraftwerk sieht vor, daß alle denkbaren Unfälle durch die eingebauten Sicherheitseinrichtungen derart beherrschbar sind, daß keine gefährlichen Aktivitäten in die Umgebung gelangen können. Das Reaktordruckgefäß darf allerdings nicht versagen. Im Falle des Versagens des Reaktordruckgefäßes würden Teile oder sogar der gesamte Inhalt an radioaktiven Stoffen austreten. Es war daher von vornherein klar, daß an das Reaktordruckgefäß Sicherheitsanforderungen in einem noch nie dagewesenen Ausmaß zu stellen sein werden. Die festgestellten Abweichungen von den Bestimmungen der DKV waren vor allem bauartbedingt.

Das Reaktordruckgefäß ist ein stehender zylindrischer Behälter mit rund 6 m Durchmesser und einer Höhe von 20 m. Der untere Boden ist kalottenförmig. Zwischen dem Boden und dem Zylinder ist ein einteiliger Ring aus Schmiedestahl vorgesehen. Die Schweißnaht zur Verbindung des Bodens mit dem Stützring befindet sich in einer Zone, in der relativ hohe Biegungsspannungen zu erwarten sind. Nach den Bestimmungen der WBV sind in solchen Zonen Schweißnähte zu vermeiden. Das Bundesministerium für Bauten und Technik hat diesem Konstruktionsdetail großes Augenmerk gewidmet. Zunächst wurde an ein Schweizer Spezialunternehmen der Auftrag erteilt, für diese Zone eine Spannungsanalyse auf rechnerischem Wege durchzuführen, damit sichergestellt ist, welche Spannungsspitzen in dieser Zone zu erwarten sind. Ferner wurde die Durchführung einer Schwellfestigkeitsuntersuchung der Schweißnahtkonstruktion an zwei Flachprobestücken im Maßstab 1:1 verlangt. Hiezu wurde zunächst festgelegt, welche Belastungen für das Reaktordruckgefäß während der maximal zugestandenen Lebensdauer von 40 Jahren zu erwarten sind. Diese Belastungen wurden zu einem Lastblock zusammengestellt. Die beiden Proben wurden daraufhin mit 20 solchen Lastblöcken geprüft, d. h. daß hier eine 20fache Sicherheit eingebaut wurde. In einem späteren Teilbescheid wurde hiezu festgelegt, daß das Reaktordruckgefäß außer Betrieb genommen werden muß, wenn die dem Lastblock zugrunde gelegten Belastungen noch vor den 40 Betriebsjahren erreicht werden.

Schließlich wurde verlangt, daß während der ersten Erprobung die am Reaktordruckgefäß tatsächlich auftretenden Spannungen gemessen werden und daß eine Schallemissionsanalyse durchgeführt wird. Die Schallemissionsanalyse ist das modernste Prüfverfahren, mit dem durch Analyse der beim Verformen eines metallischen Bauteiles durch eine äußere Belastung auftretenden Geräusche allfällig vorhandene sich ausweitende Fehler und Risse ermittelt werden können. Die herkömmlichen Prüfverfahren und die Durchstrahlungsprüfung mittels Röntgen- oder Isotopenstrahlen

haben den Nachteil, daß sie nur örtlich anwendbar sind und das Ergebnis weitgehend von der Sorgfalt des Prüfers abhängt. Mit dem Schallemissionsanalyseverfahren wird der gesamte Bauteil erfaßt und das Ergebnis elektronisch aufgezeichnet. Die Anwendung des Verfahrens erfordert eine umfangreiche elektronische Apparatur und ist demgemäß sehr kostspielig. Das Bundesministerium für Bauten und Technik war jedoch der Auffassung, daß im Hinblick auf das erhebliche Gefahrenmoment jedwede Kostengründe unberücksichtigt bleiben müssen, wenn auch nur die Möglichkeit besteht, allfällig übersehene Fehlstellen am Reaktordruckgefäß aufzufinden. Es wurde daher gegen den Widerstand der GKT zum ersten Male in der Geschichte der Technologie von einer Behörde verlangt, daß ein Reaktordruckgefäß nach dem Schallemissionsanalyseverfahren geprüft werden muß.

Das Verfahren wurde vom Dezember 1975 bis Jänner 1976 durch die amerikanische Firma Exxon erfolgreich durchgeführt. Alle bereits früher mittels Ultraschall oder Durchstrahlung aufgefundenen geringfügigen Fehlstellen wurden exakt festgestellt und geortet. Neue und vor allem unzulässige Fehlstellen wurden nicht entdeckt. Es darf daher das Reaktordruckgefäß als technisch einwandfrei bezeichnet werden. Eine weitere Abweichung des Reaktordruckgefäßes von den Bestimmungen der DKV betrifft die Einrichtung zur Kesselspeisung und Wasserstandskontrolle. Die Abweichungen sind typenbedingt und wurden mit Bescheid vom 10. 4. 1974, ZI. 557.719/III-21/1973 bewilligt. Die an diese Bewilligung geknüpften Bedingungen vermitteln eine Sicherheit des Betriebes des Reaktordruckgefäßes gegen Wassermangel, die weit über jener eines konventionellen Dampfkessels liegt. So wurde gefordert, daß die Wasserzuführung auch dann gesichert ist, wenn durch Unfälle die normalen Speisewasserleitungen ausfallen. Im Hinblick auf die Kompliziertheit dieses Systems wurde ferner die GKT verpflichtet, Sachverständigengutachten über die Funktion dieser wichtigen Einrichtungen zu erbringen.

Gemäß § 45 Abs. 2 lit. c DKV müßte das Reaktordruckgefäß alle 6 Jahre einer Wasserdruckprobe unterworfen werden. Aus betriebstechnischen Gründen ist die Durchführung dieser wiederkehrenden Erprobungen jedoch nicht opportun; sie wird durch eine umfassende zerstörungsfreie Prüfung aller Wandungsteile des Reaktordruckgefäßes ersetzt. Der Umfang dieser Prüfungen ist im Bescheid vom 1. Juli 1974, ZI. 553.253/III-21/1974 festgelegt. Diese Prüfungen geben die Gewähr, daß im Laufe des Betriebes des Reaktordruckgefäßes entstehende Risse rechtzeitig erkannt werden. Besondere Beachtung finden hiebei jene Stellen, an denen wegen der großen Wanddicken zusätzliche Wärmespannungen im Betrieb auftreten.

Mit Bescheid vom 4. 11. 1974, ZI. 556.964/III-21/1974 wurde in Zusammenarbeit mit dem Zentral-Arbeitsinspektorat des Bundesministeriums für soziale Verwaltung ein Fluchtwegkonzept festgelegt, das dem Schutz der im Reaktorgebäude Beschäftigten dient. In der DKV sind nämlich auch Detailbestimmungen über die Aufstellung von Dampfkesseln in Kesselhäusern enthalten, die im vorliegenden Falle wegen des Sicherheitsbehälters jedoch nicht einhaltbar sind.

Weiters wurden für eine Anzahl anderer Druckgefäße und Druckbehälter ebenfalls Ausnahmegewilligungen erteilt, weil gewisse Abweichungen von den Bestimmungen der DKV vorlagen. Es handelt sich hier aber durchwegs um rein konventionelle Bauarten, die meist im Dampf- oder Speisewasserkreislauf angeordnet sind und sich bei kalorischen Kraftwerken bereits bewährt haben. Grundsätzlich wurde aber auch bei diesen Komponenten auf erhöhte Sicherheit geachtet.

Ein wesentlicher Teil der Sicherheit eines Dampfkessels hängt von der Qualität seiner Betriebswartung ab. Die DKV enthält daher genaue Bestimmungen über die Wartung von Dampfkesseln durch geprüfte Dampfkesselwärter. Allerdings waren diese Bestimmungen nur für konventionelle Bauarten sinnvoll. Es war daher eine Ergänzung dieser Bestimmungen erforderlich, die nach eingehenden Vorarbeiten im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz in Form einer Novelle mit BGBl. Nr. 383/1974 vorgenommen wurde. Die Ausarbeitung der neuen Bestimmungen erfolgte mit großer Sorgfalt und unter erheblichem Aufwand. So hat der mit dieser Aufgabe betraute Fachbeamte in der Bundesrepublik Deutschland Ausbildungsstätten für Kernkraftwerkspersonal besucht und mit dortigen Fachleuten Gespräche geführt. Da auf diesem Gebiet zweifelsohne die amerikanische Atomenergiebehörde über die größten Erfahrungen verfügt, hat dieser Beamte in Washington mit dem zuständigen Referenten den Entwurf der österreichischen Bestimmungen diskutiert und dabei wertvolle Hinweise erhalten, die entsprechend berücksichtigt wurden. Wesentlich war vor allem, daß der amerikanische Experte das Ausbildungskonzept positiv bewertet hat. Die vorgesehene Bestimmung, daß die Betriebswärter von Kernkraftwerken regelmäßig ein Simulatortraining absolvieren müssen, geht sogar über den amerikanischen Standard hinaus und wurde als sehr fortschrittlich anerkannt.

Ein Problem im Zusammenhang mit der Qualifizierung des Betriebspersonals war der Umstand, daß Österreich derzeit über keinen österreichischen Experten verfügt, der hinreichende Praxis beim Betrieb eines artähnlichen Siedewasserreaktors besitzt und als Prüfungskommissär eingesetzt werden könnte. Die theoretischen Kenntnisse werden durch einen zum Prüfungskommissär bestellten Mitarbeiter der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie in Seibersdorf in einer schriftlichen und einer mündlichen Prüfung getestet. Für die Durchführung der praktischen Verwendungsprobe am Reaktor selbst wurde nun ein Schweizer Spezialist unter Vertrag genommen, der die erforderlichen Kenntnisse besitzt und auch hinsichtlich seiner Persönlichkeit allen Anforderungen entspricht. Um dies zu ermöglichen, war eine weitere Novelle zur DKV mit BGBl. Nr. 626/1975 erforderlich.

Da die Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes ebenfalls nach den Bestimmungen der DKV zu erfolgen hat, müssen auch die von der Herstellerin hiezu entsandten Spezialisten den österreichischen Anforderungen entsprechen. So verlangt § 58 Abs. 8 DKV u. a., daß der verantwortliche Betriebsleiter und sein Stellvertreter eine akademische Ausbildung nachweisen und vom Bundesminister für Bauten und Technik durch Bescheid anerkannt werden müssen. Der von der KWU vorgesehene Inbetriebnahmeleiter verfügt nur über eine HTL-Ausbildung. Es wurde von der GKT um Ausnahmegewilligung angesucht, die jedoch auf Grund der Gesetzeslage und aus Sicherheitsgründen nicht ausgesprochen wurde. Ebenfalls noch ausständig ist der zu erbringende Qualifikationsnachweis für das im regulären Kraftwerksbetrieb zum Einsatz kommende Führungspersonal.

Im Jahre 1976 ist in einem amerikanischen Kernkraftwerk (Browns Ferry) durch die Unvorsichtigkeit eines Arbeiters ein Kabelbrand ausgebrochen, der beinahe zum Versagen der gesamten elektronischen Regelung und aller Sicherheitssysteme geführt hätte. Aufgrund dieses Vorfalles wurde der TÜV Wien angewiesen, auch im Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld alle Kabelführungen, die für den sicheren Betrieb des Reaktordruckgefäßes relevant sind, auf ihre Redundanz (mehrfache voneinander unabhängige Sicherung) zu untersuchen. Die Untersuchung ist noch nicht abgeschlos-

sen. Jedenfalls wird das Kernkraftwerk nicht in Betrieb gehen, solange auch nur die geringste Unsicherheit bei der Kabelführung besteht.

Das Genehmigungsverfahren nach der DKV wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz durchgeführt, um Zweigleisigkeiten zu vermeiden, weil die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb eines Kernkraftwerkes vor allem nach den Bestimmungen des Strahlenschutzgesetzes zu erfolgen hat. Um die Koordinierung der beiden Verwaltungsverfahren zu erleichtern, hat ferner das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz den TÜV Wien als Gutachter für den maschinenbaulichen Teil des Kernkraftwerkes eingesetzt. Im Hinblick auf die enge Vermaschung der verschiedenen Systeme und ihrer gegenseitigen Beeinflussung wurden immer wieder Kontaktgespräche mit der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie (ÖSGAE) geführt, die als Hauptgutachter des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz fungiert. Im übrigen wurden auch seitens des Bundesministeriums für Bauten und Technik Kontakte zur Internationalen Atomenergiebehörde aufgenommen, um die Tätigkeit der Behörde auf dem Gebiete der Kernkraftwerke stets auf dem letzten Stand zu halten.

## **Abschnitt C**

### **Schutz von Kernenergieanlagen gegen Eingriffe und Zugriffe unbefugter Dritter**

#### **1. Rechtliche Grundlagen**

Um Kernanlagen gegen unbefugte Eingriffe und Zugriffe Dritter (Sabotage, Diebstahl) schützen zu können, bedarf es präventiver Maßnahmen der Betreiber. Prüfungen haben ergeben, daß solche Maßnahmen aufgrund des derzeit geltenden österreichischen Rechtes dem Betreiber nicht auferlegt werden können. Um die dem Kompetenztatbestand „Aufrechterhaltung der öffentlichen Ruhe, Ordnung und Sicherheit“ (Art. 10 (1) 7 BVG) zuzuordnenden Maßnahmen zwingend auferlegen zu können, bedarf es einer Novellierung des Sicherheitskontrollgesetzes (BGBl. 408/1972).

Diese Novelle wird derzeit vorbereitet.

#### **2. Bereits verfügte Maßnahmen**

Zwischen dem Bundesministerium für Inneres und den künftigen Betreibern des Kernkraftwerkes Zwentendorf wurden im Wege von Absprachen jene Sicherungsmaßnahmen gesetzt, die der Betreiber in Übereinstimmung mit den internationalen Empfehlungen der IAEO (Blaues Buch, Inf. Cir. 225) bzw. den Empfehlungen der amerikanischen Atomenergiebehörde (Part 73) in seinem eigenen Interesse zu veranlassen hat.

Durch einen verstärkten Einsatz von Exekutivorganen werden diese internen Maßnahmen der Betreiber ergänzt. Der Gendarmerieposten Zwentendorf wurde personell verstärkt.

Für besondere Anläßfälle (z. B. Demonstrationen, Bombendrohungen etc.) wird zur Sicherung des Kernkraftwerkes Zwentendorf die Bundesgendarmerie im erforderlichen Ausmaß eingesetzt.

Für das Kernkraftwerk Zwentendorf besteht ein Alarmplan auf der Ebene der zuständigen Bezirkshauptmannschaft Tulln als Sicherheitsbehörde 1. Instanz. Ein weiterer Alarmplan besteht auf der Ebene der Sicherheitsdirektion für das Bundesland Niederösterreich als Sicherheitsbehörde 2. Instanz.

Diese Alarmpläne bestehen einerseits aus Alarmierungsplänen zur Aufbringung der erforderlichen Zahl an Gendarmeriebeamten aus dem Bezirk Tulln bzw. aus dem Bereich des Bundeslandes Niederösterreich und andererseits aus den dazugehörigen Einsatzplänen, in denen das Vorgehen der zur Sicherung eingesetzten Gendarmeriebeamten festgelegt ist.

In der jüngsten Zeit hat bereits ein Einsatz zur Sicherung des Kernkraftwerkes Zwentendorf anlässlich der Demonstration von Kernkraftwerksgegnern am 12. 6. 1977 stattgefunden.

## **Abschnitt D**

### **Das Verfahren zur Einrichtung eines Sicherheitskontrollsystems im Kernkraftwerk Zwentendorf**

#### 1. Rechtliche Grundlagen.

- 1.1 Artikel III Ziff. 1 des Vertrages über die Nichtweiterverbreitung von Atomwaffen, BGBl. 258/1970.
- 1.2 Abkommen zwischen der Republik Österreich und der IAEO über die Anwendung von Sicherheitskontrollen, BGBl. 239/1972.
- 1.3 Zusatzvereinbarungen vom 23. 1. 1975, BGBl. 132/1975, zwischen der österreichischen Bundesregierung und der IAEO gemäß Artikel 39 des Sicherheitskontrollabkommens (Punkt 1.2 oben).
- 1.4 Bundesgesetz vom 25. 10. 1972, BGBl. 408/1972, über die Einrichtung eines Sicherheitskontrollsystems zur Gewährleistung der friedlichen Verwendung der Atomenergie (Sicherheitskontrollgesetz).
- 1.5 Verordnung gemäß Artikel II § 4 Abs. 1 des Sicherheitskontrollgesetzes zur Festlegung des österreichischen Sicherheitskontrollsystems (in Ausarbeitung).
- 1.6 Bescheid des BKA vom 20. 1. 1976, ZI. 506.043/8-V/3/75, zur Einrichtung der Sicherheitskontrolle im Kernkraftwerk Zwentendorf.

