

**20 Jahre nach Tschernobyl:**

# **50 Jahre Atomenergie sind genug**

**Zum Status der Atomkraft im 21. Jahrhundert**

Studie im Auftrag der Grünen Bildungswerkstatt  
und der Grünen

Ing. Antonia Wenisch  
Nadia Prauhart

Wien 2006



# Kurzfassung

Die Klimaveränderung ist die größte Herausforderung, der sich die Welt heute gegenüber sieht. Eine deutliche Verringerung der CO<sub>2</sub> Emissionen ist erforderlich, wenn die Erderwärmung nicht zu drastischen Schäden führen soll. Bisher haben die EU Staaten mit weniger Ausnahmen ihre Klimaschutz-Ziele deutlich verfehlt, die Treibhausgasemissionen sind gestiegen statt zu sinken. Sollen Katastrophen verhindert werden, ist eine Stabilisierung der CO<sub>2</sub> Konzentration bei 400 ppm und der globalen Durchschnittstemperatur bei maximal 2°C über dem vorindustriellen Stand zu erreichen.

## AKW und Klimaschutz

Bis 2030 wird die Atomenergie nicht in der Lage sein einen substantiellen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Derzeit werden gerade so viele AKW in Betrieb genommen wie stillgelegt werden. Bis 2030 wird sich die nukleare Kapazität nicht wesentlich erhöhen, da sind sich die meisten Prognosen einig. Nur die Internationale Atomenergieorganisation IAEA erwartet schon ab 2020 einen Zuwachs der nuklearen Kapazitäten.

Eine genauere Analyse zeigt, dass die Atomkraft keine Lösung für das Klimaschutzproblem bringen kann. Um zum Beispiel den Anteil der Atomenergie an der globalen Stromerzeugung von derzeit 16% (2003) auf 33% im Jahr 2030 anzuheben, wäre etwa 1300 GW nukleare Kraftwerksleistung nötig. Bis 2030 muss ein großer Teil der heutigen AKW stillgelegt werden. Die Ersatzleistung für stillgelegte AKW mitgerechnet müssten bis 2030 Atomkraftwerke mit einer Gesamtleistung von etwa 1200 GW errichtet werden. Das entspricht 1200 großen AKW mit je 1000 MW Leistung. Heute sind gerade einmal 25 AKW in Bau. 20 Jahre lang müssten also jährlich 60 neue AKW in Betrieb gehen, das ist zweimal soviel wie die Reaktorindustrie in ihren besten Jahren fertiggebracht hat. Statistisch gesehen müsste 20 Jahre lang alle sechs Tage ein neues AKW ans Netz gehen. Der Uranbedarf würde von 70.000 t Uran jährlich auf ca. 210.000 t steigen. Im Jahr 2030 wären dann bereits 4 Millionen Tonnen Uran verbraucht, also etwa die gesamten heute bekannten Uranvorräte. Ein solches Szenario wird sich kaum verwirklichen lassen, wegen des Widerstands der Bevölkerung ebenso wie wegen der hohen Investitionskosten, die dabei anfallen.

Auf die Nuklearenergie zu setzen, wenn es darum geht, den Treibhauseffekt aufzuhalten, kann eine positive Entwicklung im Energiesektor behindern. Atomenergie ist teuer und mit hohen Risiken verbunden.

## Die Katastrophe von Tschernobyl

Welche Auswirkungen ein größter anzunehmender Unfall (GAU) in einem Atomkraftwerk hat, daran erinnert die Katastrophe von Tschernobyl, deren Folgen bis heute andauern. Nach der Explosion des Reaktors am 26. April 1986

wurden nicht nur angrenzenden Regionen der Ukraine, Russlands und Weißrusslands, sondern auch große Teile Nord- und Mitteleuropas radioaktiv verseucht. Österreich und Schweden waren besonders betroffen. 23 % der Fläche Weißrusslands wurden kontaminiert und in den ersten Jahren musste Weißrussland bis zu 20 % seines Budgets jährlich für die Beseitigung der Katastrophenschäden aufwenden.

In den drei hauptbetroffenen Staaten Ukraine, Weißrussland und Russland waren insgesamt acht bis 10 Millionen Menschen von der Katastrophe betroffen, 375.000 mussten umgesiedelt werden. 20 Jahre nach der Katastrophe sind immer noch 63% der Aktivität des radioaktiven Cäsium-137 vorhanden. Nach Abwägung der Angaben der verschiedenen Quellen kann man davon ausgehen, dass seit der Katastrophe 50.000 bis 100.000 LiquidatorInnen (die an den Aufräumarbeiten Beteiligten, v.a. Soldaten) verstorben sind.

### **AKW und Subventionen**

Wenn AKW gebaut werden sollen, dann setzt das umfangreiche staatliche Garantien und Subventionen voraus. Wesentlichen Einfluss auf die Baukosten haben die Kapitalkosten und diese unterscheiden sich gravierend aufgrund der Rahmbedingungen (z.B. staatliche Kreditbürgschaften).

Ob das neue AKW in Finnland (EPR, European Power Reactor), das sich seit September 2005 in Bau befindet ohne die massive öffentlichen Unterstützung eine Chance auf Verwirklichung gehabt hätte, ist äußerst fraglich. Der finnische Stromversorger TVO, in dessen Auftrag der EPR gebaut wird, gehört zu 43 % der öffentlichen Hand. Die rund 60 Teilhaber – meist EVUs zeichneten im Gegenzug zu ihren Beteiligungen Abnahmegarantien für Strom aus dem EPR. Die Bayerische Landesbank (zu 50 % im Besitz des Freistaates Bayern, wo Siemens seinen Sitz hat) stellt einen billigen Kredit (2,6 % Zinsen) in Höhe von 1,95 Milliarden Euro zur Verfügung. Der französische Staat gibt AREVA NP eine Exportkreditgarantie in Höhe von 610 Millionen Euro.

Voraussetzung für den Betrieb von AKW ist, dass Versicherungssummen und Haftungen für AKW Unfälle begrenzt werden, was sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene geschieht. Die Haftungsgrenzen liegen weit unter den Kosten eines schweren AKW Unfalls.

Der Euratomvertrag sichert der EU-Atomindustrie äußerst günstige Bedingungen. Aus seinem Auftrag zur Schaffung einer mächtigen Kernindustrie lassen sich staatliche Subventionen ebenso rechtfertigen, wie günstige Kredite zur Errichtung neuer Atomanlagen. Der Euratomvertrag (1957) verkörpert die ungebrochen die politische Haltung der 1950iger und 1960iger Jahre zur Atomenergienutzung. Alle Debatten um die Atomenergie von der Verquickung militärischer und ziviler Anwendungen, über Unfallsrisiken bis zum Terrorismus sind an Euratom spurlos vorübergegangen. Die Aktivitäten von Euratom entziehen sich weitgehend der demokratischen Kontrolle durch das Parlament. Änderungen stehen deshalb auf der Tagesordnung.

Nach 50 Jahren Förderung der Atomenergie ist es klar, dass Atomenergie als nachhaltige Lösung für die Energieprobleme gescheitert ist. In einer vernünftigen

Abwägung von Kosten und Risiken verschiedener Energieformen erweist sich die Atomenergie als jene mit den höchsten Risiken und den höchsten Kosten.

### **Die sieben wichtigsten Reformschritte für einen Atomausstieg in Europa:**

1. **Auslaufen oder zumindest gründliche Revision des Euratom-Vertrages:** Die im Euratom-Vertrag verankerte einseitige Förderung der Atomindustrie durch die EU sollte beendet werden. Die weiterhin relevanten Fragen der Sicherheit, des Gesundheitsschutzes, der Entsorgung, des Transports von spaltbarem Material, des Rückbaus von Atomkraftwerken und der Abfallbehandlung sollen in geeigneter Weise vertraglich sichergestellt werden. Diese Fragen könnten beispielsweise auch in der EU-Verfassung geregelt werden.
2. **Freier Wettbewerb auch für die Atomenergie:** Das europäische Wettbewerbsrecht sollte unter Aufsicht des zuständigen Wettbewerbskommissariates bei dem Betreiben von Atomanlagen uneingeschränkt Geltung haben.
3. **Keine weiteren Subventionen:** Abschaffung aller Subventionen für die Kernenergie, die Integration der Nuklearforschung (Euratom-Forschungsrahmenprogramm) in das allgemeine FRP mit dem Ziel, eine ausgewogene Verteilung der Forschungsmittel im Energiebereich herzustellen.
4. **Volle Kostenwahrheit für AKW:** Die Fonds für Atommülllagerung und die Abwrackung von AKWs sollten eu-rechtlich verpflichtend in der Höhe der zu erwartenden Kosten dotiert werden. Zur Beseitigung der Umwelt- und Gesundheitsschäden des Uranabbaus müssen ebenfalls Rücklagen gebildet werden.
5. **Angemessene Atomhaftung:** Die Haftungssummen für AKW-Betreiber sollten auf das Niveau erwartbarer Schäden eines Super-Gaus erhöht werden.
6. **Atomkraft kann Klimaproblem nicht lösen:** Es sollte im Zuge der aktuellen Debatte um die Zukunft der europäischen Energieversorgung sichergestellt werden, dass in den kommenden EU-Dokumenten über Formulierungen wie „low carbon emission“ keine Hintertür für eine weitere Subventionierung der Atomenergie unter dem Deckmantel des Klimaschutzes eröffnet wird.
7. **Deutliche Steigerung der Energieeffizienz und konsequenter Ausbau erneuerbarer Energien:** Europa hat gute Voraussetzungen durch verstärkte Anstrengungen in diesen Bereichen die Energieversorgung mittelfristig ohne Atomkraft sicherzustellen. Durch eine entsprechende Erweiterung und Vereinheitlichung der diesbezüglichen EU-Richtlinien und vermehrte Anstrengungen in den Bereichen Forschung und

---

Bildung sowie Technologieentwicklung könnte Europa nicht nur energiepolitisch sondern auch wirtschaftlich profitieren, wenn es auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz setzt.

# Inhaltsverzeichnis

1.20 Jahre nach Tschernobyl .....	5
1.1.Der Unfall.....	6
1.2.Der Unfallreaktor.....	7
1.3.Die Folgen für die Bevölkerung in der Ukraine, Russland und Weißrussland.....	7
1.4.Langfristige Wirkung auch in Österreich.....	12
2.Atomenergie und Klimaschutz.....	15
1.5. Atomenergie kein relevanter Beitrag zur Verringerung der CO2 Emissionen.....	17
1.6.Wie lange reicht das Uran?.....	20
3. Ohne Subventionen keine Kernenergie.....	24
1.7.Dumpingpreis für den EPR.....	24
1.8.Die britische Nuklearwirtschaft.....	25
1.9.Euratom Kredite.....	26
1.10.Das nukleare Erbe.....	28
1.11.EURATOM - Forschungsmittel.....	29
1.11.1.Endlagerforschung.....	31
4.Status der Atomenergie heute.....	33
1.12.Die Atomindustrie verliert an Bedeutung.....	35
1.13.Die AKW werden immer älter und unsicherer.....	37
1.14.Laufzeitverlängerung –mehr Profit, mehr Risiko.....	40
1.14.1.Klimawandel beeinträchtigt die Sicherheit alternder Nuklearanlagen.....	42
1.14.2.Erdbeben - Berücksichtigung neuer Erkenntnisse der Geowissenschaft nötig....	44
5.Die Renaissance der Kernenergie - Wunschtraum der Atomlobby oder Realität?.....	45
1.15.Generation III.....	47
1.15.1.EPR - der europäische Prototyp.....	48
1.16.Generation IV.....	50
1.16.1.HTR - der Hochtemperaturreaktor.....	50
1.16.2. Schnelle Brüter.....	51
1.16.3.Der Fusionsreaktor.....	52
6.Die Atomlobby.....	54
1.17.Die Organisationen der Atomlobby.....	54
1.17.1.WNA - World Nuclear Association.....	54
1.17.2.FORATOM - European Atomic Forum .....	54

---

1.18.Die europäischen Atom-Firmen .....	55
7.Nuklearpolitische Reformschritte für einen Atomausstieg in Europa.....	57
8.Tabellenverzeichnis.....	60
9.Abbildungsverzeichnis.....	61
10.Quellen.....	62



## Abkürzungsverzeichnis

ABWR	Advanced Boiling Water Reactor (fortgeschrittener Siedewasserreaktor)
AGR	Advanced Gascooled Reactor (fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor)
Bq	Becquerel
BWR	Boiling Water Reactor (Siedewasserreaktor)
EDF	
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FBR	Fast Breeder Reactor (Schneller Brüter)
FORATOM	European Atomic Forum
FRP	Forschungsrahmenprogramm
GCR	Gas Cooled Reactor (gasgekühlter Reaktor)
GRS	Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit
HEU	Highly Enriched Uranium (hoch angereichertes Uran)
HTR	Hochtemperaturreaktor
IAEA ,IAEO	International Atomic Energy Agency, Internationale Atomenergie Organisation
IEA	International Energy Agency
INPRO	International Projects on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
IPCC	International Panel on Climate Change
LEU	Low Enriched Uranium (schwach angereichertes Uran)
MOX	Mixed Oxide, Mischoxid
NDA	Nuclear Decommissioning Authority
PBMR	Pebble Bed Modular Reactor, Kugelhaufenreaktor
PHARE	EU-Drittstaatenförderprogramm
PHWR	Pressurized Heavy Water Reactor (Schwerwasserreaktor)
PLEX	Plant Life Extension
PWR	Pressurized Water Reactor (Druckwasserreaktor)
RBMK	russische Abkürzung für „reaktor bolshoi moshnosti kanalny“, den sowjetischen Druckröhrenreaktor (Typ Tschernobyl)
RM	Radioaktivitätsmessungen
SE	Slovenska Elektranse, Slowakische Elektrizitätswerke
TACIS	Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States,
UNDP	United Nations Development Programme
VHTR	Very High Temperature Reactor
WAA	Wiederaufarbeitungsanlage
WHO	World Health Organization
WNA	World Nuclear Association

## Glossar

Aktinide n	Die 14 Elemente, die im Periodensystem auf Actinium folgen. IM Kernreaktor entstehen zahlreiche Aktinide, darunter Plutonium. Sie sind alle radioaktiv.
Bq	Becquerel: Nach dem französischen Physiker Antoine Henri Becquerel benannte, international anerkannte Einheit für Radioaktivität. Eine Substanz hat eine Radioaktivität von 1 Becquerel, wenn im Mittel pro Sekunde eines seiner instabilen Atome zerfällt. Meistens wird die Aktivität auf einen m <sup>3</sup> (z.B. Luft) oder ein kg (z.B. Nahrung) oder m <sup>2</sup> (Bodenfläche) bezogen.  üblich ist die Verwendung der Einheit kBq = 1000 Bq

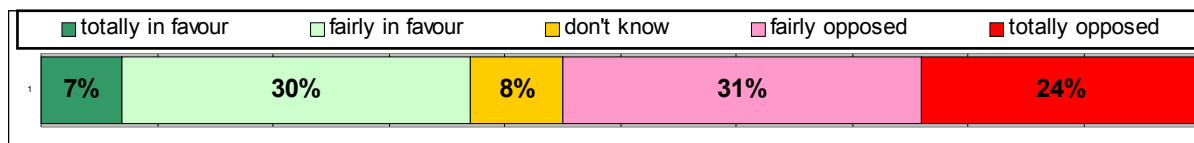
Cäsium/ Cäsium 137	Ist das nach dem Unfall von Tschernobyl in größter Menge und größter Entfernungsverteilte langlebige radioaktive Element (Halbwertszeit: 30 Jahre), das als Gammastrahlung auch noch leicht zu erfassen ist. Deshalb beziehen sich Messwerte und Karten der kontaminierten Gebiete in ganz Europa auf Cäsium-137. Bei der Darstellung radioaktiver Stoffe wird folgende Schreibweise verwendet: Nach ihrer chemischen Abkürzung Cäsium (Cs) folgt die Massenzahl des Atomkerns: Cs 137
Containment	Sicherheitseinschluss
Gt GW	Gt, 1Gigatonne = 1 Milliarde Tonnen, 1Mt = 1 Megatonne = 1 Million Tonnen Gigawatt (Einheit für die Leistung) wobei 1 GW: 1 Gigawatt = 1 Milliarde Watt = 1000 MW (Megawatt = 1 Million Watt)
HEU	hochangereichertes Uran, Natururan enthält nur 0,7 % des spaltbaren Uran-235; Anreicherung ist ein physikalischer Prozess zur Erhöhung dieses Anteils; HEU wird in Forschungsreaktoren eingesetzt und zum Bau von Atombomben benötigt
INPRO	Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles, ein Forschungsprogramm der IAEO
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor, das internationale Projekt zur Errichtung eines Fusionsforschungsreaktors
LEU	schwach angereichertes Uran (2 bis 5 % U-235) wird als Brennstoff für kommerzielle Reaktoren verwendet,
MOX	Mixed Oxide: Mischoxid-Brennelemente, die im Gegensatz zu Brennelementen aus reinem Urandioxid ein weiteres Oxid enthalten. Meist Plutoniumoxid, daher erhöhtes Sicherheitsrisiko. Durch den Einsatz von MOX-Brennstoff kann das bei der Wiederaufarbeitung abgetrennte Plutonium wieder in den Kernreaktor zurückgeführt und zur Energieerzeugung genutzt werden.
mSv	Millisievert, Einheit der Strahlendosis, 1 Sv = 1000 mSv
PHARE	EU-Drittstaatenförderprogramm zur Unterstützung der mittel- und osteuropäischen Länder im wirtschaftlichen und politischen Reformprozess.
PLEX	Plant Life Extension
TACIS	EU Programm zur Förderung des Überganges zur Marktwirtschaft sowie Stärkung von Demokratie und Rechtsstaatlichkeit
WAA	Wiederaufarbeitungsanlage ist eine großtechnische Anlage, in der aus abgebrannten Brennelementen aus Atomkraftwerken auf chemischem Weg Plutonium abgetrennt wird.

# 1.20 Jahre nach Tschernobyl

Zum zwanzigsten Mal jährt sich am 26. April 2006 der Reaktorunfall in Tschernobyl, der größte Unfall in der Geschichte der zivilen Nutzung der Kernenergie. Grund genug, sich der Folgen zu besinnen und darüber nachzudenken, ob sich die Probleme der Nukleartechnik heute wirklich so anders darstellen als 1986. Im Jahr 2007 begeht die europäische Atomgemeinschaft Euratom den fünfzigsten Jahrestag ihrer Gründung. Deren Ziel ist es, „eine mächtige Atomindustrie in Europa zu schaffen“ (Euratom-Vertrag, Präambel). Ein Ziel, das offensichtlich von der europäischen Bevölkerung nicht mitgetragen wird. Eine EUROBAROMETER - Umfrage im März 2005 (Sample: mehr als 24.000 Personen) zeigt ein deutliches Bild der öffentlichen Meinung. 55 % der BürgerInnen der 25 EU Staaten lehnen die Atomenergienutzung ab. Hohe Ablehnung der Atomenergie gibt es in Österreich (88 %), Griechenland (86 %), Zypern (81 %), Spanien (71 %), Irland (70 %), Polen, Dänemark und Italien (66 %). Die höchste Zustimmung findet Atomenergienutzung in Ungarn (65 %), Schweden(61 %) und Litauen 60 %. Eine Mehrheit für die Atomenergie gibt es außerdem noch in Finnland (58%), der Slowakei (56%), Frankreich und den Niederlanden (52 %). Ziel der Umfrage war es zu erheben, ob sich die Haltung der Bevölkerung gegenüber der Atomenergie ändern würde, wenn es eine Lösung des Atommüllproblems gäbe. Die Antwort darauf war mit 57 % Ablehnung der Atomenergie EU-weit ein klares NEIN.

**Abbildung 1.1.1 EUROBAROMETER- Umfrage (EUROBAROMETER 2005)**

Wie ist Ihre Meinung zu aus Atomkraftwerken produzierter Energie?



Unter der Annahme, dass die Problematik der radioaktiven Abfälle gelöst wäre, wie wäre Ihre Einstellung zu Strom aus Atomkraftwerken?



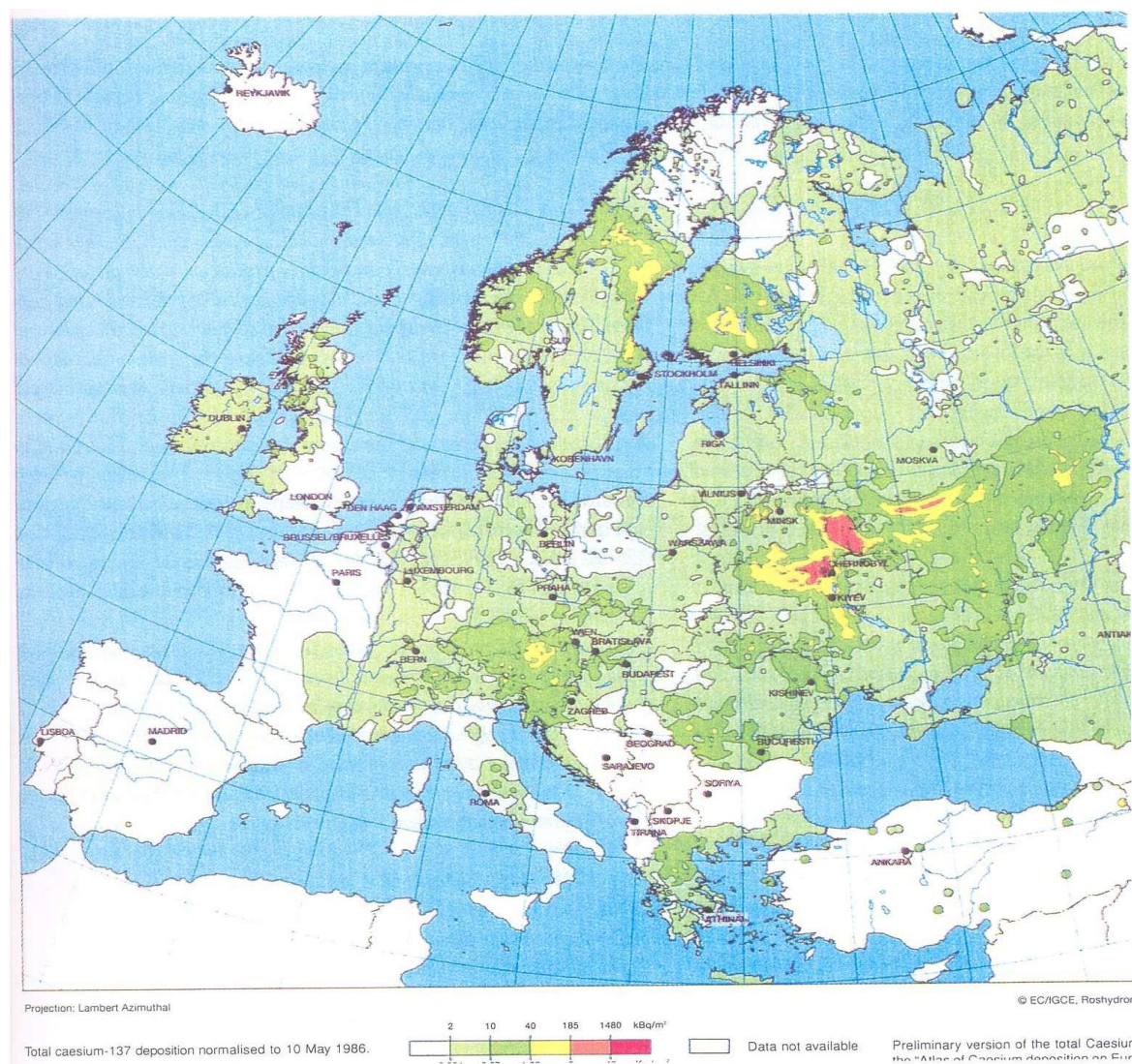
Ungeachtet solcher Umfrageergebnisse verfolgt die auf durch den Euratom-Vertrag begründete Europäische Atomgemeinschaft die Ziele beharrlich weiter.

Die vorliegende Studie stellt in Rückblick und Ausblick einen Beitrag zur Diskussion um die Sinnhaftigkeit der Verfolgung des Zieles des Euratom-Vertrages und die Widersprüche zu einer nachhaltigen Energiepolitik für Europa dar.

## 1.1. Der Unfall

Am 26. April 1986 wurde Block 4 des AKW<sup>1</sup> Tschernobyl einem Test unterzogen, der Reaktor wurde nur mit geringer Leistung betrieben, ein Konstruktionsfehler und die mangelhafte Ausbildung des Personals bewirkten, dass der Reaktor außer Kontrolle geriet. Nach einer rasanten Leistungssteigerung kam es zu einer Wasserstoffexplosion. Tagelang brannte der Graphit und da die Explosion das Dach der Reaktorhalle gesprengt hatte, entwichen radioaktive Stoffe in großer Menge in die Atmosphäre. Wind und Regen verteilten die radioaktiven Stoffe nicht nur in den angrenzenden Regionen der Ukraine, Russlands und Weißrusslands, sondern brachten sie auch nach Schweden und Österreich. Große Teile Nord- und Mitteleuropas wurden dadurch verseucht.

**Abbildung 1.1.2 Deposition in Europa nach dem Unfall in Tschernobyl (Atlas of Caesium Deposition on Europe after the Chernobyl Accident, EC/ICGE 1998)**



<sup>1</sup> In der Antiatombewegung wird von Atomenergie und nicht von Kernenergie gesprochen. Bei den Nukleartechnikern ist eher von Kernenergie die Rede. Die Autorin entscheidet sich für die Verwendung der Bezeichnung AKW für Atomkraftwerke.

## 1.2. Der Unfallreaktor

Der Unfallreaktor in Tschernobyl war der jüngste von vier bereits in Betrieb befindlichen Blöcken des Typs RBMK. Dieser Reaktor wurde Mitte der 1960er Jahre in der damaligen Sowjetunion entwickelt. Beim RBMK handelt es sich um einen graphitmoderierten Siedewasser-Druckröhrenreaktor. Anstelle eines Druckbehälters besitzt er eine große Anzahl von Druckröhren, in denen sich der Kernbrennstoff befindet. Durch Kernspaltung entsteht Wärme, welche vom Kühlwasser aufgenommen wird und verdampft. Dieser Wasserdampf wird durch Turbinen geleitet, um elektrischen Strom zu erzeugen.

Als Vorzüge dieses Reaktortyps galten die Verteilung des Brennstoffs auf viele Druckröhren, die Möglichkeit zum Brennelementwechsel während des Betriebs. Dadurch vermeidet man lange Stillstände für den Brennelementwechsel. Man kann den Reaktor deshalb aber auch zur Herstellung von waffenfähigem Plutonium nutzen. Der größte Nachteil des RBMK ist der positive Dampfblasenkoeffizient, der dazu führt, dass die Leistung schwer zu kontrollieren ist. Da Graphit als Moderator verwendet wird, stoppt in diesem Fall bei Kühlmittellecks die Kettenreaktion nicht automatisch. Die Sicherheitssysteme des RBMK Reaktors (Schnellabschaltung, Notkühlung, Containment) waren nicht zur Vermeidung eines schweren Unfalls ausgelegt. In der Ukraine wurden alle 4 Blöcke des AKW Tschernobyl mittlerweile stillgelegt. In Russland sind hingegen noch 11 Reaktoren dieses Typs in Betrieb und einer ist sogar noch in Bau. Der größte RBMK Reaktor (1300 statt 1000 MW<sup>2</sup>) in Betrieb befindet sich in Litauen, von den ursprünglich 2 Reaktorblöcken wurde einer stillgelegt, der andere unter schwedischer Beteiligung modernisiert.

