



Konsequenzen schwerer Unfälle im AKW Temelin: Ist die Katastrophenschutzplanung hinreichend?

Bernd Franke

Zusammenfassende Stellungnahme für das Land Oberösterreich

4. Mai 2001

ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstr. 3, 69120 Heidelberg, Germany

Tel: +49-6221-47670, Fax: +49-6221-476719, Internet: <http://www.ifeu.de>

1 Berechnung der Auswirkungen von Kernschmelzunfällen

Wie in allen Atomkraftwerken, können auch für das AKW Temelin schwere Unfälle nicht ausgeschlossen werden. Die Auswirkungen sind eine Funktion folgender Parameter:

- Menge der freigesetzten radioaktiver Substanzen
- Thermischer Auftrieb der Schadstoffwolke
- Wetterbedingungen
- Bevölkerungsverteilung
- Schutz- und Gegenmaßnahmen (Evakuierung, Umsiedlung, Dekontamination, Vernichtung von Nahrungsmitteln)
- Dosis-Wirkungs-Beziehung für die betrachteten Schadenskategorien

Wie in Bild 1 dargestellt, ist die Berechnung der Folgen schwerer Unfälle nur unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Annahmen zu einer komplexen Fülle von Parametern möglich.

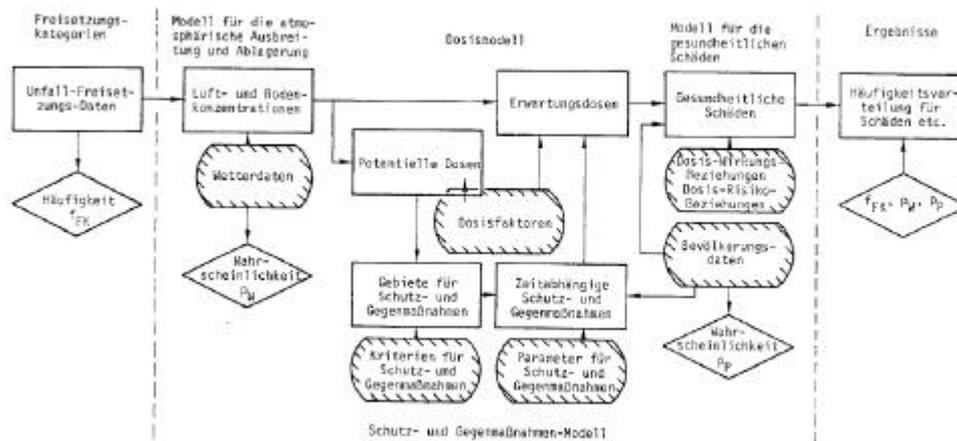


Bild 1 Unfallfolgenmodell¹ (GRS, 1981)

Als Folgen schwerer Unfälle sind zunächst die direkten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu vermerken:

- Tod durch akute Strahlenkrankheit (deterministische Strahlenschäden)
- Akute Strahlenkrankheit ohne Todesfolge
- Tod durch Leukämie und Krebs aufgrund latenter Strahlenschäden
- Leukämie und Krebs aufgrund latenter Strahlenschäden ohne Todesfolge
- Andere Wirkungen (Missbildungen, Schädigung des Erbguts, Immunsuppression)

Nach vorliegenden Studien kann die Zahl der Todesfälle durch akute Strahlenkrankheit in der Größenordnung von 10.000 und mehr liegen, je nach Bevölkerungsdichte und Wetterlage. Die Zahl der Todesfälle durch Leukämie und Krebs aufgrund latenter Strahlenschäden kann 100.000 und mehr betragen.

