

**Generalisierte Konzepte
für Maßnahmen
bei nuklearen und
radiologischen Notfällen**

Generalisierte Konzepte für Maßnahmen bei nuklearen und radiologischen Notfällen

Martin Sogalla
Uwe Büttner
Horst Schnadt

Mai 2015

Auf beiliegender CD-ROM:

- Bericht GRS-370
- Anhang zum Bericht GRS-370

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende FE-Vorhaben 3610S60014 wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Auftragnehmer.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des Auftraggebers übereinstimmen.

Deskriptoren:

Anlagenexterner Notfallschutz, ABC-Gefahrenabwehr, kerntechnische Unfälle, radiologische Notfälle, Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, Lagebewertung, Entscheidungsfindung, Information der Bevölkerung

Kurzzusammenfassung

Im Vorhaben 3610S60014 hat die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH ein einheitliches Maßnahmenkonzept zur Verbesserung der Nutzbarkeit von Unterstützungs- und Informationssystemen für den Notfallschutz sowie zur Verbesserung der Planung von Presse- und Öffentlichkeitsarbeit entwickelt, das auf das gesamte Spektrum nuklearer und radiologischer Notfälle anwendbar ist. Aus dem Konzept können Kriterien und übersichtliche Prozeduren für die Lagebewertung und Entscheidungsfindung über Maßnahmen abgeleitet werden, die in Unterstützungssystemen zur Lagebewertung und Entscheidungsfindung umgesetzt werden können. Dabei zielt das Vorhaben auf die Zusammenschau und Integration verfügbarer Maßnahmenkonzepte aus dem Bereich des anlagenexternen Notfallschutzes, der ABC-Gefahrenabwehr und der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr in einen Gesamtansatz ab.

Die Untersuchungen dienen auch als Basis für die Weiterentwicklung und Optimierung von Entscheidungshilfesystemen zur schnellen Unterstützung von Entscheidungsfindung und für die Bereitstellung von Informationen. Die Umsetzungsmöglichkeiten dieses Konzepts in Entscheidungshilfesystemen werden exemplarisch durch das im Rahmen des Vorhabens entwickelte Programm „Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle“ (SIMONA) demonstriert.

Mit der Entwicklung von SIMONA wird insbesondere eine Basis für die weitere Erprobung und Nutzung dieser Ansätze in Schulungen und Übungen sowie die Grundlagen für Nutzungsmöglichkeiten derartiger Ansätze in anderen Prognosesystemen geschaffen.

Das generalisierte Maßnahmenkonzept kann auf ein erweitertes Spektrum nuklearer und radiologischer Notfälle angewendet werden. Im Rahmen dieses Konzepts werden auch Synergien zur Bewältigung kombinierter Gefahrenlagen (z. B. radiologische und chemische Gefahrenlagen bei Transportunfällen) identifizierbar. Dadurch wird insgesamt die wissenschaftliche Basis für die Aufgaben der GRS bei der Analyse von Unfallabläufen, der Notfallschutzplanung und der Bewältigung von Notfällen wesentlich ausgebaut. Dies dient insbesondere der Stärkung der Kompetenzen und der Einsatzfähigkeit des GRS-Notfallzentrums.

Inhalt

1	Einleitung, Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	1
1.1	Hintergrund.....	1
1.2	Aufgabenstellung	2
1.3	Einzelziele	3
1.3.1	Aufarbeitung des Standes von Wissenschaft und Technik.....	3
1.3.2	Analyse und Charakterisierung des Spektrums radiologischer Notfälle.....	4
1.3.3	Zusammenführung, Systematisierung und Ergänzung bestehender Maßnahmenkonzepte	5
1.3.4	Strategien zur Nutzung von generalisierten Maßnahmenkonzepten in Entscheidungshilfe- und Informationssystemen	6
2	Aufarbeitung des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik.....	7
2.1	Kenntnisstand zum Ereignisspektrum, zu Maßnahmenkonzepten und zu Unterstützungssystemen.....	7
2.2	Analyse und Erfahrungsrückfluss zum Unfallablauf im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi	7
2.2.1	Identifikation von Kernthemen als Erfahrungsrückfluss aus der Arbeit der GRS-Notfallteams während des Unfalls im KKW Fukushima Daiichi.....	8
2.2.2	Bedeutung der Erkenntnisse für generalisierte Maßnahmenkonzepte	11
3	Ableitung eines generalisierten Maßnahmenkonzepts	13
3.1	Ansatz zur systematischen Analyse von Ereignisspektren und Maßnahmenoptionen.....	13
3.1.1	Generalisierte Unfallphasen.....	15
3.1.2	Klassifizierungsschema für Maßnahmenoptionen	18
3.2	Zusammenstellung relevanter Ereignisabläufe und abgeleitetes Szenarienspektrum.....	19
3.2.1	Szenarienspektrum.....	21
3.2.2	Vergleich zwischen Szenarien und Auswahl von Repräsentanten	22

3.3	Detailanalyse der Szenarien „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- und Handhabungsunfall“	25
3.3.1	Kernkraftwerksunfall	26
3.3.2	Transport- oder Handhabungsunfall.....	29
3.4	Auswertung der Zuordnung von Maßnahmenoptionen	32
3.5	Möglichkeiten zur Ableitung von Maßnahmenpaketen als Teil der Notfallschutzplanung	47
3.5.1	Einteilung der Maßnahmenoptionen nach Szenarien- und Ereignisbezug	47
3.5.2	Ableitungsmöglichkeiten von Maßnahmenpaketen	53
4	Nutzungsmöglichkeiten des generalisierten Maßnahmenkonzepts .	55
4.1	Planung	55
4.2	Ereignisfall	55
4.3	Nutzungsmöglichkeiten in Entscheidungshilfesystemen: Anwendungsbeispiel „Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle“ (SIMONA).....	56
5	Zusammenfassung	58
	Literatur	60
	Abbildungsverzeichnis.....	63
	Tabellenverzeichnis.....	65
	Abkürzungsverzeichnis.....	67
Anhang		
A	Tabellarische Zusammenstellung der verwendeten Maßnahmenoptionen.....	69
B	Benutzeranleitung „Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle“ (SIMONA)	87
C	Verzeichnis der Dokumente auf beiliegender Daten-CD	121

1 Einleitung, Aufgabenstellung und Zielsetzung

1.1 Hintergrund

Die national und international etablierten Sicherheitskonzepte beim Umgang mit radioaktiven Stoffen zielen primär auf eine Verhinderung von unerwünschten Ereignissen mit dem Potenzial erhöhter Strahlenexposition für die Bevölkerung und Umwelt ab. Im Rahmen der Notfallvorsorge sind darüber hinaus Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und zur Begrenzung und Reduzierung der radiologischen Auswirkungen vorzusehen. Diese Vorsorge wird in Deutschland sowohl für die Belange des Katastrophenschutzes zur unmittelbaren Gefahrenabwehr als auch nach Maßgabe des Strahlenschutzvorsorgegesetzes getroffen.

Aufgrund des umfangreichen Inventars an radioaktiven Stoffen sind kerntechnische Anlagen zentrales Objekt des anlagenexternen Notfallschutzes und Gegenstand von aufeinander abgestimmten Maßnahmenkonzepten mit zugehörigen Kriterien. Die Vorsorge zum Schutz der Bevölkerung bei Unfällen beim genehmigten Umgang und Transport radioaktiver Stoffe außerhalb kerntechnischer Einrichtungen wird im Rahmen der allgemeinen ABC-Gefahrenabwehr getroffen. Zur Abwendung und Beseitigung von Gefahren durch die missbräuchliche Nutzung radioaktiver Stoffe hat sich als drittes Feld der Vorsorge die nuklearspezifische Gefahrenabwehr (NGA) entwickelt.

Bei einem radiologisch relevanten Ereignis ist die Entscheidung über operative Maßnahmen sowie die Kommunikation mit der Öffentlichkeit auf eine qualifizierte Fachberatung bezüglich der radiologischen Lage angewiesen. Für den anlagenexternen Notfallschutz bestehen auf nationaler und auf internationaler Ebene z. T. umfangreiche Konzepte und Bewertungsgrundlagen für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung. Bislang ist für den Bereich möglicher radiologischer Notfälle, die in den Bereich der allgemeinen ABC-Gefahrenabwehr (z. B. Transportunfälle oder Unfälle bei der Handhabung sonstiger radioaktiver Stoffe) oder der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr fallen (z. B. Ereignisse mit terroristischem Hintergrund) kein vergleichbares und mit dem kerntechnischen Bereich abgestimmtes Maßnahmenkonzept verfügbar. Mögliche Synergien bei der Notfallvorsorge werden so nicht genutzt. Im Ereignisfall kann die Entscheidungsfindung aufgrund uneinheitlicher Maßnahmenkonzepte und unübersichtlicher oder mehrdeutiger Bewertungsgrundlagen verzögert werden.

1.2 Aufgabenstellung

Zur Verbesserung der Nutzbarkeit von Unterstützungs- und Informationssystemen für den Notfallschutz sowie zur Verbesserung der Planung von Presse- und Öffentlichkeitsarbeit ist es sinnvoll, ein einheitliches Maßnahmenkonzept zu entwickeln, das auf das gesamte Spektrum nuklearer und radiologischer Notfälle anwendbar ist. Aus dem Konzept müssen Kriterien und übersichtliche Prozeduren für die Lagebewertung und Entscheidungsfindung über Maßnahmen abgeleitet werden können, die in Unterstützungssystemen zur radiologischen Beratung sowie zur Information der Bevölkerung umsetzbar sind.

Das Vorhaben hat als Gesamtziel, verfügbare Maßnahmenkonzepte aus dem Bereich des anlagenexternen Notfallschutzes, der ABC-Gefahrenabwehr und der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr in Bezug auf

- die Abdeckung eines möglichst weiten Ereignisspektrums radiologischer Notfälle mit überschaubaren Maßnahmenkombinationen,
- die Lagebewertung anhand einheitlicher Kriterien und
- die Abstimmung von Maßnahmen und der Information der Bevölkerung

auszuwerten und weiter zu entwickeln. Die Weiterentwicklung zielt darauf, bestehende und bewährte Konzepte in ein konsistentes Gesamtsystem zu integrieren und gegebenenfalls zu ergänzen. Auf dieser Basis werden Lösungsansätze für die Weiterentwicklung und Optimierung von Entscheidungshilfesystemen zur schnellen Unterstützung von Entscheidungsfindung und für die Bereitstellung von Informationen konzipiert. Dies dient der Erhöhung der Effizienz der GRS im Rahmen der Beratertätigkeit auf dem Gebiet des Notfallschutzes. Am Beispiel der Weiterentwicklung der elektronischen Version des Maßnahmenkatalogs „Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen“ kann die Leistungsfähigkeit dieser Lösungsansätze überprüft werden. Dadurch können insbesondere eine Basis für die weitere Erprobung und Nutzung dieser Ansätze in Schulungen und Übungen sowie die Grundlagen für Nutzungsmöglichkeiten derartiger Ansätze in anderen Prognosesystemen geschaffen werden.

Der Gesamtzielsetzung des Vorhabens entsprechend werden bestehende Maßnahmenkonzepte aus unterschiedlichen Bereichen der Vorsorge für radiologische Notfälle

in ein kohärentes Gesamtsystem integriert und, sofern nicht alle betreffenden Bereiche der Notfallvorsorge abgedeckt sind, ergänzt. Diese Systematisierung hat zum Ziel, im Ereignisfall anhand transparenter Prozesse zur maßnahmenorientierten Lagebewertung eine schnelle Auswahl geeigneter Maßnahmen aus der häufig komplexen Vielfalt von Handlungsoptionen zu ermöglichen. Dabei ist es gleichermaßen erforderlich, etablierte Maßnahmenkonzepte in einzelnen Teilbereichen der Notfallvorsorge beizubehalten werden und Synergieeffekte aus Nachbarbereichen zu nutzen.

Das generalisierte Maßnahmenkonzept soll auf ein erweitertes Spektrum nuklearer und radiologischer Notfälle anwendbar sein. Dadurch soll insbesondere die wissenschaftliche Basis für die Arbeit des GRS-Notfallzentrums, auch vor dem Hintergrund möglicher Erweiterungen des Aufgabenspektrums auf Bundesebene und dem entsprechenden Beratungsbedarf der Notfallorganisationen von BMUB und BfS, ausgebaut werden.

1.3 Einzelziele

Die Entwicklung eines derartigen Systems erfordert zum einen die maßnahmenbezogene Analyse der im Rahmen der Notfallvorsorge abzudeckenden Ereignisse, zum anderen die Bestandsaufnahme der bestehenden Instrumentarien zur radiologischen Lagebewertung und zur Entscheidungsfindung über Gegenmaßnahmen. Auf dieser Basis können der Weiterentwicklungs- und Optimierungsbedarf der bestehenden Maßnahmenkonzepte sowie der Ergänzungsbedarf für ggf. derzeit noch nicht ausreichend abgedeckte Szenarien ermittelt werden.

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens können in einem Ereignisfall eine wesentlich schnellere Beurteilung der tatsächlichen Gefährdung und Entscheidungsfindung über geeignete Gegenmaßnahmen bei möglichen radiologischen Notfällen durch die GRS unterstützen. Der resultierende Zeitgewinn kommt der rechtzeitigen Einleitung geeigneter Gegenmaßnahmen zugute. Vor dem Hintergrund dieser Anforderungen verfolgt das Vorhaben die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Einzelziele.

1.3.1 Aufarbeitung des Standes von Wissenschaft und Technik

Für das Vorhaben ist der Kenntnisstand über die für den nuklearen und radiologischen Notfallschutz relevanten Ereignisse und Maßnahmen relevant. Dabei ist eine Einteilung

in die Bereiche „anlagenexterner Notfallschutz für kerntechnische Anlagen“, „ABC-Gefahrenabwehr“ und „nuklearspezifische Gefahrenabwehr“ sinnvoll.

Neben den Ausarbeitungen über Ereignisspektren und Maßnahmenkonzepten für kerntechnische Anlagen bilden Ansätze zur Systematisierung von radiologisch bedeutsamen Ereignissen und zugehörige Maßnahmenempfehlungen außerhalb des kerntechnischen Bereichs einen Schwerpunkt der Recherche.

Im Zentrum stehen die Maßnahmenkonzepte auf deutscher Ebene. Internationale Empfehlungen der ICRP und IAEO und verfügbare Konzepte auf europäischer Ebene sowie aus einzelnen Ländern werden zu Ergänzungs- und Vergleichszwecken exemplarisch hinzugezogen.

Die Recherche des Entwicklungsstandes von Entscheidungshilfe- und Informationssystemen bezieht sich schwerpunktartig auf die von der Notfallorganisation genutzten Instrumente zur radiologischen Lagebewertung sowie die einschlägigen Zusammenstellungen von Hilfsmöglichkeiten (z. B. zur Messung, Beratung, medizinischen Betreuung und Umsetzung von Maßnahmen). Darüber hinaus werden je nach Verfügbarkeit auch Entwicklungen auf europäischer und internationaler Ebene ausgewertet und in die Darstellung einbezogen.

1.3.2 Analyse und Charakterisierung des Spektrums radiologischer Notfälle

Die Analyse des Spektrums radiologischer Notfälle mit Relevanz für die Notfallvorsorge dient dazu, die maßgeblichen Charakteristika abzudeckenden unterschiedlichen Notfallsituationen für Lagebewertung und Entscheidungsfindung über Gegenmaßnahmen systematisch zu erfassen und aufzuarbeiten. Diese betreffen neben der Charakterisierung bzgl. Expositionspfaden und beteiligter Nuklide oder Nuklidgemische insbesondere den zeitlichen Ablauf und die zeitliche Entwicklung der Verfügbarkeit von Informationen über das jeweilige Ereignis.

1.3.3 Zusammenführung, Systematisierung und Ergänzung bestehender Maßnahmenkonzepte

Die Zusammenführung und Systematisierung bestehender Maßnahmenkonzepte hat zum Ziel, ein System kohärenter Maßnahmen aufzustellen. Durch dieses System sollen insbesondere

- möglichst weite Bereiche unterschiedlicher Notfälle durch überschaubare Maßnahmenpakete aus Kombinationen von aufeinander abgestimmten Maßnahmen abgedeckt werden,
- Erfordernis und Effizienz von Maßnahmen aus radiologischer Sicht anhand einheitlicher, einfach zu ermittelnder und konsistenter Kriteriensätze beurteilt werden können. Dabei sollen auch abgeleitete Richtwerte, die direkt mit Messergebnissen vergleichbar sind, zur Bewertung herangezogen werden können,

Für die Systematisierung sind insbesondere die folgenden Gesichtspunkte wesentlich:

- Die kurzfristigen Maßnahmen in der Frühphase eines Unfalls sind nicht unabhängig voneinander, Insbesondere können die zentralen Katastrophenschutzmaßnahmen (z. B. Aufenthalt in Gebäuden) durch abgestimmte Begleitmaßnahmen (z. B. durch Verkehrsbeschränkungen, Abschalten von Lüftungsanlagen, behelfsmäßiger Schutz vor Inhalation im Freien etc.) unterstützt werden, die nur in Verbindung mit der jeweiligen zentralen Maßnahmen sinnvoll sind. Die hierarchische Einbindung der kurzfristigen Maßnahmen in eine Gesamtstrategie und die Ableitung pragmatischer Empfehlungen auf dieser Basis ist wesentlicher Bestandteil des zu konzipierenden Systems.
- Der jeweilige Informationsbedarf zur radiologischen Lagebewertung als Grundlage für Handlungsoptionen und Maßnahmenentscheidungen ist klar zu definieren. Dabei sind auch Möglichkeiten zur Entscheidungsfindung bei eingeschränkter Verfügbarkeit von Informationen aufzuzeigen.
- Hilfsmöglichkeiten zur Beurteilung der radiologischen Lage und zur Umsetzung von Maßnahmen sollen anhand einheitlicher Informationssysteme identifiziert werden können.

- Die Verfügbarkeit des generalisierten Maßnahmenkonzeptes sollte grundsätzlich nicht durch Geheimschutzerfordernisse eingeschränkt sein. Inhalte, deren Einstufung als Verschlussache notwendig ist, sollten als mit dem Gesamtsystem verknüpfbare Zusatzmodule separat gehandhabt werden können.

Zur Systematisierung zählt darüber hinaus auch die Erarbeitung geeigneter Verfahren zur maßnahmenorientierten Lagebewertung und Entscheidungsfindung, sofern die etablierten Prozeduren hierfür nicht ausreichen.

1.3.4 Strategien zur Nutzung von generalisierten Maßnahmenkonzepten in Entscheidungshilfe- und Informationssystemen

Analog zu den bestehenden unterschiedlichen Maßnahmenkonzepten wurden für die verschiedenen Teilbereiche der Notfallvorsorge unterschiedliche Entscheidungshilfe- und Informationssysteme teilweise unabhängig voneinander entwickelt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen verfügbare Systeme in Bezug auf den jeweils abgedeckten Anwendungsbereich verglichen, Überschneidungen und Parallelentwicklungen aufgezeigt und wissenschaftlich begründete Vorschläge zur Integration der verschiedenen Instrumentarien in ein generalisiertes Maßnahmenkonzept erarbeitet werden.

Die Umsetzungsmöglichkeiten des generalisierten Maßnahmenkonzeptes sollen durch die Weiterentwicklung der elektronischen Version des Maßnahmenkatalogs „Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen“ zur Anwendung für ein erweitertes Spektrum radiologischer Notfälle überprüft und demonstriert werden. Dies dient auch der Nutzungsmöglichkeit der erarbeiteten Ansätze für Schulungs- und Übungszwecke sowie der Übertragungsmöglichkeit dieser Ansätze in andere Entscheidungshilfesysteme.

Die hierarchisch aufgebauten Strategie für kurzfristige Maßnahmen (vgl. Abschnitt 1.3.3) soll darüber hinaus als Basis genutzt werden, eine kompakte Kurzfassung des Maßnahmenkatalogs für Maßnahmen außerhalb der Landwirtschaft zu erstellen. Diese soll das praktische Arbeiten im Ereignisfall erleichtern.

2 Aufarbeitung des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik

2.1 Kenntnisstand zum Ereignisspektrum, zu Maßnahmenkonzepten und zu Unterstützungssystemen

Im AP 1 wird der für das Vorhaben relevante Stand von Wissenschaft und Technik dokumentiert. Das Arbeitspaket gliedert sich in die Unterpunkte AP 1.1 „Kenntnisstand zum Ereignisspektrum“, AP 1.2 „Kenntnisstand zu Maßnahmenkonzepten“, AP 1.3 „Entwicklungsstand von Unterstützungssystemen“ und AP 1.4 „Analyse und Erfahrungsrückfluss zum Unfallablauf im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi“.

Der für die Bearbeitung des Vorhabens relevante Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend den AP 1.1 - AP 1.3 wurde in einem separaten Bericht systematisch aufbereitet /GRS 12/. Er liegt diesem Bericht als Anlage 1 bei.

2.2 Analyse und Erfahrungsrückfluss zum Unfallablauf im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi

Die Analyse der Erfahrungsrückflüsse aus dem Unfallablauf im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi ist Gegenstand einer Arbeitsgruppe der SSK (SSK-A510) und des bei der GRS durchgeführten Vorhabens 3612S60040 „Überprüfung des Regelwerks zum anlagenexternen Notfallschutz, in dessen Rahmen die Arbeit der SSK-A510 unterstützt wird. Die Auswertungen im Rahmen des Vorhabens 3610S60014 beschränken sich daher auf relevante Aspekte für die Arbeit des GRS-Notfallteams. Letztere ist nicht explizit Gegenstand der o. g. Aktivitäten

Das GRS-Notfallteam wurde am 11. März 2011 in Folge der Ereignisse im Kernkraftwerk Fukushima aktiviert. In der Folge unterrichtete das Notfallteam das BMU (jetzt: BMUB) in regelmäßigen Berichten über die jeweils aktuelle anlagentechnische und radiologische Lage. Die Arbeit des Notfallteams diente auch der Information von Öffentlichkeit und Medien, die sowohl über das GRS-Internetportal zu Fukushima als auch über zahlreiche Interviews und Antworten auf Presseanfragen durch die Kommunikationsabteilung der GRS erfolgte. Im Rahmen des mehrwöchigen, z. T. im 24 h-Schichtbetrieb durchgeführten Einsatzes wurden umfangreiche Erfahrungen zur Organisation der Stabsarbeit, zur Lageermittlung und -bewertung sowie zur Beratungs- und

Öffentlichkeitsarbeit gesammelt. Die Auswertung des Unfallablaufs ist weiterhin Gegenstand laufender Arbeiten in der GRS.

2.2.1 Identifikation von Kernthemen als Erfahrungsrückfluss aus der Arbeit der GRS-Notfallteams während des Unfalls im KKW Fukushima Daiichi

Im Rahmen des Vorhabens wurde die Arbeit des GRS-Notfallteams analysiert und in Bezug auf Verbesserungspotenzial ausgewertet. Als Ergebnis wurden Kernthemen für die Verbesserung der Arbeit identifiziert, die im Folgenden diskutiert werden.

2.2.1.1 Thema: Quelltermermittlung

Es fehlen Verfahren zur Quelltermabschätzung (Freisetzungsmenge, Nuklidzusammensetzung, zeitlicher Verlauf und ggf. Freisetzungsort) aus Immissionsdaten. Die Koordination der Zusammenarbeit der Fachbehörden und Institutionen bei der Quelltermabschätzung ist verbesserungswürdig.

- Bei einem Unfall im Ausland kann nicht davon ausgegangen werden, dass Quelltermabschätzungen vom Betreiber der Unfallanlage zur Verfügung stehen. Für den Unfall in Fukushima liegen nach wie vor Abschätzungen des Quellterms allein auf Basis von Rückrechnungen aus Immissionen vor.
- In Deutschland steht den Bundesbehörden und Expertenorganisationen kein für die Belange des anlagenexternen Notfallschutzes geeignetes Verfahren zur Berechnung von Quelltermen aus Immissionsdaten zur Verfügung. Bei der Konzeption und Umsetzung eines solchen Verfahrens sollten flexible Anwendungsmöglichkeiten mit Blick auf die Datenlage und die Verfügbarkeit geeigneter Informationen berücksichtigt werden.
- Falls –wie beim Unfall in Fukushima– eine Quelltermabschätzung nur durch Fachbehörden und Expertenorganisationen durchgeführt werden können, müssen zu diesem Zweck Erkenntnisse aus dem anlageninternen Abläufen (z. B. zum Schadensausmaß und Freisetzungsverlauf in den Reaktoren, BE-Becken oder anderen Einrichtungen mit radiologischem Inventar) mit Immissionsdaten (z. B. ODL, Kontamination, Luftaktivität, gemessene Nuklidspektren) außerhalb

der Anlage und Wetterinformationen ggf. bis hin zu geeigneten Antriebsfeldern für Ausbreitungs- bzw. inverse Modellierung zusammengeführt werden.

Die Kompetenzen sind auf diesen Aufgabenfeldern in Deutschland stark aufgegliedert (z. B. anlagentechnischer Ablauf: Primär GRS; Wetterdaten und Antriebsfelder für Ausbreitung: DWD, RODOS Ausbreitungsmodellierung: BfS (ZdB)/KIT. Das Vorgehen bei der Quelltermmittlung sollte entweder von einer zentralen Stelle vorgenommen oder mindestens durch eine zentrale Stelle koordiniert werden. Über die Aufgabenverteilung und den Austausch erforderlicher Daten sollten nicht erst im Ereignisfall Absprachen getroffen werden. Die Übermittlungskanäle und die kooperative Vorgehensweise sollten getestet werden.

Zur vertieften Aufbereitung der Erkenntnisse aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi zur Quelltermproblematik wurden im Rahmen des Vorhabens speziell Untersuchungen zur Quelltermmittlung aus radiologischen Messdaten durchgeführt. Das Ergebnis ist in einem separaten Bericht (Anhang 2) dokumentiert.

2.2.1.2 Thema: Abstimmung von Lagebewertung, Entscheidungsfindung und Implementierung von anlagenexternen Notfallschutzmaßnahmen für komplexe Ereignisabläufe in inländischen und grenznahen Anlagen

Die bestehenden Planungsgrundlagen des anlagenexternen Notfallschutzes (z. B. Zeithorizont von Maßnahmen, Eingreifrichtwerte, Planungszonen, Übergang von kurzfristigen Maßnahmen zu mittel- bis langfristigen Strategien) sollten in Bezug auf ihre Anwendungstauglichkeit auch für komplexe Unfallsituationen im Inland und in Europa geprüft werden.

- Komplexe Unfallsituationen können aus z. B. Ereignisabläufen mit Mehrfachfreisetzungen, überlagerten Abläufen und Freisetzungen aus verschiedenen Anlagen an einem oder mehreren Standorten mit ggf. unterschiedlichen Einrichtungen, langanhaltende Freisetzungen und Überlagerungen von nuklearen/radiologischen mit andere Notfällen (auch z. B. in Verbindung mit koordinierten Terroranschlägen) bestehen.
- Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Fukushima-Unfall und neuesten Analysen von nuklearen und radiologischen Szenarien sollten die bestehenden

Planungen der Katastrophenschutzbehörden mit den Anforderungen, die sich im Ereignisfall an die Entscheidungsfindung und Implementierung von Maßnahmen ergeben, abgeglichen werden. Hierzu ist die verstärkte Zusammenarbeit von zuständigen Behörden und Expertenorganisationen im Bereich der nuklearen Sicherheit und der Innenbehörden erforderlich. Zur Verbesserung der Planungsgrundlagen sollten moderne Methoden und Modelle (z. B. zur Simulation von Evakuierungsvorgängen in komplexen Infrastrukturen) zum Einsatz kommen.