## 1.3. Die Folgen für die Bevölkerung in der Ukraine, Russland und Weißrussland

Tschernobyl liegt in der Ukraine, nahe der Grenze zu Weißrussland und Russland. Stark vom Unfall betroffen waren Regionen aus Gebieten in allen drei Republiken. Aber auch Gegenden, die 100 - 200 Kilometer von der Unfallstelle entfernt liegen, wurden schwer beeinträchtigt.

Ohne Zweifel war die Republik Weißrussland von der Reaktorkatastrophe beim Nachbarn Ukraine am stärksten betroffen. 23 % der Fläche Weißrusslands wurden kontaminiert und in den ersten Jahren musste Weißrussland bis zu 20 % seines Budgets jährlich für die Beseitigung der Katastrophenschäden aufwenden. In den beiden anderen Republiken stellen die betroffenen Gebiete relativ gesehen einen wesentlich kleineren Teil des Staatsgebietes dar. Wie überall ist die Verteilung der Kontamination regional sehr unterschiedlich, wie die nachstehenden Tabellen zeigen. Aus den Gebieten, in denen die Deposition 1480 kBq/m<sup>2</sup> überstieg, wurde die Bevölkerung abgesiedelt.

Als Leitnuklid für die Kontamination wird Cäsium-137 (Cs-137) angesehen. Cs-137 ist als Gammastrahler messtechnisch leicht zu erfassen. Neben Cs-137 wurden zahlreiche andere radioaktive Spaltprodukte, wie Strontium-90 (Sr-90) und Plutonium, auf dem Boden abgelagert. Alle Cs-137 Depositions-Werte sind auf den Stichtag 1. Mai 1986 bezogen. Bei einer Halbwertszeit (HWZ) von 30 Jahren sind nach 20 Jahren noch 63 % der Aktivität vorhanden. Strontium-90 hat etwa dieselbe Halbwertszeit wie Cs-137. Plutonium mit einer Halbwertszeit von 25.000 Jahren ist noch so gut wie nicht zerfallen. Praktisch nicht mehr vorhanden ist hingegen das radioaktive Jod 131, das mit einer HWZ von acht Tagen in den ersten Monaten nach dem Unfall den meisten Schaden angerichtet hat: verseuchte Luft, verseuchtes Gras, verseuchte Milch - überall dort, wo die Wolke durchgezogen ist.

---

<sup>2</sup> Mit MW ist immer die elektrische Leistung der AKW gemeint, die nur ein Drittel der Gesamtenergie ausmacht. Die überschüssige Wärme wird weggekühlt (Flüsse, Kühltürme).

Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung werden im Strahlenschutz aufgrund der zu erwartenden Dosis ergriffen. Prognosen dafür müssen rasch erfolgen. Da das betroffene Gebiet sehr groß war, mussten einfache zu erfassende Größen als Interventionsgrenzen eingeführt werden. Daher wurde eine Einteilung in Zonen mit unterschiedlicher Belastung getroffen. Die zu erwartende Lebensdosis sollte für die Bevölkerung mit 350 mSv begrenzt werden. Gebiete mit einer Cs-137 Deposition von mehr als 1480 kBq/m<sup>2</sup> wurden evakuiert, allerdings wurden einige erst spät erkannt, da sie einige weiter als 100 km vom Unglücksort entfernt sind. Diese Vorgangsweise entspricht in etwa den Rahmenempfehlungen für Maßnahmen zum Schutz der österreichischen Bevölkerung im Fall einer großräumigen Verseuchung Österreichs. Aus der Zone 555-1480 kBq/m<sup>2</sup> wurden Schwangere und Kinder abgesiedelt, dem Rest der Bevölkerung war es freigestellt zu bleiben, wofür sie eine geringe Entschädigung bekamen. Entsprechend den österreichischen Rahmenempfehlungen wäre das zumindest Gefährdungsstufe 3 – also Gegenden, wo ein dauernder Aufenthalt nach Möglichkeit zu vermeiden wäre und landwirtschaftliche Produkte nicht zum Genuss geeignet sind. Auch Viehzucht ist in diesen Regionen nur unter besonderer Kontrolle möglich, z.B. müssen Rinder aus diesen Schutzzonen in Weißrussland vor der Schlachtung drei Monate lang mit nicht verseuchtem Futter gefüttert werden.

**Tabelle 1.1.1 Kontaminierte Gebiete in Weißrussland (EC, IAEA, WHO 1996)**

Kontamination Cs-137 [kBq/m <sup>2</sup> ]	37-185	185 -555	555-1480
Fläche [km <sup>2</sup> ]	17.200	9.750	4.130
Zahl der Orte	1.933	1.102	176
Bevölkerung	1,49 Mio	314.193	41.282
davon Kinder unter 17	395.309	78.721	9.821

**Tabelle 1.1.2 Kontaminierte Gebiete in der Ukraine (EC, IAEA, WHO 1996)**

Kontamination Cs-137 [kBq/m <sup>2</sup> ]	37-185	185 -555	555-1480
Fläche [km <sup>2</sup> ]	22.480	22.620	2.200
Zahl der Orte	1291	835	92
Bevölkerung	1,73 Mio	653.263	19.456
davon Kinder unter 17	406.900	168.780	3.680

**Tabelle 1.1.3 Kontaminierte Gebiete in Russland (EC, IAEA, WHO 1996)**

Kontamination Cs-137 [kBq/m <sup>2</sup> ]	37-185	185 -555	555-1480
Fläche [km <sup>2</sup> ]	50.000	5.480	2.130
Zahl der Orte			
Bevölkerung	Keine Angaben der russischen Behörde		
davon Kinder unter 17			

Einen Überblick über die Zahl der von der Katastrophe betroffenen Menschen gibt ein Bericht der UNO aus dem Jahr 1995. Die Daten daraus sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zu den Evakuierten aus der Sperrzone rund um den Reaktor, den Personen, die aus stark verseuchten Gebieten zwangsweise umgesiedelt wurden oder wegzogen sind, kommen noch all jene, die in verseuchten Gebieten unter starken Einschränkungen leben mussten (Entzug der bäuerlichen Lebensgrundlage, eingeschränkte Nutzung landwirtschaftlicher Flächen und lokaler Produkte, Beschränkung des Aufenthalts im Freien, etc.) und die an den Aufräumarbeiten Beteiligten - die LiquidatorInnen.

**Tabelle 1.1.4 Anzahl der Betroffenen in der Ukraine, Russland und Weißrussland (UN 1995)**

	Weißrussland	Ukraine	Russland
<b>Umsiedlung</b>	150.000	150.000	75.000
<b>BewohnerInnen kontaminierter Gebiete</b>	1,8 Millionen	3 – 5 Millionen	3 Millionen
<b>davon Kinder</b>	500.000	2 Millionen	500.000
<b>LiquidatorInnen</b>	130.000	200.000	350.000

Im September 2005 publizierten IAEQ, WHO und UNDP gemeinsam den zweiten UN Report zur Tschernobylkatastrophe. 20 Jahre nach dem Unfall verspricht dieser Bericht des UN Tschernobyl Forums, das wahre Ausmaß der Katastrophe darzustellen. Obwohl die Teilberichte zu den einzelnen Krankheitsbildern weitere Untersuchungen verlangen, prognostizieren die 100 beteiligten WissenschaftlerInnen, dass insgesamt nicht mehr als 4.000 Personen an der radioaktiven Belastung durch den Unfall sterben werden. Etwa 50 sind bereits an den direkten Auswirkungen der Strahlenkrankheit verstorben. Ca. 1.000 Beschäftigte des AKW und KatastrophenhelferInnen wurden am ersten Tag des Unfalls einer sehr hohen Strahlenexposition ausgesetzt. Unter den mehr als 200.000 **registrierten** LiquidatorInnen von 1986 und 1987 erwarten die internationalen Organisationen 2.200 Todesfälle, die durch die Strahlenbelastung ausgelöst werden. Von den rund 600.000 LiquidatorInnen sind keinesfalls alle registriert, viele der eingesetzten Soldaten sind in ihre Heimat zurückgekehrt und in keinem Register erfasst. Nach Angaben der Gesundheitsbehörde in der Ukraine sind dort bisher mindestens 15.000 LiquidatorInnen gestorben (einschließlich der hohen Zahl an Selbstmorden). Die Schätzungen der Liquidatorenverbände in den drei betroffenen Republiken liegen noch weit höher als die der Behörden. Nach Abwägung der Angaben der verschiedenen Quellen kann man davon ausgehen, dass seit der Katastrophe 50.000 bis 100.000 LiquidatorInnen verstorben sind (LENGFELDER, FRENZEL 2006).

Die ausführlichen Berichte über die unterschiedlichen Untersuchungen unter der Bevölkerung der verseuchten Gebiete in Russland, Weißrussland und der Ukraine zeigen, wenn auch mit großen Unsicherheiten hinsichtlich der Ursachen, doch einen Anstieg von gesundheitlichen Problemen.

Nach Meinung der WissenschaftlerInnen des UN Tschernobyl Forums leben noch immer fünf Millionen Menschen in kontaminierten Regionen, davon 100.000 in Regionen mit Cs-137 Belastung von mehr als 555kBq/m<sup>2</sup>. Von IAEQ und WHO wird im Licht der Ergebnisse ihrer Studien eine Neubewertung der Schutzmaßnahmen in den drei betroffenen Republiken eingefordert. 4.000 Fälle von Schilddrüsenkrebs wären nach Angaben des UN Tschernobyl Forums auf die Aufnahme von radioaktivem Jod im Kindesalter zurückzuführen, abgesehen von den Erkrankungen der LiquidatorInnen sind dies die einzigen Krankheitsfälle, die direkt mit der Strahlung in Verbindung gebracht werden. Hervorgehoben wird, dass bei Schilddrüsenkrebs die Chance für eine Heilung sehr gut sei (99 %) - trotzdem sind neun Kinder daran gestorben. Die Häufung anderer Krankheiten, wie etwa Brustkrebs bei Frauen im stark kontaminierten Gebiet, wird nicht als signifikant anerkannt. Viele Erkrankungen werden nicht der Strahlenexposition zugeschrieben, sondern anderen Ursachen, vor allem auch dem Stress, der durch Schutzmaßnahmen verursacht wird. (WHO 2005).

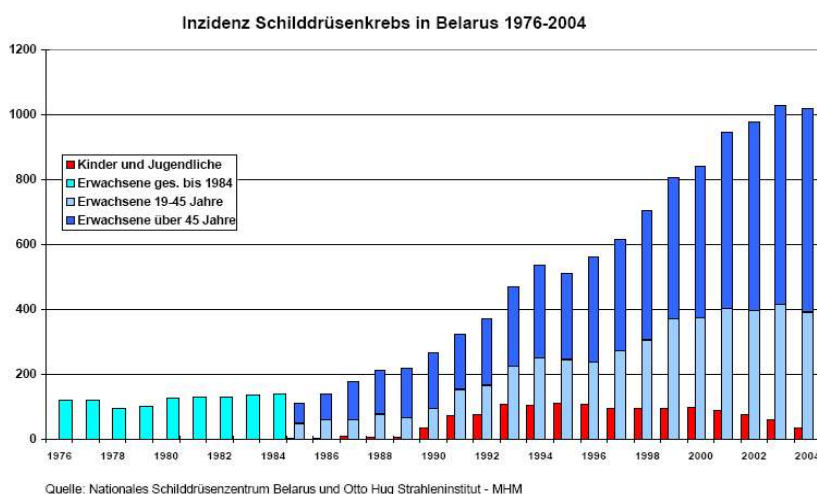
Dass es neben den 4.000 „anerkannten“ Schilddrüsenkrebsfällen noch viele weitere Fälle gibt, die anderen Ursachen zugeschrieben werden (z.B. genetischen) erhöht die Glaubwürdigkeit der Schlussfolgerungen des internationalen Expertenberichts nicht.

Dr. Burton Bennett, der Vorsitzende des UN Tschernobyl Forums, beschreibt die Erkenntnisse so:

*„Es war ein schwerer Unfall mit großen gesundheitlichen Folgen vor allem für tausende ArbeiterInnen, die in den ersten Tagen einer hohen Strahlung ausgesetzt waren und für die Tausenden mit Schilddrüsenkrebs. Aber im großen und ganzen haben wir keinen wesentlichen negativen Einfluss auf die Gesundheit der Bevölkerung in den umliegenden Gebieten gefunden, noch haben wir eine weit verbreitete Kontamination gefunden, die eine Bedrohung der menschlichen Gesundheit darstellt, mit Ausnahme in einigen Schutzzonen.“<sup>3</sup> (IAEA,WHO,UNDP 2005).*

Die Realität widerspricht deutlich den Aussagen des UN Tschernobylforums, denn alleine in Weißrussland wurde die Zahl von 4000 Neuerkrankungen mit Schilddrüsenkrebs deutlich übertroffen. Bereits Ende 1990 war die Inzidenz bei Schilddrüsenkrebs bei Kindern mehr als dreißigmal höher als die mittlere Erkrankungsrate der 10 Jahre vor 1986. Der Höchststand der Inzidenzrate von Schilddrüsenkrebs bei Kindern (0-14 Jahre) war 1995 erreicht. Danach steigt die Inzidenzrate umso stärker bei jungen Erwachsenen. Seit 1993 ist auch eine deutliche Zunahme der Neuerkrankungen bei Erwachsenen über 45 zu bemerken (LENGFELDER, FRENZEL 2006) Letzteres sollte auch vom österreichischen Strahlenschutz bedacht werden in Hinblick auf die Gabe von Kaliumjodid zur Schilddrüsenblockade vor radioaktivem Jod- 131, an Personen über 45 – wo derzeit die Meinung vorherrscht die Nebenwirkungen würden den Nutzen überwiegen.

### Abbildung 1.1.3 Jährliche Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs in Weißrussland (LENGFELDER 2006)



Natürlich sind der epidemiologischen Analyse nach einer Katastrophe solchen Ausmaßes Grenzen gesetzt. Das beginnt damit, dass die Exposition der LiquidatorInnen ebenso wie die der Bevölkerung nicht wirklich bekannt ist, auch wenn in manchen Untersuchungen eine nachträgliche Dosismessung versucht wurde.

Auch die Ergebnisse epidemiologischer Studien aus Westeuropa (Griechenland, Deutschland), wo bei geringerer Strahlenbelastung als in den Gebieten rund um Tschernobyl ein signifikanter Zusammenhang von Strahlenbelastung und kindlicher Leukämie bzw. Säuglingssterblichkeit und Trisomie 21 nachgewiesen wurde, widersprechen der Einschätzung des Tschernobyl Forums, das diesen Zusammenhang in den betroffenen Gebieten in Weißrussland ausschließt (PETRIDOU et al 1996, HACKER 1996, SPERLING 1994 und 1996 zitiert in MRAZ, WENISCH 1996). Das Berliner Institut für Humangenetik stellte fest, dass 9 Monate nach der Tschernobylkatastrophe in Berlin

<sup>3</sup> Deutsche Wiedergabe durch Österreichisches Ökologie-Institut, orig. englisch.

bei Neugeborenen die Zahl der Trisomie-21 Fälle sprunghaft angestiegen war (von monatlich 2-3 Fälle auf 12 im Jänner 1987). (LENGFELDER,FRENZEL 2006).

In der Tschechischen Republik wird seit langem ein umfassendes Krebsregister geführt. Die tschechischen Daten sind deshalb gut geeignet um eine Analyse der Wirkung des Unfalls in Tschernobyl durchzuführen. Analysiert wurde die Schilddrüsenkrebsrate in der Tschechischen Republik für den Zeitraum 1976 -1999. Die Studie zeigt von 1988 an einen signifikanten Anstieg der Schilddrüsenkrebsinzidenz (LENGFELDER,FRENZEL 2006). Österreich verfügt über kein so weit zurückreichendes Krebsregister, sodass eine derartige Analyse nicht leicht durchzuführen ist. Leider gibt es auch wenig Interesse der Behörde an einer wissenschaftlichen Analyse der Tschernobylfolgen in Österreich, obwohl viele ÄrztInnen über zunehmende Probleme mit Erkrankungen der Schilddrüse berichten. Angesichts der Tatsache, dass die Tschechische Republik eine geringere Belastung aufweist als Österreich, wäre bei uns ja erst recht mit einem Anstieg der Schilddrüsenkrebserkrankungen zu rechnen.

**Abbildung 1.1.4 Schilddrüsenkrebsraten in der Tschechischen Republik (geschlechtsspezifisch und altersstandardisiert) (LENGFELDER, FRENZEL 2006)**

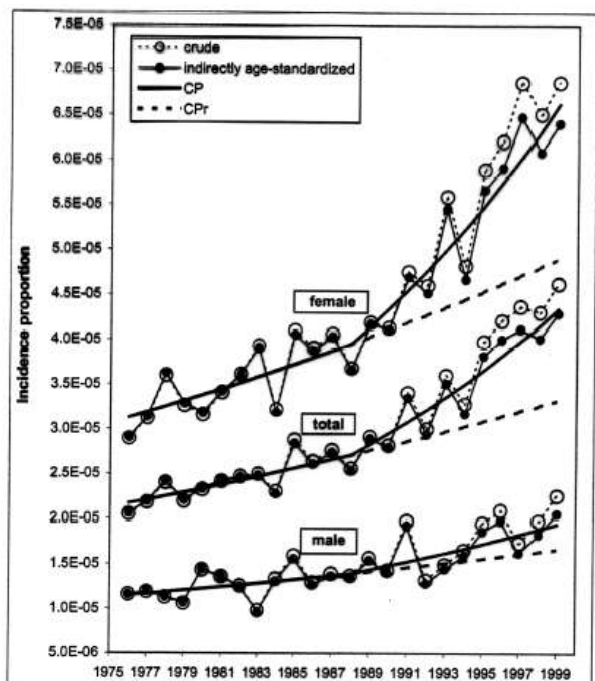


Figure 3: Crude and indirectly age-standardized Incidence proportions of thyroid carcinoma in females, males and both genders combined in the Czech Republic, change-point (CP) and reduced change-point (CPr) linear logistic regression models.

Der Tenor der Einschätzung des internationalen Tschernobyl Forums im Jahr 2005 unterscheidet sich nur wenig vom Bericht der IAEO aus 1995, der auch schon die Angst der Bevölkerung vor der Strahlung als einen wichtigeren Faktor zur Beeinträchtigung der Gesundheit behandelt hat als die Strahlung selbst. Schon im damaligen Bericht wurde eine Lockerung der Grenzwerte für Umsiedlungen gefordert, was im Bericht von 2005 nur nochmals bestätigt wird. In Bezug auf die Diskussion um die Atomenergienutzung kann diese Bewertung der Folgen von Tschernobyl durch die internationalen Organisationen kaum als dem Vorsorgeprinzip verpflichtet verstanden werden. Eher wird hier der Lockerung von Strahlenschutznormen Vorschub geleistet.

Das Fehlen einer ernsthaften wissenschaftlichen Auseinandersetzung um die Strahlenfolgen von Tschernobyl wird kaum etwas zum „tabufreien“ Nachdenken über die Nuklearenergie beitragen.

## 1.4. Langfristige Wirkung auch in Österreich

In Mitteleuropa war Österreich am stärksten vom radioaktiven Fallout betroffen. Auch wenn es viele schon vergessen haben: damals waren nicht nur die Pilze, sondern auch Milch, Gemüse und Fleisch nur mit Vorsicht zu genießen - und das nicht nur einen Sommer lang. Radioaktive Stoffe verschwinden nur langsam aus der Nahrungskette und an manchen Stellen halten sie sich sehr hartnäckig. Auch im Jahr 19 nach der Katastrophe waren Pilze aus den stark kontaminierten Gebieten Österreichs so verseucht, dass vom Genuss abzuraten war. Grenzwertüberschreitungen fand die Behörde auch in den letzten Jahren eher bei österreichischen Eierschwammerln als bei jenen aus Litauen. Auf stark belasteten Almen in den Alpen ist auch heute die Milch noch kontaminiert (Cs-137 Aktivität unter dem Milchgrenzwert, aber nicht als Babynahrung geeignet). Da das aber nur einzelne Almen betrifft, wirkt es sich in der Molkereimilch nicht aus. Neben Pilzen aus österreichischen Wäldern kann natürlich auch Wildfleisch noch kontaminiert sein (RM 2003-2004).

Im Jahr 1986 verordnete Österreich sehr strenge Grenzwerte für den Radioaktivitätsgehalt von Lebensmitteln:

**Tabelle 1.1.5 Vergleich der österreichischen Grenzwerte für Cs-137 in Lebensmitteln vor und nach 1995 (EU-Beitritt)**

		Baby- nahrung	Milch, Milch- produkte	Obst, Gemüse, Pilze	Rindfleisch	andere Fleischsorten
1986-1995	Bq/kg	11	185	110	600	185
EU- Grenzwert	Bq/kg	370	370	600	600	600

Mit dem EU-Beitritt übernahm Österreich automatisch die Grenzwerte der EU, zumindest was Importe angeht. Damit verschwinden wichtige Vorsorgemaßnahmen (wie der Grenzwert für Babynahrung). Seit einigen Jahren ist die Grenzwertenerhöhung ohne Bedeutung, da die Molkereimilch ohnehin weit unter 370 Bq/l Cäsium-137 enthält. Welche Grenzwerte im Falle eines Atomunfalls gehandhabt würden, ist ungeklärt. Im Zeitraum 2003 bis 2004 lag der Jahresmittelwert aller von der Lebensmittelaufsicht untersuchten Rohmilchproben aus verschiedenen Gegenden Österreichs unter 7 Bq/l, wobei die Mehrzahl der Proben nur mit 1 Bq/l oder darunter belastet war (RM 2003-2004).

Ungefähr 2% der insgesamt in Tschernobyl freigesetzten Menge an Cs-137 wurde von den Regenfällen im Zeitraum 28. April bis 8. Mai 1986 in Österreich deponiert. Die Verseuchung ist deshalb regional sehr unterschiedlich. Die Landkarte zeigt diese Verteilung.

Besonders **stark kontaminierte Gebiete** mit Spitzenwerten über 100 kBq/m<sup>2</sup> sind: das Wald-, Mühl und Hausruckviertel, Linz und Umgebung, die Welser Heide, der Phyrn und das Salzkammergut, der Westen der Niederen Tauern und die Hohen Tauern bis zum Zillertal, die Koralpe und die Südseite der Hohen Tauern in Kärnten und Osttirol. Das sind jene Gebiete, wo der Wald auch heute noch verstrahlt ist, Pilze und Wildfleisch daher auf keinen Fall massenhaft gegessen werden sollten.

Besonders gering **belastete Gebiete** mit Werten unter 10 kBq/m<sup>2</sup> sind: das Marchfeld, Weinviertel und Tullnerfeld, sowie große Teile des Burgenlands, der Steiermark, Kärntens, Tirols und Vorarlbergs.

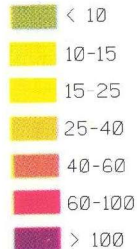
## Abbildung 1.1.5 Bodenbelastung durch Cs-137 in Österreich (UBA Monographie 60)

Abb. 8

### Bodenbelastung durch Cäsium-137

Cäsium-137 bezogen auf 1. Mai 1986

Einheit kBq/m<sup>2</sup>

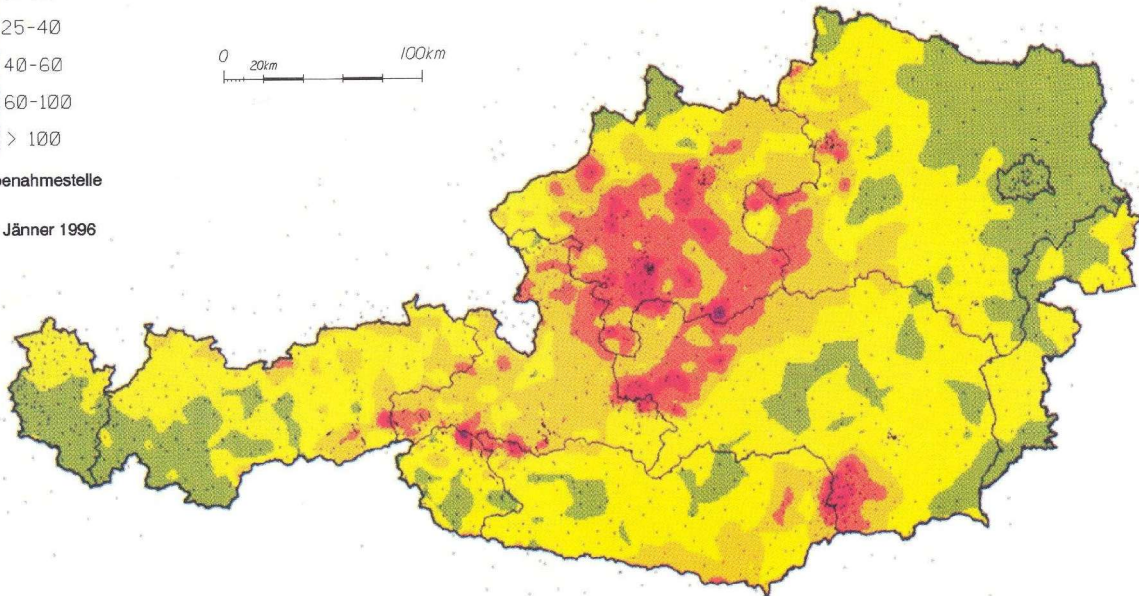


· Probenahmestelle

Stand: Jänner 1996

 Umweltbundesamt

0 20km 100km



Für Strontium-90 (Sr-90) galt in Österreich im Jahr 1986 und in den Folgejahren ein Grenzwert von 74 mBq/l. Der Großteil des Sr-90 in Österreich stammt aus dem Fallout der oberirdischen Atombombentests der 1950iger und 1960iger Jahre in den USA, China, in der damaligen Sowjetunion und in der damals französischen Sahara. Sr-90 wird in Knochen eingelagert, trägt zum Leukämierisiko bei und damit sind insbesondere Säuglinge und Kinder die Risikogruppe. Messergebnisse von jahrelangen Strontiummessungen unterstreichen die Langlebigkeit der Kontamination. Die durch die Atombombentests in Österreich deponierte Strontiumaktivität beträgt rund 3,2 kBq/m<sup>2</sup>, und ist ziemlich gleichmäßig verteilt (BKA 1988). Durch den Reaktorunfall in Tschernobyl wurde zusätzliches Strontium etwa in der Höhe von 1 % der Cäsiumaktivität abgelagert. Es ist entsprechend der Stärke der Regenfälle sehr ungleichmäßig verteilt. Im Zeitraum 1990 - 2002 hat sich die Sr-90 Aktivität der Milch etwa halbiert, liegt heute aber immer noch zwischen 50 und 80 mBq/l (RM 1992-1993) – also im Bereich des Grenzwertes.

Aus landwirtschaftlichen Produkten ist Cs-137 praktisch verschwunden. Gemüse und Obst sind unbelastet (Cs-137 <1Bq/kg), wo hingegen bei bestimmten Pilzsorten aus Gebieten mit hoher Cs-137-Deposition auch heute noch vom Verzehr abgeraten werden muss. So können Maronnröhrlinge und Semmerstoppelpilze bis zu mehrere 1000 Bq/kg Cs-137 enthalten; Steinpilze und Eierschwammerln weisen Werte meist unter 200 Bq/kg auf. Einzelne Proben können aber nach wie vor stärker belastet sein, wie die Ergebnisse von Messungen an Eierschwammerln von der Koralpe in der Messstelle des Österreichischen Ökologie-Institutes mit 600 Bq/kg zeigen. Parasole sind im Vergleich dazu mit einigen Bq/kg wenig belastet. Aus dem Ausland importierte Eierschwammerln aus dem

---

Berichtszeitraum 2003-2004 wiesen eine geringere Belastung auf als die österreichischen (RM 2003-2004).