¹ Gesellschaft für Reaktorsicherheit, Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Fachband 8: Unfallfolgenrechnung und Risikoergebnisse, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1981

2 Bewertung der Planungszonen für Gegenmaßnahmen bei schweren Kernschmelzunfällen in Temelin

Die Zahl der akuten und späten Todesfälle ist von der Geschwindigkeit der Gegenmaßnahmen abhängig. Deshalb kommt der adäquaten Planung von Gegenmaßnahmen im Fall eines schweren Unfalls große Bedeutung zu. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass Katastrophenschutzmaßnahmen die Folgen schwerer Unfälle nur in Grenzen abmildern können; Langzeitfolgen sind in jedem Fall zu befürchten. Für das AKW Temelin wurden nach den Vorgaben der Internationalen Atomenergieagentur IAEA² drei Havarieplanungszonen (PAZ = precautionary action zone, UPZ = urgent protective action zone und LPZ = long term protective action planning zone) unterschieden. Für die PAZ wurde ein 5-km Radius, und für die UPZ in 13 km Radius angesetzt. Die Definition der Zonen nach IAEA-TECDOC-953 ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Eine Rechtfertigung der gewählten Entfernungen ist einem kürzlich veröffentlichtes offiziellen Papier der tschechischen Seite³ zu entnehmen.

Tabelle 1 Protective Action Planning Zones

Zone	Definition in IAEA TECDOC-953
Precautionary action zone (PAZ)	Katastrophenschutzplanung für die gesamte Zone Beinhaltet ca. 90% der deterministischen Strahlenschäden bei durchschnittlichem Wetter IAEA-TECDOC-953: 3-5 km AKW Temelin: 5 km Radius
Urgent protective action zone (UPZ)	Katastrophenschutzplanung für Teilbereiche (Verbleib in Häusern, vorbeugende Gabe von Jodtabletten zur Verminderung der Belastung der Schilddrüse) Beinhaltet ca. 99% der deterministischen Strahlenschäden bei durchschnittlichem Wetter IAEA-TECDOC-953: 10-25 km AKW Temelin: 13 km Radius
Long term protective action planning zone (LPZ)	Planung von Vorsorgemaßnahmen zur Reduktion von Langzeitbelastungen (Umsiedlung, Verzehrbeschränkungen, Einschränkungen in der Landwirtschaft) Beinhaltet ca. 99% der Strahlenexposition IAEA-TECDOC-953: 50-100 km AKW Temelin: ?

Als Interventionswerte werden im Dokument angesetzt:

Verbleib in Häusern:	5 mSv bis 50 mSv
Evakuierung:	50 mSv bis 500 mSv
Verzehrbeschränkungen:	5 mSv bis 50 mSv
Umsiedlung:	50 mSv bis 500 mSv

Dabei wird von tschechischer Seite von der Untergrenze der Interventionswerte ausgegangen. Von entscheidender Bedeutung ist bei der Katastrophenschutzplanung der Zeitraum, über den die zu vermeidende Dosis berechnet wird. Im vorliegenden Papier wird von einer Integrationszeit von 2 bzw. 7 Tagen ausgegangen. Dabei wird nicht begründet offen, warum nur diese beiden Integrationszeiträume gewählt wurden. Eine Evakuierung ist

² IAEA-TECDOC-953, Method for the development of emergency response preparedness for nuclear or radiological accidents, Vienna, 1997

³ Principles and Methods of Emergency Planning and Response at NPP Including Assessment of Beyond Design and Severe Accident Consequences, presented during the workshop organized by SUJB, 4 April 2001, Prague



sicherlich in den ersten beiden Tagen nach einem Unfall anzusetzen, für die Planung von Umsiedlungsmaßnahmen sind auch Strahlenexpositionen über mehr als 7 Tage nach dem Unfall von Bedeutung. Die maximale Entfernung, in der nach offiziellen Angaben eine effektive Strahlenbelastung von 5 mSv, 10 mSv, 50 mSv, 100 mSv bzw. 500 mSv zu erwarten ist, lässt sich aus den Berechnungen für zwei Wetterlagen ableiten, die in Tabelle 2 zusammengestellt wurden. Dabei handelt es sich um eine beispielhafte Auswahl der Szenarien mit den maximalen Folgen.