- Für ausländische grenznahe Anlagen sollten die bestehenden grenzübergreifenden Planungsgrundlagen und behördlichen Übereinkommen in analoger Weise geprüft und ggf. erweitert werden. Bei grenznahen Anlagen sollte für die Lagebewertung auf eine gemeinsame Datenbasis für Anlagen- und Umweltinformationen sowie ggf. auf harmonisierte Bewertungsinstrumente zurückgegriffen werden können. Der vorzusehende Datenaustausch zwischen den zu beteiligenden in- und ausländischen Behörden sollten in gemeinsamen Planungsgrundlagen vereinbart und die Übermittlungswege (z. B. für Online-Übermittlung von Anlagen- und Umweltdaten im Ereignisfall) getestet werden.

2.2.1.3 Thema: Bewertung und Bewältigung radiologischer Folgen von Unfallabläufen in ausländischen Anlagen im Zeitalter globalisierter Personen- und Warenverkehrsströme

Die bestehenden Ansätze im Katastrophenschutz und in der Strahlenschutzvorsorge sind primär auf den Schutz der Bevölkerung im eigenen Land für den Fall der Ausbreitung radioaktiver Freisetzungen mit der Atmosphäre auf das nationale Territorium ausgerichtet. Die Übertragbarkeit auf Situationen mit der Möglichkeit von Kontaminationen von Produkten und Transportmitteln sowie der Kontamination oder Exposition von Reisenden ist nicht ohne weiteres gegeben.

Daher erscheint die (Weiter-) Entwicklung von Planungskonzepten zur Unterstützung und Beratung von bundesdeutschen Einrichtungen und Personen im Ausland sowie von Kriterien und Verfahren für die Überwachung und ggf. Optionen zur Prävention oder Reduzierung von Strahlenexpositionen von Verkehrsmitteln, Reisenden und Warenströmen erforderlich.

2.2.2 Bedeutung der Erkenntnisse für generalisierte Maßnahmenkonzepte

Der Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi hat vor allem Erkenntnisse über kern-technische Unfälle geliefert. Wesentliche Inhalte der identifizierten Kernthemen lassen sich jedoch auch auf andere Ereignisspektren übertragen, wie nachfolgend im Einzelnen erläutert wird.

- **Quelltermmittlung:** Bei vielen denkbaren Transport- oder Handhabungsunfällen mit Freisetzungen wird die Quelltermmittlung aufgrund der kurzen Freisetzungsdauer und einer fehlenden Vorfreisetzungsphase auf Messdaten beruhen. Eine schnelle Quelltermbestimmung, die nuklidspezifisch erfolgen sollte, ist auch in diesen Situationen für angemessene Maßnahmenentscheide erforderlich. Dabei kann in vielen Fällen von überschaubaren Nuklidvektoren und erheblich kleineren Gebieten, die potenziell betroffen sind, ausgegangen werden. Fachorganisationen sollten jedoch auch auf komplexe Situationen (z. B. Freisetzungen von Nuklidgemischen in Gebäuden oder Tunnelsystemen) vorbereitet sein. In derartigen Situationen ist eine hinreichend schnelle Eingrenzung der gefährdeten Bereiche allein mit Messungen u. U. nicht schnell genug möglich.
- **Abstimmung von Lagebewertung, Entscheidungsfindung und Implementierung von anlagenexternen Notfallschutzmaßnahmen für komplexe Ereignisabläufe:** Aufgrund der geringeren Ausdehnung beaufschlagter Gebiete sind grenzüberschreitende Harmonisierungen für Transport- oder Handhabungsunfälle einfacher zu realisieren und sollten im Rahmen der allgemeinen Gefahrenabwehr erfolgen. In diesem Rahmen sollte auch die Vorsorge für Kombinationen von radiologischen mit anderen Bedrohungen geprüft werden.
- **Bewertung und Bewältigung radiologischer Folgen von Unfallabläufen im Zeitalter globalisierter Personen- und Warenverkehrsströme:** Die für kern-technische Anlagen getroffenen Erkenntnisse sind auch auf andere Unfalltypen übertragbar, da die Problematik von Kontaminationen im globalen Personen- und Warenverkehr auch bei anderen Unfalltypen relevant sein kann. Der für die Vorsorge zu treffende Aufwand dürfte durch adäquate Planungen für Konsequenzen aus Unfällen in kerntechnischen Anlagen abgedeckt sein.

3 Ableitung eines generalisierten Maßnahmenkonzepts

3.1 Ansatz zur systematischen Analyse von Ereignisspektren und Maßnahmenoptionen

Die Analyse des Ereignisspektrums erfolgt unter dem Gesichtspunkt einer einheitlichen Betrachtungsweise von nuklearen und radiologischen Notfällen. Sie soll daher nicht die in der Literatur dokumentierten zahlreichen detaillierten Unfallanalysen (z. B. probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA) von Kernkraftwerksunfällen) ersetzen oder in allen Einzelheiten wiedergeben. Vielmehr greift sie die zur Systematisierung und Generalisierung wichtigen Aspekte aus vorhandenen Analysen und Erkenntnissen über Unfallabläufe auf. Ferner erhebt die Analyse keinen Anspruch auf Vollständigkeit der in Betracht gezogenen Ereignisse, Indikatoren und Maßnahmenoptionen, sondern verfolgt einen offenen Ansatz, der je nach Erkenntnisfortschritt ergänzt und fortgeschrieben werden kann. Zur Analyse aller relevanten Unfalltypen und Abläufe wird ein einheitlicher Ansatz verwendet, der folgende Elemente umfasst:

- Definition generalisierter Unfallphasen, in die sich alle Ereignisabläufe einordnen lassen,
- Charakterisierung des relevanten Ereignisspektrums durch repräsentative Szenarien,
- Gliederung der repräsentativen Szenarien in die einheitlich definierten Phasen; Untergliederung der Phasen in individuelle Einzelereignisse,
- Charakterisierung der Ereignisse durch beobachtbare Indikatoren
- Zuordnung von grundsätzlich in Betracht zu ziehende Maßnahmenoptionen zu allen Ereignissen,
- Information über Grundlagen für die weitere Entscheidungsfindung zu jeder Maßnahmenoption.

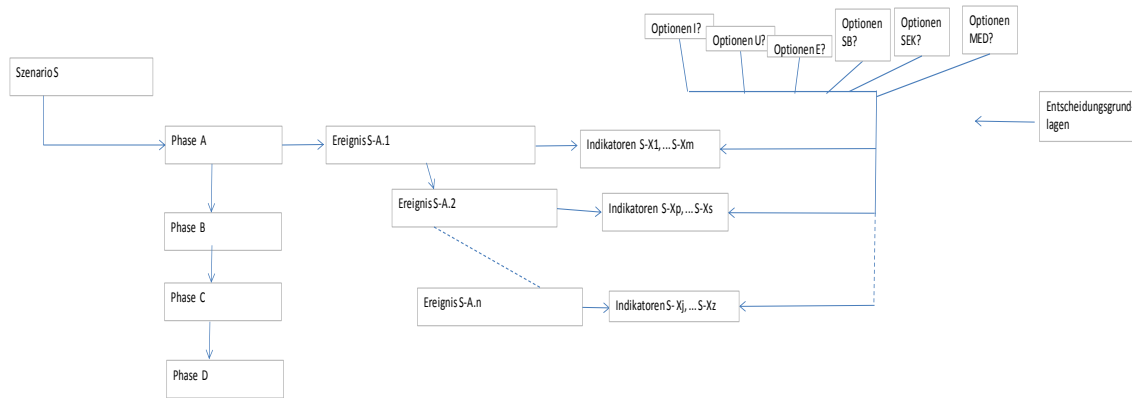


Abb. 3.1 Schema zur Systematik der Ereignisablauf-Analyse

Die Systematik der Analyse von Ereignisabläufen ist in Abb. 3.1 schematisch dargestellt. Die Analyse wird in folgenden Schritten durchgeführt:

1. Jedes Szenario wird in die generalisierten Unfallphasen
 - A: Unsichere Situation,
 - B: Akute Gefährdung,
 - C: Aktiver Expositionsmechanismus und
 - D: Exposition

eingeteilt. Die Unfallphasen sind im Abschnitt 3.1.1 näher beschrieben.

2. Für jede Unfallphase werden alle Ereignisse spezifiziert, die bei dem betreffenden Szenario in dieser Phase vorkommen *können*. Die Zusammenstellung der möglichen Ereignisse umfasst ggf. auch Alternativereignisse, die in einem einzelnen konkreten Unfallablauf nicht gemeinsam oder nicht gleichzeitig auftreten. Die Reihenfolge der Ereignisse spiegelt daher auch nicht notwendig den zeitlichen Ablauf wider.
3. Jedes Ereignis wird durch Indikatoren beschrieben, anhand derer die mit dem Ereignis verknüpfte Situation in einem konkreten Unfallablauf beobachtbar ist und beschrieben werden kann.
4. Für jedes Ereignis werden alle Maßnahmenoptionen aufgelistet, die in der gegebenen Situation grundsätzlich in Erwägung gezogen werden können. Die Maßnahmenoptionen sind ihrer Zielsetzung entsprechend in die Klassen
 - I - Lageermittlung/Informationsgewinnung,
 - U - Unterbindung einer weiteren Eskalation,
 - E - Eindämmung der radiologischen Folgen,

- SB - Schutz der Bevölkerung,
- SEK - Schutz der Einsatzkräfte und
- MED - Medizinische Maßnahmen

unterteilt. Diese Klassifizierung ist in Abschnitt 3.1.2 näher erläutert.

5. Jede Maßnahmenoption wird durch eine Kurzbeschreibung und weitere Informationen zu Entscheidungsgrundlagen, die eine weitere Spezifizierung und Auswahl geeigneter Maßnahmen im konkreten Fall ermöglichen sollen, charakterisiert. Sofern möglich und erforderlich, werden Referenzen zur weiteren Maßnahmenbeschreibung und Entscheidungsfindung angegeben.

Die unter 1 - 5 beschriebene Systematik ermöglicht die Auswertung der Zuordnung zwischen Ereignissen, Indikatoren und Maßnahmenoptionen unter den folgenden Gesichtspunkten:

- Szenarienspezifische und szenarienübergreifende Maßnahmenoptionen
- Phasenspezifische und phasenübergreifende Maßnahmenoptionen
- Ereignisspezifische und ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen
- Szenarien- Phasen- und ereignisbezogene Kombinationen Maßnahmenoptionen
- Verknüpfung von Maßnahmenoptionen und Indikatoren.

Die Ergebnisse dieser Auswertung können genutzt werden, um sinnvolle Maßnahmenkombination zu identifizieren, die ohne Einzelprüfung simultan implementiert werden können, und den Informationsbedarf für eine qualifizierte Maßnahmenentscheidung genauer zu spezifizieren

3.1.1 Generalisierte Unfallphasen

Die Einteilung in generalisierte Unfallphasen dient dazu, alle nuklearen und radiologischen Notfälle in ein einheitliches Schema aufzugliedern. Dieses Schema soll nicht nur auf Ereignisabläufe mit Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre, sondern auch auf Direktstrahlungs- und Kontaminationsszenarien, bei denen die Exposition über andere Pfade läuft (z. B. über kontaminierte Konsumgüter), anwendbar sein. Dazu werden sowohl Erkenntnisse für kerntechnische Unfallabläufe als auch die bereits in /GRS 12a/ für den Bereich der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr (NGA) beschriebene Phaseneinteilung herangezogen und geeignet verallgemeinert. Wesentliche Grundlage für die Phaseneinteilung sind die Ziele, die zur Bewältigung der Situation in

der jeweiligen Phase schwerpunktartig verfolgt werden können. Nach diesen Zielen richten sich die sinnvoll in Erwägung zu ziehenden Maßnahmenoptionen.

Tab. 3.1 Generalisierte Unfallphasen

Phaseneinteilung	Kurzbeschreibung Phase	Schwerpunktziele	Beispiele für zugehörige Ereignisse
Phase A: Unsichere Situation	Die Kontrolle des oder der sichere Umgang mit dem radioaktiven Material sind nicht gewährleistet. Es liegt noch keine Situation vor, die ohne Maßnahmen von selbst zu notfallschutzrelevanten Strahlenexpositionen führen würde; es fehlen jedoch die Mechanismen, die bei weiteren ungünstigen Entwicklungen eine mögliche Eskalation wirksam verhindern.	Wiedererlangung der Kontrolle über das radioaktive Gefahrenpotenzial Vorbeugung gegen eine weitere Eskalation der Situation	<i>Beispiel(e) KKW-Unfall:</i> Ereignisse SE 4a (ATWS, FLAB, Explosion extern) <i>Beispiel(e) ABC-Gefahrenabwehr:</i> Transportunfall mit einer involviertem Quelle, Beschädigung der Umverpackung, aber intaktem Abschirmbehälter
Phase B: Akute Gefährdung	Es sind noch keine Strahlenexpositionen eingetreten. Es sind jedoch Prozesse wirksam, aufgrund derer die Situation ohne Gegenmaßnahmen zu einer unzulässigen Strahlenexposition führen wird. Präventive Maßnahmen können unter Umständen diese Eskalation verhindern.	Verhinderung einer Expositionssituation Beendigung der Gefährdungssituation	<i>Beispiel(e) KKW-Unfall:</i> Kernkühlung ist nicht gewährleistet, Totalverlust aller Barrieren und Rückhaltefunktionen in Verbindung mit Freisetzung aus Brennstäben <i>Beispiel(e) ABC-Gefahrenabwehr:</i> Quelle in korrosiver Umgebung Kontamination von Kosmetika (noch nicht ausgeliefert) Transportunfall mit offenen radioaktiven Stoffen, Behälter im Brand
Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus	Es sind Prozesse wirksam, die eine Exposition herbeiführen, sofern diese nicht durch Gegenmaßnahmen, die das Verhalten der potenziell exponierten Personen beeinflussen, unterbunden wird. Mitigative Maßnahmen können unter Umständen diese Expositionen herabsetzen	Beendigung des Expositionsmechanismus Begrenzung der Wirksamkeit des Expositionsmechanismus	<i>Beispiel(e) KKW-Unfall:</i> Freisetzung in die Atmosphäre nach Kernschmelzunfall <i>Beispiel(e) ABC-Gefahrenabwehr:</i> Freisetzung aus Behälter im Brand nach Transportunfall Verlust der Abschirmung einer Quelle Kontamination von Konsumgütern
Phase D: Exposition	Die Expositionssituation ist eingetreten. Schutzmaßnahmen der (potenziell) betroffenen Personen sind erforderlich, um sie zu beenden oder zu reduzieren sowie um den betroffenen Personenkreis einzugrenzen.	Begrenzung/Reduzierung der radiologischen Auswirkungen auf den betroffenen Personenkreis Verhinderung einer möglichen Ausweitung der Expositionssituation auf weitere Personen	<i>Beispiel(e) KKW-Unfall:</i> Inhalation luftgetragener Aktivität, Exposition durch Bodenstrahlung <i>Beispiel(e) ABC-Gefahrenabwehr:</i> Inhalation luftgetragener Aktivität nach Freisetzung aus Behälter im Brand Exposition durch Direktstrahlung aufgrund unabgeschirmter Quelle oder verstreuten radioaktiven Partikeln Inkorporation durch Gebrauch kontaminierter Kosmetika

Diese Form der Einteilung impliziert, dass sich Phasen zeitlich überlappen können und verschiedene Ereignisse nicht notwendigerweise einer einzigen Phase zuzuordnen sind. Die sinnvolle Zuordnung erfolgt in diesen Fällen über den Maßnahmenbezug. So sind z. B. bei kerntechnischen Unfällen für das Ereignis „Auftreten von Bodenkontaminationen“ während der Freisetzungsphase (Generalisierte Phase C mit Freisetzung als aktiver Expositionsmechanismus) andere Schutzmaßnahmen (z. B. Aufenthalt in Gebäuden) sinnvoll als in der Nachfreisetzungsphase (Generalisierte Phase C mit Exposition durch Bodenstrahlung als Expositionssituation mit z. B. Dekontamination oder Umsiedlung als Maßnahmenoptionen).

Die für die weitere Analyse verwendete Phaseneinteilung ist in Tab. 3.1 zusammengefasst.

3.1.2 Klassifizierungsschema für Maßnahmenoptionen

Das Klassifizierungsschema für Maßnahmenoptionen teilt alle Maßnahmenoptionen entsprechend ihren hauptsächlichen Zielen ein. Die für die folgende Analyse verwendete Klassifizierung basiert auf dem in /GRS 12a/ für NGA-Fälle verwendeten Schema.

Tab. 3.2 Klassifizierungsschema für Maßnahmenoptionen

Bezeichnung	Kurzbeschreibung
I- Lageermittlung/ Informationsgewinnung	Informationsgewinnung und Lageermittlung (z. B. Messstrategien, Analysen des bisherigen Ablaufs, Prognosen der weiteren Entwicklung)
U - Unterbindung einer weiteren Eskalation	Unterbindung einer weiteren Eskalation, insbesondere. durch gezielte Bekämpfung der Mechanismen und Prozesse, die zu einer Expositionssituation führen (z. B. Brandbekämpfung, Wiederherstellung der Kühlung)
E - Eindämmung der radiologischen Folgen	Eindämmung oder Verhinderung der Exposition (z. B. Abschirmung von Quellen, Verhinderung oder Reduktion der Freisetzung in die Atmosphäre oder andere Medien durch Bindemittel oder mobile Sperren, Abschaltung betroffener System zur Medienversorgung).
SB - Schutz der Bevölkerung	Schutz der Bevölkerung bei drohender oder eingetretener Expositionssituation (z. B. Räumen/Absperren von Gebieten, Aufenthalt in Gebäuden, Evakuierung, Einnahme von Iodtabletten, Verzehrsverbote sowie Begleitmaßnahmen, wie sie z. B. in den „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ aufgelistet sind).
SEK - Schutz der Einsatzkräfte	Schutz der Einsatzkräfte (z. B. dosimetrische Überwachung, radiologische Einsatzplanung, persönliche Schutzausrüstung).
MED - Medizinische Maßnahmen	Medizinische Maßnahmen (z. B. Dekorporation von Radionukliden, Dekontamination von Wunden, Behandlung hoch exponierter Personen)

Die für die hier vorliegenden Analysen verwendeten Klassen sind identisch mit den in /GRS 12a/ verwendeten Klassen. Ihre Definition wurde dem hier verwendeten Generalisierungszweck angepasst und um NGA-spezifische Aspekte bereinigt. Die Kompatibilität mit der Klassifizierung in /GRS 12a/ wird dadurch nicht eingeschränkt. Das Klassifizierungsschema ist in Tab. 3.2 zusammengefasst.

3.2 Zusammenstellung relevanter Ereignisabläufe und abgeleitetes Szenarienspektrum

In den Bereichen „Notfallschutz für kerntechnische Anlagen“, „ABC-Gefahrenabwehr“ und „nuklearspezifische Gefahrenabwehr“ sind unterschiedliche Typen von Ereignisabläufen maßgeblich für die Konzeption der Notfallschutzmaßnahmen. Im Folgenden wird das Szenarienspektrum zu den Bereichen „Notfallschutz für kerntechnische Anlagen“ und „ABC-Gefahrenabwehr“ aufgestellt. Der Bereich „nuklearspezifische Gefahrenabwehr“ wird aufgrund der Einstufung der hierfür erforderlichen Informationen als Verschlussache nicht explizit mit aufgeführt. Das in /GRS 12a/ dokumentierte Szenarienspektrum für NGA-Fälle bietet jedoch eine kompatible Ergänzung des hier identifizierten Spektrums.

Aufgrund der großen Bandbreite der einzubeziehenden Ereignisabläufe bzgl. Verlauf, Auswirkungen, beteiligter Nuklide etc. erscheint eine Zusammenfassung zu verschiedenen Szenariengruppen mit ähnlichen Eigenschaften sinnvoll. Für diese Gruppen werden geeignete repräsentative Ereignisabläufe ausgewählt. Bei der Gruppierung und Auswahl der Repräsentanten sind auch Unterschiede in der Typisierbarkeit unterschiedlicher Ereignisarten zu beachten. So sind z. B. charakteristische Verläufe bei Unfällen in kerntechnischen Anlagen konkreter beschreibbar als bei Unfällen bei der Handhabung und beim Transport sonstiger radioaktiver Stoffe, da bei letzteren die möglichen Randbedingungen eine größere Bandbreite aufweisen können.

Die Unterscheidung und Gruppierung von Ereignisabläufen und die Identifikation geeigneter Repräsentanten erfolgt nach den folgenden, für die Lagebewertung und Entscheidungsfindung über Maßnahmen wesentlichen, Gesichtspunkten:

- Der charakteristische zeitliche Ablauf: Je nachdem, ob eine Expositionssituation eintreten droht oder bereits eingetreten ist, sind Gegenmaßnahmen präventiv oder mitigativ auszurichten. Für alle Ereignisse werden zeitliche Phaseneinteilungen entsprechend den in Abschnitt 3.1.1 definierten generalisierten Unfallphasen vorgenommen, so dass für jede Phase potenziell wirksame und durchführbare Maßnahmen identifiziert werden können.
- Die potenziell von der Beaufschlagung mit radioaktivem Material betroffenen Gebiete, Infrastrukturen, Systeme oder Medien: Alle nuklearen oder radiologischen Notfälle resultieren aus einer Situation, in der radioaktive Stoffe außer Kontrolle (im Sinne eines genehmigten und sicheren Umgangs) geraten. Dies kann z. B. mit der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung oder in geschlossene Systeme, Verlust oder Diebstahl von Quellen, dem Versagen von Abschirmungen oder der Verschleppung von Kontaminationen in Bereiche, in denen Person unkontrolliert exponiert werden können, verbunden sein.
- Die Möglichkeiten zur Verhinderung oder Reduktion der Strahlenexposition: Diese hängen insbesondere von der Zeitphase, dem Expositionspfad und der Nuklidzusammensetzung ab.
- Die relevanten Expositionspfade sowie die Nuklidzusammensetzung und Aktivitätsmenge der auf dem jeweiligen Expositionspfad wirksamen radioaktiven Stoffe: Auf diesen Informationen basiert zum einen die Ermittlung der Strahlenexposition, zum anderen sind sie relevant für alle Strategien zur messtechnischen Erfassung der beteiligten radioaktiven Stoffe.

- Die potenziellen radiologischen Auswirkungen: Für Notfallsituationen wird die potenzielle Strahlenexposition des Menschen zu Grunde gelegt. Zur Charakterisierung sind die Individualdosis sowie dosisrelevante abgeleitete Messgrößen wie Ortsdosisleistung und Luftaktivität maßgeblich.

Die Zusammenstellung relevanter Ereignisspektren basiert auf Ergebnissen des Berichts zur Aufarbeitung des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik (/GRS 12/. vgl Anlage 1). Die nach den o. g. Gesichtspunkten abgeleiteten repräsentativen Szenarien werden nachfolgend beschrieben.

3.2.1 Szenarienspektrum

Die Unterteilung des Szenarienspektrums erfolgt zunächst entsprechend den charakteristischen Unterschieden bezüglich der Ursachen und Randbedingungen, die potenziell zu notfallschutzrelevanten Expositionssituationen führen können. Diesbezüglich werden zunächst fünf Gruppen von Szenarien gebildet:

- **S1 - Kerntechnischer Unfall:**
Ereignisablauf in einem Kernkraftwerk oder einer anderen kerntechnischen Anlage, der zu notfallschutzrelevanten radiologischen Auswirkungen führen kann.
- **S2 - Transportunfall:**
Unfall beim Transport radioaktiver Stoffe mit Einwirkungen auf das Versandstück, die zu notfallschutzrelevanten radiologischen Auswirkungen führen können.
- **S3 - Einwirkungen bei der Handhabung sonstiger radioaktiver Stoffe:**
Unfallbedingte Einwirkungen auf sonstige radioaktive Stoffe beim bestimmungsgemäßen Umgang (z. B. Absturz von Gebinden, Brand, Explosion, Korrosion).
- **S4 - Unbeabsichtigtes Verursachen einer Expositionssituation:**
Verursachen einer Expositionssituation durch unsachgemäße Handhabung (z. B. Entfernen von Abschirmungen, Einbringen von radioaktiven Stoffen in Produktionsprozesse, unbeabsichtigte Freisetzung/Kontamination).
- **S5 - Unbeabsichtigter Umgang mit radioaktiven Stoffen:**
Durch unwissentlichen Umgang mit radioaktiven Stoffen wird eine Expositionssituation hervorgerufen (z. B. unwissentliche Handhabung von radioaktiven Stoffen in Abfällen, unwissentliche Entwendung z. B. als Metallschrott etc.)

Tab. 3.3 Szenarienspektrum

Nr.	Szenario
S1	<i>Kerntechnischer Unfall</i>
S2	<i>Transportunfall</i>
S3	<i>Einwirkungen bei der Handhabung radioaktiver Stoffe</i>
S3.1	Lagerung radioaktiver Stoffe
S3.2	Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen
S3.3	Umgang mit umschlossenen Quellen
S4	<i>Unbeabsichtigtes Verursachen einer Expositionssituation</i>
S4.1	Entfernen Abschirmung
S4.2	Freisetzung in die Atmosphäre
S4.3	Freisetzung in Lüftungssysteme oder andere Systeme zur Medienversorgung
S4.4	Kontamination von Nahrungsmitteln
S4.5	Kontamination von Produkten
S4.6	Kontamination Trinkwasser
S4.7	Kontamination Umwelt
S5	<i>Unbeabsichtigter Umgang</i>
S5.1	Unbeabsichtigte Handhabung
S5.2	Unbeabsichtigte Inkorporation

Zur genaueren Analyse werden die Szenariengruppen S3 bis S5 in Untergruppen unterteilt. Auf eine derartige Unterteilung wird bei den Gruppen S1 und S2 verzichtet, da für diese Szenariengruppen systematische Ereignisanalysen (z. B. /GRS 10;/ /GRS 10a/) vorliegen. Das resultierende Szenarienspektrum ist in Tab. 3.3 zusammengefasst.

3.2.2 Vergleich zwischen Szenarien und Auswahl von Repräsentanten

Im Folgenden wird untersucht, welche Überschneidungen zwischen den in Tab. 3.3 aufgelisteten Szenarien bestehen. Ziel dieser Untersuchung ist, die Repräsentanten für weitere Detailuntersuchungen so zu wählen, dass durch diese ein möglichst breites Spektrum von Szenarien abgedeckt wird. Der Vergleich bezieht sich nur auf die Eigenschaften von Szenarien, die für das Generalisierungsverfahren von Maßnahmenoptionen von Belang sind. Die Ergebnisse stellen die Möglichkeit von erheblichen Unterschieden, insbesondere für konkrete Ereignisabläufe, nicht in Abrede.

