



Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz
Commission fédérale pour la protection ABC
Commissione federale per la protezione ABC
Federal commission for NBC-Protection

**Umsetzung Dosis-Massnahmen-Konzept (DMK):
Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition
nach einem Kernkraftwerksunfall

(Massnahmenkatalog DMK)**

**Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen
KomABC**

Genehmigt durch die
Eidg. Kommission für ABC-Schutz
anlässlich der Sitzung vom
18. November 2003

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|--|-------|
| 1. Einleitung | 3 |
| 2. Grundsätze zur Umsetzung des DMK | 9 |
| 3. Ableitung von phasenspezifischen Dosiseingreifswerten aus dem DMK | 15 |
| 4. Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall | 27 |
| Anhang: | |
| 1 Dosis-Massnahmen-Konzept. | 81 |
| 2 Faustregeln und Schutzfaktoren | 83 |
| 3 Verwendete Abkürzungen | 85 |
| 4 Begriffe. | 86 |
| 5 Literatur und Grundlagen. | 87 |

1. Einleitung

| | |
|--|---|
| 1.1. Ausgangslage | 5 |
| 1.2. Zielsetzung der Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen | 6 |
| 1.3. Struktur und Inhalte des Dokuments. | 7 |
| 1.4. An wen ist der Massnahmenkatalog gerichtet? | 8 |

1.1. Ausgangslage

Für Ereignisse, die eine Gefährdung der Bevölkerung durch erhöhte Radioaktivität hervorrufen können, gilt zusätzlich zu den Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung (StSV ¹) die Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR ²). Die VEOR regelt Zuständigkeit, Organisation und Einsatz der Organe des Bundes in Fällen, in denen die Bevölkerung und Umwelt durch erhöhte Radioaktivität gefährdet sind oder sein können. Die Grundlage für die Anordnung und das Beantragen von Schutzmassnahmen als Folge eines Ereignisses mit erhöhter Radioaktivität bildet das Dosis-Massnahmen-Konzept (DMK). Das DMK ist im Anhang der VEOR aufgeführt (siehe auch Anhang 1).

Das DMK gibt der Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (EOR) den Rahmen für die Anordnung von Schutzmassnahmen mit dem Ziel, das gesundheitliche Risiko der Bevölkerung nach einem Ereignis mit erhöhter Radioaktivität klein zu halten. Die ad hoc Gruppe DMK der KomABC, welche die Kriterien für das DMK im Jahre 1990 festgelegt hat (Lit. [2.1]), hat dabei folgende Grundsätze berücksichtigt:

- *Jede Schutzmassnahme muss in einem vernünftigen Verhältnis zur eingesparten Dosis stehen.*
- *Das DMK muss universell, das heisst auf alle denkbaren Ereignisse anwendbar sein.*
- *Das DMK muss so flexibel sein, dass es den Besonderheiten des einzelnen Ereignisses angepasst werden kann; es schreibt somit nicht alles bis in die Einzelheiten vor.*

Wegen der angestrebten universellen Gültigkeit des DMK muss die Ausarbeitung der Schutzmassnahmen zweistufig erfolgen. Das DMK [...] gibt zunächst nur den Rahmen; in einem zweiten Schritt müssen innerhalb dieses Rahmens die Beziehungen zwischen Dosis und Schutzmassnahmen ereignisspezifisch verfeinert werden.

[...]

Das DMK muss [...] ein breites Spektrum möglicher Auswirkungen abdecken. Zwischen den Ereignissen bestehen ausserordentlich grosse Unterschiede [...]. Daraus folgt noch einmal die Notwendigkeit, das DMK flexibel zu gestalten; derselbe Strauss von Schutzmassnahmen kann nicht gleichermassen auf alle Ereignisse anwendbar sein. "Kleine" Ereignisse lassen sich "luxuriöser" meistern als grosse Katastrophen. Es ist Aufgabe der entsprechenden Arbeitsgruppen der KOMAC, das universelle DMK für die einzelnen Ereignisse zu konkretisieren und zu verfeinern."

Im DMK wurde für jede der aufgeführten Massnahmen ein Dosisband mit zwei Schwellen (UDS, ODS ³) festgelegt, bei deren Überschreitung die entsprechende Massnahmen ergriffen werden kann (UDS) bzw. ergriffen werden muss (ODS). Die Dosis im DMK bezieht sich immer auf die Dosis, welche durch Exposition oder Inkorporation während des ersten Jahres nach dem Ereignis ohne die in Betracht gezogene Schutzmassnahme zu erwarten ist. Für den direkten Einsatz im Ereignisfall sind diese Dosisbänder aus folgenden Gründen nicht geeignet:

- Zu Beginn eines Ereignisses wird es kaum möglich sein, eine Prognose der Dosis für das erste Jahr zu erstellen, da der weitere Ereignisverlauf und dessen längerfristigen Auswirkungen auf die Umgebung zu wenig bekannt sind. Die Beurteilung wird sich

¹ Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994, SR 814.501

² Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR) vom 26. Juni 1991, SR 732.32

³ UDS: untere Dosischwelle; ODS: obere Dosischwelle

daher am Anfang eines Ereignisses auf die Akutphase (Wolkenphase) beschränken. Nach der Akutphase, wenn die Ausgangslage stabil und für die weitere Beurteilung fundierte Messungen aus der Umgebung vorliegen, ist eine Prognose über einen längeren Zeitraum möglich.

- Die Dosisbänder im DMK lassen einen Handlungsspielraum offen, der im Ereignisfall, wenn schnelle Entscheide getroffen werden müssen, nicht sinnvoll ist.

1.2. Zielsetzung der Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der KomABC hat für den Fall Kernkraftwerksunfall **phasenspezifische Dosiseingreifwerte** und **phasenspezifische messbare Entscheidungskriterien** aus dem DMK abgeleitet (Abb. 1). Diese Werte ermöglichen im Ereignisfall eine schnelle und zeitgerechte Entscheidung. Sie garantieren ausserdem, dass die im DMK festgelegten Dosisbänder eingehalten werden.

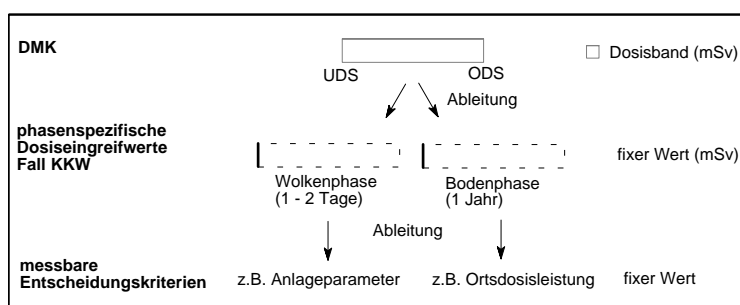


Abb. 1: Herleitung von phasenspezifischen Dosiseingreifwerten und messbaren Entscheidungskriterien

Bezüglich Herleitung von messbaren Entscheidungskriterien und Beurteilung von Massnahmen hat sich die Arbeitsgruppe vor allem auf die Akutphase, d.h. die Wolkenphase und die erste Lockerungsphase nach Ende des Wolkendurchzugs, beschränkt. Die Entscheidungskriterien, welche in der Vorbereitung aus dem DMK abgeleitet wurden, basieren ausschliesslich auf Planungsszenarien (Lit. [8.1]). Diese sollten im Ereignisfall nur soweit als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden, solange keine detaillierteren ereignisspezifische Messungen aus der Umgebung vorliegen. Sobald nuklidspezifische Messungen verfügbar sind, sollte der Zusammenhang zwischen Dosis und nuklidspezifischen Messwerten neu ermittelt werden.

Die in diesem Papier aufgeführten Dosiseingreifwerte und messbaren Entscheidungskriterien sollen deshalb die Grundlage für die Anordnung von Massnahmen bilden,

- wenn in der Akutphase keine Zeit für eine spezifische Anpassung der Massnahmen an die tatsächliche Ereignissituation möglich ist und
- solange Informationen über das Ereignis fehlen, welche eine detailliertere Beurteilung als diejenige zulassen, welche in der Vorbereitung durchgeführt wurde.

Sobald detaillierte Informationen vorliegen und mehr Zeit für eine Entscheidung vorhanden ist, sollen die vordefinierten Entscheidungswerte aufgrund der spezifischen Ereignissituation und den sozialen und politischen Faktoren optimiert werden.

Für den Fall, dass im Ereignisfall unzureichende Messdaten vorliegen und keine Entscheidung anhand der vordefinierten messbaren Entscheidungskriterien möglich ist, wurde ein

Standardvorgehen definiert, welches den Unsicherheiten entsprechend vorsorglich grosszünftig Massnahmen vorsieht.

1.3. Struktur und Inhalte des Dokuments

Der vorliegende Massnahmenkatalog ist eine Zusammenfassung aus mehreren von der Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen separat erarbeiteten Papieren (Lit. [3.1] - [3.6]). Er führt die wesentlichen Ergebnisse der Umsetzung des DMK auf. Das Dokument ist so aufgebaut, dass das Kapitel 4 im Ereignisfall auch als Entscheidungsgrundlage benützt werden kann.

Kapitel 2

In Kapitel 2 werden die Grundsätze für die Umsetzung des DMK beschrieben, welche von der Arbeitsgruppe definiert wurden.

Kapitel 3

In Kapitel 3 werden die von der Arbeitsgruppe abgeleiteten phasenspezifischen Dosisengreifwerte mit einer kurzen Begründung aufgeführt. Die Arbeitsgruppe hat sich bei der Herleitung von phasenspezifischen Dosisengreifwerten vor allem auf die im DMK explizit erwähnten Massnahmen beschränkt. Es sind dies:

- Aufenthalt im Haus
- Aufenthalt im Keller/Schutzraum
- Evakuierung
- Einnahme von Jodtabletten
- Einschränkungen im Lebensmittelkonsum

Beim Lebensmittelkonsum hat die Arbeitsgruppe darauf verzichtet einen fixen Dosisengreifwert abzuleiten, da die resultierende Ingestionsdosis sehr stark von den individuellen Verzehrgeohnheiten abhängt. In der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV⁴) sind ausserdem bereits Grenzwerte für Lebensmittel definiert. Die Einhaltung dieser Grenzwerte garantiert, dass keine Ingestionsdosen erreicht werden, welche über der oberen Dosischwelle von 20 mSv liegen.

Neben der Ableitung eines Dosisengreifwertes für die Evakuierung hat die Arbeitsgruppe auch einen Dosisengreifwert für die Umsiedlung definiert. Die Umsiedlung ist nicht explizit im DMK aufgeführt. Da die IAEA als auch Deutschland einen Wert für die Umsiedlung definiert haben, hat es die Arbeitsgruppe als sinnvoll erachtet, ebenfalls einen Dosisengreifwert vorzugeben.