Tabelle 2 Ergebnisse der offiziellen Unfallfolgenrechnungen für die Maximalszenarien (in Klammern die zugrundeliegenden Unfallszenarien)

Wetterlage und Zeitraum der Strahlenbelastung	5 mSv	10 mSv	50 mSv	100 mSv	500 mSv
Stabilitätsklasse D, Windgeschwindigkeit 5 m/s Strahlendosis über 2 Tage	15 km (ST 1)	10 km (ST 1)	4 km (ST 1)	keine Angabe	keine Angabe
Stabilitätsklasse D, Windgeschwindigkeit 5 m/s Strahlendosis über 7 Tage	keine Angabe	keine Angabe	5 km (ST 1)	3 km (ST 1)	2 km (ST 1)
Stabilitätsklasse F, Windgeschwindigkeit 2 m/s Strahlendosis über 2 Tage	>40 km (ST_V)	>40 km (ST_V)	--	keine Angabe	keine Angabe
Stabilitätsklasse F, Windgeschwindigkeit 2 m/s Strahlendosis über 7 Tage	keine Angabe	keine Angabe	5 km (ST 1)	3 km (ST 1)	2 km (ST 1)

Diese Ergebnisse wurden von den Autoren des Papiers als Beleg dafür interpretiert, dass die Planungszonen PAZ (5km) und UPZ (13 km) für das AKW Temelin als hinreichend konservativ eingeschätzt werden können. Dabei widerspricht schon allein das Ergebnis >40 km gegen die gewählten Planungszonen; im tschechischen Papier gibt es noch weitere Angaben, die über 13 km liegen. Eine genauere Analyse der zugrundeliegenden Daten ist jedoch nicht möglich. Die beiden hier referierten Szenarien mit den größten Auswirkungen (ST 1 und ST_V) werden hinsichtlich ihres Quellterms der freigesetzten radioaktiver Stoffe nicht beschrieben. Ebenso fehlen Angaben zum unterstellten zeitlichen Ablauf des Unfalls und der gleichzeitig freigesetzten thermischen Energie. Das Fehlen dieser Angaben stellt einen fundamentalen Mangel der vorgelegten Unterlage dar.

Ohne eine detaillierte Dokumentation der getroffenen Annahmen ist eine fundierte Diskussion über die Festlegung der Planungszonen PAZ (5km) und UPZ (13 km) für das AKW Temelin nicht möglich. Weiterhin ist die Begrenzung der Berechnungen auf zwei Wetterlagen und zwei Integrationszeiten sachlich nicht gerechtfertigt. Für eine umfassende Bewertung der getroffenen Vorsorgemaßnahmen ist es notwendig, die Bandbreite der Unfallszenarien zu berücksichtigen, mögliche Wetterlagen vollständig zu bewerten, und die potenziellen Belastungen für das Spektrum der möglichen Gegenmaßnahmen (und damit für verschiedene Expositionszeiten) zu berechnen. Es fehlt weiterhin eine Berechnung der Belastung der Schilddrüse durch Jodisotope. Diese kann u.U. am ehesten den Anlass für vorbeugende Maßnahmen (Verminderung der Inkorporation von radioaktivem Jod durch stabiles Jod) geben.

Für eine erste Einschätzung der Behauptung, die Planungszonen PAZ (5km) und UPZ (13 km) für das AKW Temelin seien hinreichend konservativ eingeschätzt worden, musste daher auf andere öffentlich zugängliche Quellen zurückgegriffen werden. Wir stützen uns auf die gleiche Quelle wie das Umweltbundesamt Wien in der Bewertung der UVE-II Temelin vom



November 2000⁴., das auf den Ergebnissen einer Risikoanalyse der bulgarischen Akademie der Wissenschaften für den Reaktor Kozloduy-5 aufbaut. Die hierbei betrachteten Kenndaten zu den Unfallszenarien sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3 Freisetzungparameter für schwere Kernschmelzunfälle in WWER-1000 Reaktoren⁵

Szenario	1 Dampf- explosion	2 Versagen von Kühlung, Containment- sprühsystem, Wärmeabfuhr	3 Überdruck- versagen d. Containments Versagen der Wärmeabfuhr	4 Kühlmittel- verlust mit teilweisem Containment	5 Kühlmittel- verlust mit Bypass NUREG-1150
Zeit zwischen Abschaltung und Freisetzung, Std	2,5	2,5	5	2	2
Dauer der Freisetzung, Std.	0,5	0,5	1,5	3	1
Freigesetzte Energie, MW	5	49	1,8	0,03	0
Freisetzunganteile					
Xe, Kr	90%	90%	80%	60%	100%
I	70%	70%	20%	9%	10%
Cs, Rb	40%	50%	20%	0%	10%
Te, Sb	40%	30%	30%	3%	10%
Sr, Ba	5%	6%	2%	0,5%	1%
Mo, Ru	40%	2%	3%	0,3%	1%
La, Ce	0,3%	0,4%	0,3%	0,04%	1%

Anmerkung: Eine vollständige Dokumentation der den Szenarien zugrundeliegenden Annahmen liegt nicht vor.