3.2.2.1 Vergleich zwischen Transport- und Handhabungsunfällen (Szenariengruppen S2 und S3)

- **Beteiligte radioaktive Stoffe:** Grundsätzlich werden alle Stoffe, die in Handhabungsunfälle mit Potenzial für notfallschutzrelevanten Auswirkungen für die Bevölkerung involviert sein können, auch transportiert. Diesbezüglich besteht kein Unterschied zwischen den Szenariengruppen S2 und S3.
- **Einwirkungen mit potenziell notfallschutzrelevanten Konsequenzen:** Grundsätzlich können mechanische thermische und mit Einschränkungen auch chemische Beaufschlagungen des radioaktiven Materials Unfälle mit radiologischen Gefährdungspotenzial hervorrufen. Die individuelle Beaufschlagung kann je nach Ereignisfall unterschiedliche Ursachen haben, die aber in Bezug auf erforderliche Maßnahmen zu ähnlichen Situationen führt.

Bei Transporten besteht durch den vorgeschriebenen Behälter tendenziell ein besserer Schutz gegen Einwirkungen als bei bestimmten denkbaren Handhabungsvorgängen, bei denen z. B. Quellen ohne Umverpackung gegen mechanische/thermische Einwirkungen gehandhabt werden. Derartige Handhabungen erfordern jedoch zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen (z. B. eingefriedetes Betriebsgelände oder Absperrungen) und finden nicht unmittelbar im öffentlichen Raum statt. Insgesamt besteht im Rahmen einer qualitativen Betrachtung kein prinzipieller Unterschied zwischen den Einwirkungen bei Transport- und Handhabungsunfällen.

- **Unfallort:** Unfälle mit Potenzial für notfallschutzrelevanten Auswirkungen für die Bevölkerung sind am ehesten im öffentlichen Raum denkbar; dies gilt gleichermaßen für Transport- und Handhabungsunfälle. Handhabungsunfälle innerhalb von öffentlich zugänglichen Gebäuden werden im konkreten Fall zu anderen Ausgestaltungen von Maßnahmen führen als Transportunfälle auf öffentlichen Verkehrswegen, die aber nicht die grundsätzliche Maßnahmenoption auf dem im Rahmen dieses Vorhabens gewählten Abstraktionsniveau betreffen. Ferner sind auch Transportunfälle denkbar, die zu Gefährdungen in Gebäuden führen.

- **Auswirkungen:** Vorangegangene Studien zeigen, dass das Gefährdungspotenzial beim Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen auf nicht für Dritte zugänglichen Betriebsgeländen, z. B. bei der Lagerung sonstiger radioaktiver Stoffe, nicht notfallschutzrelevant in Bezug auf Auswirkungen auf die Bevölkerung ist /GRS 10b/. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass Handhabungsunfälle, die nicht im öffentlichen Raum stattfinden, bezüglich der Auswirkungen durch Transportunfälle abgedeckt sind. Das denkbare Spektrum von Handhabungsunfällen im öffentlichen Raum unterscheiden sich bezüglich der Abläufe – und somit auch der Auswirkungen - nicht grundsätzlich von Transportunfällen.
- **Maßnahmen und Zuständigkeiten:** Sowohl Transport- als auch Handhabungsunfälle sind Gegenstand der ABC-Gefahrenabwehr und als solcher gleichermaßen durch die hierfür zuständigen Behörden und Einsatzkräfte zu bewältigen.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass für den Untersuchungszweck dieser Studie eine separate Behandlung von Transport- und Handhabungsunfällen nicht erforderlich ist. Die Detailanalyse von Transportunfällen wird daher als sinngemäß übertragbar auf Handhabungsunfälle angenommen und zusammen mit diesen behandelt.

3.2.2.2 Einordnung der Szenariengruppen S4 und S5

Die Szenariengruppen S4 „Unbeabsichtigtes Verursachen einer Expositionssituation“ und S5 „Unbeabsichtigter Umgang mit radioaktiven Stoffen“ weisen eine enge Verwandtschaft mit relevanten Szenarien der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr auf, da die Szenarien der Gruppe S4 auch in terroristisch oder kriminell motivierter Absicht hervorgerufen werden können und die Szenarien der Gruppe S5 als Folgen terroristisch oder kriminell motivierten Missbrauchs radioaktiver Stoffe auftreten können. Sie sind daher durch analoge Untersuchungen für NGA-Fälle /GRS 12a/ abgedeckt und werden im Folgenden nicht weiter behandelt.

3.2.2.3 Ausgewählte Repräsentanten

Als Repräsentanten für die weitere Analyse werden für die Szenariengruppe S1 Kernkraftwerksunfälle (wegen ihrer bezüglich der Auswirkungen dominanten Bedeutung für kerntechnische Anlagen in Deutschland) und für die Szenariengruppen S2 und S3

Transport- und Handhabungsunfälle ausgewählt. Die Detailanalyse für letzteren Repräsentanten orientiert sich an Transportunfällen, schließt aber mögliche Situationen für Handhabungsunfälle, die für Transportunfälle eher untypisch, aber nicht undenkbar sind (z. B. Freisetzung radioaktiver Stoffe in Gebäudebereiche oder Lüftungssysteme), mit ein.

3.3 Detailanalyse der Szenarien „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- und Handhabungsunfall“

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in Abschnitt 3.1 erläuterten Analyse der Szenarien „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- und Handhabungsunfall“ vorgestellt. Diese sind tabellarisch zusammengefasst. In den Tabellen Kernkraftwerksunfall

Tab. 3.4 bis Tab. 3.8 sind die Ereignisse, die der jeweiligen Unfallphase zugeordnet sind, in der zweiten Spalte (Ereignisnummer) und dritten Spalte (Ereignisname/Kurzbeschreibung) aufgeführt. Die vierte Spalte enthält die Indikatoren, die typischerweise mit den Ereignissen verbunden sein können. In der fünften Spalte sind die Maßnahmenoptionen, die grundsätzlich in der jeweiligen Situation, die durch Szenario, Phase und Ereignis charakterisiert ist, in Erwägung zu ziehen sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur die Nummern der zugeordneten Indikatoren und Maßnahmen angegeben. Die Beschreibung der zugehörigen Indikatoren und Maßnahmenoptionen ist den Tabellen Tab. 3.9 (Indikatoren) sowie den Tab. A.1 bis Tab. A.6 (Maßnahmenoptionen, Im Anhang) zu entnehmen.

3.3.1 Kernkraftwerksunfall

Tab. 3.4 Ereigniszuordnung Kernkraftwerksunfälle – Phase A

Phaseneinteilung	Ereignis Nr.	Kurzbeschreibung Ereignis	Nr. Indikatoren	Nr. Maßnahmenoption
Phase A: Unsichere Situation	KKW-A1	Auslösende Ereignisse für Abläufe der SE 4 sind eingetreten.	Ind01, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02 U01
	KKW-A2	Ausfall von Sicherheitssystemen, Wegfall von Redundanzen	Ind02, Ind03, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02 U02
	KKW-A3	RESA kommt nicht auf Anregung	Ind04, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02 U03, U04
	KKW-A4	Auslegungsüberschreitende EVA	Ind05, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02 U05
	KKW-A5	Kombination Auslösender Ereignisse (z. B. Anregung Notkühlkriterien + SB-Bypass)	Ind06, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, ggf. I03, I04, I05, I06 U06 SB01, SB02, SB03, SB04, SB05 SEK01, SEK02, SEK03

Tab. 3.5 Ereigniszuordnung Kernkraftwerksunfälle – Phase B

Phaseneinteilung	Ereignis Nr.	Kurzbeschreibung Ereignis	Nr. Indikatoren	Nr. Maßnahmenoption
Phase B: Akute Gefährdung	KKW-B1	Kernkühlung ist in absehbarer Zeit nicht mehr gewährleistet	Ind07, Ind08, Ind09, Ind10, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, I03, I04, I05, I06 U06 SB01, SB02, SB03, SB04, SB05, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12 SEK01, SEK02, SEK04
	KKW-B2	Kernfreilegung	Ind08, Ind10, Ind11, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, I03, I04, I05, I06 U06 SB01, SB04, SB05, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12 SEK01, SEK02, SEK04
	KKW-B3	Hüllrohrschäden	Ind07, Ind08, Ind10, Ind12, Ind13, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, I03, I04, I05, I06 U06 E01 SB01, SB04, SB05, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12 SEK01, SEK02, SEK04
	KKW-B4	Umfangreicher Kernschaden	Ind07, Ind08, Ind10, Ind12, Ind13, Ind14, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, ggf. I03, I04, I05, I06 U07, U08, U09 E01 SB01, SB04, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12 SEK01, SEK02, SEK04
	KKW-B5	Kernschaden, Reaktordruckbehälter beschädigt oder geöffnet, Aktivitätseintrag in SB	Ind07, Ind08, Ind10, Ind12, Ind13, Ind14, Ind15, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07 U08, U09 E01 SB01, SB04, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SEK01, SEK02, SEK04
	KKW-B6	Kernschaden, Integrität Sicherheitsbehälter gefährdet	Ind07, Ind08, Ind10, Ind12, Ind13, Ind14, Ind16, Ind24, Ind25, Ind40	I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07 U07, U08, U09 E01 SB01, SB04, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12 SEK01, SEK02, SEK04

Tab. 3.6 Ereigniszuordnung Kernkraftwerksunfälle – Phasen C und D

Phaseneinteilung	Ereignis Nr.	Kurzbeschreibung Ereignis	Nr. Indikatoren	Nr. Maßnahmenoption
Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus	KKW-C1	Druckentlastung SB erforderlich, Filter verfügbar	Ind14, Ind16, Ind17, Ind18	I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07, I08, I33 U10 E01, E02, ggf. E03 SB01, SB04, SB05, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06 M01, M02
	KKW-C2	Druckentlastung SB erforderlich, Filter unverfügbar	Ind14, Ind16, Ind17, Ind18	I01, I02, I03, I04, I05, I06, I07, I08, I33 U10 E01, ggf. E03 SB01, SB04, SB05, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06 M01, M02
	KKW-C3	Beschädigung oder Bypass SB	Ind14, Ind16, Ind17, Ind18	I03, I04, I05, I06, I07, I08, I33 E01 SB01, SB04, SB05, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06 M01, M02
Phase D: Exposition	KKW-D1	Wolkendurchzug	Ind20, Ind21, Ind22	I04, I05, I06, I08, I09, I33, I10 E04 SB01, SB04, SB06, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06 M01, M02
	KKW-D2	Nachfreisetzungsphase	Ind20, Ind21, Ind22	I10, I05, I06, I08, I09, I10, I33 E04, E05 SB01, SB04, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14, ggf. SB15, SB16 SEK01, SEK02, SEK04, ggf. SEK05, SEK06 M01, M02

3.3.2 Transport- oder Handhabungsunfall

Tab. 3.7 Ereigniszuordnung Transport- und Handhabungsunfälle – Phasen A und B

Phaseneinteilung	Ereignis Nr.	Kurzbeschreibung Ereignis	Nr. Indikatoren	Nr. Maßnahmenoption
Phase A: Unsichere Situation	TR-A1	Unfall mit Transport von radioaktiven Material	Ind23, Ind24, Ind25, Ind40	I11, I12, I13, I14, I15, I16; SEK01, SEK02, SEK03
	TR-A2	z. Zt. keine radiologische Gefährdung	Ind24, Ind25, Ind26, Ind40	I11, I12, I13, I14, I15, I16, SEK01, SEK02, SEK03
	TR-A3	Weitere thermische/explosive Beaufschlagung nicht ausgeschlossen	Ind27, Ind24, Ind25, Ind40	I11, I12, I13, I14, I15, I16, I17, I18 U11, U12, SEK01, SEK02, SEK03 SEK04, SEK05, SEK06, SEK07
	TR-A4	Weitere mechanische Beaufschlagung nicht ausgeschlossen	Ind28, Ind24, Ind25, Ind40	I11, I12, I13, I14, I15, I16, I17, I18 U11, U13, SEK01, SEK02, SEK03 SEK04, SEK05, SEK06, SEK07
	TR-A5	Weitere sonstige Beaufschlagung nicht ausgeschlossen	Ind29, Ind30, Ind24, Ind25, Ind40	I11, I12, I13, I14, I15, I16, I19, I20 U11, U12, SEK01, SEK02, SEK03, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07
Phase B: Akute Gefährdung	TR-B1	Behälter liegt im Brand- oder Explosionsbereich, Abschirmung/Umschließung intakt	Ind24, Ind25, Ind31, Ind40	ggf. I03, ggf. I04, I05, I11, I12, I13, I14, I15, I21, I22, I23, I24, I25 U11, U14, U15 E06 SB01, ggf. SB04, SB08, ggf. SB11 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07
	TR-B2	Abschirmung/Umschließung intakt, droht aber mechanisch beschädigt zu werden	Ind24, Ind25, Ind28, Ind32, Ind40	ggf. I03, ggf. I04, I05, I11, I12, I13, I14, I15, I21, I26 SB01, ggf. SB04, SB08, ggf. SB11 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07
	TR-B3	Abschirmung/Umschließung intakt droht aber durch korrosiven Einfluss oder Eindringen von Flüssigkeit beschädigt zu werden	Ind24, Ind25, Ind30, Ind40	ggf. I03, ggf. I04, I05, I11, I12, I13, I14, I15, I21, I27, I28, I29 U11, U16 SB01, ggf. SB04, SB08, ggf. SB11 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07

Tab. 3.8 Ereigniszuordnung Transport- und Handhabungsunfälle – Phasen C und D

Phaseneinteilung	Ereignis Nr.	Kurzbeschreibung Ereignis	Nr. Indikatoren	Nr. Maßnahmenoption
Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus	TR-C1	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung	Ind20, Ind31, Ind33, ggf. Ind34	ggf. I03, ggf. I04, I05, I14, I15, I22, I23, I24, I25, I30, E07, E16, E17, ggf. E08 SB01, SB04, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02
	TR-C2	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung	Ind20, Ind31, ggf. Ind34, Ind35	ggf. I03, ggf. I04, I05, I14, I15, I30, ggf. I31 E07, ggf. E08 SB01, SB04, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02
	TR-C3	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung	Ind20, Ind31, ggf. Ind34, Ind36	ggf. I03, ggf. I04, I05, I14, I15, I30, ggf. I31 E07, E08, E09 SB01, SB04, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02
	TR-C4	Umschließung beschädigt, Verstreuen von Splittern, z. B. durch mechanische Einwirkungen oder Explosion	Ind20, Ind31, ggf. Ind37	I03, I04, I05, I14, I15, I30 E10 SB01, SB04, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02
	TR-C5	Verlust der Abschirmung	Ind20	I04, I05, I14, I15, E04, E11, E12 SB01, SB08 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02

Phaseneinteilung	Ereignis Nr.	Kurzbeschreibung Ereignis	Nr. Indikatoren	Nr. Maßnahmenoption
Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus	TR-C6	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer	Ind20, Ind38	I03, I04, I05, I14, I15, I32 E08, E13 SB01, SB08, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02
	TR-C7	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme, Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation oder Versorgungsmedien	Ind20, Ind39	I03, I04, I05, I14, I15, I30, I34 E08, E14 SB01, SB08, SB13, SB14 SEK01, SEK02, SEK04, SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02
Phase D: Exposition	TR-D1	Nachfreisetzungsphase	Ind20, Ind22	I05, I09, I10, I33, I14, I15, I33, I34 E04, E05, E15 SB01, SB04, SB07, SB08, SB09, SB10, SB11, SB12, SB13, SB14 ggf. SB15, SB16 SEK01, SEK02, SEK04, ggf. SEK05, SEK06, SEK07 M01, M02"

Tab. 3.9 Identifizierte Indikatoren für Ereignisse der analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Indikator	Nr.	Indikator
Ind01	Anlagenparameter im Störfallbereich	Ind21	Erhöhte Aktivitätskonzentration in der Luft
Ind02	Systeme kommen nicht auf Anforderung	Ind22	Kontamination Oberflächen, Boden, Gewässer, Nahrungsmittel etc.
Ind03	Anzeige Nichtverfügbarkeit von Redundanzen	Ind23	Gefahrgut Klasse 7 involviert
Ind04	RESA-Kontrollsignal	Ind24	Keine erhöhte ODL
Ind05	Merkmale von mechanischen, thermischen oder chemischen Einwirkungen von außen (EVA)	Ind25	Keine erhöhte Kontamination
Ind06	Anlagenkriterien Voralarm werden ausgelöst	Ind26	Behälter/Abschirmung/Umschließung intakt
Ind07	Druck RDB steigt/ist hoch/nimmt plötzlich ab	Ind27	Nähe zu Brandlasten, Zündquellen, Explosivstoffen
Ind08	Füllstand RDB zu niedrig/nimmt ab	Ind28	Keine ausreichende Sicherung gegen Absturz oder Folgeunfall
Ind09	Verfügbarkeit Notkühlsysteme nicht gegeben	Ind29	Behälter liegt im Wasser
Ind10	Überschreitung Anlagenkriterien Katastrophenalarm	Ind30	Behälter ist Korrosivstoffen ausgesetzt
Ind11	Kernaustrittstemperatur zu hoch	Ind31	Beaufschlagung durch Feuer oder Explosion
Ind12	Zeitdauer Kernfreilegung (Korrelation mit Schadenszustand)	Ind32	Gefahr durch instabile Strukturen in der Umgebung
Ind13	Hohe ODL im SB (Korrelation mit Schadenszustand)	Ind33	Erhöhte Kontamination Umgebung
Ind14	Druck im SB steigt an/ ist hoch/ nimmt plötzlich ab	Ind34	Überdruck im Behälter
Ind15	Aktivität SB-Atmosphäre hoch	Ind35	Beaufschlagung durch mechanische Einwirkung
Ind16	Erhöhte ODL Kaminfortluft	Ind36	Beaufschlagung durch chemische Reaktionen
Ind17	ODL Anlagengelände/nähere Umgebung erhöht	Ind37	stark radioaktive/aktivierte/kontaminierte Splitter/Bruchstücke
Ind18	Überschreitung Emissionskriterien Katastrophenalarm	Ind38	Erhöhte Aktivitätskonzentration in Wasserproben
Ind19	Nicht verwendet (Doppelung zu Ind18)	Ind39	Erhöhte Aktivitätskonzentration in Zu-, Um- oder Fortluft
Ind20	Erhöhte ODL Umgebung	Ind40	Keine erhöhte Aktivitätskonzentration in der Luft

3.4 Auswertung der Zuordnung von Maßnahmenoptionen

Im Folgenden werden die im vorigen Abschnitt identifizierten Maßnahmenoptionen zu den beiden analysierten Unfallszenarien, sortiert nach den generalisierten Unfallphasen, zusammengestellt. Dabei wird zwischen übergreifenden Maßnahmenoptionen, die für das gewählte Szenario und die jeweilige Phase für alle Ereignisse in Erwägung zu ziehen sind, und ereignisbezogenen Maßnahmenoptionen, die einem oder mehreren speziellen Ereignissen zugeordnet sind, unterschieden. Die Maßnahmenoptionen sind entsprechend ihrer Klassifizierung gemäß Abschnitt 3.1.2 sortiert.

Das Ergebnis der Auswertung ist für Kernkraftwerksunfälle in den Tabellen Tab. 3.10 bis Tab. 3.13 zusammengefasst, für den Transport- oder Handhabungsunfall in Tabellen Tab. 3.14 bis Tab. 3.17. Diesen Tabellen können direkt die Maßnahmen entnommen werden, die für die Bewältigung einer durch Szenario, Unfallphase und ggf. Ereignis gekennzeichneten Lage in Frage kommen. Weiterführende Informationen zu den Maßnahmenoptionen sind im Anhang 1, Tabellen und Tab. A.1 bis Tab. A.6 enthalten.

Zur einfacheren und übersichtlichen Handhabung der Tabellen im Einsatzfall dient das Programm „**Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle**“ (SIMONA), das in der Anlage 3 zu diesem Bericht näher beschrieben ist und dem Bericht in elektronischer Form beiliegt.

Tab. 3.10 Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase A

KKW-Unfall, Phase A					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I01	Störfallinstrumentierung	I03	Quelltermprognose	KKW-A5	Kombination Auslösender Ereignisse (z. B. Anregung Notkühlkriterien + SB-Bypass)
I02	Weitbereichsanzeige	I04	Radiologische Prognose		
		I05	Festlegung gefährdetes Gebiet		
		I06	Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung		
		U01	Sicherheitssysteme SE3	KKW-A1	Auslösende Ereignisse für Abläufe der SE 4 sind eingetreten.
		U02	Nutzung verfügbarer Systeme zur Wiederherstellung eines sicheren Zustandes	KKW-A2	Ausfall von Sicherheitssystemen, Wegfall von Redundanzen
		U03	Zusatzborierung	KKW-A3	RESA kommt nicht auf Anregung
		U04	Druckhaltung		
		U05	Notstandssysteme	KKW-A4	Auslegungsüberschreitende EVA
		U06	Präventive anlageninterne Notfallmaßnahmen	KKW-A5	Kombination Auslösender Ereignisse (z. B. Anregung Notkühlkriterien + SB-Bypass)
		SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	KKW-A5	Kombination Auslösender Ereignisse (z. B. Anregung Notkühlkriterien + SB-Bypass)
		SB02	vorsorgliche Ernte		
		SB03	Präventive Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen		
		SB04	Aufenthalt in Gebäuden		
		SB05	Ausgabe von Jodtabletten		
		SEK01	Unterrichtung über Situation		
		SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte		
		SEK03	Vorbereitung der dosimetrischen Überwachung		

Tab. 3.11 Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase B

KKW-Unfall, Phase B					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I01	Störfallinstrumentierung	I07	Probenahmesystem SB	KKW-B5 KKW-B6	Kernschaden, Reaktor-druckbehälter beschädigt oder geöffnet, Aktivitätseintrag in SB Kernschaden, Integrität Sicherheitsbehälter gefährdet
I02	Weitbereichsanzeige	U06	Präventive anlageninterne Notfallmaßnahmen	KKW-B1 KKW-B2 KKW-B3	Kernkühlung ist in absehbarer Zeit nicht mehr gewährleistet Kernfreilegung Hüllrohrschäden
I03	Quelltermprognose	U07	Verhinderung Überdruckversagen RDB	KKW-B4 KKW-B6	Umfangreicher Kernschaden Kernschaden, Integrität Sicherheitsbehälter gefährdet
I04	Radiologische Prognose	U08	Verhinderung Dampf- und H2-Explosion	KKW-B4 KKW-B5 KKW-B6	Umfangreicher Kernschaden Kernschaden, Reaktor-druckbehälter beschädigt oder geöffnet, Aktivitätseintrag in SB Kernschaden, Integrität Sicherheitsbehälter gefährdet
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	U09	Wiederherstellung Kernkühlung		
I06	Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	E01	Mitigative anlageninterne Notfallmaßnahmen	KKW-B3 KKW-B4 KKW-B5 KKW-B6	Hüllrohrschäden Umfangreicher Kernschaden Kernschaden, Reaktor-druckbehälter beschädigt oder geöffnet, Aktivitätseintrag in SB Kernschaden, Integrität Sicherheitsbehälter gefährdet
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	SB02	vorsorgliche Ernte	KKW-B1	Kernkühlung ist in absehbarer Zeit nicht mehr gewährleistet
SB04	Aufenthalt in Gebäuden	SB03	Präventive Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen		
SB07	Evakuierung	SB05	Ausgabe von Jodtabletten	KKW-B1 KKW-B2 KKW-B3	Kernkühlung ist in absehbarer Zeit nicht mehr gewährleistet Kernfreilegung Hüllrohrschäden
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	SB06	Einnahme von Jodtabletten	KKW-B4 KKW-B5 KKW-B6	Umfangreicher Kernschaden Kernschaden, Reaktor-druckbehälter beschädigt oder geöffnet, Aktivitätseintrag in SB Kernschaden, Integrität Sicherheitsbehälter gefährdet

KKW-Unfall, Phase B					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
SB09	Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung				
SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)				
SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden				
SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen				
SEK01	Unterrichtung über Situation				
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte				
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten				

Tab. 3.12 Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase C

KKW-Unfall, Phase C					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I03	Quelltermprognose	I01	Störfallinstrumentierung	KKW-C1 KKW-C2	Druckentlastung SB erforderlich, Filter verfügbar
I04	Radiologische Prognose	I02	Weitbereichsanzeige		Druckentlastung SB erforderlich, Filter un- verfügbar
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	U10	SB-Druckentlastung		
I06	Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	E02	Filterung	KKW-C1	Druckentlastung SB erforderlich, Filter verfügbar
I07	Probenahmesystem SB	E03	Optimierung des Zeitpunkts nach Wetter	KKW-C1 KKW-C2	Druckentlastung SB erforderlich, Filter verfügbar Druckentlastung SB erforderlich, Filter un- verfügbar
I08	Messprogramm nach REI				
I33	Quelltermabschätzung				
E01	Mitigative anlageninterne Notfallmaßnahmen				
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung				
SB04	Aufenthalt in Gebäuden				
SB05	Ausgabe von Jodtabletten				
SB06	Einnahme von Jodtabletten				
SB07	Evakuierung				
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche				
SB09	Verkehrlenkung, Verkehrseinschränkung				
SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)				
SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden				
SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen				
SB13	Verzehrseinschränkungen				
SB14	Begleitende Maßnahmen zu Verzehrseinschränkungen				
SEK01	Unterrichtung über Situation				
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte				
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten				
SEK05	Tragen von Atemschutz				
M01	Dekorporation oder andere Gegenmaßnahmen bei Inkorporation				
M02	Dekontamination von Verletzungen				

Tab. 3.13 Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase D

KKW-Unfall, Phase D					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	I04	Radiologische Prognose	KKW-D1	Wolkendurchzug
I06	Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	E05	Prioritäre Dekontamination erforderlicher Infrastrukturen	KKW-D2	Nachfreisetzungsphase
I08	Messprogramm nach REI	SB06	Einnahme von Jodtabletten	KKW-D1	Wolkendurchzug
I09	Ermittlung des betroffenen Gebietes	SB15	Umsiedlung	KKW-D2	Nachfreisetzungsphase
I10	Radiologische Modellierung zur Diagnose	SB16	weitere Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen	KKW-D2	
I33	Quelltermabschätzung				
E04	Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung				
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung				
SB04	Aufenthalt in Gebäuden				
SB07	Evakuierung				
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche				
SB09	Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung				
SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)				
SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden				
SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen				
SB13	Verzehrseinschränkungen				
SB14	Begleitende Maßnahmen zu Verzehrseinschränkungen				
SEK01	Unterrichtung über Situation				
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte				
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten				
SEK05	Tragen von Atemschutz				
M01	Dekorporation oder andere Gegenmaßnahmen bei Inkorporation				
M02	Dekontamination von Verletzungen				
M03	Ganzkörperzähler				
M04	Epidemiologische Untersuchung				