⁴ Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmittel vom 26. Juni 1995, SR 817.021.23

Kapitel 4

Kapitel 4 beinhaltet den Hauptteil dieses Massnahmenkatalogs. Er ist so aufgebaut, dass er als direkte Entscheidungsgrundlage im Ereignisfall herangezogen werden kann.

Die Fälle "Schneller Störfall" (Kap. 4.2), "Unfallabläufe mit mittleren und langen Vorphasen" (Kap. 4.3) und "Kernkraftwerkunfall im Ausland" (Kap. 4.4) werden in separaten Unterkapiteln behandelt, da die Entscheidungsgrundlagen und Massnahmen für diese drei Fälle unterschiedlich sind.

Auch bei der Herleitung von messbaren Entscheidungskriterien hat sich die Arbeitsgruppe vor allem auf die im DMK explizit erwähnten Massnahmen beschränkt.

Zusätzliche Überlegungen hat die Arbeitsgruppe im Bereich Landwirtschaft und Kontaminationskontrolle angestellt, da diese unmittelbar an die im DMK aufgeführten Massnahmen "Einschränkungen im Lebensmittelkonsum" und "Evakuierung" gekoppelt sind.

Als Ergänzung zu den in der FIV festgelegten Grenzwerten für Lebensmittel hat die Arbeitsgruppe Höchstgehalte für Futtermittel definiert. Diese sollen eine Entscheidung ermöglichen, bis zu welcher Aktivität Futtermittel verfüttert werden dürfen, damit nachfolgend im produzierten tierischen Produkt die Grenzwerte gemäss FIV nicht überschritten werden.

Der Bereich Landwirtschaft stellt bei einem radiologischen Ereignis generell ein höchst sensibler Bereich dar, der die notwendigen Einschränkungen im Lebensmittelkonsum bestimmt. Die Arbeitsgruppe wollte sich deshalb in diesem Papier nicht nur auf Kriterien beschränken, ab wann Lebensmittel nicht mehr für den Konsum geeignet sind. Sie hat Überlegungen angestellt, welche Massnahmen zur Dekontamination bzw. Entsorgung von kontaminierten Lebensmitteln sinnvoll sind und, mit welchen Massnahmen verhindert werden kann, dass Radionuklide überhaupt in die Nahrungskette gelangen. Die Arbeitsgruppe hat hierzu mögliche Massnahmen aufgelistet. Eine Entscheidung über die konkret zu ergreifenden Massnahmen kann allerdings erst Ereignisfall gefällt werden, wenn bekannt ist, welche Mengen betroffen sind und ob Ersatzprodukte beschafft werden können oder nicht.

1.4. An wen ist der Massnahmenkatalog gerichtet?

Der vorliegende, von der KomABC herausgegebene Massnahmenkatalog, richtet sich in erster Linie als Entscheidungsgrundlage an die NAZ. Diese ordnet im Ereignisfall in der Akutphase in eigener Kompetenz Massnahmen an und unterbreitet später dem LAR Empfehlungen bezüglich den in der Bodenphase notwendigen Massnahmen.

Für die weiteren im Ereignisfall involvierten Stellen von Bund und Kanton dient der Katalog als Erklärung, auf welchen Grundlagen die von der NAZ verwendeten Entscheidungskriterien und Massnahmen basieren.

2. Grundsätze zur Umsetzung des DMK

| | |
|--|----|
| 2.1. Übersicht | 11 |
| 2.2. Allgemeine Grundsätze | 11 |
| 2.3. Grundsätze zur Definition der Gebiete | 12 |
| 2.4. Grundsätze zur Dosisberechnung | 12 |

2.1. Übersicht

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat für die Umsetzung des DMK allgemeine Grundsätze aufgestellt, die in Lit [3.1] ausführlich beschrieben sind. Die für das Verständnis der Inhalte der weiteren Kapitel 3 und 4 wichtigsten Grundsätze sind hier wiedergegeben.

2.2. Allgemeine Grundsätze

- Massnahmen sollen nach Möglichkeit vorsorglich und grosszügig angeordnet werden. Erst aufgrund von Umweltmessungen dürfen diese wieder gelockert werden.⁵
- Massnahmen sollen für jede Ereignisphase (Wolkenphase, Bodenphase) getrennt beurteilt werden.⁶ Entsprechend sollen für diese phasenbezogene Dosisengreifwerte hergeleitet werden, ab welchen eine Massnahme zu ergreifen ist.

Die Dosisengreifwerte für die Wolkenphase sollen sich dabei auf einen Zeitraum von einigen Stunden/Tagen, diejenigen in der Bodenphase auf ein Jahr beziehen.

Zudem soll für jede einzelne Massnahme folgendes berücksichtigt werden, damit das DMK nicht verletzt wird:

- Die Summe der in den einzelnen Phasen geltenden Dosisengreifwerte soll die obere Dosischwelle gemäss DMK nicht überschreiten. Die in den einzelnen Phasen für eine Massnahme geltenden Dosisengreifwerte soll aber auch die untere Dosischwelle nicht unterschreiten.
- Es sollen nur für diejenigen Belastungspfade phasenspezifische Werte abgeleitet werden, welche in den entsprechenden Phasen auch von Bedeutung sind und deren Dosen durch die vorgesehene Massnahme wesentlich reduziert werden können.
- Basis für die Anordnung von Schutzmassnahmen soll immer die Dosis in der entsprechenden Ereignisphase sein, welche durch Exposition oder Inkorporation bei normalem Aufenthalt, d.h. ohne die in Betracht gezogene(n) Schutzmassnahme(n) zu erwarten ist (siehe Anhang 4).

⁵ "Aus zwei Gründen ist mit strengen Massnahmen zu beginnen: Erstens ist die radiologische Gefährdung in der Regel anfänglich hoch und nimmt dann allmählich ab. Zweitens muss man die ersten Schutzmassnahmen auf einer vorerst noch mehr oder weniger ungewissen Entscheidungsbasis anordnen, weil der Überblick über die tatsächliche Lage noch weitgehend fehlt. Strenge Massnahmen, auch wenn sie sich nachträglich als zu streng herausstellen sollten, sind deshalb besser als Massnahmen, die sich erst später als ungenügend erweisen, wenn es bereits zu spät ist. Je besser die radiologische Lage im Laufe der Zeit infolge einer zunehmenden Zahl von Messungen erfasst wird, desto mehr werden Lockerungen einer Schutzmassnahme möglich sein. Zudem ist anzunehmen, dass Lockerungen bereitwilliger akzeptiert werden als Verschärfungen." aus Lit. [2.1]

⁶ Dosiswerte, welche sich auf ein ganzes Jahr und mehrere Phasen (Wolken- und Bodenphase) beziehen, sind im Ereignisfall nicht praktikabel, da im voraus nicht über einen so langen Zeitraum eine genaue Dosisprognose erstellt werden kann. Ein Vergleich mit internationalen Grundlagen zeigt ausserdem, dass dort ebenfalls Interventionswerte für kürzere Zeiträume definiert wurden (siehe Lit. [3.1]).

2.3. Grundsätze zur Definition der Gebiete

- Da die Auswirkungen eines radiologischen Ereignisses im betroffenen Gebiet regional sehr unterschiedlich sein können, sollen Gebiete mit unterschiedlichen Massnahmen klar voneinander abgegrenzt werden:
 - Während der Wolkenphase sollen für die Gebietseinteilung die Notfallplanungszonen um die Kernkraftwerke (Lit. [2.2]) verwendet werden. Für die Zone 1 und 2 soll eine getrennte Beurteilung aufgrund der in den beiden Zonen maximal zu erwartenden Dosis durchgeführt werden.
In Zone 3 sind aller Voraussicht nach keine Schutzmassnahmen notwendig. Deshalb wird diese Zone vorbereitend nicht weiter unterteilt. Falls im Ereignisfall dennoch Massnahmen notwendig sind, soll das von Massnahmen betroffene Gebiet ad hoc aufgrund der zu erwartenden Dosis eingegrenzt werden.
 - In der Bodenphase sollen aufgrund der zu erwartenden Dosen neue Gebiete definiert werden. Die Dosiskriterien für die Festlegung der einzelnen Gebiete und die darin konkret geltenden Massnahmen sollen bei der Umsetzung des DMK bereits in der Vorbereitung festgelegt werden. Die Unterteilung der Gebiete soll aufgrund von bestehenden politischen Einheiten (Kantone, Bezirke, Gemeinden) erfolgen.

2.4. Grundsätze zur Dosisberechnung

- Das Entscheidungskriterium für die Anordnung einer Massnahme in den einzelnen Gebieten ist die voraussichtliche Dosis der am meisten betroffenen Bevölkerung ohne Berücksichtigung der Schutzmassnahme:
 - Wolkenphase: In der Wolkenphase soll die Basis für die Dosisberechnung der Aufenthalt im Freien sein, da davon auszugehen ist, dass sich immer ein Teil der Bevölkerung über einen Zeitraum von Stunden gesehen im Freien aufhält.
 - Bodenphase: In der Bodenphase soll von normalem durchschnittlichem Aufenthalt über das 1. Jahr ausgegangen werden. Durchschnittlich bezüglich Aufenthalt bedeutet: 8 Stunden pro Tag Aufenthalt im Freien und 16 Stunden pro Tag im Haus (Schutzfaktor Haus = 10). Dies ergibt einen Schutzfaktor von 2.5 gegenüber vollständigem Aufenthalt im Freien.
- Der angestrebte Schutz soll grundsätzlich auf den bezüglich Alter am meisten gefährdeten Bevölkerungsteil abgestellt werden. Dies bedeutet, dass bei Inkorporation, wo relevante altersbedingte Unterschiede zu erwarten sind, Dosen von Erwachsenen, Kindern und Kleinkindern zu berücksichtigen sind. Bezüglich Inkorporationsmengen sollen für die jeweilige Altersgruppe Durchschnittswerte verwendet werden.

- Für die Beurteilung, der durch eine Massnahme einsparbaren Dosis sollen folgende mittleren Schutzfaktoren verwendet werden:
 - Ausschliesslicher Aufenthalt im Haus:
 - Schutzfaktor 10 gegenüber dauerndem Aufenthalt im Freien.
 - Schutzfaktor 4 gegenüber normalem Aufenthalt
 - Ausschliesslicher Aufenthalt im Keller oder Schutzraum
 - Schutzfaktor 50⁷ gegenüber dauerndem Aufenthalt im Freien

⁷ Aufgrund der im Notfallschutzkonzept (Lit. [2.2]) angegebenen Schutzfaktorbereiche von 30 - 50 für Keller und 50 - 100 für Schutzraum wurde ein gemittelter Wert von 50 abgeleitet, da im Ereignisfall bei der Anordnung keine Unterscheidung zwischen Keller und Schutzraum gemacht wird.

