

Kernkraftwerke in Deutschland – Neue Entwicklungen im anlagenexternen Notfallschutz

Nuclear powerplants in Germany – Recent developments in off-site nuclear emergency preparedness and response

Florian Gering

Abstract

The reactor accident in Fukushima, Japan, in 2011 triggered a thorough review of the off-site emergency preparedness and response for nuclear power plants in Germany. “Off-site emergency preparedness and response” includes all actions to protect the public outside the fence of a nuclear power plant. This review resulted in several changes in off-site emergency preparedness and response, which are briefly described in this article. Additionally, several recent activities are described which may influence emergency preparedness and response in the future.

Zusammenfassung

Nach dem Reaktorunfall 2011 im japanischen Fukushima wurde in Deutschland der anlagenexterne Notfallschutz für Kernkraftwerke umfassend überprüft. Zum anlagenexternen Notfallschutz zählen alle Maßnahmen außerhalb eines Kernkraftwerks, die im Notfall zu ergreifen sind. Nach der Überprüfung haben sich Änderungen in diesem Bereich ergeben, die im folgenden Artikel kurz erläutert werden. Zusätzlich werden Entwicklungen dargestellt, die in den nächsten Jahren Auswirkungen auf den Notfallschutz haben können.

Einleitung

Der Reaktorunfall im Jahr 2011 im japanischen Fukushima gab sowohl national als auch international Anlass, die Bewältigung dieser Krise und die damit verbundenen radiologischen Konsequenzen eingehend zu analysieren. Von verschiedenen Seiten wurden Fragen nach entsprechenden Konsequenzen für den Notfall- beziehungsweise Katastrophenschutz gestellt. In diesem Zusammenhang hat die Strahlenschutzkommission (SSK) die fachlichen Grundlagen für den Notfallschutz in Deutschland und das dazugehörige Regelwerk überprüft. Danach haben sich einige Änderungen für den anlagenexternen Notfallschutz von Kernkraftwerken in Deutschland ergeben, die im Folgenden beschrieben werden. Zum anlagenexternen Notfallschutz zählen alle Maßnahmen, die im Notfall außerhalb eines Kernkraftwerks zum Schutz der Bevölkerung zu ergreifen sind.

Neue radiologische Grundlagen

Das grundlegende deutsche Konzept für die Planung und Durchführung von Schutzmaßnahmen bei

einem Ereignis mit einer erheblichen Freisetzung radioaktiver Stoffe hat die deutsche Strahlenschutzkommission Anfang 2014 in einer Empfehlung dargestellt (SSK 2014a). Bei der Überarbeitung der darin enthaltenen radiologischen Grundlagen wurden die Lehren aus dem Unfall in Fukushima durch die SSK berücksichtigt. Außerdem hat sie neuere Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission ICRP zum Notfallschutz umgesetzt (ICRP 2007; ICRP 2009a; ICRP 2009b).

Die Maßnahmen des Notfallschutzes nach SSK (2014a) haben dabei ein gemeinsames Ziel: Die Strahlenexposition der Menschen soll reduziert werden. Schwerwiegende strahlenbiologische Effekte, die sich auf die Funktion von Zellen und Organen des Menschen auswirken und schwere Beeinträchtigungen der Lebensqualität nach sich ziehen (deterministische Effekte), sollen vermieden werden. Die individuelle Strahlendosis soll auf Werte unterhalb der Schwellendosen für schwerwiegende deterministische Effekte beschränkt werden. Zusätzlich soll auch das Risiko für Krebs, Leukämie und Schäden am Erbgut (stochastische

Effekte) durch geeignete Maßnahmen begrenzt werden.