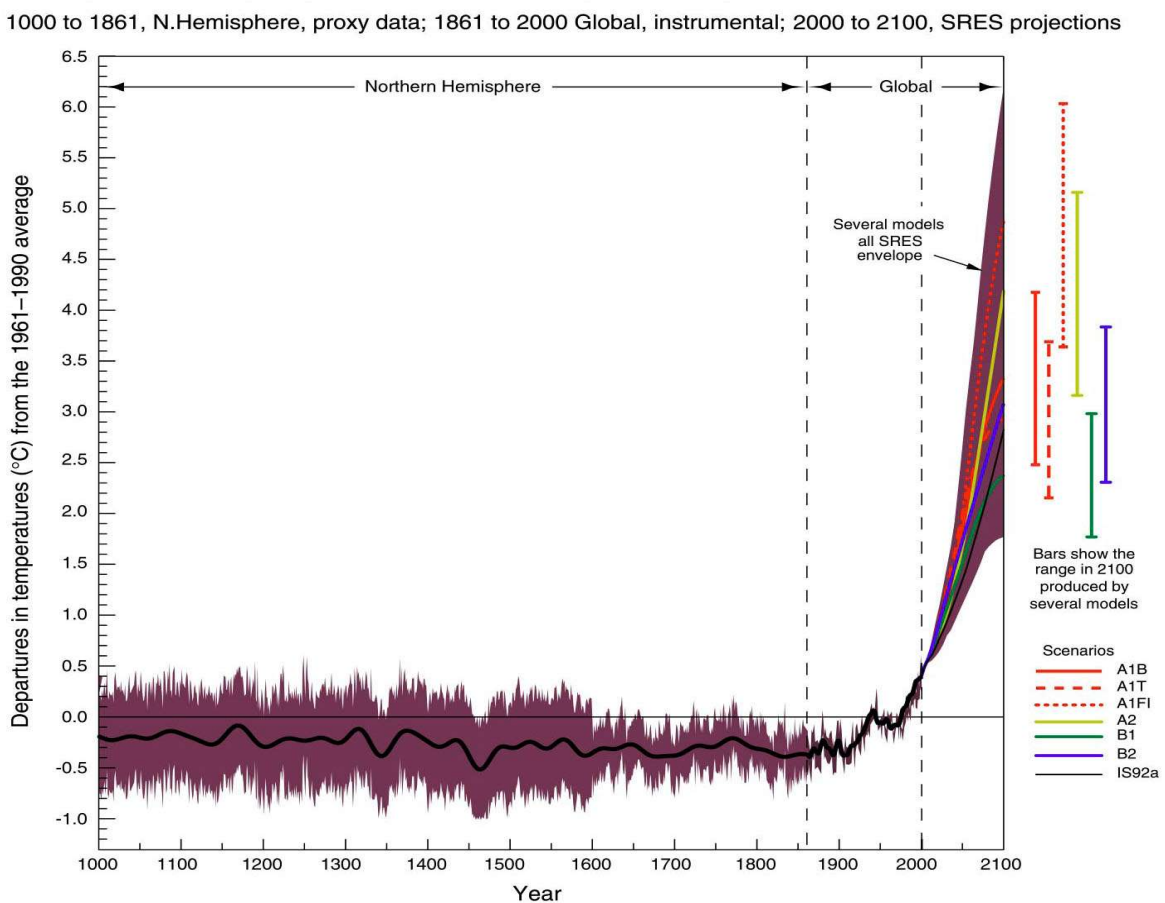
Die Belastung von Fleisch betrifft vorwiegend Wildfleisch und korreliert in Gegenden mit hoher Deposition zur Pilzbelastung. Des weiteren können noch Rinder von der Alm mit Cäsium belastet sein. Von den 177 Rindfleischproben, die die Lebensmittelprüfanstalten im Zeitraum 2003-2004 untersucht haben, lagen jedoch 60 % unter 1Bq/kg und nur 7 % über 10 Bq/kg. Die höchste Belastung wies eine Probe aus Salzburg mit 68 Bq/kg auf. (RM 2003-2004). Fleisch von anderen Tieren ist generell unbelastet.

## 2. Atomenergie und Klimaschutz

Das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) hat 40 Prognosen unterschiedlicher Institutionen zu möglichen gesellschaftlichen Entwicklungen auf ihren Einfluss auf das Weltklima untersucht. Das Ergebnis ist in der Abbildung zusammengefasst. Sie zeigt die Bandbreite der Vorhersagen in Bezug auf die erwartende globale Erwärmung. Die betrachteten Szenarien bewegen sich zwischen der ungebrochenen Fortsetzung des momentanen von den USA und der EU eingeschlagenen Weges einerseits und einem Nachhaltigkeitsszenario, entsprechend etwa dem Global Marshall Plan andererseits. Die Prognosen für 2100 liegen zwischen einem maximalen Temperaturanstieg von 6° und einem minimalen von 2°C.

(Quelle: <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>)

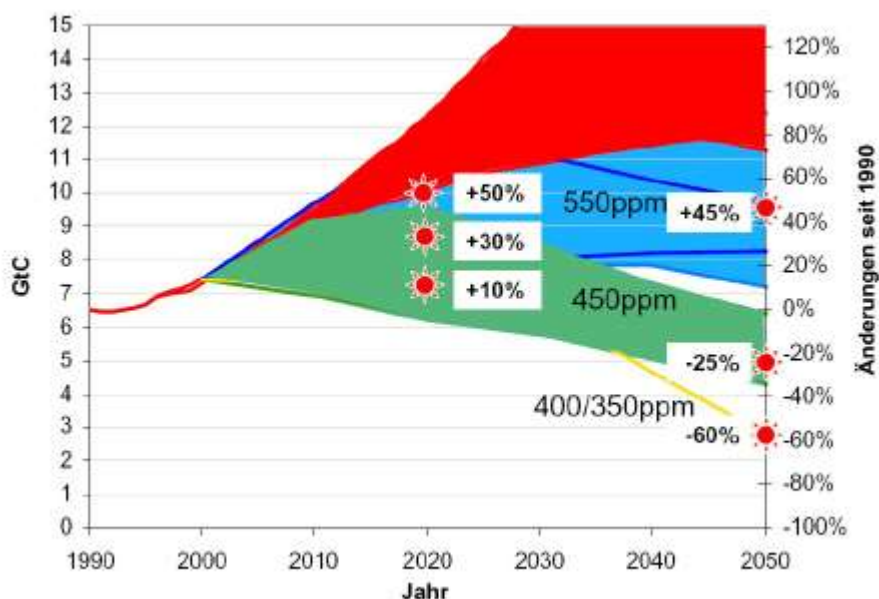
**Abbildung 2.2.1 Szenarien für die Klimaerwärmung nach IPCC (SEIBERT 2006)**



*„Um den bevorstehenden Anstieg der weltweiten Temperaturen auf die vereinbarte Zielvorgabe von höchstens zwei Grad über dem vorindustriellen Stand zu begrenzen, sollten die Treibhausgasemissionen ihren Höchststand spätestens 2005 erreichen und dann um mindestens 15 %, vielleicht sogar um 50 %, gegenüber dem Stand von 1990 gesenkt werden. Diese enorme Herausforderung bedeutet, dass Europa jetzt handeln muss, vor allem im Bereich der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien.“ (Grünbuch - Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie" (KOM 2006 105))*

Die Globale Erwärmung zu stoppen ist die größte Herausforderung unseres Jahrhunderts. Die Analyse des IPCC zeigt, dass es möglich ist, die Erwärmung bei 2°C über dem vorindustriellen Niveau zu stoppen. Dazu ist allerdings eine rasch wirksame Politik der Senkung der CO<sub>2</sub> Emissionen nötig. Je später die Reduktion beginnt desto effizienter müsste sie sein.

**Abbildung 2.2.2 Entwicklungsszenarien für Treibhausmissionen für den Zeitraum 1990 - 2050** (HOENE et al. 2005)<sup>4</sup>



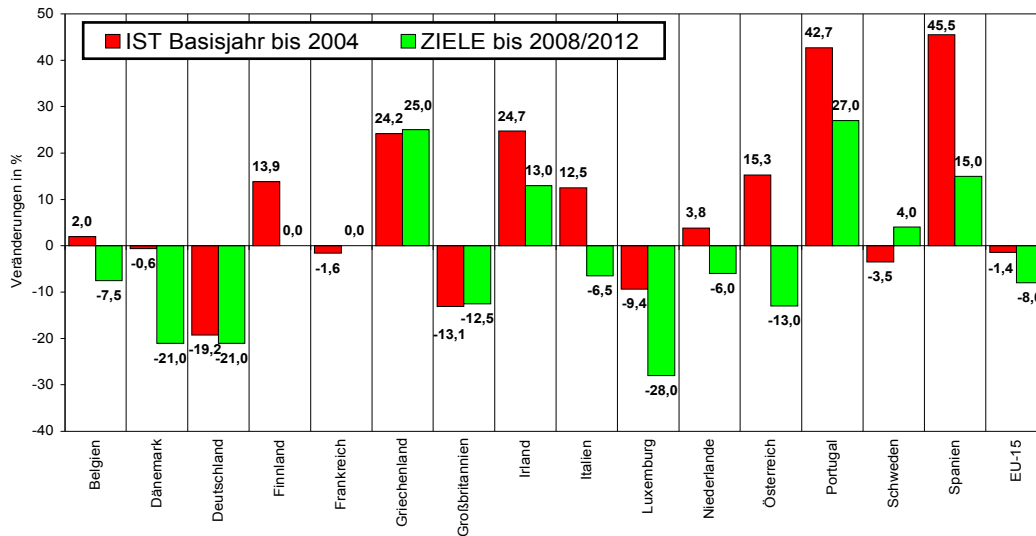
Die roten Markierungen zeigen exemplarisch für drei Stabilisierungsniveaus mögliche Emissionswerte in 2020 und 2050. Um 400 ppm CO<sub>2</sub> Konzentration zu erreichen, könnten die Emissionen demnach im Jahre 2020 noch 10 % über und müssten in 2050 etwa 60 % unter dem Niveau von 1990 liegen (HOENE et al. 2005).

Die Abbildung zeigt, eine Stabilisierung der CO<sub>2</sub> Konzentration bei 400 ppm um 2050 ist möglich. Dieses Ziel gilt derzeit als ausreichend um die Erwärmung unter 2°C zu halten. Jährlich müssten die Emissionen um 4 – 6,6 % reduziert werden, je nachdem wie rasch gehandelt wird. Über den gesamten Zeitraum müssten die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem heutigen Wachstumstrend um 40 Gigatonnen gesenkt werden.

Abgesehen von wenigen Ausnahmen haben die EU-15 sich in den letzten Jahren von ihren Klimazielen entfernt. Auch Österreich schneidet dabei reichlich schlecht ab. Insgesamt 91,3 Mio. Tonnen Treibhausgase wurden in Österreich im Jahr 2004 ausgestoßen. Das bedeutet eine Steigerung um 15,7 % gegenüber dem Basisjahr 1990. Um das Kyoto-Ziel – 13 % weniger als 1990 – zu erreichen müssen von 2004 bis 2010 insgesamt 22,6 Mio. Tonnen an Treibhausgasemissionen reduziert werden bzw. die Treibhausgasemissionen um knapp 30 Prozentpunkte vermindert werden. (GUGELE, RIGLER, RITTER 2006)

<sup>4</sup> In dieser Abbildung sind die Emissionen in GtC, also in Gigatonnen Kohlenstoff und nicht wie im übrigen Text in Gt CO<sub>2</sub> angegeben, 1 Gt C = 2,3 Gt CO<sub>2</sub>.

**Abbildung 2.2.3:** Treibhausgasemissionen in der EU-15: Ziele 2008/2012 sowie Ist 1990-2004 (ZIESING 2006)



Quellen: UNFCCC; EU-Kommission; Berechnungen des DIW

„Für eine einigermaßen klimaverträgliche Entwicklung ist bis Mitte des Jahrhunderts weltweit eine Halbierung der Treibhausgasemissionen und in den Industrieländern eine Reduktion um 80 % notwendig. Evident sind: Ein unabweisbarer Klimaschutzpolitischer Handlungsbedarf und die Notwendigkeit eines umgehenden Einsatzes wirksamer Instrumente. Irreversible Schäden durch den Klimawandel, die die natürlichen Lebensgrundlagen gefährden, bedeuten zugleich: Hohe und steigende auch ökonomische Kosten. Bei einer Temperaturerhöhung um nur 1° C werden die globalen Schäden auf eine Höhe von bis zu 2 Billionen (2 10<sup>12</sup>) US-Dollar im Jahre 2050 geschätzt.“ (ZIESING 2006)

## 1.5. Atomenergie kein relevanter Beitrag zur Verringerung der CO<sub>2</sub> Emissionen

Den Prognosen der IEA zufolge wird auch in den nächsten Jahrzehnten der Neubau an AKW kaum die Abschaltungen übertreffen. Da gleichzeitig mit einem Anstieg von Strom und Primärenergieverbrauch gerechnet wird, wird die Bedeutung der Atomenergie insgesamt abnehmen.

**Tabelle 2.2.1 Entwicklung der Kernenergie bis 2030 (IEA 2004, IEA 2005)**

	2004	2010	2020	2030
AKW Kapazität in GW	370	385	382	376
Anteil der Atomenergie an der Stromerzeugung (%)	16	14,8	11,6	9,3
Anteil der Atomenergie am Primärenergieverbrauch (%)	6,5	6,4	5,4	4,6

Seit 1995 gingen im Schnitt jährlich 4 neue AKW in Betrieb. Im selben Zeitraum wurden **36** AKW stillgelegt. Wäre es überhaupt möglich die Kernenergie so auszubauen, dass sie im Jahr 2030 tatsächlich einen relevanten Beitrag zur Energieversorgung leistet?

**Tabelle 2.2.2 Ausbau der Kernenergie bis 2030 -Modellrechnung (ZIESING 2006)**

	Anteil an der gesamten Stromerzeugung	KKW-Leistung	Anteil an Primärenergieverbrauch	Uranbedarf	Uranbedarf 2002-2030 kumuliert
	%	GW	%	1000 t U	Mio. t U
IEA-Referenzszenario	9,3	376	4,6	58,6	1,82
Variante I: 25%-Stromanteil	25	1016	12,5	158,3	3,26
Variante II: 33%-Stromanteil	33	1341	16,5	208,9	4,00
Variante III: 50%-Stromanteil	50	2032	25,0	316,6	5,56

Durchschnittlich beträgt das Alter der heute in Betrieb befindlichen AKW 22 Jahre. Im Jahr 2030 hätte das heute durchschnittliche AKW bereits 47 Jahre Betrieb hinter sich. Wenn man in Rechnung stellt, dass für diese AKW eine Laufzeit von 40 Jahren geplant war, ist anzunehmen, dass ein großer Teil der älteren AKW bis 2030 stillgelegt wird. Soll z.B. nach Variante II in 2030 eine AKW Kapazität von 1341 GW in Betrieb sein, so würde es nicht reichen 1000 GW zusätzlicher AKW Kapazität zu bauen, sondern es müsste auch noch Ersatz für ausrangierte AKW bereitgestellt werden. Es wären also zumindest auch noch 200 GW Ersatzleistung nötig. 20 Jahre lang müssten dann jährlich 60 neue AKW mit einer Leistung von 1000 MW<sup>5</sup> in Betrieb gehen, das ist zweimal soviel wie die Reaktorindustrie in ihren besten Jahren fertiggebracht hat. Statistisch gesehen müsste also 20 Jahre lang alle sechs Tage ein neues AKW ans Netz gehen. Der Uranbedarf würde von 70.000 t Uran jährlich, auf ca. 210.000 t steigen. Im Jahr 2030 wären dann bereits 4 Millionen Tonnen Uran verbraucht, also etwa die gesamten heute bekannten Uranvorräte. Ein solches Szenario wird sich kaum verwirklichen lassen, wegen des Widerstands der Bevölkerung ebenso wie wegen der hohen Investitionskosten, die dabei anfallen.

Um eine Stabilisierung der CO<sub>2</sub> Konzentration in der Atmosphäre bei 400 ppm zu erreichen, ist eine Verminderung der CO<sub>2</sub> Emissionen um insgesamt 40 -50 Gt bis zum Jahr 2050 nötig:

#### Optionen zur Verminderung von CO<sub>2</sub> Emissionen bis 2050 (MATTHES 2005)

- 4 Gt CO<sub>2</sub> für eine verbesserte Energieeffizienz von Gebäuden;
- 5 Gt CO<sub>2</sub> für eine verbesserte Energie- und Materialeffizienz in der Industrie;
- 7 Gt CO<sub>2</sub> für eine verbesserte Energieeffizienz im Transportsektor;
- 2 Gt CO<sub>2</sub> für eine verbesserte Effizienz im Energiesektor (noch ohne Brennstoffwechsel);
- 3,6 Gt CO<sub>2</sub> für den Brennstoffwechsel (Kohle zu Gas) im Elektrizitätssektor;
- 15 -25 Gt CO<sub>2</sub> für erneuerbare Energien (im Elektrizitäts- und Wärmesektor);
- 4 bis 10 Gt CO<sub>2</sub> für CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -speicherung.
- etwa 5 Gt CO<sub>2</sub> für eine Ausweitung der nuklearen Stromerzeugung bis zum Dreifachen der derzeitigen Kapazitäten;

<sup>5</sup> 1000 MW ist die typische Leistung eines großen Reaktors (der Generation II), der größte in Bau befindliche Reaktor hat 1600 MW. – 1 MW (Megawatt); 1 Gigawatt = 1000 Megawatt.

Insgesamt könnten bis 2050 Emissionsminderungsoptionen von 45 bis 60 Gt CO<sub>2</sub> realisiert sein. Zwei dieser Optionen sind mit Risiken verbunden: Kohleverbrennung mit anschließender CO<sub>2</sub> Abtrennung und Speicherung und Atomenergie.

Bei einer Weiterverfolgung der Option der CO<sub>2</sub> Abtrennung und Speicherung angesichts großer bestehender Kohlevorräte in Osteuropa und Asien müssten mögliche ökologische Folgen dieser Technologie näher untersucht werden (z.B. die Sicherheit der Rückhaltungswirkung der Speicher). Der Ausbau der Atomenergie auf die dreifache Kapazität gegenüber dem heutigen Stand wäre mit hohem Risiko verbunden:

Der Anstieg des Uranverbrauchs ist ohne Intensivierung des Uranabbaus und ohne Ausbau der Kapazitäten zur Wiederaufbereitung unmöglich. Global betrachtet steigt damit nicht nur das Unfallrisiko, sondern auch jenes der Beschädigung von Atomanlagen und Atomtransporten durch Terror oder Kriegshandlungen und auch das Proliferationsrisiko. Auch die Lagerkapazitäten für den hochaktiven Müll werden nicht ausreichen (MATTHES 2005, LOVINS).

Mit der Zahl der AKW steigt das Risiko für Unfälle. Wenn man das Risiko für schwere Unfälle mit großen radioaktiven Emissionen in heutigen Reaktoren<sup>6</sup> als Ausgangsbasis nimmt, so würde der Faktor 10, um den die Wahrscheinlichkeit für schwere Unfälle in den neuen Reaktoren kleiner sein soll, durch die größere Zahl der Reaktoren wieder egalisiert. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich in einem der 1.200 AKW ein katastrophaler Unfall ereignet wäre relativ hoch.

Der Ausbau der nuklearen Kapazitäten ist außerdem der teuerste und langsamste Weg zur Eindämmung der CO<sub>2</sub> Emissionen. Selbst eine Verdreifachung der nuklearen Kapazitäten würde gerade einmal einen Beitrag von ca. 10% zur insgesamt nötigen Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen erbringen können. Atomkraft als Lösung für das globale Klimaschutzproblem zu bezeichnen, wie dies von der Atomlobby derzeit propagiert wird, hält einer seriösen Analyse also nicht Stand.

Der größte Beitrag zum Ersatz CO<sub>2</sub> emittierender Brennstoffe können durch verbrauchsseitige Effizienzgewinne erzielt werden (30-50 %). Vermeiden ist billiger als erzeugen, das gilt z.B. für die Heizwärme (Passivhaustechnologie, und Passivhausstandard auch in der Sanierung). aber auch der Einsatz energieeffizienter Maschinen (Industrie, Haushalte, Büros) - das alles sind Möglichkeiten, die schnell realisiert werden können.

In Europa hat der Energieverbrauch des Transportsektors den Energieverbrauch der Haushalte bereits eingeholt. Diesem Problem ist allein mit effizienteren Motoren nicht beizukommen; die bisherigen Effizienzgewinne wurden durch erhöhtes Transportaufkommen wieder übertroffen. Die Verlagerung des Gütertransports auf die Schiene ist eine wesentliche Maßnahme, die nicht nur zum Klimaschutz beiträgt, sondern durch Verringerung der Feinstaubbelastung und des Lärms auch der Gesundheit der Bevölkerung dient. Ebenso muss dem motorisierten Individualverkehr ein angepasstes Netz öffentlicher Mobilitätsdienstleistungen gegenübergestellt werden.

Eine erfolgreiche Politik in dieser Richtung könnte die Verbrennung von Erdöl deutlich verringern, damit würde automatisch auch der Anteil biologischer Kraftstoffe zunehmen.

Es ist einer der vielen Mythen der Atomtechnik, dass man nur die richtigen Reaktoren (VHTR, Very High Temperature Reactor) entwickeln müsste, um genügend Prozesswärme erzeugen zu können, um dadurch Wasserstoff für Fahrzeuge herstellen zu können. Wasserstoff ist kein Primärenergieträger. Man muss erst durch die Aufspaltung von Wassermolekülen (oder Methan) reinen Wasserstoff herstellen. Wasserstoff brennt, wenn er mit Sauerstoff (z.B. aus der Luft) zusammenkommt. Bei der Verbrennung wird Wärme frei und kann genutzt werden (z.B. als Antrieb für Motoren). Das Endprodukt der Verbrennung von Wasserstoff ist Wasser. Zur Spaltung der Moleküle benötigt man

---

<sup>6</sup> ca. 1E-5 bis 1E-6 pro Reaktor und Jahr

allerdings Energie, beispielsweise Strom zur Elektrolyse. Bei der Verbrennung wird aber nur mehr die Hälfte der eingesetzten Energie wieder frei. Eine Transformation von einem Energieträger zu einem anderen, bei dem 50 % der eingesetzten Energie verloren gehen, widerspricht allen Beschwörungen der effizienten Nutzung von Ressourcen.

Amory B. Lovins vom Rocky Mountain Institute fordert angesichts der Notwendigkeit rasch wirksamer Maßnahmen zum Klimaschutz diese nach zwei Prioritäten zu reihen: nach der ökonomischen und nach der umweltpolitischen. Weil man ja jeden Euro nur einmal ausgeben kann gilt: die „least cost option“ realisiert auch das größte Potential zur CO-2 Minimierung:

**Bei gleichem Einsatz finanzieller Mittel erhält man im Vergleich zu Strom aus AKW:**

- 20 –70% mehr Strom aus Windenergie
- bis zur 6-fachen Menge Strom aus Gaskraftwerken mit Kraft Wärmekopplung
- bis zur 9-fachen Menge Strom aus Müllverbrennung
- bis zur 10-fachen Menge durch Maßnahmen zur Effizienzerhöhung. (LOVINS 2005)

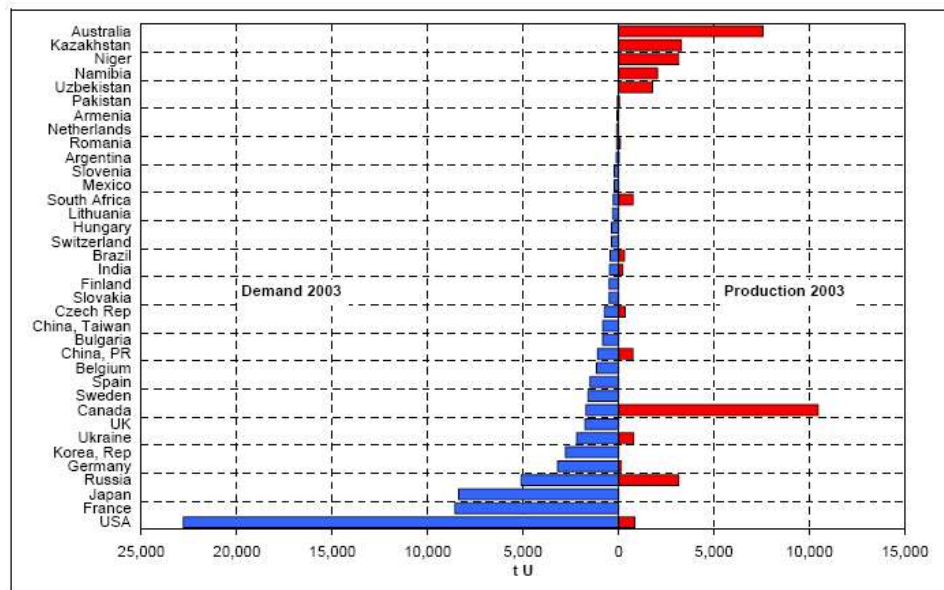
Auf die Nuklearenergie zu setzen, wenn es darum geht, den Treibhauseffekt aufzuhalten, kann eine positive Entwicklung im Energiesektor behindern. Atomenergie ist teuer, mit hohen Risiken verbunden und der Kraftwerkspark braucht sehr lange zum Ausbau.

## 1.6. Wie lange reicht das Uran?

Uran kommt in Lagerstätten in stark unterschiedlicher Konzentration vor. Die Urankonzentration im abbaubaren Erz reicht von 17 % bis zu unter 0,1 %. Entsprechend unterschiedlich sind die Kosten für den Abbau und die Aufbereitung des Erzes. Die Aufbereitung findet meist in der Nähe der Minen statt und besteht darin, das Uran mit Schwefelsäure oder Lauge aus dem Erz herauszulösen. Das Endprodukt ist ein für den Transport geeignetes Uranoxid, genannt „yellow cake“.

Die zu Kosten von US\$ 130/kg abbaubaren Uranreserven betragen 4,6 Millionen Tonnen. Es wird angenommen, dass weitere 6,7 Millionen Tonnen Uran in noch unentdeckten Lagerstätten vorhanden sind, die zum selben Preis abgebaut werden könnten. Die Uranlagerstätten sind regional ungleich verteilt und große Verbraucher können auf wenig oder keine eigenen Lagerstätten zurückgreifen. Seit dem Ende des kalten Krieges ist der Uranabbau zurückgegangen. Nicht alle bekannten Lager werden derzeit abgebaut (z.B. in Sasktchewan/Kanada), einige sind aktuell nicht kostendeckend auszubeuten. Nachdem der Preis für Uran über zwei Jahrzehnte lang gefallen ist, verzeichnet er seit 2004 einen Anstieg (KREUSCH et al 2006). In Folge werden vermehrt Explorationen durchgeführt, aber auch bisher unrentable Minen erfahren einen unerwarteten Aufschwung. Beispielsweise überlegt das tschechische Ministerium für Industrie und Handel die bereits geschlossene Uranmine in Straz pod Ralskem doch noch einige Jahre weiter zu betreiben ([http://www.nuclear-waste-watch.org/files/factsheet\\_mining\\_CZ.pdf](http://www.nuclear-waste-watch.org/files/factsheet_mining_CZ.pdf)).