3. Ableitung von phasenspezifischen Dosisengreifwerten aus dem DMK

| | |
|--|----|
| 3.1. Übersicht | 17 |
| 3.2. Dosisengreifwerte für die Wolkenphase | 18 |
| 3.2.1. Aufenthalt im Haus bzw. Aufenthalt im Keller/Schutzraum | 18 |
| 3.2.2. Einnahme von Jodtabletten | 19 |
| 3.3. Dosisengreifwerte für die Bodenphase | 20 |
| 3.3.1. Evakuierung | 20 |
| 3.3.2. Aufenthalt im Haus | 21 |
| 3.3.3. Einschränkungen im Lebensmittelkonsum | 22 |
| 3.3.4. Dosisengreifwerte für weitere Massnahmen in der Bodenphase: | 22 |
| - Vermeidung der Inkorporation von Oberflächenkontaminationen | 22 |
| - Dekontamination von Fahrzeugen | 22 |
| - Umsiedlung | 23 |
| 3.4. Zusammenstellung der abgeleiteten Dosisengreifwerte, Dosisziele und Dosisgrenzwerte | 24 |

3.1. Übersicht

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der KomABC hat unter Berücksichtigung der in Kapitel 2 beschriebenen Grundsätze phasenspezifische Dosisengreifwerte aus dem DMK abgeleitet (Lit. [3.4]). Es wurden Dosisengreifwerte für folgende Massnahmen in der Wolken- und Bodenphase hergeleitet:

Dosisengreifwerte für die Wolkenphase

- Aufenthalt im Haus
- Aufenthalt im Keller/Schutzraum
- Einnahme von Jodtabletten

Dosisengreifwerte für die Bodenphase

- Evakuierung
- Aufenthalt im Haus
- Einschränkungen im Lebensmittelkonsum
- Vermeidung der Inkorporation von Oberflächenkontaminationen
- Dekontamination von Fahrzeugen
- Umsiedlung

3.2. Dosisengreifwerte für die Wolkenphase

Im folgenden werden die abgeleiteten Dosisengreifwerte für die in der Wolkenphase relevanten Massnahmen aufgeführt und kurz erläutert. Details sind in Lit [3.1] zu finden.

3.2.1. Aufenthalt im Haus bzw. Aufenthalt im Keller/Schutzraum

Im DMK ist für die Massnahmen "Aufenthalt im Haus" ein Dosisband von 1 - 10 mSv, für die Massnahme "Aufenthalt im Keller/Schutzraum" ein Dosisband von 10 - 100 mSv definiert. Als abgeleiteter Dosisengreifwert soll die untere Dosischwelle des DMK verwendet (Abb. 2).⁸ Diese soll sich allerdings nur auf die externe Dosis beziehen, d.h. die Inhalationsdosis nicht mehr wie im DMK berücksichtigen. Ausserdem wird der Integrationszeitraum von einem Jahr auf die Dauer der Wolkenphase (1 - 2 Tage) reduziert.

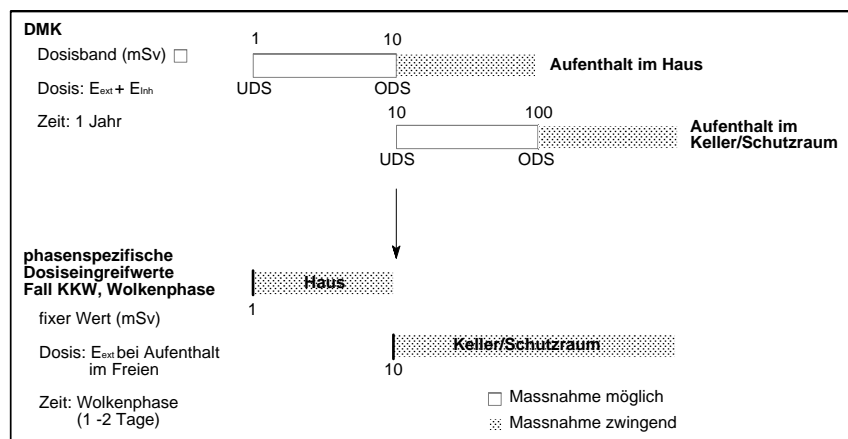


Abb. 2: Vergleich DMK mit den abgeleiteten Dosisengreifwerten für die Massnahmen "Aufenthalt im Haus" bzw. "Aufenthalt im Keller/Schutzraum" während der Wolkenphase

⁸ Im DMK setzt sich die Dosischwelle für diese Massnahmen eigentlich aus der Summe der externen und der Inhalationsdosis zusammen. Das Verhältnis der externen zur Inhalationsdosis hängt in der Wolkenphase stark von der Freisetzungsart (gefiltert, ungefiltert) ab. Während bei einer gefilterten Abgabe die Inhalationsdosis gegenüber der externen Dosis klein ist, kann sie bei einer ungefilterten Abgabe die externe Dosis bis um einige Faktoren überschreiten.

Aufgrund der Aktivität im Containment lässt sich in der Vorphase die externe Dosis unter der Annahme, dass die gesamte Aktivität freigesetzt wird, abschätzen. Bei der Inhalationsdosis ist dies nur möglich, wenn der Jod- und Aerosolanteil als auch der Abgabepfad (Filter ja/nein) bekannt sind. Dies ist in der Vorphase meistens nicht rechtzeitig abschätzbar.

Aufgrund der erwähnten Probleme wird ein Dosisengreifwert abgeleitet, der nur auf der externen Dosis basiert. Er wird genügend tief angelegt, damit in Fällen, wo es doch zu einer relevanten Inhalationsdosis kommt, die obere Dosischwelle des DMK für diese Massnahme nicht überschritten wird.

Der Aufenthalt im Haus bzw. Keller/Schutzraum bringt vor allem eine Dosisersparung bei der externen Dosis. Die Inhalationsdosis wird im Falle einer mehrstündigen Wolkenphase kaum reduziert. Zudem wird in der Regel ein wesentlicher Teil der Inhalationsdosis durch Jod erzeugt. Dieser Teil wird durch die Begleitmassnahme "Einnahme von Jodtabletten" wesentlich reduziert.

3.2.2. Einnahme von Jodtabletten

Im DMK ist für die Massnahme "Einnahme von Jodtabletten" ein Dosisband von 30 - 300 mSv für die Schilddrüsendosis, definiert. Erfahrungen aus Tschernobyl haben gezeigt, dass für Kinder ein Dosisengreifwert von einigen 10 mSv sinnvoll ist (Lit. [10.1]). In der Schweiz wird keine Unterscheidung zwischen Erwachsenen und Kindern bei der Anordnung der Einnahme der Jodtabletten gemacht. Deshalb soll als Dosisengreifwert generell die untere Dosischwelle des DMK als Eingreifwert übernommen werden (Abb. 3).⁹ Als Basis für die Berechnung soll die Gruppe der 1-jährigen Kinder genommen werden.

Wichtig: Die Einnahme der Jodtabletten soll immer als Begleitmassnahme zu Aufenthalt im Haus bzw. Aufenthalt im Keller oder Schutzraum, d.h. nie allein angeordnet werden.

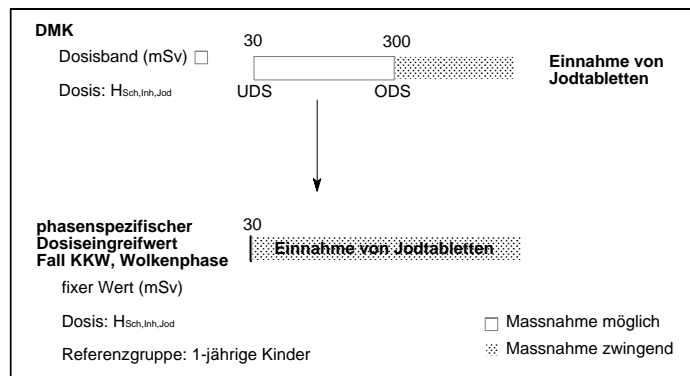


Abb. 3: Vergleich DMK mit den abgeleiteten Dosisengreifwerten für die Massnahme "Einnahme von Jodtabletten" während der Wolkenphase

⁹ Sämtliche Haushalte der Zonen 1 und 2 um die Schweizer Kernkraftwerke wurden mit Jodtabletten versorgt. In Zone 3 dauert die Verteilung 10 Stunden. Aufgrund der in der Notfallplanung berücksichtigten Szenarien ist dort allerdings nicht mit Dosen > 30 mSv zu rechnen.

3.3. Dosisengreifwerte für die Bodenphase

Im folgenden werden die abgeleiteten Dosisengreifwerte für die in der Bodenphase relevanten Massnahmen aufgeführt und kurz erläutert. Details sind in Lit [3.1] zu finden.

3.3.1. Evakuierung

Im DMK ist für die Evakuierung ein Dosisband von 100 - 500 mSv für die Summe der externen und der Inhalationsdosis festgelegt. Im Ereignisfall KKW-CH ist davon auszugehen, dass Dosen > 100 mSv bei normalem Aufenthalt im ersten Jahr, falls überhaupt, nur in einem eng begrenzten Gebiet erreicht werden.¹⁰ Eine Evakuierung für eine zeitlich begrenzte Dauer bereits ab 100 mSv sollte deshalb bezüglich Durchführbarkeit möglich sein und gegenüber einem stark eingeschränkten Aufenthalt vor Ort für die Bevölkerung mit weniger negativen Auswirkungen verbunden sein. Der Dosisengreifwert wird deshalb für die Evakuierung auf 100 mSv festgelegt.

Nach einer Evakuierung wird das evakuierte Gebiet abgesperrt. Unter gewissen Randbedingungen soll der Bevölkerung der Zutritt in das evakuierte Gebiet trotzdem gewährt werden. Für die Bevölkerung sollen für den Zutritt generell die Grenzwerte gemäss Strahlenschutzverordnung gelten, d.h.:

- Für berufliche Tätigkeiten (ausser Einsatzorgane) soll der Grenzwert von 20 mSv pro Jahr für beruflich strahlenexponierte Personen gelten.
- Die Erlaubnis für Privatpersonen ihre Wohnung aufzusuchen, soll an eine jährliche Dosislimite von 1 mSv gekoppelt werden.

Grundsätzlich soll in einem evakuierten Gebiet der Zutritt nur mit einer Zutrittsbewilligung und Dosiskontrolle möglich sein. Ausgenommen davon ist der Transit durch ein evakuiertes Gebiet, da beim Transit der Aufenthalt auf kurze Dauer und auf ein klar definiertes Gebiet (Autobahn, Schiene) beschränkt ist.

Auf wichtige Transitachsen, welche durch ein evakuiertes Gebiet führen, kann unter Umständen nicht ohne grosse verkehrstechnische Probleme verzichtet werden. Der Transit soll im evakuierten Gebiet dann wieder freigegeben werden, wenn garantiert werden kann, dass auch bei regelmässiger Durchfahrt eine Dosis von 1 mSv nicht überschritten wird.