Tab. 3.14 Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase A

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase A					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I11	Ladeliste konsultieren	I17	Bewertung Brandlasten bzw. potenzieller Explosionswirkungen	TR-A3 TR-A4	Weitere thermische/explosive Beaufschlagung nicht ausgeschlossen Weitere mechanische Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
I12	Klassifikation der involvierten radioaktiven Stoffe	I18	Bewertung weiterer Beaufschlagungen	TR-A4	Weitere mechanische Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
I13	Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials	I19	Identifikation von chemisch aktivem Gefahrgut	TR-A5	Weitere sonstige Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
I14	Messung ODL	I20	Bewertung Immersions- und Korrosionswirkungen		
I15	Messung Kontamination	U11	Entfernung des radioaktiven Materials aus Gefahrenbereich	TR-A3 TR-A4 TR-A5	Weitere thermische/explosive Beaufschlagung nicht ausgeschlossen Weitere mechanische Beaufschlagung nicht ausgeschlossen Weitere sonstige Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
I16	Augenscheinliche Prüfung des Behälters	U12	Entfernung der potenziellen Gefahrstoffe	TR-A3 TR-A5	Weitere thermische/explosive Beaufschlagung nicht ausgeschlossen Weitere sonstige Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
SEK 01	Unterrichtung über Situation	U13	Sicherung gegen weitere mechanische Beaufschlagung	TR-A4	Weitere mechanische Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
SEK 02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte	SEK 04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten	TR-A3 TR-A4 TR-A5	Weitere thermische/explosive Beaufschlagung nicht ausgeschlossen Weitere mechanische Beaufschlagung nicht ausgeschlossen Weitere sonstige Beaufschlagung nicht ausgeschlossen
SEK 03	Vorbereitung der dosimetrischen Überwachung	SEK 05	Tragen von Atemschutz		
		SEK 06	Tragen von Körperschutz entsprechend Gefahrenlage		
		SEK 07	Einrichtung Gefahren- und Absperrbereich		

Tab. 3.15 Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase B

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase B					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I03	Quelltermprognose	I22	Abschätzung Branddauer	TR-B1	Behälter liegt im Brand- oder Explosionsbereich, Abschirmung/Umschließung intakt
I04	Radiologische Prognose	I23	Messung der Brandtemperatur		
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	I24	Ermittlung Einhüllungsgrad		
I11	Ladeliste konsultieren	I25	Bewertung Brand in Bezug auf Integrität und Druckaufbau im Behälter		
I12	Klassifikation der involvierten radioaktiven Stoffe	I26	Abschätzung der Gefahr des Verlustes von Umschließung oder Abschirmung durch mechanische Belastung	TR-B2	Abschirmung/ Umschließung intakt, droht aber mechanisch beschädigt zu werden
I13	Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials	I27	Abschätzung der Gefahr des Verlustes von Umschließung oder Abschirmung durch Korrosion	TR-B3	Abschirmung/ Umschließung intakt droht aber durch korrosiven Einfluss oder Eindringen von Flüssigkeit beschädigt zu werden
I14	Messung ODL	I28	Bewertung Gefährdungspotenzial durch Eindringen von Flüssigkeiten		
I15	Messung Kontamination	I29	Bewertung Gefährdungspotenzial durch chemische Reaktion mit Behälterinhalt		
I21	Bewertung Beaufschlagung im Vergleich mit Behältereigenschaften	U11	Entfernung des radioaktiven Materials aus Gefahrenbereich	TR-B1 TR-B3	Behälter liegt im Brand- oder Explosionsbereich, Abschirmung/ Umschließung intakt Abschirmung/ Umschließung intakt droht aber durch korrosiven Einfluss oder Eindringen von Flüssigkeit beschädigt zu werden
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	U14	Brandbekämpfung	TR-B1	Behälter liegt im Brand- oder Explosionsbereich, Abschirmung/ Umschließung intakt
SB04	Aufenthalt in Gebäuden	U15	Kühlung Behälter		
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	U16	Entfernen/Absaugen/Neutralisieren korrosiver oder sonstiger chemisch aktiver Stoffe	TR-B3	Abschirmung/ Umschließung intakt droht aber durch korrosiven Einfluss oder Eindringen von Flüssigkeit beschädigt zu werden
SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden	E06	Einschäumen bei Explosionsgefahr	TR-B1	Behälter liegt im Brand- oder Explosionsbereich, Abschirmung/ Umschließung intakt
SEK01	Unterrichtung über Situation				
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte				

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase B					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten				
SEK05	Tragen von Atemschutz				
SEK06	Tragen von Körperschutz entsprechend Gefahrenlage				
SEK07	Einrichtung Gefahren- und Absperrbereich				

Tab. 3.16 Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase C

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase C					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
I04	Radiologische Prognose	I03	Quelltermprognose	TR-C1 TR-C2 TR-C3 TR-C4 TR-C6 TR-C7	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Verstreuen von Splittern, z. B. durch mechanische Einwirkungen oder Explosion Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme oder Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	I22	Abschätzung Branddauer	TR-C1	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung
I14	Messung ODL	I23	Messung der Brandtemperatur		
I15	Messung Kontamination	I24	Ermittlung Einhüllungsgrad		
SB01	Warnung und Unter- richtung der Bevölkerung	I25	Bewertung Brand in Bezug auf Integrität und Druckaufbau im Behälter		
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	I30	Aktivitätsmessung in Luft	TR-C1 TR-C2 TR-C3 TR-C4 TR-C7	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Verstreuen von Splittern, z. B. durch mechanische Einwirkungen oder Explosion Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme oder Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase C					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
SEK01	Unterrichtung über Situation	I31	Abschätzung Druckverlauf im Behälter	TR-C2 TR-C3	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte	I32	Aktivitätsmessung im Wasser	TR-C6	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten	I34	Aktivitätsmessung in Systemen/ Medien	TR-C7	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme, Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation oder Versorgungsmedien
SEK05	Tragen von Atemschutz	E04	Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung	TR-C5	Verlust der Abschirmung
SEK06	Tragen von Körperschutz entsprechend Gefahrenlage	E07	Wasserschleier	TR-C1 TR-C2 TR-C3	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung
SEK07	Einrichtung Gefahren- und Absperrbereich	E08	provisorische Abdichtung	TR-C1 TR-C2 TR-C3 TR-C6 TR-C7	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme oder Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase C					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
M01	Dekorporation oder andere Gegenmaßnahmen bei Inkorporation	E09	Maßnahmen zur Beendigung chemischer Reaktionen	TR-C3	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung
M02	Dekontamination von Verletzungen	E10	Dekontamination Gefahrenbereich	TR-C4 TR-C5	Umschließung beschädigt, Verstreuen von Splittern, z. B. durch mechanische Einwirkungen oder Explosion Verlust der Abschirmung
		E11	Provisorische Abschirmung	TR-C6	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer
		E12	Bergung unabschirmter Quellen		
		E13	Absperrung Zu- und Abläufe	TR-C6	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer
		E14	Stilllegung des betroffenen Systems	TR-C7 TR-C1	Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme oder Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation
		E16	Brandbekämpfung nach Lage		Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung
		E17	Behälterkühlung nach Lage	TR-C1 TR-C2 TR-C3 TR-C4	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung
		SB04	Aufenthalt in Gebäuden		Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung
		SB07	Evakuierung		Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung
		SB09	Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung		Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung
		SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)		Umschließung beschädigt, Verstreuen von Splittern, z. B. durch mechanische Einwirkungen oder Explosion
		SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden		

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase C					
Übergreifend		Ereignisbezogen			
Nr.	Maßnahmenoption	Nr.	Maßnahmenoption	Zu Ereignis Nr.	Zu Ereignis
		SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen	TR-C1 TR-C2 TR-C3 TR-C4 TR-C6 TR-C7	Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch thermische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch mechanische Beaufschlagung
		SB13	Verzehrseinschränkungen		Umschließung beschädigt, Freisetzung in die Atmosphäre durch korrosive/chemische Beaufschlagung Umschließung beschädigt, Verstreuen von Splittern, z. B. durch mechanische Einwirkungen oder Explosion Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Gewässer Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme oder Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation
		SB14	Begleitende Maßnahmen zu Verzehrseinschränkungen		

Tab. 3.17 Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase D

Transport- oder Handhabungsunfall, Phase D	
Übergreifend	
Nr.	Maßnahmenoption
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet
I09	Ermittlung des betroffenen Gebietes
I10	Radiologische Modellierung zur Diagnose
I14	Messung ODL
I15	Messung Kontamination
I30	Aktivitätsmessung in Luft
I33	Quelltermabschätzung
I34	Aktivitätsmessung in Systemen/Medien
E04	Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung
E05	Prioritäre Dekontamination erforderlicher Infrastrukturen
E15	Suche nach radioaktiven Quellen/Splittern/Bruchstücken
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung
SB04	Aufenthalt in Gebäuden
SB07	Evakuierung
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche
SB09	Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung
SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)
SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden
SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen
SB13	Verzehrseinschränkungen
SB14	Begleitende Maßnahmen zu Verzehrseinschränkungen
SB15	Umsiedlung
SB16	weitere Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen
SEK01	Unterrichtung über Situation
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten
SEK05	Tragen von Atemschutz
SEK06	Tragen von Körperschutz entsprechend Gefahrenlage
SEK07	Einrichtung Gefahren- und Absperrbereich
M01	Dekorporation oder andere Gegenmaßnahmen bei Inkorporation
M02	Dekontamination von Verletzungen
M03	Ganzkörperzähler
M04	Epidemiologische Untersuchung

3.5 Möglichkeiten zur Ableitung von Maßnahmenpaketen als Teil der Notfallschutzplanung

3.5.1 Einteilung der Maßnahmenoptionen nach Szenarien- und Ereignisbezug

Zur Analyse der identifizierten Zuordnungen von Maßnahmenoptionen in Bezug auf Ableitungsmöglichkeiten von Maßnahmenpaketen werden alle Maßnahmenoptionen in die folgenden Kategorien unterteilt:

1. **Szenarien- und ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen:** Diese Maßnahmenoptionen sind sowohl für die Szenarien „Kernkraftwerksunfall“ als auch „Transport- oder Handhabungsunfall“ in Betracht zu ziehen und ohne spezifischen Ereignisbezug für eine oder mehrere Unfallphasen anwendbar. In dieser Kategorien sind auch Maßnahmenoptionen enthalten, die schwerpunktmäßig einem Szenario zugeordnet sind, aber für das andere Szenario nicht a priori ausgeschlossen werden sollen. Alle Maßnahmenoptionen dieser Kategorie sind in Tab. 3.18 enthalten. Der erforderliche Umfang der Maßnahmen und der korrespondierende Grad an Planungserfordernissen kann sich zwischen den Szenarien sehr stark unterscheiden. So sind z. B. für Handhabungs- oder Transportunfälle keine umfangreichen Evakuierungen oder Umsiedlungen wie bei Kernkraftwerksunfällen zu erwarten und entsprechend werden keine besonderen Katastrophenschutzpläne für diese Ereignisse gefordert.
2. **Szenarienspezifische und ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen:** Diese Maßnahmenoptionen sind entweder dem Szenario „Kernkraftwerksunfall“ oder dem Szenario „Transport- oder Handhabungsunfall“ zugeordnet und ohne spezifischen Ereignisbezug für eine oder mehrere Unfallphasen anwendbar. Alle Maßnahmenoptionen dieser Kategorie sind in Tab. 3.19 und Tab. 3.20 enthalten. Zur Lageermittlung zählen in beiden Szenarien auch radiologische Messungen; die hierfür bestehenden Anforderungen und Grundlagen sind jedoch sehr unterschiedlich. Deswegen werden sie unter den szenarienspezifischen, ereignisübergreifenden Optionen geführt.
3. **Szenarien- und ereignisspezifische Maßnahmenoptionen:** Diese Maßnahmenoptionen sind entweder dem Szenario „Kernkraftwerksunfall“ oder dem Szenario „Transport- oder Handhabungsunfall“ zugeordnet und auf bestimmte

Ereignisse oder Situationen, die innerhalb eines konkreten Unfallablaufs vorkommen können, bezogen. Alle Maßnahmenoptionen dieser Kategorie sind in Tab. 3.21 und Tab. 3.22 enthalten.

Diese Kategorisierung lässt die folgenden Strukturen erkennen:

- In die Kategorie „Szenarien- und ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen“ fallen hauptsächlich die Optionen, die generell der Lageerfassung- und -bewertung, der Information und dem Schutz der Bevölkerung und sowie dem Schutz der Einsatzkräfte dienen. Die Optionen sind entweder phasenübergreifend oder tendenziell den Phasen C oder D zuzuordnen, da sie vor allem die Bewältigung der und dem Schutz vor den Auswirkungen dienen.
- Die Optionen zur Verhinderung einer Eskalation sind hingegen überwiegend ereignisspezifisch zugeordnet, da sie bei den Mechanismen, die zu einer Exposition führen können, ansetzen. Letztere sind charakteristisch mit bestimmten Ereignissen verbunden. Auch die Maßnahmen zur Eindämmung der Folgen von Ereignissen sind tendenziell eher ereignisspezifisch zugeordnet, sofern sie sich auf bestimmte Expositionsmechanismen beziehen. Davon ausgenommen sind Maßnahmen, die sich auf bereits eingetretene Expositionssituationen beziehen (z. B. Dekontaminationsmaßnahmen oder Verhinderung der Verschleppung von Kontaminationen).
- Optionen zur Gewinnung von Informationen, die speziell für bestimmte Maßnahmen des Typs „U - Unterbindung einer weiteren Eskalation“ oder „E - Eindämmung der radiologischen Folgen“ benötigt werden, sind vorwiegend szenarien- oder ereignisspezifisch zugeordnet.
- Die ereignisspezifischen Maßnahmenoptionen für Kernkraftwerksunfälle sind Teil der in den einschlägigen Regelwerken (z. B. /BMU 13, BMU 13a/ geforderten Vorsorge der Betreiber gegen auslegungsüberschreitende Unfälle. Sie werden im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Tab. 3.18 Szenarien- und ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen

Nr.	Maßnahme	Für Phase	Bemerkungen
I03	Quelltermprognose	A, B, C	Für alle Szenarien mit Freisetzungen in die Atmosphäre, im weiteren Sinne auch für Szenarien mit Kontamination von Medien oder Nahrungsmitteln. Ausgenommen sind reine Direktstrahlungsszenarien
I04	Radiologische Prognose	A, B, C, D	Die messtechnische Erfassung der radiologischen Lage ist jeweils spezifisch für die Szenarien „KKW-Unfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“ abgehandelt.
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	A, B, C, D	
I09	Ermittlung des betroffenen Gebietes	D	
I10	Radiologische Modellierung zur Diagnose	D	
I33	Quelltermabschätzung	C, D	Siehe I03
E04	Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung	C, D	Option ist eher für Transport- oder Handhabungsunfälle in Erwägung zu ziehen, aber soll für KKW-Unfälle nicht a priori ausgeschlossen werden
E05	Prioritäre Dekontamination erforderlicher Infrastrukturen	D	Option ist eher für KKW-Unfälle in Erwägung zu ziehen, aber soll für Transport- oder Handhabungsunfälle nicht a priori ausgeschlossen werden
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	A, B, C, D	
SB04	Aufenthalt in Gebäuden	A, B, C, D	
SB07	Evakuierung	B, C, D	Option ist eher für KKW-Unfälle in Erwägung zu ziehen, aber soll für Transport- oder Handhabungsunfälle nicht a priori ausgeschlossen werden
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	B, C, D	Option ist eher für Transport- oder Handhabungsunfälle in Erwägung zu ziehen, aber soll für KKW-Unfälle nicht a priori ausgeschlossen werden
SB09	Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung	B, C, D	
SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)	B, C, D	
SB11	Begleitende MO zu Aufenthalt in Gebäuden	B, C, D	Siehe „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnische Anlagen“
SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen	B, C, D	Im engeren Sinne nur für KKW-Unfälle, Einrichtungen mit analoger Funktion könnten auch für Bewältigung von Transport- oder Handhabungsunfällen benötigt werden.
SB13	Verzehrseinschränkungen	C, D	

Nr.	Maßnahme	Für Phase	Bemerkungen
SB14	Begleitende MO zu Verzehrsbeschränkungen	C, D	
SB15	Umsiedlung	D	Option ist eher für KKW-Unfälle in Erwägung zu ziehen, aber soll für Transport- oder Handhabungsunfälle nicht a priori ausgeschlossen werden
SB16	Weitere Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen	D	Siehe Maßnahmenkatalog
SEK01	Unterrichtung über Situation	A, B, C, D	
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte	A, B, C, D	
SEK03	Vorbereitung der dosimetrischen Überwachung	A	
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten	A, B, C, D	
SEK05	Tragen von Atemschutz	(A), B, C, D	
SEK06	Tragen von Körperschutz entsprechend Gefahrenlage	(A), B, C, D	Nur für Kombinationen von radiologischen mit anderen Gefährdungen (z. B. Splitterwirkung durch Explosion, Brandeinwirkung, Verätzungsgefahr) relevant.
M01	Dekorporation oder andere Gegenmaßnahmen bei Inkorporation	C, D	Spezialkenntnisse und –Hilfsmittel erforderlich
M02	Dekontamination von Verletzungen	C, D	
M03	Ganzkörperzähler	D	
M04	Epidemiologische Untersuchung	D	

Tab. 3.19 Ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen für das Szenario „Kernkraftwerksunfall“

Nr.	Maßnahme	Für Phase	Bemerkungen
I01	Störfallinstrumentierung	A, B, C	Betreiberaufgabe
I02	Weitbereichsanzeige	A, B, C	Betreiberaufgabe
I06	Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	A, B, C, D	
I08	Messprogramm nach REI, IMIS etc.	C, D	Synergieeffekte mit I14, I15 und I30 (analoge Maßnahmenoptionen für Transport- oder Handhabungsunfälle) möglich.
E01	Mitigative anlageninterne Notfallmaßnahmen	B, C	Betreiberaufgabe
SB02	Vorsorgliche Ernte	A, B	
SB03	Präventive Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen	A, B	Siehe „Maßnahmenkatalog“
SB05	Ausgabe von Jodtabletten	A, B, C	
SB06	Einnahme von Jodtabletten	B, C, D	Einnahme idealerweise in Phase „B“ kurz vor Freisetzungsbeginn

Tab. 3.20 Ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen für das Szenario „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Für Phase	Bemerkungen
I11	Ladeliste konsultieren	A, B, C	Synergien mit Konzepten für Chemie-Transportunfälle möglich
I12	Klassifikation der involvierten radioaktiven Stoffe	A, B, C	
I13	Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials	A, B	
I14	Messung ODL	A, B, C, D	Synergieeffekte mit I08 (analoge Maßnahmenoption für KKW-Unfälle) möglich.
I15	Messung Kontamination	A, B, C, D	
I16	Augenscheinliche Prüfung des Behälters	A	
I21	Bewertung Beaufschlagung im Vergleich mit Behältereigenschaften	B	Synergien mit Konzepten für Chemie-Transportunfälle möglich
I30	Aktivitätsmessung in Luft	C, D	Synergieeffekte mit I08 (analoge Maßnahmenoption für KKW-Unfälle) möglich.
U11	Entfernung des radioaktiven Materials aus Gefahrenbereich	A, B	Synergien mit Konzepten für Chemie-Transportunfälle möglich
E15	Suche nach radioaktiven Quellen/Splittern/Bruchstücken	D	
SEK07	Einrichtung Gefahren- und Absperrebereich	A, B, C	

Tab. 3.21 Ereignisspezifische Maßnahmenoptionen für das Szenario „Kernkraftwerksunfall“

Nr.	Maßnahme	Für Phase	Bemerkungen
I07	Probenahmesystem SB	B, C	
U01	Sicherheitssysteme SE3	A	
U02	Nutzung verfügbarer Systeme zur Wiederherstellung eines sicheren Zustandes	A	
U03	Zusatzborierung	A	
U04	Druckhaltung	A	
U05	Notstandssysteme	A	
U06	Präventive anlageninterne Notfallmaßnahmen	A, B	
U07	Verhinderung Überdruckversagen RDB	B	
U08	Verhinderung Dampf- und H ₂ -Explosion	B	
U09	Wiederherstellung Kernkühlung	B	
U10	SB-Druckentlastung	C	
E02	Filterung	C	Bezieht sich auf U10
E03	Optimierung des Zeitpunkts nach Wetter	C	Bezieht sich auf U10

Tab. 3.22 Ereignisspezifische Maßnahmenoptionen für das Szenario
„Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Für Phase	Bemerkungen
I17	Bewertung Brandlasten bzw. potenzieller Explosionswirkungen	A	Grundlage für U12, U14, U15 und E06, E16, E17
I18	Bewertung weiterer Beaufschlagungen	A	Grundlage für U12, U13, U16
I19	Identifikation von chemisch aktivem Gefahrgut	A	Grundlage für U16, E09.
I20	Bewertung Immersions- und Korrosionswirkungen	A	Grundlage für U16, E09
I22	Abschätzung Branddauer	B, C	Grundlage für E16, E17 zur Abwägung von Nutzen und Gefahren durch die Brandbekämpfung
I23	Messung der Brandtemperatur	B, C	
I24	Ermittlung Einhüllungsgrad	B, C	
I25	Bewertung Brand in Bezug auf Integrität und Druckaufbau im Behälter	B, C	Grundlage für U14, U15 zur Abwägung von Nutzen und Gefahren durch die Brandbekämpfung
I26	Abschätzung der Gefahr des Verlustes von Umschließung oder Abschirmung durch mechanische Belastung	B	Grundlage für U13, E11
I27	Abschätzung der Gefahr des Verlustes von Umschließung oder Abschirmung durch Korrosion	B	Grundlage für U16, E11
I28	Bewertung Gefährdungspotenzial durch Eindringen von Flüssigkeiten	B	Grundlage für E11 (in bestimmten Situationen), E13
I29	Bewertung Gefährdungspotenzial durch chemische Reaktion mit Behälterinhalt	B	Grundlage für U16, E09
I31	Abschätzung Druckverlauf im Behälter	C	Grundlage für U15 (für Szenarien ohne Brand mit Druckaufbau im Behälter)
I32	Aktivitätsmessung im Wasser	C, D	Grundlage für E13
I34	Aktivitätsmessung in Systemen/Medien	C, D	Grundlage für E14
U12	Entfernung der potenziellen Gefahrstoffe	A	Synergien mit Konzepten für Chemie-Transportunfälle möglich
U13	Sicherung gegen weitere mechanische Beaufschlagung	A	
U14	Brandbekämpfung	B	
U15	Kühlung Behälter	B	
U16	Entfernen/Absaugen/Neutralisieren korrosiver oder sonstiger chemisch aktiver Stoffe	B	
E06	Einschäumen bei Explosionsgefahr	B	Je nach Lage auch zur Reduktion von luftgetragenen Freisetzungen durch andere Mechanismen als Explosion (z. B. Druckentlastung bei Versagen des Behälters) geeignet
E07	Wasserschleier	C	Synergien mit Konzepten für Chemie-Transportunfälle möglich
E08	Provisorische Abdichtung	C	
E09	Maßnahmen zur Beendigung chemischer Reaktionen	C	
E10	Dekontamination Gefahrenbereich	C (D)	
E11	Provisorische Abschirmung	C	
E12	Bergung unabgeschirmter Quellen	C	
E13	Absperrung Zu- und Abläufe	C	
E14	Stilllegung des betroffenen Systems	C	Synergien mit Konzepten für Chemie-Transportunfälle möglich
E16	Brandbekämpfung nach Lage	C	
E17	Behälterkühlung nach Lage	C	

3.5.2 Ableitungsmöglichkeiten von Maßnahmenpaketen

Die folgenden Betrachtungen zu Ableitungsmöglichkeiten von Maßnahmenkombinationen und Maßnahmenpaketen beziehen sich auf die Gegebenheiten in Deutschland. Sie berücksichtigen daher die im Rahmen der besonderen Katastrophenschutzplanung zu treffenden Vorkehrungen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. Entsprechend der Analyse in 3.5.1 ergeben sich im Zuge der allgemeinen, ereignisübergreifenden Vorkehrungen gegen nukleare und radiologische Notfälle die folgenden Maßnahmenpakete:

- **Grundpaket „Nukleare und radiologische Notfälle“:** Dieses Paket umfasst alle Maßnahmenoptionen gemäß Tab. 3.18. Schwerpunkte des Pakets sind die Lageermittlung und Informationsgewinnung, der Schutz und die Information der Bevölkerung sowie der Schutz der Einsatzkräfte. Die Maßnahmenoptionen sind Teil der ABC-Gefahrenabwehr und – in der Umgebung kerntechnischer Anlagen – der besonderen Katastrophenschutzplanung. In diesen Gebieten können Synergien der besonderen Katastrophenschutzplanung für die allgemeine ABC-Gefahrenabwehr genutzt werden. Außerhalb dieser Regionen ist der Umfang einiger Optionen zum Schutz der Bevölkerung deutlich reduziert

Einen Sonderbereich bilden die medizinischen Maßnahmen, die nur von spezialisiertem Personal und in speziellen Einrichtungen durchgeführt werden können.

- **Modul A: „Kerntechnische Unfälle“ zum Grundpaket:** Dieses Paket umfasst alle Maßnahmenoptionen gemäß Tab. 3.18. Die Optionen beziehen sich spezifisch auf kerntechnische Unfälle und sind bis auf einzelne Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen entweder Teil der Betreiberaufgaben oder der besonderen Katastrophenschutzplanung. In Gebieten ohne entsprechende besondere Katastrophenschutzplanung kommen maximal die Optionen I08 „Messprogramm nach REI, IMIS etc., SB02 „Vorsorgliche Ernte“ oder SB03 „Präventive Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen“ in Frage.
- **Modul B: „Transport- oder Handhabungsunfälle“ zum Grundpaket:** Dieses Paket umfasst alle Maßnahmenoptionen gemäß Tab. 3.20. Die Optionen ergänzen das Grundpaket um Aspekte, die spezifisch für Transport- oder Handhabungsunfälle und daher auch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen nicht notwendigerweise durch besondere Katastrophenschutzplanung abgedeckt sind. Die Optionen sind Teil der allgemeinen ABC-Gefahrenabwehr.

- **Aufbaupaket: „Transport- oder Handhabungsunfälle“:** Dieses Paket umfasst alle Maßnahmenoptionen gemäß Tab. 3.22. Die Optionen sind auf die Abwendung oder Eindämmung von Gefahren ausgerichtet und daher auf die jeweils spezifische Unfallsituation bezogen. Ihre Planung und Durchführung erfordert in vielen Fällen Spezialwissen und ggf. auch spezielle Hilfsmittel, die nicht notwendigerweise flächendeckend verfügbar sind. Da Unfallabläufe dieser Art mit notfallschutzrelevanten radiologischen Auswirkungen ohne massive Einwirkungen mechanischer, thermischer oder chemischer Art auf das radioaktive Material kaum realisierbar erscheinen, ist von einer Kombination radiologischer Gefahren mit anderen Gefährdungen auszugehen, deren Bewältigung interdisziplinäres Fachwissen erfordert.

Der hohe Aufwand für eine entsprechende Vorsorge erfordert regional angepasste Ressourcenplanungen, welche die Risiken aufgrund der konkreten Transport- und Handhabungsvorgänge in der Region berücksichtigen. Hieraus lassen sich Szenarien ableiten, die Grundlage für die konkrete Vorsorge in der Region sein können. Interdisziplinäre Zusammenarbeit von Fachorganisationen (Brandschutz, Chemieunfälle, Radiologie, Transportsicherheit) ist erforderlich, um

- die Maßnahmenoptionen mit dem Ziel eines optimalen Schutzes gegen alle ereignisbedingte Gefahren aufeinander abzustimmen und
- ggf. für konkurrierende Ziele (z. B. Brandbekämpfung vs. Überhöhung bei einer eingetretenen Freisetzung) von Maßnahmenoptionen Handreichungen zur Abwägung und Entscheidung im Ereignisfall vorzubereiten.