3 Auswirkungen schwerer Unfälle

Für die Berechnung der Folgen wurde das relativ wahrscheinlichste Unfallszenario 5 zugrundegelegt. Wie die Werte in Tabelle 3 zeigen, wird damit keinesfalls die größtmögliche Freisetzung radioaktiver Stoffe unterstellt (z.B. 10% Freisetzung von Cs-137 gegenüber 50% in Szenario 2). Mit dem Programm Hotspot98⁶ wurde die resultierende Deposition des Leitnuklids Cs-137 berechnet. Beispielhaft sind in Bild 2 bis 4 die Ergebnisse für eine Depositionsgeschwindigkeit von 1 cm/s und einer Mischungsschichthöhe von 1000 m dargestellt. Dabei wurde die Windgeschwindigkeit variiert: 1 m/s (Bild 2), 2 m/s (Bild 3), 5 m/s (Bild 5). Es zeigt sich, dass bei allen Windgeschwindigkeiten noch in 100 km Entfernung die Bodenkonzentrationen von Cs-137 1000 kBq/m² überschritten werden können. Zur Einschätzung der damit verbundenen Strahlenexposition können die Werte in Tabelle 4 dienen. Bei einer Cs-137 Bodendeposition von 1000 kBq/m² übersteigt die externe Strahlenbelastung vom 2. bis 60. Tage nach dem Unfall den Referenzdosiswert von 50 mSv; Umsiedlungsmaßnahmen sind erforderlich.

⁴ Teil-UVE II Temelin im Rahmen der Tschechischen Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß Gesetz Nr. 244/1992 „Atomkraftwerk Temelin, Bauänderungen“– Bericht an die österreichische Bundesregierung; Umweltbundesamt, Wien, November 2000 (www.ubavie.gv.at), Abschnitt 4, Kap. 10 (s. 70ff)

⁵ Iordanov I.D., Risk Analysis for the Kozloduy Nuclear Power Plant (Unit 5) in Probabilistic Safety Assessment and Management' 96 ESREL 96 – PSAM III, June 24-28 1996, Crete, Volume 3

⁶ Hotspot 98 Health Physics Code, Lawrence Livermore National Laboratory, 2000.



Tabelle 4 Externe Strahlenbelastung als Folge eines Kernschmelzunfalls (Szenario 5)

Referenzdosis	Referenzdosis durch Bodenstrahlung vom 2. bis 7. Tag nach dem Unfall überschritten bei:	Referenzdosis durch Bodenstrahlung vom 2. bis 60. Tag nach dem Unfall überschritten bei:
5 mSv	300 kBq/m ² Cs-137	100 kBq/m ² Cs-137
10 mSv	600 kBq/m ² Cs-137	200 kBq/m ² Cs-137
50 mSv	3000 kBq/m ² Cs-137	1000 kBq/m ² Cs-137

