

Albert Bayer

Der anlagenexterne nukleare Notfallschutz - ein Werkzeug zur Verminderung des nuklearen Risikos

*"Gegen ungewöhnliche Zufälle gibt es keine Mittel.
Aber man muß Berechnungen anstellen,
was alles für Zufälle eintreten könnten,
und dann ihnen gegenüber um Abhilfe besorgt sein."*

Niccolò Machiavelli (1469-1527)

"Discorsi sopra la prima deca di Tito Livio"
(Gedanken über Politik und Staatsführung)

1. Gefahren und Gefahrenabwehr

Gefahr besteht dann, wenn Ereignisse eintreten können, die möglicherweise Schäden für den Menschen und seine Umwelt zur Folge haben.

Gefahren, die für den Menschen von Bedeutung sind, ergeben sich aus Vorgängen in der Natur (z.B. Erdbeben, Vulkanismus, Sturm etc.) oder haben zivilisationsbedingte Ursachen. Die Quellen zivilisationsbedingter Gefahren wiederum sind in gesellschaftlich-politischen Umständen (z.B. Unruhen, Krieg etc.) und technischen Gegebenheiten zu suchen. Schließlich lassen sich die technischen Gefahren grob in zwei Kategorien einteilen: zum einen in Gefahren, die von den in den verschiedenen Industriezweigen ablaufenden Prozessen ausgehen, und zum anderen in Gefahren, die von den Verbrauchsgütern (einschließlich Rohstoffen und Abfallprodukten) selbst herrühren (siehe Abb. 1). Die eigentliche Gefahr kann dabei von der möglichen Freisetzung von Energie ausgehen, die in unterschiedlicher Form gespeichert ist (typische Kenngrößen sind Druck, Temperatur, Geschwindigkeit, elektrische Spannung usw.), oder von gewissen Stoffeigenschaften (Giftigkeit, Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit etc.) sowie auch vom Zusammenwirken anomaler Zustände und Materialeigenschaften.

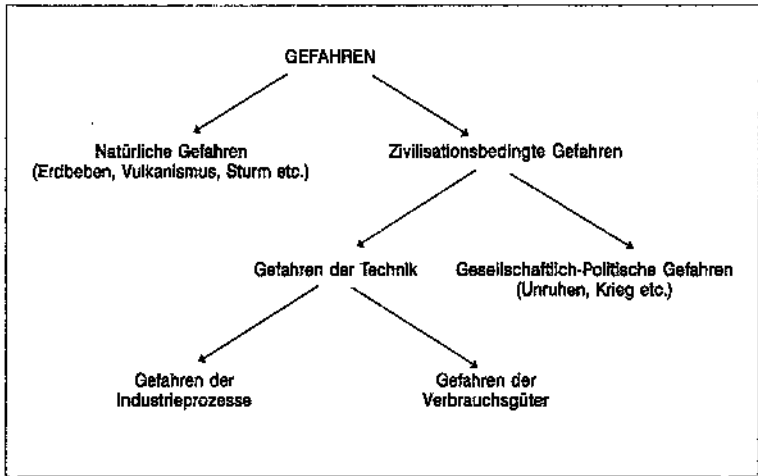


Abb. 1: Gefahren

Die Kerntechnik und die ihr zugehörigen Prozesse sind in den Anlagen des nuklearen Brennstoffkreislaufs konkretisiert. Das dabei produzierte Verbrauchsgut ist fast ausschließlich elektrische Energie. Die mit dem Verbrauchsgut "elektrische Energie" verbundene Gefahr ist unabhängig von der zur Erzeugung dieser Energie angewandten Technik (z.B. Wärme- und Wasser-Kraftwerke). Allerdings wird als charakteristisch für die Kernenergie diejenige Gefahr angesehen, die mit den in den Anlagen des nuklearen Brennstoffkreislaufs gehandhabten radioaktiven Materialien (Brennstoff, Abfallprodukte) verbunden ist.

Der Mensch ist im allgemeinen bestrebt, Gefahren abzuwehren oder zumindest die Möglichkeit ihres Auftretens und das Ausmaß der Schäden zu vermindern. Bei den Gefahren der Technik wird dieser Zielvorstellung mit Hilfe technischer und administrativer Maßnahmen entsprochen.