#### 2. Allgemeine Bemerkungen:

Diese sind bereits in den Punkten 21 und 22 des Teiles I ausgeführt.

### 3. Besondere Bemerkungen:

Bei Einrichtung einer neuen Kernanlage hat Österreich aufgrund der Zusatzvereinbarungen (Punkt 1.3 oben) der IAE0 spätestens 180 Tage vor dem Einlangen von Kernmaterial in dieser Anlage bestimmte Angaben über die Auslegung der Anlage zu übermitteln. Demgemäß wurde bereits am 29. 4. 1975 eine von der Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Ges.m.b.H. (GKT) erstellte Auslegungsinformation an die IAE0 übermittelt, auf deren Grundlage mit der IAE0 das Sicherheitskontrollsystem für die Kernanlage in Zwentendorf vereinbart und durch Bescheid des BKA vom 20. 1. 1976 (siehe Punkt 1.6 oben) für die GKT mit 1. 2. 1976 verbindlich in Kraft gesetzt wurde.

Der Bescheid legt fest, daß das Kernkraftwerk einen Materialbilanzbereich darstellt, und beschreibt die Struktur der Sicherheitskontrolle in diesem Bereich, wie insbesondere die für die buchmäßige Erfassung und Kontrolle der Materialbestände notwendigen „strategischen Punkte“ und „Schlüsselmeßstellen“. Darauf aufbauend sind die Verpflichtungen enthalten, welche vom Betreiber der Kernanlage gegenüber der österreichischen Kontrollbehörde (BKA) bzw. der IAE0 zu erfüllen sind; wie z. B. das Führen bestimmter Aufzeichnungen, Erstellen von Berichten und die Duldung von Inspektionen.

## Abschnitt E

### Die transportrechtliche Behandlung von Kernbrennstoffen und radioaktiven Gütern

Das Strahlenschutzgesetz, BGBl. Nr. 227/1969, enthält grundsätzliche Bestimmungen über den „Umgang mit radioaktiven Stoffen“, wobei darunter nach der Begriffsbestimmung des § 2 lit. e) leg. cit. „die Gewinnung, die Erzeugung, die Lagerung, die Beförderung, die Abgabe . . . und die Beseitigung radioaktiver Stoffe, ferner jede sonstige sich auf radioaktive Stoffe beziehende Tätigkeit, die eine Strahlenbelastung zur Folge haben kann“, zu verstehen ist. Auch die Strahlenschutzverordnung, BGBl. Nr. 47/1972, enthält in den §§ 83ff. Bestimmungen über die Beförderung radioaktiver Stoffe, Reinigung von Räumen, Kontamination und Dekontaminierung sowie über radioaktive Abfälle (§§ 89ff.).

Hinsichtlich des Besitzes von und des Umganges mit radioaktiven Stoffen normiert das Strahlenschutzgesetz allerdings für den Straßen-, Eisenbahn-, Post-, Schiffs- oder Luftfrachtverkehr Ausnahmen von der Bewilligungspflicht (§ 13 Abs. 2) und von der Meldepflicht (§ 25 Abs. 2 lit. c), sofern dieser „Umgang“ nach den hiefür maßgebenden Vorschriften der erwähnten Verkehrsarten vor sich geht; diesfalls finden gemäß § 41 Abs. 9 leg. cit. die Bestimmungen dieses Bundesgesetzes expressis verbis keine Anwendung.

Für den Eisenbahntransport von solchen Stoffen gelten die Bestimmungen der Anlage I (Internationale Ordnung für die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn — RID) zum Internationalen Übereinkommen über den Eisenbahnfrachtverkehr (CIM) im nationalen Verkehr aufgrund der Integrierung dieser Anlage I (RID), veröffentlicht im BGBl. Nr. 137/1967 und im folgenden kurz als „Internationale

Ordnung RID“ bezeichnet, in die Beförderungsbedingungen des auf der Eisenbahnverkehrsordnung, BGBl. Nr. 170/1967, basierenden Tarifwerkes der Österr. Eisenbahnen. Gefährliche Güter (einschließlich Abfälle) gelten als nur bedingungsweise zur Beförderung zugelassene Stoffe und Gegenstände.

Für den Bereich des Straßenverkehrs besteht folgende rechtliche Situation:

Die Beförderung gefährlicher Güter mit einem Kraftfahrzeug oder Anhänger auf der Straße nach oder aus Österreich unterliegt den Regelungen des „Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße — ADR“ (kundgemacht im BGBl. Nr. 522/1973 in der Fassung der Kundmachungen BGBl. Nr. 523/1973, 377/1974, 249/1975, 250/1975, 251/1975, 261/1975 und 522/1975). Dieses Übereinkommen erstreckt sich unter anderem auch auf die internationale Beförderung radioaktiver Stoffe einschließlich ihrer Abfälle.

Das ADR enthält keine Regeln über die konkrete innerstaatliche Behördenzuständigkeit. Unter Bedachtnahme auf die Ausführungen des Verfassungsgerichtshofes im Erkenntnis vom 26. März 1977, Zl. K II-2/76—27, sind die im ADR enthaltenen Vorschriften einheitlich dem Kompetenztatbestand „Kraftfahrwesen“ (Art. 10 Abs. 1 Z. 9 B-VG) zuzuordnen. Zuzufolge dieses Erkenntnisses wurde eine bis dahin bestandene Unklarheit hinsichtlich der Vollziehungskompetenz bereinigt. Nunmehr ist festgestellt, daß sowohl die Vorschriften der Anlage A des ADR (Vorschriften über gefährliche Stoffe und Gegenstände), insbesondere für die Genehmigung von Bauartmustern von Verpackungen und von Versandstückmustern, als auch die Anlage B des ADR hinsichtlich der besonderen Vorschriften über den Verkehr der Fahrzeuge in Bundeskompetenz zu vollziehen sind.

Was hingegen die nationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße anlangt, also die Beförderung solcher Güter auf der Straße von einem Ort in Österreich zu einem anderen Ort in Österreich ohne Grenzüberschreitung auf der Straße (so z. B. auch, wenn ein gefährliches Gut mit einem Kraftfahrzeug, auf der Eisenbahn oder mit Flugzeug nach Österreich eingebracht und erst in Österreich nach Entladung aus der Eisenbahn oder aus dem Flugzeug auf der Straße an einen bestimmten Ort in Österreich weiterbefördert wird), so bestehen hiefür derzeit keine speziellen Vorschriften. Das Bundesministerium für Verkehr hat einen Entwurf für ein „Bundesgesetz über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Gefahrgütergesetz)“ erarbeitet, der im Lichte des Erkenntnisses des Verfassungsgerichtshofes der Festlegung der Behördenzuständigkeiten dienen und eine einheitliche und übersichtliche Rechtslage schaffen soll. Dieser Entwurf wurde bereits dem Begutachtungsverfahren unterzogen. Bis zum Inkrafttreten solcher Vorschriften sind auf die nationale Beförderung radioaktiver Stoffe auf der Straße die Bestimmungen des Strahlenschutzgesetzes (BGBl. Nr. 277/1969) anzuwenden. In der aufgrund des Strahlenschutzgesetzes erlassenen Strahlenschutzverordnung, BGBl. Nr. 47/1972 (StrSchVO), ist im 3. Abschnitt in den §§ 83 und 84 die Beförderung radioaktiver Stoffe geregelt. Gemäß § 84 Abs. 1 gelten für die Beförderung radioaktiver Stoffe außerhalb von Betrieben im Rahmen des Straßenverkehrs die diesbezüglichen Bestimmungen der Internationalen Ordnung für die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn, BGBl. Nr. 137/1967 (RID), sinngemäß.

Daraus ergibt sich, daß die für die nationale Beförderung radioaktiver Stoffe auf der Straße erforderlichen Genehmigungen aufgrund des Strahlenschutzgesetzes unter Bedachtnahme auf die materiell-rechtlichen Bestimmungen des RID zu erteilen sind.

Das gemäß § 84 der Strahlenschutzverordnung zur Anwendung gelangende RID kennt zwar die Genehmigung von Bauartmustern von Verpackungen und von Versandstückmustern. Da das RID jedoch im Sinne des § 13 Abs. 2 StrSchG nur aus Anlaß eines konkreten Beförderungsfalles aktiviert werden kann, kann die Erteilung von Genehmigungen von Bauartmustern von Verpackungen und von Versandstückmustern und die Anerkennung solcher ausländischen Genehmigungen, die mit einer konkreten Beförderung grundsätzlich in keinem Zusammenhang stehen, auf dem Gebiet der nationalen Beförderung radioaktiver Stoffe auf der Straße derzeit nicht Platz greifen. Für die gesonderte Erteilung von Genehmigungen von Bauartmustern von Verpackungen und Versandstückmustern bzw. die Anerkennung derartiger ausländischer Genehmigungen fehlt, da das Strahlenschutzgesetz entsprechende spezielle Vorschriften in dieser Richtung nicht enthält, für den Bereich der nationalen Beförderungen derzeit die rechtliche Grundlage. Verpackungen und Versandstücke oder deren Muster können daher nur im Rahmen der Genehmigung der Beförderung, sohin also mit dem Bescheid, mit dem die Beförderung genehmigt wird, und nur für diese Beförderung, mitgenehmigt werden.

Da auf nationale Beförderungen radioaktiver Stoffe auf der Straße die Bestimmungen des Strahlenschutzgesetzes Anwendung finden, richtet sich für diese Beförderung auch die Behördenzuständigkeit nach dem Strahlenschutzgesetz. Zur Vollziehung hinsichtlich des Umganges mit radioaktiven Stoffen, sohin also auch der Beförderung derselben, sind gemäß § 41 Abs. 1 Z. 3 leg. cit. die Bezirksverwaltungsbehörden zuständig. Soweit mehrere Bezirksverwaltungsbehörden in Betracht kommen, ist § 4 AVG 1950 zu beachten. Die Vollziehung des Strahlenschutzgesetzes ist Bundessache und fällt gemäß Art. 102 Abs. 1 B-VG in den Bereich der mittelbaren Bundesverwaltung. Der administrative Instanzenzug geht mithin über den Landeshauptmann und endet gemäß dem § 41 Abs. 4 des Strahlenschutzgesetzes beim zuständigen Bundesminister.

## Zusammenfassung

Rechtliche Grundlagen für den Transport von Kernbrennstoffen und radioaktiven Gütern sind also vorhanden. Bedingt durch die dezentralisierte Verwaltung ist jedoch ihre Anwendung kompliziert und daher zeitraubend. Am günstigsten sind die Verhältnisse beim Eisenbahntransport, so daß es angezeigt wäre, soweit wie möglich für den Transport solcher Materialien die Bahn zu benützen.

Kurzfristig können neue gesetzgeberische Akte für den Transport von Kernbrennstoffen und radioaktiven Gütern nicht in Aussicht genommen werden. Erst nach Klärung noch offener verfassungsrechtlicher und Zuständigkeitsfragen ist beabsichtigt, eine Regelung dahingehend zu erreichen, daß für den gesamten Bundesbereich nur eine Behörde entsprechende Bewilligungen für den Straßentransport erteilt, wie das z. B. in der Bundesrepublik Deutschland bereits der Fall ist.

## Teil III

### Die energiepolitische Situation, die Nutzung der Kernenergie und die hiezu bestehenden Alternativen

#### 1. Die energiewirtschaftliche Lage und die voraussichtliche Entwicklung des Energiebedarfs in Österreich

Das Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO) ist in seiner letzten, Ende 1976 veröffentlichten Energieprognose von einem Wirtschaftswachstum von jährlich durchschnittlich 4% bis 1985 und 3,5% von 1985 bis 1990 ausgegangen. Diese Größenordnung des Wirtschaftswachstums ist die Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Vollbeschäftigung. Auf dieser wesentlichen Annahme aufbauend, gelangt das Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung zu der in den beiden folgenden Tabellen angegebenen Entwicklung des Brutto-Inlandverbrauches an Energie und dessen Gliederung, wobei in diesen Tabellen auch das Brennholz, das vom WIFO nicht berücksichtigt wurde, aufscheint.

Die Angaben in den Tabellen werden in Übereinstimmung mit den Bestimmungen des Maß- und Eichgesetzes, BGBl. Nr. 174/1973, in J angegeben.

Das Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung hat in der im Dezemberheft 1976 der Monatshefte veröffentlichten Prognose auch eine Aufteilung des Gesamtverbrauches nach Energieträgern nach Überlegungen vorgenommen, die es selbst angestellt hat. Darin findet auch die Kernenergie Berücksichtigung. Diese Aufteilung

#### Brutto-Inlandverbrauch (in $10^{12}$ J)

	Ergebnisse		Prognose		
	1974	1975	1980	1985	1990
Insgesamt . . . . .	907.535	887.108	1,073.914	1,300.257	1,554.500
davon Steinkohle . . . . .	119.428	104.247			
Braunkohle . . . . .	61.517	55.303			
Erdöl . . . . .	447.117	449.315			
Naturgas . . . . .	151.813	151.227			
Wasserkraft <sup>1)</sup> . . . . .	91.821	91.029			
Brennholz . . . . .	33.494	33.494			
andere Brennstoffe . . . . .	2.345	2.491			

<sup>1)</sup> Einschließlich dem Saldo aus Stromimporten und Stromexporten.

Dabei gliedert sich der Energieverbrauch auf die einzelnen Sektoren wie folgt auf (in  $10^{12}$  J).

	Ergebnisse		Prognose		
	1974	1975	1980	1985	1990
Brutto-Inlandverbrauch . . .	907.535	887.108	1,073.914	1,300.257	1,554.500
Umwandlung . . . . .	709.156	685.329	819.909	968.645	1,148.448
Netto-Inlandverbrauch . . .	743.823	724.597	877.671	1,049.061	1,224.614
Verbrauch der Energieerzeuger und Verluste . . .	53.340	52.138	63.011	72.976	80.303
Endverbrauch . . . . .	690.483	672.459	814.659	976.085	1,144.311
davon Industrie . . . . .	258.991	233.494	272.267	307.583	342.752
Verkehr . . . . .	157.646	160.078	191.203	227.632	256.647
Kleinverbraucher <sup>1)</sup> .	273.846	278.887	351.189	440.870	544.912

<sup>1)</sup> Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft.

nach Energieträgern ist hier deshalb nicht übernommen worden, weil diese Aufteilung in gewissen Grenzen steuerbar ist und, wie später ausgeführt ist, Alternativen für den Einsatz der Kernenergie bestehen. Eine Entscheidung, ob Kernkraftwerke eingesetzt werden sollen oder nicht, erfolgt daher erst in Abwägung von den dazu bestehenden Alternativen.

Es ist zu bemerken, daß der Bedarf der Industrie wesentlich geringer, nämlich nur um 32,3% bis 1990 gegenüber 1974, ansteigen wird als der des Verkehrs mit 62,8% und der Bedarf der Kleinverbraucher mit 99,0%. In dem erheblich geringeren Ansteigen des Industieverbrauchs kommt die Tendenz einer relativen Verringerung des Anteils der energieintensiven Produktionszweige an der gesamten Industrieproduktion zum Ausdruck. Wie die Internationale Energie-Agentur anlässlich der Länderprüfung zum Energiesparen im Jahr 1976 festgestellt hat, haben viele österreichische Industriezweige eine im Vergleich zu den anderen Mitgliedstaaten bessere bzw. sehr gute Energieausnutzung.

Der Importanteil am Brutto-Inlandverbrauch wird von rund 61% im Jahr 1954 auf voraussichtlich nahezu 80% bis Ende der achtziger Jahre anwachsen. Während noch im Jahr 1973 für Energieimporte rund 10,5 Mrd. Schilling aufgewendet werden mußten, hat sich dieser Betrag 1975 mit rund 20,5 Mrd. Schilling annähernd verdoppelt und ist 1976 auf nahezu 25 Mrd. Schilling angewachsen.