**Abbildung -2.2.4 Verbrauch und Erzeugung von Uran (KREUSCH et al 2006)**



Der Uranabbau erfolgt in klassischer Bergbautechnik Unter- oder Obertage. Vor allem in Minen mit geringerer Urankonzentration im Gestein werden für den Abbau modernere Methoden, wie "in-situ-leaching" angewendet. Dabei werden Säuren oder Laugen in Bohrlöcher gepresst, das Uranerz aus dem Gestein gelöst und die Lösung abgepumpt.

Ungeachtet der Methode verursacht der Uranbergbau und die nachfolgende Erzaufbereitung große Umwelteinwirkungen und das, wie man alleine aus der geografischen Verteilung entnehmen kann meist nicht dort, wo das Uran eingesetzt wird. (siehe Abbildung oben). Zurück bleiben riesige Abraumhalden oder Schlammbecken mit uranhaltigem Gestein, verseuchtes Wasser, radioaktiver Staub und große Flächen zerstörter Landschaft. Die eingesetzten Chemikalien bedrohen Trinkwasservorräte (z.B. in Straz), der radioaktive Staub wird von MinenarbeiterInnen und AnrainerInnen eingeatmet, er verursacht Staublunge und Lungenkrebs .

Auch dort, wo Minenbetreiber verpflichtet sind, Rücklagen für die Sanierung zu bilden, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass letzten Endes die Allgemeinheit für die Behebung des Schadens aufkommen muss. Beispielsweise wird die Stilllegung der größten Ranger-Mine in Australien 105 Millionen Euro kosten, wovon aber nur etwa 40 Millionen durch die Rücklagen gedeckt sind (KREUSCH et al 2006).

**Abbildung 2.2.5: Luftansicht einer Mine (<http://www.uic.au/mines.htm>)**

*Aerial view of Ranger Mine and Plant*

Im Jahr 2003 produzierten die Uranminen bei einer Auslastung der vorhandenen Kapazitäten von 75 % insgesamt 35.770 t Uran. Der jährliche Verbrauch der installierten KKW (in Summe 370 GW Leistung) liegt bei rund 70.000 t Uran. Das heißt, derzeit wird weniger Uran abgebaut als verbraucht wird. Die Differenz wird aus Lagerbeständen und sekundären Quellen gedeckt. Als sekundäre Quellen gelten beispielsweise Uran aus der Wiederaufbereitung (WAA), oder Überschüsse aus der Waffenproduktion, wobei hochangereichertes Uran (HEU) mit natürlichem oder schwach angereichertem Uran (LEU) gemischt wird. Ebenfalls kann MOX (Mixed Oxide) als Brennstoff eingesetzt werden, dafür wird LEU mit Plutonium aus der WAA oder der Verschrottung von Atomwaffen vermengt. Das Center for International Security and Cooperation at the Stanford University schätzt den Gesamtbestand an Plutonium weltweit auf ca. 345 t (aus der Waffenindustrie und der WAA abgebrannter Brennstäbe). Diese Menge könnte rund 40.000 t Natururan und damit Brennstoff für rund ein halbes Jahr ersetzen.

Die Europäische Union hat selbst kaum Uranvorkommen, sie ist daher zu 98 % auf den Import angewiesen. Derzeit ist die tschechische Mine in Straz pod Ralskem die einzige innerhalb der EU, wo noch Uran abgebaut wird. Der globale Mangel an Brennstoff wird also insbesondere die Europäische Union treffen, die einen Großteil ihres Urans aus der Sowjetunion bezogen hat. Seit deren Zerfall hat Russland einen Großteil seiner Uranressourcen verloren. Die Minen liegen in Kasachstan (KREUSCH et al. 2006). Diese Situation kann mit ein Grund sein, warum Russland großes Interesse an multinationalen Abkommen für den nuklearen Brennstoffzyklus zeigt, Dienstleistungen wie die Zwischenlagerung und WAA abgebrannter Brennstäbe anbietet und sich an einer internationalen Brennstoff-Bank beteiligen möchte (IAEA 2005).

Die zur Zeit bekannten Uranvorräte könnten ohne WAA und ohne Einsatz von bisher angesammeltem Plutonium den momentanen Bedarf der AKW gerade bis zum Jahr 2030 decken. Jene Vorräte, von denen erwartet wird, dass sie bei verstärkter Exploration noch gefunden werden, würden noch weitere 30 bis 40 Jahre länger reichen (KREUSCH et al 2006). Jeder weitere Ausbau von AKW, erfordert neue Wiederaufarbeitungsanlagen und den Einsatz Schneller Brüter – und ist somit mit einer weiteren Erhöhung der nuklearen Risiken verbunden.

Ein System, das schon beim ersten Schritt zur Energieerzeugung derartige Umweltschäden verursacht und am Ende Hochsicherheitslager für gefährliche Stoffe benötigt, kann nicht als nachhaltig betrachtet werden.

## 3. Ohne Subventionen keine Kernenergie

„Sukzessive Studien der britischen Regierung in den Jahren 1989, 1995 und 2002 kamen zu dem Schluss, dass Stromversorger in einem liberalisierten Strommarkt ohne staatliche Subventionen und Garantien zur Kostenbegrenzung keine AKW bauen würden.“ (THOMAS 2005). Zahlreiche Analysen einschließlich Studien der IAEO bestätigen dies. Die zunehmende Konkurrenz wirkt verheerend auf die Atomenergie, neue effiziente Kohle- und Gas-Kraftwerke können mit geringerem Kapitaleinsatz und auch noch wesentlich schneller errichtet werden (IAEA-2002).

Wenn AKW gebaut werden sollen, dann setzt das umfangreiche staatliche Garantien und Subventionen voraus und zwar insbesondere in folgenden Bereichen: Baukosten, Betriebsleistung, Betriebs- und Wartungskosten, Brennstoffkosten, Stilllegungskosten. (THOMAS 2006)

Baukosten für AKW sollten nach Meinung der Atomindustrie 1000 \$/kW nicht übersteigen, wenn sie mit Gas-Dampf Kraftwerken konkurrieren sollen, deren Baukosten bei 500 \$/kW liegen. (THOMAS 2006) verglich eine Reihe von Kostenprognosen für neue AKW und kommt zum Schluss, dass die neuen Reaktortypen darauf hinentwickelt werden, mit Baukosten von 2000\$/kW auszukommen. Die Angaben zu den Baukosten in den verschiedenen Studien reichen von 1000\$/kW bis zu 5400\$/kW. Das Anbot für den EPR liegt unter den realen Baukosten (siehe unten).

Wesentlichen Einfluss auf die Baukosten haben die Kapitalkosten und diese unterscheiden sich gravierend aufgrund der Rahmbedingungen (staatliche Kreditbürgschaften). Je nachdem betragen die Zinssätze 5 bis 15% (THOMAS 2006).

Wartungs- und Brennstoffkosten spielen in den meisten Kostenanalysen für Atomstrom keine Rolle. Bei hoher Verfügbarkeit der Anlagen liegen diese in den USA bei 12,5 \$/MWh (Wartung) und 4,5 \$/MWh (Brennstoff). Einige amerikanische AKW, deren Betriebskosten mit 22 \$/MWh für Wartung und 12 \$/MWh für den Brennstoff höher waren als die von Gaskraftwerken wurden deshalb stillgelegt. Stilllegungskosten sind weitgehend unbekannt, da praktische Erfahrungen damit weitgehend fehlen, ebenso die Kosten für Atommülllager. Rückstellungen für diese Kosten werden aus dem Erlös gebildet und weil sie auf mehrere Jahrzehnte abgezinst werden fallen sie nicht wirklich ins Gewicht. Große Unsicherheit entsteht dann, wenn die Kosten von Anfang an zu niedrig angesetzt wurden oder wenn der Betreiber vorzeitig Konkurs anmelden muss.

Wesentlich für den Betrieb von AKW ist, dass Versicherungssummen und Haftungen für AKW Unfälle begrenzt werden, was sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene geschieht. Die Haftungsgrenzen liegen weit unter den Kosten eines schweren AKW Unfalls.

### 1.7. Dumpingpreis für den EPR

Von Atombefürwortern wird der EPR (European Power Reactor, der europäische Prototyp dieser 3. Generation, siehe dazu auch Kapitel 5.1.1.) gerne als Beweis dafür ins Treffen geführt, dass ein neues AKW auch eine rentable Investition sein kann, weil sie in Finnland von einem profitorientierten Unternehmen getätigt wird. Ob der EPR im freien Wettbewerb tatsächlich ein Chance gehabt hätte, ist zu hinterfragen:

- der Stromversorger TVO, in dessen Auftrag der EPR gebaut wird, gehört zu 43 % der öffentlichen Hand. Die rund 60 Teilhaber – meist EVUs zeichneten im Gegenzug zu ihren Beteiligungen Abnahmegarantien für Strom aus dem EPR.
- die Bayerische Landesbank (zu 50 % im Besitz des Freistaates Bayern, wo Siemens

seinen Sitz hat) stellt einen billigen Kredit (2,6 % Zinsen) in Höhe von 1,95 Milliarden Euro zur Verfügung.

- der französische Staat gibt AREVA NP eine Exportkreditgarantie in Höhe von 610 Millionen Euro
- der Fixpreis von 3,2 Milliarden Euro für die schlüsselfertige Anlage ist ein Dumping-Angebot, wenn man bedenkt, dass dieser Preis erst bei Serienfertigung erreicht werden soll. Nach mehr als einem Jahrzehnt Entwicklungsarbeit musste AREVA NP wohl um jeden Preis endlich eine Anlage bauen (ROSENKRANZ 2006).

## **1.8. Die britische Nuklearwirtschaft**

British Nuclear Fuel (BNFL) und British Energy (BE) sind das beste Beispiel dafür, dass die Atomindustrie ohne staatliche Zuschüsse nicht überlebensfähig ist. Unter Bedingungen freier Marktwirtschaft hätten beide Unternehmen Konkurs gemacht.

1989, als die britische E-Wirtschaft privatisiert wurde, mussten die AKW davon ausgenommen werden, weil sie kein privater Investor übernehmen wollte. Die AKW wurden von der Privatisierung ausgenommen und Gesellschaften mit öffentlichen Trägern überlassen. Die AKWs wurden jährlich mit einer Milliarde Pfund aus Steuermitteln gestützt. 1996 waren die AKWs ökonomisch saniert. Die alten Magnox Reaktoren wurden stillgelegt, die neueren in die private Gesellschaft British Energy ausgelagert.

Für die Stilllegung der alten Magnox Flotte kommt der Staat auf: Die britische Regierung unterstützt die Abwrackung der nuklearen Altlasten nicht nur durch staatliche Kredite, sondern auch durch die Schaffung einer eigenen Behörde, die für die Beseitigung der radioaktiven Altlasten verantwortlich ist: die Nuclear Decommissioning Authority (NDA). Da die vorhandenen Rücklagen im Fond zur Dekommissionierung nicht ausreichen, übernimmt der britische Staat die Kosten für den Abbau der Magnoxreaktoren und für Aufräumarbeiten in Sellafield.

Seit dem Frühjahr 2005 ist die THORP (die neue Wiederaufbereitungsanlage in Sellafield) stillgelegt. Aus einer geplatzten Rohrleitung flossen 20 Tonnen in Säure gelöstes Uran und Plutonium in eine riesige Stahlkammer. Die Strahlung ist so hoch, dass das Gebäude nicht betreten werden kann. Die 220 kg Plutonium, die in der Lösung enthalten sind, müssen aus Gründen der Proliferationsüberwachung vollständig sichergestellt werden. Es wird Monate dauern, die Flüssigkeit zu beseitigen. Neue Spezialgeräte werden nötig sein, um die Anlage zu reparieren. Eigentlich sollte die THORP durch Aufbereitung von Brennstoff und den Verkauf von MOX zum Budget der BNFL einen Beitrag leisten. Jetzt wird nicht nur dieser ausfallen, sondern es werden noch um ein Vielfaches höhere Summen für weitere Aufräumarbeiten benötigt, die BNFL nicht abdecken kann.

British Nuclear Fuel (BNFL) ist die staatliche Holding der britischen Nuklearindustrie und beschäftigt 23.000 Menschen. BNFL umfasst verschiedene Institutionen: British Nuclear Group (Management von Anlagen, Abbau, Dekontamination und Abfallwirtschaft), die US amerikanische Reaktorfirma Westinghouse und Nexia Solutions, die eine Reihe von Laboratorien betreibt. Die Probleme mit der Wiederaufbereitung brachten BNFL in wirtschaftliche große wirtschaftliche Schwierigkeiten. Ende 2005 musste BNFL eine Reihe von Maßnahmen in Angriff nehmen, um die Verluste, die der britische Staat zu tragen hat, zu verringern: große Tochtergesellschaften werden verkauft.

Mit Vertrag vom Jänner 2006 geht Westinghouse an die japanischen Toshiba. Auch die British Nuclear Group soll verkauft werden. Die amerikanische Zweigstelle für Dekontaminationsmaßnahmen BNG America wurde bereits im Februar 2006 an EnergySolutions verkauft. Wäre BNFL nicht eine staatliche Gesellschaft wäre sie wohl längst im Konkurs.

## 1.9.Euratom Kredite

Entsprechend dem Euratomvertrag ist es Aufgabe der EU die Investitionen in die Kernenergie zu erleichtern und die Schaffung der wesentlichen Anlagen sicherzustellen, die für die Entwicklung der Kernenergie in der EU notwendig sind. Daher wurde eine eigene Kreditlinie bereitgestellt, um die Errichtung von Atomanlagen zu finanzieren.

Euratom Kredite wurden und werden für die Errichtung neuer AKW vergeben sowie zur Modernisierung und Erhöhung der Sicherheit von AKW. Sie wurden 1977 eingeführt. Belgien, Deutschland, Frankreich, Italien und anderen EU-Ländern nutzten diese Kredite mit günstigen Zinssätzen. Insgesamt wurden 50 Kredite in der Gesamthöhe von 2,8 Milliarden Euro vergeben. Den größten Anteil hat bisher Frankreich erhalten.

**Tabelle 3.3.1: Zuteilung von Euratomkrediten:**

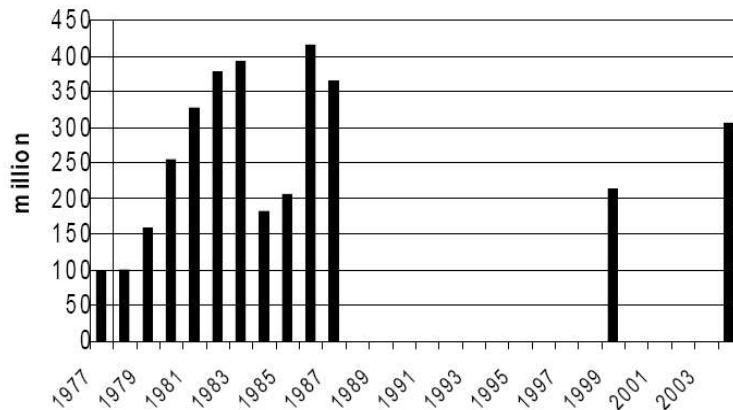
Land	Anteil an den Euratom Krediten (%)
Frankreich	34
Belgien	17
Italien	16
Deutschland	11
UK	7
Rumänien	7
Bulgarien	6
Ukraine	2

Die Kredite dienen den Nuklearfirmen zur Finanzierung großer Bauvorhaben. Von 1989 bis 2004 wurden in Europa keine AKW Neubauten in Auftrag gegeben und daher wurden auch keine Kredite benötigt.

1994 wurden diese Mittel auch für Länder in Ost- und Mitteleuropa verfügbar gemacht:

Im Jahr 2000 gewährt die EU 212,5 Mio. Euro Kredit für die Nachrüstung des AKW Kozloduj 5&6 in Bulgarien. Vier Jahre später wird für Errichtung des AKW Cernavoda 2 in Rumänien ein Kredit in der Höhe von 223,5 Mio. Euro von der EU gewährt. Im selben Jahr, 2004, werden 83 Mio. Euro Kredit für die Fertigstellung von Khmelnitsky 2 und Rovno 4 in der Ukraine gewährt. Der nächste Kredit könnte für den Bau des AKW Belene in Bulgarien vergeben werden (350 Millionen Euro). Außerdem wird nicht ausgeschlossen, auch für die Errichtung weiterer Reaktoren in Russland Unterstützung zu gewähren.(z. B. Kalinin 3) (FROGGATT 2005a, FOEE 2005).

**Abbildung 3.3.1: Entwicklung der Euratom-Kredite (FROGGATT 2005a)**

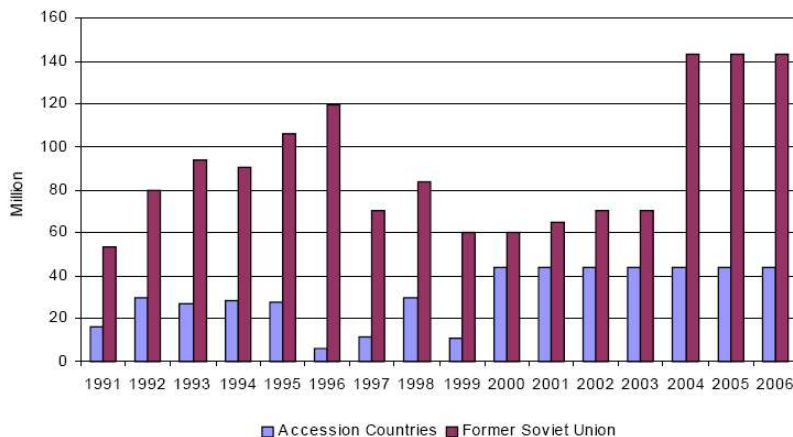


**PHARE und TACIS Nuklear Programme**

Programme PHARE und TACIS der EU Kommission vergeben auch Mittel zur Erhöhung der nuklearen Sicherheit, in beitrittswilligen Staaten und anderen europäischen Ländern. Mit diesen Mitteln unterstützen sie nicht nur die gewünschten Sicherheitsziele, sondern sie sind auch eine finanzielle Stütze für die Atomindustrie in den EU Staaten. Gerade in den 1990iger Jahren als die Aufträge in Westeuropa ausblieben, wurden die Reaktorfirmen mit Aufträgen zur Modernisierung der Ost-AKW aus den EU Programmen bedient. An der Ausführung der Vorhaben zur Modernisierung und Sicherheitserhöhung waren wesentlich westeuropäische Nuklearfirmen beteiligt. Diese verdienten nicht nur an den Projekten, sie konnten diese Aktivitäten auch zur Markterschließung nutzen. (WENISCH et al. 2004).

Das Phare Energie-Budget belief sich von 1990-1998 auf 220 Millionen Euro, davon wurden 14 Millionen für erneuerbare Energie eingesetzt und 180 Millionen für nukleare Sicherheit (FROGGATT 2005a).

**Abbildung 3.3.2: Ausgaben aus PHARE und TACIS Nuklearprogrammen (FROGGATT 2005a)**



Eine Analyse der TACIS Projekte in der Datenbank der JRC zeigt klar, dass vor allem westeuropäische Unternehmen mit den Aufträgen betraut werden, darunter EDF, Framatome, Siemens, Belgatome, Ansaldo. Ähnliche Daten für die PHARE Nuklear Projekte sind nicht verfügbar. (WENISCH et al. 2004)

## 1.10. Das nukleare Erbe

Aufgaben wie die Dekontamination nach Unfällen, der Abbau von AKW, die Endlagerung von Atommüll, belasten letzten Endes oft die staatlichen Budgets:

Wie am Beispiel British Energy gezeigt wo die Verantwortung zur Beseitigung der nuklearen Hinterlassenschaften (einschließlich WAA in Sellafield) an eine eigens dafür geschaffene Behörde ausgelagert wurde. Praktisch wurden die Betreiber der britischen AKW und BNFL (Sellafield) damit von Verpflichtungen in Höhe von 5 Milliarden Euro entlastet. Die Europäische Kommission prüft derzeit, ob die Erfüllung der Ziele des Euratom-Vertrags in diesem Fall diese Wettbewerbsverzerrung erlaubt.

Im Jahr 2002 verlangte das europäische Parlament eine Richtlinie, die sicherstellen sollte, dass Rücklagen der E-Gesellschaften für den Abbau von Nuklearanlagen und Atommülllagerung getrennt vom sonstigen Geschäft der Betreiber gebildet werden und von einem unabhängigen Gremium und nicht von Euratom überwacht werden. Die Kommission drängte auf einen Kompromiss: Die Bildung von Rücklagen soll in transparenter Weise erfolgen und die Gelder sollen zweckgebunden in den „Dekommissioning“ Fonds angespart werden. Im Rahmen von Euratom sollen jährliche Berichte erstellt werden. Die Richtlinie gibt es bis heute noch nicht. Die Höhe der Rücklagen legen die einzelnen Staaten fest. Da es weder Atommülllager gibt und die Kosten für das Abwracken von AKW auch nicht absehbar sind, lassen sich die in der Zukunft benötigten Mittel nicht gut vorhersehen. Nach dem Vorbild der USA könnten auch andere AKW Betreiber auf eine Obergrenze der Entsorgungskosten drängen (THOMAS 2006).

In der Slowakei hat der Fond, den SE für die Atommülllagerung anlegt, bestenfalls 10 % der Mittel angespart, die tatsächlich gebraucht werden. Jetzt soll er durch einen Zuschlag, der alle Stromabnehmer belastet aufgefüllt werden. Slowakische NGOs haben Einspruch bei Generaldirektion Wettbewerb erhoben.

**Tabelle 3.3.2 Prognose zu den Rücklagen der EVUs für die Lagerung von Atommüll und Abbau von AKW in den EU 15: (FROGGATT 2005a)**

Land	Höhe der Rücklage in Milliarden Euro	Firmen
Belgien	17,5 - 22,5	Electrabel, EDF, SPE
Finnland	1,6	IVO, TVO
Frankreich	63	EDF
Deutschland	25-30	EnBW, EON, DB, RWE, HEW
Niederlande	1,2	EPZ, NVGKN
Spanien	9,66	HI, Nuclenor, CSE, UE, Fecsa, Enseds, Hidruna, Segre, Uefsa, ID, Iberdrola, Hifrensa, EIA
Schweden	4,8	Sydcraft, FKA, OKG, Vattenfall
UK	58	British Energy, BNFL

Die Fonds sind höchst unterschiedlich dotiert und sie werden auch unter verschiedenen Rahmenbedingungen verwaltet. Manche Firmen haben großen Rücklagen geschaffen. Die französischen Bedingungen ermöglichen EDF diese Gelder als Garantie für Kredite einzusetzen, die sie für andere Projekte benötigen, beispielsweise um andere EVUs aufzukaufen. Wenn die Fonds für Finanzgeschäfte verwendet werden können auch die Rücklagen verloren gehen. Das sind ähnliche Vorgänge, wie sie gerade beim BAWAG

Skandal hinsichtlich des Streikfonds des ÖGB aufgedeckt wurden. Wenn die Spekulationen schief gehen wird der Staat für die Beseitigung der nuklearen Altlasten aufkommen müssen (FROGATT 2005a, FOUQUET 2005).

### Wer trägt die Unfallkosten:

Die Kosten, die ein schwerer Unfall in einem AKW verursacht können immense Dimensionen erreichen. Die Wiener Konvention zur Atomhaftung und ihre Folgeprotokolle begrenzen die Haftung der Betreiber von Atomanlagen auf 700 Millionen Euro. Die Haftungsbegrenzung galt als entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung der Atomindustrie. Die Kosten der Katastrophe von Tschernobyl werden vom internationalen Tschernobyl Forum mit mehreren hundert Milliarden Dollar angegeben. Bis zum Jahr 1995 hatte die Katastrophe in Weißrussland bereits einen wirtschaftlichen Schaden von 235 Milliarden US\$ verursacht (damals 32 Jahresbudgets der kleinen Republik) (MRAZ, WENISCH 1996). Obwohl bisher schon einige hundert Millionen Euro in technische Maßnahmen am Sarkophag und zur Sicherung der Lagerbecken in Tschernobyl von EBRD und Euratom investiert wurden, soll jetzt eine zweite Hülle über dem zerstörten Reaktor errichtet werden: Die Kosten für diese weitere Sanierung der Reaktorruine werden sich auf mehr als eine Milliarde US-Dollar belaufen.

Die Risiken der Atomenergie wurden wie man daraus erkennt bisher "systematisch unterbewertet". Die möglichen Kosten in Deutschland bei einem atomaren Supergau lägen nach den Berechnungen des Prognos-Institutes bei 5,49 Billionen ( $10^{12}$ ) Euro, versichert seien die Atomkraftwerke aber nur mit 2,5 Milliarden Euro. Für das ohnehin kaum zu kalkulierende und zu quantifizierende "Restrisiko" übernimmt der Staat die Haftung.

**Tabelle 3.3.3: Atomhaftungsgrenzen in OECD Ländern (THOMAS 2006)**

Land	Haftungsgrenze	Deckungsvorsorge in Euro
	in Millionen Euro	
Belgien	296	2500
Deutschland	unbegrenzt	
Finnland	250	
Frankreich	92	
UK	227	
Japan	unbegrenzt	538
Kanada	54	
Schweiz	unbegrenzt	674
Slowakei	47	
Tschechische Republik	177	
Ungarn	143	
USA	10930	

Auch für den Sicherheitsaufwand, der wegen der besonderen Gefahren betrieben werden muss, die im Fall von Krieg und terroristischen Anschlägen von Atomkraftwerken ausgehen, übernimmt der Staat Kosten.

## 1.11. EURATOM - Forschungsmittel

Euratom stellt auch ein eigenständiges Forschungsbudget bereit; es wird zwar im Rahmen der Forschungsrahmenprogramme (FRP) ausgeschrieben, ist aber unabhängig vom EU Budget. Dank der Sonderstellung der Euratom Gemeinschaft hat auch das Europäische Parlament bisher keine Mitsprache bei der Budgetgestaltung.

Die folgende Tabelle zeigt deutlich, dass die Nuklearforschung durch das Euratombudget wesentlich höhere Mittel zur Verfügung hat als die gesamte übrige Energieforschung. Dahinter steckt eine Ideologie, die der Atomtechnik das Potential zuschreibt die Energieprobleme des 21. Jahrhunderts lösen zu können.

**Tabelle 3-3.3.4 Verteilung der Mittel für die Energieforschung in Millionen Euro (FROGGAT 2005):**

Programm	4.FRP 1995-98	5.FRP 1999-2002	6.FRP 2002-2006	7. FRP (Vorschlag) 2007-2011
<b>Euratomforschung</b>	1.336	987	1.352	3.103
<b>übrige Energie F&amp;E</b>	1.076	1.042	890	2.951

**Tabelle 3.3.5 Aufteilung der F&E Mittel für nicht nukleare Energie im 5. FRP (FROGGAT 2005)**

	Fördersumme in Millionen Euro	in %
Kohle	9,7	1
Öl & Gas	153,4	15
Erneuerbare	391,9	38
Elektrizität	141,7	14
andere Projekte	329,4	32
Summe	1026,1	100

**Tabelle 3.3.6 Aufteilung der Mittel für Euratomforschung im 5. FRP (FROGGAT 2005)**

	Fördersumme in Millionen Euro	in %
JRC	49	5
Fission	142	15
Fusion	788	80
Summe	979	100

Im 5. Rahmenprogramm standen der Nuklearforschung mit 979 Millionen Euro mehr als doppelt so hohe Forschungsmittel zur Verfügung als den erneuerbaren Energieformen (392 Mio. Euro).

Den größten Anteil an den Mitteln für Nuklearforschung sind in den letzten Jahren in die Fusionsforschung geflossen: Im 6. Rahmenprogramm wurden 330 Mio. für die Fortsetzung der Fissionsforschung, 150 Millionen für die Erforschung von Endlagern für den abgebrannten Brennstoff vergeben und 700 Millionen Euro für die Fusionsforschung. Und das obwohl der von der Atomindustrie dominierte wissenschaftlich-technische EURATOM-Beirat (STC) selbst einräumt, dass die "Kernfusion eine Energie-Option ist, die das Potential hat, in einer Langzeit-Perspektive (frühestens 50 Jahre) eine Schlüsselrolle zu spielen".