Technische Maßnahmen umfassen die Installation und Inspektion technischer Sicherheitssysteme. Administrative Maßnahmen umfassen vorgeplante bzw. vorgedachte Anweisungen und Aktionen zum Schutz der Bevölkerung, wie z.B. Aufsuchen von schützenden Räumen oder Evakuierung gefährdeter Gebiete.

Eine Abwehr von Gefahren setzt voraus, daß diese erkannt werden. Gegen Gefahren, die jenseits der bisherigen menschlichen Erkenntnis liegen, ist

eine gezielte Abwehr nicht möglich. Sie bleiben unerkannte Gefahren; auf diese kann - bei ihrem Auftreten - nur mit ad-hoc Anweisungen und Aktionen reagiert werden.

2. Der nukleare Notfallschutz - Aufgaben

Das Werkzeug der Gefahrenabwehr ist der Notfallschutz. Ziel des Notfallschutzes ist es, in einem Ereignisfall - sei es ein technischer Unfall, eine Naturkatastrophe oder ein anderes Ereignis - durch zeit- und sachgerechtes Entscheiden und Handeln von fachlich kompetentem Personal sowie durch den Einsatz vorhandener Einrichtungen, vorgehaltener Geräte und Materialien, die möglichen Auswirkungen dieses Ereignisses so niedrig wie möglich zu halten. Der nukleare Notfallschutz hat speziell den Schutz vor den Gefahren, die mit den gehandhabten radioaktiven Materialien verbunden sind, zur Aufgabe. Dabei wird zwischen dem anlageninternen und dem anlagenexternen Notfallschutz unterschieden.

Der anlageninterne nukleare Notfallschutz stellt die Gesamtheit aller technischer und organisatorischer Maßnahmen dar, die in einer kerntechnischen Anlage ergriffen werden, um auslegungsgemäß nicht vorgesehene Anlagenzustände oder Ereignisabläufe möglichst frühzeitig zu erkennen, zu kontrollieren und in ihrer möglichen Auswirkung innerhalb und außerhalb der Anlage zu begrenzen.

Der anlagenexterne Notfallschutz ist das spezielle Instrument zum Schutz der Bevölkerung vor den Auswirkungen unfallbedingter Freisetzungen von Radionukliden aus technischen Anlagen mit nachfolgenden Kontaminationen und erhöhten Strahlenexpositionen. Die wichtigsten Elemente des anlagenexternen Notfallschutzes und ihre Struktur sind in Abb. 2 schematisch dargestellt.

3. Radiologische Grundlagen und Schutzziele

Ausgangspunkt der Überlegungen zum nuklearen Notfallschutz sind die radiologischen Grundlagen. Sie umfassen neben der Strahlenphysik (Natur der verschiedenen Strahlenarten sowie ihre möglichen physikalischen Wechselwirkungen mit der Materie und ihren Bausteinen), die biologischen Wirkungen der Strahlenexposition auf den Menschen sowie den quantitativen funktionalen Zusammenhang zwischen der Strahlenexposition und der biologischen Wirkung.