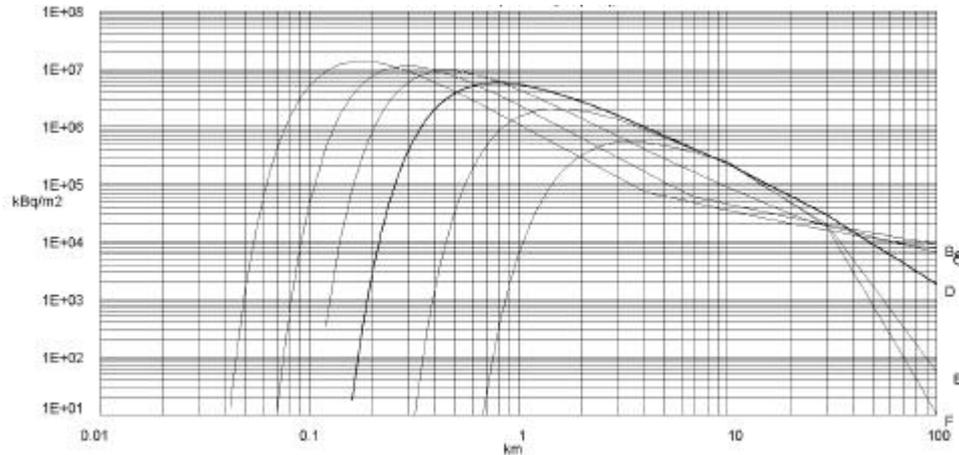


Bild 2: Bodendeposition von Cs-137 in kBq/m² nach schwerem Kernschmelzunfall (Szenario 5) in Abhängigkeit von der Entfernung und der Ausbreitungsklassen A bis F; effektive Freisetzungshöhe 50 m, Windgeschwindigkeit 1 m/s; Mischungsschichthöhe 1000 m

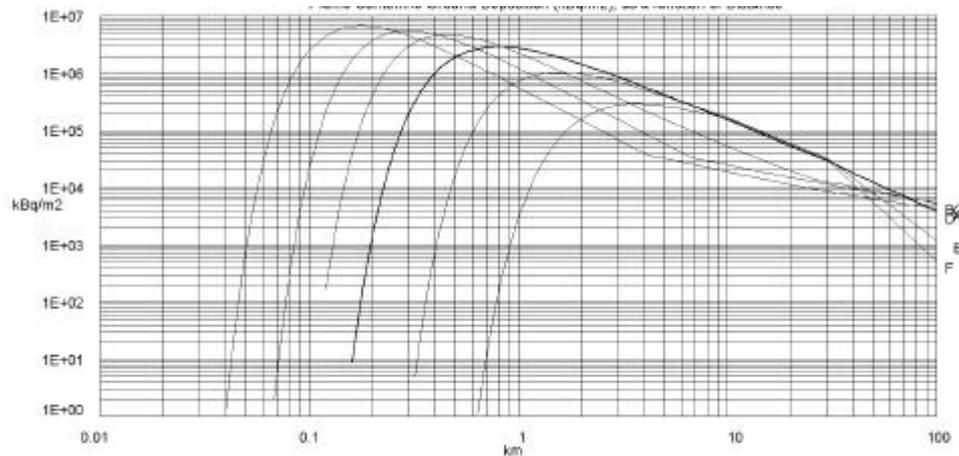


Bild 3: Bodendeposition von Cs-137 in kBq/m² nach schwerem Kernschmelzunfall (Szenario 5) in Abhängigkeit von der Entfernung und der Ausbreitungsklassen A bis F; effektive Freisetzungshöhe 50 m, Windgeschwindigkeit 2 m/s; Mischungsschichthöhe 1000 m



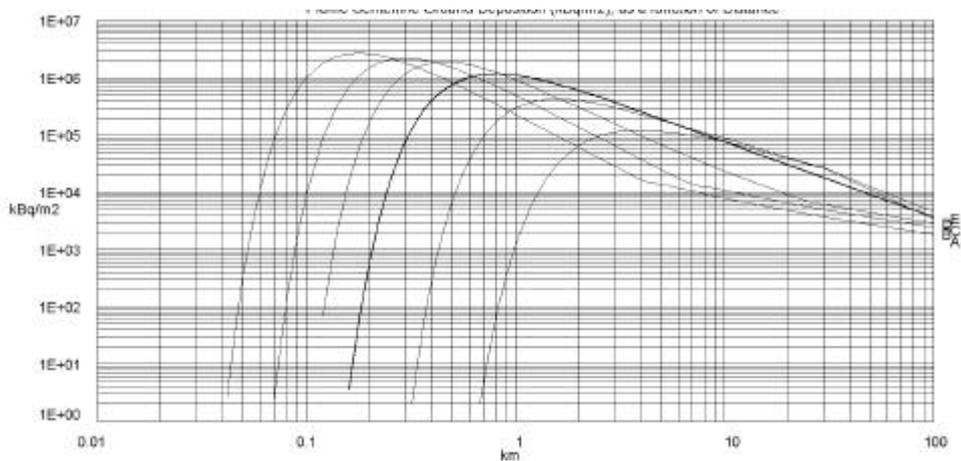


Bild 4: Bodendeposition von Cs-137 in kBq/m^2 nach schwerem Kernschmelzunfall (Szenario 5) in Abhängigkeit von der Entfernung und der Ausbreitungsklassen A bis F; effektive Freisetzungshöhe 50 m, Windgeschwindigkeit 5 m/s; Mischungsschichthöhe 1000 m

Komplexere Ausbreitungsrechnungen auf der Basis dokumentierter Wetterlagen zeigen, dass die Cs-137 Deposition in Österreich über 12.000 kBq/m^2 liegen kann, insbesondere bei Auswaschung durch Regen. Dies ist an einem Beispiel in Bild 5 dargestellt.