Die in **Tabelle 1** aufgeführten Eingreifrichtwerte wurden von der SSK im Jahr 2014 nicht geändert, lediglich die bisherigen Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen „temporäre Umsiedlung“ und „permanente Umsiedlung“ sind entfallen. Stattdessen gibt es jetzt einen neuen, sogenannten Referenzwert von 100 mSv für die verbleibende Dosis im ersten Jahr nach einem schweren Kernkraftwerksunfall. Dieser Referenzwert der verbleibenden Dosis bezieht sich auf die Dosis, die Personen im Laufe des ersten Jahres über alle Expositionspfade erhalten. „Verbleibende Dosis“ bedeutet dabei, dass die Reduzierung der Dosis durch Schutzmaßnahmen und durch die normale Lebensweise der Bevölkerung berücksichtigt wird.

Die Eingreifrichtwerte aus **Tabelle 1** dienen der schnellen Entscheidung für konkrete Schutzmaßnahmen, während der Referenzwert der verbleibenden Dosis ein zusätzliches Kriterium ist, mit dessen Hilfe die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen beurteilt und gegebenenfalls über zusätzliche Maßnahmen entschieden werden kann.

Neue Planungsgebiete

Nach dem Unfall in Japan hat die SSK beschlossen, die Notfallplanung stärker an den potenziellen Auswirkungen als an der berechneten Eintrittswahrscheinlichkeit von Unfällen auszurichten. Zukünftig sind daher auch Unfälle, deren radiologische Auswirkungen denen des Unfalls in Fukushima entspre-

chen würden, in die Planung des Notfallschutzes und damit auch in die Festlegung von Planungsgebieten aufzunehmen. Als Planungsgebiete werden diejenigen Gebiete um Kernkraftwerke bezeichnet, in denen Schutzmaßnahmen wie zum Beispiel Evakuierung im Detail vorgeplant werden.

Zur Festlegung der neuen Planungsgebiete wurde eine analytische Methode gewählt. Dabei wurde zuerst ein Referenzunfall für die Notfallplanung festgelegt. Für diesen Referenzunfall wurden dann durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die Gebiete ermittelt, in denen die Eingreifrichtwerte für Schutzmaßnahmen überschritten werden könnten. Dazu berechnete das BfS mit dem Entscheidungshilfesystem RODOS über 5.000 Fallbeispiele (Raskob, Gering 2010; siehe auch <http://www.rodos.fzk.de>). Die so ermittelten Gebiete wurden als Grundlage zur Bestimmung von neuen Planungsgebieten verwendet.

Auf dieser Basis veröffentlichte die SSK 2014 eine neue Empfehlung, die einige wesentliche Änderungen für die Notfallschutz-Planungsgebiete enthält (SSK 2014b; **Tabelle 2**).

Die vorgeplanten Maßnahmen in der Zentralzone (bis 5 km Entfernung vom Kernkraftwerk) und in der Mittelzone (bis 20 km Entfernung vom Kernkraftwerk) sind dieselben. Trotzdem wird zwischen diesen beiden Zonen unterschieden,

- um in der Zentralzone eine schnellere Umsetzung der Maßnahmen zu erreichen als in der Mittelzone: In der Zentralzone Evakuierung und Verteilung von Iodtabletten innerhalb von 6 Stunden,

Tabelle 1: Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen „Aufenthalt in Gebäuden“, „Einnahme von Iodtabletten“ und „Evakuierung“ (SSK 2014a).			
Maßnahme	Eingreifrichtwerte		
	Organdosis (Schilddrüse)	Effektive Dosis	Integrationszeiten und Expositionspfade
Aufenthalt in Gebäuden		10 mSv	Äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Dosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien
Einnahme von Iodtabletten	50 mSv Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren und Schwangere 250 mSv Personen von 18 bis 45 Jahren		Organdosis durch im Zeitraum von 7 Tagen inhaliertes Radioiod bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien
Evakuierung		100 mSv	Äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Dosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien