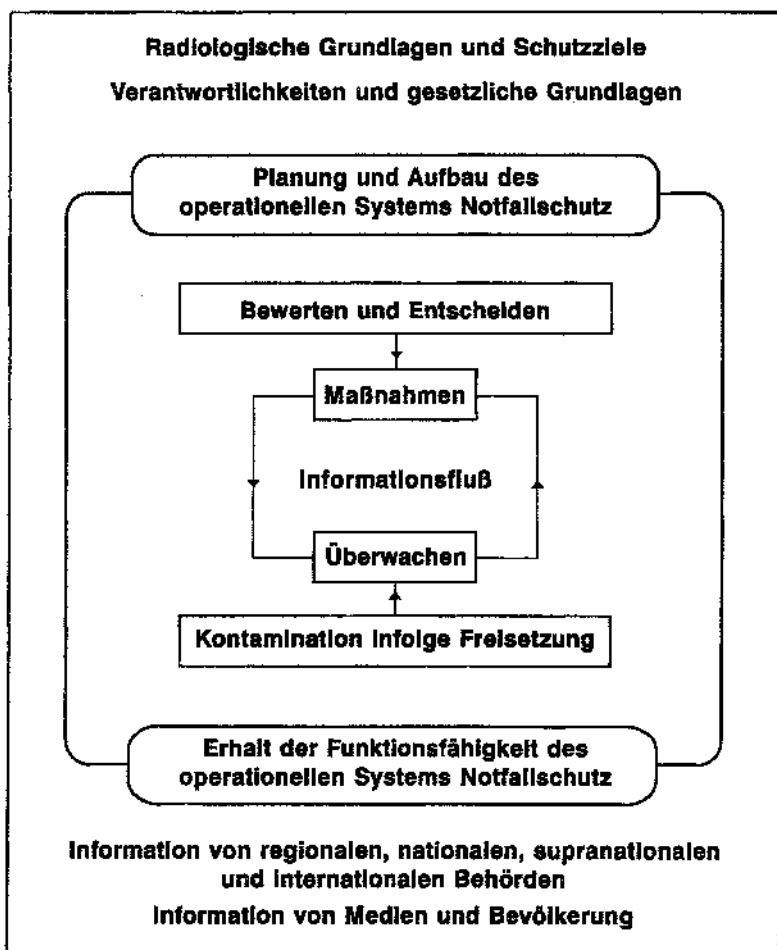


Abb. 2: Der anlagenexterne Notfallschutz (schematisch)

Biologische Wirkungen werden unterschieden in:

- genetische Schäden (Schäden am Erbgut),
- teratogene Schäden (Schäden an der Leibesfrucht),
- somatische Schäden (Schäden am geborenen Menschen).

An den funktionalen Zusammenhängen zwischen Strahlenexposition und biologischer Wirkung (Dosis-Wirkungs-Beziehung bei deterministischen bzw. nicht-stochastischen Effekten, Dosis-Risiko-Beziehung bei stochastischen Effekten) orientieren sich die Schutzziele: Vermeidung von möglichen schädlichen deterministischen Auswirkungen sowie weitgehende Minderung des Auftretens von stochastischen Wirkungen.

Als generelle Maßnahmen zur Erreichung dieser Schutzziele stehen zur Verfügung:

- Abschirmung zur Reduzierung der externen Strahlenexposition,
- Ortswechsel zur Verminderung der Expositionszeit bzw. der Dosisleistung,
- Schließen von Türen und Fenstern zur Verringerung der Inkorporation von Radionukliden über die Atmung
- Vermeidung oder Verminderung der Inkorporation von Radionukliden mit den Lebensmitteln zur Reduktion der internen Strahlenexposition,
- Dekontamination zur Reduzierung der externen Strahlenexposition.

Zur Erreichung der Schutzziele werden national und international Schutzkonzepte entwickelt. Diese beinhalten die Festlegung von "Grenzwerten" im Hinblick auf Kontamination und Strahlenexposition, die Prinzipien zur Einrichtung von Überwachungssystemen und die Nennung und Beschreibung von Einzelmaßnahmen einschließlich von Anleitungen darüber, wie diese Maßnahmen zur optimalen Erreichung des angestrebten Ziels einzusetzen sind.

4. Verantwortlichkeiten und gesetzliche Grundlagen

Die Bewältigung der Aufgabe "nuklearer Notfallschutz" liegt in der Verantwortung des Staates.

Gemäß dem föderalistischen Aufbau der Bundesrepublik Deutschland sind die Verantwortlichkeiten des Notfallschutzes auf die Länder und den Bund verteilt.

- Da die allgemeine Gefahrenabwehr - sie umfaßt Polizeirecht, allgemeines Ordnungsrecht, Katastrophenschutzrecht etc. - in die Kompetenz der Länder fällt, übernehmen die Länder mit ihren Behörden auch die Verantwortung für die Bewältigung jener Aufgaben, die man dem nuklearen Katastrophenschutz zuordnet. Die Durchführung dieser Aufgabe wird in den Katastrophenschutzgesetzen der Länder geregelt.

- Demgegenüber übernimmt der Bund mit seinen Behörden die Verantwortung für die Bewältigung jener Aufgaben, die der Strahlenschutzvorsorge zugeordnet sind. Die speziellen Aufgaben sind im Strahlenschutzvorsorgegesetz geregelt.

Dies ist - zusammen mit einigen weiteren Details, die im folgenden beschrieben werden - schematisch in Abb. 3 dargestellt.