Erneuerbare Energieformen, die das Potential haben relativ rasch weiterentwickelt und verbreitet zu werden, werden mit wesentlich geringeren Forschungsmitteln bedacht.

Im 5. FRP erhielt die Fusionsforschung mehr als doppelt soviel Forschungsbudget wie die Erneuerbaren, im 6. FRP bekommt sie noch einmal die selbe Summe. Im 7. FRP wächst dieser Posten noch gewaltig.

Diese Mittelverteilung entspricht weder den zu erwartenden Ergebnissen der Nuklearforschung noch den Notwendigkeiten einer Energiepolitik, die zur Erreichung des Kyoto-Zieles führt.

Im FRP 7 hat die Nuklearforschung mit Erfolg ihre Forschungsmittel gesichert; und solange Euratom als eigenständige Einheit der EU existiert, wird das auch so bleiben. Auch wenn sich das Parlament dagegen wehrt, von der Entscheidung ausgeschlossen zu werden. So hat der Umweltausschuss des EU Parlaments sich dem Vorschlag der Grünen angeschlossen und fordert der Nuklearforschung statt 3 Milliarden Euro nur noch ein Zehntel dieser Summe zu bewilligen, weil das ihrer Bedeutung entspreche.

Tatsächlich ist heute absehbar, dass alle weitere Forschung in Richtung Nuklearenergie viel zu langwierig ist, um einen konkreten Beitrag zu den Klimaschutzzielen leisten zu können.

### **1.11.1. Endlagerforschung**

Mehrere Jahre lang wurde in der EU die Lösung der Endlagerproblematik als entscheidender Schritt angesehen um die Zustimmung der Bevölkerung zur Nuklearenergie zu gewinnen. Im 5. und 6. Forschungsrahmenprogramm wurden mehrere Projekte gestartet, die sich mit Lagerproblemen befasst haben: das Spektrum umfasst Prognosemodelle für das Verhalten von Radionukliden im Lager, Modelle zur Bewertung der technischen Barrieren eines geologischen Endlagers ebenso wie sozialwissenschaftliche Projekte die Strategien entwickeln um die nötigen Akzeptanz der Lager unter der Bevölkerung herzustellen.

In derselben Programmlinie werden auch Projekte gefördert, die auf der Linie der Generation IV Forschung liegen: wie z.B. Wiederaufbreitungsprozesse zur Abtrennung von Aktiniden zum Zweck der besseren Verwertung von Spaltmaterial aus abgebranntem Brennstoff.

Forschungsmittel werden auch eingesetzt, um die Möglichkeiten der Transmutation auszuloten. Transmutation ist ein Verfahren, bei dem durch Neutronenbeschuss in einem Beschleuniger - nicht in einem Atomreaktor - Aktiniden aus abgebrannten Brennelementen in kurzlebige Strahler verwandelt werden sollen.

Mit einer kleinen Fördersumme wurde auch ein Netzwerk unterstützt, dass Möglichkeiten, Interessenten und den potentiellen Bedarf zur Schaffung internationaler Endlager ausloten sollte. Eine solche Initiative mag auf den ersten Blick eher unwichtig erscheinen. Sie passt aber gut in den internationalen Trend: In 2005 publizierte IAEO einen Vorschlag zur multilateralen Zusammenarbeit bei der Brennstoffherstellung. In diesem Rahmen bot das russische Atomministerium eine Art Brennstoffleasing an, also Lieferung von Brennstäben und Rücknahme nach Verwendung zum Zweck der Wiederaufbereitung (eigentlich das System, mit dem bis 1989 die AKW in Osteuropa versorgt wurden). In den Diskussionen bei der IAEO wurde auch der Vorschlag gemacht, die Brennstoffbank mit einem internationalen Endlager zu verbinden. (IAEA 2005) Das könnte man alles als unbedeutend abtun, gäbe es nicht immer wieder neue Vorstöße genau solche Pläne in die Tat umzusetzen. So hat die Chefin der tschechischen Atomaufsicht Dana Drabova im April 2006 anlässlich des Besuches von Vertretern der russischen Firma TVEL dem tschechischen Fernsehen erklärt, dass bald alle Probleme mit dem Atommüll gelöst sein werden, weil man ihn nach Russland zur Aufbreitung bringen werde. Ungarn hat 2004 einen derartigen Vertrag zur Rücklieferung der Brennelemente nach Russland unterzeichnet.

Zunehmend wird durch solche Initiativen - gefördert aus Mitteln der Euratomforschung in fahrlässiger Weise Propaganda gemacht, für Atomtransporte und Wiederaufbereitung. Angesichts der praktischen Erfahrung mit den Umwelt- und Sicherheitsproblemen der WAA einerseits und der ständigen Warnung vor Terrorismus und Proliferation muss sich die Union schon die Frage gefallen lassen, wie sich das alles vereinbaren lässt.

---

Forschungsgelder werden von Euratom auch für den Abbau von AKW zur Verfügung gestellt, z.B. für ein Netzwerk zur Koordination Training und Kow-how Transfer für Dekommissionierung (Abbau) von Atomanlagen, das im 6. FRP mit 750.000 Euro gefördert wird: unter den Teilnehmer sind sowohl nationale Institutionen, die für die Atommülllagerung verantwortlich sind, als auch AKW Betreiber (wie EDF oder CEZ) und Anbieter entsprechender Technologie (wie AREVA (Cogema), NUKEM und AWE (Atomic Weapons Establishment, Lieferant nuklearer Sprengköpfe für Großbritannien). Mit Aktivitäten wie dieser werden im Grunde genommen Wirtschaftsplattformen geschaffen, die es den Nuklearfirmen erleichtern mit ihren Auftraggebern (auch wenn es sich um Behörden handelt) in Kontakt zu kommen.

## 4. Status der Atomenergie heute

Historisch betrachtet war die Atomtechnologie nicht zur Stromerzeugung gedacht, sondern diente zur Erzeugung des Spaltmaterials für die Atombomben, die während des 2. Weltkriegs entwickelt wurden. Die ersten Atomreaktoren zur Stromerzeugung wurden als Antriebe für U-Boote konstruiert und waren die Vorläufer der Druckwasserreaktoren, die heute weltweit verbreitet sind.

In den ersten Jahrzehnten konnte die US Reaktorindustrie viele AKW bauen. Heute sind es in den USA 104. Andere Länder, vor allem jene, die Atombomben gebaut hatten, haben dabei mitgeholfen, AKW zu verbreiten (Großbritannien, Frankreich, Russland, Kanada). Erst war es die Friedensbewegung, die die Verbindung der AKW Technik mit ihrer militärischen Nutzung anprangerte, dann schlossen sich auch Umweltgruppen den Nuklearkritikern an. 1945 wurde die IAEA (Internationale Atomenergie Organisation) gegründet als UNO-Organisation gegründet. Die USA wollten dadurch das Vertrauen der Weltöffentlichkeit, die von den Folgen des Abwurfs der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki geschockt war, wiedergewinnen und versprachen die IAEA würde dazu dienen den Nutzen der Kernenergie der ganzen Welt zur Verfügung zu stellen. Von Anfang an sollte die IAEA das Unmögliche möglich machen: Die zivile Nutzung der Kernspaltung in der Energieerzeugung fördern und verbreiten und gleichzeitig verhindern, dass jene Länder, die bisher keine Atombomben haben, sich welche beschaffen. Da zivile und militärische Nutzung dieselbe Technologie verwenden, entstehen daraus Auseinandersetzungen, wie wir sie aktuell mit dem Iran erleben, der sich weigert auf die Urananreicherung zu verzichten.

Weltweit sind heute 443 AKW in Betrieb mit einer Gesamtleistung von ca. 370 GW (siehe Tabelle 4.1.). Von den 443 Atomreaktoren befinden sich 205 in Europa (mit Russland), davon wiederum 148 in den EU-25. 122 Blöcke stehen in den USA und Kanada, sechs in Südamerika, 108 in Asien und zwei in Afrika.

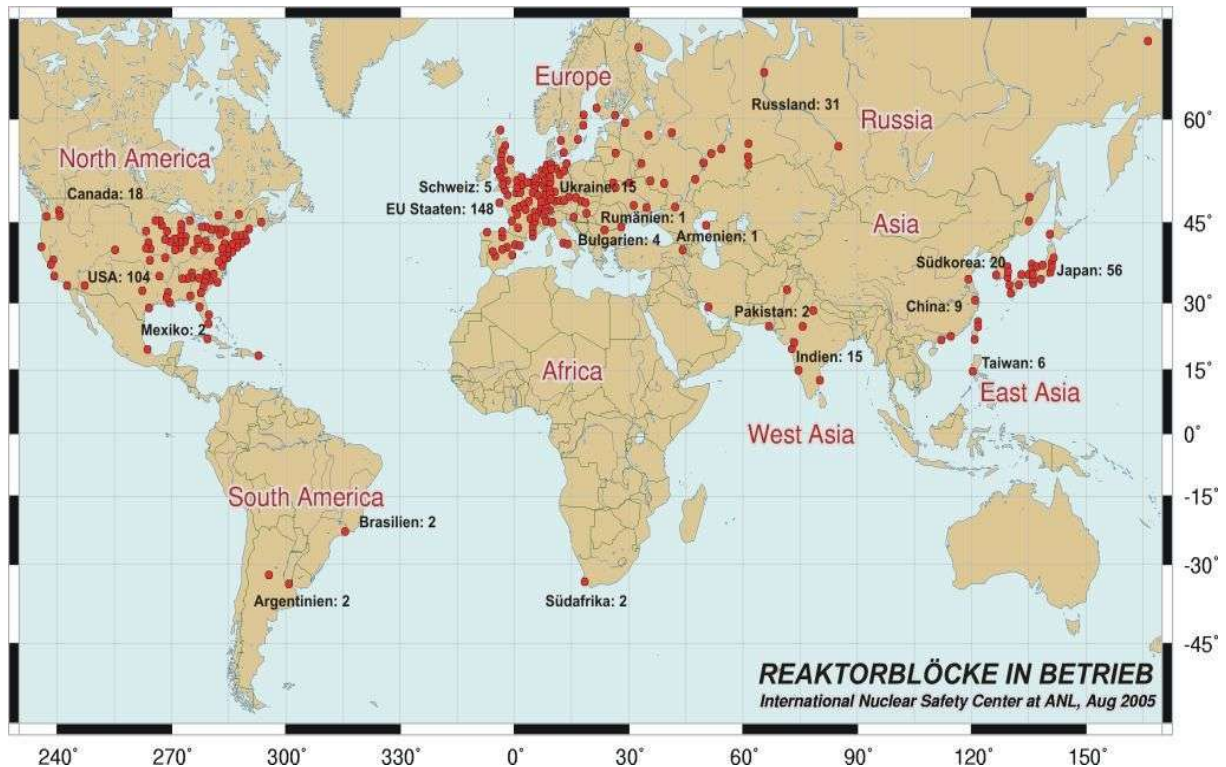
In elf der 25 EU-Staaten gibt es überhaupt kein Atomkraftwerk. Das sind neben Österreich noch Estland, Lettland, Polen, Portugal, Malta, Zypern, Luxemburg, Irland, Dänemark und Griechenland. Von den 14 EU-Ländern mit Kernkraftwerken liegt weiterhin Frankreich mit 59 in Betrieb befindlichen Reaktorblöcken an der Spitze, gefolgt von Großbritannien (23), Deutschland (17), Schweden (10), Spanien (9), Belgien (7), Slowakei (6), Tschechien (6), Ungarn (4), Finnland (4), sowie Litauen, Niederlande und Slowenien mit je einem Atomreaktor. Die Beitrittsländer Bulgarien (4) und Rumänien (1) beziehen ihre elektrische Energie ebenfalls zu einem Großteil aus Kernkraft, Kroatien hat kein Atomkraftwerk. Betrachtet man die Nachbarländer Österreichs, ist die Alpenrepublik derzeit von insgesamt 39 Atomreaktoren umgeben. Frankreich kann seinen Strombedarf zu 78,5 Prozent aus Atomenergie decken. An zweiter Stelle folgt Litauen mit 69,6 Prozent vor der Slowakei (56,1) und Belgien (55,6). Es folgen die Ukraine (48,5), Schweden (46,7 Prozent), Bulgarien (44,1), die Schweiz (32,1), Armenien (42,7) und Slowenien (42,4). Deutschland kann seinen Strombedarf zu 31,0 Prozent aus Atomkraft decken. Schlusslicht ist China mit 2,0 Prozent.

Der Anteil der Kernenergie an der weltweiten Elektrizitätserzeugung betrug 2003 16 %, ihr Beitrag zur Primärenergieversorgung der Welt war aber nur 6,5 %. Der Anteil der Kernenergie an der Elektrizitätserzeugung der EU betrug 31 % (IEA 2005). Die meisten neuen AKW wurden in Asien errichtet (Japan, China, Indien, Korea). Derzeit (April 2006) sind weltweit nur 27 AKW in Bau (PRIS 2006). Unter diesen von der IAEA gezählten in Bau befindlichen AKW sind allerdings einige, wo bestenfalls Arbeiten am Bauplatz oder Vergabeverfahren begonnen haben, wie z.B. Belene 1 / 2 (Bulgarien) , oder Khmelnitzky 3 / 4 (Ukraine).

**Tabelle 4.4.1: AKW Status 2006 (IAEA PRIS 2006)**

Land	Reaktorblöcke		Elektrische Leistung MW		Anteil an der Stromerzeugung (%)
	In Betrieb	In Bau	In Betrieb	In Bau	
<b>Welt</b>	<b>443</b>	<b>27</b>	<b>369580</b>	<b>21811</b>	<b>16</b>
Argentinien	2	1	935	692	6,9
Armenien	1	0	376	0	42,7
Brasilien	2	0	1901	0	2,5
Bulgarien	4	2	2722	1906	44,1
Kanada	18	0	12599	0	14,6
China	9	3	6572	3000	2,0
Indien	15	8	3040	3602	2,8
Iran	0	1	0	915	0
Japan	56	1	47839	866	29,3
Korea (Süd)	20	0	16810	0	44,7
Mexiko	2	0	1310	0	5,0
Pakistan	2	1	425	300	2,8
Rumänien	1	1	655	655	8,6
Russland	31	4	21743	3775	15,8
Südafrika	2	0	1800	0	5,5
Schweiz	5	0	3220	0	32,1
Taiwan	6	2	4909	2600	k.A.
Ukraine	15	2	13107	1900	48,5
USA	104	0	99210		19,3
<b>EU-25</b>	<b>148</b>	<b>1</b>	<b>130407</b>	<b>1600</b>	<b>31,0</b>
Belgien	7	0	5824		55,6
Deutschland	17	0	20339		31
Finnland	4	1	2676	1600	32,9
Frankreich	59	0	63363		78,5
Litauen	1	0	1185		69,6
Niederlande	1	0	449		3,9
Schweden	10	0	8910		46,7
Slowakei	6	0	2442		56,1
Slowenien	1	0	656		42,4
Spanien	9	0	7588		19,6
Tschechien	6	0	3368		30,5
Ungarn	4	0	1755		37,2
UK	23	0	11852		19,9

**Abbildung 4.4.1 AKW - Weltkarte**



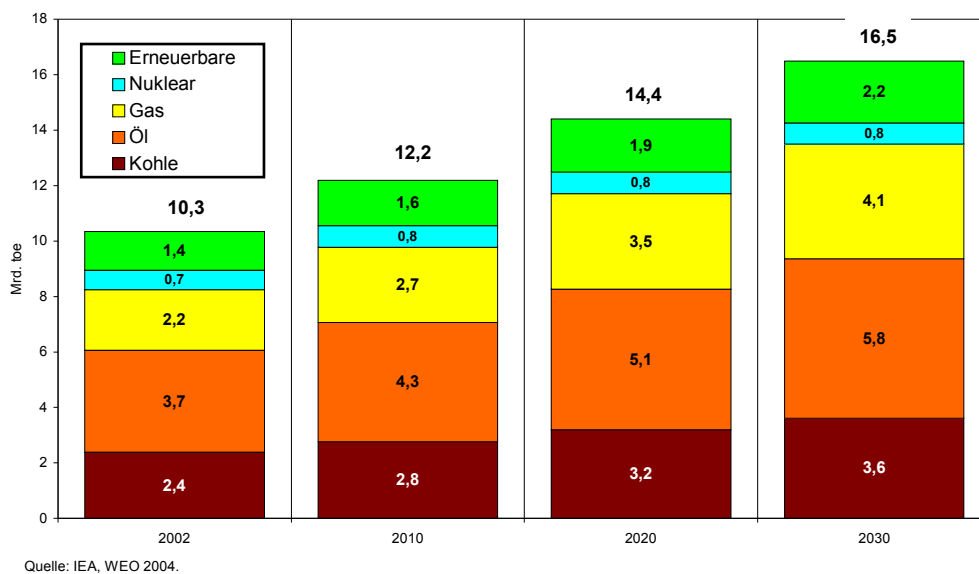
aktualisiert durch Ökologieinstitut, 2006 nach Zahlen 2006 aus (IAEA, PRIS 2006)

## 1.12. Die Atomindustrie verliert an Bedeutung

Insbesondere Nachrichten von Unfällen in den kommerziellen AKW stärkten die Anti-Atombewegung. Seit 1974 wurden in den USA keine neuen AKW mehr in Auftrag gegeben. In Europa stagniert dieser Industriezweig seit 1986. Das letzte neue westeuropäische AKW wurde 1989 in Frankreich beauftragt. Danach folgte die Fertigstellung alter Anlagen, die bereits seit den 1980iger Jahren in Bau waren (Temelin, Khmelnitzky 2, Mochovce) und nun mit Krediten und Finanzhilfe der EU fertiggestellt wurden. Auch für die nächsten 25 Jahre erwarten die meisten Prognosen keine wesentlichen Zuwachs an AKW Kapazitäten. Bedeutende Zuwächse werden hingegen bei Gas und erneuerbaren Energieformen erwartet. Während der Anteil an der Weltenergieversorgung aus AKW gleich bleibt. (siehe Abbildung 4.2) Neue AKW wurden in den letzten 15 Jahren nur in Asien gebaut (Japan, Korea, China, Indien). Bemerkenswert ist dass 40 % der weltweit betriebenen AKW in nur 2 Ländern angesiedelt sind: in Frankreich und den USA.

Nicht einmal die IAEA rechnet mit einer Steigerung der Stromerzeugung aus Nuklearenergie bis zum Jahr 2010. Im Gegensatz zu den meisten anderen Prognosen erwartet die IAEA bereits bis zum Jahr 2020 einen Anstieg der installierten elektrischen Leistung um 60 GW, also zusätzlich zur jetzt installierten AKW Leistung den Bau von nochmals 60 Reaktoren mit je 1000 MW (IAEA 2004).

**Abbildung 4.4.2 Entwicklung der weltweiten Energieversorgung nach Energieträgern** (Ziesing 2006)

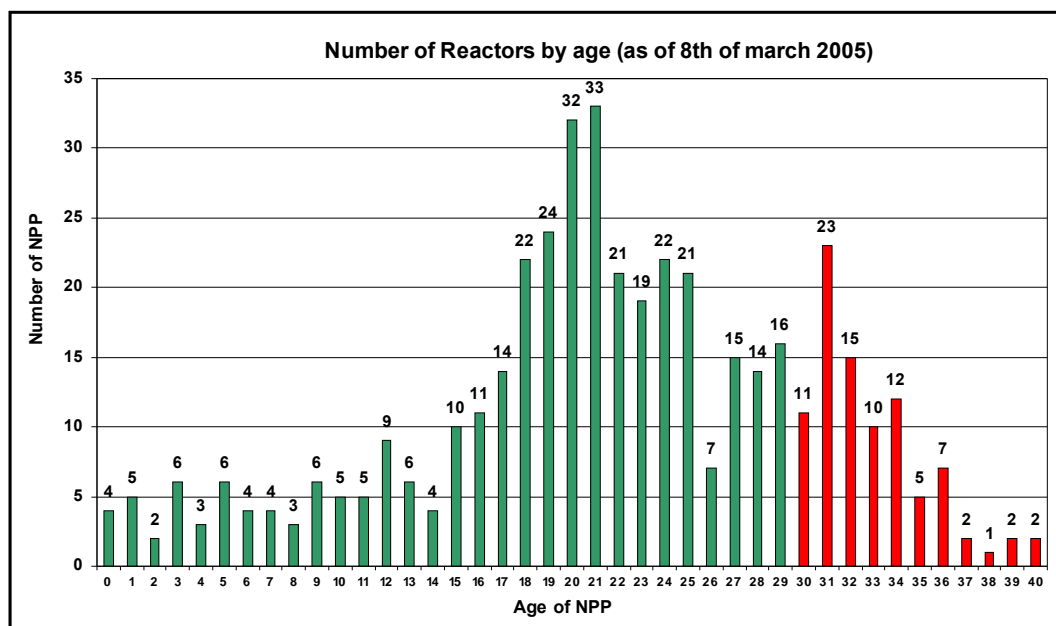


Folge des langen Baustopps ist, dass der Großteil der AKW bald die ursprünglich vorgesehene Lebensdauer von 30-40 Jahren erreichen wird. Und während Erkenntnisse aus dem Betrieb bei neuen AKWs berücksichtigt werden, ist es mit Altanlagen nicht möglich, den aktuellen Stand der Technik zu erreichen. Altanlagen werden trotz erheblicher Nachrüstungen niemals mit den besten verfügbaren Technologien ausgerüstet sein. Das weltweite Durchschnittsalter der AKW-Population liegt bei 22 Betriebsjahren, wobei 100 AKW bereits 30 und mehr Jahre betrieben werden. Zum Vergleich: Im deutschen Atomkonsens wurde eine maximale Laufzeit von 32 Betriebsjahren bis zur Stilllegung für die AKW vereinbart. Von den weltweit in Betrieb befindlichen AKW ist keines älter als 40 Jahre, es ist auch bisher keines wesentlich länger betrieben worden. Die derzeit in Bau befindlichen AKW weisen zusammen eine elektrische Leistung von 21 GW auf (PRIS 2006) und werden damit bestenfalls ersetzen können, was während der Bauzeit stillgelegt wird. Um bis in das Jahr 2020 eine zusätzliche elektrische Leistung von 60 GW aus AKW zu installieren und damit der IAEO-Prognose (siehe oben) zu folgen, müssten bei angenommener maximaler Laufzeit von 40 Jahren je nach Größe 100 bis 160 neue Reaktorblöcke errichtet werden. Ohne Berücksichtigung der langen Genehmigungs- und Bauzeiten müsste dazu statistisch gesehen ab heute bis 2020 alle ein bis zwei Monate ein neues AKW in Betrieb genommen werden. Neue AKW sind teuer, die Genehmigungsverfahren sind langwierig und ziehen sich oft über mehrere Jahre (5-10 Jahre). Auch die Bauzeiten sind lang (IAEA 2002) und betragen mindestens 4-5 Jahre. Es ist wenig wahrscheinlich, dass es der Atomindustrie gelingt ihr Ziel auch nur annähernd zu erreichen. Aus der Vergangenheit kann man lernen, dass die Atomindustrie schon immer viel versprochen hat und das meiste nicht verwirklichen konnte. Nach 50 Jahren massiver Unterstützung durch die Politik der großen Industriestaaten ist das System der nuklearen Brennstoffherstellung keinesfalls ausgereift, die Endlagerung der radioaktiven Abfälle ist nicht gelöst. Die Reaktoren werden älter, aber dadurch auch unsicherer. Die bisherige Bilanz der Atomindustrie spricht nicht dafür noch weiter zu investieren, sondern eher für rasche Schadensbegrenzung.

## 1.13. Die AKW werden immer älter und unsicherer

Abbildung 4.3. zeigt, die Altersverteilung der derzeit in Betrieb befindlichen AKW. Das durchschnittliche Alter der weltweit 443 Reaktoren liegt bei 22 Jahren. Die geplanten Laufzeiten der AKW lagen bei 30 bis 40 Jahren. Rot markiert sind in der Tabelle jene AKW die 2005 schon mehr als 30 Betriebsjahre erreicht hatten (in Summe 90 AKW).

**Abbildung 4.4.3 Anzahl der Reaktoren nach Laufzeit (IAEA PRIS 2006)**



Auch unter den AKW rund um Österreich sind einige schon sehr lange in Betrieb.

**Tabelle 4.4.2: Alter der AKW rund um Österreich**

AKW	In Betrieb seit	Alter in Jahren	AKW	In Betrieb seit	Alter in Jahren
<b>Süddeutschland</b>			<b>Schweiz</b>		
Isar-1	1977	29	Beznau	1971	35
Isar-2	1988	18	Leibstadt	1984	22
Gundremmingen 1/	1984	22	Gösgen	1979	27
Neckar-1	1976	30	Mühleberg	1971	35
Neckar-2	1989	17	<b>Tschechien</b>		
Philippsburg-1	1979	27	Temelin-1	2000	6
Philippsburg-2	1984	22	Temelin-2	2002	4
Biblis A	1972	34	Dukovany	1985-1987	21/19
Biblis B	1984	22	<b>Slowakei</b>		
<b>Ungarn</b>			Bohunice V1	1978	28
Paks	1982-1987	24/19	Bohunice V2	1984	22
<b>Slowenien</b>			Mochovce	1988/89	18/17
Krsko	1981	25			

Insgesamt besteht unter ExpertInnen Einigkeit darüber, dass Alterung die Sicherheit der AKW verringert (UBA 2005). Von der Laufzeitverlängerung profitieren die privaten Betreiber, die in den längst abgeschriebenen Anlagen jetzt billig Strom erzeugen können.

An der aktuellen Diskussion um die Aufweichung des Atomkonsens in Deutschland lässt sich dies beobachten: Die EVUs wünschen sich eine Möglichkeit, die im Atomkonsens<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Atomkonsens: Konsensvereinbarung vom 14.6.2000, welche zwischen der rot-grünen Bundesregierung und den Betreibergesellschaften geschlossen wurde. Dem Atomkonsens liegt eine Maximallaufzeit von 32 Jahren für jedes AKW zu Grunde.

vereinbarten Restlaufzeiten zu verlängern oder manche Anlagen abzuschalten und die dort noch offenen Restlaufzeiten auf andere zu übertragen.