Tabelle 2: Änderungen der Planungsgebiete für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken. Änderungen gegenüber dem Stand von 2008 sind fett hervorgehoben.		
Planungsgebiet	Bisheriger Stand (2008)	Neuer Stand (2014)
Zentralzone	Bis etwa 2 km: <ul style="list-style-type: none"> • Aufenthalt in Gebäuden • Einnahme von Iodtabletten • Evakuierung 	Bis etwa 5 km : <ul style="list-style-type: none"> • Aufenthalt in Gebäuden • Einnahme von Iodtabletten • Evakuierung
Mittelzone	Bis etwa 10 km: <ul style="list-style-type: none"> • Aufenthalt in Gebäuden • Einnahme von Iodtabletten • Evakuierung 	Bis etwa 20 km : <ul style="list-style-type: none"> • Aufenthalt in Gebäuden • Einnahme von Iodtabletten • Evakuierung
Außenzone	Bis etwa 25 km: <ul style="list-style-type: none"> • Einnahme von Iodtabletten 	Bis etwa 100 km : <ul style="list-style-type: none"> • Einnahme von Iodtabletten • Aufenthalt in Gebäuden
Fernzone	Bis etwa 100 km: <ul style="list-style-type: none"> • Versorgung von Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren sowie Schwangeren mit Iodtabletten • Maßnahmen entsprechend dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG), insbesondere die Durchführung von Messprogrammen zur Ermittlung der radiologischen Lage“ 	Gesamtes Staatsgebiet : <ul style="list-style-type: none"> • Versorgung von Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren sowie Schwangeren mit Iodtabletten • Maßnahmen entsprechend dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG), insbesondere die Durchführung von Messprogrammen zur Ermittlung der radiologischen Lage

in der Mittelzone Evakuierung innerhalb von 24 Stunden, Verteilung von Iodtabletten innerhalb von 12 Stunden.

- da in der gesamten Zentralzone Maßnahmen gleichzeitig in allen Richtungen (d. h. im gesamten Kreisgebiet) durchgeführt werden sollen, während in der Mittelzone Maßnahmen in Abhängigkeit von der Ausbreitungsrichtung radioaktiver Stoffe durchgeführt werden können (d. h. zum Beispiel auch nur in einigen Sektoren in Ausbreitungsrichtung).

Abbildung 1 zeigt ein konkretes Beispiel für die Erweiterung der Planungsgebiete. Dargestellt sind die bisherigen (10 km, innerer Kreis) und die neuen (100 km, äußerer Kreis) Planungsgebiete für die Maßnahme „Aufenthalt in Gebäuden“ am Beispiel der Kernkraftwerke Gundremmingen und Isar.

Die neue Empfehlung gilt für deutsche Kernkraftwerke und für grenznahe ausländische Anlagen (d. h. bis etwa 100 km Entfernung von der deutschen Grenze). Die Empfehlung gilt nur für Kernkraftwerke im Leistungsbetrieb, das heißt nicht für in Stilllegung befindliche Kernkraftwerke.