Allein diese Zahlen weisen auf die Notwendigkeit hin, Energie künftig rationeller einzusetzen. Eine Energieeinsparung in der Größenordnung von 15% innerhalb von 12 Jahren (für den gesamten Bereich der OECD maximal 20 bis 24% laut World Energy Outlook OECD Paris 1976) dürfte für Österreich allerdings die Obergrenze darstellen, die nur unter Ergreifung aller praktisch durchführbaren Maßnahmen erreicht werden kann. Sie würde eine jährlich etwa um 1% niedrigere Energieverbrauchszunahme bedeuten, d. h. die grundlegenden Fragen der Energiepolitik können durch Energieeinsparungen allein nicht bewältigt werden.

## 2. Elektrizitätswirtschaftliche Überlegungen Entwicklung und Prognose

Anlässlich der Erstellung des ersten Energieplanes hat das Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie von der Elektrizitätswirtschaft eine Begründung für das von der Elektrizitätswirtschaft vorgelegte und beschlossene koordinierte Ausbauprogramm erbeten. Die Elektrizitätswirtschaft hat, nach mehreren Verhandlungen, verschiedene Varianten für die Bedeckung des prognostizierten Elektrizitätsbedarfes ausgearbeitet, über die im Energieplan 1975 folgendes ausgesagt wird (Seite 152).

„Beide Varianten sehen bis 1985 den Ausbau von sieben Laufkraftwerken mit einer Leistung von insgesamt 637 MW und einem Arbeitsvermögen von 3,6 TWh vor. Variante B sieht für die restliche Bedarfsdeckung im Grundlastbereich den Bau weiterer drei Kernkraftwerke mit insgesamt 3000 MW vor, während Variante A nur zwei weitere Kernkraftwerke, zwei Dampfkraftwerke konventioneller Art und eine Gasturbine vorsieht.

Zur Deckung der Bedarfsspitzen weist Variante A ein Speicherkraftwerk von 500 MW, Variante B dagegen fünf Gasturbinen mit einer Leistung von je 100 MW auf, von denen zwei als Ausfallreserve gedacht sind.

Mit den in der Ausbauplanung angenommenen Voraussetzungen ergibt ein Kostenvergleich, daß die Variante B hinsichtlich der Betriebskosten um etwa 14,5% günstiger liegt als Variante A. Eine weitere Untersuchung, die die Verbundgesellschaft über Wunsch des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie angestellt hat und die die Deckung des gesamten Bedarfes ausschließlich durch den Ausbau von Wasserkraftwerken zum Gegenstand hatte, ergab, daß ein derart forcierter Ausbau — falls überhaupt technisch und organisatorisch durchführbar — die Gefahr von Kostensteigerung beim Kraftwerksbau und damit verstärkte inflationistische Tendenzen mit sich bringen würde.

Andererseits ist die kostenmäßig günstige Variante B infolge des hohen Anteiles an Kernenergie (45% der Gesamterzeugung im Jahre 1985) bei den heute nicht genügend sicheren Aussagen bezüglich der Verfügbarkeit von Kernkraftwerken mit einer gesicherten Stromversorgung nicht vereinbar.

Unter Bedachtnahme auf die Gründe, die sowohl gegen einen reinen Wasserkraftausbau als auch gegen die Forcierung von dem in Variante B vorgesehenen Ausbau von insgesamt vier Kernkraftwerken sprechen, ist die von den Unternehmen ihrer Planung zugrundegelegte Mischung der verschiedenen Kraftwerksgruppen als zweckmäßig anzusehen, obwohl sie nicht dem theoretisch erreichbaren Kostenminimum entspricht.“

Bei der Kernenergie ist überdies die Lagerhaltung der Brennelemente ohne hohe Kosten in großen Mengen möglich.

Demgegenüber kann Österreich seiner Verpflichtung aus dem „Übereinkommen über ein internationales Energieprogramm“, BGBl. Nr. 317/1976, zum Aufbau einer Pflichtnotstandsreserve von bloß 75 Tagen Vollversorgung aus importiertem Rohöl und Rohölprodukten erst im Verlaufe von 4 Jahren nachkommen, wie dies aus dem Erdölbevorratungs- und Meldegesetz, BGBl. Nr. 318/1976, hervorgeht. Allein der Wert der angelegten Pflichtnotstandsvorräte wird bei Erreichung der vollen Verpflichtung von 75 Tagen auf derzeitiger Preisbasis rund 3,8 Mrd. Schilling betragen. Dazu kommen die Kosten für den Ausbau der Lager in der Höhe von rund 2 Mrd.

Schilling, wobei die Umwidmung von bestehenden Lagerkapazitäten nicht berücksichtigt ist.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Versorgungssicherheit hat die Elektrizitätswirtschaft seither an der Nutzung der Kernenergie festgehalten, wie das aus ihrem im Energieplan 1976 wiedergegebenen koordinierten Ausbauprogramm von 1975 hervorgeht. Im Energieplan 1976 wird hiezu bemerkt (Seite 242):

„Gemäß der Regierungserklärung vom 5. November 1975 wird die weitere Nutzung der Kernenergie in Österreich von einem Beschluß des Parlaments abhängen. Als erster Schritt der Vorbereitung hiezu hat die Bundesregierung die Durchführung einer objektiven Informationskampagne über die Vor- und Nachteile der Verwendung der Kernenergie zum Zwecke der Energieversorgung beschlossen, deren erste Phase von Oktober 1976 bis April 1977 anberaumt ist.“

### **3. Zum ökonomischen Aspekt der Erzeugung elektrischer Energie aus Kernenergie**

Nach Angabe der Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld GesmbH (GKT) vom 24. 2. 1977 werden die Stromgestehungskosten aus dem Kernkraftwerk Zwentendorf unter Berücksichtigung der Verteuerung durch die Bauverzögerung (vorgesehene Inbetriebnahme März 1976 anstatt tatsächlich August 1978) 31,5 bis 37,2 g/kWh betragen. Diese Bandbreite in der Kostenangabe ergibt sich aus den Grenzwerten, die in der Kalkulation für die Kosten der Entsorgung und die Vorsorgemaßnahmen für die Demontage nach Ablauf der projektierten Lebensdauer getroffen werden.

Im einzelnen ergeben sich die kalkulierten Kosten, auf der Basis der laufenden Preise, wie folgt:

#### a) Lieferantenanteil:

Der Generalunternehmer Siemens Österreich liefert zusammen mit einer Reihe von Unterlieferanten die Kernkraftwerksanlage zu dem im Vertrag ausgewiesenen Preis. Dieser Vertragspreis wurde mit den angegebenen Gleitpreisformen valorisiert; die dazu notwendige Indexentwicklung wurde 1971 geschätzt. Aufgrund der damals zur Verfügung stehenden Unterlagen ergab sich ein akkumulierter Gleitpreiszuschlag in der Höhe von 12,3%; die tatsächliche Indexentwicklung ergibt nunmehr einen akkumulierten Gleitpreiszuschlag von 30%.

Die Steigerung der Kosten bei den maschinell-elektrischen Anlagen zwischen 1971 und 1977 resultiert hauptsächlich aus Gleitpreiserhöhung und aus zusätzlichen Kosten aufgrund des höheren österreichischen Sicherheitsniveaus.

#### b) Bauherrnseitige Beistellungen:

Die Kosten für die bauherrnseitigen Beistellungen wurden seinerzeit auf der Preisbasis 1970 ermittelt, die Gesamtsumme wurde über die Bauzeit 1971 bis 1976 mit 4% p. a. valorisiert, die tatsächliche Erhöhung war ebenfalls wesentlich höher. Die Details dazu sind nachstehend ausgeführt (in Mio Schilling):

	1971	1977
Personal- und Sachaufwand . . . . .	105,0	322,4
Verwaltungs- und Betriebsgebäude . . . . .	21,0	30,3
Genehmigungsverfahren . . . . .	15,0	163,4
Lager und Werkstätten . . . . .	28,0	23,5
Wohnraumbeschaffung . . . . .	13,0	43,8
Bau- und Inbetriebsetzungssystem . . . . .	32,0	73,5
Zufahrtstraße . . . . .	9,0	10,2
Freiluftschaltanlagen . . . . .	67,0	76,4
Außenanlagen, Zaun . . . . .	10,0	10,6
Objektschutz . . . . .	—	20,0
Kompaktlagerung . . . . .	—	50,0
Sonstiges . . . . .	21,0	361,0
	<u>321,0</u>	<u>1.185,1</u>

Die Steigerung des Personal- und Sachaufwandes ist darauf zurückzuführen, daß mehr Personal als vorgesehen eingestellt werden mußte und daß die Personal- und Sachaufwendungen stärker als voraussehbar stiegen (Steigerung Tariflohnindex Industrie 1971 bis 1975 +87,5%, Index der Verbraucherpreise +48%). Aus obiger Aufstellung ist ersichtlich, daß die größten Kostensteigerungen beim Personal- und Sachaufwand, beim Genehmigungsverfahren und aus zusätzlichen neuen Projekten resultieren.

Der Hauptanteil der Erhöhung ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß das Genehmigungsverfahren viel detaillierter und umfangreicher, als im Jahre 1971 angenommen, abgewickelt wird.

Weiters sind in den 1977 ausgewiesenen Zahlen, vor allem unter der Post „Sonstiges“, viele zusätzliche Projekte enthalten, die 1971 nicht für notwendig erachtet wurden.

#### c) Bauzinsen:

Die Erhöhung der Bauzinsen resultiert aus der Steigerung der Investitionskosten und aus der Verzögerung der Fertigstellung.

Die Gesamtanlagekosten (in Mio. Schilling) ergeben sich somit:

	1971	1977
Grundstücke . . . . .	3	7,1
Bauliche Anlagen . . . . .	564	557,7
Maschinell-elektrische Anlagen . . . . .	3287	3781,9
Bauherrnseitige Beistellungen (inklusive Steuern) . . . . .	321	1185,1
Bauzinsen (7% über alle Zahlungen) . . . . .	610	1100,0
Unvorhergesehenes . . . . .	129	123,6
Investitionssteuer . . . . .	—	113,4
Baukostenmindernde Refundierungsbeträge (Zuschüsse bzw. Pönale) . . . . .	keine	—200,0
	<u>4914</u>	<u>6668,8</u>
Spezifische Ausbaurkosten (bezogen auf die Nettoleistung von 700 MW) . . . . .	7020 S/kW	9530 S/kW

Mit den kalkulierten Baukosten ergeben sich für die Stromerzeugungskosten kalkulierte Fixkosten auf der Basis laufender Preise für das 10. Betriebsjahr (an Stelle der Barwertmethode) für eine Inbetriebnahme im August 1976, die im Jahre 1971 vorgesehen war, bzw. Juli 1978, wie sie den Überlegungen im Jahre 1977 zugrunde liegt, wie folgt:

Berechnungszeitpunkt	1971	1977
Zinsen (7% für das gesamte eingesetzte Kapital) . . . . .	180,6	255,0
Abschreibungen (20 Jahre Nutzungsdauer) . . . . .	245,7	345,0
Personalkosten . . . . .	44,1	65,0
Instandhaltungskosten (1,5% im ersten, auf 2% im 20. Betriebsjahr steigend) . . . . .	66,9	120,0
Steuern (Gewerbeertragssteuer 7,5% d. Zinsen, Gewerbekapitalsteuer 1,5% v. Buchrestwert) . . . . .	17,6	30,0
Versicherung . . . . .	30,0	35,0
	<u>584,9</u>	<u>850,0</u>

Bei den angenommenen Betriebsstunden von 6000/Jahr mit einer Nettoleistung von 700 MW ergeben sich daher die auf die Kilowattstunde entfallenden Fixkosten zu 13,9 g/kWh beim Berechnungszeitpunkt 1971 und zu 20,2 g/kWh beim Berechnungszeitpunkt 1977.

Die Vorkalkulation der mittleren Brennstoffkosten (ohne Erlös aus Rückgewinnung von Uran und Plutonium) ergibt folgendes:

	1971		1977	
	g/kWh	%	g/kWh	%
Natururan <sup>1)</sup> . . . . .	1,3	21	1,4	14
Anreicherung <sup>2)</sup> . . . . .	2,0	31	2,1	23
Brennelementefertigung <sup>3)</sup> . . . . .	2,0	31	2,1	23
Wiederaufarbeitung (inklusive Transport) <sup>4)</sup> . . . . .	1,0	17	3,7	40
	<u>6,3</u>	<u>(=100)</u>	<u>9,3</u>	<u>(=100)</u>

<sup>1)</sup> 1971: 5,1 US\$/lb U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>. 1977: 6,7 US\$/lb U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>.

<sup>2)</sup> 1971: 32 US\$/kg Trennarbeitseinheit. 1977: 46 US\$/kg Trennarbeitseinheit.

<sup>3)</sup> 1971: 2700 S/kg U im Brennelement. 1977: 2900 S/kg U im Brennelement.

<sup>4)</sup> 1971: 60 US\$/kg U im Brennelement (520 S/kg U) inkl. Lagerung. 1977: 1500 FF/kg U im Brennelement (6800 S/kg U) ohne Lagerung.

Damit ergeben sich die Stromgestehungskosten wie folgt:

	1971		1977	
	g/kWh	%	g/kWh	%
Fixkosten . . . . .	13,9	(68,6)	20,0	(68,3)
Brennstoffkosten . . . . .	6,3	(31,2)	9,3	(31,7)
	20,2	(=100)	29,3	(=100)
Entsorgung . . . . .	0		1,2	— 5,9
Vorsorge f. Stilllegung des Kernkraftwerkes .	0		1,0	— 2,0
	20,2		31,5	— 37,2

Erläuterungen:

Fixkosten: Abschreibung inklusive Kapitaldienst, Betriebskosten (Versicherung, Steuer, Personal) Instandhaltung und Sachaufwand.

Entsorgung: Kosten für Zwischen- und Endlagerung der schwach-, mittel- und hochaktiven Abfälle, Kosten für Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente bis zum Abtransport zur Wiederaufarbeitung.

Vorsorge für Stilllegung: Annahme: Stilllegungskosten etwa 15% bis 20% der Anlagekosten.

Demgegenüber betragen die kalkulierten Gestehungskosten der elektrischen Energie für das projektierte Braunkohlendampfkraftwerk Voitsberg III nach dem vom Projektsprüfungsausschuß der Verbundgesellschaft bereits überprüften Projekt der Österreichischen Draukraftwerke AG. (Preisbasis Ende 1976) zwischen 55,37 und 58,68 g/kWh.

#### 4. Steuerliche Maßnahmen

Als das mit Jahresende 1968 terminisierte Elektrizitätsförderungsgesetz 1953 zur Verlängerung anstand, war man in der damaligen Bundesregierung zunächst der Meinung, daß man es nicht verlängern müsse, weil eine Sättigung des Strombedarfs in Sicht sei. Es lief daher das Elektrizitätsförderungsgesetz zunächst ersatzlos aus. Die Elektrizitätswirtschaft hat darauf hingewiesen, daß ein weiteres Wachstum zu erwarten sei, was auch die Folgezeit bestätigte, weshalb eine weitere steuerliche Förderung des Ausbaues der Elektrizitätswirtschaft unerläßlich sei. In der Folge fanden daher Besprechungen zwischen dem damaligen für die Elektrizitätswirtschaft zuständig gewesenen Bundesministerium für Verkehr und dem für das neu zu formulierende Elektrizitätsförderungsgesetz als Finanzgesetz zuständigen Bundesministerium für Finanzen sowie mit dem Verband der Elektrizitätswerke Österreichs statt.

Das Ergebnis der Beratungen war das Elektrizitätsförderungsgesetz 1969, das im Art. II für die im Sinne des Gesetzes für zweckmäßig erklärten Kernkraftwerke die

Bestimmung vorsieht, daß Elektrizitätsversorgungsunternehmen, die sich an der Finanzierung eines solchen Kernkraftwerkes beteiligen, diese Beteiligung innerhalb von 4 Jahren auf 60 v. H. der Anschaffungskosten steuerbegünstigt abschreiben können, wenn sie die auf ihre Beteiligung entfallende Strommenge gegen Ersatz der Selbstkosten beziehen. Beteiligt sich jedoch ein Elektrizitätsversorgungsunternehmen in der Form sogenannter nichtrückzahlbarer Baukostenzuschüsse, dann können diese innerhalb von 10 Jahren voll abgeschrieben werden.