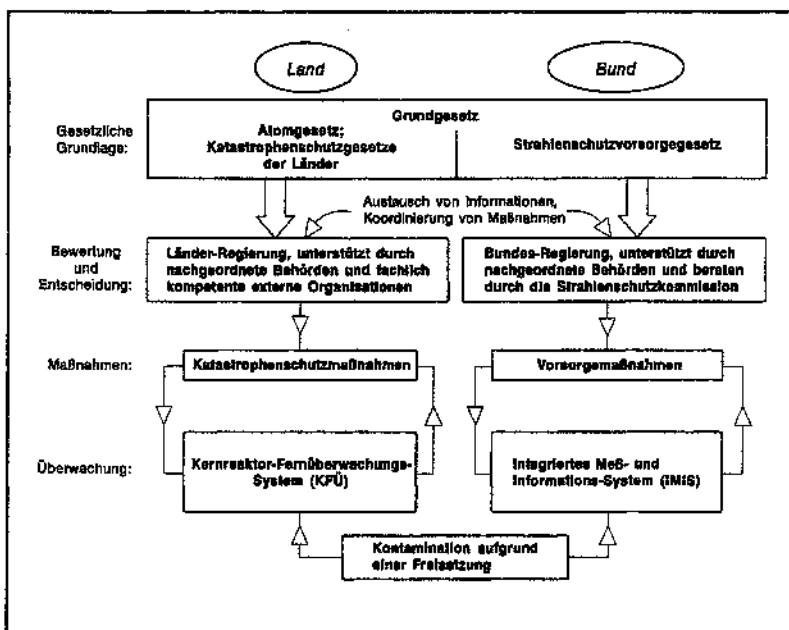


Abb. 3: Operationelles Notfallschutzsystem der Länder und des Bundes

Beide Aufgabenbereiche - nuklearer Katastrophenschutz und Strahlenschutzvorsorge - werden in Deutschland sprachlich unter dem Begriff "Nuklearer Notfallschutz" zusammengefaßt.

5. Das operationelle System Notfallschutz - Aufgaben und Struktur

Damit im Ereignisfall die Ziele der Schutzkonzepte schnell und wirksam erreicht werden, bedarf es innerhalb eines Verantwortungsbereichs des Aufbaus eines operationellen Systems.

Dieses operationelle System besteht aus den Elementen

- Überwachung (bzw. Ermittlung) der Kontamination und der Strahlenexposition sowie - soweit im Einzelfall möglich - auch Überwachung der Emissionen der potentiellen Quellen,
- Bewertung der Überwachungsergebnisse und Entscheidungen im Hinblick auf Maßnahmen und Empfehlungen,
- Durchführung der beschlossenen Maßnahmen und Befolgen von ausgesprochenen Empfehlungen.

Diese genannten Elemente können zusammen mit dem Ereignis selbst einschließlich des nachfolgenden Kontaminationsvorganges in etwa den Elementen eines Regelkreises (genauer: Denk- und Lernkreis) zugeordnet werden.

5.1 Kontaminationsvorgang nach unfallverursachter Freisetzung

Die Art und Weise der Freisetzung von Radionukliden hängt vom (anlageninternen) Unfallablauf ab.

Potentielle Quellen sind zivile und militärische Anlagen und Geräte mit radioaktivem Inventar. Dies sind u.a.:

- Kernkraftwerke und die Anlagen des kerntechnischen Brennstoffkreislaufs (Brennelementefabrik, Wiederaufarbeitungsanlage, Lager, Transporte etc.),
- sonstige stationäre Anlagen mit bedeutendem nuklearem Inventar,
- Land- und Wasserfahrzeuge sowie Luft- und Raumfahrzeuge mit nuklearem Inventar (als Antrieb oder als Ladung).
- Kernwaffen und Anlagen zu ihrer Herstellung,

Im Ereignisfall wird der Ablauf in der Anlage - soweit möglich - mit Hilfe der verfügbaren Anlageninstrumentierung beobachtet. Auf dieser Basis sowie mit Hilfe von Computercodes errechneten Quelltermen verschiedener Unfallabläufe (z.B. in Risikostudien), ggf. auch mit Hilfe von Analogeschlüssen zu bereits stattgefundenen Unfällen, wird man versuchen, zu einer Prognose des voraussichtlichen Freisetzungsvorganges zu gelangen.