¹⁰ Gemäss Referenzszenarien der HSK (Lit [8.1]) ist für den Fall Kernbeschädigung mit Venting keine Evakuierung notwendig. Beim Fall Kernbeschädigung ohne Venting wäre eine Evakuierung bei ungünstiger Wetterlage bis maximal 2 km notwendig.

3.3.2. Aufenthalt im Haus

Im DMK ist eigentlich nur die Dosischwelle für die Anordnung des Aufenthalts im Haus bzw. Aufenthalt im Keller oder Schutzraum definiert. Es lassen sich dennoch Angaben bezüglich Aufhebung und Lockerung ableiten (Abb. 4):

- Die untere Dosischwelle, ab welcher Massnahmen (Aufenthalt im Haus) angeordnet werden dürfen, ist gemäss DMK 1 mSv. Daraus lässt sich ableiten, dass Massnahmen mit Aufenthaltsbeschränkungen aufgehoben werden können, falls die externe Dosis bei normalem Aufenthalt in der Bodenphase im ersten Jahr unter 1 mSv liegt.¹¹
- Die untere Dosischwelle für die Evakuierung beträgt 100 mSv. Diese Schwelle gibt die obere Grenze für den beschränkten Aufenthalt vor Ort vor. Zwischen 1 und 100 mSv Prognosedosis muss im Detail abgewogen werden, wie weit die angeordneten Massnahmen "Aufenthalt im Keller/Schutzraum" bzw. "Aufenthalt im Haus" gelockert werden können (siehe Kapitel 4). Dabei sind einzusparende Dosen als auch Aufwand und negative Auswirkungen bei Aufrechterhalten von Aufenthaltsbeschränkungen gegenüber einer weiteren Lockerung abzuwägen. Der Nutzen der noch geltenden Massnahmen ist periodisch neu zu beurteilen.

Das DMK selbst gibt keine Dosisziele an, welche unter Berücksichtigung der Massnahmen angestrebt werden sollen. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat für das Gebiet mit Aufenthaltsbeschränkungen ein Dosisziel von 10 mSv festgelegt. Durch geeignete Massnahmen soll erreicht werden, dass die resultierende Dosis unter Berücksichtigung der durchgeführten Massnahmen 10 mSv nicht überschreitet. Dieses Dosisziel kann teilweise durch Beschränkung der Aufenthaltsdauer im Freien in den ersten Tagen/Wochen erreicht werden. Zusätzlich kann die Dosis durch geeignete Dekontaminationsmassnahmen reduziert werden. Ausserdem ist zu erwarten, dass die in Siedlungsräumen gemessene Dosisleistung niedriger ausfallen wird, als die auf freiem Feld (Wiese) gemessene ODL nach Ende des Wolkendurchzugs.

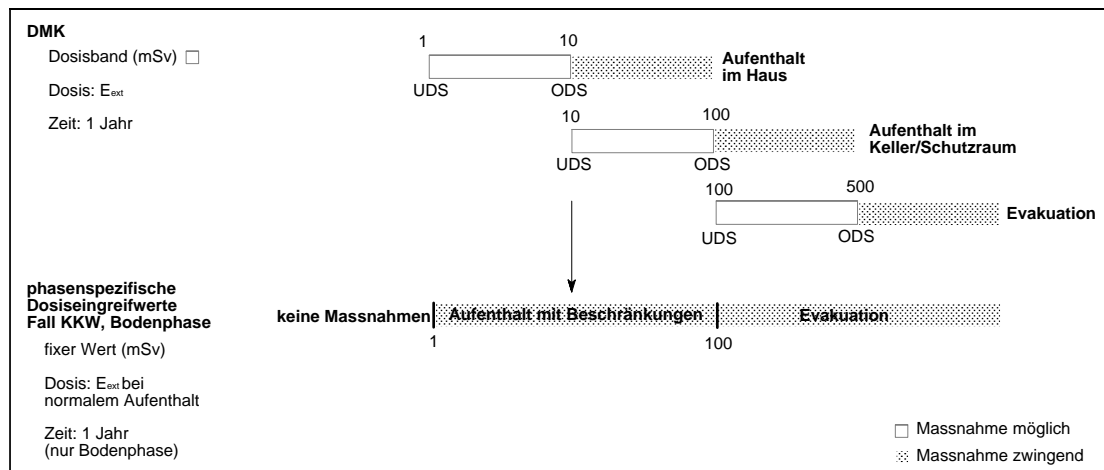


Abb. 4: Vergleich DMK mit den abgeleiteten Dosisengreifwerten für die Massnahmen "beschränkter Aufenthalt" und "Evakuierung" während der Bodenphase

¹¹ Wie in der Wolkenphase soll als Dosiskriterium nur die externe Dosis berücksichtigt werden. Die Inhalation kann in der Bodenphase vernachlässigt werden. Als Berechnungsbasis gilt der normale Aufenthalt (Definition siehe Anhang 4).

3.3.3. Einschränkungen im Lebensmittelkonsum

Im DMK ist für die Massnahme "Einschränkungen im Lebensmittelkonsum" ein Dosisband von 1 - 20 mSv für die Ingestionsdosis definiert. Für diese Massnahme wird darauf verzichtet, ein Dosisengreifwert abzuleiten. Die berechnete Ingestionsdosis hängt sehr stark von individuellen Verzehrgewohnheiten ab. Deshalb ist die Herleitung eines Eingreifwerts nicht sinnvoll.

In der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) sind nuklidgruppenspezifische Grenzwerte für verschiedene Lebensmittelgruppen festgehalten, welche im Ereignisfall ebenfalls zur Anwendung kommen. Diese Grenzwerte sind so festgelegt, dass bei Lebensmittelkontamination in der Grössenordnung der Grenzwerte Ingestionsdosen resultieren, welche zu etwa 1 mSv führen. Dies liegt im unteren Bereich des heutigen Dosisbandes. Bei Einhaltung der Grenzwerte, welche im Gegensatz zur Ingestionsdosis direkt messbar sind, besteht deshalb keine Gefahr, dass die obere Dosischwelle für die Ingestion überschritten wird. Aus praktischen Gründen reicht es deshalb, wenn im Ereignisfall Entscheidungen bezüglich Lebensmittelkonsum aufgrund der Grenzwerte in der FIV (Lit. [1.6]) gefällt werden.

Wenn die Nahrungsmittelversorgung unter Berücksichtigung der Grenzwerte im Ereignisfall nicht mehr sichergestellt werden kann und damit eine Erhöhung der Grenzwerte zur Diskussion steht, muss aufgrund des Dosisbandes für die Ingestion eine detaillierte Beurteilung durchgeführt werden.

3.3.4. Dosisengreifwerte für weitere Massnahmen in der Bodenphase

Für weitere nicht explizit im DMK aufgeführte Massnahmen gilt nach DMK ein allgemeines Dosisband von 1 - 500 mSv. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat sich unter diesen weiteren Massnahmen zu folgenden Punkten Gedanken gemacht und entsprechende Dosisengreifwerte definiert:

- Vermeidung der Inkorporation von Oberflächenkontaminationen
- Dekontamination von Fahrzeugen
- Umsiedlung

Vermeidung der Inkorporation von Oberflächenkontaminationen

Locker haftende Kontaminationen in der Umwelt können durch Kontakt über die Hände via Mund inkorporiert werden. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat für die Inkorporation von Oberflächenkontaminationen einen Dosisengreifwert von 1 mSv für die Ingestionsdosis für das erste Jahr definiert. Dieser Wert entspricht der unteren Dosischwelle der Ingestionsdosis für die Massnahme "Einschränkungen im Lebensmittelkonsum".

Dekontamination von Fahrzeugen

Ein regelmässiger Aufenthalt in stark kontaminierten Fahrzeugen, kann zu erhöhten Dosen durch externe Bestrahlung führen. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat hier einen gebietsunabhängigen Dosisengreifwert von 1 mSv für das erste Jahr definiert.

Umsiedlung

Die Umsiedlung¹² ist ein schwerwiegender Eingriff in das Leben der Bevölkerung. Eine Umsiedlung kommt nur in Frage, wenn der Aufenthalt vor Ort längerfristig mit starken Einschränkungen verbunden ist und ein halbwegs normales Leben über mehrere Jahre verunmöglicht wird.

Der Entscheid, ob eine Umsiedlung notwendig ist oder nicht, kann erst Wochen bis Monate nach dem Ereignis getroffen werden, wenn die längerfristig in der Umwelt verbleibende Radioaktivitätsmenge bekannt ist und durch weitere Dekontaminationsmassnahmen keine relevante Reduktion mehr zu erwarten ist.

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat für die Umsiedlung einen Dosisengreifwert von 20 mSv definiert.¹³ Wenn drei Monate nach dem Ereignis für das Folgejahr bei normalem Aufenthalt mit einer Dosis > 20 mSv zu rechnen ist, soll eine Umsiedlung in Betracht gezogen werden.¹⁴ Eine definitive Entscheidung soll allerdings erst nach einer detaillierten Analyse des allgemeinen Befindens der betroffenen Bevölkerung gefällt werden.

¹² Im DMK ist die Umsiedlung nicht explizit mit einem speziellen Dosisband aufgeführt. Die IAEA, die ICRP als auch Deutschland geben Werte für die Umsiedlung (definitive Evakuierung) an. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der KomABC erachtet es deshalb als sinnvoll, auch in der Schweiz ergänzend zum DMK für die Umsiedlung einen entsprechenden Wert mit den dazu gehörenden Randbedingungen zu definieren.

¹³ Der Bevölkerung sollte über Jahre hinweg nicht eine höhere Dosis zugemutet werden, als der Gruppe beruflich strahlenexponierte Personen. Gemäss Strahlenschutzverordnung darf für beruflich strahlenexponierte Personen die effektive Dosis den Grenzwert von 20 mSv pro Jahr nicht überschreiten.

¹⁴ Als Entscheidungsgrösse für die Umsiedlung ist die Dosis im ersten Jahr nicht sinnvoll, da ein Entscheid erst nach Wochen gefällt werden kann. Es wurde deshalb eine Grösse definiert, welche sich auf die Folgejahre bezieht.