Zukünftige Entwicklungen

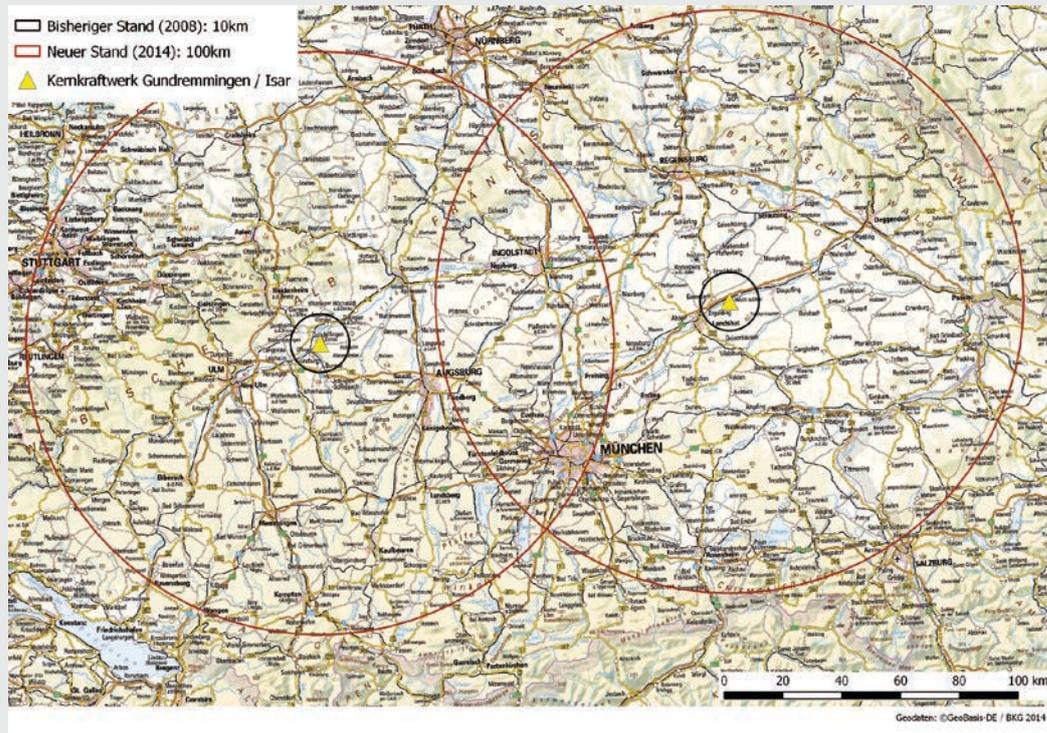
National

Die Weiterentwicklung des anlagenexternen Notfallschutzes von Kernkraftwerken in Deutschland nach dem Unfall von Fukushima ist noch nicht abgeschlossen. Im Folgenden werden einige Entwicklungen dargestellt, die in den nächsten Jahren Auswirkungen auf den Notfallschutz haben können.

Trotz des für Deutschland beschlossenen Atomausstiegs und der daraus folgenden Abschaltung der deutschen Kernkraftwerke innerhalb der nächsten zehn Jahre wird der Notfallschutz weiterhin erforderlich bleiben, da Kernkraftwerke in benachbarten Ländern weiter betrieben und zum Teil sogar neu gebaut werden. Mögliche Unfallfolgen müssen daher auch zukünftig für Deutschland berücksichtigt werden. Langfristig ist damit zu rechnen, dass sich die Bundesländer aus dem kerntechnischen Notfallschutz mehr und mehr zurückziehen und entsprechende Ressourcen auf Länderebene immer weniger zur Verfügung stehen werden. Dies führt speziell in den folgenden Bereichen zu besonderen Herausforderungen:

- Weiterentwicklung der Notfallschutzplanung,
- Ermittlung und Bewertung der radiologischen Lage (Restrukturierung der Lagezentren),

Abbildung 1: Darstellung bisheriger und erweiterter Planungsgebiete am Beispiel der Kernkraftwerke Gundremmingen und Isar.



Innerer Kreis: bisheriges Planungsgebiet, äußerer Kreis: erweitertes Planungsgebiet.

- Entscheidung und Umsetzung von Notfallschutzmaßnahmen,
- Aufrechterhaltung von Messkapazitäten zur Überwachung der Umweltradioaktivität (insbesondere bei Sondernukliden, d.h. Radionukliden, die nur mit aufwendigen Messverfahren nachgewiesen werden können),
- Information der Bevölkerung.
- Empfehlung zur Verbesserung der Prognose und Ermittlung der Freisetzung radioaktiver Stoffe bei Kernkraftwerksunfällen,
- Empfehlung zu Mess- und Probenahmeprogrammen in den Planungsgebieten,
- Empfehlung zur Weiterentwicklung des Notfallschutzes unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus Fukushima,