Die dann gegebenenfalls als Folge der Freisetzung stattfindende Kontamination der Umwelt hängt zum einen von Art und Menge der Freisetzung ab. Desweiteren hängt sie bei Freisetzung in die Atmosphäre von den herrschenden atmosphärischen Transport- und Depositionsvorgängen und bei Freisetzung in die Hydrosphäre von den herrschenden hydrosphärischen Transport- und Sedimentationsvorgängen ab. An diese Vorgänge schließen sich weitere Transfer- und Bioakkumulationsvorgänge an, die schließlich die Kontamination in der Ökosphäre bestimmen.

5.2 Überwachung der Kontamination und der Strahlenexposition

Zur Ermittlung der Kontaminationslage befinden sich Überwachungseinrichtungen vorzugsweise in der Umgebung von stationären Anlagen, um speziell diesen Bereich, in dem mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bei einem Unfall mit nachfolgender Freisetzung die höchsten Kontaminationen zu erwarten sind, zu überwachen. Dies erfolgt im wesentlichen mit Hilfe der Kernreaktor-Fernüberwachungssysteme (KFÜ) der Länder. Darüberhinaus sind Überwachungseinrichtungen aber auch auf dem gesamten Staatsgebiet installiert, um die Kontaminationslage "flächendeckend" mit Hilfe des "Integrierten Meß- und Informationssystems für die Überwachung der Umweltradioaktivität" (IMIS), eine Einrichtung des Bundes, der die Länder zuarbeiten, zu ermitteln.

Neben Messungen werden Modellrechnungen (Simulation) zur Ermittlung der aus der Kontamination resultierenden Strahlenexposition sowie zur Prognose der in der Folgezeit zu erwartenden Kontaminationslage und der daraus resultierenden Strahlenexposition durchgeführt. Eng an diese Modellrechnungen angekoppelt sind meist weitere Rechenprogramme, mit deren Hilfe die Wirkung möglicher Maßnahmen prognostisch ermittelt werden. Sie stellen damit ein hilfreiches Werkzeug für die Entscheidungsfindung (siehe nächster Abschnitt) dar.

5.3 Bewertung der Überwachungsergebnisse und Entscheidungen

Bei der Bewertung sind sowohl Entscheidungen ohne Ermessensbereich zu treffen, als auch solche, bei denen innerhalb vorgegebener Richtwerte ein gewisser Ermessensbereich vorliegt.

Die Vorgabe der Sollwerte erfolgt in der Regel durch internationale Empfehlungen (z.B. der ICRP* und der IAEA**), die in EU-Recht und in nationales Recht umgesetzt werden können. Hieraus leitet sich ein Dosis-Maßnahmen-Konzept her, in dem Dosisrichtwerte für das Einleiten von Notfallschutzmaßnahmen erarbeitet werden. Durch das Auswerten von Erfahrungen (im eigenen Land wie auch in anderen Ländern) kann es sinnvoll sein, entsprechende Modifikationen vorzunehmen. Schließlich ist es im Ereignisfall zuweilen sinnvoll, die anfänglichen Sollwerte durch Abwägen aus der Situation heraus zu verändern. Hierdurch wird der reine Regelkreis zu einem Lern- und Denkkreis.

5.4 Durchführung beschlossener Maßnahmen und ausgesprochener Empfehlungen

Auf der Grundlage der Bewertung und Entscheidung werden die beschlossenen Maßnahmen ergriffen, wobei sich entsprechend dem angewandten Dosisrichtwertesystem Maßnahmen ohne Ermessensbereich und Maßnahmen mit Ermessensbereich unterscheiden lassen. Entsprechend den gesetzlichen Grundlagen unterscheidet man in Deutschland - wie eingangs erwähnt - zwischen den Katastrophenschutzmaßnahmen, deren Anordnung im Kompetenzbereich der Länder liegt, und den Vorsorgemaßnahmen, deren Anordnung im Kompetenzbereich des Bundes liegt.

Die ergriffenen Maßnahmen bzw. ausgesprochenen Empfehlungen können administrativer, agrarischer, technischer oder medizinischer Natur sein. Die prinzipiell möglichen Maßnahmen sind meist vorab in sogenannten Maßnahmenkatalogen zusammengestellt, in denen neben der Maßnahme selbst auch die Effizienz und die Anwendbarkeit bei bestimmten Randbedingungen angegeben sind. Darüberhinaus wird i.a. auch auf mögliche Nachfolgeprobleme aufmerksam gemacht.