**Tabelle 4.4.3 Übersicht über Reaktortypen in Betrieb (IAEA PRIS 2006)**

Reaktortyp	Zahl der Blöcke in Betrieb	Anteil in % aller AKW	Kurze Charakterisierung <sup>8</sup>
Druckwasserreaktor	267	60	2 Kühlkreisläufe, hoher Druck, kein Dampf im Reaktorkühlkreis, Dampferzeuger vor Turbine: Bohunice, Temelin, Biblis, Paks, Beznau, Krsko
Siedewasserreaktor (BWR)	90	20	1 Kühlkreislauf, Dampf entsteht im Reaktorkühlkreis, Dampfabscheider vor Turbine: Isar (Zwentendorf), Mühleberg
Schwerwasserreaktor (PHWR)	41	17	Arbeitet mit schwerem Wasser und Natururan; Druckröhrenreaktor CANDU Reaktor: Kanada Cernavoda in Rumänien
Fortgeschrittener Siedewasserreaktor (ABWR)	4	1	Modernisierter Siedewasserreaktor, Japan, Korea
Gasgekühlter Reaktor (GCR)	8	2	Gasförmiges Kühlmittel, Grafit als Moderator englische Magnox Reaktoren Calder Hall
fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor (AGR)	14	3	Jüngere GCR – auch in UK in Betrieb
RBMK (Typ Tschernobyl)	16	4	Druckröhrenreaktor, Prinzip Siedewasser, mit Grafitmoderator
Schneller Brüter (FBR)	3	1	Verwendet ungebremste Neutronen und kann aus Uran 238 durch Neutroneneinfang Pu 239 erzeugen

Die bei der Konstruktion geplante Lebensdauer eines AKW ergibt sich aus dem Verschleiß der einzelnen Komponenten. Ein durch Abnutzung bedingter Tausch ist bei vielen Komponenten möglich, aber gerade die wichtigsten der Druckbehälter und das Containment sind nicht austauschbar. Risse an Rohrleitungen kommen häufig vor und auch der völlige Abriss einer Kühlmittelleitung oder Schäden am Druckbehälter können nicht ganz ausgeschlossen werden. Der Druckbehälter umschließt als Kernstück eines AKW die Brennstäbe, in denen die Kernspaltung stattfindet und das Kühlmittel. Neben hohem Druck und Temperatur ist der Stahl auch erhöhter Neutronenstrahlung ausgesetzt und diese Einflüsse führen zu Materialermüdung. Der Kessel kann Temperatur- und Druckschwankungen nicht mehr so gut aufnehmen und wird spröde. Damit nimmt das Risiko, dass der Druckkessel bei rascher Abkühlung versagt zu. Hinzu kommt, dass das Versagen des Druckkessels kein Auslegungsstörfall, das heißt, die Sicherheitssysteme sind nicht darauf ausgelegt, einen derartigen Schadensfall zu beherrschen. Es besteht das Risiko der Freisetzung großer Mengen radioaktiver Stoffe.

Klarerweise beginnt der Materialverschleiß nicht erst nach 30 Betriebsjahren, sondern bereits bei der Inbetriebnahme eines AKW. Viele schwerwiegende Probleme haben sich auch bereits wesentlich früher gezeigt:

- In den 1990er Jahren mussten in allen französischen Serienreaktoren der 900 MW<sup>9</sup> PWR-Klasse die Deckel des Reaktordruckbehälters repariert werden, weil die

<sup>8</sup> Mehr zu Reaktortypen auf <http://www.ecology.at/nni/>

<sup>9</sup> Mit MW ist immer die elektrische Leistung der AKW gemeint, die nur ein Drittel der Gesamtenergie ausmacht. Die überschüssige Wärme wird weggekühlt (Flüsse, Kühltürme).

Durchführungen für die Steuerstäbe Risse aufwiesen. Seitdem wurde dieses Phänomen auch in vielen anderen Ländern registriert. Im AKW Davis Besse in Ohio hat sich ein solcher Riss unbemerkt durch die gesamte 160 mm dicke Deckelwand gefressen. Nur die 5 mm dicke Innenbeschichtung hatte als Barriere noch Stand gehalten.

- Die ersten Reaktoren der kanadischen CANDU Serie (PHWR) zeigten schon nach weniger als 20 Betriebsjahren massive Korrosionserscheinungen an den Druckröhren und mussten zum Austausch der verschlissenen Teile lange Zeit stillgelegt werden.

- In vielen Druckwasserreaktoren entwickeln die Dampferzeugerrohre Risse und Lecks. Wenn der Prozess des Materialabbaus zu stark wird, werden die meisten Dampferzeuger ausgetauscht, so etwa in den USA.

- In alten Siedewasserreaktoren ist der Abriss von Leitungen ein typisches Alterungsproblem (2001 in Hamaoka-1/Japan und Brunsbüttel/Deutschland, siehe Abbildung unten). Alterungsbedingt geschwächte Leitungen können Wasserstoffexplosionen nicht standhalten. Je nach Art und Lage der Bruchstelle kann auch eine Beschädigung des Reaktorkerns nicht ausgeschlossen werden.

**Abbildung 4.4.4 Geplatzttes Rohr im AKW Brunsbüttel (Hirsch 2005)**



Druckbehälter können nicht getauscht werden, aber wenn die Versprödung zu stark geworden ist, versucht man mit thermischer Behandlung (Ausglühen) den Alterungsprozess aufzuhalten. Insbesondere WWER 440 V230 Druckkessel sind von dieser Problematik betroffen, wegen Verunreinigungen des Materials, speziell der Schweißnähte. Druckkessel wurden beispielsweise in Loviisa/Finnland und in Bohunice/SK ausgeglüht.

Die Fehleranfälligkeit von AKW ist zeitlich ungleich verteilt. Mit Beginn des Betriebs ist die Wahrscheinlichkeit für Fehler groß und nimmt dann sehr rasch ab. Dass bei Betriebsbeginn viele Fehler auftreten, ist aktuell bei AKW Temelin Block 1 und 2 zu beobachten. Am Ende der Laufzeit nimmt die Fehleranfälligkeit auf Grund der Alterungsprozesse wieder zu. Dazwischen sollte die Fehlerhäufigkeit konstant niedrig bleiben – dieser Zeitraum wäre die optimale Lebensdauer.

Zu den ältesten Reaktoren gehören die sowjetischen Typen WWER 440 /V230, Bohunice V1, Kozloduy 1-4. Diese AKW wurden ohne Containment und ohne ausreichende Sicherheitssysteme konstruiert. Für diese AKW gilt die Einschätzung, dass eine

ausreichende Nachrüstung nicht sinnvoll ist. In den Beitrittsverhandlungen der EU mit der Slowakei und Bulgarien wurden deshalb für diese AKW Stilllegungstermine vereinbart. Die ersten beiden Blöcke in Bulgarien sind bereits außer Betrieb genommen worden. In der Russland sind aber noch einige dieser alten AKW in Betrieb und deren Betriebsdauer wird gerade weiter ausgedehnt.

In Großbritannien sind viele der alten Magnox-Reaktoren bereits stillgelegt, aber sechs sind seit fast 40 Jahren immer noch in Betrieb. Magnox-Reaktoren sind gasgekühlte, graphitmoderierte Reaktoren. Der relativ große Reaktorkern wird mit CO<sub>2</sub> Gas gekühlt und die Energiedichte im Kern ist gering. Der Kern sitzt in einem großen Druckkessel aus Stahl und zunehmendes Alter beeinträchtigt genau diesen Druckkessel. Das Nachfolgemodell ist der Advanced Gas Reactor (AGR), der in Großbritannien häufigste Reaktor. Auch dieses Modell hat kein Volldruck-Containment. Der einzige moderne Druckwasserreaktor in Großbritannien befindet sich in Sizewell.

Aber auch Reaktoren vom Typ des verunglückten Tschernobyl Reaktors werden weiter betrieben. Sie sollen sogar noch eine Lebensdauererlängerung bewilligt bekommen. Seit 1986 wurden die größten Konstruktionsprobleme dieser RBMK Reaktoren berichtigt. Trotzdem weist der Großteil der RBMK weiterhin keine ausreichenden unabhängigen Sicherheitssysteme auf. Katastrophale Unfälle können daher nicht ausgeschlossen werden. Elf RBMK mit je 1.000 MW elektrischer Leistung laufen in Russland und einer mit 1.200 MW in Litauen.

## 1.14. Laufzeitverlängerung – mehr Profit, mehr Risiko

Betreiber von AKW, sind wegen des zunehmenden Wettbewerbs gezwungen Kosten zu sparen: es wird weniger in neue Anlagen investiert. AKW sind nach 30 Jahren meist abgeschrieben und so kann man in diesen Altanlagen billig Strom erzeugen. Für die EVUs ist die Laufzeitverlängerung der AKW ein rentables Geschäft, deshalb wird sie derzeit weltweit angestrebt.

Die Genehmigungspraxis von Laufzeit und Laufzeitverlängerungen (PLEX: Plant Life Extension) für AKW ist nicht einheitlich geregelt und wird national unterschiedlich gehandhabt:

In **Deutschland** gilt vorerst noch der Atomkonsens mit einer Laufzeit von insgesamt 32 Jahren Volllastbetrieb. Ungeachtet dessen wird bereits darüber diskutiert, hier Änderungen zuzulassen und z.B. Restlaufzeiten anders zu verteilen, also z.B. ein AKW zuzusperren und die noch bewilligte Restlaufzeit auf ein anderes zu übertragen.

Mühleberg in der **Schweiz** hat eine Betriebsbewilligung bis 2012 (40 Jahre), Beznau hingegen eine nicht limitierte. Kernkraftwerke können in der Schweiz unabhängig von einer Befristung solange betrieben werden, als ihre Sicherheit gewährleistet ist. Es ist Aufgabe der Aufsichtsbehörden dafür zu sorgen, dass dies erfolgt. Erfüllt ein AKW die Bewilligungsvoraussetzungen nicht oder nicht mehr, kann es aus Sicherheitsgründen jederzeit außer Betrieb genommen bzw. die Bewilligung entzogen werden. Regelmäßige Überprüfungen durch die Behörde sind vorgesehen.

**Ungarn** hat voriges Jahr angekündigt die Laufzeit des AKW Paks auf insgesamt 60 Jahre erweitern zu wollen. Österreich hat sich zur Beteiligung an einem grenzüberschreitenden Beteiligungsverfahren nach der Espoo Konvention<sup>10</sup> notifizieren lassen.

<sup>10</sup> Die Espoo-Konvention ist die Konvention über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) grenzüberschreitender Emissionen.

In der **Tschechischen Republik** wird eine Laufzeitverlängerung für das AKW Dukovany auf 50 Jahre angestrebt. Nach Durchführung eines ausgedehnten Modernisierungsprogramms soll Dukovany dann bis 2035 in Betrieb bleiben. (<http://www.nuclear-waste-watch.org/>)

In **Frankreich** gibt es keine zeitlich limitierten Betriebsbewilligungen. Die geplante Laufzeit der französischen AKW beträgt 40 Jahre. Nach jeder Brennstoffbeladung, also alle 12 bis 16 Monate erhält jedes AKW von der Aufsichtsbehörde eine Erlaubnis zum Wiederanfahren. Alle zehn Jahre gibt es eine große Revision und eine Langzeitbewilligung. Im Jahr 2002 wurde eine Dekade Betrieb der 900 MW Serienreaktoren der EdF (Électricité de France) beendet. Damit wurde eine mehr als zehnjährige Periode der Evaluierung der Sicherheit und der Modernisierung der Anlagen abgeschlossen. Die Aufsichtsbehörde stellte fest, dass damit auch die sechs ältesten Blöcke der 900 MW Serie (Fessenheim und Bugey) den Sicherheitsstandard der jüngeren erreicht hätten und die Sicherheit der gesamten Serie deutlich erhöht worden wäre. EDF (Électricité de France) kann daher diese AKW bis zur 30-Jahre-Revision betreiben, d.h. die jüngsten AKW der 900 MW Serie können bis 2015 in Betrieb bleiben. Vor Ablauf der 30 Jahre wird eine neuerliche Sicherheitsevaluierung in Angriff genommen (IAEA 2002; CNS F NR 2004).

Die **Niederlande** betreiben nur mehr ein AKW, das AKW Borssele, ein alter Druckwasserreaktor mit einer elektrischen Leistung von 480 MW. 1973 in Betrieb genommen, sollte die Laufzeit 40 Jahre betragen. Die ursprüngliche Investition war bereits 1993 abgeschlossen. Die Betreibergesellschaft (EPZ) entschied sich, den Reaktor zu modernisieren, um den Stand der Technik von 1994 zu erreichen und das AKW weitere 20 Jahre zu betreiben. Die Wirksamkeit der Sicherheitssysteme wurde erhöht, das AKW erhielt eine zusätzliche Notstromversorgung und ein zusätzliches Nachkühlsystem; die Standfestigkeit gegenüber Erdbeben wurde erhöht. Als Ergebnis wurde eine Verringerung der Kernschmelzwahrscheinlichkeit von  $5.6 \text{ E-5/Jahr}$  auf  $4.5 \text{ E-6/Jahr}$  erreicht (IAEA 2002).<sup>11</sup> Im Jänner 2006 legte die Regierung dem Parlament den Entwurf eines Vertrages vor, der einerseits die Betreiber des AKW verpflichtet, das AKW auf dem jeweils modernsten Stand der Technik zu halten, andererseits verpflichtet sich der Staat, den Verdienstausfall bis zum Jahr 2033 zu bezahlen, sollte das AKW aus anderen Gründen als Sicherheitsmängeln vorzeitig abgeschaltet werden. Als Entschädigung für die Genehmigung der 60 jährigen Laufzeit des AKW wird EPZ nachhaltige Energieprojekte mit 250 Millionen Euro unterstützen (WONUC 2006).

In den **USA** steht die größte Flotte alternder AKW. Seit 1974 gab es keine Bestellung eines neuen AKW und 1993 ging der letzte Reaktor ans Netz. Der Lobby der AKW-Betreiber gelang es, die Regierung zur Genehmigung einer Laufzeitverlängerung von 20 Jahren zu bewegen. Die US Aufsichtsbehörde (Nuclear Regulatory Commission, NRC), wurde dazu gebracht, ein vereinfachtes generisches Genehmigungsverfahren zur Laufzeitverlängerung für alle AKW einzuführen. Das einzige öffentliche Hearing fand am Hauptsitz der NRC statt. Die neue Vorgangsweise bedeutet vor allem auch den Ausschluss der lokalen Öffentlichkeit. Hält man sich genau an die Vorgaben der NRC, geht die Lizenz für weitere 20 Jahre rasch durch. Die amerikanische Atomlobby meint, die amerikanischen AKW wären gerade im besten Alter und 60 Jahre Betrieb würden sie leicht verkraften (Electric Power Research Institute, EPRI). Versprödung stelle für die US Reaktoren kein Problem dar: *„Viele Anlagen werden auch mit 60 Jahren den Grenzwert der Sprödbbruchtemperatur nicht erreichen, so ist es wahrscheinlich, dass kein Reaktor mit 40 Jahren diesen Grenzwert erreicht.“* (John Carey, Chef der Abteilung Life-Cycle Management am EPRI). Als wesentlichen Vorteil für die Besitzer der AKW gilt, dass eine Laufzeitverlängerung den Wert einer Anlage steigert. Ein Fakt, der besonders für Besitzer von Interesse ist, die ein AKW verkaufen wollen. Laufzeitverlängerung verringert

---

<sup>11</sup> Eintrittswahrscheinlichkeit:  $5.6 \text{ E-5/Jahr} = 5,6 \text{ mal in } 100.000 \text{ Jahren}$ ;  $4.5 \text{ E-6/Jahr} = 4,5 \text{ mal in } 1.000.000 \text{ Jahren}$ .

außerdem laufende Kosten, z.B. für Rücklagen zum Abbau des AKWs. (Albion Monitor 25.9.2002).

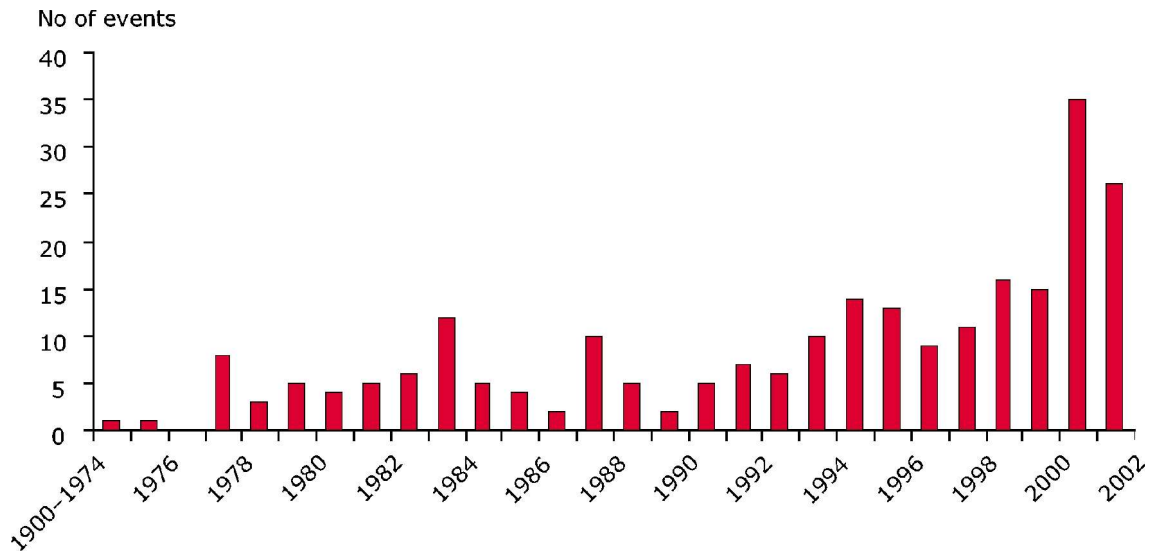
Die Liberalisierung der Strommärkte zwingt Stromproduzenten auch in AKW zum Sparen. Die Folgen sind Personalabbau und Kürzung der Ausgaben auch bei Investitionen in die Sicherheit. Gleichzeitig mit der Laufzeitverlängerung wird meistens auch der Output des AKW erhöht – dazu werden Druck und Temperatur erhöht oder der Abbrand des Brennstoffs gesteigert. Alle diese Vorgänge führen zu höherer Belastung des Materials und zur Verringerung der Sicherheit (HIRSCH et al 2005).

### **1.14.1. Klimawandel beeinträchtigt die Sicherheit alternder Nuklearanlagen**

In den 1990iger Jahren hat sich die jährliche Anzahl wetterbedingter Katastrophen gegenüber den 1980iger Jahren in Europa verdoppelt. Seit 1980 waren 64 % aller Katastrophen in Europa Folgen extremer Wetterlagen: Hochwasser, Sturm, Trockenheit und Hitzewellen. Vorhersagen der Klimaveränderungen zeigen, dass extreme Wetterlagen noch öfter auftreten werden (EEA REPORT 2/2004). Die folgende Abbildung stellt dar, wie die Hochwasservorkommen in den letzten Jahrzehnten zugenommen haben.

Bei der Genehmigung von Nuklearanlagen sind neben anlageninternen Unfallursachen auch externe Ursachen zu berücksichtigen. Diese treten wegen der klimatischen Veränderungen öfter auf und auch das Ausmaß der Katastrophen nimmt zu. Bei Bestrebungen zur Lebensdauererweiterung von AKW ist daher eine Neubewertung der externen Ereignisse erforderlich (KROMP 2005).

**Abbildung 4.4.5: Anzahl extremer Hochwässer in Europa zwischen 1976 und 2002 (WHO-ECEH 2003)**



Im Zeitraum 1975 bis 2001 wurde in Europa 238 Mal Hochwasseralarm registriert. Die jährliche Zahl solcher Ereignisse hat in diesem Zeitraum signifikant zugenommen und die Europäische Umweltagentur prognostiziert noch eine weitere Zunahme (EEA REPORT 2/2004).

Es liegt auf der Hand, dass AKW, die von Überschwemmungen bedroht sind, abgeschaltet werden müssen, wie das z.B. während der Überflutungen der Fall war, die im Jahr 2005 die amerikanische Stadt New Orleans zerstört haben. Überflutungen können auch Teile der Anlage beschädigen. Es wird daher nötig sein, zu prüfen, ob alle AKW, die an großen Flüssen liegen, für die zu erwartenden Hochwässer gerüstet sind.

Auch in Europa liegen viele AKW an großen Flüssen und beziehen auch Wasser zur Rückkühlung der Reaktorsysteme von dort. Die Einsatzfähigkeit solcher AKW reduziert sich nicht nur bei Hochwasser, sondern auch bei Trockenheit und Hitzewellen. Wenn nicht genügend Wasser zur Rückkühlung der Reaktorkühlung zur Verfügung steht, wird die Leistung der AKW zurückgefahren. AKW in Südfrankreich und Spanien waren in den letzten Jahren immer wieder von solchen Situationen betroffen – elektrische Energie steht dann gerade nicht zur Verfügung, wenn sie zur Gebäudekühlung gebraucht wird. Die Europäische Umweltagentur prognostiziert auch eine Zunahme von Hitzewellen in den nächsten Jahren. Steigende Wassertemperatur im Zulauf des AKW führt immer wieder zu verstärktem Pflanzenwachstum und zur Ansiedelung von Muscheln in den Einlaufbauwerken der AKW, wodurch die Kühlwasserzuleitung aus dem Fluss beeinträchtigt wird.

Der Betrieb und die Sicherheit von AKW kann auch durch starke Schneefälle in Folge der klimatischen Veränderungen beeinträchtigt werden. Wenn Schneelasten wie im Winter 2005/06 Hochspannungsleitungen knicken, können auch AKW vom Netz abgetrennt werden und langfristige Reparaturen die Folge sein. Es muss daher auf entsprechende verstärkte Notstromversorgung geachtet werden. Bei der Erteilung langfristiger Betriebsgenehmigungen wird zu prüfen sein, ob die sicherheitstechnisch bedeutenden Gebäude den zu erwartenden großen Schneelasten standhalten können.

Sollen bestehende AKW noch einmal 20 oder 30 Jahre weiter betrieben werden, so ist eine Anpassung an die sich verändernden Wetterlagen unumgänglich, sonst wird sich das Sicherheitsrisiko weiter erhöhen.

---

### **1.14.2. Erdbeben - Berücksichtigung neuer Erkenntnisse der Geowissenschaft nötig**

Die Geowissenschaften verzeichneten im Gebiet der Erdbebenforschung (Entstehung und Verlauf) rasante Fortschritte. Neue Messverfahren konnten einen Beitrag zur Absicherung von Modellen liefern und neue Methoden der Bewertung der Erdbebengefahr wurden erarbeitet. Der aktuelle Stand der Evaluierung von Erdbebengefahr und Erdbebensicherheit von AKW ist in den letzten Leitlinien der IAEO zur Erdbebensicherheit der Jahre 2002 und 2003 dargestellt. Die Bewertung der Erdbebengefahr und die konstruktive Auslegung älterer AKW erfolgte oft noch auf Basis der IAEO Sicherheitsrichtlinien von 1991 und damit dem Wissensstand von 1990.

Auch das ungarische AKW Paks wurde entsprechend dieser Richtlinie ausgelegt. Im Rahmen einer Lebensdauerverlängerung für dieses AKW über die Österreich von Ungarn im Jahr 2005 informiert wurde (UBA 2005) ist eine Neubewertung der Erdbebensituation und der Erdbebensicherheit der Anlagen unumgänglich. (UBA 2005)

## 5. Die Renaissance der Kernenergie - Wunschtraum der Atomlobby oder Realität?

Während unter der Bevölkerung der EU eine klare Mehrheit gegen die Atomenergie ist, ist es in der EU-Kommission gerade umgekehrt – das hängt sicherlich auch mit der Geschichte der Union zusammen, die ja auf dem unzeitgemäßen Euratom Vertrag beruht. Für die Kommission gilt Atomenergie als „wenig CO<sub>2</sub> emittierende“ Technologie und soll wohl deshalb ihren Platz in der Energiestrategie behalten. Zumindest in zwei wichtigen Mitgliedstaaten der Union gibt noch einen weiteren Grund sich nicht von der Atomtechnologie zu trennen: Frankreich und Großbritannien sind die Europäischen Atombombenmächte und haben großes Interesse den technologischen Anschluss nicht zu versäumen – sicher nicht nur wegen der „friedlichen“ Nutzung. Frankreichs Präsident Chirac will eine neue Generation von AKW bauen und droht auch schon mal mit seiner Atombombe. Auch Englands Ministerpräsident Tony Blair will 10 neue Atomkraftwerke obwohl die britische Atomindustrie nichts als Verluste baut.

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir dargelegt, dass es bisher die Renaissance der Atomenergie in der Realität nicht gibt und dass die Atomindustrie, so wie sie jetzt aufgestellt ist, gar nicht in der Lage ist in den nächsten 30 Jahren einen relevanten Beitrag zur globalen Energieversorgung zu leisten.

Trotzdem geistert die Renaissance durch alle Medien. NGOs betrachten dies als eine gezielte Kampagne der Atomlobby die konsequent einige wenige Botschaften beharrlich wiederholt. Ein Teil der Kampagne ist die Neuformulierung der Entwicklung der Atomtechnik und ihrer Zukunft. Wenn früher von Prototypen und Baureihen oder Serienreaktoren die Rede war, so spricht die Atomlobby jetzt von Generationen:

**Generation I:** Prototypen und kleine kommerzielle Reaktoren, die bis 1970 gebaut wurden ( Bohunice A1, Niederaichbach, Obninsk,)

•**Generation II:** Das ist die Mehrzahl, der derzeit in Betrieb befindlichen kommerziellen AKW! (errichtet zwischen 1970 und 2000: die Palette reicht von den (Bohunice, Paks, Temelin, Isar, Biblis, Beznau, Krsko, ....)

•**Generation III:** das sind Weiterentwicklungen der bestehenden Reaktorkonzepte hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Sicherheit. Bis vor kurzem wurden sie als fortgeschrittene Reaktoren (advanced oder evolutionary) bezeichnet.(EPR- Finnland, ABWR - Japan)

•**Generation IV:** Das ist das neue Zauberwort der Atomindustrie, womit sie die Entwicklung nuklearer Energiesysteme verspricht, als Basis einer nachhaltigen nuklearen Zukunft. Bis 2030 sollen die neuen Anlagen technisch ausgereift sein.

Auch die Politik spielt in der Propagandaschlacht eine wichtige Rolle, nämlich Ankündigungen zu machen:

**Finnland:** Nach einem jahrelangen Tauziehen zwischen politischen Lagern, Parlament und Regierung entsteht nach einer zehnjährigen Pause das erste neue AKW in der EU in Finnland.

**Niederlande:** Die Niederländer entscheiden sich dafür ihr einziges erst 20 Jahre später stillzulegen.

**Italien:** Berlusconi propagierte noch mal schnell vor der Wahl den Wiedereinstieg in die Atomkraft – das ist vielleicht nicht nur ein Auswuchs von Berlusconi's Art, Politik zu machen. Auch Italien hat nukleare Interessen: obwohl es selbst den Ausstieg vollzogen hat, baut die italienische Atomfirma Ansaldo in Rumänien AKW kanadischer Bauart. Auch spielt Italien in allen Nuklearprogrammen der EU mit.

**Deutschland:** Während in die Rot-Grüne Regierung den Atomausstieg vollzog, haben deutsche Atomfirmen an Nuklearprojekten im Ausland mitgebaut. Siemens hat an zahlreichen osteuropäischen Atommeilern mitgearbeitet. Die Forschungszentren Karlsruhe und Jülich beteiligten sich an der Forschung zum HTR und anderen neuen Systemen. RWE NUKEM und Freunde wollen Südafrika Nukleartechnik verkaufen. Und die deutsche Politik zeigt Wirkung: CDU/CSU hätten gerne den Ausstieg vom Atomausstieg.

**USA:** Mr. Bush hat schon bei seinem Amtsantritt angekündigt, viele neue AKW bauen zu wollen – nur bis jetzt konnte er die EVUs nicht dafür gewinnen. Dafür hat er den EVUs die Laufzeitverlängerung entscheidend vereinfacht.

**Litauen:** Auch hier spricht sich der Präsident sich für Neubau eines AKW aus.

**Ungarn:** verlängert die Laufzeit des AKW Paks um 20 Jahre.

**Tschechien:** Kündigt den Bau von zwei neuen Reaktoren in Temelin an.

**Slowenien:** Die Betreiber des AKW Krsko wünschen sich ein zweites AKW

**Slowakei:** Blöcke 3 und 4 in Mochovce sollen ab 2008 fertig gebaut werden

**Bulgarien:** Zwei neue AKW am Standort Belene gewünscht – bisher wurde ein Block ausgeschrieben – aber das Verfahren läuft jetzt schon zwei Jahre lang.