Die Aufarbeitung des Unfalls in Fukushima durch die SSK ist noch nicht abgeschlossen. Derzeit arbeitet die SSK unter anderem an den folgenden Notfallschutz-Themen (Stand: Juni 2014):

- Änderung und Ergänzung der Rahmenempfehlungen für den Notfallschutz der Betreiber,
- Empfehlung für die Iodblockade in der Umgebung stillgelegter Kernkraftwerke,
- Empfehlung für Planungsgebiete in der Umgebung stillgelegter Kernkraftwerke,
- Empfehlung zur Weiterentwicklung des medizinischen Notfallschutzes,
- Da bei einem schweren Kernkraftwerksunfall mehrere Bundesländer betroffen sein können, müssen die Voraussetzungen für ein einheitliches Lagebild geschaffen werden. Wichtige Arbeitsgrundlage dafür sind gemeinsame Lagezentren. Die Arbeitsgruppen der Innenbehörden werden deswegen unterstützt zu den Themen: einheitliches Lagebild und Lagezentren, Notfallstationen, Evakuierung.

Anfang 2014 hat die Schutzkommission beim Bundesministerium des Inneren (BMI) eine Stel-

lungnahme zur Umsetzung der Erfahrungen aus Fukushima für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen in Deutschland veröffentlicht (Schutzkommission 2014). Die Schutzkommission hält folgende Ergänzungen im anlagenexternen Notfallschutz in Deutschland für notwendig:

- Sicherstellung einer unverzüglichen Alarmweiterleitung an alle zuständigen Stellen,
- Einrichtung von länderübergreifenden radiologischen Lagezentren, in denen alle relevanten Prognose- und Messdaten zusammengeführt, in eine geschlossene Darstellung überführt und einheitlich bewertet werden können,
- Verbesserung der medizinischen Versorgungsmöglichkeiten Betroffener, besonders in Notfallstationen; dies betrifft insbesondere die Bewertung der abgeschätzten Strahlenexposition durch Ärzte.
- Vorbereitung von Maßnahmen, die bei großräumigen und lang andauernden Evakuierungsmaßnahmen notwendig werden. Dies betrifft auch Maßnahmen, die zunächst dem Katastrophenschutz dienen, später aber in solche nach Strahlenschutzvorsorgegesetz übergehen.

International

Der Unfall in Fukushima hat erneut gezeigt, dass die Folgen schwerer Reaktorunfälle immer grenzüberschreitend sind. Auch aus diesem Grund ist die Harmonisierung der deutschen Notfallschutzplanung mit derjenigen der europäischen Nachbarstaaten und auch weltweit besonders wichtig. Seit 2011 gibt es international eine Reihe von Initiativen zur Verbesserung des Notfallschutzes, einige davon werden im Folgenden beschrieben.

Studie der Europäischen Kommission

Die Europäische Kommission hat Ende 2012 eine Studie zur Überprüfung des anlagenexternen kerntechnischen Notfallschutzes in der Europäischen Union (EU) und in einigen Nachbarländern in Auftrag gegeben, die 2013 durch ein österreichisch-slowakisches Konsortium durchgeführt wurde (EC 2014). Zentrale Schlussfolgerungen sind:

- Die Regelungen und Fähigkeiten der europäischen Länder erfüllen im Allgemeinen die Anforderungen der EU und der internationalen Atomenergie-Organisation IAEA.

- Es gibt trotzdem eine Reihe von Defiziten, insbesondere das Fehlen von Strategien für langfristige Notfallschutz-Maßnahmen und die Wiederherstellung normaler Lebensbedingungen sowie die mangelnde Übereinstimmung von Notfallschutz-Regelungen bei grenzüberschreitenden Unfallfolgen.
- Obwohl der Notfallschutz in allen Ländern im Wesentlichen dieselben Ziele verfolgt, gibt es zahlreiche Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern in der praktischen Umsetzung, die das Vertrauen der Bevölkerung in den Notfallschutz untergraben könnten.
- Die für den Notfallschutz benötigten Ressourcen sind erheblich, insbesondere für kleinere Länder. Es gibt Möglichkeiten zur verbesserten gemeinsamen Nutzung von Ressourcen (wie z.B. von Hubschrauber-Messsystemen). Noch größere Vorteile könnten aus der verbesserten Integration des kerntechnischen Notfallschutzes in den allgemeinen Notfallschutz gezogen werden.