In den auf ministerieller Basis vorbereiteten Erläuterungen zum Gesetz wird bemerkt, daß etwa alle 10 bis 15 Jahre mit einer Verdoppelung des Strombedarfes gerechnet werden müsse, und dazu u. a. ausgeführt: „Aus wirtschaftlicher und technischer Sicht ergibt sich in zunehmendem Maße die Notwendigkeit, für die Erzeugung elektrischer Energie auch die Atomkraft nutzbar zu machen. Da nun die erstmalige Errichtung eines Kernkraftwerkes nicht nur bedeutende finanzielle Mittel erfordert, sondern auch ein erhebliches Risiko in sich birgt, sind in Art. II dieses Gesetzes besonders steuerliche Begünstigungen bei gesellschaftsrechtlichen Beteiligungen an einem solchen Projekt und für Baukostenzuschüsse vorgesehen.“

Zu Art. II heißt es insbesondere: „Da die Errichtung eines Kernkraftwerkes bedeutende finanzielle Mittel erfordert, ist die Finanzierung eines solchen Bauvorhabens im Wege gesellschaftsrechtlicher Beteiligung anderer Elektrizitätsversorgungsunternehmen vorgesehen. Im Hinblick auf die besondere Bedeutung, die einem derartigen Projekt für die gesamte österreichische Elektrizitätswirtschaft zukommt, soll das erhebliche Risiko, welches mit der erstmaligen Errichtung eines Kernkraftwerkes verbunden ist, auch auf steuerlichem Gebiet Berücksichtigung finden.“

Da das Gesetz schließlich jedoch als Initiativantrag aller drei im Parlament vertretenen Parteien eingebracht und beschlossen wurde, entfielen die erläuternden Bemerkungen hiezu. Im Bericht des für die Behandlung zuständigen Finanz- und Budgetausschusses (1477 der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen des Nationalrates XI. GP.) wird jedoch ausdrücklich betont:

„Weiter ergibt sich aus wirtschaftlicher und technischer Sicht in zunehmendem Maße die Notwendigkeit, für die Erzeugung elektrischer Energie auch die Atomkraft nutzbar zu machen. Da nun die erstmalige Errichtung eines Kernkraftwerkes nicht nur bedeutende finanzielle Mittel erfordert, sondern auch ein erhebliches Risiko in sich birgt, sind in Art. II dieses Gesetzes besondere steuerliche Begünstigungen bei gesellschaftsrechtlichen Beteiligungen an einem solchen Projekt und für Baukostenzuschüsse vorgesehen.“

Der Finanz- und Budgetausschuß hat den obgenannten Initiativantrag in seiner Sitzung am 28. 11. 1969 der Vorberatung unterzogen.

An der Debatte beteiligten sich außer dem Berichterstatter die Abgeordneten Ing. HELBICH, Dr. STARIBACHER, GRUNDEMANN-FALKENBERG, ZINGLER, PETER und Dr. ANDROSCH sowie der Bundesminister für Finanzen, Prof. Dr. KOREN.

Bei der Abstimmung wurde der im obgenannten Initiativantrag enthaltene Gesetzesentwurf in der dem Bericht angeschlossenen Fassung einstimmig angenommen.

Als Ergebnis seiner Beratung stellt der Finanz- und Budgetausschuß somit den Antrag, der Nationalrat wolle dem angeschlossenen Gesetzesentwurf die verfassungsmäßige Zustimmung erteilen.“

Tatsächlich wurde der Gesetzesentwurf im Nationalrat am 12. 12. 1969 einstimmig beschlossen.

## 5. Bundeshaftung für Anleihen zum Bau des Kernkraftwerkes Zwentendorf

In den Energieanleihegesetzen 1970, 1972 und 1973, BGBl. Nr. 326/1970, BGBl. Nr. 225/1972 und BGBl. Nr. 578/1973, ist jeweils ausdrücklich angeführt, daß die betreffenden Darlehen und Kredite auch „zur Finanzierung des Anteils der Verbundgesellschaft am ersten österreichischen Kernkraftwerk“ dienen können.

Die sieben an der Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld GesmbH. beteiligten Landesgesellschaften haben bisher insgesamt vier Kernkraftwerksanleihen mit je 250 Mio. S emittiert, für die jedoch keine Bundeshaftungen erteilt wurden.

## 6. Vorräte an konventionellen Energieträgern und Bemühungen um die Nutzung alternativer Energiequellen

### A) Vorräte an konventionellen Energieträgern und an Uran in Österreich

#### Erneuerbare Energieträger

a) **Wasserkraft:** 44.100.10<sup>6</sup> kWh/Jahr ( $\hat{=}$  199,3.10<sup>15</sup> J/Jahr, davon sind mehr als 60% bereits ausgebaut oder im Ausbau).

b) **Brennholz:** Jährlicher Einschlag (ohne Überschlagerung) 2 ÷ 2,5 Mio fm ( $\hat{=}$  25,1 ÷ 33,5.10<sup>15</sup> J).

### Nicht erneuerbare Energieträger — fossile Brennstoffe und Uran

(Angaben über fossile Brennstoffe nach dem von der Bundesregierung am 7. 6. 1977 zur Kenntnis genommenen 1. Bericht des Interministeriellen Beamtenkomitees. Pkt. 39 des Beschlußprotokolls Nr. 77.)

#### a) Braunkohle

a 1) Sichere (A) und wahrscheinliche Reserven (B)	123 Mio t $\hat{=}$ 1802,4.10 <sup>15</sup> J
davon abbauwürdig	62 Mio t $\hat{=}$ 908,5.10 <sup>15</sup> J
a 2) mögliche Reserven (angedeutet C1 und vermutet C2)	220 Mio t $\hat{=}$ 2763,3.10 <sup>15</sup> J

Förderung: 1960	5,97 Mio t $\hat{=}$	87,5.10 <sup>15</sup> J
1970	3,67 Mio t $\hat{=}$	53,8.10 <sup>15</sup> J
1975	3,40 Mio t $\hat{=}$	49,8.10 <sup>15</sup> J
1976	3,21 Mio t $\hat{=}$	47,0.10 <sup>15</sup> J

## b) Kohlenwasserstoffe

### Erdöl

b 1) sicher gewinnbar (A)	22 Mio t $\hat{=}$	921,1.10 <sup>15</sup> J
b 2) wahrscheinlich gewinnbar (B)	4 Mio t $\hat{=}$	167,5.10 <sup>15</sup> J
b 3) möglicherweise gewinnbar (vermutete (C) und hypothetische (D) Vorräte)	33 bis 40 Mio t $\hat{=}$ $\div$ 1674,7.10 <sup>15</sup> J	1381,6.10 <sup>15</sup> J
Förderung: 1960	2,45 Mio t $\hat{=}$	102,6.10 <sup>15</sup> J
1970	2,80 Mio t $\hat{=}$	117,2.10 <sup>15</sup> J
1975	2,04 Mio t $\hat{=}$	85,4.10 <sup>15</sup> J
1976	1,93 Mio t $\hat{=}$	80,8.10 <sup>15</sup> J

Diese Schätzungen schließen nicht die Möglichkeit einer höheren Ausbeute aufgrund der Anwendung von tertiären Fördermethoden ein. Sie beruhen auf der Annahme eines Ausbeutefaktors von 33%.

### Erdgas

b 1) sicher gewinnbar (A) Erdgas und Erdölgas (als Begleitgas bei der Erdölgewinnung anfallend) (A)	15 Mrd. m <sup>3</sup> $\hat{=}$	546,4.10 <sup>15</sup> J
b 2) wahrscheinlich gewinnbar (B)	7 Mrd. m <sup>3</sup> $\hat{=}$	255,0.10 <sup>15</sup> J
b 3) möglicherweise gewinnbar (C) vermutete und hypothetische (D) Vorräte an Erdgas	67 bis 80 Mrd. m <sup>3</sup> $\hat{=}$ $\div$ 2914,0.10 <sup>15</sup> J	2440,5
Förderung: 1960	1,47 Mrd m <sub>n</sub> <sup>3</sup> $\hat{=}$	53,5.10 <sup>15</sup> J
1970	1,90 Mrd m <sub>n</sub> <sup>3</sup> $\hat{=}$	69,2.10 <sup>15</sup> J
1975	2,36 Mrd m <sub>n</sub> <sup>3</sup> $\hat{=}$	85,9.10 <sup>15</sup> J
1976	1,93 Mrd m <sub>n</sub> <sup>3</sup> $\hat{=}$	77,9.10 <sup>15</sup> J

Die Schätzungen für reines Erdgas beruhen auf der Annahme eines Ausbeutefaktors von etwas über 50%.

## c) Uran

In Österreich sind in den letzten Jahren Vorkommen von Uranerz festgestellt worden, die bei den heutigen Preisen u. U. einen wirtschaftlichen Abbau ermöglichen lassen. Die bisher bedeutendste festgestellte Lagerstätte liegt bei Forstau im Land Salzburg. Sie wird gegenwärtig eingehend bergmännisch untersucht und aufgeschlossen. Die bisher erschlossenen Lagerstättenvorräte (A+B) werden mit 1800 t U-Metall bewertet.

## B) Sonstige Energiequellen und derzeitiger Stand ihrer Nutzungsmöglichkeiten

### a) Geothermische Energie

Auf Grund eingehender geologischer Gutachten wurden vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung die folgenden Projekte zur Nutzung der geothermischen Energie in Österreich begonnen:

Tabelle I

Projekt	Gesamtkosten in Schilling	Förderungsbeitrag in Schilling
1. Forschungskonzept für Erschließung und Nutzung geothermischer Energie in Österreich (Dr. JANOSCHEK) . . . . .	36.700,—	36.700,—
2. Vorstudie: Erstellung, Nutzung und Bewertung eines mit Geothermalwasser beheizten Experimentierglashauses (Prof. STICKLER) . . . . .	92.000,—	92.000,—
3. Untersuchung der geothermischen Tiefenstufe mittels Temperaturmessungen bei artesischen Brunnen in der Oststeiermark und im Südburgenland . . . . .	190.000,—	190.000,—
4. Integrierte Nutzung geothermischer Energie; Teilprojekt Reininghaus . . . . .	172.500,—	172.500,—
5. Integrierte Nutzung geothermischer Energie; Teilprojekt Fürstenfeld . . . . .	131.250,—	131.250,—
6. Integrierte Nutzung geothermischer Energie; Teilprojekt Troipersdorf . . . . .	148.500,—	148.500,—
7. Waltersdorf	3.500.000,—	bisher 180.000,—
		(Gesamtförderung 1 Mio Schilling)

### b) Sonnenenergie

Vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung wurden folgende Studien über die Nutzung der Sonnenenergie in Auftrag gegeben:

Tabelle II

	Gesamtkosten in Schilling	Förderungsbetrag in Schilling
1. Möglichkeiten der Wasserstoffgewinnung mit Hilfe von Sonnenenergie und hochenergetischer Strahlung (Prof. GETOFF) .	48.150,—	48.150,—
2. Bestandsaufnahme und Literaturbericht nationaler und internationaler Forschung zur Erzeugung von Wasserstoff (Prof. GETOFF)	23.500,—	23.500,—
3. Photochemische Nutzbarmachung der Sonnenenergie — Bestandsaufnahme internationaler Aktivitäten . . . . .	20.000,—	20.000,—
4. Studie über Erstellung eines Regel- und Meßprogrammes zur Erfassung wesentlicher Kenngrößen bei der praktischen Nutzung der Sonnenenergie (Prof. STICKLER) . . . . .	288.000,—	288.000,—
5. Forschungsprogramm zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit einer Sonnenenergieanlage (Prof. BRANDSTAETTER) . . .	400.000,—	400.000,—
6. Vorprojekt „Österr. Sonnenhaus“ . . . . .	772.160,—	772.160,—
Studie „Österr. Sonnenhaus“ . . . . .	265.000,—	265.000,—

Zur Erkundung der praktischen Bewährung von Solaranlagen und Sammlung der einschlägigen Unterlagen wird durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung das folgende Meßstellennetz unterhalten:

Tabelle III

	Gesamtkosten in Schilling	Förderungsbetrag in Schilling
Fa. Swarovski und Co., Wattens, Tirol, Sonnenenergiemeßstelle Absam . . . . .	650.000	300.000
Fa. Zima Wohnbau Ges.m.b.H., Errichtung einer Sonnenenergiemeßstelle in Göfis	297.000	297.000
Meßprogramm für eine Sonnenenergieanlage des Freibades Eggersdorf; Institut für Umweltforschung, Graz . . . . .	295.000	295.000
Prof. Dr. R. STICKLER; Meßnetz für Sonnenenergie-Meßstelle Velden (Phase 1) . . .	179.360	179.360
Meßstelle Velden (Kom.-Rat GERSTEL) . . . . .		95.000
Sonnenheizung für das Institut für Molekularbiologie, Salzburg . . . . .	3,840.000	3,840.000

Das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung hat 1975 und 1976 folgende industrielle Projekte für die Nutzung der Sonnenenergie gefördert:

Tabelle IV

1975:	Gesamtkosten in Schilling	Förderungsbetrag in Schilling
Vereinigte Metallwerke Ranshofen-Berndorf AG: „Entwicklung von Anlagen zur Nutzung der Sonnenenergie (Solarsystem)“ . . . . .	2,018.000	1,000.000
Karl GOHM Installationen: „Sonnenzellen zur wirtschaftlichen Nutzung der Sonnenenergie mit Wärmetauscher für Ein- und Mehrfamilienhäuser, Pensionen und Hotels, für Warmwasser und Heizzwecke“ . . . . .	177.000	110.000
Institut für Umweltforschung: „Praktische Möglichkeiten zur Nutzung von Sonnenenergie für den Betrieb von Gewächshäusern mit realer Bindung an die klimatischen und energie-wirtschaftlichen Gegebenheiten“ . . . . .	2,000.000	700.000
<b>Gesamt . . . . .</b>	<b>4,195.000</b>	<b>1,810.000</b>
1976:	Gesamtkosten in Schilling	Förderungsbetrag in Schilling
Vereinigte Metallwerke Ranshofen-Berndorf AG: „Entwicklung von Anlagen zur Nutzung der Sonnenenergie“ . . . . .	819.000	400.000
Vogel & Noot AG: „Nutzung der Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung mittels Solarkollektoren“ . . . . .	820.000	400.000
VMW Ranshofen-Berndorf AG: „Entwicklung von technisch und wirtschaftlich geeigneten Sonnenkollektoren-Modellen“ . . . . .	526.000	260.000
<b>Gesamt . . . . .</b>	<b>2,165.000</b>	<b>1,060.000</b>

Die Erstellung von Programmen für die überregionale Nutzung der Sonnenenergie wurde durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung wie folgt gefördert:

Tabelle V

	Gesamtkosten in Schilling	Förderungsbetrag in Schilling
Durchführbarkeitsstudie „Sonnenkraftwerk für Entwicklungsländer“ (Österr. Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen) . . . . .	296.000	296.000
Studie Österr. Sonnenkraftwerk für Entwicklungsländer (Prof. KLEINRATH) . . . . .	25.000	25.000
Studie über die Gewinnungsmöglichkeiten von „Solarstrom in Österreich“ (Dipl.-Ing. WEYSS) . . . . .	98.000	98.000
	419.000	419.000

Insgesamt hat das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung für die Zwecke der Sonnenenergiegewinnung von 1974 bis 1. 6. 1977 einen Betrag von 17,75 Mio Schilling aufgewendet.

**Vom Bundesministerium für Bauten und Technik — Wohnbauforschung wurden bisher folgende einschlägige Projekte gefördert:**

Tabelle VI

in Schilling

Wärmeversorgung von Wohnbauten mit Sonnenenergie (Prof. GILLI und Partner) . . . . .	823.000,—
Österr. Sonnenhaus (ÖSH) — Detailprojekt (Österr. Institut für Bauforschung) . . . . .	2,087.000,—
	2,910.000,—

**C) Folgerungen**

Vergleicht man die Vorräte an erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieträgern in Österreich mit dem derzeitigen und vermutlich weiteren Verbrauch unter Einschluß der Möglichkeit der Einbeziehung bisher kaum genützter Energiequellen, so besteht keine Aussicht darauf, die Importabhängigkeit Österreichs vom Energiebezug aus dem Ausland mindern zu können. Es wird bereits großen Anstrengungen bedürfen, die bisherige Quote der Energieimporte wenigstens vorerst nicht allzu rasch steigen zu lassen, so etwa durch weitere Erschließung von inländischen Vorräten. Grundsätzliche Änderungen in der Tendenz der Auslandsabhängigkeit sind auch nicht durch die Ergreifung von umfassenden und weitreichenden Maßnahmen zur Einsparung von Energie zu erwarten, wie sich aus dem folgenden Abschnitt 7 ergibt. In diesem Rahmen muß daher die Nutzung der Kernspaltenenergie beurteilt werden.