5.5 Informationslogistik

Um im Ereignisfall das Ziel "schnell zielsichere Entscheidungen treffen, um die bestmögliche Beschränkung der potentiellen Auswirkungen zu gewährleisten" zu erreichen, ist ein schneller Informationsfluß

* ICRP = International Commission on Radiological Protection

** IAEA = International Atomic Energy Agency

(Informationslogistik) erforderlich. Dies wird mit Hilfe moderner Informationstechniken realisiert, die die technisch zügige Weitergabe von Informationen jeglicher Art sowohl zwischen den Elementen des Regelkreises, als auch innerhalb der Elemente selbst gewährleisten. Hierdurch ist ein schnelles Regelverhalten des Regelkreises erst möglich.

6. Das operationelle System Notfallschutz - Aufbau und Erhalt der Funktionsfähigkeit

Der Einrichtung der besprochenen Komponenten geht eine Planung voraus, die die optimale Gestaltung des operationellen Systems Notfallschutz mit den vorhandenen Ressourcen zum Ziel hat. Die Schwerpunkte liegen dabei - unter Zugrundelegung unterschiedlicher Unfall-Szenarien - in der vorausschauenden Koordination des Einsatzes der Ressourcen (hier: für die Überwachung und die Umsetzung der Maßnahmen), in der Rationalisierung der Entscheidungsprozesse und der Abstimmung der Teilaufgaben, in der permanenten Erhöhung der Steuerungs- und Lernkapazität des Systems und in der Bewältigung der Führungs- und Organisationsaufgaben, insbesondere während des Prozesses der Konsensbildung bei Entscheidungen.

Damit das so erstellte operationelle System Notfallschutz funktionsfähig ist und bleibt, d.h. damit die allzeitige Bereitschaft des Systems gesichert ist, müssen während der Einrichtung, vor allem aber während des Einsatzes des Systems

- die geltenden Zuständigkeiten sowie die Inhalte der zwischen den beteiligten Institutionen im Ereignisfall auszutauschenden Informationen immer wieder überprüft werden,
- die installierten Einrichtungen, bereitgehaltenen Geräte und Materialien möglichst auf dem neuesten Stand gehalten sowie durch regelmäßige Tests auf ihre Funktionsfähigkeit und Effizienz hin geprüft werden,
- der erforderliche Wissensstand der in diesem Bereich tätigen Personen durch Schulung vermittelt und immer wieder aktualisiert und gefestigt werden,
- durch Übungen die Fähigkeit der Beteiligten, das durch Schulung erworbene Wissen für das Problemlösen umzusetzen, überprüft und gefestigt werden.

7. Information von nationalen, supranationalen und internationalen Behörden

Das innerhalb eines Verantwortungsbereichs erstellte operationelle System Notfallschutz wird meist entsprechend den speziellen Aufgaben dieses Bereichs konzipiert und aufgebaut. Bei sich berührenden oder überlagernden Verantwortungsbereichen - z.B. Land : Bund - ist jedoch für einen entsprechenden Informationsaustausch zwischen diesen Bereichen zu sorgen, so daß ein abgestimmtes Vorgehen möglich ist.

Dies gilt für:

- den Informationsaustausch im nationalen Rahmen:

In Deutschland ist - wie eingangs erwähnt - der nukleare Notfallschutz auf die Länder (Katastrophenschutz) und den Bund (Vorsorge) aufgeteilt. Zur abgestimmten Bewältigung der Gesamtaufgabe ist es in einem Staat jedoch zwingend erforderlich, die Systeme mit all ihren Komponenten so aufeinander abzustimmen, daß die Bewältigung der Gesamtsituation in optimaler Weise gewährleistet ist.

- den bilateralen Informationsaustausch:

Bei Standorten von Kernkraftwerken nahe an Staatsgrenzen, z.B. Schweiz - Deutschland, Frankreich - Deutschland oder Niederlande - Deutschland, ist es erforderlich, daß ein schneller Informationsaustausch zwischen den jeweiligen Staaten stattfindet. Den Rahmen hierfür geben i.a. bilaterale Übereinkommen; technische und informationsinhaltliche Details sind in speziellen Vereinbarungen geregelt.