Neue Richtlinie der EU

Ende 2013 wurde von der Europäischen Union die Richtlinie 2013/59/EURATOM zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung veröffentlicht (Euratom 2013). Diese Richtlinie muss innerhalb von vier Jahren in nationales Recht umgesetzt werden. Die in der Richtlinie genannten Anforderungen betreffen unter anderem den Notfallschutz und erfordern zum Teil eine entsprechende Umsetzung in deutschen Regelwerken. Einige dieser Anforderungen sind:

- Katalog von Unfallszenarien für den Notfallschutz, szenarienabhängige Bestandteile in Notfallplänen,
- nachträgliche Rekonstruktion der Dosis von betroffenen Einzelpersonen der Bevölkerung und von Einsatzkräften,
- vorgeplante Strategie zur Bewältigung der Nachunfallphase,
- Regelungen von maximalen Oberflächenkontaminationen (Transportmittel und Güter),
- Regelungen zur Sperrung von Lufträumen, Seegebieten und Straßen.

Gemeinsames Notfallmanagement

Seit dem Frühjahr 2014 erarbeitet die gemeinsame Arbeitsgruppe AtHLET der europäischen Organisationen WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association) und HERCA (Heads of European Radiological protection Competent Authorities) einen gemeinsamen europäischen Ansatz für das Notfallmanagement bei Kernkraftwerksunfällen. Dieser Ansatz ist für den speziellen Fall vorgesehen, dass schnelle Entscheidungen über Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen und nur wenige Informationen verfügbar sind. Der Ansatz soll die vorhandenen Konzepte für das Notfallmanagement in den europäischen Ländern ergänzen. Mit ersten Ergebnissen ist im Herbst 2014 zu rechnen.

Literatur

Euratom 2013: Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung. ABl. 2014, L 13. <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm> (Abrufdatum: 28.07.2014).

EC 2014: Review of Current Off-site Nuclear Emergency Preparedness and Response Arrangements in EU Member States and Neighbouring Countries. European Commission. ENER/D1/2012-474. <http://ec.europa.eu> (Abrufdatum: 28.07.2014).

ICRP 2007: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP Volume 37(2–4).

ICRP 2009a: Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 109. Annals of the ICRP Volume 39(1).

ICRP 2009b: Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas after a Nuclear Accident or a Radiation Emergency. International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 111. Annals of the ICRP Volume 39(3).

Raskob W, Gering F (2010): Key improvements in the simulation modelling for decision support systems developed in the EURANOS project. In: Radioprotection Vol. 45(5): 149–159. DOI: 10.1051/radiopro/2010037.

Schutzkommission 2014: Stellungnahme der Schutzkommission zur Umsetzung der Erfahrungen aus Fukushima für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen in Deutschland. Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern. <http://www.schutzkommission.de> (Abrufdatum: 28.07.2014).

SSK 2014a: Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 268. Sitzung der SSK am 13./14.02.2014. <http://www.ssk.de> (Abrufdatum: 28.07.2014).

SSK 2014b: Planungsgebiete für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 268. Sitzung der SSK am 13./14.02.2014. BAnz AT 21.05.2014 B4. <http://www.ssk.de> (Abrufdatum: 28.07.2014).

Kontakt

Dr. Florian Gering
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt
Abteilung SW 2.2 Entscheidungshilfesysteme,
Lageermittlung und Kommunikation
85764 Oberschleißheim/Neuherberg
E-Mail: [fgering\[at\]bfs.de](mailto:fgering[at]bfs.de)

[BfS]