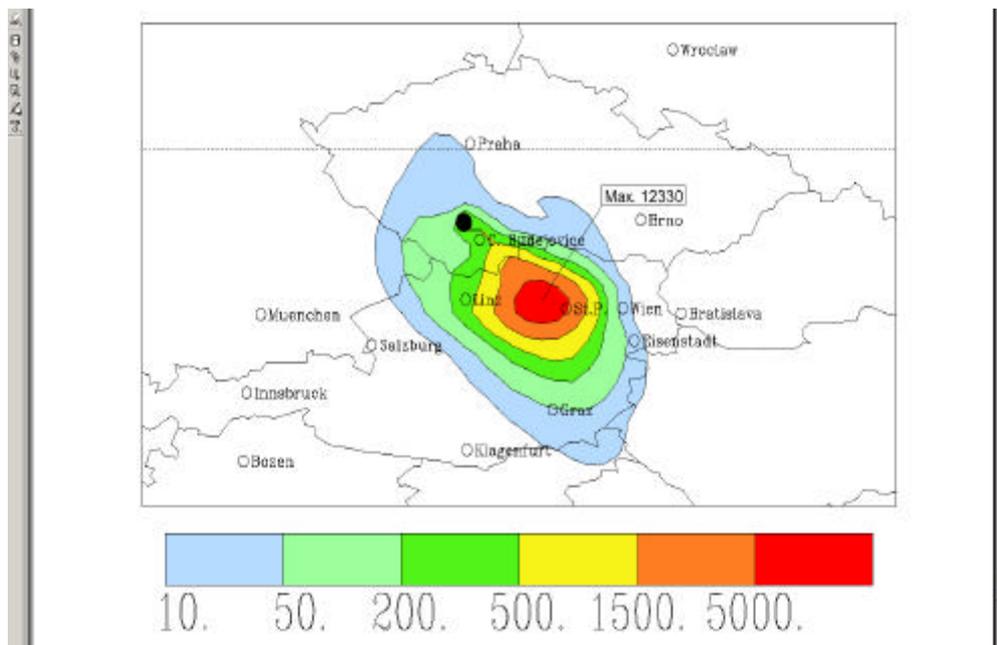


Bild 5 Auswirkung eines schweren Kernschmelzunfalls mit Überdruckversagen; (Szenario 3); Wetterszenario vom 3. März 1995, 20:00 Uhr; errechnete Deposition von Cs-137 in kBq/m^2 (nach UVE-II, vgl. Fussnote 4)

Die Ergebnisse zeigen, dass bei schweren Kernschmelzunfällen mit großer Wahrscheinlichkeit Cs-137 Bodenkontamination von mehr als 1000 kBq/m² noch in mehr als 100 km Entfernung auftreten können. In mehr als 50% der Fälle würden kontaminierte Luftmassen Österreich erreichen. Da bei 1000 kBq/m² mit Cs-137 als Leitnuklid die über 60 Tage kumulierte Dosis über 50 mSv beträgt, somit die Obergrenze des Kriteriums für Gegenmaßnahmen eindeutig überschritten wird, ist dieser Umstand bei der Katastrophenschutzplanung zu berücksichtigen.

In Gebieten mit mehr als 1500 kBq/m² wurde in 1986 nach dem Unfall in Tschernobyl die Bevölkerung in Weißrussland umgesiedelt. Die maximale Kontamination in den von den US-amerikanischen Atomwaffentests in den Marshallinseln betroffenen Atollen liegt deutlich unter 1000 kBq/m².⁷ Eine Besiedlung der am stärksten betroffenen Gegenden ist in den Marshall-Inseln nicht beabsichtigt.