- den Informationsaustausch im supranationalen Rahmen:

Die Europäische Union (EU) bildet einen supranationalen Wirtschaftsraum, in dem bei einem Ereignis mit erheblichen Auswirkungen - vor allem was die Wirtschaft beeinflussende Maßnahmen betrifft - einheitlich gehandelt werden muß. Entsprechende Verordnungen für Grenzwerte bei Nahrungs- und Futtermitteln (Maßnahmen) sind erlassen. Damit die EU entsprechend den ihr zugewiesenen Aufgaben handeln kann, ist es erforderlich, daß ihr die hierfür erforderlichen Informationen aus allen Mitgliedsstaaten zur Verfügung stehen. Gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom), erließ der Rat der EU 1987 eine Entscheidung über Gemeinschaftsvereinbarungen für den beschleunigten Informationsaus-

tausch im Falle einer radiologischen Notstandssituation. Das hierfür geschaffene System heißt ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange).

- den internationalen Informationsaustausch:

Obwohl in "Risikostudien für kerntechnische Anlagen" durch Simulationsrechnungen frühzeitig gezeigt, wurde doch erst durch den Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl und seine Auswirkungen allgemein bewußt, über welche weite Distanzen freigesetzte Radionuklide in der Atmosphäre transportiert werden können. Diese Erfahrung förderte die Einsicht in die Notwendigkeit der schnellen gegenseitigen internationalen Information über die Emissionen und Immissionen bei einem nuklearen Unfall. Sie fand ihren Niederschlag in den Konventionen der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO) des Jahres 1986 über die frühzeitige Benachrichtigung und die Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen.

Damit alle erwähnten Formen des Informationsaustausches im Ereignisfall auch reibungslos funktionieren, gilt es, diese immer wieder zu testen und in allgemeinere Übungen einzubeziehen.

8. Information von Medien und Bevölkerung

In dieser Aufzählung an letzter Stelle genannt, sicherlich aber eines der wichtigsten Elemente des Notfallschutzes ist die Information der Öffentlichkeit, d.h. die Information der Medien (genauer: der Massenmedien) und der Bevölkerung. Diese Information sollte im wesentlichen bestehen

- aus einer didaktisch gut aufbereiteten Vor-Information über Strahlenarten und Radioaktivität, über Kontamination und Strahlenexposition, über Strahlenwirkung und Risiko und über Ergreifen von Maßnahmen zur Verminderung der Strahlenwirkung sowie Verhalten bei angeordneten Maßnahmen. Hierfür bieten sich i.a. Informationsblätter und Informationsbroschüren an;

sowie im Ereignisfall

- aus einer durch Eindeutigkeit, Verständlichkeit, Schlüssigkeit und Glaubwürdigkeit überzeugenden Information. Die Information selbst erfolgt dann über Lautsprecheranlagen (stationär und mobil) sowie über die sendenden Medien (Rundfunk und Fernsehen) und - technisch

bedingt etwas verzögert - über die druckenden Medien (Zeitungen, Informationsblätter).

Speziell im Ereignisfall gilt es, die Öffentlichkeit sachgerecht zu informieren und zwar

- über das Ereignis und seine bereits eingetretenen Auswirkungen (Situation),
- über den möglichen weiteren Verlauf des Unfalls (Prognose) und seine Auswirkungen (Bewertung) und
- über Maßnahmen, die angeordnet bzw. empfohlen werden, aber auch über die Aufhebung von Maßnahmen (Empfehlungen).

Bei dieser sehr sensiblen Aufgabe gilt es, genau die Kompetenzen festzulegen und - insbesondere bei sich überlagernden oder angrenzenden Verantwortungsbereichen - die Zusammenführung der Informationen zu regeln, um im Sinne einer einheitlichen und widerspruchsfreien Unterrichtung der Bevölkerung die erforderliche Abstimmung zwischen den Verantwortungsbereichen zu ermöglichen.

9. Schlußbemerkungen

Der Notfallschutz ist ein komplexes administrativ-technisches System, in dem Komponenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Human- und Sozialwissenschaften zum Einsatz kommen. Um das angestrebte Ziel zu erreichen, gilt es, die Überlegungen sowie das Wissen der einbezogenen Fachbereiche zu bündeln, so daß verfügbare bzw. noch zu schaffende Mittel systematisch - gemäß einem Konzept zur Erreichung des vorgegebenen Handlungszieles - eingesetzt werden können.