4 Nutzungsmöglichkeiten des generalisierten Maßnahmenkonzepts

4.1 Planung

Die Planung des nuklearen und radiologischen Notfallschutzes kann grundsätzlich an den Maßnahmenpaketen, die in Abschnitt 3.5.2 beschrieben sind, orientiert werden. Unabhängig von den regionalen Gegebenheiten ist die Vorplanung der Maßnahmen des Grundpaketes „Nukleare und radiologische Notfälle“ sowie des zugehörigen Modul B: „Transport- oder Handhabungsunfälle“ zum Grundpaket Teil der Basisvorsorge. Falls aufgrund der Nähe zu kerntechnischen Einrichtungen besondere Katastrophenschutzpläne zu erstellen sind, sind zusätzlich die Maßnahmenoptionen nach Modul A: „Kern-technische Unfälle“ zum Grundpaket Planungsgegenstand. In diesem Fall können die Vorkehrungen im Rahmen der besonderen Katastrophenschutzplanung auf Synergien bzgl. Abdeckung der gemäß Grundpaket zu planenden Optionen auch in Bezug auf die allgemeine ABC-Gefahrenabwehr geprüft werden.

Als Basis für die Planung des Aufbaupaketes „Transport- oder Handhabungsunfälle“ bietet sich eine regionalspezifische Risikoanalyse an, um die Maßnahmenoptionen, die zur Bewältigung derartiger Unfälle benötigt werden, auszuwählen, zu konkretisieren und die an der Planung zu beteiligenden Fachorganisationen zu identifizieren und zu beteiligen.

4.2 Ereignisfall

Im Ereignisfall kann das generalisierte Maßnahmenkonzept nach folgendem Schema genutzt werden:

- **Lageermittlung:** Beschreibung der Situation anhand passender Indikatoren nach Tab. 3.9, Zuordnung zu Szenario (Unfalltyp), Unfallphase und ggf. Identifikation von bereits eingetretenen, gegenwärtig stattfindenden und in der weiteren Entwicklung erwarteten Ereignissen mit Hilfe von Tabellen Tab. 3.4 bis Tab. 3.8, ggf. Identifikation von Maßnahmenoptionen des Typs I (Tab. A.1 im Anhang), um weitere benötigte Informationen zur Lageermittlung bereitzustellen.
- **Ermittlung der in Betracht zu ziehenden Maßnahmenoptionen:** Entsprechend Unfalltyp, Unfallphase und ggf. identifizierten Ereignissen können diese den Tabel-

len Tab. 3.10 bis Tab. 3.17 entnommen werden. Dabei werden die Optionen entsprechend der Unfallphase und der konkret ablaufenden und zu erwarteten Ereigniskette ausgewählt.

- **Entscheidungsfindung über zu treffende Maßnahmenoptionen:** die getroffene Auswahl an Maßnahmenoptionen wird nach den Gesichtspunkten ihrer Rechtfertigung, Durchführbarkeit, der erwarteten Wirkung und der Effizienz bewertet. Diese Bewertung orientiert sich an der konkreten Situation und für ihre Durchführung steht eine breite Palette von Entscheidungsgrundlagen und -hilfen zur Verfügung (z. B. /SSK 10, SSK 14/), die im hier beschriebenen Maßnahmenkonzept nicht wiederholt werden sollen. Verweise auf Referenzen und Grundlagen für diese Bewertung können jedoch den Tabellen Tab. A.1 bis Tab. A.6 im Anhang entnommen werden. In die Entscheidungsfindung sollten auch mögliche Maßnahmenkombinationen und ggf. unerwünschte Nebeneffekte der avisierten Maßnahmen einbezogen werden.
- **Implementierung und Kommunikation der beschlossenen Maßnahmen:** Zur Implementierung gehört auch die Kommunikation des weiteren Vorgehens gegenüber den Einsatzkräften und der Bevölkerung einschließlich der mit den avisierten Maßnahmen abgestimmten Beratung bzgl. eigener Verhaltensmöglichkeiten.

Das oben beschriebene Schema ist in Abb. 4.1 grafisch dargestellt.

4.3 Nutzungsmöglichkeiten in Entscheidungshilfesystemen: **Anwendungsbeispiel „Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle“ (SIMONA)**

Die Nutzung des im vorigen Abschnitt 4.2 beschriebenen Schemas zur Identifikation und Bewertung von Maßnahmenoptionen kann im Ereignisfall umständlich und zeitraubend sein, da die benötigte Information aus einer Vielzahl von Tabellen zusammengestellt werden muss. Zur einfacheren und übersichtlichen Handhabung der Tabellen im Einsatzfall wurde daher das Programm „**Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle**“ (SIMONA) entwickelt. SIMONA setzt zum einen das systematische Vorgehen nach Abschnitt 4.2 um, zum anderen bietet es eine Schnittstelle für verfügbare Entscheidungshilfesysteme in Detailbereichen zur näheren Bewertung und Entscheidungsfindung. Diese Schnittstelle ist exemplarisch für die elektronische Fassung des Maßnahmenkatalogs realisiert. Eine Detailbeschreibung und Benutzeranleitung von SIMONA ist im Anhang B zu diesem Bericht enthalten.

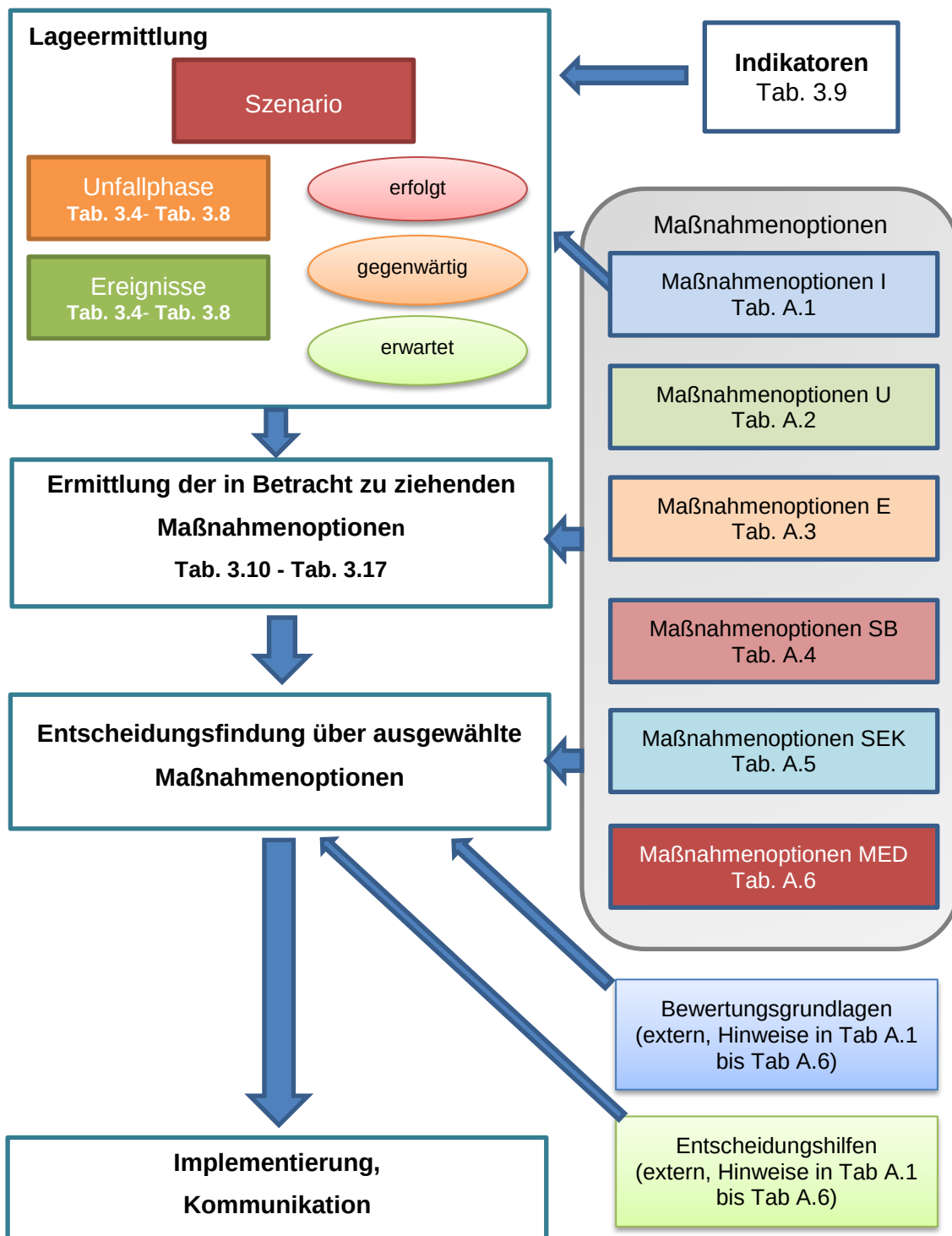


Abb. 4.1 Schema zur Identifikation von Maßnahmenoptionen und Entscheidungsfindung im Ereignisfall

5 Zusammenfassung

Im Vorhaben 3610S60014 hat die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH ein einheitliches Maßnahmenkonzept zur Verbesserung der Nutzbarkeit von Unterstützungs- und Informationssystemen für den Notfallschutz sowie zur Verbesserung der Planung von Presse- und Öffentlichkeitsarbeit entwickelt, das auf das gesamte Spektrum nuklearer und radiologischer Notfälle anwendbar ist. Aus dem Konzept können Kriterien und übersichtliche Prozeduren für die Lagebewertung und Entscheidungsfindung über Maßnahmen abgeleitet werden, die in Unterstützungssystemen zur radiologischen Lagebewertung und Entscheidungsfindung sowie zur Information der Bevölkerung umgesetzt werden können. Dabei zielt das Vorhaben auf die Zusammenschau und Integration verfügbarer Maßnahmenkonzepte aus dem Bereich des anlagenexternen Notfallschutzes, der ABC-Gefahrenabwehr und der nuklearspezifischen Gefahrenabwehr in einen Gesamtansatz ab. Die bereits existierenden Maßnahmenkonzepte in den jeweiligen Teilbereichen bleiben dadurch unberührt. Auf sie wird im Rahmen des erarbeiteten Generalisierungsansatzes verwiesen, ohne die Detailkonzepte zu wiederholen.

Die Untersuchungen dienen auch als Basis für die Weiterentwicklung und Optimierung von Entscheidungshilfesystemen zur schnellen Unterstützung von Entscheidungsfindung und für die Bereitstellung von Informationen. Die Umsetzungsmöglichkeiten dieses Konzepts in Entscheidungshilfesystemen werden exemplarisch durch das im Rahmen des Vorhabens entwickelte Programm **Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle** (SIMONA) demonstriert, das diesem Bericht in elektronischer Form beiliegt. Die Konzeption von SIMONA sieht die Einbindung von bestehenden Entscheidungshilfesystemen für den jeweiligen Anwendungsbereich von Maßnahmenoptionen vor. Diese Einbindung ist am Beispiel der elektronischen Version des Maßnahmenkatalogs „Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen“, die im Vorhaben 3607S04554 für das BMUB erstellt wurde, realisiert. Mit der Entwicklung von SIMONA wird insbesondere eine Basis für die weitere Erprobung und Nutzung dieser Ansätze in Schulungen und Übungen sowie die Grundlagen für Nutzungsmöglichkeiten derartiger Ansätze in anderen Prognosesystemen geschaffen.

Die Ergebnisse werden für den Ausbau der bestehenden Kompetenzen der GRS, insbesondere für den Betrieb seines Notfallzentrums, genutzt. Das generalisierte Maß-

maßnahmenkonzept kann auf ein erweitertes Spektrum nuklearer und radiologischer Notfälle angewendet werden. Im Rahmen dieses Konzepts werden auch Synergien zur Bewältigung kombinierter Gefahrenlagen (z. B. radiologische und chemische Gefahrenlagen bei Transportunfällen) identifizierbar. Durch Anwendung des generalisierten Maßnahmenkonzepts werden somit insgesamt die Kompetenzen und die Einsatzfähigkeit des GRS-Notfallzentrums, auch vor dem Hintergrund möglicherer Erweiterungen des Aufgabenspektrums auf Bundesebene und dem entsprechenden Beratungsbedarf der Notfallorganisationen von BMUB und BfS, gestärkt.

Durch die Erweiterung der wissenschaftlichen Basis für die Arbeit des Notfallzentrums werden die Kompetenzen der GRS im Bereich Analyse nuklearer und radiologischer Notfälle radiologischer Informationen zur optimalen Nutzung bei der Entscheidungsfindung über Maßnahmen systematisch erweitert. Der hiermit verbundene Erkenntnisgewinn kann der Fachwelt auf nationaler und internationaler Ebene in Form wissenschaftlicher Publikationen und Konferenzbeiträgen zugänglich gemacht werden.

Literatur

- /BMU 13/ Bekanntmachung der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ vom: 22.11.2012. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BAnz AT 24.01.2013 B3.
- /BMU 13a/ Bekanntmachung der Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012 vom: 29.11.2013. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BAnz AT 10.12.2013 B4.
- /GRS 10/ Löffler, H.; Mildenerger, O.; Sogalla, M.; Stahl, T.: Aktualisierung der Quelltermbibliothek des Entscheidungshilfesystems RODOS für Ereignisse im Leistungsbetrieb. Abschlussbericht zum Vorhaben 3609S60009, GRS-A-3580, Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Oktober 2010.
- /GRS 10a/ Sentuc, F.-N.; Brücher, W.; Büttner, U.; Fett, H.-J.; Lange, F.; Martens, R.; Schmitz, B.; Schwarz, G.: Transportstudie Konrad 2009 – Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad; Bericht GRS – 256, Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit (GRS) mbH; ISBN 978-3-939355-31-1; 2010.
- /GRS10b/ Sentuc, F.-N.; Büttner, U.; Schmidt, C.; Oppermann, U.: Erfassung und Bewertung der Notfallschutzplanung für deutsche Zwischenlager für schwach- und mittlradioaktive Abfälle. GRS-A-3583, Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, August 2010.
- /GRS 12/ Büttner, U.; Sogalla, M.: Generalisierte Konzepte für Maßnahmen bei nuklearen und radiologischen Notfällen. Zwischenbericht zum Vorhaben 3610S60014. Aufarbeitung des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-A3660, Mai 2012.
- /GRS 12a/ CURE-NGA Version 1.1. Benutzerhandbuch. VS – Nur für den Dienstgebrauch. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, April 2012.

- /SSK 10/ Strahlenschutzkommission (SSK) (Hrsg.): Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Maßnahmenkatalog). Teil 1: Auswahl von Maßnahmen. Teil 2: Hintergrundinformationen, Theorie und Anwendungsbeispiele. Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 60 Teil 1 und 2, 2010.
- /SSK 14/ Strahlenschutzkommission (SSK) (Hrsg.): Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden. Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, verabschiedet auf der 268. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 13./14. Februar 2014.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Schema zur Systematik der Ereignisablauf-Analyse	14
Abb. 4.1	Schema zur Identifikation von Maßnahmenoptionen und Entscheidungsfindung im Ereignisfall.....	57

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Generalisierte Unfallphasen.....	17
Tab. 3.2	Klassifizierungsschema für Maßnahmenoptionen.....	19
Tab. 3.3	Szenarienspektrum.....	22
Tab. 3.4	Ereigniszuordnung Kernkraftwerksunfälle – Phase A.....	26
Tab. 3.5	Ereigniszuordnung Kernkraftwerksunfälle – Phase B.....	27
Tab. 3.6	Ereigniszuordnung Kernkraftwerksunfälle – Phasen C und D	28
Tab. 3.7	Ereigniszuordnung Transport- und Handhabungsunfälle – Phasen A und B	29
Tab. 3.8	Ereigniszuordnung Transport- und Handhabungsunfälle – Phasen C und D.....	30
Tab. 3.9	Identifizierte Indikatoren für Ereignisse der analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“	32
Tab. 3.10	Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase A.....	34
Tab. 3.11	Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase B.....	35
Tab. 3.12	Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase C.....	37
Tab. 3.13	Maßnahmenoptionen für den Kernkraftwerksunfall – Phase D.....	38
Tab. 3.14	Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase A.....	39
Tab. 3.15	Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase B.....	40

Tab. 3.16	Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase C.....	42
Tab. 3.17	Maßnahmenoptionen für den Transport- oder Handhabungsunfall – Phase D.....	46
Tab. 3.18	Szenarien- und ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen	49
Tab. 3.19	Ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen für das Szenario „Kernkraftwerksunfall“	50
Tab. 3.20	Ereignisübergreifende Maßnahmenoptionen für das Szenario „Transport- oder Handhabungsunfall“	51
Tab. 3.21	Ereignisspezifische Maßnahmenoptionen für das Szenario „Kernkraftwerksunfall“	51
Tab. 3.22	Ereignisspezifische Maßnahmenoptionen für das Szenario „Transport- oder Handhabungsunfall“	52

Abkürzungsverzeichnis

ABC	Atomar, Biologisch, Chemisch
ATWS	Anticipated Transient Without Scram
NGA	Nuklearspezifische Gefahrenabwehr
BHB	Betriebshandbuch
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMU, BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, jetzt Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, BMUB)
DE	Dampferzeuger
DWD	Deutscher Wetterdienst
GRS	Gesellschaft für Anlagen. und Reaktorsicherheit
IAEA, IAEO	International Atomic Energy Agency; Internationale Atomenergie-Organisation ICRP International Commission on Radiological Protection
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt
KFÜ	Kernreaktor-Fernüberwachungssystem
KIT	Karlsruhe Institut für Technologie
KKW	Kernkraftwerk
NHB	Notfallhandbuch
ODL	Ortsdosisleistung
PDE	Primärseitige Druckentlastung
RDB	Reaktordruckbehälter
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen

RESA	Reaktor-Schnellabschaltung
RODOS	Real-time Online Decision Support System for nuclear emergency management
SB	Sicherheitsbehälter
SE	Sicherheitsebene
SSK	Strahlenschutzkommission
ZdB	Zentralstelle des Bundes

**A Tabellarische Zusammenstellung der verwendeten
Maßnahmenoptionen**

Tab. A.1 Auflistung aller verwendeten Maßnahmenoptionen des Typs „I – Lageermittlung/Informationsgewinnung“ für die analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
I01	Störfallinstrumentierung	Einbeziehung der KKW-Störfallinstrumentierung zur Informationsgewinnung	KTA 3502	Teil der kontinuierlichen Überwachung
I02	Weitbereichsanzeige	Nutzung des erweiterten Messbereichs nach KTA 3502	KTA 3502	Teil der kontinuierlichen Überwachung
I03	Quelltermprognose	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen eine Prognose zum freigesetzten Quellterm (freigesetzte Aktivität) erstellt.	RKATS (Abschnitt 2.2 Aufgaben des Betreibers)	Auslegungsüberschreitender Zustand
I04	Radiologische Prognose	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen eine Prognose zu radiologischen Auswirkungen aufgrund von Freisetzungen erstellt.	AVV IMIS	Auslegungsüberschreitender Zustand
I05	Festlegung gefährdetes Gebiet	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen das (voraussichtlich) gefährdete Gebiet festgelegt.	RKATS (Abschnitt 3.10.1 Maßnahmen bei Voralarm)	Auslösung von Voralarm, Katastrophenalarm
I06	Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	Nutzung von KFÜ, IMIS und ggf. weiterer Überwachungssysteme im Intensivbetrieb.	REI AVV IMIS RKATS(Abschnitt 3.10.1 Maßnahmen bei Voralarm) KFÜ-Rahmenempfehlungen	Auslösung von Voralarm, Katastrophenalarm IMIS: Intensivbetrieb nach Anordnung durch BMUB
I07	Probenahmesystem SB	Nutzung von Einrichtungen zur Probenahme aus der Sicherheitsbehälteratmosphäre und zur Kühlmittelprobenahme, um Informationen über die in den Sicherheitsbehälter bei Anlagenzuständen der Sicherheits-ebenen 4b und 4c freigesetzten radioaktiven Stoffe zu erhalten.	Interpretation zu SiAnf an KKW (I-7,Nr. 7); KTA 3502	Auslegungsüberschreitender Zustand; aufgrund des Anlagenzustands sind Freisetzungen in den SB nicht auszuschließen (z. B. nach Kernschmelze)
I08	Messprogramm nach REI	Es wird das in der REI festgeschriebene Messprogramm im Intensivbetrieb durchgeführt.	REI	Auslegungsüberschreitender Zustand

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
I09	Ermittlung des betroffenen Gebietes	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen das (tatsächlich) betroffene Gebiet festgelegt.	RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm)	Katastrophenalarm
I10	Radiologische Modellierung zur Diagnose	Die Lage wird mit Prognosesystemen zu Diagnosezwecken modelliert.	AVV IMIS	Auslegungsüberschreitender Zustand
I11	Ladeliste konsultieren	Es sollen Ladeunterlagen des (Gefahrgut-)Transports für weitere Informationen zum Ladegut herangezogen werden.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Ladefeststellung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I12	Klassifikation der involvierten radioaktiven Stoffe	Die involvierten Stoffe werden zur Ermittlung des Gefährdungspotenzials nach Radiotoxizität und Relevanz für alle Expositionspfade (z. B. Ausbreitungsfähigkeit für Inhalation) unter Unfallbedingungen klassifiziert	IAEA Categorization of Radioactive Sources Sources (RS-G-1.9) IAEA Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values) EPR-D-Values	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I13	Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials	Es ist eine Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials auf Mensch und Umwelt durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Ladegerurteilung) RKATS (Abschnitt 2.2 Aufgaben des Betreibers)	Auslegungsüberschreitender Zustand Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I14	Messung ODL	Es ist die Ortsdosisleistung mit Handgeräten bzw. mobilen Messeinrichtungen zu messen.	REI FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Ladefeststellung)	Auslegungsüberschreitender Zustand Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I15	Messung Kontamination	Es sind Messungen auf Kontaminationen durchzuführen.	REI REI FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Ladegerurteilung) AVV IMIS	Auslegungsüberschreitender Zustand Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I16	Augenscheinliche Prüfung des Behälters	Der Behälter ist nach Möglichkeit einer Inaugenscheinnahme zu unterziehen und dementsprechend einzuschätzen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Ladefeststellung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
I17	Bewertung Brandlasten bzw. potenzieller Explosionswirkungen	Es ist eine Bewertung bezüglich vorhandener Brandlasten sowie ggf. einer möglichen Explosionswirkung durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I18	Bewertung weiterer Beaufschlagungen	Es ist eine Bewertung von Gefährdungen aufgrund weiterer Beaufschlagungen des verunfallten Transportgutes durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I19	Identifikation von chemisch aktivem Gefahrgut	Ggf. vorhandenes chemisch aktiv wirkendes Gefahrgut ist zu identifizieren.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Lagefeststellung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I20	Bewertung Immersions- und Korrosionswirkungen	Es ist eine Bewertung bezüglich Immersions- und/oder Korrosionswirkungen auf Gefahrgut und Versandstück durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I21	Bewertung Beaufschlagung im Vergleich mit Behältereigenschaften	Es ist eine Bewertung durchzuführen, inwieweit vorhandene und zukünftige Beaufschlagungen auf das Versandstück von den Eigenschaften des und Prüfbedingungen für das Versandstück abgedeckt sind.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I22	Abschätzung Branddauer	Die Branddauer ist abzuschätzen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Lagefeststellung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), mit Brand
I23	Messung der Brandtemperatur	Die Brandtemperatur ist zu messen oder ggf. abzuschätzen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Lagefeststellung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), mit Brand
I24	Ermittlung Einhüllungsgrad	Grad/Anteil der Einhüllung des Behälters beim Brand	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Lagefeststellung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), mit Brand
I25	Bewertung in Bezug auf Integrität und Druckaufbau im Behälter	Es ist eine Bewertung in Bezug auf die Integrität und ggf. einen Druckaufbau im Versandstück durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), mit Brand
I26	Abschätzung der Gefahr des Verlustes von Umschließung oder Abschirmung durch mechanische Belastung	Es ist eine Abschätzung durchzuführen, wie wahrscheinlich der Verlust der Umschließung oder der Abschirmung durch mechanische Belastung ist.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), mechanische Beaufschlagung

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
I27	Abschätzung der Gefahr des Verlustes von Umschließung oder Abschirmung durch Korrosion	Es ist eine Abschätzung durchzuführen, wie wahrscheinlich der Verlust der Umschließung oder der Abschirmung durch Korrosion ist.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), chemische Einwirkung auf Behältnis
I28	Eindringen von Flüssigkeiten	Es ist das mögliche Eindringen von Flüssigkeiten in das Versandstück zu bewerten.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), Behältnis ist Flüssigkeiten ausgesetzt Einwirkung
I29	Bewertung Gefährdungspotenzial durch chemische Reaktion mit Behälterinhalt	Es ist eine Abschätzung bezüglich des Gefährdungspotenzials durch chemische Reaktionen von Stoffen mit dem Inhalt des Versandstücks durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), chemische Einwirkung auf Inhalt
I30	Aktivitätsmessung in Luft	Es sind Messungen der Aktivität in Luft durchzuführen.	REI AVV IMIS FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Lagefeststellung)	Auslegungsüberschreitender Zustand, Freisetzungen sind zu besorgen Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I31	Abschätzung Druckverlauf im Behälter	Es ist eine Abschätzung des Druckverlaufs im Versandstück durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung)	Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe); Druckaufbau im Behälter mit Freisetzungspotenzial aufgrund der Unfallbedingungen nicht auszuschließen
I32	Aktivitätsmessung im Wasser	Es sind Messungen zur Aktivität im Wasser durchzuführen.	REI AVV IMIS	Auslegungsüberschreitender Zustand, Freisetzungen sind zu besorgen Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe), Kontamination der Umwelt ist nicht auszuschließen
I33	Quelltermabschätzung	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen eine Abschätzung des freigesetzten Quellterms (freigesetzte Aktivität) erstellt.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung) AtSMV RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm)	Freisetzungen sind (vermutlich oder bestätigt) eingetreten

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
I34	Aktivitätsmessung in beaufschlagten Systemen oder Medien	Es sind Messungen zur Aktivität in Systemen oder Medien (z. B. Lüftungssysteme, Gasversorgung etc.) durchzuführen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 La-beurteilung)	Transport oder Handhabungsunfall mit (besorgten oder eingetretenen) Freisetzungen in Systeme/Medien

Tab. A.2 Auflistung aller verwendeten Maßnahmenoptionen des Typs „U – Unterbindung einer weiteren Eskalation“ für die analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
U01	Sicherheitssysteme SE3	Nutzung/Aktivierung der Sicherheitssysteme der Sicherheitsebene 3	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen und KTA-Regelwerk	Ereignis der Sicherheitsebene 3 in KKW ist eingetreten
U02	Nutzung verfügbarer Systeme zur Wiederherstellung eines sicheren Zustandes	Nutzung weiterer verfügbarer Systeme zur Wiederherstellung eines sicheren Zustandes der Anlage.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	Auslegungsüberschreitender Zustand, Schutzziele gefährdet
U03	Zusatzborierung	Einsatz der Zusatzborierung.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	z. B. ATWS, Maßnahme gemäß BHB/NHB zur Sicherstellung der Unterkritikalität
U04	Druckhaltung	Manueller Eingriff in das Druckhaltesystem (Öffnen/Schließen der Druckhalterabblaseventile)	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB z.B. bei ATWS zur Sicherstellung der Kernkühlung
U05	Notstandssysteme	Einsatz der Notstandssysteme	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB
U06	Präventive anlageninterne Notfallmaßnahmen	Durchführung von präventiven anlageninternen Notfallmaßnahmen.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB
U07	Verhinderung Überdruckversagen RDB	Durchführung von Maßnahmen zur Verhinderung des Überdruckversagens des Reaktordruckbehälters.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
U08	Verhinderung Dampf- und H ₂ -Explosion	Durchführung von Maßnahmen zur Verhinderung von Dampf- und Wasserstoffexplosionen.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB
U09	Wiederherstellung Kernkühlung	Durchführung von Maßnahmen zur Wiederherstellung der Kernkühlung.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB
U10	SB-Druckentlastung	Durchführung von Maßnahmen zur Druckentlastung des Sicherheitsbehälters.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz sowie KTA-Regelwerk	Gemäß BHB/NHB
U11	Entfernung des radioaktiven Materials aus Gefahrenbereich	Entfernung radioaktiver Stoffe aus dem Gefahrenbereich.	Referenzfall: Brand Atlantic Cartier in Hamburg am 01.05.2013	Präventivmaßnahme, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten
U12	Entfernung der potenziellen Gefahrstoffe	Entfernung von potenziellen Gefahrstoffen (alternative Maßnahme zu U11, wenn die potenziellen Einwirkungen dadurch leichter zu unterbinden sind als durch die Entfernung des radioaktiven Materials)	[-]	Präventivmaßnahme, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten
U13	Sicherung gegen weitere mechanische Beaufschlagung	Sicherung des Versandstücks gegen weitere mechanische Beaufschlagungen.	[-]	Präventivmaßnahme, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten
U14	Brandbekämpfung	Durchführung der Brandbekämpfung.	FwDV 3 Brandbekämpfung FwDV 500	hier Präventivmaßnahme, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten. Wenn durch die mechanische Einwirkung und Brandwirkung ein Verlust der Behälterintegrität droht und das Inventar unter Druck steht, sind Freisetzungen zu besorgen. In diesem Fall kann die Aussetzung der Brandbekämpfung die radiologischen Folgen aufgrund der thermischen Überhöhnung mildern => Einzelfallentscheidung mit Einbindung Fachberater erforderlich!