## 7. Die Förderung der zweckmäßigen Nutzung der Energie

### a) Allgemeines

Um die zweckmäßige Nutzung der Energie zu fördern, wurden von der Bundesregierung seit 1974 verschiedene Maßnahmen gesetzt bzw. Empfehlungen gegeben. Es darf darauf hingewiesen werden, daß eine Erweiterung der Bundeskompetenzen auf diesem Gebiet bereits anläßlich des Begutachtungsverfahrens für ein Energiesicherungsgesetz auf massive Einsprüche gestoßen ist, und auch in der wesentlich abgeschwächten Form, in der eine Kompetenzerweiterung dann in der Regierungsvorlage (12 der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen des Nationalrats, XIV. Gesetzgebungsperiode, siehe §§ 20 bis 25) vorgeschlagen war, war für diesen Vorschlag im Unterausschuß des Handelsausschusses des Nationalrats nicht die ausreichende Mehrheit zu erlangen, und er wurde daher im Energielenkungsgesetz, BGBl. 319/1976, nicht berücksichtigt.

Ungeachtet dieser rechtlichen Gegebenheiten hat die Bundesregierung eine im folgenden kurz dargestellte umfassende Tätigkeit für die Förderung einer zweckmäßigen Nutzung der Energie ausgeübt und hat dabei jenen Bereichen besondere Beachtung geschenkt, in denen merkbare Einsparungen erzielt werden können; nämlich der Raumheizung und der Wärmedämmung von Gebäuden, dem Individualverkehr auf der Straße, der wärmeintensiven Industrie und den Möglichkeiten der Wärme-Kraft-Kupplung im Bereich der öffentlichen Versorgung.

### b) Wärmeschutz von Gebäuden und Verbesserung des Wirkungsgrades von Raumheizungsanlagen

Auf dem Gebiet des Wärmeschutzes von Gebäuden sind bisher folgende Maßnahmen gesetzt worden:

- Am 10. Dezember 1974 hat das Bundesministerium für Bauten und Technik unter Zahl 562.426-IV/25/74 ein Rundschreiben an alle Bundesländer gerichtet, in dem hervorgehoben wurde, daß auf dem Gebiete des Wohnbaues die Verbesserung des Mindestwärmeschutzes als eine der vordringlichsten Maßnahmen anzusehen sei. Für den Bereich der Wohnbauförderung wurde dabei unter Bedachtnahme auf § 2 Abs. 2 Wohnbauförderungsgesetz 1968 in der geltenden Fassung auf die Bestimmung des § 2 Abs. 1 Z. 8 des zitierten Gesetzes hingewiesen. Als Grenzwert für den Wärmebedarf je m<sup>2</sup> Nutzfläche wurde deshalb, abweichend von den bisherigen höchstzulässigen Wärmebedarfswerten nach Tafel 6 der ÖNORM B 8110, für alle Wohngebäude 54 kcal/m<sup>2</sup> Nutzfläche und Stunde<sup>1)</sup> (das entspricht 20 kcal/m<sup>3</sup>h)<sup>2)</sup> empfohlen. Der Förderungswerber sollte bei Einreichen eines Wohnbauförderungsbegehrens nunmehr auch den Nachweis für den vorgeschriebenen Wärmebedarf und eine Berechnung für den Wärmeverbrauch für jede einzelne Wohnung erbringen. Diese Empfehlungen fanden auch in der Novelle zum Wohnbauförderungsgesetz 1968, BGBl. 366/1975, ihren Niederschlag.

<sup>1)</sup> 226,09 kJ/m<sup>2</sup> Nutzfläche und Stunde

<sup>2)</sup> 83,74 kJ/m<sup>3</sup>h

- Nach der Novelle zum Wohnungsverbesserungsgesetz 1969 (BGBl. 367/1975) können nunmehr auch Maßnahmen gefördert werden, die der Erhöhung des Wärme- und Schallschutzes dienen.
- Über Anregung des Bundesministeriums für Bauten und Technik wurden in einem Beiblatt zur ÖNORM B 8110 für verschiedene Gebäudetypen Mindestwärmeschutzgruppen als Empfehlung für einen erhöhten Wärmeschutz erlassen. Seit 1. Juli 1976 ist für alle neu zu errichtenden Wohngebäude in Oberösterreich die darin festgelegte Wärmeschutzgruppe III für verbindlich erklärt worden (Wärmedurchlaßwiderstand  $D = 1,26 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ )<sup>3)</sup>.  
Im Burgenland wurde das Beiblatt mit 9. Dezember 1976 zur Gänze für verbindlich erklärt (Landesgesetzblatt 35, Stück Nr. 63).
- Seitens des Bundesministeriums für Bauten und Technik wurden mit Zahl 513.980/1/74 Richtlinien für einen erhöhten Wärmeschutz in Bundesgebäuden erlassen. Danach sind allen Planungen und Baumaßnahmen die Richtlinien der ÖNORM B 8110 und des Beiblatts zugrunde zu legen, und zwar bei Außenwänden der erhöhte Wärmeschutz entsprechend der Wärmeschutzgruppe III und bei Außendecken nach der Wärmeschutzgruppe IV. Der Nachweis des erhöhten Wärmeschutzes nach ÖNORM B 8110 ist sinngemäß nach ÖNORM M 7500 oder DIN 4701 durchzuführen und spätestens mit dem Antrag auf Entwurfgenehmigung auf dem Formblatt „Wärmeschutz“ vorzulegen.

In der Sitzung des Interministeriellen Beamtenskomitees für Fragen der Energieeinsparung wurde bereits am 4. März 1976 an den Vertreter der Verbindungsstelle der Bundesländer das Ersuchen gerichtet, daß die Bundesländer mit dem Bund ein Abkommen nach Artikel 15a B-VG über einheitliche Bestimmungen auf dem Gebiete der Luftreinhaltung zwecks Überprüfung der Einzelofenanlagen und Gewährleistung eines ausreichenden Wirkungsgrades sowie über einheitliche Bestimmungen über den Wärmeschutz von Gebäuden schließen. Bisher liegt eine Gegenäußerung der Verbindungsstelle der Bundesländer zu diesem Vorschlag noch nicht vor, jedoch beabsichtigt das Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie, anlässlich der auf Grund des Beschlusses der Landeshauptleutekonferenz vom 28. 10. 1976 über die Verlängerung des Energielenkungsgesetzes bereits eingeleiteten Verhandlungen auch diese Frage einer positiven Regelung zuzuführen. Als eine Grundlage hierfür könnte die Arbeit dienen, der sich eine Arbeitsgruppe im Rahmen des Österreichischen Normungsinstitutes gewidmet hat, die am 29. 4. 1977 konstituiert wurde, mit dem Ziel, sämtliche für eine Optimierung des Gesamtenergiebedarfes im Hochbau bestehende Normen zusammenzutragen und diese, wenn nötig, im Sinne der Energieeinsparung zu verschärfen.

Das Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie hat auf Grund von Empfehlungen seines Energiesparbeirats eine umfassende Untersuchung durch die Versuchsanstalt für Brennstoffe, Feuerungsanlagen und Gastechnik an der Technischen Universität Wien über die Ermittlung des Betriebswirkungsgrades an Heizsystemen des Hausbrandes durchführen lassen, für die in den Jahren 1975/76 und 1976/77 Kosten in der Höhe von insgesamt S 450.000,— aufgewendet wurden. Auf Grund von Messungen an über 100 Einzelheizungen in beiden Heizperioden konnten folgende Durchschnittswirkungsgrade über die Betriebsperiode festgestellt werden:

<sup>3)</sup> 5,28 kJ/m<sup>2</sup> h °C

**Durchschnittswirkungsgrade in %**

Brennstoffeinsatz	Art der Heizung		
	Einzelheizung	Etagenheizung	Zentralheizung
Feste Brennstoffe	68	85	82
Flüssige Brennstoffe	54	67	74
Gasförmige Brennstoffe	77	81	83

Es zeigt sich, daß die Durchschnittswirkungsgrade z. T nicht den praktisch erreichbaren entsprechen, so daß hier Möglichkeiten zu einer Energieeinsparung aktiviert werden könnten. Diese Einsparungen sind vor allem durch bessere Wartung und Instandhaltung der Anlagen und bei Ersatzinstallationen durch deren richtigere Dimensionierung zu erreichen.

Die endgültige Fassung der Untersuchungsergebnisse wird im Herbst 1977 vorliegen.

**c) Energiesparen im Straßenverkehr**

Auf dem Gebiet des Straßenverkehrs hat die Bundesregierung an den bereits im Jahre 1973 gesetzten Geschwindigkeitsbegrenzungen festgehalten. Darüber hinaus hat das Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie eine Kosten-Nutzen-Analyse von Energiesparmaßnahmen im Straßenverkehr mit einem Kostenaufwand von S 1,512.000,— an das Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrwesen an der Technischen Universität Wien vergeben. Diese Untersuchung baut auf einer vorhergegangenen internationalen Literaturrecherche auf, wobei 160 Stellen in 13 Ländern kontaktiert wurden, und die ergeben hat, daß keine vollständigen Nutzen-Kosten-Analysen über Energiesparmaßnahmen auf dem Sektor Straßenverkehr vorliegen, so daß die österreichische Studie die erste dieser Art sein dürfte. Die Kosten der Literaturrecherche haben S 604.800,— betragen. Die Ergebnisse dieser umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse werden Ende 1978 vorliegen.

Zwischenergebnisse wurden am 13. 6. d. J. im Rahmen einer Sitzung des Energie-sparbeirats des BMfHGI vorgelegt, wobei auch Vorschläge gemacht wurden, welche allerdings noch weitgehender Erörterungen und einer Abstimmung mit den zuständigen Ressorts bedürfen. Diese Vorschläge betreffen eine Änderung der Bemessungsgrundlage für die Kfz-Steuer von PKW und Kombis, wobei an Stelle des Hubraumes der Kraftstoffverbrauch im Stadtverkehr, gemessen nach den Regeln des Europa-Zyklus, maßgebend sein soll. Durch diese Umstellung soll das gesamte Kfz-Steueraufkommen nicht vermindert werden. Ebenso sollte, ohne Verminderung des gesamten Kfz-Steueraufkommens, die Kfz-Steuer für Diesel-PKW und Diesel-Kombis gemindert bzw. abgeschafft werden. Außerdem sollten alle Hersteller von Kraftfahrzeugen verpflichtet werden, den Kraftstoffverbrauch im Stadtverkehr, gemessen nach den Regeln des Europa-Zyklus, der ohnehin bei jeder Typenzulassung bestimmt wird, für ihre Modelle an Stelle des weniger aussagenden DIN-Verbrauchs anzugeben.

Die Kosten-Nutzen-Studie hat die systematische Behandlung folgender Gebiete zum Gegenstand:

1. Aufklärung von Fahrzeuglenkern durch Planung der Fahrtausnutzung, Ausnutzung der Kapazität, Fahrverhalten auf der Strecke usw.;
2. Aufklärung der Fahrzeughalter bei Ankauf eines Fahrzeugs, bei dessen Wartung und Betrieb;
3. Verkehrsplanung und Verkehrslenkung;
4. Verkehrsplanung und Straßenführung;
5. Legistische Maßnahmen, die den Fahrzeuglenker bzw. Fahrzeughalter betreffen;
6. Legistische Maßnahmen, die die Herstellung betreffen;
7. Aufzeigen von Förderungsmaßnahmen, wobei auch die Frage des „öffentlichen Verkehrs“ Berücksichtigung findet.

Bis jetzt wurden drei voneinander völlig verschiedene Einzelmaßnahmen einer genaueren Untersuchung unterzogen, nämlich:

- a) Anschaffung eines Diesel-PKW an Stelle eines PKW mit Otto-Motor;
- b) Ausstattung eines PKW (mit wassergekühltem Motor) mit einem abschaltbaren Kühlerventilator;
- c) Errichtung einer Fußgängerüberführung.

Dabei hat sich gezeigt, daß kosten-nutzen-mäßig, unter alleiniger Betrachtung der energiesparenden Effekte, die Ausstattung eines PKW mit abschaltbarem Kühlerventilator wesentlich günstiger als die Anschaffung eines Diesel-PKW ist und diese wiederum wesentlich günstiger ist als die Errichtung einer Fußgängerüberführung.

#### **d) Aufklärung der Bevölkerung über die Bedeutung des Energiesparens**

Zur Aufklärung der Bevölkerung über die Notwendigkeit des Energiesparens hat die Bundesregierung bisher zwei Aktionen unternommen, nämlich die Herausgabe eines an alle Haushalte versandten Flugblattes, wonach über den Verein „Konsumenteninformation“ ein Energiesparbuch bezogen werden konnte, und eine an den Schulen mit einem Instruktionsblatt und mit Filmen bzw. Diapositiven durchgeführte Kampagne. Für diese Aktionen wurde ein Betrag von insgesamt ca. 5,9 Mio. Schilling aufgewendet.

Zur Kennzeichnung des Energieverbrauches von elektrischen Haushaltsgeräten sind seit 1974 Bemühungen um dessen Deklaration im Gange. In Österreich wurde bereits 1973 für Kühlgeräte bei der Produktdeklaration auch die Kennzeichnung des Energieverbrauches eingeführt. Bei den anderen Haushaltsgeräten ist aber derzeit die Einführung der Kennzeichnung des Energieverbrauches noch durch das Fehlen entsprechender internationaler Normen erschwert.

## e) Energiesparen im industriellen Bereich

Um das Energiesparen in der Industrie zu fördern, hat das Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie den Band I seiner energiepolitischen Schriftenreihe (Springer-Verlag Wien/New York, 1976) „Ausgewählten Problemen der industriellen Energiewirtschaft“ gewidmet. Darüber hinaus wurde der Österreichische Energiekonsumenten-Verband Ende 1976 mit der Durchführung einer Untersuchung über Energiesparmöglichkeiten in der wärmeintensiven Industrie betraut. An dieser Untersuchung, deren Kosten insgesamt S 1.371.600,— betragen, beteiligen sich im Ausmaß von je S 250.000,— auch die Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft und die Vereinigung Österreichischer Industrieller. Die Ergebnisse dieser Studie werden Ende 1978 vorliegen. Der Österreichische Energiekonsumenten-Verband beziffert die Möglichkeit der Energieeinsparung in der wärmeintensiven Industrie — unter sonst gleichen Produktionsverhältnissen — mit 8 bis 9%. Dieser Prozentsatz wurde unter Berücksichtigung des Umstandes eingeschätzt, daß eine Reihe wärmeintensiver Industriezweige Österreichs im internationalen Vergleich bereits eine sehr gute Ausnutzung der eingesetzten Energieträger aufweist. Dies trifft insbesondere für die Papier- und Zementindustrie nach Angaben der Internationalen Energie-Agentur, Publikation: „Energy Conservation in the International Energy Agency, 1976 Review“, zu.

Die Untersuchungen durch den Österreichischen Energiekonsumenten-Verband erstrecken sich auf die folgenden Betriebsgruppen:

- Gießereiindustrie,
- Nahrungsmittelindustrie (insbesondere Brauereien),
- Chemische Industrie (insbesondere kunststoffverarbeitende Industrie),
- Papier- und zellstofferzeugende Industrie,
- Stein- und keramische Industrie (insbesondere Zementindustrie),
- Eisenerzeugende Industrie

sowie auf Betriebe, die in ihrer Produktion große Trocknungsanlagen besitzen. Auf Grund bereits jetzt vorliegender Ergebnisse, die aus den Untersuchungen in einigen Betrieben vorliegen, zeigt sich, daß allgemein der Abwärmeverwertung (sowohl bei Abwässern als auch bei Abluft) zu wenig Augenmerk geschenkt wird. Dies beruht unter anderem auch darauf, daß die Ausstattung vieler Betriebe mit einschlägigen Meßgeräten mangelhaft ist. Weiters könnte die Rückführung von Altmaterial in den Produktionsprozeß und/oder die Verwertung von Produktionsabfällen für die Energieerzeugung noch in einem höheren Ausmaß, als dies bisher geschieht, erfolgen. Ebenso könnte eine vermehrte Installierung von Gegendruckanlagen erfolgen; dies unter der Voraussetzung einer verbesserten Zusammenarbeit zwischen den Elektrizitätsversorgungsunternehmen und den betreffenden Industrieunternehmen.