4 Unterrichtung der Bevölkerung

Richtlinie 89/618/Euratom des Rates vom 27. November 1989 über die Unterrichtung der Bevölkerung über die bei einer radiologischen Notstandssituation geltenden Verhaltensmassregeln und zu ergreifenden Gesundheitsschutzmassnahmen legt in Artikel 5 die vorherige Unterrichtung wie folgt fest:

- (1) Die Mitgliedstaaten tragen dafür Sorge, dass die Bevölkerung, die bei einer radiologischen Notstandssituation betroffen sein könnte, über die für sie geltenden Gesundheitsschutzmaßnahmen sowie über die entsprechenden Verhaltensmaßregeln im Fall einer radiologischen Notstandssituation unterrichtet wird.**
- (2) Die übermittelten Informationen enthalten mindestens die in Anhang I genannten Angaben.**
- (3) Die Informationen werden der in Absatz 1 bezeichneten Bevölkerung unaufgefordert übermittelt.**
- (4) Diese Informationen werden von den Mitgliedstaaten auf den neusten Stand gebracht und regelmässig übermittelt, und zwar auch, wenn sich bedeutsame Änderungen hinsichtlich der vorgesehenen Maßnahmen ergeben. Diese Informationen müssen der Öffentlichkeit ständig zugänglich sein.**

Anhang I definiert die erforderlichen Angaben wie folgt:

1. *Grundbegriffe der Radioaktivität und Auswirkungen der Radioaktivität auf den Menschen und auf die Umwelt.*
2. *Berücksichtigte radiologische Notstandssituationen und ihre Folgen für Bevölkerung und Umwelt.*
3. *Geplante Notfallmaßnahmen zur Warnung, zum Schutz und zur Rettung der Bevölkerung bei einer radiologischen Notstandssituation.*
4. *Geeignete Informationen darüber, wie sich die Bevölkerung bei einer radiologischen Notstandssituation verhalten sollte.*

Nach den vorliegenden Unterlagen ist nicht ersichtlich, dass diese Anforderungen sind nach den gegenwärtigen Planungen für Temelin erfüllt wären.

Die Katastrophenschutzplanungen zum AKW Temelin entsprechen deshalb nicht dem EU-Standard.

⁷ Simon S.L. and Graham J.C., Radiological Monitoring of the Marshall Islands, Health Physics 73(1):66-85; 1997

5 Schlussfolgerung

Zusammenfassend lassen sich nach derzeitigem Kenntnisstand folgende Feststellungen hinsichtlich der Bewertung der Folgen schwerer Unfälle im AKW und der Katastrophenschutzplanung treffen:

- (a) Die Dokumentation von offizieller tschechischer Seite ist unzureichend, was die Bewertung der Folgen schwerer Unfälle im AKW angeht. Es fehlt eine transparente Darstellung der getroffenen Annahmen und eine nachvollziehbare Dokumentation der Ergebnisse. Die vorgelegten Berechnungen sind lückenhaft.
- (b) In der Umweltverträglichkeitsuntersuchung werden die Auswirkungen schwerer Unfälle nicht berücksichtigt; sie ist deshalb als unvollständig zurückzuweisen.
- (c) Schwere Kernschmelzunfälle haben mit großer Wahrscheinlichkeit Cs-137 Bodenkontamination von mehr als 1000 kBq/m² noch in 100 km Entfernung zur Folge. Damit sind Gegenmaßnahmen auch für Entfernungen größer als 13 km vom Kraftwerksstandort vorzuplanen. Die Begrenzung der Havarieplanungszone auf 13 km ist völlig unzureichend.
- (d) Eine hinreichende Begründung für die gewählten Eingreifkriterien fehlt ebenso wie der Nachweis ihrer Operationalisierbarkeit.
- (e) Eine detaillierte Bewertung der Folgen schwerer Unfälle ist für die weiteren Planungen notwendig.
- (f) Die derzeitigen Planungen erfüllen nicht die Anforderungen der Richtlinie 89/618/Euratom des Rates vom 27. November 1989 über die Unterrichtung der Bevölkerung über die bei einer radiologischen Notstandssituation geltenden Verhaltensmassregeln und zu ergreifenden Gesundheitsschutzmassnahmen.