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
U15	Kühlung Behälter	Kühlung des Versandstückes (z. B. mit Wasser).	[-]	Hier Präventivmaßnahme, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten. Bei involviertem Kernbrennstoff ggf. Moderationseffekte berücksichtigen!
U16	Entfernen/Absaugen/ Neutralisieren korrosiver oder sonstiger chemisch aktiver Stoffe	Entfernen, Absaugen oder neutralisieren von korrosiven oder sonstigen chemisch aktiven Stoffen.	FwDV 500	Präventivmaßnahme, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten.

Tab. A.3 Auflistung aller verwendeten Maßnahmenoptionen des Typs „E – Eindämmung der Folgen“ für die analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
E01	Mitigative anlageninterne Notfallmaßnahmen	Durchführung mitigativer anlageninterner Maßnahmen, z. B. PDE bei Bypass über DE-Heizrohreleck.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz	Gemäß BHB/NHB
E02	Filterung	Herausfiltern radioaktiver Stoffe (z. B. bei Druckentlastung).	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz	Gemäß BHB/NHB
E03	Optimierung des Zeitpunkts nach Wetter	Optimieren des Zeitpunktes von Freisetzungen anhand der vorherrschenden Wetterlage.	SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen, insbesondere I-7 anlageninterner Notfallschutz	Gemäß BHB/NHB
E04	Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung	Durchführung von Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung.	TMT-Handbuch	Kontaminationsverschleppungen sind zu befürchten oder eingetreten
E05	Prioritäre Dekontamination erforderlicher Infrastrukturen	Erforderliche und dringend notwendige Infrastrukturen sind zuerst zu dekontaminieren.	Maßnahmenkatalog TMT-Handbuch	Kontaminationen sind eingetreten
E06	Einschäumen bei Explosionsgefahr	Das Gefahrgut wird vor einer möglichen Explosion eingeschäumt.	FwDV 3 Brandbekämpfung FwDV 500	Drohende Freisetzung durch Explosion oder Überdruckversagen
E07	Wasserschleier	Um das Gefahrgut wird ein Wasserschleier hergestellt.	FwDV 3 Brandbekämpfung FwDV 500	Drohende oder eingetretene Freisetzung (Luftpfad)
E08	Provisorische Abdichtung	Das Versandstück wird provisorisch abgedichtet.	[-]	Eigenschutz beachten, Einzelfallentscheidung mit Einbindung Fachberater erforderlich!
E09	Maßnahmen zur Beendigung chemischer Reaktionen	Es werden Maßnahmen ergriffen, um weitere chemische Reaktionen zu beenden.	[-]	Eigenschutz beachten, Einzelfallentscheidung mit Einbindung Fachberater erforderlich!

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
E10	Dekontamination Gefahrenbereich	Der Gefahrenbereich wird dekontaminiert.	Maßnahmenkatalog TMT-Handbuch	Kontaminationen im Gefahrenbereich sind eingetreten
E11	Provisorische Abschirmung	Provisorische Abschirmung von offenen/unabgeschirmten Quellen	[-]	Erhöhte ODL (Prioritär wenn Werte über 25µSv/h auftreten)
E12	Bergung unabgeschirmter Quellen	Unabgeschirmte Quellen werden geborgen.	[-]	Eigenschutz beachten, Einzelfallentscheidung mit Einbindung Fachberater erforderlich! Ggf Einsatz von Manipulatoren
E13	Absperrung Zu- und Abläufe	Absperrern Zu- und Abläufe von Gewässern oder Wasserversorgung/Kanalisation	Maßnahmenkatalog	Drohende oder eingetretene Freisetzung (Wasserpfad)
E14	Stilllegung des betroffenen Systems	Das betroffene System wird stillgelegt.	[-]	Drohende oder eingetretene Freisetzung in das jeweilige System. Nur durchführbar, wenn durch Ausfall der Systemversorgung keine ungünstigeren Gefährdungen auftreten!
E15	Suche nach radioaktiven Quellen/Splintern/Bruchstücken	Es wird eine Suche nach (weiteren) radioaktiven Quellen sowie ggf. Splintern und Bruchstücken in der Umgebung durchgeführt.	TMT-Handbuch	Unfallsituation, bei der radioaktive Stoffe in Form von Bruchstücken oder Splintern verstreut werden
E16	Brandbekämpfung nach Lage	Brandbekämpfung nach Eintritt des Behälter-schadens/der Freisetzung. Kann kontraproduktiv sein, wenn in Folge der Maßnahme mehr Aktivität bodennah freigesetzt wird.	[-]	Hier Maßnahme bei eingetretener oder unmittelbar drohender Freisetzung zur Reduktion der Auswirkungen, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten. Wenn durch die mechanische Einwirkung und Brandwirkung ein Verlust der Behälterintegrität droht und das Inventar unter Druck steht, sind Freisetzungen zu besorgen. In diesem Fall kann die Aussetzung der Brandbekämpfung die radiologischen Folgen aufgrund der thermischen Überhöhung mildern => Einzelfallentscheidung mit Einbindung Fachberater erforderlich!
E17	Behälterkühlung nach Lage	Behälterkühlung nach Eintritt des Behälterschadens/der Freisetzung. Kann kontraproduktiv sein, wenn in Folge der Maßnahme mehr Aktivität bodennah freigesetzt wird. Chemische Reaktionen des Inhalts mit Wasser können die Freisetzung beeinflussen.	[-]	Hier Maßnahme bei eingetretener oder unmittelbar drohender Freisetzung zur Reduktion der Auswirkungen, Entscheidung nach Lage und Durchführbarkeit, Schutz der Einsatzkräfte beachten. Bei involviertem Kernbrennstoff ggf. Moderationseffekte berücksichtigen!

Tab. A.4 Auflistung aller verwendeten Maßnahmenoptionen des Typs „SB – Schutz der Bevölkerung“ für die analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
SB01	Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	Die Bevölkerung wird gewarnt und über mögliche Folgen unterrichtet.	RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm; Abschnitt 4.4 Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung) Ö-Leitfaden SSK Ö-Info BBK	Voralarm, Katastrophenalarm
SB02	Vorsorgliche Ernte	Die Bevölkerung wird aufgefordert, Produkte vor einer Freisetzung vorsorglich zu ernten.	Maßnahmenkatalog (Abschnitt 5.4.1)	Voralarm, Katastrophenalarm
SB03	Präventive Strahlenschutz-vorsorgemaßnahmen	Die Bevölkerung wird je nach Lage zu folgenden vorsorglichen Maßnahmen aufgefordert ▪ Verschließen von Gewächshäusern ▪ Abdecken von Pflanzen ▪ Aufstallung ▪ Ballensilage ▪ Schutz offener Lager ▪ Unterbindung des Zulaufs von Zisternen	Maßnahmenkatalog (Abschnitt 5.4.1)	Voralarm, Katastrophenalarm
SB04	Aufenthalt in Gebäuden	Die Bevölkerung wird aufgefordert, sich in geschlossenen Räumen aufzuhalten und weitere Anweisungen abzuwarten.	Radiologische Grundlagen (Abschnitt 4.4.2 Aufenthalt in Gebäuden) RKATS (Abschnitt 4.6 Aufenthalt in Gebäuden) Maßnahmenkatalog (Abschnitt 3.2 Aufenthalt in Gebäuden) Medizinische Maßnahmen (Abschnitt 2.1 Aufenthalt in Gebäuden)	Radiologische Grundlagen (Tabelle 4.3 Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Iodtabletten, Evakuierung)

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
SB05	Ausgabe von Jodtabletten	Der Bevölkerung werden Jodtabletten über bekanntzugebende Ausgabestellen ausgehändigt, sofern keine Jodtabletten im Vorfeld verteilt wurden. Ggf. ist eine Verteilung trotz Vorverteilung in Betracht zu ziehen.	Radiologische Grundlagen (Abschnitt 4.4.3 Einnahme von Iodtabletten; Anlage Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall) RKATS (Abschnitt 4.7 Ausgabe und Einnahme von Iodtabletten)	Voralarm, Katastrophenalarm
SB06	Einnahme von Jodtabletten	Die Bevölkerung wird aufgefordert, nach Anweisung Jodtabletten gemäß Vorschrift einzunehmen. Ggf. sind diese vorher zu verteilen.	Radiologische Grundlagen (Abschnitt 4.4.3 Einnahme von Iodtabletten; Anlage Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall) RKATS (Abschnitt 4.7 Ausgabe und Einnahme von Iodtabletten) Maßnahmenkatalog (Abschnitt 3.4 Einnahme von Iodtabletten) medizinische Maßnahmen (Abschnitt 2.2 Iodblockade der Schilddrüse)	Radiologische Grundlagen (Tabelle 4.3 Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Iodtabletten, Evakuierung)
SB07	Evakuierung	Die Bevölkerung wird aufgefordert, sich an Sammelpunkten einzufinden. Von dort findet eine geplante Evakuierung statt.	Radiologische Grundlagen (Abschnitt 4.4.4 Evakuierung) RKATS (Abschnitt 4.8 Evakuierung) Maßnahmenkatalog (Abschnitt 3.1 Evakuierung) Medizinische Maßnahmen (Abschnitt 2.5 Evakuierung)	Radiologische Grundlagen (Tabelle 4.3 Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Iodtabletten, Evakuierung)
SB08	Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	Es wird ein Absperrbereich eingerichtet, zu dem nur erforderliche Einsatz- und Unterstützungskräfte Zutritt haben.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.3.5 Gefahren- und Absperrbereich) ABC-Einsatztaktik	FwDV 500 100 m Radius

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
SB09	Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung	Es werden Maßnahmen ergriffen, den Zugang zum direkt betroffenen Gebiet zu verhindern und ggf. großräumig zu beschränken. Der Abgang aus dem betroffenen Gebiet soll kontrolliert erfolgen (ggf. kombiniert mit weiteren Handlungsoptionen, wie Dekontamination).	RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm; Abschnitt 4.5 Verkehrseinschränkungen) Maßnahmenkatalog (Abschnitt 3.5 Zugangsbeschränkung bzw. Sperrung von gefährdeten Gebieten)	Bei der Durchführung zu beachten: Einhaltung der Grenzwerte für Einsatzkräfte gem. FwDV 500 (Tabelle zu Dosisrichtwerten auf S. 46) und LF 450
SB10	Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)	Der Bevölkerung wird empfohlen, behelfsmäßigen Atemschutz (z. B. in Form von handelsüblichen Staubmasken, Handtüchern,...) anzulegen. (Wirksamkeit der Handlungsoption ist begrenzt!)	Maßnahmenkatalog (Abschnitt 3.3 Verringerung der Inhalation radioaktiver Stoffe)	Bei Verdacht auf Vorhandensein inhalationsfähiger radioaktiver Stoffe
SB11	Begleitende Maßnahmen zu Aufenthalt in Gebäuden	Zur Maßnahme Aufenthalt in Gebäuden werden begleitende Maßnahmen empfohlen. Hierzu können zählen: Schließen von Fenstern und Türen, Abschalten oder Umschalten von raumluftechnischen Anlagen, Abdichten von potenziellen Leckage-Stellen, Einschalten von Funk und Fernsehen, ...	Maßnahmenkatalog (Abschnitt 3.3 Verringerung der Inhalation radioaktiver Stoffe)	keine
SB12	Einrichtung und Betrieb Notfallstationen	Diese Stationen dienen sowohl der Dekontamination einer großen Zahl von Betroffenen aus der Bevölkerung als auch der medizinischen (Erst-)Versorgung. Es werden Maßnahmen zur Dekontamination, medizinischen Untersuchung und Ermittlung der erhaltenen Dosis durchgeführt. Es findet eine Aufnahme und Betreuung von (vermutlich) Betroffenen sowie ggf. auch eine ärztliche Behandlung nichtradiologischer Verletzungen statt. Durch die Notfallstationen sollen auch die Krankenhäuser für die Behandlung schwerer Verletzungen von einem etwaigen Massenandrang potenziell exponierter und besorgter Bürger entlastet werden	RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm; Abschnitt 4.9 Dekontamination) medizinische Maßnahmen (Kapitel 4 Notfallstationen) Strahlenunfall (Kapitel 6 Kontamination und Inkorporation) Katastrophenmedizin	Verdacht auf erhebliche Strahlenexposition/Kontamination einer größeren Anzahl von Menschen. Bedarf an ärztlicher Untersuchung, Versorgung und Betreuung von Evakuierten medizinische Maßnahmen (Tabelle 4-2 Richtwerte für abgestufte Maßnahmen bei Kontamination der Haut; Tabelle 4-3 Dosisrichtwerte; Tabelle 4-4 Klinische Frühsymptomatik beim Menschen nach akuter kurzzeitiger Ganzkörperexposition)

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
SB13	Verzehreinschränkungen	Die Bevölkerung wird vor dem Verzehr frisch geernteter Lebensmittel und dem Konsum kontaminierten Wassers gewarnt.	Radiologische Grundlagen (Abschnitt 4.4.7 Eingriffe in die Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln) RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm; Abschnitt 4.11 Warnung der Bevölkerung vor dem Verzehr frisch geernteter Lebensmittel; Abschnitt 4.12 Information von Wassergewinnungsstellen) medizinische Maßnahmen (Abschnitt 2.3 Warnung vor dem Verzehr frisch geernteter Lebensmittel)	Präventivmaßnahme bei Verdacht auf mögliche Kontamination über EU-Höchstwerte für Nahrungs- und Futtermittel
SB14	Begleitende Maßnahmen zu Verzehreinschränkungen	Zur Maßnahme Verzehreinschränkungen werden begleitende Maßnahmen lageangepasst durchgeführt. Hierzu können zählen: Information der Wassergewinnungsstellen, Sperrung kontaminierter Wassergewinnungsstellen, Warnung der Bevölkerung vor Gebrauch des Wassers, Warnung vor Wassersport und Fischfang, Unterbindung des Inverkehrbringens kontaminierter Nahrungs- und Futtermittel, Sperrung stark kontaminierter Flächen, Gewährleistung der Nahrungsmittel- und Wasserversorgung, Versorgung der Tiere mit Futtermitteln, ...	Radiologische Grundlagen (Abschnitt 4.4.7 Eingriffe in die Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln) RKATS (Abschnitt 3.10.2 Maßnahmen bei Katastrophenalarm; Abschnitt 4.11 Warnung der Bevölkerung vor dem Verzehr frisch geernteter Lebensmittel; Abschnitt 4.12 Information von Wassergewinnungsstellen) medizinische Maßnahmen (Abschnitt 2.3 Warnung vor dem Verzehr frisch geernteter Lebensmittel)	Voralarm, Katastrophenalarm
SB15	Umsiedlung	Die Bevölkerung wird zeitlich befristet oder unbefristet in ein nicht betroffenes Gebiet umgesiedelt.	Maßnahmenkatalog (Abschnitt 4.1)	
SB16	Weitere Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen	Es werden lageabhängig weitere, hier nicht einzeln aufgeführte Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition durchgeführt.	Maßnahmenkatalog	Abgeleitete Eingreifrichtwerte nach Maßnahmenkatalog

Tab. A.5 Auflistung aller verwendeten Maßnahmenoptionen des Typs „SEK – Schutz der Einsatzkräfte“ für die analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
SEK01	Unterrichtung über Situation	Vermittlung der erforderlichen Kenntnisse für Eigenschutz bei Einsatzdurchführung	Gemäß einschlägigen Dienstvorschriften, ggf. Fachberater hinzuziehen	Immer vor Einsatz in nuklearen/radiologischen Notfällen erforderlich
SEK02	Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte	Der Lage entsprechend wird der Einsatz von Hilfskräften aus radiologischer Sicht vorgeplant. Es werden z. B. Einsatzzeiten, Umkehrdosen, Sperrgebiete, notwendige Schutzausrüstung u. ä. festgelegt und bei Bedarf angepasst. Ggf. ist eine ärztliche Beratung/Betreuung vorzusehen.	FwDV 500 (Kapitel 2 Abschnitt A-Einsatz)	Einhaltung der Grenzwerte für Einsatzkräfte gem. FwDV 500 (Tabelle zu Dosisrichtwerten auf S. 46) und LF 450 ALARA Die zügige Umsetzung lebensrettender Maßnahmen darf nicht verzögert werden.
SEK03	Vorbereitung der dosimetrischen Überwachung	Die dosimetrische Überwachung ist vorzubereiten, z. B. Ausgabe Dosimeter, Ausgabe Messgeräte, Unterweisung Einsatzkräfte.	LF 450 FwDV 500 (Abschnitt 1.3.1.3 Dosismess- und Warngeräte; Abschnitt 2.2.2.1 Persönliche Sonderausrüstung; Abschnitt 2.2.2.2 Sonstige Sonderausrüstung)	Immer vor Einsatz in nuklearen/radiologischen Notfällen erforderlich
SEK04	Tragen von Dosismess- und Warngeräten	Dosimetrische Überwachung der Einsatzkräfte zum Selbstschutz.	LF 450 FwDV 500 (Abschnitt 1.3.1.3 Dosismess- und Warngeräte; Abschnitt 2.2.2.1 Persönliche Sonderausrüstung; Abschnitt 2.2.2.2 Sonstige Sonderausrüstung)	Bei der Durchführung zu beachten: Einhaltung der Grenzwerte für Einsatzkräfte gem. FwDV 500 (Tabelle zu Dosisrichtwerten auf S. 46) und LF 450 Beachtung einsatzspezifischer Umkehrdosen bzw. Umkehrdosisleistungen.
SEK05	Tragen von Atemschutz	Einsatzkräfte sind angehalten, geeigneten und der Situation angemessenen Atemschutz als Teil ihrer persönlichen Schutzausrüstung zu tragen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.3.1.1 Atemschutz; Abschnitt 2.2.2.1 Persönliche Sonderausrüstung)	Bei Verdacht auf Vorhandensein inhalationsfähiger radioaktiver Stoffe
SEK06	Tragen von Körperschutz entsprechend Gefahrenlage	Einsatzkräfte sind angehalten, geeigneten und der Situation angemessenen Körperschutz als Teil ihrer persönlichen Schutzausrüstung zu tragen.	FwDV 500 (Abschnitt 1.3.1.2 Körperschutz; Abschnitt 2.2.2.1 Persönliche Sonderausrüstung)	Einhaltung der Grenzwerte für Einsatzkräfte gem. FwDV 500 (Tabelle zu Dosisrichtwerten auf S. 46) und LF 450, ALARA
SEK07	Einrichtung Gefahren- und Absperrbereich	Es wird ein Gefahrenbereich eingerichtet, zu dem nur Einsatzkräfte unter persönlicher Sonderausrüstung Zutritt haben.	FwDV 500 (Abschnitt 1.5.3.5 Gefahren- und Absperrbereich) ABC-Einsatztaktik	FwDV 500 50 m Radius 25 µSv/h ODL

Tab. A.6 Auflistung aller verwendeten Maßnahmenoptionen des Typs „M – Medizinische Maßnahmen“ für die analysierten Abläufe „Kernkraftwerksunfall“ und „Transport- oder Handhabungsunfall“

Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Referenz (vgl. Tab. A.7)	Entscheidungsgrundlagen
M01	Dekorporation oder andere Gegenmaßnahmen bei Inkorporation	Nach Inkorporation von Radionukliden werden von medizinischem Fachpersonal Maßnahmen zur Dekorporation ergriffen.	Strahlenunfall (Abschnitt 6.2 Inkorporation) Katastrophenmedizin (Abschnitt 12.4.4.3 Inkorporation) BfS: Materialsammlung zur internen Radiodekontamination von Personen	"Die Entscheidung zur Durchführung der Dekorporationsbehandlung ist eine ärztliche Maßnahme!" (Strahlenunfall, Abschnitt 6.2.3, S. 72) 10fache Überschreitung von Grenzwerten, ggf. 1-10fache Überschreitung von Grenzwerten
M02	Dekontamination von Verletzungen	Entfernung radioaktiver Stoffe aus Verletzungen	BfS: Materialsammlung zur internen Radiodekontamination von Personen	Ärztliche Beurteilung
M03	Medizinische Behandlung von Personen	Medizinische Behandlung von Personen nach radiologischen Ereignissen (z. B. bei akutem Strahlensyndrom)	BIR: Medical Management of Radiation Accidents, 2001	Ärztliche Beurteilung
M04	Ganzkörperzähler	Einrichtung und Betrieb von Stellen zu Ganzkörpermessungen und zur Ergebnisberatung	CODIRPA-Bericht 2012	Möglichkeit der Inkorporierung von Radionukliden durch Inhalation und Ingestion mit erheblichen Aktivitäten
M05	Epidemiologische Untersuchung	Planung und Durchführung epidemiologischer Untersuchungen der Bevölkerung und der Einsatzkräfte (Follow up)	CODIRPA-Bericht 2012	Möglichkeit von erheblichen Strahlenexpositionen oberhalb des Bereiches von mehreren 10 mSv

Tab. A.7 Auflistung der in Tab. A.1 bis A.6 angegebenen Referenzen

Kurzbezeichnung	Referenzdokument
ABC-Einsatztaktik	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK): Taktische Einsatzgrundsätze für den Bereich ABC-Erkundung Version 1, Stand: Februar 2006
AtSMV	Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV) vom 14. Oktober 1992 (BGBl.I 1992, Nr. 48, S. 1766), zuletzt geändert durch Verordnung vom 8. Juni 2010 (BGBl.I 2010, Nr. 31, S. 755)
AVV IMIS	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) vom 13. Dezember 2006
BfS: Materialsammlung zur internen Radiodekontamination von Personen	Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Materialsammlung zur internen Radiodekontamination von Personen Februar 2009
BIR: Medical Management of Radiation Accidents 2001	Medical Management of Radiation Accidents: Management of the Acute Radiation Syndrome. The British Institute of Radiology, 2001.
CODIRPA-Bericht 2012	Policy Elements for Post-Accident Management in the Event of Nuclear Accident. Document drawn up by the Steering Committee for the Management of the Post-Accident Phase of a Nuclear Accident (CODIRPA). Final Version, 5 October 2012
FwDV 3	Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV) Feuerwehrdienstvorschrift FwDV 3: Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz, Stand 2008
FwDV 500	Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV) Feuerwehrdienstvorschrift FwDV 500: Einheiten im ABC-Einsatz, Stand 2012
IAEA Categorization of Radioactive Sources Sources (RS-G-1.9)	International Atomic Energy Agency (IAEA): Categorization of Radioactive Sources. Safety Guide. IAEA Safety Standards Series RS-G-1.9 , 2005
IAEA Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values) EPR-D-Values	International Atomic Energy Agency (IAEA): Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values.) EPR-D-Values, August 2006
Interpretation zu SiAnf an KKW	Bekanntmachung der Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012 vom: 29.11.2013. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BAnz AT 10.12.2013 B4.
Katastrophenmedizin	Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern: Katastrophenmedizin Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall 5., völlig überarbeitete Auflage, München, 2010
KFÜ-Rahmenempfehlungen	Rahmenempfehlung für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken vom 12. August 2005 (GMBI. 2005, Nr. 51, S. 1049)
KTA 3502	Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 3502 Störfallinstrumentierung, Fassung 2012-11

Kurzbezeichnung	Referenzdokument
LF 450	Polizei-Leitfaden 450 VS - Nur für den Dienstgebrauch
Maßnahmenkatalog	Strahlenschutzkommission (SSK) (Hrsg.): Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Maßnahmenkatalog). Teil 1: Auswahl von Maßnahmen. Teil 2: Hintergrundinformationen, Theorie und Anwendungsbeispiele. Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 60 Teil 1 und 2, 2010.
Medizinische Maßnahmen	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Medizinische Maßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen. Leitfaden für Ärztliche Berater der Katastrophenschutzleitung, Ärzte in Notfallstationen, Ärzte in der ambulanten Betreuung und stationären Betreuung. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 4, 3. Auflage, 2007"
Ö-Info BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK): Information der Öffentlichkeit über Strahlenrisiken. Krisenkommunikation für Verantwortliche im Katastrophenschutz. Bonn, 2008
Ö-Leitfaden SSK	Strahlenschutzkommission (SSK) (Hrsg.) Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden. 3. Teil: Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit in kerntechnischen Notfällen Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 61, 2009
Referenzfall: Brand Atlantic Cartier in Hamburg am 01.05.2013	Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Anjes Tjarks (GRÜNE) vom 06.05.13 und Antwort des Senats. Betr.: Brand auf der „Atlantic Cartier“. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg, 20. Wahlperiode. Drucksache 20/7891, Neufassung 17.05.13. Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Anjes Tjarks (GRÜNE) vom 21.05.13 und Antwort des Senats. Betr.: Brand auf der „Atlantic Cartier“ – Informationspolitik. Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg, 20. Wahlperiode. Drucksache 20/8053, 28.05.13.
REI	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen Rundschreiben vom 07.12. 2005 BMU - RS II5 - 15603/5 - (Gemeinsames Ministerialblatt 2006, Nr. 14-17)
RKATS	Strahlenschutzkommission (SSK) (Hrsg.): Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden 2. Teil: Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 61, 2009
SiAnf an KKW mit zugehörigen Interpretationen	Bekanntmachung der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ vom: 22.11.2012. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BAnz AT 24.01.2013 B3. Bekanntmachung der Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012 vom: 29.11.2013. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BAnz AT 10.12.2013 B4.
Strahlenunfall	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) Der Strahlenunfall. Ein Leitfaden für Erstmaßnahmen Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 32, 2. Auflage, 2007
TMT-Handbuch	Carlos Rojas-Palma; Astrid Liland; Ane Næss Jerstad; George Etherington; María del Rosario Pérez; Tua Rahola; Karen Smith (Hrsg.): TMT Handbook. Triage, Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act. Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA), Østerås, Norway, 2009

**B Benutzeranleitung „Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen
für nukleare und radiologische Notfälle“ (SIMONA)**

Benutzeranleitung „Schneller Einstieg in Maßnahmenoptio- nen für nukleare und radiolo- gische Notfälle“ (SIMONA)

Unterauftrag zum Vorhaben
3610S60014 „Generalisierte Kon-
zepte für Maßnahmen bei nuklea-
ren und radiologischen Notfällen“

AP 4 - Nutzungsmöglichkeiten von
generalisierten Maßnahmenkonzep-
ten in Entscheidungshilfe- und In-
formationssystemen

H. Schnadt

Juli 2014

Auftrags-Nr.: 854680 - UA 3007

Anmerkung:

Dieser Bericht wurde im Unterauf-
trag zum Vorhaben 3610S60014
erstellt. Das zugrunde liegende FE-
Vorhaben wurde im Auftrag des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit
durchgeführt. Die Verantwortung für
den Inhalt dieser Veröffentlichung
liegt beim Auftragnehmer.