Zur Förderung der Rationalisierung der industriellen Energiewirtschaft können nach den Richtlinien des ERP-Fonds seit 1976 auch Darlehen für energiesparende Investitionen in Anspruch genommen werden. Ferner sind die nachfolgenden gesetzlichen Regelungen, die die rationelle industrielle Energiewirtschaft begünstigen, bereits erfolgt: Die 1976 beschlossene Novelle zum § 4 Abs. 8 des Einkommensteuergesetzes 1972, BGBl. 664/76, wonach nunmehr Anlagen, die elektrische Energie aus der Verbrennung von Müll oder betrieblichen Abfallstoffen erzeugen, und Anlagen, die der Kraft-Wärme-Kupplung dienen, vorzeitig abgeschrieben werden können.

Durch die Novelle zum Elektrizitätsförderungsgesetz, BGBl. 297/1975, werden die steuerlichen Begünstigungen auf die Errichtung von kleinen Wasserkraftanlagen ausgedehnt. Durch § 8 des Elektrizitätswirtschaftsgesetzes, BGBl. 260/1975, wurde die Rechtsstellung der industriellen Eigenanlagen in ihrer Beziehung zu den Elektrizitätsversorgungsunternehmen wesentlich verbessert. Das Wirksamwerden dieser Bestimmung hängt allerdings von dem Inkrafttreten der entsprechenden Landesgesetze ab.

#### **f) Wärme-Kraft-Kupplung im Bereich der öffentlichen Versorgung**

Ein Projektteam unter der Federführung von Prof. DDDr. Ludwig MUSIL wurde vom BMfHGI im Jahre 1976 mit einem Kostenaufwand von insgesamt 2,8 Mio. Schilling beauftragt, festzustellen, in welchem Umfang eine wirtschaftliche Form der Wärme-Kraft-Kupplung in der öffentlichen Versorgung in Österreich möglich ist, welche Brennstoffersparnisse dadurch generell zu erwarten sind und in welcher Größenordnung die dafür notwendigen Investitionen liegen werden. Ein bereits feststehendes Ergebnis der Untersuchung besteht in der Aussage, daß in einer ersten Ausbaustufe eine wirtschaftliche Einsatzmöglichkeit der Kraft-Wärme-Kupplung in Österreich mit einer gesamten Nutzwärmeabgabe von  $30.980 \cdot 10^{12}$  J realistisch erscheint, was eine jährliche Wärmeeinsparung von ca.  $37.220 \cdot 10^{12}$  J an Brennstoffen ermöglichen würde. Die Untersuchung wurde im Herbst d. J. abgeschlossen und soll den Raumplanungsstellen der Bundesländer, dem Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen sowie dem Verband der Elektrizitätswerke Österreichs zur Verfügung gestellt werden, um als Grundlage für die Ausarbeitung von konkreten Projekten zu dienen.

### **8. Entwicklung der Planung und des Baues des ersten österreichischen Kernkraftwerkes**

Die österreichische Elektrizitätswirtschaft hat sich bereits unter dem Eindruck der Ersten Atomkonferenz der Vereinten Nationen mit der Frage der Kernenergie intensiv befaßt. Das Ergebnis dieser Befassung ist u. a. dem Heft 15/16 vom 1. August 1955 der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau“ zu entnehmen. In der Folge wurden intensive Studien durch die neugegründete Österreichische Studiengesellschaft für Atomenergie Ges. m. b. H. durchgeführt. Die Idee, in Österreich ein Prototyp-Kernkraftwerk zu errichten, wurde bereits Anfang der sechziger Jahre aufgegeben; die Bemühungen wurden auf den Bau eines wirtschaftlich wettbewerbsfähigen Kraftwerkes konzentriert. Diese Bemühungen haben ihren Niederschlag im Ausbauprogramm 1968 der österreichischen Elektrizitätswirtschaft gefunden, das bereits für 1975/76 die Inbetriebnahme des ersten Kernkraftwerkes vorgesehen hat. Dieses Ausbauprogramm wurde in das Energiekonzept der damaligen Bundesregierung vom Mai 1969, das dem Nationalrat vorgelegt wurde, voll übernommen. Über das erste Kernkraftwerk führt dieses Energiekonzept folgendes aus (S. 28):

„Für das Kernkraftwerk sind derzeit seitens der Verbundgesellschaft 300 MW und seitens der Landesgesellschaften 339 MW angemeldet, wobei der eventuelle

Ersatz des Blockes III der WStW-EW mit einer Leistung von 140 MW durch einen Kernkraftwerksanteil im Jahre 1979 nicht berücksichtigt erscheint. Die Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes ist für das Jahr 1975/76 vorgesehen. Die Verbundgesellschaft nimmt zu diesem Zeitpunkt ihren gesamten Anteil in Anspruch, die Landesgesellschaften benötigen zur gleichen Zeit 249 MW, der Rest von 90 MW ist für 1978 geplant.

Aufgrund der vorliegenden Anmeldungen für Anteile an einem Gemeinschaftskraftwerk wird die Erstellung eines Kernkraftwerkes in der Größenordnung von mindestens  $2 \times 300$  MW erwogen. Die Anmeldungen der einzelnen Gesellschaften müssen jedoch noch an die optimale Größe des Kernkraftwerkes angepaßt werden, die nicht zuletzt von preislich günstigen und baureifen Projekten der Lieferfirmen abhängen wird. Hiedurch können Änderungen in den einzelnen Bezugsmengen der Gesellschaften und auch zeitliche Verschiebungen ihrer Inanspruchnahme eintreten.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, daß die Inbetriebnahme von großen Einheiten sowohl bei Laufkraftwerken als auch bis zu einem gewissen Grad bei einem Kernkraftwerk einen so großen Erzeugungszuwachs erbringt, daß eine kontinuierliche Anpassung an den stetig steigenden Bedarf ohne Einflußnahme auf die bestehenden thermischen Anlagen nicht sofort möglich ist.

Während der Anlaufzeit des Kernkraftwerkes ist ein gewisser Überhang an thermischer Erzeugungskapazität aus Sicherheitsgründen sogar erwünscht.“

Nachdem bereits seit dem Jahre 1966 die Kernkraftwerks-Planungs Ges.m.b.H. mit den Vorbereitungsarbeiten für die Nutzung der Kernenergie durch die österreichische Elektrizitätswirtschaft befaßt war, wurde im Jahre 1969 von letzterer die Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Ges.m.b.H. (GKT) zum Zwecke der Planung und der Errichtung des ersten österreichischen Kernkraftwerkes gegründet. Nach langen Verhandlungen im Rahmen der GKT wurde am 22. 3. 1971 der Baubeschluß für die Errichtung des Gemeinschaftskernkraftwerkes Tullnerfeld mit einem Siedewasserreaktor mit einer Bruttoleistung von 730 MW von den Gesellschaftern gefaßt.

Der ursprüngliche kommerzielle Betriebsbeginn dieser Anlage war für August 1976 vorgesehen. Bekanntlich konnte dieser Termin aus folgenden Gründen nicht eingehalten werden:

1. Die weltweite Verschärfung der sicherheitstechnischen Aspekte, die dazu führte, daß zwischen der ursprünglich der Planung zugrundegelegten sicherheitstechnischen Auslegung und der von den österreichischen Behörden in ihren Vorschriften geforderten Sicherheiten zum Teil erhebliche Unterschiede bestehen. Daraus haben sich bei der teilweise bereits laufenden Fertigung der Kraftwerksunion und den Unterlieferanten sehr erhebliche Lieferverzögerungen ergeben.

2. Die verzögerte Beibringung von prüffähigen technischen Unterlagen für verschiedene Kraftwerkskomponenten seitens der Kraftwerks-Union. Dadurch war der als Sachverständiger im Genehmigungsverfahren nach dem Strahlenschutzgesetz und als Überwachungsorgan nach der Dampfkesselverordnung herangezogene Technische Überwachungs-Verein (TÜV) nicht in der Lage, die entsprechenden Freigaben für die terminbestimmenden Druckproben rechtzeitig zu erteilen.

Zu diesen beiden Hauptursachen für die Verzögerungen beim Bau des Kernkraftwerkes Tullnerfeld kam noch eine Reihe anderer Umstände, die ebenfalls zu Terminverzögerungen beitrugen. Aus der nicht rechtzeitigen Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Tullnerfeld ergeben sich folgende Konsequenzen:

1. Versorgungstechnischer Art: Für die Bereitstellung der fehlenden Erzeugung aus dem Kernkraftwerk Tullnerfeld mußten jene Reserven, die eigentlich für allfällige Betriebsausfälle dieses Kraftwerkes vorgesehen waren, eingesetzt sowie Stromimporte getätigt werden. Ein Problem ergibt sich insofern, als hinter bereits eingesetzten Reserven keine weiteren stehen, so daß es bei Ausfällen und beim Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Umstände, insbesondere im Hochwinter, zu Versorgungsengpässen kommen könnte, womit auch gewisse Einschränkungen in der Stromversorgung nicht auszuschließen wären.

2. Finanzieller Art: Unter der Annahme, daß das Kernkraftwerk Tullnerfeld im März 1978 in Betrieb gehen kann, hat die Verbundgesellschaft, die zu 50% an der Anlage beteiligt ist, ihre durch die verzögerte Fertigstellung gegebenen Mehrkosten wie folgt ermittelt:

Differenz zwischen den Brennstoffkosten des Kernkraftwerkes und den Kosten der Substitutionsenergie . . . . .	477,9 Mio. S
Vorhaltekosten <sup>1)</sup> . . . . .	15,0 Mio. S
Gleitungen . . . . .	50,0 Mio. S
Minderung der Zinsen und Abschreibungen auf Kohlevorräte . . . . .	—13,5 Mio. S
Pönale . . . . .	—100,4 Mio. S
zusammen	429,0 Mio. S

Falls aber das Kernkraftwerk Tullnerfeld auf unbestimmte Zeit nicht in Betrieb genommen werden sollte, müßte nicht nur die ganze Stromlieferung weiterhin wie bisher durch Reserven und Stromimporte zu den angegebenen hohen Kosten gedeckt, sondern auch die gesamte Investition von rund 7 Milliarden Schilling (Verbundgesellschaft die Hälfte) als verloren angesehen werden. Eine entsprechende Belastung der Kostenrechnung der EVU wäre unvermeidlich.

Über die finanzielle Belastung, die sich aus der Verwendung von mit fossilen Brennstoffen beheizten Dampfkraftwerken gegenüber Kernkraftwerken ergibt, gibt die nachfolgende Tabelle für den Zeitraum 1978 bis 1983 Aufschluß:

<sup>1)</sup> Unter Vorhaltekosten versteht man alle notwendigen Aufwendungen, die einen Baustellenbetrieb sicher gewährleisten (Baustromversorgung, Bewachung, Beratung, Überwachung und Bauausführung).

**Brennstoffverbrauch und Brennstoffkosten des Kernkraftwerkes Zwentendorf  
und von dazu alternativen konventionellen Wärmekraftwerken  
im Zeitraum 1978/79 bis 1982/83**

(Preisbasis 1976)

Jahr	Zu erzeugende elektrische Energie GWh	Mit Kernkraftwerk Zwentendorf		Ohne Kernkraftwerk Zwentendorf			
		t (Uran)	Mio S	10 <sup>6</sup> t Braunkohle <sup>1)</sup>	Mio S	10 <sup>6</sup> t Öl <sup>2)</sup>	Mio S
1978/79	1750	56	580	1,6	530	0,4	540
1979/80	4200	20	240	4,0	1330	1,0	1350
1980/81	4200	20	240	4,0	1330	1,0	1350
1981/82	4200	20	240	4,0	1330	1,0	1350
1982/83	4200	20	240	4,0	1330	1,0	1350
		136	1540	17,6	5850	4,4	5940

1) Braunkohle 10.718 . 10<sup>3</sup> J/kg unterer Heizwert. — 2) Öl 41.860 . 10<sup>3</sup> J/kg unterer Heizwert.

## Teil IV

### **Einführende Stellungnahmen der Experten bei der Regierungsklausur am 6. Juni 1977 in Schloß Hernstein**

Generaldirektor Dr. Sigvard EKLUND, IAEA:

„Die Erzeugung von Elektrizität durch Kernenergie aus Kernkraftwerken wurde fast zur selben Zeit zur großindustriellen Ausnützung möglich, wie die Debatte über Umweltfragen intensiviert wurde; zum Beispiel durch die Stockholmer Konferenz von 1972 über Umweltfragen. Die Aufmerksamkeit der verschiedenen Medien hat sich schnell auf die Atomenergie eingestellt und es sind vorwiegend drei Probleme, die man zur Diskussion gestellt hat, nämlich erstens die Frage der Sicherheit von Kernkraftwerken, zweitens die Frage der Lagerung des Atommülls und drittens die Frage über den Zusammenhang von Kernkraftwerken und der Produktion von Atomwaffen. Ehe ich näher auf diese drei verschiedenen Problemkreise eingehe, möchte ich die fundamentalste Frage erwähnen, und zwar: Wie groß ist das Energiebedürfnis der Welt und wie kann man dieses Energiebedürfnis decken? In verschiedenen Konferenzen und aus zahlreichen Studien in den letzten Jahren ist klar geworden, daß die traditionelle Energiereserve in Form von Öl und Gas bei dem jetzigen Verbrauch nur noch einige Jahrzehnte ausreichen wird, und es ist ebenso klar, daß die einzige neue Energiequelle, die technisch so entwickelt ist, daß sie unmittelbar einen beträchtlichen Teil des Konsums decken kann, die Kernenergie ist. Dies ist auch aus der schnellen Entwicklung von 10.000 MW elektrischer Kernenergie im Jahre 1967 bis auf 90.000 MW zum jetzigen Zeitpunkt ersichtlich und eine Vorausschau bis 1980 zeigt einen Zuwachs auf fast 200.000 MW.

Wenn man sich nun vorstellt, daß ein Kernkraftwerk von der Größe von Zwentendorf einem Ölverbrauch von ungefähr einer Million Tonnen pro Jahr entspricht, versteht man die Bedeutung der Kernenergie in einer Zeit, in der die Ölvorräte sich schnell verringern.

Die Frage der Sicherheit von Kernkraftwerken ist in den letzten Jahren sehr sorgfältig studiert worden. Die Erfahrungen aus dem Betrieb von Reaktoren für friedliche Zwecke, eine Erfahrung, die jetzt etwa 1400 Reaktorbetriebsjahren entspricht, hat bei diesen Studien natürlich eine große Rolle gespielt. Ich möchte hier speziell eine Studie, die in den Vereinigten Staaten gemacht wurde — die Rasmussen-Studie, so nach ihrem Verfasser benannt — erwähnen. Ich glaube, es ist richtig zu sagen, daß die Schlußfolgerungen der Rasmussen-Studie und die Ergänzungen, die sie durch

andere Studien erhielt, jetzt allgemein als richtig angenommen werden. Die Resultate weisen darauf hin, daß es sehr unwahrscheinlich ist, daß ein Unfall in einem Reaktor mit ernster Natur stattfinden würde. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Unfalls kann größenordnungsmäßig nur mit der von Naturkatastrophen verglichen werden. Es darf auch nicht vergessen werden, daß bei dem Betrieb von zivilen Kernkraftwerken bis jetzt kein einziger Unfall passiert ist, durch den Menschen durch Radioaktivität getötet wurden.

Man hat übrigens jetzt den Eindruck, daß die Frage der Sicherheit von Kernkraftwerken nicht mehr eine so große Aufmerksamkeit von seiten der Umweltspezialisten genießt wie früher. Man ist offenbar durch die Resultate der Studien beruhigt worden. Dazu kommt noch, daß in den neuen Reaktoren natürlich die Erfahrungen aus den früheren Konstruktionen berücksichtigt wurden.