3.4. Zusammenstellung der abgeleiteten Dosisengreifwerte und Dosisgrenzwerte

Tabelle 1: Zusammenstellung der abgeleiteten Dosisengreifwerte für Massnahmen in der Wolkenphase

| Massnahme | Phasenspez. Dosisengreifwert (mSv) | Berechnungsgrundlagen Dosisengreifwert |
|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Aufenthalt im Haus | $E_{ext}: 1$ | Während Wolkenphase zu erwartende effektive Dosis aus externer Bestrahlung bei Aufenthalt im Freien |
| Aufenthalt im Keller/Schutzraum | $E_{ext}: 10$ | |
| Einnahme von Jodtabletten | $H_{Sch,Inh,Jod}: 30$ | Schilddrüsendosis (Folgeäquivalentdosis) durch Inhalation von Jod bei 1-jährigen Kindern |

Tabelle 2: Zusammenstellung der abgeleiteten Dosisengreifwerte für Massnahmen in der Bodenphase

| Massnahme | Phasenspez. Dosisengreifwert (mSv) | Berechnungsgrundlagen Dosisengreifwert | Dosisziel unter Berücksichtigung von Massnahmen |
|--|------------------------------------|---|---|
| Aufenthalt mit Einschränkungen | $E_{ext}: 1^1)$ | Während Bodenphase zu erwartende effektive Dosis aus externer Bestrahlung bei normalem Aufenthalt (Zeitraum 1 Jahr) | < 10 mSv ²⁾ |
| Evakuierung | $E_{ext}: 100$ | | -- |
| Umsiedlung | $E_{ext}: 20$ | Effektive Dosis aus externer Bestrahlung im Folgejahr bei normalem Aufenthalt (Entscheidungszeitpunkt ca. 3 Monate nach dem Ereignis) | -- |
| Vermeidung von Inkorporation durch Kontaminationen | $E_{ing}: 1$ | Ingestionsdosis durch Inkorporation von Kontaminationen | < 1 |
| Dekontamination von Fahrzeugen | $E_{ext}: 1$ | Effektive Dosis aus externer Bestrahlung durch regelmässige Benutzung des Fahrzeugs | < 1 |

1) unter 1 mSv können sämtliche Massnahmen bezüglich Aufenthalt (Aufenthalt im Haus, Keller/Schutzraum) aufgehoben werden

2) Das Dosisziel gilt für Gebiete, wo ohne Schutzmassnahmen Dosen > 10 mSv erreicht werden.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Dosisgrenzwerte für den Aufenthalt im evakuierten Gebiet

| Tätigkeit | Dosisgrenzwert (mSv) | Berechnungsgrundlagen Dosis- grenzwert |
|--|---|--|
| Aufenthalt im evakuierten Gebiet: - berufliche Tätigkeiten (nicht Einsatzorgane) - restl. Bevölkerung | $E_{\text{ext}}: 20$ $E_{\text{ext}}: 1$ | Effektive Dosis aus externer Bestrahlung im ersten Jahr durch Aufenthalt im evakuierten Gebiet |
| Transit durch evakuiertes Gebiet | $E_{\text{ext}}: 1$ | Effektive Dosis aus externer Bestrahlung, welche sich durch regelmässige Durchfahrt ergibt. |

4. Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall

| | |
|---|----|
| 4.1. Übersicht | 29 |
| 4.2. KKW-CH: schnelle Störfälle | 31 |
| 4.3. KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen | 37 |
| 4.4. KKW-Unfall-Ausland | 75 |

4.1. Übersicht

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat aus den in Kapitel 3 hergeleiteten phasenspezifischen Dosisengreifwerten messbare Entscheidungskriterien für den Kernkraftwerksunfall abgeleitet. Beim Kernkraftwerksunfall in der Schweiz wurden dabei für den "schnellen Störfall" und für "Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen" separate Entscheidungskriterien hergeleitet, da sich bei diesen Szenarien die Abläufe, Auswirkungen und Zeitverhältnisse stark unterscheiden. Der Fall Kernkraftwerksunfall im Ausland wird in Kapitel 4.4 ebenfalls separat angesprochen, die Entscheidungskriterien sind im wesentlichen die gleichen wie beim Kernkraftwerksunfall in der Schweiz in Zone 3.

Neben den Entscheidungskriterien wird in diesem Kapitel auch eine allgemeine Beurteilung der Gefährdung abgegeben und die Zuständigkeiten beim Entscheid von Massnahmen beschrieben. Ebenfalls erfolgt dort, wo es bereits in der Vorbereitung sinnvoll und möglich ist, eine Präzisierung der notwendigen Massnahmen.

4.2. KKW-CH: schnelle Störfälle

| | |
|--|----|
| a) Gefährdung | 33 |
| b) Zuständigkeiten | 33 |
| c) Entscheidungskriterien und -abläufe | 34 |
| d) Massnahmen | 35 |

a) Gefährdung

- Bei Unfallabläufen mit keiner oder kurzer Vorphase (< 1 h) wird von Störfällen in Nebensystemen ohne Kernbeschädigung ausgegangen (z.B. Brennelementhandhabungsunfälle).
- Der Dosiseingreifswert von 1 mSv für die Massnahme "Aufenthalt Haus" kann höchstens in Zone 1 überschritten werden.
- Bei schnellen Störfällen wird kein nennenswerter Austritt von Jod erwartet. Die Einnahme der Jodtabletten ist deshalb nicht notwendig.
- Für die Zone 2 sind keine Schutzmassnahmen notwendig.

b) Zuständigkeiten

"Bei unmittelbarer Gefährdung der Bevölkerung und solange die NAZ nicht handlungsfähig ist, muss der Betreiber in Zusammenarbeit mit dem Standortkanton die Alarmierung in der Zone 1 durchführen. Die WARNUNG entfällt. Die erste Information der Bevölkerung und allfällige Verhaltensanweisungen werden gestützt auf die Empfehlung des Kernkraftwerkes vom Standortkanton angeordnet. Die NAZ übernimmt so rasch wie möglich die Führung zur weiteren Bewältigung des Störfalles in der Umgebung."

Notfallschutzkonzept, Lit [2.2].

c) Entscheidungskriterien und -abläufe (Lit. [3.3])

Bei raschen Abläufen werden Massnahmen in der näheren Umgebung (Zone 1) auf die Aussage **Jahresabgabelimite Luft (JAL) überschritten ja/nein** abgestützt.

Als einfache Faustregel gilt:

| | | | |
|---|---|---|--------------|
| Abgabe > JAL (~ 10 ¹⁵ Bq) | ⇒ | E_{ext} > 1 mSv (maximale externe Dosis) | Faustregel 1 |
|---|---|---|--------------|

- Annahmen:
- Abgabe in Bodenhöhe
 - Abgabe von vorwiegend Edelgasen
 - Stabile Wetterlage

Bei Überschreitung der Jahresabgabelimite (Luft) können Dosen > 1 mSv erreicht werden. Da in Kapitel 3 für die Massnahme "Aufenthalt im Haus" während der Wolkenphase ein Dosisengrenzwert von 1 mSv hergeleitet wurde, ist somit der Aufenthalt im Haus notwendig, wenn bei einer Abgabe die Jahresabgabelimite überschritten wird.

Bei Abgaben unterhalb der Jahresabgabelimite sind keine Schutzmassnahmen notwendig. Bei Abgaben grösser als die Kurzzeitabgabelimite (KAL)¹⁵ sind Messungen in der Umgebung im Sinne der Beweissicherung notwendig.

Die konkreten Entscheidungsabläufe sind in Abb. 5 dargestellt.

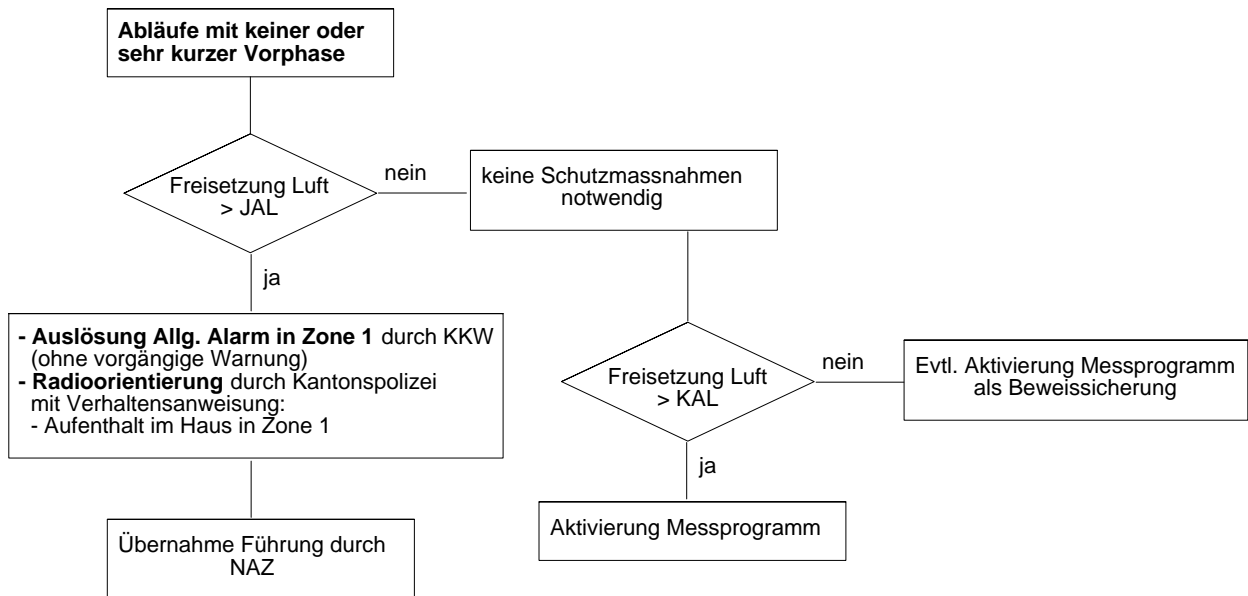


Abb. 5: Entscheidungen bei schnellen Störfällen

¹⁵ Die Kurzzeitabgabelimite ist etwa um den Faktor 100 tiefer als die Jahresabgabelimite.

d) Massnahmen

Bei Abgaben < JAL ist kein Schutz der Bevölkerung notwendig. Die Information der Bevölkerung erfolgt durch Werk und HSK. Die NAZ bietet, falls notwendig, die notwendigen Messmittel zur Erfassung der radiologischen Lage in der Umgebung auf.

Bei Abgaben > JAL hat der Kanton den Schutz der Bevölkerung der Zone 1 sowie die Information der Bevölkerung sicherzustellen. Die Bevölkerung der Zone 1 wird aufgefordert, sich im Haus aufzuhalten und Fenster als auch Türen zu schliessen.

Die NAZ übernimmt so bald wie möglich die Führung des Ereignisses und beurteilt zusammen mit der HSK die radiologische Situation.

In Tabelle 4 sind die Massnahmen bei schnellen Störfällen in Abhängigkeit der Aktivitätsabgabe aufgelistet.