Der Bericht gibt die Auffassung und
Meinung des Auftragnehmers wie-
der und muss nicht mit der Meinung
des Auftraggebers übereinstimmen.

1 Zielsetzung

Das generalisierte Maßnahmenkonzept ist im Hauptteil dieses Berichts in einer Reihe verschiedener Tabellenblätter nach verschiedenen Aspekten der Maßnahmenauswahl beschrieben.

Im Einsatzfall ist es nicht immer einfach, sich in diesen Tabellen zurecht zu finden. Daher wurde das Programm SIMONA entwickelt, um mit einfachen Auswahllisten eine Maßnahmenauswahl zu treffen. Die mit dem Programm ergänzte Excel-Datei hat den Namen "SIMONA_xxxxxxx" mit xxxxxx als dem Versionsdatum.

Dabei wird unterstellt, dass es immer gelingt, aus den vorhandenen Informationen über ein (unfallartiges) radiologisches Ereignis auf das grundlegende Szenario zu schließen.

Zu Demonstrationszwecken sind zwar derzeit 5 Hauptszenarien festgelegt, von denen im Programm aber nur die Szenarien KKW-Unfall und Transportunfall implementiert sind. Weiterhin sollte es auch möglich sein, die Situation soweit einzuschätzen, ob man sich in einer Phase befindet, in der noch nicht klar ist, ob eine Freisetzung von Radionukliden wahrscheinlich ist (Phase A: Unsichere Situation), ob eine Freisetzung unmittelbar droht (Phase B: Akute Gefährdung), ob eine sich eine Freisetzung gerade entwickelt oder tatsächlich stattfindet (Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus) oder ob die Freisetzung gerade stattfindet oder beendet ist, aber zu einer Kontamination der Umwelt geführt hat (Phase D: Exposition).

In Abhängigkeit von den gerade beschriebenen Phasen sind in dem Konzept mögliche Ereignisketten beschrieben. Soweit man in der Lage ist, solche Ereignisketten aus den vorliegenden Informationen abzuleiten, kann eine Eingrenzung oder Erweiterung der Liste potenzieller Maßnahmen erfolgen.

Im Einsatzfall werden die Informationen in Form von Indikatoren vorliegen, die aus Beobachtungen abgeleitet sind. Ereignisspezifische Indikatoren sind den Ereignisketten im Konzept zugeordnet. Sie sollten eine Überprüfung ermöglichen, ob die vorgenommene Auswahl mit den Beobachtungen übereinstimmt. Diese Überprüfung sollte aber außerhalb des generalisierten Maßnahmenkonzeptes durch Experten erfolgen-

Der denkbare andere Weg, aus einer Menge von beobachtbaren Fakten auf Szenarien, Phasen und Ereignisketten zu schließen, wurde nicht beschritten, weil die Analyse der Indikatorzuordnung zu Ereignissen ergibt, dass letztere über die zur jeweils aktuellen Situation zugeordneten Indikatoren allein nicht immer eindeutig identifizierbar sind,

sondern in vielen Fällen z. B. auch die bisherige Entwicklung zur Identifikation herangezogen werden muss.

Es ist Zweck der vorliegenden Implementierung des Konzepts, zu zeigen, dass auf dieser Basis eine Maßnahmenauswahl möglich ist.

2 Programmstruktur

Das Programm SIMONA ist als Makro mit den Microsoft Excel Versionen 2007 oder 2010 formuliert. Die Exceldatei hat dementsprechend den Dateizusatz xlsx. Das Excel-Makro ist durch VBA-Code (VBA: Visual Basic for Applications) unterlegt. Das Makro ruft zwei Formulare auf, die zur Eingabe von Auswahlen und zur Ausgabe von Maßnahmenlisten dienen. Diese Formulare werden im Weiteren beschrieben. Daneben existieren drei Code-Module (siehe Abb. 2.1).

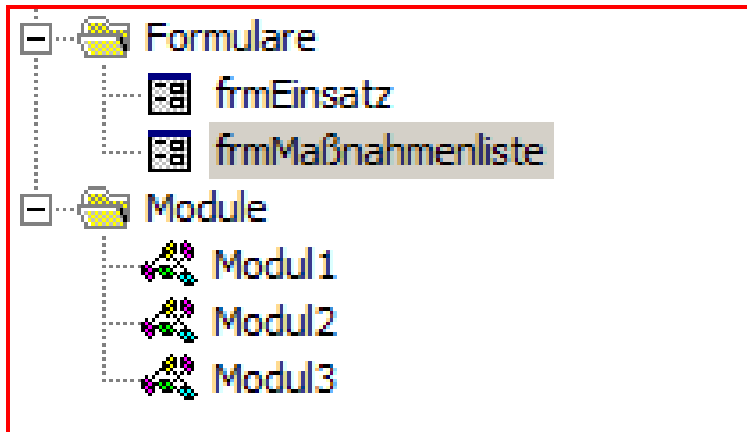


Abb. 2.1: Projektelemente

- Modul1 enthält Routinen, die zur Verknüpfung von Excel-Tabellenblättern verwendet werden. Sie werden hier nicht weiter beschrieben
- Modul2 enthält das als Subroutine (Sub) formulierte Makro "Starten". In diesem Modul werden Daten aus den Tabellenblättern eingelesen und das Formular "frmEinsatz" gestartet. Außerdem befinden sich hier die Deklarationen der globalen Variablen (Public), die in allen zum Projekt gehörenden Modulen und Formularen angesprochen werden können.
- Modul3 enthält eine Sortieroutine sowie einige Test- und Datenübernehmeroutinen, die für den Betrieb von SIMONA nicht länger gebraucht werden

Das Formular "frmEinsatz" enthält Auswahlelemente (Kombo-Box) für Szenarien, Unfallphasen und Ereignisketten, außerdem Beschreibungselemente (Label-Felder) für Detailbeschreibungen und Meldungen sowie zwei Befehlsschaltflächen (Button) zum Aufrufen der Maßnahmenliste und zum Beenden des Programms. Den Kombo-Boxen und Befehlsschaltflächen ist Programmcode unterlegt.

Das Formular "frmMaßnahmenliste" wird je nach Auswahl von Szenario, Phase und ggf. Ereigniskette mit den daraus folgenden Maßnahmen gefüllt. Außerdem werden in

diesem Formular die Indikatoren behandelt. Daneben gibt es einige Beschreibungsfelder und zwei Befehlsschaltflächen.

Der Programmcode ist reich kommentiert.

Die Datenpflege wird komplett in den Excel-Tabellenblättern vorgenommen.

3 Installation

Die Dateien auf dem Installationsmedium müssen in ein vom Benutzer gewähltes Verzeichnis kopiert (im Weiteren „SIMONA-Verzeichnis“ genannt) werden. Diese Dateien sind:

- SIMONA_xxxxxx.xlsm, wobei xxxxxx das Versionsdatum kennzeichnet
- SIMONA_Anleitung.pdf (diese Anleitung)

In der vorliegenden Demonstrationsversion ist für die Nutzung der vorgesehenen externen Aufrufmöglichkeit (vgl. Abschnitt 6 und Abb. 6.3) außerdem der elektronische Maßnahmenkatalog, der im Vorhaben 3607S04554 für das BMUB entwickelt wurde, mit folgenden Dateien in das SIMONA-Verzeichnis zu kopieren:

- 20100728_MASKAT_V1-0.mdb
- MKAT_Anleitung_F.pdf
- 20100426_MASKAT.doc

Falls der elektronische Maßnahmenkatalog dort nicht verfügbar ist, wird bei einem Aufruf eine Fehlermeldung ausgegeben. Die Funktionalität von SIMONA wird dadurch beeinträchtigt.

Da die Excel-Datei Makros und VBA-Code enthält, wird der Code je nach Sicherheitseinstellungen nicht ausgeführt. Um ein Starten ohne Abfrage zur Änderung der Sicherheitseinstellungen zu ermöglichen, sollte der gewählte Programmpfad unter "Excel/Office/Excel-Optionen/Einstellungen für das Vertrauensstellungscenter .../Vertrauenswürdige Speicherorte" als vertrauenswürdig eingetragen werden¹. Wenn man vermeiden möchte, dass beim Aufruf von MKAT-EL (xxxxxxx_MASKAT_V1-0.mdb) ebenfalls die Abfrage nach Zulässigkeit von Makro/VBA-Code erfolgt, sollte die gleiche Sicherheitseinstellung (Eintrag des Programmpfads in vertrauenswürdige Speicherorte) auch in Access erfolgen.

¹  ist das Symbol für Office

4 Ablauf zum Starten des Programms

Die nachfolgende Beschreibung wurde unter Verwendung von Excel-2007 erstellt.

Die Excel-Datei ist so eingestellt, dass nach dem Aufruf das Tabellenblatt "Blattbeschreibungen" erscheint.

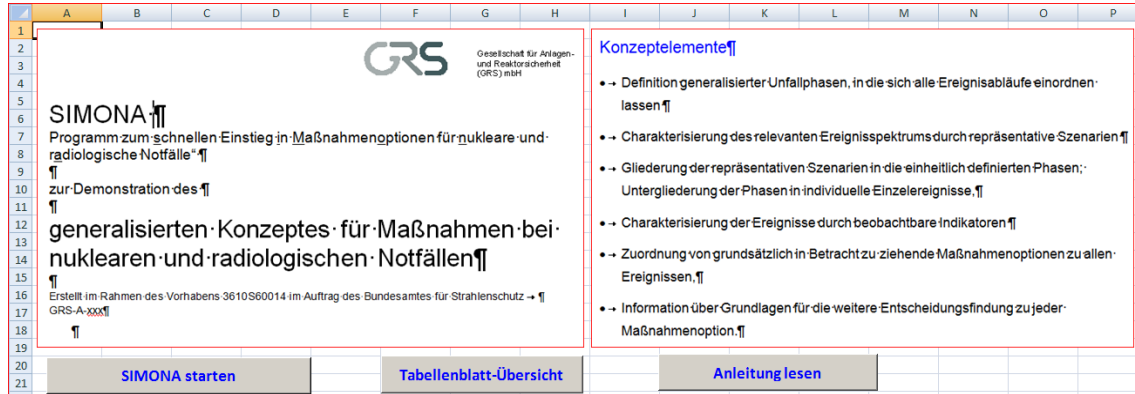


Abb. 4.1: Einstiegs-Tabellenblatt nach Aufruf der Excel-Datei SIMONA_xxxxxx.xlsm

Das Tabellenblatt enthält drei Befehlsschaltflächen, mit denen das Programm gestartet werden kann, zu einer Tabellenblatt-Übersicht (die sich auf demselben Tabellenblatt befindet) verzweigt wird oder diese Anleitung aufgerufen wird.

5 Das Eingabeformular

Zu diesem Abschnitt gehören folgende Abbildungen (Hinweis: die Abbildungen sind am Ende des Kapitels zusammengefasst.):

- Abb. 5.1
- Abb. 5.2
- Abb. 5.3

Das Eingabeformular enthält drei Auswahlfelder für Szenario, Phase und Ereigniskette. Den Auswahlfeldern Szenario und Phase sind jeweils Beschreibungsfelder zugeordnet, die die ausgewählte Zeile näher beschreiben. Sobald Szenario und Phase ausgewählt sind, wird die bis dahin inaktivierte Befehlsschaltfläche "Maßnahmenliste zeigen" aktiviert. Mit der Befehlsschaltfläche "Ende" kann das Programm beendet werden.

Einsatz

Szenario: -auswählen -

Phase: - auswählen -

Ereigniskette: - nicht gewählt -

Maßnahmenliste zeigen

Ende

Abb. 5.1: Eingabeformular vor jeglicher Eingabe

Einsatz

Szenario: S1 Kerntechnischer Unfall

Phase: Phase A: Unsichere Situation

Ereigniskette (kann nur gewählt werden, wenn Szenario und Phase bestimmt sind): KKW-A3

Ausgewähltes Szenario
S1 Kerntechnischer Unfall

Die Kontrolle des oder der sichere Umgang mit dem radioaktiven Material sind nicht gewährleistet. Es liegt noch keine Situation vor, die ohne Maßnahmen von selbst zu notfallschutzrelevanten Strahlenexpositionen führen würde; es fehlen jedoch die Mechanismen, die bei weiteren ungünstigen Entwicklungen eine mögliche Eskalation wirksam verhindern.

KKW-A3 RESA kommt nicht auf Anregung

Maßnahmenliste zeigen

Ende

Abb. 5.2: Eingabeformular nach Auswahl von Szenario, Phase und Ereigniskette

Einsatz

Szenario	Phase
S1 KKW-Unfall	Phase A: Unsichere Situation

Ausgewähltes Szenario
S1 KKW-Unfall

Phase A: Unsichere Situation
Phase B: Akute Gefährdung
Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus
Phase D: Exposition

von selbst zu notfallschutzrelevanten Strahlenexpositionen führen würde; es fehlen jedoch die Mechanismen, die bei weiteren ungünstigen Entwicklungen eine mögliche Eskalation wirksam verhindern.

Abb. 5.3: Beispiel für Auswahlliste

6 Das Ausgabeformular "Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen"(Maßnahmenliste)

Abb. 6.1 zeigt das Formular "Maßnahmenliste" nach Auswahl von Szenario, Phase und Ereigniskette. Die gewählten Kategorien werden im oberen Bereich des Formulars angezeigt. Auf der linken Seite befindet sich die Liste mit Vorschlägen für Maßnahmen bzw. Handlungsoptionen.

Mit einem Click auf eine Zeile dieser Liste können Erläuterungen zu einer Maßnahme/Handlungsoption abgerufen werden. Ggf. wird ein Verweis auf ein Entscheidungshilfesystem gegeben (siehe Abb. 6.2 und folgende). Ein Doppelclick liefert die Referenz und Entscheidungsgrundlagen.

Im rechten Teil des Formulars werden die Indikatoren aufgeführt. Die obere Liste liefert die in den Tabellenblättern enthaltenen Vorschläge im Hinblick auf die Indikatoren. Wenn man aufgrund des Expertenwissens des Anwenders einen dieser Vorschläge übernehmen möchte, kann man dies durch Auswahl der entsprechenden Zeile. Der Indikator wird damit in die darunter angeordnete Liste übernommen.

Man kann zusätzlich mit der Kombo-Box "Weitere nach Lageinformation zutreffende Indikatoren" weitere Indikatoren hinzufügen.

Die Befehlsschaltfläche "Indikatorenvergleich" ist gegraut dargestellt. Der Indikatorenvergleich ist vorgesehen, um Widersprüche zwischen den gewählten Szenarium, der Unfallphase und den Indikatoren aufzuzeigen und Alternativen auf der Basis der Indikatoren vorzuschlagen. Er ist in dieser Demonstrationsversion noch nicht realisiert.

Mit der Befehlsschaltfläche "Maßnahmenliste drucken" wird die Maßnahmenliste mit Kurzbeschreibung, Referenzen und Entscheidungsgrundlagen ausgedruckt (Beispiel siehe Abb. 6.4).

Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen

Szenario: S1 Kerntechnischer Unfall **Phase A: Unsichere Situation** **Ereigniskette: KKW-A3=RESA kommt nicht auf Anregung**

Maßnahmen / Handlungsoptionen (Maßnahmenliste)	Maßnahmentyp	Vorschlag: Indikatoren
I01: Störfallinstrumentierung	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind04: RESA-Kontrollsignal
I02: Weitbereichsanzeige	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind24: Keine erhöhte ODL
U03: Zusatzborierung	U - Unterbindung einer weiteren Eskalation	Ind25: keine erhöhte Kontamination
U04: Druckhaltung	U - Unterbindung einer weiteren Eskalation	Ind40: Keine erhöhte Aktivitätskonzentration in der Luft

Links-Click auf Zeile bestätigt Indikator. Bestätigte Indikatoren erscheinen in der untenstehende Liste.

Links-Click auf Zeile in der Maßnahmenliste liefert Erläuterungen.
Doppelclick liefert Referenz und Entscheidungsgrundlagen.

Erläuterung der Maßnahme/Handlungsoption

Zeile löschen Liste löschen Indikatorenvergleich

Weitere nach Lageinformation zutreffende Indikatoren

- auswählen -

Maßnahmenliste drucken Zurück zur Auswahl Ende

Abb. 6.1: Ausgabeformular "Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen" mit geöffneter Kombo-Box "Weitere nach Lageinformation zutreffende Indikatoren".

Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen

Szenario: S1 Kerntechnischer Unfall **Phase B: Akute Gefährdung** **Ereigniskette: KW-B4=Umfangreicher Kernschaden**

Maßnahmen / Handlungsoptionen (Maßnahmenliste)	Maßnahmentyp	Vorschlag: Indikatoren
I01: Störfallinstrumentierung	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind07: Druck RDB steigt/ist hoch/nimmt plötzlich ab
I02: Weitbereichsanzeige	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind08: Fullstand RDB zu niedrig/nimmt ab
I03: Quelltermprognose	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind10: Überschreitung Anlagenkriterien Katastrophenalarm
I04: Radiologische Prognose	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind12: Zeitdauer Kernfreilegung (Korrelation mit Schadenszustand)
I05: Festlegung gefährdetes Gebiet	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind13: Hohe ODL im SB (Korrelation mit Schadenszustand)
I06: Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind14: Druck im SB steigt an/ ist hoch/ nimmt plötzlich ab
U07: Verhinderung Überdruckversagen RDB	U - Unterbindung einer weiteren Eskalation	Ind24: Keine erhöhte ODL
U08: Verhinderung Dampf- und H2-Explosion	U - Unterbindung einer weiteren Eskalation	Ind25: keine erhöhte Kontamination
U09: Wiederherstellung Kernkühlung	U - Unterbindung einer weiteren Eskalation	Ind40: Keine erhöhte Aktivitätskonzentration in der Luft
E01: Mitigative anlageninterne Notfallmaßnahmen	E - Eindämmung der radiologischen Folgen	
SB01: Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB04: Aufenthalt in Gebäuden	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB06: Einnahme von Jodtabletten	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB07: Evakuierung	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB08: Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB09: Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB10: Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB11: Begleitende HO zu Aufenthalt in Gebäuden	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB12: Einrichtung und Betrieb Notfallstationen	SB - Schutz der Bevölkerung	
SEK01: Unterrichtung über Situation	SEK - Schutz der Einsatzkräfte	
SEK02: Radiologische Einsatzplanung, ggf. ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte	SEK - Schutz der Einsatzkräfte	

Aufruf Entscheidungshilfesystem - auswählen -

Links-Click auf Zeile in der Maßnahmenliste liefert Erläuterungen.
Doppeldick liefert Referenz und Entscheidungsgrundlagen.

Erläuterung der Maßnahme/Handlungsoption

SB07: Die Bevölkerung wird aufgefordert, sich an Sammelpunkten einzufinden. Von dort findet eine geplante Evakuierung statt.

SB: Schutz der Bevölkerung bei drohender oder eingetretener Expositionssituation (z. B. Räumen/Absperren von Gebieten, Aufenthalt in Gebäuden, Evakuierung, Einnahme von Jodtabletten, Verzehrsverbote sowie Begleitmaßnahmen, wie sie z.B. in den „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ aufgelistet sind).

Zeile löschen **Liste löschen** **Indikatorenvergleich**

Weitere nach Lageinformation zutreffende Indikatoren

- auswählen -

Maßnahmenliste drucken **Zurück zur Auswahl** **Ende**

Abb. 6.2: Aus der Maßnahmenliste im Formular kann durch einen Einfach-Click auf eine Maßnahme ein Erläuterung der Maßnahme angezeigt werden.

Sofern dieser Maßnahme ein Entscheidungshilfesystem zugeordnet ist, wird ein Auswahlfeld (Kombo-Box) angezeigt, in dem ein oder mehrere Entscheidungshilfesysteme aufgeführt sind (aufgeführt im Tabellenblatt Referenzen_zu_HO) . Zum Start des Entscheidungshilfesystems ist es in der Kombo-Box auszuwählen.

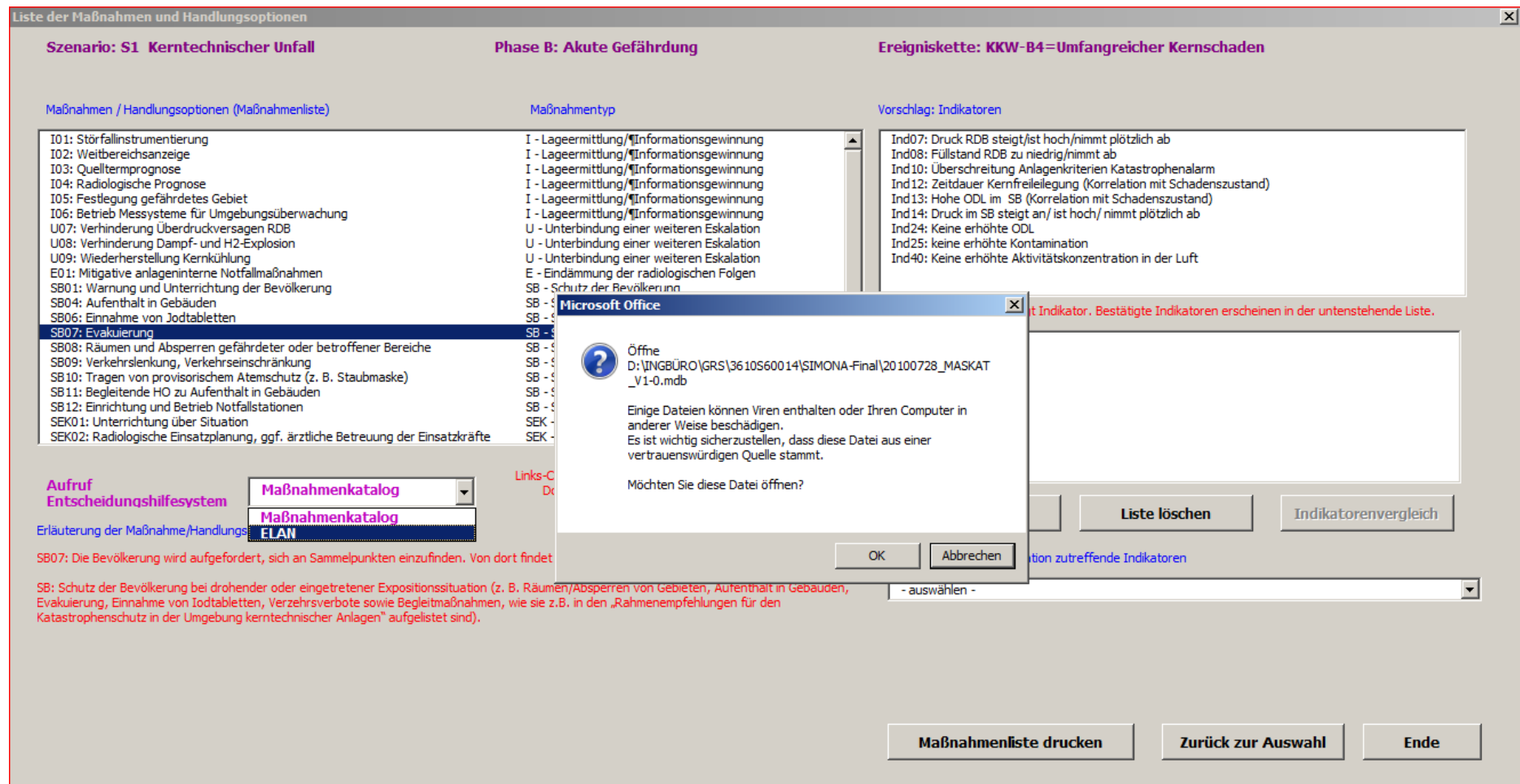


Abb. 6.3: Maßnahmenliste mit Erläuterung der Maßnahmen (hier: Evakuierung) sowie erfolgten Aufruf des elektronischen Maßnahmenkatalogs.

MS Office fügt eine Sicherheitsabfrage in einem gesonderten Fenster hinzu.

SIMONA-Lauf vom 30.07.2014 13:53

Liste der Maßnahmen/Handlungsoptionen

Szenario: S2 Transportunfall

Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus

Ereigniskette: TR-C7=Umschließung beschädigt, Eindringen radioaktiver Stoffe in Lüftungssysteme oder Infrastrukturen mit beschränkter Zirkulation

Maßnahme/HO	Erläuterung	Referenz	Entscheidungsgrundlagen
I03: Quelltermprognose	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen eine Prognose zum freigesetzten Quellterm (freigesetzte Aktivität) erstellt.	RKATS(Abschnitt 2.2 Aufgaben des Betreibers)	Auslegungsüberschreitender Zustand
I04: Radiologische Prognose	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen eine Prognose zu radiologischen Auswirkungen aufgrund von Freisetzungen erstellt.	AVV IMIS	Auslegungsüberschreitender Zustand
I05: Festlegung gefährdetes Gebiet	Es wird unter Zuhilfenahme von weiteren Informationen das (voraussichtlich) gefährdete Gebiet festgelegt.	RKATS (Abschnitt 3.10.1 Maßnahmen bei Voralarm)	Auslösung von Voralarm, Katastrophenalarm
I14: Messung ODL	Es ist die Ortsdosisleistung mit Handgeräten bzw. mobilen Messeinrichtungen zu messen.	REI FwDV 500 (Abschnitt 1.5.1 Lagefeststellung)	Auslegungsüberschreitender Zustand Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)
I15: Messung Kontamination	Es sind Messungen auf Kontaminationen durchzuführen.	REI FwDV 500 (Abschnitt 1.5.2 Lagebeurteilung) AVV IMIS	Auslegungsüberschreitender Zustand Eingetretene Unfallsituation mit Gefahrgut Klasse 7 (radioaktive Stoffe)

Abb. 6.4: Beispiel - Ausdruck einer Maßnahmenliste -

7 Programmbeschreibung SIMONA

7.1 Allgemeines

SIMONA ist ein Programm in der Programmiersprache Visual Basic for Applications (VBA), die dem MS-Office Programm Excel (in sehr ähnlicher Weise auch anderen Office-Programmen wie z. B. Word, Access oder Outlook) hinterlegt ist.