Auf diese Weise wird es möglich, daß mit dem nuklearen Notfallschutz ein System geschaffen wird, das den Schutz der Bevölkerung optimal gewährleistet. Dieses System ist durch laufende Ertüchtigung stets auf dem aktuellen Stand zu halten, wobei zu hoffen ist, daß es so selten wie möglich in Anspruch genommen werden muß.

Literatur*

Zu Kapitel 2 und 4:

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 13.10.1976 in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. Juni 1989, Bundesgesetzblatt I, S. 1321, ber. S. 1926, zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 25. Juli 1996, Bundesgesetzblatt I, S. 1172 (1996)

Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. Verabschiedet in der Innenministerkonferenz am 6. Oktober 1988 und im Länderausschuß Atomkernenergie-Hauptausschuß am 1. Dezember 1988, Gemeinsames Ministerialblatt 1989, Nr. 5, S. 71 (z. Zt. in Überarbeitung)

Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz - StrVG) vom 19. Dezember 1986, Bundesgesetzblatt I, S. 2610, zuletzt geändert durch Gesundheitseinrichtungen-Neuordnungs-Gesetz vom 24. Juni 1994, Bundesgesetzblatt I, S. 1416

zu Kapitel 3:

Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden. Beschluß des Länderausschusses für Atomkernenergie vom 9./11. Mai 1988, Gemeinsames Ministerialblatt 1989, Nr. 5, S. 94 (z. Zt. in Überarbeitung)

zu Kapitel 5:

Kriterien für die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde durch die Betreiber kerntechnischer Einrichtungen, gemeinsame Empfehlung der Reaktorsicherheitskommission (RSK) und der Strahlenschutzkommission (SSK) Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 3, 1995

Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, Gemeinsames Ministerialblatt 1993, Nr. 29, S. 502

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum integrierten Meß- und Informationssystem nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, Bundesanzeiger 47, Nr. 200a, S. 3 (1995)

Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem StrVG, Teil I - Routinemeßprogramm, Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 14, 11. April 1995

Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem StrVG, Teil II - Intensivmeßprogramm, Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 14, 11. April 1995

Atmosphärische Ausbreitung bei kerntechnischen Notfällen, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission (SSK) Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 5, 1996

* Weitere Literatur zum anlagenexternen nuklearen Notfallschutz findet sich in: A. Bayer, Der anlagenexterne nukleare Notfallschutz - ein Überblick Kerntechnik 62, 128 - 135 (1996)

- Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenschutzexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Maßnahmenkatalog) Veröffentlichung der Strahlenschutzkommission (in Vorbereitung)
- Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 des Rates vom 22.12.87 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L-371, S.11), 30.12.1987
- Verordnung (Euratom) Nr. 944/89 der Kommission vom 12.04.89 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln von geringer Bedeutung im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L-101 S.17, 13.04.1989
- Verordnung (Euratom) Nr. 2218/89 des Rates vom 18.07.89 zur Änderung der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L-211 S.1, 22.07.1989
- Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission vom 29.03.90 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Fall eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L-83 S.78, 30.03.1990
- Gesetz zu den IAEA-Übereinkommen vom 26. September 1986 über die frühzeitige Benachrichtigung bei nuklearen Unfällen sowie über die Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder radiologischen Notfällen vom 16. Mai 1989, Bundesgesetzblatt I, S. 434
- Entscheidung (Euratom) Nr. 600/87 des Rates vom 14. Dezember 1987 über Gemeinschaftsvereinbarungen für den beschleunigten Informationsaustausch im Fall einer radiologischen Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L-371 S.76, 30.12.1987

zu Kapitel 8:

- Richtlinie (Euratom) Nr. 618/89 des Rates vom 27. November 1989 über die Unterrichtung der Bevölkerung über die bei einer radiologischen Notstandssituation geltenden Verhaltensmaßnahmen und zu ergreifenden Gesundheitsschutzmaßnahmen Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L-357 S.31, 07.12.1989
- Notfallschutz für die Umgebung von Kernkraftwerken - Ein Ratgeber für die Bevölkerung, Bundeseinheitliche Informationsbroschüre (in Vorbereitung)