Tabelle 4: Massnahmen bei schnellen Störfällen

| Aktivitätsabgabe | Tätigkeiten der Behörden | Verhaltensanweisung an die Bevölkerung |
|------------------|---|---|
| < KAL | NAZ: evtl. Messprogramm aktivieren als Beweissicherung | keine |
| > KAL, < JAL | NAZ: Messprogramm aktivieren als Beweissicherung | keine |
| > JAL | <p>Sofortmassnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - KKW: Sirenen in Zone 1 auslösen - KaPo: Vorbereitete Radioorientierung an Radio übermitteln¹⁶ <p>Weitere Massnahmen¹⁷:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erstellen Einsatzbereitschaft Werk, HSK, NAZ, KFS und GFS Zone 1. - Beurteilung Gefährdung durch NAZ. Entscheid bzgl. weiteren Massnahmen bzw. Lockerung - Aufgebot Messorganisation | Sofortiges Aufsuchen der Häuser in Zone 1 |

¹⁶ Der Standortkanton ordnet Sofortmassnahmen an. Die Sofortmassnahmen wurden von der NAZ vorgängig in einer vorbereiteten Radiomeldung festgelegt.

¹⁷ Im Bereich Verkehr und Landwirtschaft werden bei schnellen Störfällen keine Massnahmen getroffen.

4.3. KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen

| | |
|---|----|
| Entscheidungen in der Vorphase | 39 |
| Entscheidungen in der Wolkenphase | 45 |
| Entscheidungen in der Bodenphase | 49 |

Entscheidungen in der Vorphase

| | |
|--|----|
| a) Gefährdung | 41 |
| b) Zuständigkeiten | 41 |
| c) Entscheidungskriterien und -abläufe | 41 |
| d) Massnahmen | 44 |

a) Gefährdung

Bei Unfällen mit mittleren bis langen Vorphasen, während deren Verlauf es zu einer Kernbeschädigung mit Freisetzung kommt, sind während der Freisetzung (Wolkenphase) insbesondere die Zone 1 und die vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 gefährdet.

"Schutzmassnahmen für die Anwendung in der Wolkenphase müssen soweit vorbereitet sein, dass sie in der Vorphase vorsorglich angeordnet und vollzogen werden können. Dazu gehören primär der Aufenthalt im Haus oder das Aufsuchen von Kellern resp. Schutzräumen sowie die Einnahme von Jodtabletten."

Notfallschutzkonzept, Lit. [2.2]

b) Zuständigkeiten

"NAZ, HSK und übrige Stellen von Bund und Kanton sind vor der Freisetzung einsatzbereit. Insbesondere sind die Alarmierung der Bevölkerung und die Verbreitung der Verhaltensanweisungen in allen Zonen sichergestellt. Die Auslösung der Alarmierung erfolgt nach vorgängiger Absprache zwischen KKW, HSK, NAZ."¹⁸

Notfallschutzkonzept, Lit. [2.2]

c) Entscheidungskriterien und Abläufe (Lit. [3.2], [3.3])

Der ganze Warnungs- und Alarmierungsablauf basiert auf verschiedenen Anlagedaten (RABE-Kriterien). Diese garantieren, dass Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung zeitgerecht, d. h. vor Freisetzungsbeginn vorbereitet und angeordnet werden können.

Der Entscheid für die Auslösung einer RABE-Stufe wird an einer gemeinsamen Telefonkonferenz zwischen KKW, HSK, NAZ und Standortkanton getroffen.

Warnung

Die **Warnung** wird unabhängig von der Wettersituation und den zu erwartenden Dosen immer in Zone 1 und der ganzen Zone 2 ausgelöst. Sie ist nur an die Behörden gerichtet. Parallel zur Auslösung der Warnung verfasst die NAZ eine 1. Radioorientierung an die Bevölkerung, um über das Ereignis, die mögliche Gefährdung und das Aufgebot der Notfallorganisationen zu informieren.

Allgemeiner Alarm

Der Allgemeine Alarm wird nach Möglichkeit zweimal ausgelöst. Der erste Allgemeine Alarm ist dabei an das RABE-Kriterium Allgemeiner Alarm gekoppelt. Der zweite Allgemeine Alarm (Allgemeiner Alarm bei erhöhter Gefahr) wird ausgelöst, wenn in der Folgestunde eine massive Freisetzung zu erwarten ist.

¹⁸ Neu wird in die Absprache auch der Standortkanton einbezogen.

- Beim **1. Allgemeinen Alarm** wird die Bevölkerung aufgefordert, Schutzmassnahmen vorzubereiten. Die Vorbereitung von Schutzmassnahmen wird von der NAZ dosisunabhängig immer in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 angeordnet.
- Beim **Allgemeinen Alarm bei erhöhter Gefahr** wird die Bevölkerung angewiesen die Schutzmassnahmen zu vollziehen. In Zone 1 wird unabhängig von der möglichen Dosis immer der **Aufenthalt im Keller/Schutzraum** angeordnet, um die Bevölkerung optimal zu schützen. In den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 wird immer mindestens der Aufenthalt im Haus angeordnet. Der Entscheid, ob auch die Bevölkerung der Zone 2 in den Keller oder Schutzraum geschickt werden soll, wird aufgrund des in Kapitel 3 abgeleiteten Dosiseingreifswerts für den Aufenthalt im Keller/Schutzraum entschieden. In der Zone 2 wird die Anordnung des Aufenthalts im Keller/Schutzraum auf die aktuelle Aktivität im Containment und den Zustand der Kernkühlung abgestützt, woraus sich die resultierende Dosis abschätzen lässt.

Als einfache Faustregel für die Abschätzung der externen Wolkendosis gilt:

| | | | |
|--|---|--|--------------|
| 10¹⁷ Bq Aktivität im Containment = Quellterm | ⇒ | E_{ext} ≅ 10 mSv max. externe Wolkendosis in Zone 2 ¹⁹ | Faustregel 2 |
|--|---|--|--------------|

Die in Tabelle 5 aufgeführten Entscheidungskriterien für Massnahmen gegen die externe Bestrahlung in der Zone 2 wurden aus obiger Faustregel 2 abgeleitet. Dabei wurde unterschieden, ob der Kern zum Zeitpunkt der Entscheidung wieder gekühlt ist oder nicht. Falls der Kern nicht wieder gekühlt ist, wird die Aktivität im Containment weiter ansteigen. Es sind deshalb bei einer Freisetzung höhere Dosen zu erwarten als aufgrund der momentane Aktivität abgeschätzt werden kann. In diesem Fall wird auch in Zone 2 in den vom Wind betroffenen Sektoren der Aufenthalt im Keller/Schutzraum angeordnet.

Im Fall von Jod ist davon auszugehen, dass die HSK bis Freisetzungsbeginn keine gesicherte Angabe zum Jodquellterm liefern kann. Die Einnahme von **Jodtabletten** wird deshalb immer in Zusammenhang mit der Massnahme "Aufenthalt im Haus" bzw. "Keller/Schutzraum" angeordnet.

Tabelle 5: Entscheidungskriterien und Massnahmen beim Allgemeinen Alarm bei erhöhter Gefahr:

| Entscheidungskriterium | Massnahmen Zone 1 | Massnahmen betroffene Sektoren Zone 2 |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Kern wieder gekühlt - Aktivität Containment < 10 ¹⁷ Bq - Aktivität Containment > 10 ¹⁷ Bq | - Keller/Schutzraum - Jodtabletten | - Haus - Jodtabletten |
| | - Keller/Schutzraum - Jodtabletten | - Keller/Schutzraum - Jodtabletten |
| 2. Situation im Kern unklar | - Keller/Schutzraum - Jodtabletten | - Keller/Schutzraum - Jodtabletten |

¹⁹ Randbedingungen:- Nuklidgemisch im Containment besteht vorwiegend aus Edelgasen (geringe Anteile Jod und Aerosole
 - Atmosphärische Ausbreitung: stabile Schwachwindlage (ungünstigste Wetterbedingung)

In Abb. 6 sind die Abläufe, Zweck und Empfänger der Meldungen beim Warnungs-/Alarmierungsablauf nochmals als Übersicht dargestellt.

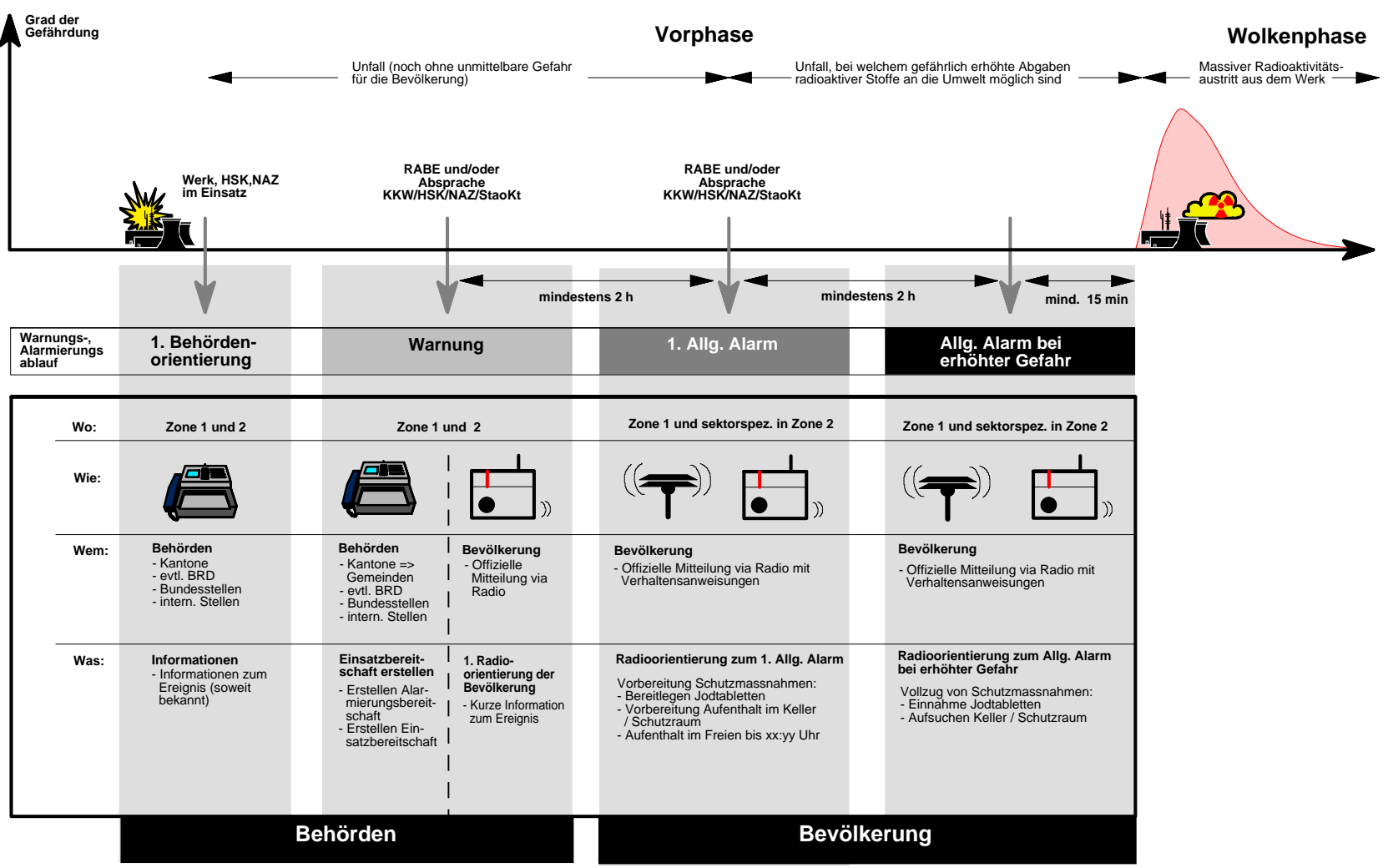


Abb. 6: Warnung/Alarmierung nach einem KKW-Unfall: Übersicht bzgl. zeitlichem Ablauf, Zweck und Empfänger der Meldungen