Die zweite Frage — die des Atommülls — ist nach wie vor Gegenstand intensiver Diskussionen. Bis jetzt hatte man auf Grund des relativ begrenzten Ausbaues der Kernkraftwerke keine Schwierigkeiten, den Atommüll aufzubewahren und dadurch eine effektive Abgrenzung zur Biosphäre zu erreichen. Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Kernenergie erhob sich die Frage, wie man größere Mengen von hochaktivem Atommüll beseitigen kann. Man sieht hier zwei Entwicklungslinien: erstens keine Wiederaufarbeitung der verwendeten Brennstoffelemente. Die Brennstoffelemente werden anfänglich unter Wasserkühlung aufbewahrt, später nur mit Luftkühlung, zum Beispiel in Stollen. Eine solche Aufbewahrung von verwendeten Brennstoffelementen geschieht seit Dezennien in Kanada und es ist wahrscheinlich, daß man diese Methode auf längere Zeit verwenden kann, bis man sich zu einer chemischen Wiederaufarbeitung entschließt. Die andere Entwicklungslinie liegt darin, daß die verwendeten Brennstoffelemente nach einer Abkühlungsperiode chemisch aufgearbeitet werden, um das entstandene Plutonium und das noch vorhandene Uran zu gewinnen. Vom Standpunkt der Energiewirtschaftlichkeit könnte diese Strategie günstig sein, da ungefähr ein Drittel der ursprünglich erzeugten Energie von den verwendeten Brennstoffelementen von Leichtwasserreaktoren zurückgewonnen werden kann. Der dabei entstandene Atommüll muß dann beseitigt werden. Es muß hier betont werden, daß schon verschiedene Methoden ausgearbeitet worden sind, um diesen Atommüll zu isolieren, zum Beispiel in glasähnlichen Substanzen, die dann in unterirdischen Räumen, wie Salzbergwerken, aufbewahrt werden können. Wie schon gesagt, Lösungen zu dieser Frage gibt es bereits, nur war bisher kein Bedürfnis vorhanden, diese Methoden im großindustriellen Maßstab zu verwenden. Aber dies wird jetzt geschehen, auch um die Öffentlichkeit davon zu überzeugen, daß es gemacht werden kann, auch wenn es vorläufig noch nicht unbedingt nötig ist.

Die dritte Frage, die der Verbindung von Kernkraftwerken für die Produktion von elektrischer Energie mit der Herstellung von Atomwaffen, hat in den letzten Jahren an Interesse gewonnen. Die Atomkraftgegner haben immer wieder das Argument vorgebracht, daß durch den Zuwachs an Atomkraftwerken die Möglichkeiten der Verbreitung von Atomwaffen immer größer werden.

Es muß erstens daran erinnert werden, daß es viel leichtere Wege gibt, in den Besitz von spaltbarem Material für Waffenzwecke zu gelangen als durch Kernkraftwerke. Auch die Entwicklung der letzten 30 Jahre hat gezeigt, daß spaltbares Material für die Herstellung von Atomwaffen am leichtesten von gewissen Typen von Forschungsreaktoren hergestellt werden kann. Es ist auch viel billiger, einen Forschungsreaktor

dieser Art zu bauen als ein Kernkraftwerk und auch viel einfacher aus technischer Sicht. Ferner ist spaltbares Material aus Kernkraftwerken ohne besondere Maßnahmen nicht zur Waffenherstellung geeignet.

Seit 1970 ist der Nichtweiterverbreitungsvertrag in Kraft, den vorläufig 99 Nicht-nukleare-Waffen-Staaten unterzeichnet haben. Die Partner in diesem Vertrag versprechen, die Kernenergie nicht zur Herstellung von Atomwaffen oder nuklearem Explosionsmaterial zu verwenden. Diese Vereinbarung wird durch eine Sicherheitskontrolle der Internationalen Atomenergie-Organisation hier in Österreich überwacht. Die Sicherheitskontrolle der IAEA kann zwar nicht verhindern, daß die Entwicklung von nuklearen Waffen geschieht, aber eine solche Entwicklung ist mit dem Risiko verbunden, daß sie entdeckt wird und vor den Sicherheitsrat der Vereinten Nationen gebracht wird und auch an die Öffentlichkeit dringt.

Ich selbst bin der Meinung, daß Kernkraftwerke das Risiko einer Weiterverbreitung von Atomwaffen nicht erhöhen werden. Die Kernkraftgegner vergessen leider, daß nach zuverlässigen Angaben hier in Europa mehr als 10.000 Atomwaffen gelagert sind. Sie sprechen von dem Risiko einer Katastrophe bei dem ordentlichen Betrieb eines Kernkraftwerkes, wo alle Vorsichtsmaßnahmen getroffen sind. Sie vergessen aber diese Atomwaffen, wo alles daran gesetzt wurde, sie so destruktiv wie möglich zu machen.

In vielen Ländern rings um Österreich sind jetzt Kernkraftwerke in Betrieb oder im Bau. Ich möchte die Schweiz, die Bundesrepublik Deutschland, die Tschechoslowakei, Ungarn, Jugoslawien und Italien erwähnen. Es ist schwer, mir vorzustellen, daß Österreich kein Kernkraftwerk in Betrieb haben sollte, aber dafür Elektrizität aus den Nachbarländern kaufen müßte, die elektrische Energie aus Kernkraftwerken herstellen.

Die Frage der Wirkungen der Kernenergie auf die Umwelt kann sehr kurz beantwortet werden. Alle Methoden der Energieerzeugung haben eine ganze Reihe von Umweltwirkungen, die im Falle der herkömmlichen Energieträger bis jetzt nur ziemlich oberflächlich analysiert wurden.

Jeder Vergleich zeigt, daß die Kernenergie als die umweltfreundlichste Form der Energieerzeugung erscheint.“

Prof. Dr. Wolf HÄFELE:

„Zwentendorf hat eine Kapazität von etwa 700 MWe. Grob entspricht dem eine Bereitstellung von Öl in der Menge von etwa 1 Million Tonnen pro Jahr. Man hat sich vor Augen zu halten, daß die österreichischen Ölvorräte bei 20 bis 30 Millionen Tonnen Öl liegen. Das heißt aber, daß diese heimischen Vorräte etwa der Energie entsprechen, die Zwentendorf während seiner Lebensdauer erzeugen wird. Zwentendorf in Betrieb zu nehmen oder nicht in Betrieb zu nehmen ist deshalb sicher keine adaphorische Frage.

In den nächsten fünf bis zehn Jahren ist mit einer erheblichen Verschärfung der globalen Ölversorgungssituation zu rechnen. Die Internationale Energie Agentur

(IEA), der auch Österreich als Mitgliedsland angehört, hat auf diesen Sachverhalt kürzlich in ihrem Bericht „The World Energy Outlook“ hingewiesen. Danach müssen die OECD-Staaten durch Substitution von Importöl durch heimische Energiequellen und Energiesparmaßnahmen den für 1985 normalerweise zu erwartenden Ölimport von 35 Millionen Faß pro Tag auf 25 Millionen Faß pro Tag zu drücken versuchen. 25 Millionen Faß pro Tag war der Ölimport der OECD-Staaten in den Jahren 1974/75. Sparmaßnahmen können vielleicht 5 Millionen Faß pro Tag ausmachen, die übrigen 5 Millionen Faß pro Tag müssen, wie gesagt, durch Substitution zustande kommen. Im österreichischen Rahmen ist Zwentendorf ein erster Schritt für eine solche Substitution. Aber auch der vor kurzem fertig gewordene Bericht des Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES) kommt zu dem selben Schluß und weist darauf hin, daß die physische Liefermöglichkeit der OPEC-Staaten in den achtziger Jahren erreicht sein dürfte, von da an laufen dann Bedarf und Liefermöglichkeit auseinander.

Auf etwas längere Sicht wird man den Rahmen, in dem man das Energieproblem zu beurteilen hat, noch weiter zu fassen haben. Der Mittelwert des Pro-Kopf-Verbrauches an Energie liegt heute bei 2 kW. Jedoch hat man sich vor Augen zu halten, daß mehr als achtzig Länder, die fast alle Sitz und Stimme in der UNO haben, nur 0,2 kW pro Kopf verbrauchen. Das sind nur 2 Prozent des Wertes der USA. Österreich hat einen Pro-Kopf-Verbrauch, der bei 4 kW liegt, so wie das für andere mitteleuropäische Staaten auch der Fall ist. Das alles heißt aber, daß sich das Energieproblem längerfristig eher noch verschärfen wird, denn die Entwicklungsländer werden sich entwickeln und Energie verbrauchen wollen.

Dessen ungeachtet wird man die Frage der Inbetriebnahme von Zwentendorf aber auch noch von der Seite der Sicherheit und der mit dem Betrieb einhergehenden gesundheitlichen Belastung zu sehen haben. Diese Frage stellt sich nicht als absolute Frage, sondern als relative Frage im Vergleich zu den Alternativen. Diese Aussage klingt einfach, hat aber erhebliche Konsequenzen. Im Normalbetrieb scheidet die Kernenergie nachweislich besser als jede mögliche Alternative ab, die gesundheitliche Belastung ist de facto Null, das heißt, schon der Wohnungswechsel von einem Haus in ein anderes oder von einem Wohnort zu einem anderen kann erheblich größere Strahlenbelastungen mit sich bringen als die Inbetriebnahme von Zwentendorf.

Neben dem Normalbetrieb hat man auch Unfälle zu betrachten. Auch das gilt für jede Art der Energieerzeugung, wie zum Beispiel Staudämme. Ein großer Unfall wird zu großen Folgen führen, der ein paar tausend Menschen ernsthaft betreffen würde. Bei der Kernenergie gibt es dazu keine praktischen Erfahrungen, weil Kerntechnik seit ihren Anfängen konsequent auf die Vermeidung von Unfällen angelegt worden ist, und das macht einen großen Teil des Problems aus, die kerntechnische Unfallsituation angemessen zu beurteilen. Das Restrisiko großer Unfälle ist so klein, daß es für praktische Zwecke übergangen werden kann. Man hat sich dazu klar zu machen, daß in der ganzen Welt knapp 200 Kernkraftwerke in Betrieb sind und daß in jedem Falle eine ganze Reihe von Kernkraftwerken knapp außerhalb der Grenzen Österreichs gebaut bzw. betrieben wird.

Neben dem Kraftwerksbetrieb stellt sich die Frage des Verbleibs der bestrahlten Brennelemente. Hier hat man unbedingt zwischen der Endlagerung aufgearbeiteter radioaktiver Abfälle und dem vorläufigen Lager (Zwischenlager) ganzer, bestrahlter Brennelemente zu unterscheiden. Es gibt wissenschaftlich/technische Methoden zur

Endlagerung radioaktiven Abfalls. Dabei kann man sehr wohl darauf rechnen, daß in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren eine multi- oder internationale Lösung des Endlagerproblems zustande kommt. Da aber die technischen Bedingungen einer Zwischenlagerung für zwanzig bis dreißig Jahre relativ leicht herzustellen sind, bietet sich für Österreich dieser Weg der Zwischenlagerung unbedingt an und stellt nach meinem Dafürhalten einen verantwortungsvollen, besten Weg zur Lösung des Entsorgungsproblems dar.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen empfehle ich die Inbetriebnahme von Zwentendorf.“

Prof. Dr. Victor F. WEISSKOPF:

„Der Kernreaktor als Energiequelle ist heute das Objekt politischer und technischer Diskussionen, die oft die Grenze rationaler Überlegungen überschreiten und unter den Anhängern sowie den Gegnern emotionelle und unsachliche Reaktionen hervorrufen. Die Gefahren des Kernreaktors kommen von mehreren Ursachen:

1. Die Möglichkeit eines Betriebsunfalls, der mit dem Entweichen radioaktiver Stoffe verbunden ist.
2. Die Gefahren der Verarbeitung verbrauchter Fuel-Elemente, insbesondere des Entweichens von Plutonium, das im menschlichen Körper selbst in äußerst kleinen Mengen gefährlich ist.
3. Die Gefahr, daß Material für die Konstruktion von Bomben von Sabotagegruppen oder von politischen Mächten gestohlen wird.
4. Die Frage der Sicherheit des Transportes von verbrauchten und neuen Fuel-Elementen und des gewonnenen Plutoniums.
5. Das Problem der Endlagerung des radioaktiven Abfalls.
6. Das Problem der Verbreitung der Kernwaffen.

Ich halte Gefahr Nr. 1 als äußerst gering im Vergleich zu anderen Gefahren der modernen industriellen Gesellschaft. Ich bin skeptisch in bezug auf diesbezügliche quantitative Aussagen. Ich halte die Zahlen des Rasmussen-Reports für zu klein; aber selbst 10- bis 100fach größere Gefahrenwerte wären noch immer wesentlich kleiner als andere Gefahren, die wir auf uns nehmen. Die Sensitivität eines Teiles der öffentlichen Meinung gegenüber dieser Gefahr beruht auf einer irrationalen aber verständlichen Angst vor den unbekanntem, spät eintretenden Wirkungen der Radioaktivität.

Die unter Nr. 2 erwähnten Gefahren sind meiner Meinung nach ernster. Die Aufarbeitung im großen Ausmaß ist noch nicht genügend industriell erprobt. In den USA gibt es noch keine Fabrik, die befriedigend arbeitet. Einige Fabriken mußten geschlossen werden, wegen mangelhaften Betriebs und unvorhergesehener Schwierigkeiten. Mehr technische Entwicklungsarbeit ist vonnöten. Es ist aber zu erwarten,

daß diese Probleme in der Zukunft gelöst werden. Das einzige schwere Problem, dessen Lösung ich nicht ganz sehe, ist das der Arbeitsdisziplin, auf das ich später zurückkomme.

Die Gefahr der Sabotage und des Stehlens von Bombenmaterial halte ich im allgemeinen für übertrieben. Gewiß sind die Maßnahmen gegen Sabotage heute nicht sehr ausgebildet. Ich nehme aber an, daß man die Sicherheit gegen Sabotage verbessern kann und wird. Ich glaube auch, daß man die Leichtigkeit der Bombenerzeugung durch Sabotagegruppen überschätzt.

Ich halte die Probleme der Sicherheit des Transports für übertrieben. Ich bin überzeugt, daß man Fuel-Elemente und radioaktive Produkte so transportieren kann, daß selbst Verkehrsunfälle keine Katastrophen verursachen.

Das Problem der Endlagerung ist heute noch nicht vollständig gelöst. Es ist ein Problem, das im Prinzip lösbar ist. Nachdem heute weder dieses noch das der Verarbeitung wirklich gelöst ist, halte ich den Carterschen Vorschlag für sinnvoll, die gebrauchten Fuel-Elemente vorläufig nicht zu verarbeiten, sondern provisorisch zu lagern. Das ist technisch möglich und wahrscheinlich nicht schwerer als die endgültige Lagerung der Produkte der Verarbeitung. Österreich hat einen interessanten Vorschlag in dieser Richtung gemacht: Die Lagerung der Fuel-Elemente in Blei. Natürlich würde ein solches Vorgehen auch das Brüten von Plutonium vorläufig ausschließen. Es ist aber heute durchaus fraglich, ob die Verarbeitung der gebrauchten Fuel-Elemente und das Brüten ökonomisch rentabel sind.

Die Sachlage sieht natürlich etwas anders aus vom Standpunkt jener Länder (wie Deutschland oder Frankreich), die wenig oder gar kein Uran besitzen. Das Problem der politischen Abhängigkeit von Uran-produzierenden Ländern rückt dann in den Vordergrund. Für Österreich ist es aber nicht von großer Wichtigkeit, nachdem Österreich ohnedies die Fuel-Elemente nicht selbst aufarbeiten würde.

Das schwierigste Problem ist wohl das unter Nr. 6 erwähnte. Es ist nicht eines, das Österreich speziell und direkt angeht. Die weite Verbreitung von Kernreaktoren in der Welt erhöht beträchtlich die Möglichkeit, daß Staaten geheim oder offen Atombomben herstellen. Die Extraktion von Bombenmaterial aus verbrauchten Fuel-Elementen ist ein komplizierter, aber bekannter Prozeß, den jedes, selbst ein kleines Land durchführen kann, wenn es die nötigen Kosten aufbringt. Die üblichen Kontrollmaßnahmen sind natürlich nicht sehr wirksam, wenn die Behörden eines Landes gewillt sind, sie zu durchbrechen. Hier würde nur eine ganz radikale Entscheidung zur internationalen Aufarbeitung der Fuel-Elemente helfen, verbunden mit ganz schweren Sanktionen gegen Brüche des Vertrags und mit genauester Überwachung, was die Souveränität der Staaten beeinträchtigen würde.

Nun komme ich zu der Frage der Arbeitsdisziplin. Kernreaktoren und die damit verbundene Industrie enthalten viel kompliziertere und potentiell gefährlichere Maschinen und Prozesse als die meisten industriellen Unternehmen, die heute im großen Ausmaß betrieben werden. Daher bedürfen sie einer Mannschaft von bedeutend höherer technischer Ausbildung, höherem Verantwortungsgefühl und höherer Arbeitsethik, als man in der Industrie gewöhnlich begegnet. Etwelche Mängel dieser Eigenschaften würden viel ernstere Folgen haben als in anderen Industrien, obwohl tragische Folgen solcher Mängel in der chemischen Industrie vorgekommen sind (Seveso). Es ist heute noch nicht klar, wie man dieses höhere Niveau der Verant-

wortung zustande bringt, in einer Periode, in der die allgemeinen Tendenzen nach der entgegengesetzten Richtung gehen. Folgen dieser Entwicklung hat man ja auch bei Unfällen in der amerikanischen Kernindustrie beobachtet. Hohe soziale Stellung, hohe Löhne und spezielle internationale Beziehungen (Besuche, Austausch, Konferenzen) könnten eine Art Spezialisten-Elite hervorbringen, etwa wie die Weltcommunity der Wissenschaftler. Wenig ist in dieser Richtung unternommen worden. Österreich könnte hier etwas beitragen durch Beispiel und Initiative.