**Rumänien:** Am Standort Cernavoda ist der dritte Block in Planung

**Türkei:** Will in Atomkraft einsteigen und 3 AKW errichten

**Ukraine:** Nach Gasstreit Ausbau der Atomkraft angekündigt

**Russland:** 4 AKW in Bau, 1 in Planung, 8 vorgeschlagen. Mit Gazprom Geldern ist sogar von 40 neuen AKW die Rede, das wäre die Umsetzung der Strategie des russischen Atomministeriums zum Ausbau der Kernenergie bis 2020.

**Schweiz:** will neues AKW und plant Atommülllager (die Schweiz plant seit 20 Jahren ihr Atommülllager und ist bisher mit allen Pro-Atominitiativen bei Referenden abgeblitzt)

Tatsächlich gebaut werden derzeit die folgenden AKW. Der Großteil davon sind Anlagen die aus den 90er Jahren stammen und (oft aus Geldmangel) noch nicht fertiggestellt wurden. „Fortgeschrittene“ Reaktoren sind nur die zwei neuen Siedewasserreaktoren in Taiwan und der EPR in Finnland.

Typ	WO	Firmen
WWER 1000	Russland, China , Iran	Rosenergoatom, TECHSNABEXPORT
1 RBMK 1000	Russland	Rosenergoatom
CANDU-6 <sup>12</sup>	Rumänien	AECL/ Kanada, ANSALDO/Italien
EPR	Finnland	AREVA NP /Frankreich-Deutschland
PHWR <sup>13</sup> ,	Indien, China	Indische Firmen, AECL
FBR <sup>14</sup>	Indien	Indische Firmen
PWR	China	AREVA NP /Frankreich
ABWR <sup>15</sup>	Taiwan	General Electric /Japan-USA

## 1.15. Generation III

Das soll die Zukunft der Kernenergie sein. Bisher wurden nur wenige auch wirklich gebaut, die meisten davon in Asien. In Europa wird der EPR der erste Reaktor der Generation III sein. Bis vor kurzem hießen sie „fortgeschrittene“ Reaktoren, (engl. advanced reactors) . Auf dem Papier existieren ca. 20 verschiedene Konzepte für fortgeschrittene Reaktoren:

**große Druckwasserreaktoren** (1000 bis 1600 MW): APWR (Mitsubishi/Westinghouse), APWR+(Mitsubishi), KSNP+ (Korean Industry), EPR (Framtome ANP), AP-1000 (Westinghouse), CNP-1000 (China National Nuclear Corporation), fortgeschrittene WWER-1000 (Atomenergoprojekt, Gidropress)

**kleine Druckwasserreaktoren** (bis 600 MW): AP-600 (Westinghouse), VVER 640 (Atomenergoprojekt, Gidropress)

**große Siedewasserreaktoren** (1000-1400 MW): ABWR und ABWR-II (Hitachi, Toshiba, General Electric), BWR 90+ (Westinghouse), SWR-1000 (Framtome ANP), ESBWR (General Electric)

Das einzige bisher umgesetzte Konzept ist das Advanced Boiling Water Reactor Konzept (ABWR). ABWR ist die Weiterentwicklung des Siedewasserreaktors, wie er z.B. in Gundremmingen/Deutschland in Betrieb ist. Fertiggestellt sind bisher vier Reaktorblöcke in Japan, zwei weitere in Taiwan sind in Bau. Die beiden ersten in Japan errichteten ABWR wurden nach einer Bauzeit von vier Jahren 1997 in Betrieb genommen. Angaben über Baukosten für ABWR schwanken: General Electric offeriert den ABWR für 1.400 bis 1.600 US\$/kW. Anders ausgedrückt 2 Milliarden US\$ für ein 1.300 MW AKW. Bei den taiwanesischen Reaktoren liegen die Angaben bei 3,25 Mrd.US\$ pro Block. Die tatsächlichen Baukosten für die japanischen Blöcke sind nicht bekannt.

„Höchste Sicherheit bei größtmöglicher Wirtschaftlichkeit“ steht für Framatome ANP an erster Stelle bei der Weiterentwicklung der kommerziellen Reaktoren der Generation III, welche 2010 Marktreife erreichen und einen neuen Standard definieren sollen (WENISCH, MEISSNER 2004). Im Vordergrund der Entwicklung steht somit die Wirtschaftlichkeit (FROGGATT 2005) und das heißt in erster Linie:

- größere Leistung (1500 bis 1800 MW für DWR)

<sup>12</sup> kanadischer Reaktor

<sup>13</sup> indische Variante eines Candureaktors

<sup>14</sup> Schneller Brüter

<sup>15</sup> ABWR: „fortgeschrittener Siedewassereraktor

- standardisiertes Design, gleichbedeutend mit erleichterter Zulassung
- Laufzeit von 60 Jahren
- höherer Abbrand des Brennstoffs, Einsatz von Gadolinium als brennbarer Absorber; weniger Wartungszeiten und geringeres Volumen an hochaktivem Müll.

Leistungserhöhung, weniger Brennstoffwechsel und damit höherer Abbrand heißt, dass die Aktivität in den Brennstäben zunimmt. Damit wird das radioaktive Inventar im Reaktor größer, ebenso wie das der ausrangierten Brennstäbe. Reaktoren der Generation III sind deshalb gefährlicher und keinesfalls leichter zu handhaben. Nicht die Aktivität nimmt ab, sondern nur das benötigte Lagervolumen.

Weniger Wartungsarbeiten = weniger Stillstand ist keinesfalls gleichzusetzen mit größerer Sicherheit, sondern nur mit weniger Gelegenheit zu Kontrollen, was leicht zu Verringerung der Sicherheit führen kann.

Die Weiterentwicklung dient ja erklärtermaßen in erster Linie der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und nicht der Sicherheit.

Beim Sicherheitsmanagement setzt man wie bisher auf das Multi-Barrieren-System (defence in depth) wobei an einigen Punkten Verbesserungen vorgesehen sind (FROGGATT 2005):

- stärkeres Containment (verträgt auch den Absturz eines großen Verkehrsflugzeugs)
- einfacheres und robusteres Design zur Erleichterung der Steuerung
- geringere Anfälligkeit bei Produktionsstörungen
- Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Kernschmelzunfällen
- Minimierung der Unfallfolgen

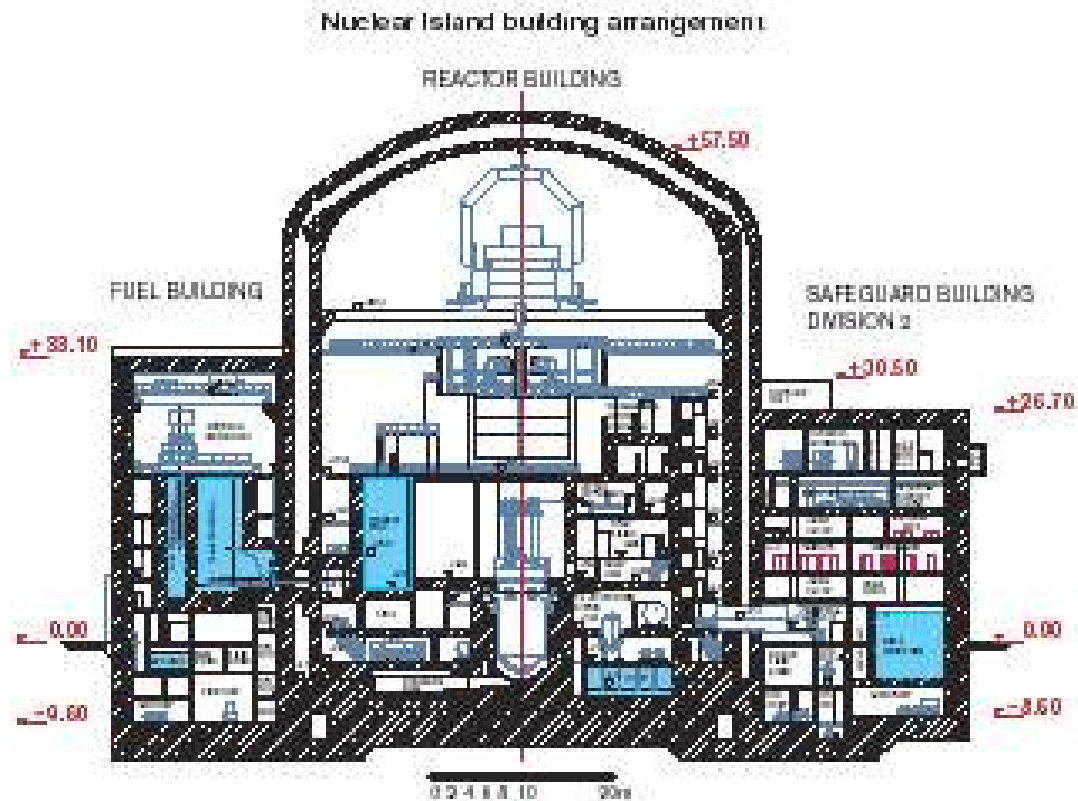
Gleichzeitig wird gespart, weil die Baukosten minimiert werden müssen; d.h. kleinere Gebäude, Systeme mit geringerem Volumen. Dadurch steigt die Beanspruchung der Komponenten und damit wiederum auch die Gefahr von Unfällen.

### **1.15.1.EPR - der europäische Prototyp**

Der European Power Reactor (EPR), der europäische Prototyp dieser 3. Generation, entsteht derzeit in Finnland. Als Errichter fungiert AREVA-NP (früher Framatome-ANP), ein Zusammenschluss von Framatome und Siemens KWU. Der EPR ist eine Weiterentwicklung der französischen N4 Reaktoren und der deutschen Konvoi Kraftwerke (Druckwasserreaktoren). Mit 1600 MW elektrischer Leistung wird er das bisher leistungstärkste AKW weltweit. Das AKW selbst bekommt 2 stabile Hüllen: Die äußere Betonhülle umgibt das Containment, das selbst wiederum eine Stahlbetonhülle mit Metallbeschichtung ist, worin sich der Druckkessel und das Primärkühlsystem befinden. In der äußeren Hülle sind außerdem das Lagerbecken für abgebrannten Brennstoff und zwei der vier Gebäude für die Sicherheitssysteme angeordnet. Die beiden anderen Gebäude der Sicherheitseinrichtungen werden räumlich voneinander getrennt außerhalb der äußeren Hülle errichtet. Das gesamte AKW wird auf einer durchgängigen Bodenplatte errichtet, wodurch das Schadensrisiko durch Erdbeben verringert werden soll. Wichtige Komponenten wie die Dampferzeuger und Kühlmittelpumpen sind verbesserte Versionen der französischen und deutschen AKW- Komponenten. Für den Fall, dass es trotz aller Sicherheitseinrichtungen zu einer Kernschmelze kommt, ist im Containment ein Auffangbecken für die Metallschmelze vorgesehen (AREVA-EPR). Ob alle diese Maßnahmen tatsächlich so wirksam sind, wie die Beschreibung in der AREVA Broschüre ist im Moment schwer nachprüfbar. Die Wirksamkeit eines Teils der Maßnahmen wie z.B. des berühmten „Corecatchers“, einer Auffangwanne aus Beton, die unter dem Reaktordruckgefäß angebracht ist und bei einer Kernschmelze den geschmolzenen

Reaktorkern auffangen soll, wird von Werkstoffspezialisten angezweifelt. Es könnte durchaus sein, dass sich die Schmelze trotzdem weiter durch den Beton frisst. Auch ist noch nicht gesagt, ob das Gebäude tatsächlich jedem Flugzeugabsturz standhält und ob das auch für gezielte Angriffe gilt.

**Abbildung 5.5.1 Schnitt durch das Reaktorgebäude (AREVA-EPR)**



Viele Veränderungen dienen der Vereinfachung und Verringerung von Kontrollen und Wartungsarbeiten (z.B. Verringerung von Schweißnähten am Druckkessel) und dem effizienteren Betrieb des AKW. Der Kern bietet wesentliche Vorteile für den Betreiber: geringeren Uranverbrauch und große Flexibilität, um MOX Brennelemente<sup>16</sup> einzusetzen, (AREVA-EPR). Alle Errungenschaften des EPR sind vorteilhaft für den Betreiber, und nicht unbedingt für die Sicherheit. Manche verringern die Sicherheit: (FROGGATT 2005):

- Das Volumen des Reaktorgebäudes wurde durch Vereinfachung des Layouts des Notkühlsystems verringert. Bei einem Unfall mit ausströmendem Kühlmittel baut sich im inneren größerer Druck auf, Schwachstellen des Containments können eher nachgeben.
- Zur Effizienzsteigerung wird die Temperatur des Kühlmittels beim Austritt aus dem Reaktorkern erhöht. Könnte im Leckstörfall die oben geschilderte Belastung des Containment noch erhöhen.
- Höherer Abbrand vergrößert das radioaktive Inventar, bewirkt im Fall eines schweren Unfalls eine größere Emission radioaktiver Stoffe in die Umwelt.

Von diesen fortgeschrittenen Reaktoren sind vorerst nur wenige in Betrieb, praktische Erfahrungen im Betrieb fehlen noch. Ohne je gebaut worden zu sein, haben manche dieser Reaktoren zwar eine Zulassung erhalten, aber niemand rechnet damit, dass vor 2010 die Reaktoren der Generation III überhaupt Marktpräsenz erreicht. Trotzdem wirbt

<sup>16</sup> MOX Brennstoff ist ein Gemisch aus Uranoxid und Plutoniumoxid

die Atomindustrie jetzt schon für die neuen Produkte der Generation IV. Im Wesentlichen geht es dabei darum, sich Zuwendungen der öffentlichen Hand für Forschung und Entwicklung zu sichern.

## 1.16. Generation IV

Diese neue Generation nuklearer Energiesysteme soll laut Behauptungen der Atomlobby alle inhärenten Probleme der Nutzung der Kernspaltung lösen. Generation IV International Forum (GIF) Ist eine gemeinsame Forschungsinitiative von Argentinien, Brasilien, Kanada, Frankreich, Japan, Korea, Südafrika, Schweiz, UK, und den USA; EURATOM trat dieser Initiative im Jahr 2003 bei. GIF erwartet erste Ergebnisse der Forschung für 2030. Vom US Energieministerium werden die Ziele der Forschung der internationalen Initiative GIF folgendermaßen beschrieben<sup>17</sup>:

- Nachhaltigkeit (sichere Brennstoffversorgung, positive Umweltwirkung)
- Wettbewerbsfähigkeit (geringe Kosten, kurze Bauzeit)
- Sichere und verlässliche AKW-Systeme (inhärent sichere Systeme, Vertrauen der Öffentlichkeit in die nukleare Sicherheit)
- Minimierung des Proliferationsrisikos (kein unnötiger Zuwachs an nicht überwachtem Spaltmaterial) und physischer Schutz des Kraftwerks (Sicherheit gegenüber Terrorangriffen)

Neben dem Forum GIF hat auch die IAEO eine ähnliche Initiative gestartet, das International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles Program (INPRO). Insgesamt 21 Staaten oder Institutionen kooperieren hier: Argentinien, Armenien, Brasilien, Bulgarien, Kanada, Chile, China, Tschechische Republik, Frankreich, Deutschland, Indien, Indonesien, Südkorea, Pakistan, Russland, Südafrika, Spanien, Schweiz, Niederlande, Türkei und die Europäische Kommission. INPRO wird von der IAEO finanziert.

INPRO und GIF sind übereingekommen, auf technischer Ebene zusammenzuarbeiten. Die USA wollten sich INPRO nicht anschließen, weil sie INPRO als russische Initiative ansehen (NUCWEK 14\_02).

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten geplanten Reaktorsysteme beschrieben.

### 1.16.1. HTR - der Hochtemperaturreaktor

Die europäische Atomindustrie interessiert sich besonders für die Entwicklung der Hochtemperaturreaktoren (HTR). Deutschland hat ja bereits einige Erfahrung mit HTR Projekten; der erste Versuch eine kommerziell nutzbare Variante zu bauen scheiterte: der sogenannte Kugelhaufenreaktor in Hamm musste stillgelegt werden, weil die kontinuierliche Zufuhr der Brennelemente (Grafitkugeln) immer wieder ins Stocken geriet. Die deutsche Technologie wird nun in Südafrika weiterverfolgt. Deutsche Nuklearfirmen wollen die Fabrik zur Brennstoffherzeugung für den HTR in Südafrika bauen. Der HTR ist für die Atomindustrie ein Hoffungsmarkt. Er soll auch in kleinen Einheiten angeboten werden und billig sein, weil er kein Containment brauchen soll.

Eine Lizenz für einen kleinen HTR wurde von Siemens an China vergeben, ein Versuchsreaktor wurde errichtet. Der erste Prototyp eines kommerziellen HTR soll in Südafrika gebaut werden. Als Brennelemente werden graphitbeschichtete Tennisball große Kugeln, in denen der Brennstoff in einer Graphitmatrix eingebettet ist, verwendet. Es wird angenommen, dass diese Brennstoffkugeln sehr stabil sind und sich bei Ausfall der Kühlung nur langsam erhitzen - so hofft man ohne Sicherheitseinschluss

<sup>17</sup> (<http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/analysis/nucenviss2.html>)

(Containment) auszukommen. (Hirsch et al. 2005, FROGGATT 2005). Das Genehmigungsverfahren für den südafrikanischen HTR ist noch nicht abgeschlossen. Es wird also noch einige Jahre dauern, bis sich zeigt, ob das HTR Konzept erfolgreich umgesetzt werden kann.

Die HTR Entwicklung wurde auch im Rahmen der Euratomforschung unterstützt. Unter dem Titel „Sicherheit und Effizienz zukünftiger Systeme“ flossen 17 Millionen Euro in die HTR Forschung – ein großen Teil erhielt das Forschungszentrum (FZ) Jülich. Das FZ Jülich ist auch für die deutsche Mitwirkung an der internationalen Forschungsinitiative GIF für die Generation IV Reaktoren zuständig.

Im 6.FRP wird ein französisches VHTR Projekt mit 9 Millionen Euro gefördert (<http://www.cordis.lu>).

Neben RWE Nukem beteiligen sich auch andere deutsche Unternehmen am geplanten Bau des PBMR (Pebble Bed Modular Reactor) in Südafrika: Die Dortmunder Firma Uhde, eine Tochter des Thyssen-Krupp-Konzerns, will die nukleare Brennelementefabrik für den in Südafrika geplanten Hochtemperaturreaktor bauen. Die seit 1962 in Südafrika aktive Firma erhielt den Auftrag, das 20-Millionen-Dollar-Projekt auf dem Gelände der Atomfabrik Pelindaba zu realisieren, die SGL Carbon Group AG wird das notwendig Graphit für die Brennstoffkugeln liefern. Der ab 2007 geplante Bau eines Demonstrationsreaktors in Südafrika kann für die Specialities der SGL Carbon in den Jahren 2006 bis 2008 zu einem Umsatz von ca. 35 bis 40 Mio. Euro führen (Webseite der BI Umweltschutz Hamm eV: [http://thtr-a.de/aktu\\_10.htm](http://thtr-a.de/aktu_10.htm)).

Gasgekühlte HTR sind nicht frei von Risiken:

Eindringen von Luft in den Heliumkreislauf könnte einen Graphitbrand verursachen und das Eindringen von Wasserdampf aus dem Dampferzeuger in den Heliumkühlkreis könnte eine Wasserstoffexplosion verursachen. Beide Szenarien führen zur Freisetzung großer Mengen radioaktiver Stoffe.

Des weiteren arbeitet man an der Entwicklung eines modularen HTR, aus dem soll dann der **VHTR** (Very High Temperature Reactor) entwickelt werden, ein AKW das Prozesswärme bis zu 1.000°C abgeben kann und auch für die Erzeugung von Wasserstoff genutzt werden könnte.

## 1.16.2. Schnelle Brüter

Die letzte Entwicklungsstufe der HTR-Reihe wäre der **gasgekühlte Schnelle Brüter**: Als Brennstoff soll ein Uran-Plutonium Mix zum Einsatz kommen. In den Brutreaktoren soll zumindest soviel Plutonium erbrütet werden, wie sie verbrauchen. Natürlich braucht man dazu eine Anlage zur Wiederaufbereitung. Der endzulagernde hochaktive Müll soll weniger Aktinide enthalten als bisher, wodurch kürzere Endlagerzeiten erwartet werden. Erstaunlich ist, dass das System, obwohl dezidiert zur Plutonium Abtrennung gedacht, auf der Webseite der GIF als resistent gegen den Abzweig von Plutonium zur Herstellung von Atombomben beschrieben wird.

Auch das bisherige Schnelle Brüter Konzept wird wieder aufgelegt: Japan arbeitet weiter am Natrium gekühlten Schnellen Brüter. Ein derartiger Reaktor ist in Russland zwar nicht als Brüter - aber wenigstens in Betrieb. Die meisten Brutreaktoren (Prototypen und AKW) wurden mittlerweile auf Grund von Unfällen aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen (Widerstand) stillgelegt (Frankreich, Japan, Großbritannien): Der **japanischen Schnelle Brüter in Monju** wurde nach einem Unfall 1995 stillgelegt: drei Tonnen flüssiges Natrium waren aus dem Kühlsystem entwichen. Natrium reagiert sehr heftig mit Wasser und Luft, Es war der schwerste Unfall in einem Schnellen Brüter - das brennende Natrium konnte erst nach Tagen beseitigt werden. **Superphönix**, der erste große Schnelle Brutreaktor (1200 MW) errichtet in Frankreich, wurde nach zahlreichen Störfällen 1986 stillgelegt: Natriumlecks, Lecks in den Wärmetauschern, Leistungsschwankungen im Betrieb) und Materialversagen (unter hoher Schneelast brach

das Dach der Turbinenhalle) führten dazu dass den Betreibern das Risiko eines weiteren Betriebes zu groß wurde.

Das größte Risiko dieser Brutreaktoren ist, dass die Kettenreaktion schwer zu steuern ist und es leicht zu Leistungsschwankungen und plötzlichen unkontrollierbaren Leistungssteigerungen kommt. Ein solcher Unfall endet höchst wahrscheinlich in einer großen Freisetzung radioaktiver Stoffe. Zudem ist die Verwendung von Natrium als Kühlmittel heikel. Natrium reagiert mit Wasser heftig und es kommt dabei zu großer Wärmefreisetzung (HIRSCH et al. 2005) Geplante Forschungsschwerpunkte konzentrieren sich auf eine Erhöhung der Sicherheit (passive Sicherheitssysteme) und den Brennstoffzyklus (Schulenberg 2004).

Russland konzentriert seine Forschung auf Blei gekühlte Brutreaktoren. Die Technologie basiert auf dem Reaktorsystem, das in russischen Unterseebooten verwendet wird. Die Entwicklung zielt darauf ab, kompakte Reaktor-Module (auch Batterie genannt) zu entwickeln, die ohne mechanische Kühlung auskommen (Naturumlauf). Der Kernbrennstoff soll langsam verbraucht werden (10 - 30 Jahre). Nach Ablauf geht das ganze Modul zurück zum Hersteller und wird frisch beladen. Das erbrütete Plutonium wird in der WAA abgetrennt und zu neuem Brennstoff verarbeitet (Schulenberg 2004).

Die bisher entwickelten HTR und Brüterkonzepte sind alle ausgelegt zur Brennstoffbeladung während des Betriebs womit die Effizienz des Betriebes erhöht werden soll. Vorausgesetzt man hat die nötigen Möglichkeiten zur chemischen Aufbereitung, erleichtert dieses Vorgehen aber auch die Möglichkeit der Abzweigung von Spaltmaterial zur Waffenproduktion.

Wenig an den wichtigsten Generation IV Reaktorsystemen ist ganz neu. Offensichtlich erhoffen sich hier Forschungseinrichtungen, aber auch die F&E Abteilungen von Nuklearfirmen Forschungsgelder, um aus Entwicklungen, die in den letzten 30 Jahren nicht erfolgreich umgesetzt wurden, noch möglichst viel herauszuholen. Und natürlich unterstützt die Diskussion um den Klimawandel, um die Sicherheit der Energieversorgung und die Ölpreiserhöhungen des letzten Jahres sehr gut die Argumentation der Atomlobby, dass man die schon tot gesagte Kernenergie unbedingt wiederbeleben müsse.

### **1.16.3. Der Fusionsreaktor**

Obwohl wir die Energie unseres großen Fusionsreaktors, der Sonne, problemlos und praktisch zu Nulltarif nutzen können, gibt es große Bestrebungen auch diesen Prozess hier auf der Erde nachzubauen. In Form der Wasserstoffbombe ließ sich der Prozess ja noch relativ leicht verwirklichen, weil der Fusionsprozess nur kurz wirken muss, um genügend Energie für eine Schockwelle freizusetzen.

Anders im Fusionsreaktor: dort liegt die Schwierigkeit gerade darin, den Prozess lange in Gang zu halten; zur Zündung braucht es eine sehr hohe Temperatur – eine große Herausforderung an die Materialwissenschaft. Bis jetzt ist es nicht gelungen, einen selbsterhaltenden Fusionsprozess aufrechtzuerhalten. Anfang der 1970iger Jahre wurde vorhergesagt, dass die Fusion 2000 kommerziell einsatzfähig sein würde. Mittlerweile erwarten die Forscher erst um 2060 einen funktionsfähigen Fusionsreaktor zur Stromerzeugung. Bis dahin werden noch große Anstrengungen nötig sein. Und es ist fraglich ob das jemals funktioniert.

Der ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) wird einen großen Teil des Nuklearforschungsbudgets von EURATOM verschlingen. ITER wird in Cadarache in Frankreich gebaut und soll 2017 fertig sein; erst danach wird man sehen, ob eine selbsterhaltende Fusion überhaupt möglich ist.

*„The goal of ITER is to achieve the proof-of-principle for nuclear fusion as a viable energy source.“ (EC 2003)*

Ob sich der ganze Aufwand lohnt, ist zweifelhaft. Die Fusion wird weder sicher, noch sauber und auch nicht proliferationsresistent sein. Der Fusionsreaktor enthält ein großes Inventar an Tritium und Aktivierungsprodukten. Tritium wird voraussichtlich auch während des Betriebes emittiert und auch die Emissionen, radioaktive Aerosole, könnten hoch sein, verglichen mit heutigen AKW. Auch Atommüll wird bei der Kernfusion entstehen: Tritium und aktivierte Metallteile. Die Neutronenstrahlung im Fusionsreaktor wäre gut geeignet, um durch Bestrahlung Plutonium herzustellen (Hirsch et al 2005). Sicher lohnen wird sich der ITER für all jene Firmen, die dabei mitwirken werden.

## 6. Die Atomlobby

### 1.17. Die Organisationen der Atomlobby

#### 1.17.1. WNA - World Nuclear Association

Die **WNA - World Nuclear Association** betrachtet sich selbst als weltweit größte Vertretung der Nuklear-Industrie, sie beschreibt ihre Aufgabe folgendermaßen:

- Sie dient als globales Forum und Wirtschaftsplattform für alle, die sich für "the world's largest source of safe, economic and environmentally friendly energy" engagieren
- Bereitstellen eines Informationsdienstes für Nuklearenergie und Setzen von Initiativen zugunsten der Atomenergie gegenüber Politikern, Meinungsmachern, Medien und der Öffentlichkeit.

Generaldirektor der WNA ist John Ritch, zuvor US Botschafter bei verschiedenen UN Organisationen u.a. der IAEO. Den Vorsitz des WNA Beirates teilen sich Hans Blix, Ex-Generaldirektor der IAEO und Zack T. Pate, Ex-Vorsitzender der WANO (World Association of Nuclear Operators).