d) Massnahmen

Tabelle 6: Notwendige Massnahmen für Bevölkerung und Verkehr in der Vorphase

| Warnung/Alarmierung | Verhaltensanweisungen NAZ an die Bevölkerung | Verkehrsmassnahmen: ¹⁾ |
|--|---|---|
| Warnung | noch keine | |
| 1. Allgemeiner Alarm | 1. Vorbereitung von Massnahmen in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Vorbereitung Aufenthalt im Keller/Schutzraum - Bereitlegen der Jodtabletten - Nutztiere einstellen, evtl. Futter einbringen - Schulen schliessen | |
| | 2. Anordnung von vorsorglichen Massnahmen in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Aufenthalt im Haus ab vorbestimmter Zeit | <ul style="list-style-type: none"> - Information der Bevölkerung, das Gebiet grossräumig zu umfahren bzw. zu meiden. - Nach Möglichkeit zusätzliche verkehrstechnische Massnahmen: <ul style="list-style-type: none"> - Sperren von Autobahnausfahrten (nicht aber die Autobahneinfahrten) - Strassen mit Zutritt ins betroffene Gebiet sind mit einer Umleitung zu markieren. - Einstellung lokaler Verkehrsbetriebe |
| Allg. Alarm bei erhöhter Gefahr | 3. Vollzug der vorbereiteten Massnahmen in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Keller/Schutzraum unverzüglich aufsuchen²⁰ - Jodtabletten einnehmen | <ul style="list-style-type: none"> - Transit (Autobahnen und Eisenbahn) umleiten. - Information der Bevölkerung, das Gebiet grossräumig zu umfahren bzw. zu meiden. - Sperren von Start- und Landeräumen |

¹⁾ Die Umsetzung der Massnahmen im Bereich Verkehr liegt bei folgenden Stellen:

- Strassenverkehr: Kanton
- Öffentlicher Verkehr: SBB
- Luftverkehr: Skyguide

²⁰ Der Aufenthalt im Keller/Schutzraum wird in Zone 2 nur angeordnet, wenn sich bis dahin die Situation im Kern nicht wieder stabilisiert hat oder die Aktivität im Containment > 10¹⁷ Bq ist, sonst reicht es, wenn die Bevölkerung im Haus bleibt.

Entscheidungen in der Wolkenphase

| | |
|--|----|
| a) Gefährdung | 47 |
| b) Zuständigkeiten | 47 |
| c) Entscheidungskriterien und -abläufe | 47 |
| d) Massnahmen | 48 |

a) Gefährdung

Bei Unfällen mit mittleren bis langen Vorphasen, während deren Verlauf es zu einer Kernbeschädigung mit Freisetzung von Radioaktivität kommt, sind während der Freisetzung insbesondere die Zone 1 und die vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 gefährdet. In diesen Gebieten sollen Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung bereits vor Freisetzungsbeginn angeordnet werden.

Im Gebiet ausserhalb (Zone 3) sind Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung während des Durchzugs der radioaktiven Wolke (Wolkenphase) aller Voraussicht nach nicht notwendig.

b) Zuständigkeiten

Bei einem KKW-Unfall in der Schweiz ist weder die Warnung noch die Alarmierung von Teilen der Zone 3 vorbereitet. Demzufolge bestehen weder bei der NAZ noch bei den Kantonen der Zone 3 Vorbereitungen dazu. Allfällige dennoch zu ergreifende Massnahmen sollen gemäss Notfallschutzkonzept ohne detaillierte Vorausplanung durch die zuständigen Stellen der Notfallorganisation angeordnet werden.

c) Entscheidungskriterien und -abläufe (Lit. [3.3])

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat Kriterien aufgestellt, um beurteilen zu können, ob Massnahmen in der Zone 3 notwendig sind oder nicht. Aufgrund der im Notfallschutzkonzept zu berücksichtigenden Szenarien (Lit. [8.1]) können Dosen > 1 mSv in Zone 3 bis maximal 50 km überschritten werden.²¹ Der Wert 1 mSv entspricht dem in Kapitel 3 abgeleiteten Dosisengreifwert für die Massnahme "Aufenthalt im Haus".

Vor Freisetzungsbeginn können für die Zone 3 lediglich Ausschlusskriterien definiert werden (Abb. 7). Ein definitiver Entscheid ist erst nach Freisetzungsbeginn möglich, wenn erste automatische Messungen der MADUK-Sonden aus der unmittelbaren Umgebung konkrete Hinweise über die tatsächliche Freisetzungsmenge geben.

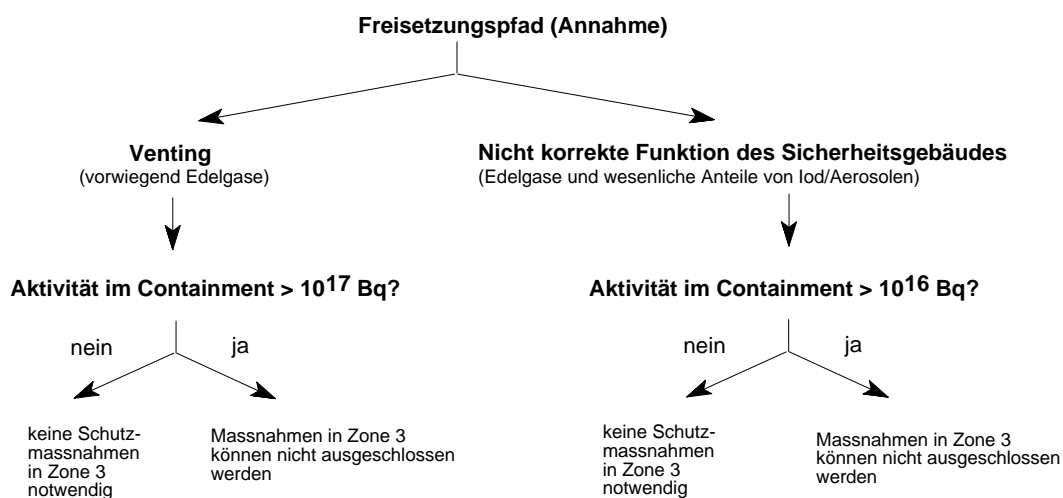


Abb. 7: Ausschlusskriterien für die Zone 3 in der Vorphase

²¹ Der Dosisengreifwert von 10 mSv für die Massnahme "Aufenthalt im Keller/Schutzraum" wird in Zone 3 gemäss Planungsszenarien nirgends überschritten.

Entscheidungskriterium nach Freisetzungsbeginn ist ein bei einer MADUK-Sonde akkumulierter Dosiswert von 30 mSv. Unter konservativen Ausbreitungsbedingungen kann unter diesen Umständen der Dosisereigniswert von 1 mSv in Zone 3 überschritten werden. Für die Beziehung Dosis(MADUK) <-> Dosis(Zone 3) gilt folgende Faustregel:

Faustregel für die Dosisabschätzung in der Zone 3:

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| 30 mSv Dosis Standort MADUK | ⇨ | 1 mSv max. externe Wolken- dosis in Zone 3 |
|---------------------------------------|---|---|

Faustregel 3

Annahmen: Szenario mit Kernbeschädigung ohne Venting, Gaussmodell, stabile Wetterlage

Nach Freisetzungsbeginn verbleibt nicht genügend Zeit für eine Warnung und Alarmierung der Zone 3. Massnahmen (Aufenthalt im Haus) werden deshalb ohne Alarmierung via Radio kommuniziert. Die Festlegung des Gebiets (bis 50 km) erfolgt spontan je nach Situation. In Abb. 8 ist der Entscheidungsablauf als Übersicht dargestellt.

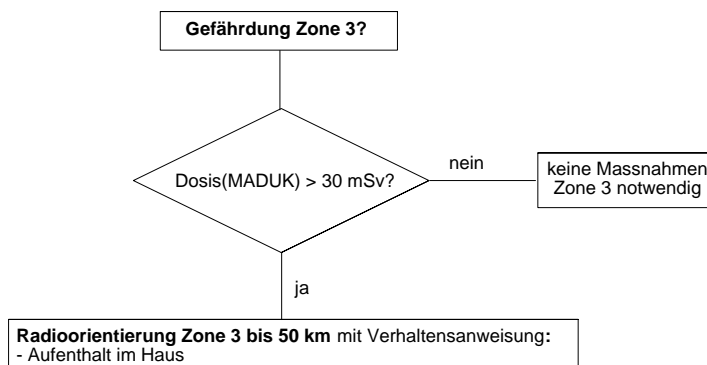


Abb. 8: Übersicht Entscheidungen während der Wolkenphase bezüglich Massnahmen in Zone 3

d) Massnahmen

Tabelle 7: Massnahmen in Zone 3

| Dosis MADUK | Verhaltensanweisung an die Bevölkerung |
|--------------------|---|
| < 30 mSv | - keine |
| > 30 mSv | - Aufenthalt im Haus 20 bis 50 km ²² |

²² Gemäss Referenzszenarien der HSK (Lit [8.1]) ist die Einnahme von Jodtabletten in Zone 3 nicht notwendig, da ausserhalb von 20 km bei Kleinkindern keine Schilddrüsendosen > 30 mSv erreicht werden.