Was folgt nun aus den hier dargelegten Ansichten?

Wir müssen damit rechnen, daß der Energieverbrauch der Menschheit trotz aller Sparmaßnahmen in den nächsten 25 Jahren sicher ansteigen wird. Wir müssen damit rechnen, daß die Ölvorräte in der Welt abnehmen werden. Wir dürfen nicht mit neuen ergiebigen Energiequellen, wie Sonnenenergie, Fusionsenergie usw. rechnen; diese brauchen mindestens 25 Jahre, um industriell auswertbar zu sein. Kernenergie ist die einzige neue Energiequelle, die momentan verfügbar ist.

Auf der anderen Seite ist zu bedenken, daß die Auswertung der Kernenergie auf eine Reihe von Schwierigkeiten stößt, die wir oben erwähnt haben. Sie haben damit zu tun, daß die Kerntechnik eine junge, relativ unterentwickelte Industrie ist, die ganz neuartige und komplizierte Prozesse benutzt. Man darf nicht vergessen, daß die jetzt meistens benützten Reaktoren (Leichtwasserreaktoren) gewissermaßen das erste industrielle Modell darstellen und dem Model-T des Autos entsprechen. Es gibt viele Leute (ich selbst neige dazu), die den kanadischen Schwerwasserreaktor „Candu“ als das bessere und wahrscheinlich weniger gefährliche Modell betrachten. Das heißt, die Zukunft wird die jetzt verwendeten Modelle durch bessere ersetzen.

Ich würde daher für die ganze Welt, aber speziell für Österreich, eine langsame Entwicklung befürworten. Die Gründe sind wie folgt:

- a) Wir brauchen Zeit, um die Konstruktionstechnik der Reaktoren und der Fuel-Elementverarbeitung zu entwickeln.
- b) Wir brauchen Zeit, um die beste Endlagerung zu bestimmen.
- c) Wir brauchen Zeit, um eine internationale Lösung der Fuel-Elementzubereitung und -verarbeitung zu finden. Auch die Brüter sollen international betrieben werden.

Langsame Entwicklung bedeutet aber nicht Stillstand. Ein völliger Stillstand würde die Verbesserung der Technik verhindern. Sie ist aber notwendig, denn es ist sicher, daß wir mehr Kernenergie brauchen werden, selbst mit wirksamsten Energiesparmaßnahmen.

Was Österreich betrifft, ist das Problem etwas einfacher. Österreich muß Öl und Uran-Fuel-Elemente importieren. Es ist also auf jeden Fall vom Ausland abhängig. Österreich ist (glücklicherweise) zu klein, um Fuel-Elementverarbeitung zu treiben. Abgesehen vom Reaktorbetrieb, alles was es zu tun hat, ist, eine gute provisorische Fuel-Element-Speicherung zu finden und auszubauen.

Zusammenfassend komme ich also zum Schluß, daß Zwentendorf in Betrieb genommen werden soll. Dadurch wird Österreich viel Erfahrung sammeln für künftige Entscheidungen. Der zweite Reaktor aber soll noch nicht entschieden werden. Hier rate ich zu einem langsamen Vorgehen. Wasserkräfte können noch mehr ausgebaut werden, selbst mit Rücksicht auf Umweltschutz, viele Energiesparmaßnahmen können

noch eingeführt werden, wie höhere Benzinpreise, gestaffelte Elektrizitätspreise, die bei hohem Verbrauch sich erhöhen, und vieles andere.

Zum Schluß möchte ich noch betonen, daß Österreich mehr als andere Länder an der Internationalisierung der Fuel-Elementerzeugung und -verarbeitung interessiert sein sollte. Dies ist nicht nur in der Verhinderung der Ausbreitung der Kernwaffen begründet, sondern auch in der Verminderung der Abhängigkeit von den erzeugenden Großmächten. Österreich, wie jedes andere Land, hätte dann ein Mitspracherecht in bezug auf Erzeugung und Verteilung. Ich hoffe, daß die österreichische Regierung ihren nicht unbeträchtlichen internationalen Einfluß in dieser Richtung ausüben wird.“

Dir. Prof. Dr. Carl Friedrich Freiherr von WEIZSÄCKER:

*Die einleitenden Bemerkungen hat Herr Prof. von Weizsäcker ohne Manuskript und in direktem Anschluß an die vorhergegangenen einleitenden Bemerkungen der drei anderen Experten gemacht. Der nachfolgende Text stellt nicht eine genaue Wiedergabe dieser Bemerkungen dar, über die Herr von Weizsäcker auch nachträglich keine Aufzeichnungen verfaßt hat, sondern eine kurz gefaßte Darstellung seiner grundsätzlichen Auffassung des Problems.*

„Die fossilen Energieträger können den heutigen Energiekonsum — und erst recht einen noch wachsenden — nur für eine Zeitspanne decken, die kurz genug ist, uns zu veranlassen, heute Anstrengungen zur Bereitstellung von Alternativen zu machen. Die Umstellung auf eine veränderte hauptsächliche Energiequelle dauert technisch nach bisheriger Kenntnis stets mehrere Jahrzehnte.

Die real gegenwärtige Umweltbelastung durch fossile Brennstoffe ist heute weniger in der öffentlichen Diskussion als die befürchtete zukünftige durch Kernenergie. Mit derselben Rechnungsweise, mit der mutmaßliche Todesfälle durch freigesetzte Radioaktivität aus Kernspaltung abgeschätzt werden, wurde jedoch berechnet, daß ein 1000 MW-Kohlekraftwerk etwa 70 Menschen im Jahr durch Emission von SO<sub>2</sub> und anderen giftigen Stoffen töten könne. Entsprechende Schätzungen gibt es seit Jahren für die Schädigung durch die Abgase des Autoverkehrs.

In den kommenden Jahrzehnten werden zusätzlich die klimatischen Auswirkungen eine wachsende Rolle spielen. Allen Energiequellen gemeinsam ist die Klimabeeinflussung durch die Abwärme von Kraftwerken. Eine Studie über das Ballungsgebiet Baden-Württemberg läßt den Schluß zu, daß dort die Grenze des Akzeptablen, zumal im Rheintal, bei gegenwärtigen Wachstumsraten in einem Jahrzehnt erreicht würde.

Den fossilen Energiequellen spezifisch ist die zunehmende weltweite Belastung der Atmosphäre mit Staub und CO<sub>2</sub>. Selbst bei Fortdauer der heutigen Menge der Verbrennung fossiler Energieträger, erst recht aber bei deren weiterem Wachstum ist sehr ernstlich mit der Möglichkeit zu rechnen, daß im kommenden Jahrhundert eine tiefgreifende Klimaänderung auf der Erde geschieht, die die Bewohnbarkeit der bisherigen Kulturzonen in Frage stellt.

Die Abschätzung der Zeitdauer, für welche die Vorkommen an spaltbarem Material (Uran oder Thorium) den Energiebedarf decken können, hängt ab vom Preis, den man für die Gewinnung aus ärmeren Erzen zu zahlen bereit sein wird, und von der Entscheidung über den Einsatz von Brütern. Für die heutigen Preise, ohne Brüter, reicht das Uran nicht länger als Erdöl und Erdgas. Ein steigender Energiepreis würde aber die Ausbeutung der ärmeren Vorkommen rentabel machen. Ohne Brüter kann man eine Reichweite der Kernenergie von etwa 100 Jahren bei einer Wachstumsrate von 2 Prozent für gesichert halten.

Es besteht so gut wie allgemeine Übereinstimmung, daß die heutigen Reaktoren wesentlich umweltfreundlicher sind als durch Verbrennung fossiler Stoffe betriebene Kraftwerke. Die verbleibenden radioaktiven Emissionen sind im Normalbetrieb weit unter den normalen Schwankungen der natürlichen Radioaktivität, von denen bisher ein Einfluß auf die Gesundheit nicht nachgewiesen werden konnte. Reaktoren erzeugen jedoch wegen des schlechteren Wirkungsgrades (etwa 33 Prozent verglichen mit etwa 40 Prozent) pro nutzbare Kilowattstunde etwa 20 Prozent mehr Abwärme als fossile Kraftwerke.

Hinsichtlich der Wiederaufarbeitung des Brennstoffs sind gewiß nicht alle diesbezüglichen Sicherheitsprobleme gelöst. Man sieht hier aber keine grundsätzlich unlösbaren Aufgaben. Die Rückwirkungen der Sicherheitsvorkehrungen auf die Kosten werden fühlbar, aber nicht prohibitiv sein.

Was die Möglichkeit technischer Unfälle an heutigen Reaktoren betrifft, liegt hierüber eine sehr ausführliche Studie, der sogenannte Rasmussen-Bericht vor. Man stößt dabei auf das grundsätzliche Problem der richtigen Einschätzung eines mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eintretenden sehr großen Schadens. Es ist klar, daß die Abschätzung so komplizierter Vorgänge, die noch nie jemand in der Wirklichkeit beobachtet hat, auch bei größter Sorgfalt in vielen Einzelheiten kontrovers bleiben kann. So komplizierte Untersuchungen wie der Rasmussen-Bericht müssen deshalb überprüft werden.

Das Beunruhigende am Problem der Endversorgung ist nicht die technische Lösung selbst, die man für möglich hält, sondern die Abwälzung des verbleibenden Risikos auf künftige Generationen. Für erkannte technisch verursachte Gefahren gibt es im allgemeinen auch einen technisch möglichen Weg der relativen Sicherung. Eine Schwierigkeit ist, die Gefahren rechtzeitig zu erkennen.

Kohle und Kernspaltung sind die einzigen Alternativen für Erdöl und Erdgas, die, soweit technische Argumente tragen, in einigen Jahrzehnten mit Sicherheit zur Verfügung stehen können, freilich nur, wenn die Vorbereitungen dafür jetzt getroffen werden. Man kann aber heute mit guten Gründen, freilich nicht mit Gewißheit, vermuten, daß Kernfusion und Sonnenenergie in einigen Jahrzehnten diejenige technische Reife erreicht haben werden, die sie ebenfalls als Alternativen in der großtechnischen Energiegewinnung anbieten würde. Als weitere Möglichkeit wird die geothermische Energie erwogen, doch ist die vorwiegende Meinung, sie würde quantitativ nicht ausreichen. Alle sonst bisher bekannten Energieformen wie Wasser, Wind, Gezeiten, lebende organische Materie (Holz, Algen, Dung) sind für Einzelzwecke brauchbar, bleiben aber weit hinter den quantitativen Anforderungen zurück, welche die Energiewirtschaft stellen muß, wenn sie ihr heutiges Volumen auch nur aufrechterhalten will. Daß die Kernfusion eines Tages zur friedlichen, das heißt

kontrollierten Energiegewinnung wird genutzt werden können, ist die herrschende Meinung der Fachleute.

Genau umgekehrt als bei der Kernfusion ist bei der Sonnenenergie die technische Verwendbarkeit schon heute außer Frage. Als zusätzliche Energiequelle, zum Beispiel für Raumheizung, verdient sie fraglos intensive Förderung. Die großtechnische Nutzung stößt jedoch auf Probleme, deren Überwindung nicht gewiß und zum mindesten nach heutiger Kenntnis erst nach Jahrzehnten der Entwicklungsarbeit zu erwarten ist.

Alle Argumente sprechen dafür, jedenfalls so viel Energie zu sparen wie möglich. Die Frage ist nur, wie weit man damit kommen kann. In diesem Zusammenhang erhebt sich die grundsätzliche Frage: wie weit darf oder muß das Wachstum des Energiekonsums denn noch gehen? Die einzige aus der Geschichte zu rechtfertigende Extrapolation wäre, daß das Wachstum unbegrenzt weitergehen wird. Jede davon abweichende Prognose oder Forderung verlangt einen radikalen Bruch mit zweihundert Jahren Wirtschafts- und Technikgeschichte. Viele Argumente sprechen dafür, daß dieser Bruch in den kommenden Jahrzehnten notwendig sein wird.

Eine Hypothese besagt, daß wir seit der Einführung der Kohle und verstärkt seit der Verbilligung des Erdöls, also seit vielen Jahrzehnten, stets eine Technik der reichlichen Energie entwickelt haben. Technik der Energieersparnis braucht demnach keineswegs eine Technik des Verzichts auf Güter zu sein. Sie könnte vielmehr Energie durch Information substituieren. Gutgeregelte und darum energiesparende Maschinen sind ein Beispiel für den Techniker, Ersatz von Reisen durch Geräte der Telekommunikation ein Beispiel für den Manager. Außerdem könnte der Verzicht auf gewisse Güter eine kulturell segensreiche Wirkung ausüben.

Die Gefahren der Kernenergie können nicht gelegnet werden, sind aber vor allem im Rahmen der Gefahren zu sehen, die einerseits mit jedem erheblichen weiteren Wachstum der Energieproduktion verbunden sind, andererseits aus der gegen Krieg und in begrenztem Maße gegen Terrorgruppen ungesicherten Situation unserer Welt hervorgehen. Es ist zu vermuten, daß in der Konzentration der öffentlichen Ängste auf Kernreaktoren auch ein gleichsam symbolisches psychisches Moment liegt, da die Atombombe, die sich derselben Energie bedient, zum Merkzeichen des bisher unge lösten Problems eines künftigen Weltkrieges geworden ist.

Ich habe, ausgehend von meiner Ausbildung als Kernphysiker, in den vergangenen drei Jahrzehnten die friedliche Nutzung der Kernenergie für eine der wichtigsten und zukunftsreichsten Entwicklungen gehalten. Die Sorgen über ihre Umweltverträglichkeit sind mir, vermittelt durch die Sorgen meiner am Reaktorproblem arbeitenden Kollegen, in den letzten Jahren in den Vordergrund getreten. Ich wäre nicht unglücklich, wenn das gesamte weitere Wachstum der Energieproduktion in den hoch-industrialisierten Ländern unterbliebe. Ich vermute, daß unser Wirtschaftssystem die Kraft hätte, die damit notwendig verbundene Verteuerung der Energie durch technische Entwicklungen zu meistern. Ein Wachstum der Wirtschaft ohne Wachstum der Energieproduktion wäre, nach einer Übergangszeit, durch die Entwicklung energiesubstituierender Techniken vielleicht für längere Zeit möglich. Ich verstehe sehr wohl die Sorge vor tiefen sozialen Krisen, die durch diesen Prozeß ausgelöst werden können, und vermute, daß diese Sorge die Regierungen der Industriestaaten hindern wird, eine derartige Entwicklung zu fördern. Der Kern des Problems ist im Augenblick die kurz- und mittelfristige Sicherung der Arbeitsplätze.



Ich kann die technische Möglichkeit nicht ausschließen, daß eine Politik sehr geringen Wachstums der Energieproduktion ohne Verzicht auf wesentliche Güter und ohne langfristige Gefährdung der sozialen Stabilität von der heutigen Erdölphase zu einer vielleicht auf Fusion oder Sonnenenergie gestützten ohne eine Phase der Dominanz der Kernspaltung überleiten könnte.

Von diesen Überlegungen ausgehend sehe ich keinen zwingenden Grund, der österreichischen Bundesregierung von der Inbetriebnahme des fertiggestellten Kernkraftwerkes Zwentendorf abzuraten. Eine Gefährdung der Landschaft und damit letztlich des sinnvollen und humanen Zusammenlebens der Menschen würde durch alternativ konventionelle Kraftwerke, wie z. B. Kohle- oder auch Wasserkraftwerke, ebenfalls, ja soweit die Voraussagemöglichkeit reicht, in höherem Grade eintreten. Es ist ein legitimer Wunsch der Bevölkerung, den ich aus eigener Nähe zu ihr genau kenne, alle diese Schäden so gering wie möglich zu halten. Ich rate daher zu einer zurückhaltenden Politik in bezug auf Kraftwerke im ganzen, aber nicht speziell zu einer Ablehnung des nuklearen Anteils.“