Generell gliedert sich ein VBA-Programm in Tabellenblätter, Formulare und Module. Makro-Anweisungen werden als Unterprogramme (Sub) in Modulen gespeichert. Ihnen ist also VBA-Code hinterlegt.

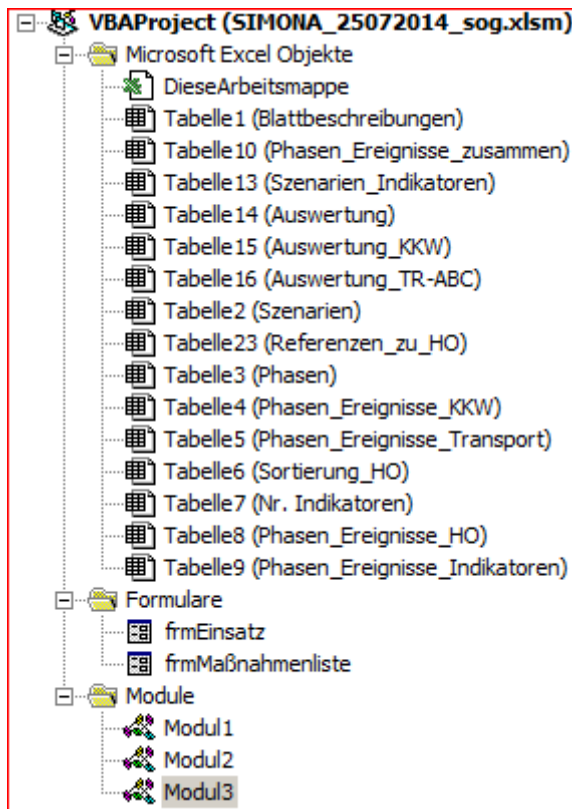


Abb. 7.1: Elemente von SIMONA

Die wesentlichen Funktionen der Elemente werden im Weiteren beschrieben. Generell kann gesagt werden, dass die Tabellenblätter bis auf das Tabellenblatt 'Blattbeschreibungen' keinen VBA-Code enthalten. Sie stellen aber die Datenbasis von SIMONA dar.

In diesen Tabellenblättern gibt es Formeln auf der Excel-Ebene, mit denen Tabellen, Tabellenzellen und -bereiche miteinander verknüpft sind. Die Beschreibung dieser Ver-

knüpfungen ist nicht Gegenstand dieser Programmbeschreibung. Das Element 'Diese Arbeitsmappe' sorgt beim Aufruf der Excel-Datei dafür, dass das Tabellenblatt 'Blattbeschreibungen' aufgerufen und positioniert wird.

7.2 Funktionen der SIMONA-Elemente

7.2.1 Tabellenblatt 'Blattbeschreibungen'

Im Tabellenblatt gibt es eine sehr allgemeine Einführung in das Konzept, realisiert durch zwei Bilder, die mit dem Programm 'Snipping Tool' erzeugt wurden. Weiterhin gibt es drei Befehlsschaltflächen (Commandbutton) zum Aufruf von des VBA-Programms SIMONA, zur Neupositionierung des Tabellenblatte, damit die unteren Teile sichtbar werden sowie einen zum Aufruf der SIMONA-Anleitung.

Mit der Befehlsschaltfläche 'Anleitung lesen' wird per Hyperlink die PDF-Datei 'SIMONA-Anleitung.PDF' geöffnet. Dieses Datei muss sich im SIMONA-Verzeichnis befinden.

Mit der Befehlsschaltfläche 'SIMONA starten' wird das Makro 'Starten' (Beschreibung siehe unten) aufgerufen, das sich im Modul2 befindet.

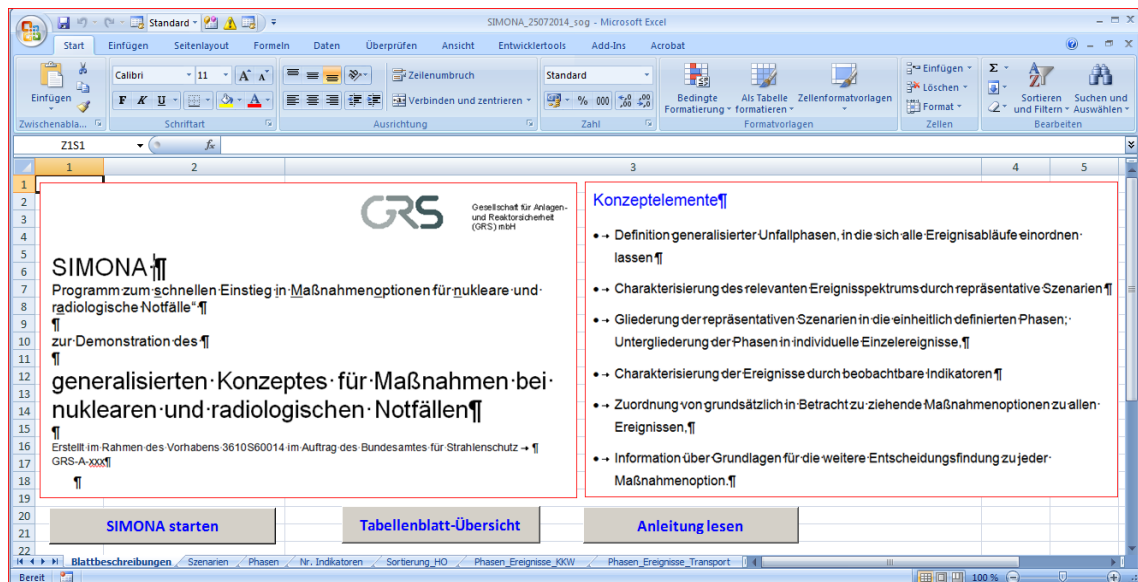


Abb. 7.2: Tabellenblatt 'Blattbeschreibungen' nach dem Aufruf der Excel-Datei

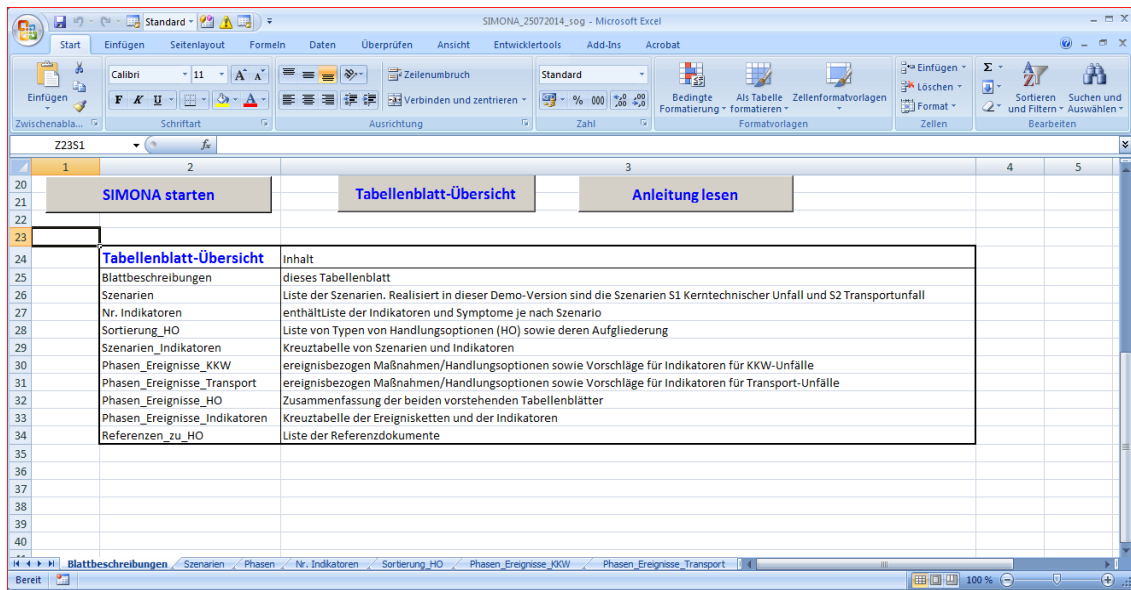


Abb. 7.3: Tabellenblatt 'Blattbeschreibungen' nach Betätigung der Befehlsschaltfläche 'Tabellenblatt-Übersicht'

7.3 Modul1

Modul1 enthält eine Reihe von Unterprogrammen (Sub) und Funktionen (Function). Die meisten der Funktionen dienen der Verknüpfung von Tabellenzellen- und Bereichen auf Excel-Ebene. Sie werden hier mit einer Ausnahme nicht weiter beschrieben.

Die Ausnahme ist das Unterprogramm HOFindmK:

```
Sub HOFINDmK(ch_ho As String, N_HO As Integer, Info__() As String)
```

Dieses Unterprogramm extrahiert aus einer Aufzählung von Maßnahmen/Handlungsoptionen in der Form lxx,lxy,...,Myy,Myz in der Variablen ch_ho (Beispiel: Tabellenblatt Phasen_Ereignisse_KKW, Spalte 7) die einzelnen Maßnahmen/HO und stellt sie in einem Feld Info__ zur Verfügung. N_HO zählt die gefundenen Maßnahmen/Handlungsoptionen.

7.4 Modul2

Modul2 enthält zunächst die **Deklarationen von Variablen und Feldern**, die projektübergreifend in den verschiedenen Programmteilen benötigt werden. Sie sind daher als öffentliche (PUBLIC)-Variable deklariert.

Weiterhin enthält Modul2 das als Sub formulierte **Makro 'Starten'**. Dieses Makro wird von der Befehlsschaltfläche 'SIMONA-starten' im Tabellenblatt 'Blattbeschreibungen' aufgerufen. Beim Durchlaufen des Unterprogramms werden die Inhalte von Tabellenblättern in Felder eingelesen, damit sie leichter verarbeitet werden können. Außerdem werden so die Berechnungen (auf Kosten des benötigten Speicherplatzes, was aber im Allgemeinen keine Rolle spielt) beschleunigt. Am Ende des Makros starten wird das Formular 'Einsatz' (frmEinsatz) geladen und angezeigt.

Schließlich enthält Modul2 das **Unterprogramm (Sub) 'Laden_Ereigniskette_2'**.

```
Sub Laden_Ereigniskette_2 (ZeigerS As Integer, ZeigerP As Integer)
```

Das Unterprogramm stellt die Informationen bereit, um die Auswahlfelder im Formular frmEinsatz mit den zugehörigen Erläuterungen zu füllen. Diese Informationen werden im Feld Info_EK zwischengespeichert. Dabei ist ZeigerS die Nummer des Szenarios (1 oder 2) und ZeigerP die Nummer der Phase (1 bis 4).

7.5 Modul3

Modul3 enthält ein **Sortierunterprogramm SortBox**, das zum Sortieren der Einträge in nicht gebundenen² Listenfeldern und Komboboxen dient (wird im Formular frmMaßnahmenliste benötigt).

```
Public Sub SortBox(cltBox, intSpalten As Integer, intSpalte As Integer, Optional bytWie As Byte = 1)
```

Hier bedeuten:

² 'nicht gebunden' heißt, dass die Einträge nicht aus bestimmten Datenquellen stammen, sondern vom Anwender programmgesteuert eingegeben werden.

cltBox: Name der Listbox die sortiert werden soll.

intSpalten: Wie viele Spalten sollen mit sortiert werden? Sollte der Anzahl der Spalten in der Listbox entsprechen!

intSpalte: Nach welcher Spalte soll sortiert werden?

bytWie: 1 oder Nicht angegeben als Text

2 als Zahl, dann muss die ganze Spalte Zahlen enthalten.

3 als Datum, dann muss die ganze Spalte Datumwerte enthalten.

Weiterhin gibt es im Modul3 ein **Sortier-Makro 'Sort_Sortierung_HO'**.

```
Sub Sort_Sortierung_HO()
```

Dieses Makro ist nur für die Datenpflege vorgesehen. Es sollte nach Änderung der Maßnahmenliste im Tabellenblatt 'Sortierung _HO' ausgeführt werden. Es kopiert den Bereich A11:G105 in den Bereich A111:A205 und sortiert letzteren nach Nr. (der Maßnahme/Handlungsoption)

7.6 Generelles zu Formularen

Formulare dienen als Schnittstellen zwischen Programm und Anwender.

Die vorwiegend im SIMONA-Projekt verwendeten Anzeige und Betätigungselemente sind:

- Bezeichnungselement (Label: lbl)
- Befehlsschaltfläche (Commandbutton: cmd)
- Listenfeld (List: lst)
- Kombinationsfeld (Combobox: cmb)

Jedem Betätigungs- und Anzeigeelement sowie dem Formular selbst können Eigenschaften wie Namen, Anzeigetext, Höhe, Breite, Sichtbarkeit, Farbe, Schriftart und -größe usw. als auch Ereignisse wie Change, Click, Doubleclick usw. zugeordnet werden. Bei der Namensgebung wurde ein Standard, nach dem die ersten drei Buchstaben die Art des Betätigungs- und Anzeigeelements kennzeichnen, eingehalten. Die

Zuordnung von Eigenschaften kann sowohl statisch (beim Entwurf) als auch dynamisch (im Programmablauf) geschehen. In SIMONA wurden die Eigenschaften von Bezeichnungselementen ausschließlich statisch vorgenommen.

7.7 Formular 'Einsatz' (frmEinsatz)

Das Formular dient zur Auswahl von vordefinierten Szenarien, Phasen und Ereignisketten. Die jeweiligen Auswahlen werden jeweils mit Erläuterungen versehen. Die Befehlsschaltfläche 'Maßnahmenliste zeigen' ist beim Aufruf inaktiviert. Sie wird aktiviert (Eigenschaft `enabled=true`), wenn sowohl Szenario als auch Phase ausgewählt ist.

Mit der Befehlsschaltfläche 'Ende' kann das Programm SIMONA beendet werden.



Abb. 7.4: Formular 'Eingabe' unmittelbar nach dem ersten Aufruf

Das Formular bleibt bis zur Programmbeendigung geladen und im Prinzip sichtbar, aber ggf. durch das Formular 'Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen' verdeckt.

Es folgt eine Kurzbeschreibung der mit Code belegten Ereignisprozeduren:

7.8 Sub UserForm_Initialize()

Unmittelbar nach dem ersten Aufruf (siehe Abb. 7.4) sind die Kombinationsfelder mit dem Text

'- auswählen -' bzw. '- nicht ausgewählt' besetzt. Diese Texte werden in der Sub UserForm_Initialize festgelegt. Dort geschieht auch die Füllung der Kombinationsfelder (siehe Abb. 7.5).

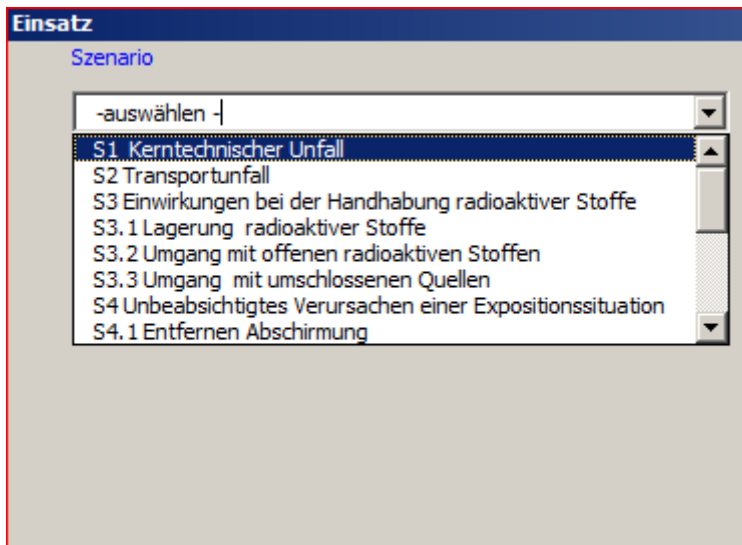


Abb. 7.5: Belegung des Kombinationsfeldes Szenarien (cmbSzenarienliste)

- **Sub Auswahl_Change()**

Wird von cmbSzenarien_Click und von cmbPhasen_Click aufgerufen

Es wird festgestellt, ob Szenario, Phase und Ereigniskette ausgewählt sind. Entsprechend wird die Variable 'uebergreifend' gesetzt und die Befehlsschaltfläche 'Maßnahmenliste zeigen' (cmdAufruf_ML) freigeschaltet (oder auch nicht).

- **Sub cmbEreigniskette_Change()**

Feststellung, ob Szenario und Phase ausgewählt sind; falls nicht: nichts tun.

Falls ja: Erläuterung der Ereigniskette im Bezeichnungsfeld lblAusgewählteEreigniskette anzeigen.

Weiterhin: Variable 'uebergreifend' auf false setzen sowie die globale Variable 'Zeiger_Ereignisse' setzen (abhängig vom Szenario)

- **Sub cmbPhasen_Change()**

Wird nur durchlaufen, wenn Szenario und Phase gewählt sind. Lädt die zutreffenden Ereignisketten (SUB Laden_Ereigniskette_2). Löscht die Anzeige der Erläuterung zur Ereigniskette.

- **Sub cmbPhasen_Click()**

Ermittelt den Erläuterungstext zur neu gewählten Phase und zeigt ihn an.

Ruft anschließend die SUB Auswahl_Change auf.

- **Sub cmbSzenarienliste_Change()**

Wird nur durchlaufen, wenn Szenario und Phase gewählt sind. Lädt die zutreffenden Ereignisketten (SUB Laden_Ereigniskette_2). Löscht die Anzeige der Erläuterung zur Ereigniskette.

- **Sub cmbSzenarienliste_click()**

Ermittelt die Erläuterungstexte (Hauptszenario, Unterzenario) zum ausgewählten Szenario und zeigt ihn an. Bei Auswahl eines nicht implementierten Szenarios wird eine entsprechende Meldung ausgegeben. Ruft schließlich die SUB Auswahl_Change auf.

- **Sub cmdAufruf_ML_Click()**

Lädt das Formular (frmMaßnahmenliste) und zeigt es.

- **Sub cmdEnde_Click()**

Beendet das Programm ohne weiteres.

7.9 Formular 'Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen' (frmMaßnahmenliste)

Szenario: S1 Kerntechnischer Unfall **Phase C: Aktiver Expositionsmechanismus** **Ereigniskette: Nicht ausgewählt**

Maßnahmen / Handlungsoptionen (Maßnahmenliste)	Maßnahmentyp	Vorschlag: Indikatoren
I03: Quellermessung	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind 14: Druck im SB steigt an/ ist hoch/ nimmt plötzlich ab
I04: Radiologische Prognose	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind 15: Erhöhte ODL Kaminfortluft
I05: Festlegung gefährdetes Gebiet	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind 17: ODL Anlagengelände/nähere Umgebung erhöht
I06: Betrieb Messsysteme für Umgebungsüberwachung	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	Ind 18: Überschreitung Emissionskriterien Katastrophenalarm
I07: Probenahmesystem SB	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	
I08: Messprogramm nach REI, IMIS etc.	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	
I33: Quelltermabschätzung	I - Lageermittlung/Informationsgewinnung	
E01: Mitigative anlageninterne Notfallmaßnahmen	E - Eindämmung der radiologischen Folgen	
SB01: Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB04: Aufenthalt in Gebäuden	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB05: Ausgabe von Jodtabletten	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB06: Entnahme von Jodtabletten	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB07: Evakuierung	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB08: Räumen und Absperren gefährdeter oder betroffener Bereiche	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB09: Verkehrslenkung, Verkehrseinschränkung	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB10: Tragen von provisorischem Atemschutz (z. B. Staubmaske)	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB11: Begleitende HO zu Aufenthalt in Gebäuden	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB12: Einrichtung und Betrieb Notfallstationen	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB13: Verzehrsbeschränkungen	SB - Schutz der Bevölkerung	
SB14: Begleitende HO zu Verzehrsbeschränkungen	SB - Schutz der Bevölkerung	
SEK01: Unterrichtung über Situation	SEK - Schutz der Einsatzkräfte	

Links-Click auf Zeile bestätigt Indikator. Bestätigte Indikatoren erscheinen in der unterstehende Liste.

Links-Click auf Zeile in der Maßnahmenliste liefert Erläuterungen. Doppelclick liefert Referenz und Entscheidungsgrundlagen.

Erläuterung der Maßnahme/Handlungsoption

Weitere nach Lageinformation zutreffende Indikatoren

- auswählen -

Maßnahmenliste als Screenshot drucken Zurück zur Auswahl Ende

Abb. 7.6: Formular 'Liste der Maßnahmen und Handlungsoptionen' nach dem Aufruf mit übergreifender Ereigniskette

- **Sub UserForm_Initialize()**

Belegt die Maßnahmenliste (IstMaßnahmen_HO) sowie die Indikatorenliste (IstIndikatorenliste), so wie sie per default festgelegt sind. Das Kombinationsfeld 'Weitere nach Lageinformation zutreffende Indikatoren' (cmbZusätzliche_Indikatoren) wird in Abhängigkeit vom Szenario belegt.

Anzeige des Szenarios, der Phase und des Ereignisses

- **Private Sub cmbAuswahl_Zusätzliche_Indikatoren_Click()**

Ermöglicht die Auswahl zusätzlicher Indikatoren. Alle Indikatoren sind in der Kombobox 'Zusätzliche Indikatoren' (frmAuswahl_Zusätzliche_Indikatoren) aufgeführt. Beim Anklicken werden sie in die Liste bestätigter Indikatoren (IstBestätigte_Indikatoren) eingefügt. Diese Liste wird dann sortiert.

- **Private Sub cmbEntscheidungshilfe_Change()**

Die Variable 'Freigabe' muss auf 'Wahr' gesetzt sein. Die SUB bestimmt dann die ausgewählte Zeile in der Kombobox Entscheidungshilfe (cmbEntscheidungshilfe) und ermittelt den zugehörigen Hyperlink HL. Ruft den Hyperlink auf (das kann eine Dateiangabe sein oder eine Internet-URL).

'Beim Aufruf wird ggf. eine Bestätigung verlangt, dass die Quelle tatsächlich aufgerufen werden soll.

'Ggf. erfolgt eine Fehlermeldung in einer MessageBox, z.B. wenn Datei nicht vorhanden oder kein Internetzugang.

'Nach Beendigung werden Bezeichnungsfeld und Kombobox Entscheidungshilfe unsichtbar gemacht und die Variable Freigabe 'auf 'Nicht wahr' gesetzt

- **Private Sub cmdDrucken_Click()**

Schreibt die Maßnahmenliste mit Erläuterung, Referenzen und Entscheidungsgrundlagen in das (ausgeblendete) Tabellenblatt 'Druckseite'. Die Tabellenseite wird ausgedruckt, wobei der Drucker ausgewählt werden kann.

- **Private Sub cmdEnde_Click()**

Beendet SIMONA ohne Weiters.

- **Private Sub cmdIndikatorenvergleich_Click()**

Noch nicht implementiert!

- **Private Sub cmdListelöschen_Click()**

Löscht die Liste der bestätigten Indikatoren (IstBestätigte_Indikatoren).

- **Private Sub cmdZeilelöschen_Click()**

Löscht die in IstBestätigte_Indikatoren angeklickte Zeile.

- **Private Sub cmdZurück_Click()**

Zurück zur Auswahl; Formular frmEinsatz sollte noch vorhanden sein. Listenfeld IstMaßnahmen_HO zurücksetzen, um bisherige Auswahl zu löschen

- **Private Sub IstBestätigte_Indikatoren_Click()**

Ermittelt die angeklickte Zeile in IstBestätigte_Indikatoren (Vorbereitung des Lös-
chens der Zeile)

- **Private Sub IstIndikatorenliste_Click()**

Überträgt die in der Indikatorenliste (IstIndikatorenliste) angeklickte Zeile in das Lis-
tenfeld 'Bestätigte Indikatoren' (IstBestätigte_Indikatoren). Anschließend wird die
Liste bestätigter Indikatoren (IstBestätigte_Indikatoren) sortiert.

- **Private Sub IstMaßnahmen_HO_Click()**

Ermittelt angeklickte Maßnahme und zeigt zur Erläuterung der Maßnahme den zu-
gehörigen Maßnahmentyp sowie die 'Maßnahmentyp-Erläuterung' an. Stellt fest, ob
der Maßnahme/Handlungsoption ein oder mehrere Entscheidungshilfesysteme zu-
geordnet sind.

Wenn nein, bleibt das Bezeichnungsfeld Entscheidungshilfe (lblEntscheidungshilfe)
sowie die Kombobox Entscheidungshilfe '(cmbEntscheidungshilfe)' ausgeblendet,
sonst werden beide farbig hervorgehoben angezeigt.

- **Private Sub IstMaßnahmen_HO_DbClick(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)**

Ermittelt die angeklickte Maßnahme und schreibt Referenz und Entscheidungs-
grundlagen 'in das Bezeichnungsfeld Erläuterung (lblErläuterung)

- **Sub Formatierung_Druckseite()**

Hier werden die Formatierungen der Druckseite festgelegt. SUB wird von 'Maß-
nahmenliste drucken (cmdDrucken_Click()) aufgerufen.

Anhang C:

Verzeichnis der Dokumente auf beiliegender Daten-CD

Verzeichnis\Datei(en)	Inhalt
3610S60014_Daten\ 3610S60014_Stand_W_und_T_GRS_A_3660.pdf	Generalisierte Konzepte für Maßnahmen bei nuklearen und radiologischen Notfällen. Zwischenbericht zum Vorhaben3610S60014. Aufarbeitung des für das Vorhaben relevanten Standes von Wissenschaft und Technik. GRS-A-3660
3610S60014_Daten\ 3610S60014_Freisetzen_Fukushima.pdf	Generalisierte Konzepte für Maßnahmen bei nuklearen und radiologischen Notfällen. Arbeitsbericht zum Vorhaben3610S60014. Abschätzung von Freisetzungen am japanischen Kraftwerksstandort Fukushima Daiichi durch die Analyse von Immissionsdaten.
3610S60014_Daten\ SIMONA_30072014.xlsm	Excel-Arbeitsmappe mit Programm SIMONA (Schneller Einstieg in Maßnahmenoptionen für nukleare und radiologische Notfälle)

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln

Telefon +49 221 2068-0

Telefax +49 221 2068-888

Forschungszentrum

85748 Garching b. München

Telefon +49 89 32004-0

Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200

10719 Berlin

Telefon +49 30 88589-0

Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Telefon +49 531 8012-0

Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de

ISBN 978-3-944161-51-8