Die Institutionellen Mitglieder der WNA sind Firmen. Diese WNA - Mitglieder sind verantwortlich für ca. 90 % der Elektrizität aus AKW, die außerhalb der USA erzeugt werden, sowie für 90 % des globalen Uranabbaus und der Anreicherung. Darunter sind Firmen wie EDF, Techsnabexport, Vattenfall, Cameco, General Electric, Enusa, AREVA, ESCOM, Kazatomprom, Urenco und viele mehr ([www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)).

#### 1.17.2. FORATOM - European Atomic Forum

**FORATOM**, die Handelskammer der Nuklear Industrie in Europa, hat ihren Sitz in Brüssel. FORATOM sieht seine Hauptaufgabe als Interessensvertretung in der Förderung der Nutzung der Atomenergie und bringt sich als Stimme der Nuklearindustrie in die energiepolitischen Diskussionen der EU Institutionen ein. Foratom repräsentiert ungefähr 800 Firmen aus der Nuklearindustrie mit insgesamt 400.000 Beschäftigten. Darunter sind auch die großen europäischen Konzerne: EDF, AREVA, RWE, E.ON, EnBW, BNFL, BE, Electrabel, Urenco, Vattenfall, TVO, und CEZ. Dementsprechend fällt die Promotion aus, die FORATOM im Namen seiner Mitglieder macht. Aus Sicht der Atomlobby sind eine transparente, objektive und nicht ideologische Debatte über Energieoptionen, wie sie das Grünbuch ankündigt, nicht genug. Sie möchte schon im voraus sicher stellen, dass die Nuklearenergie im White Paper an die erste Stelle gesetzt wird, wie der Presseausendung vom 8.3.2006 zu entnehmen ist (<http://www.foratom.org/>):

*"Brussels, 8 March 2006: FORATOM (the trade association representing the European nuclear industry) gave a favourable but measured response today to the publishing of the European Commission's energy Green Paper, Secure, Competitive and Sustainable Energy for Europe. FORATOM welcomed the Green Paper's call for a transparent, objective and non-ideological debate on all energy options and supported the view of EU Energy Commissioner, Andris Piebalgs, that political consensus must be reached if the strategy is to work. However, while generally supportive of the Green Paper's strategic direction and its emphasis on including all power sources in the energy debate, FORATOM expressed its disappointment that the document had failed to highlight the crucial contribution that nuclear energy makes - as a source of secure, affordable and*

*environmentally friendly energy - towards meeting the EU's energy goals. FORATOM also urged that nuclear energy be given a higher profile in the forthcoming energy White Paper.*

### **Wer lobbiiert in Brüssel zugunsten der Atomenergie?**

Auf der Liste der akkreditierten Lobbyisten beim Europäischen Parlament fanden sich Vertreter der folgende Unternehmen?: 4 von AREVA, 4 von GE, 8 von E.ON, 3 VDEW, 4 von EDF, 5 von Eurelectric, 4 von RWE, 5 von Siemens. Dazu kommen noch 4 Vertreter der Lobbyorganisation Foratom. In Summe sind das 41 Personen, die die Interessen der Atomfirmen gegenüber dem Parlament vertreten. (FOUQUET 2005)

## **1.18. Die europäischen Atom-Firmen**

Globalisierung und Liberalisierung der Märkte haben zur Umstrukturierung der europäischen Elektrizitätsversorgung und der Kraftwerksindustrie geführt. EVUs wurden privatisiert und unter den Kraftwerkerrichtern kam es zu einer Konzentration der Firmen, die sich mit der Errichtung und dem Bau von Komponenten für AKW befassen.

Eine vom Österreichischen Ökologie-Institut durchgeführte Analyse der Verflechtung der europäischen Atomindustrie zeigt, dass die Nuklearfirmen aus Frankreich, Deutschland, Belgien, den Niederlanden und Italien eng miteinander verknüpft sind. Gemeinsam mit EVUs und Einrichtungen der Brennstoffkette bilden sie den größten Verbund von in der Atombranche involvierten Institutionen. (WENISCH et al. 2004)

### **Der französisch - deutsche Nuklear Verbund:**

**Die AREVA Gruppe** besteht aus:

AREVA NP (früher Framatome - ANP), zu 66 % im Besitz der AREVA und zu 34 % im Besitz von Siemens, ist der Teil der AREVA Gruppe, der im Kraftwerksbau tätig ist und den Auftrag für den Bau des EPR in Finnland erhalten hat.

AREVA NC (früher Cogema) erzeugt Brennstoff, betreibt Uranminen, Anreicherungs- und Wiederaufbereitungsanlagen.

AREVA TD ((Transmission & Distribution) bietet Equipment und Dienstleistungen für Netzbetreiber an.

Hinter der AREVA Gruppe steht die staatliche französische Industriebeteiligungsagentur.

AREVA hat 58.000 Beschäftigte, 1.000 davon in der Forschung.

AREVA NP beteiligt sich im Rahmen von GIF an der Entwicklung von HTR und arbeitet an der Lösung von Materialfragen im Rahmen des ITER Projektes.

**Die EDF Gruppe** ist eines der größten Energieversorgungsunternehmen Europas. Seit 2004 ist EDF eine GmbH im Besitz des französischen Staates. Alle französischen AKW befinden sich im Besitz der EDF. Die EDF hatte 2004 167.000 Beschäftigte. Sie kooperiert auf dem Gebiet der Nuklearforschung mit CEA, der staatlichen französischen Forschungsgesellschaft und mit AREVA NP. Gearbeitet wird an der neuen Generation von LWR (Leichtwasserreaktor, das sind Druck- und Siedewasserreaktoren), am HTR.

Über verschiedene Beteiligungen stehen die beiden französischen nuklearen Großkonzerne mit vielen EVUs in Beziehung: E.ON, Vattenfall, EnBW, RWE. Preussen-Elektra. Auch Belgatom und Nukem gehören zu diesem Verbund.

<http://www.ecology.at/nucbiz/index.php>

Die Vernetzung von EVUs und Atomindustrie führt dazu, dass sich große Energiekonzerne für die Unterstützung der Kernenergie einsetzen:

In einer gemeinsamen Presseaussendung am 25.11.2004 forderten hochrangige Vertreter von 20 Energiekonzernen, die Atomenergie auch in Zukunft „im Herzen“ des europäischen Energieversorgungssystems anzusiedeln. Nur so könne der doppelten Herausforderung von Klimawandel und Energieversorgungssicherheit begegnet werden. Zu den Unterzeichnern gehören die Chefs von RWE und E.ON (D), EDF (F), Electrabel (B) sowie Vattenfall (S) (Email Aussendung des Österreichischen EU Umweltbüros vom 26.11.2004).

Bei allen Unterzeichnern handelt es sich um Konzerne, die AKW besitzen und betreiben. Manche haben auch noch andere Interessen im Nuklearbereich: RWE z.B. ist Eigentümer der Firma RWE NUKEM und hat somit einen Fuß im nuklearen Brennstoffgeschäft.

Am 24. August 2005 unterzeichneten Vertreter der RWE NUKEM GmbH und der PBMR (Pebble Bed Modular Reactor – Pty. Ltd.) den Vertrag über das "Detail Design" für die Brennstofffertigung, die in der südafrikanischen Atomfabrik Pelindaba erfolgen soll. RWE NUKEM betont in seiner Presseerklärung:

*"Das Design der Brennelemente beruht auf der deutschen HTR-Technologie (...). Die Produktion der kugelförmigen Brennelemente erfolgt genau wie in der ehemaligen Brennelementfertigung der NUKEM. Der 2005 unterzeichnete Vertrag beinhaltet das Detail Design für drei der vier Produktionsschritte zur Kugelbrennelementfertigung sowie zwei der Prozesse für das Recycling von Produktionsrückständen. Der Vertrag sieht eine Laufzeit von 24 Monaten vor und beinhaltet Optionen für spätere Serviceleistungen wie Beratung, Training und Supervision. NUKEM ist seit dem Jahr 2000 im südafrikanischen PBMR-Projekt aktiv und hat bereits das Basic Engineering einschließlich der Störfallanalysen erfolgreich abgeschlossen." ([www.nukem.de](http://www.nukem.de), 25.8.2005)*

## **7. Nuklearpolitische Reformschritte für einen Atomausstieg in Europa**

Der EURATOM-Vertrag, seit 50 Jahren ohne wesentliche Veränderungen in Kraft, spiegelt ziemlich ungebrochen die politische Haltung der 1950iger und 1960iger Jahre zur Atomenergienutzung wieder. Alle Debatten um die Atomenergie von der Verquickung militärischer und ziviler Anwendungen bis zum Terrorismus sind an Euratom spurlos vorübergegangen. Auch die Risikodebatte in der Folge der Atomunfälle von Three Mile Island und Tschernobyl hat den Euratomvertrag nicht beeinflusst. Ebenso wenig wie die Tatsache, dass die öffentliche Meinung mehrheitlich gegen den Ausbau der Atomenergie ist, einige Mitgliedsstaaten den Ausstieg aus der Atomenergie beschlossen haben während andere die Nutzung der Atomenergie gar nicht erst in Betracht gezogen haben. Trotzdem sind alle 25 Mitglieder ein und derselben Europäischen Atomgemeinschaft.

Allgemeines Ziel des Vertrags ist es, zur Bildung und Entwicklung von Kernindustrien in Europa beizutragen, und dafür zu sorgen, dass alle Mitgliedstaaten am Nutzen aus der Entwicklung der Kernenergie teilhaben und die Versorgungssicherheit gewährleistet ist.

Der EURATOM-Vertrag verpflichtet die Gemeinschaft dazu, „die Voraussetzung für die Entwicklung einer mächtigen Kernindustrie zu schaffen“ und schafft auf dieser Basis der Nuklearindustrie Vorteile, da es zu den Aufgaben von Euratom gehört, die Investitionen zu erleichtern und die Schaffung der wesentlichen Anlagen sicherzustellen, die für die Entwicklung der Kernenergie in der EU notwendig sind, Damit sind EURATOM-Kredite und das eigene Forschungsprogramm leicht zu rechtfertigen. Mit Berufung auf den Euratom Vertrag können auch wettbewerbsverzerrende Subventionen für die Nuklearindustrie durchgesetzt werden (FOEE 2005).

Eine eigene Euratom-Agentur versorgt die EU Staaten mit Kernbrennstoff und übernimmt die Kontrollfunktion über die zivile Verwendung des Spaltmaterials, in Vertretung der IAEO.

Der Euratom Vertrag besiegelt die Sonderstellung der Nuklearenergie in der Union. Und es gibt Bestrebungen diese auch noch aufzuwerten. Die Euratom-Agentur stärkt ihre Bedeutung indem sie als eigenständige Organisation in der Generation IV Forschungsinitiative Mitglied wird. Jetzt möchte die Europäische Kommission erreichen, dass Euratom auch als vollwertiges Mitglied in die IAEO aufgenommen wird. Derzeit hat Euratom nur einen Beobachterstatus in der IAEO und kein Stimmrecht. Dies sieht die Kommission als abnormalen Zustand an, weil Euratom dadurch auch in Fragen, die in die Verantwortung des Euratom-Vertrages fallen nicht mitbestimmen kann. Außerdem hat man die Erfahrung gemacht, dass die IAEO eher auf europäische Vorschläge eingeht, wenn sie von der Kommission und nicht von einzelnen Mitgliedstaaten gemacht werden.

Der Euratom Vertrag ist ein Hindernis auf dem Weg in eine nachhaltige Energiezukunft, weil er der Nuklearenergie eine Sonderstellung einräumt.

Je mehr Euratom auch auf der internationalen Ebene als eigenständige Agentur auftritt, desto schwerer wird es den Euratom Vertrag abzuschaffen oder zumindest einer gründlichen Revision zu unterziehen, die zumindest die demokratische Kontrolle der Euratom-Aktivitäten durch das Europäische Parlament sicherstellt.

Der EURATOM-Vertrag ist weitgehend vor kritischen Prüfungen durch das Europäische Parlament geschützt, da es keine Mitentscheidung für die operationalen Funktionen gibt. Die Funktion des Europäischen Parlaments ist eine ausschließlich beratende. (FOEE 2005)

Unbedingt nötig ist die Abschaffung aller Subventionen für die Kernenergie, die Integration der Nuklearforschung in das allgemeine FRP mit dem Ziel eine ausgewogene Verteilung der Forschungsmittel im Energiebereich herzustellen.

Die Atomenergie muss ihre externen Kosten selbst tragen, insbesondere muss erreicht werden, dass die Fonds für Atommülllagerung und Abbau von AKWs ausreichend dotiert werden (vorsorglich hoch, sodass zukünftige Generationen nicht damit belastet werden). Zur Beseitigung der Umwelt- und Gesundheitsschäden des Uranabbaus müssen ebenfalls Rücklagen gebildet werden

Betreiber von Atomanlagen müssen verpflichtet werden ausreichend Rücklagen zur Finanzierung von Schäden durch Unfälle zu bilden. Die Haftung für Unfälle darf nicht weiterhin von der Allgemeinheit subventioniert werden. Solange die Haftungssummen auf so niedrigem Niveau begrenzt sind, tragen die Opfer die Hauptlast der Atomunfälle – wie z.B. Weißrussland.

Das Grünbuch zur Zukunft der europäischen Energieversorgung<sup>18</sup> zeigt die Handlungsunfähigkeit der Kommission. Es ist widersinnig davon zu sprechen, dass jeder Staat seine Energiepolitik selbst bestimmt und gleichzeitig Solidarität in Hinblick auf die Versorgung zu verlangen. Andererseits kommt die Kommission ihrer Verpflichtung nach, die Nuklearenergie als Option offen zuhalten.

Bei der Diskussion zum Grünbuch muss darauf geachtet werden, dass die Nuklearindustrie nicht weiter begünstigt wird, dass schwammige Formulierungen nicht dazu führen, dass die Nuklearindustrie sich neue Möglichkeiten schafft ihre Interessen zu verfolgen: „low carbon emission“ : das kann Erdgas sein, oder auch die Kernenergie.

Der im Grünbuch immer wieder beschworene freie Wettbewerb darf nicht vor der Kernenergie halt machen. Auch wenn das aus dem Euratom-Vertrag begründbar wäre.

Europa ist auch in der Uranversorgung vom Ausland abhängig, nicht nur bei Öl und Gas- in dieser Hinsicht sind Maßnahmen zur Effizienzerhöhung und die Nutzung Erneuerbarer Energien der Kernenergie weit überlegen.

### **Die sieben wichtigsten Reformschritte für einen Atomausstieg in Europa:**

1. **Auslaufen oder zumindest gründliche Revision des Euratom-Vertrages:** Die im Euratom-Vertrag verankerte einseitige Förderung der Atomindustrie durch die EU sollte beendet werden. Die weiterhin relevanten Fragen der Sicherheit, des Gesundheitsschutzes, der Entsorgung, des Transports von spaltbarem Material, des Rückbaus von Atomkraftwerken und der Abfallbehandlung sollen in geeigneter Weise vertraglich sichergestellt werden. Diese Fragen könnten beispielsweise auch in der EU-Verfassung geregelt werden.
2. **Freier Wettbewerb auch für die Atomenergie:** Das europäische Wettbewerbsrecht sollte unter Aufsicht des zuständigen Wettbewerbskommissariates bei dem Betreiben von Atomanlagen uneingeschränkt Geltung haben.
3. **Keine weiteren Subventionen:** Abschaffung aller Subventionen für die Kernenergie, die Integration der Nuklearforschung (Euratom-

<sup>18</sup> GRÜNBUCH, Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie, Brüssel, 8.3.2006, KOM(2006) 105 endgültig

Forschungsrahmenprogramm) in das allgemeine FRP mit dem Ziel, eine ausgewogene Verteilung der Forschungsmittel im Energiebereich herzustellen.

4. **Volle Kostenwahrheit für AKW:** Die Fonds für Atommülllagerung und die Abwrackung von AKWs sollten eu-rechtlich verpflichtend in der Höhe der zu erwartenden Kosten dotiert werden. Zur Beseitigung der Umwelt- und Gesundheitsschäden des Uranabbaus müssen ebenfalls Rücklagen gebildet werden.
5. **Angemessene Atomhaftung:** Die Haftungssummen für AKW-Betreiber sollten auf das Niveau erwartbarer Schäden eines Super-Gaus erhöht werden.
6. **Atomkraft kann Klimaproblem nicht lösen:** Es sollte im Zuge der aktuellen Debatte um die Zukunft der europäischen Energieversorgung sichergestellt werden, dass in den kommenden EU-Dokumenten über Formulierungen wie „low carbon emission“ keine Hintertür für eine weitere Subventionierung der Atomenergie unter dem Deckmantel des Klimaschutzes eröffnet wird.
7. **Deutliche Steigerung der Energieeffizienz und konsequenter Ausbau erneuerbarer Energien:** Europa hat gute Voraussetzungen durch verstärkte Anstrengungen in diesen Bereichen die Energieversorgung mittelfristig ohne Atomkraft sicherzustellen. Durch eine entsprechende Erweiterung und Vereinheitlichung der diesbezüglichen EU-Richtlinien und vermehrte Anstrengungen in den Bereichen Forschung und Bildung sowie Technologieentwicklung könnte Europa nicht nur energiepolitisch sondern auch wirtschaftlich profitieren, wenn es auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz setzt.

## 8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1.1 Kontaminierte Gebiete in Weißrussland (EC, IAEA, WHO 1996).....	8
Tabelle 1.1.2 Kontaminierte Gebiete in der Ukraine (EC, IAEA, WHO 1996).....	8
Tabelle 1.1.3 Kontaminierte Gebiete in Russland (EC, IAEA, WHO 1996).....	8
Tabelle 1.1.4 Anzahl der Betroffenen in der Ukraine, Russland und Weißrussland (UN 1995).....	9
Tabelle 1.1.5 Vergleich der österreichischen Grenzwerte für Cs-137 in Lebensmitteln vor und nach 1995 (EU-Beitritt).....	12
Tabelle 2.2.1 Entwicklung der Kernenergie bis 2030 (IEA 2004, IEA 2005).....	17
Tabelle 2.2.2 Ausbau der Kernenergie bis 2030 -Modellrechnung (ZIESING 2006).....	18
Tabelle 3.3.1: Zuteilung von Euratomkrediten:.....	26
Tabelle 3.3.2 Prognose zu den Rücklagen der EVUs für die Lagerung von Atommüll und Abbau von AKW in den EU 15: (FROGGATT 2005a).....	28
Tabelle 3.3.3: Atomhaftungsgrenzen in OECD Ländern (THOMAS 2006).....	29
Tabelle 3-3.3.4 Verteilung der Mittel für die Energieforschung in Millionen Euro (FROGGATT 2005):.....	30
Tabelle 3.3.5 Aufteilung der F&E Mittel für nicht nukleare Energie im 5. FRP (FROGGATT 2005).....	30
Tabelle 3.3.6 Aufteilung der Mittel für Euratomforschung im 5. FRP (FROGGATT 2005)...	30
Tabelle 4.4.1: AKW Status 2006 (IAEA PRIS 2006).....	34
Tabelle 4.4.2: Alter der AKW rund um Österreich.....	37
Tabelle 4.4.3 Übersicht über Reaktortypen in Betrieb (IAEA PRIS 2006).....	38

# 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1.1 EUROBAROMETER- Umfrage (EUROBAROMETER 2005).....	5
Abbildung 1.1.2 Deposition in Europa nach dem Unfall in Tschernobyl (Atlas of Caesium Deposition on Europe after the Chernobyl Accident, EC/ICGE 1998).....	6
Abbildung 1.1.3 Jährliche Neuerkrankungen an Schilddrüsenkrebs in Weißrussland (LENGFELDER 2006).....	10
Abbildung 1.1.4 Schilddrüsenkrebsraten in der Tschechischen Republik (geschlechtsspezifisch und altersstandardisiert) (LENGFELDER, FRENZEL 2006).....	11
Abbildung 1.1.5 Bodenbelastung durch Cs-137 in Österreich (UBA Monographie 60)....	13
Abbildung 2.2.1 Szenarien für die Klimaerwärmung nach IPCC (SEIBERT 2006).....	15
Abbildung 2.2.2 Entwicklungsszenarien für Treibhausemissionen für den Zeitraum 1990 - 2050 (HOENE et al. 2005).....	16
Abbildung 2.2.3: Treibhausgasemissionen in der EU-15: Ziele 2008/2012 sowie Ist 1990-2004 (ZIESING 2006).....	17
Abbildung -2.2.4 Verbrauch und Erzeugung von Uran (KREUSCH et al 2006).....	21
Abbildung 2.2.5: Luftansicht einer Mine ( <a href="http://www.uic.au/mines.htm">http://www.uic.au/mines.htm</a> ).....	22
Abbildung 3.3.1: Entwicklung der Euratom-Kredite (FROGGATT 2005a).....	27
Abbildung 3.3.2: Ausgaben aus PHARE und TACIS Nuklearprogrammen (FROGGATT 2005a).....	27
Abbildung 4.4.1 AKW - Weltkarte.....	34
Abbildung 4.4.2 Entwicklung der weltweiten Energieversorgung nach Energieträgern (Ziesing 2006).....	35
Abbildung 4.4.3 Anzahl der Reaktoren nach Laufzeit (IAEA PRIS 2006).....	37
Abbildung 4.4.4 Geplatzttes Rohr im AKW Brunsbüttel (Hirsch 2005).....	39
Abbildung 4.4.5: Anzahl extremer Hochwässer in Europa zwischen 1976 und 2002 (WHO-ECEH 2003).....	43
Abbildung 5.5.1 Schnitt durch das Reaktorgebäude (AREVA-EPR).....	49

## 10.Quellen

- AREVA-EPR:** EPR Broschüre; <http://www.framatome-anp.com>
- BKA 1988:** Die Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl auf Österreich, Bundeskanzleramt Sektion VII, Forschungsbericht 2/88
- CNS CZ NR 2004:** Convention on Nuclear Safety; Czech Republic National Report, 2004
- CNS F NR 2004:** Convention on Nuclear Safety, France National Report 2004
- EC 2003** The energy challenge of the 21<sup>st</sup> century -The role of nuclear energy, Scientific and Technical Committee Euratom (STC)
- EC, IAEA, WHO 1996:** One Decade After Chernobyl: Summing up the Consequences of the Accident, Vienna 1996
- EUROBAROMETER 2005:** Radioactive waste - Special Eurobarometer 227 / Wave 63.2 - TNS Opinion & Social , European Commission, Publication : June 2005
- EUROBAROMETER 2005:** Radioactive waste - Special Eurobarometer 227 / Wave 63.2 - TNS Opinion & Social ,European Commission, Publication: June 2005
- EW DOSSIER:** ew dossier Kraftwerkstechnik Jg. 103 (2004) heft 11: Botzian R.: Fortschritt ist länderübergreifend geprägt
- FOEE 2005:** Der EURATOM-Vertrag und die neue EU-Verfassung, Hintergrundpapier von Friends of the Earth Europe und dem Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Mai 2005
- FOUQUET 2005:** FOUQUET D.: Nuclear Renaissance and the subsidy issue, InforseEuforesEREF, 2005
- FROGGATT 2005:** Does the 7<sup>th</sup> Framework Programm Budget Allocations reflect and support the Objectives for the EU in the Energy Sector ?
- FROGGATT 2005a:** FROGGATT A: The Economic Perspective: How much does Euratom promote Nuclear Power in Europe, 2005
- GUGELE, RIGLER, RITTER 2006:** Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990–2004 (Datenstand 2006), Umweltbundesamt, 2006
- HESKETH et al 2004:** Hesketh K., Worall, A. (BNFL), Weaver D. (University of Birmingham) : Future challenges for nuclear energy in Europe; in Europhysics News (2004) Vol 35 No.6
- HIRSCH 2005:** Hirsch H., PLEX -presentation at the Joint Project Workshop, Vienna 2005
- HIRSCH et.al 2005:** Hirsch H., Becker O., Schneider M., Froggatt A.: Nuclear Reactor Hazards, , Greenpeace 2005
- HÖHNE et al 2005:** Höhne et al. 2005: UBA Berlin, Reihe Climate Change 2/05, FKZ 203 41 148/01
- IAEA 2002:** International Atomic Energy Agency: Cost drivers for the assessment of nuclear power plant life extension,TECDOC-1309, Vienna, 2002
- IAEA 2004:** IAEA Annual Report 2004
- IAEA 2005:** Multilateral Approaches to the Nuclear Fuel Cycle - Expert Group Report to the Director General of the IAEA, Vienna 2005
- IAEA,WHO,UNDP 2005:** Press Release- IAEA, WHO,UNDP; Chernobyl: The True Scale of the Accident – 20 Years Later a UN Report provides Definitiv Answers and Ways to Repair Lives, September 2005

**IEA 2005:** IEA Key World Energy Statistics 2005

**KOM (2006) 105:** GRÜNBUCH: Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie, Brüssel 2006

**KREUSCH et al 2006:** Kreusch J., Neumann W., Appel D., Diehl P.: Nuclear Fuel Cycle; Nuclear Issues Paper No. 3; Heinrich Böll Stiftung

**LENGFELDER 2006:** Präsentation Lengfelder E., Veranstaltung von WUA und ÖÖI am 5.4.2006 in Wien

**LOCHBAUM, 2000:** Lochbaum, D.: Nuclear Plant Risk Studies – Failing the Grade; Union of Concerned Scientists, 2000

**LOVINS 2005:** Lovins A.B.: Nuclear power: economics and climate protection potential, Rocky Mountain Institute 2005/2006

**MATTHES 2005:** Matthes, F.C.: Nuclear Energy and Climate Change, Nuclear Issues Paper No.6, Heinrich Böll Stiftung, 2005

**MRAZ, WENISCH 1996:** Mraz G., Wenisch A.: Der Reaktorunfall in Tschernobyl-Darstellung der Folgen für Umwelt und Gesundheit aus der Sicht verschiedener Interessensgruppen, gefördert aus Mitteln des BKA, Wien 1996

**NEA 2000:** Status Report on Nuclear Power Plant Life Management, NEA/SEN/NDC (2000)6

**NEA 2002:** International practices with respect to licence periods/terms for nuclear facilities in NEA member countries, NEA/CNRA/R(2002)1

**PRIS 2006:** IAEA Power Reactor Information System  
<http://www.iaea.org/programmes/a2/>

**RM 1992-1993:** Radioaktivitätsmessungen in Österreich 1992 und 1993, BMGK Sektion III, Forschungsberichte 5/95

**RM 2003-2004:** Radioaktivitätsmessungen in Österreich 2003 und 2004, BMGF Sektion III und BMLFUW Sektion V

**ROSENKRANZ 2006:** Rosenkranz G.: Mythos Atomkraft: Über die Risiken und Aussichten der Atomenergie; Heinrich Böll-Stiftung 2006

**SEIBERT 2006:** Präsentation Seibert P., BokuMET. Veranstaltung von WUA und ÖÖI am 5.4.2006 in Wien

**THOMAS 2005:** Thomas S.: The economics of nuclear power: analysis of recent studies; Public Services International Research Unit (PSIRU), 2005

**UBA Monographien Band 60:** Cäsiumbelastung der Böden Österreichs

**WENISCH et al. 2004:** Wenisch A., Fröhlich T., Sutter P., "who is who in nuclear business" - Analyse der Verflechtungen der Nuklearindustrie, im Auftrag des BMLFUW, Wien 2004

**WENISCH, MEISSNER 2004:** Wenisch A., Meissner M., Bau und Planung neuer Atomkraftwerke Internationale Recherche, im Auftrag des BMLFUW, Wien 2004

**ZIESING 2006:** Präsentation Ziesing H-J., DIW Berlin, Veranstaltung von WUA und ÖÖI am 5.4.2006 in Wien