Entscheidungen in der Bodenphase

| | |
|---|----|
| a) Gefährdung | 51 |
| b) Zuständigkeiten | 51 |
| d) Entscheidungskriterien und -abläufe | 52 |
| - <i>Entscheidungskriterien für die Lockerung von Schutzmassnahmen bzw. Anordnung einer Evakuation.</i> | 52 |
| - <i>Entscheidungskriterien im Bereich Kontaminationskontrolle von Fahrzeugen</i> | 55 |
| - <i>Entscheidungskriterien im Bereich Lebensmittel</i> | 56 |
| - <i>Entscheidungskriterien im Bereich Futtermittel</i> | 59 |
| e) Massnahmen | 61 |
| - <i>Lockerung von Schutzmassnahmen bzw. Anordnung einer Evakuation nach Ende des Wolkendurchzugs.</i> | 61 |
| - <i>Massnahmen zur Vermeidung der Inkorporation von Umweltkontaminationen</i> | 63 |
| - <i>Freigabe von Transitstrecken im Evakuationsgebiet</i> | 63 |
| - <i>Kontaminationskontrollen von Fahrzeugen</i> | 63 |
| - <i>Umsiedlung</i> | 64 |
| - <i>Massnahmen im Bereich Landwirtschaft/Lebensmittel</i> | 64 |

a) Gefährdung

Nach Durchzug der radioaktiven Wolke kann ein grösseres Gebiet durch Ablagerung radioaktiver Stoffe kontaminiert sein. In der Bodenphase werden die von Massnahmen betroffenen Gebiete unabhängig von den Notfallplanungszonen neu definiert. Aufgrund der im Notfallschutzkonzept beschriebenen Szenarien werden höchstens Teile der Zone 1 evakuiert werden müssen, wohingegen in den ersten Tagen bis Wochen in Zone 1 und möglicherweise in Teilen der Zone 2 eine Beschränkung des Aufenthalts im Freien angebracht sein wird. Im Bereich Landwirtschaft-Lebensmittel ist davon auszugehen, dass auch in Zone 3 Massnahmen notwendig sein werden.

b) Zuständigkeiten

Als Fachstelle des Bundes bei einer Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität ist die NAZ auch weiterhin die Stelle, welche für die Beurteilung der radiologischen Situation zuständig ist und daraus unter Berücksichtigung der gesetzlichen Grundlagen die notwendigen Massnahmen ableitet. Die von der NAZ vorgeschlagenen Massnahmen werden in Form von Anträgen dem LAR unterbreitet.

"Der LAR beurteilt die Gesamtlage, gestützt auf die von der NAZ laufend bereit gestellten Unterlagen zur radiologischen Lage und deren Bewertung. Er koordiniert und berät die Massnahmen, die dem Bundesrat zur Entscheid beantragt werden sollen. Solche Anträge werden von den zuständigen Departementen vorbereitet. Der LAR stellt die Überwachung des Vollzugs der beschlossenen Massnahmen sicher. [...] Massnahmen (Evakuierung von Teilen der Bevölkerung, Zutrittsbeschränkungen für Gebiete, Einschränkung des Konsums von Lebensmitteln) werden durch den Bundesrat, gestützt auf das Dosismassnahmenkonzept, angeordnet."

Notfallschutzkonzept, Lit. [2.2]

c) Entscheidungskriterien und -abläufe

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat sich bei der Herleitung von Entscheidungskriterien für die Bodenphase auf Entscheidungen beschränkt, welche in der frühen Bodenphase (erste Tage bis Wochen) getroffen werden müssen. Bei Massnahmen wie der Umsiedlung, deren Entscheid erst Wochen nach dem Ereignis erfolgt, besteht genügend Zeit, um im Ereignisfall situationsoptimierte Entscheidungskriterien aufgrund der tatsächlichen radiologischen Lage abzuleiten.

Die in diesem Kapitel diskutierten Entscheidungen stellen keine vollständige Auflistung sämtlicher notwendiger Entscheide dar. Es wurden vor allen für die unmittelbar nach Ende des Wolkendurchzugs anstehenden Massnahmen (Lockerung, Evakuation, Lebens-/Futtermittel) Entscheidungskriterien hergeleitet bzw. bereits existierende Entscheidungskriterien aufgelistet.²³

Für die Herleitung der in diesem Kapitel aufgeführten messbaren Entscheidungskriterien wurden einzig radiologische Aspekte berücksichtigt. Die NAZ wird aufgrund dieser Kriterien entsprechende Anträge an den LAR stellen. Der LAR beurteilt die Gesamtlage und passt die Anträge entsprechend an, bevor sie an dem Bundesrat zum Entscheid vorgelegt werden.

- **Entscheidungskriterien für die Lockerung von Schutzmassnahmen bzw. Anordnung einer Evakuation (Lit. [3.3])**

Als Entscheidungskriterium für die Lockerung von Schutzmassnahmen bzw. für die Anordnung einer Evakuation wird die Ortsdosisleistung (ODL) genommen, welche nach Ende des Wolkendurchzugs gemessen wird. Zwischen der nach Ende des Wolkendurchzugs gemessenen Dosisleistung im Freien und der im ersten Jahr bei normalem Aufenthalt zu erwartenden Dosis besteht folgende Beziehung:

| | | | |
|---|---------------|--|--------------|
| 5 μSv/h ²⁴ ODL nach Ende des Wolkendurchzugs | \Rightarrow | E_{ext} \cong 1 mSv im ersten Jahr (bei normalem Aufenthalt ²⁵) | Faustregel 4 |
|---|---------------|--|--------------|

Aus den in Kapitel 3 hergeleiteten phasenspezifischen Dosisengreifwerten lassen sich mit Hilfe dieser Beziehung messbare Entscheidungskriterien ableiten (Abb. 9):

²³ Im Bereich Lebensmittel sind in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV, Lit. [1.6]) bereits Grenzwerte definiert, welche direkt messbar sind. Sie werden in diesem Kapitel ergänzend aufgelistet.

²⁴ Die Unsicherheiten dieser Beziehung durch verschiedene Wetterverhältnisse und den Freisetzungspfad (Anteile Jod/Aerosole) beträgt etwa \pm Faktor 2-3.
Die Beziehung zwischen Dosisleistung und Dosis im ersten Jahr ist eigentlich auch abhängig vom Zeitpunkt der Abschaltung des Reaktors bis zum Zeitpunkt der Messung. Falls die Messung aber in einem Zeitraum von 6 - 48 h nach der Abschaltung durchgeführt wird, braucht es keine Korrektur. Für Messzeitpunkte $>$ 48 h nach Abschaltung sollte die Dosis um den Faktor $F = (1.0 + t (h)/24h) \cdot 0.5$ (t =Messzeitpunkt nach Abschaltung) korrigiert werden.

²⁵ Dabei wird von 8 h Aufenthalt pro Tag im Freien und 16 h pro Tag im Haus ausgegangen. Gegenüber dem ganzzeitigen Aufenthalt im Freien reduziert sich dadurch die externe Dosis bereits um den Faktor 2.5.

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
 KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
 Entscheidungen in der Bodenphase

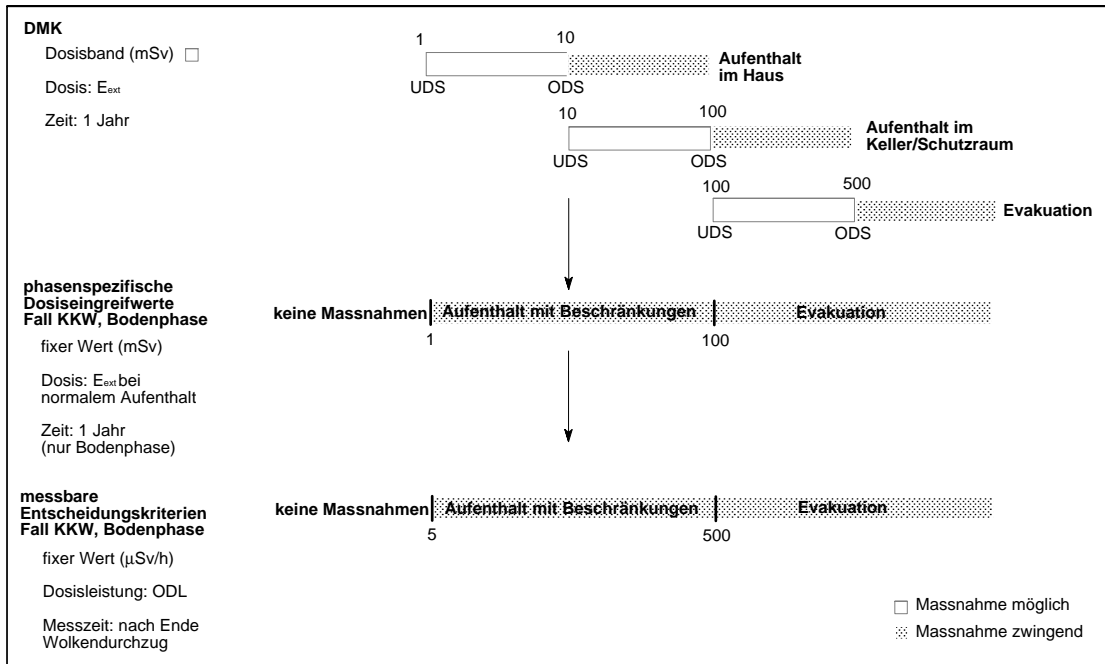


Abb. 9: Ableitung von phasenspezifischen Dosiseingreifwerten und messbaren Entscheidungskriterien aus dem DMK bei Massnahmen zum Aufenthalt

In Kapitel 3 wurde für den beschränkten Aufenthalt vor Ort ein Dosiseingreifwert von 1 mSv abgeleitet. Mit obiger Faustregel 4 kann für den beschränkten Aufenthalt als messbares Entscheidungskriterium der Wert 5 µSv/h abgeleitet werden.

Für die Evakuierung wurde in Kapitel 3 ein Dosiseingreifwert von 100 mSv festgelegt. Diesem Wert entspricht ein messbarer ODL-Wert von 500 µSv/h nach Ende des Wolken durchzugs.

Eine Übersicht über die Entscheidungskriterien zu Massnahmen bezüglich Aufenthalt gibt Tabelle 8.

Tabelle 8: Messbare Entscheidungskriterien in der Bodenphase zu Massnahmen bezüglich Aufenthalt

| | Entscheidungs-kriterium: ODL (µSv/h) | Notwendige Massnahmen | Erwartete Dosis im 1. Jahr¹⁾ (bei normalem Aufenthalt) | Dosisziel für das erste Jahr (unter Berücksichti- gung der angeordne- ten Massnahmen) |
|----------|---|---|--|--|
| A | < 5 | Aufhebung Aufent- halt im Haus, Keller/Schutzraum | < 1 mSv | -- |
| B | 5 - 500 | Aufenthalt vor Ort mit Einschränkungen | 1-100 mSv | < 10 mSv ²⁶ |
| C | > 500 | Evakuierung | > 100 mSv | -- |

¹⁾ Diese Dosiswerte entsprechen den in Kapitel 3 abgeleiteten Dosiseingreifwerten für die entsprechen-
 den Massnahmen

²⁶ Bei diesem Dosisziel handelt es sich um eine Empfehlung der Arbeitsgruppe Auswertung und Massnah-
 men (siehe Kapitel 3). Im DMK sind keine Dosisziele festgehalten.

Anhand der Dosiseingreifswerte für den beschränkten Aufenthalt und die Evakuierung müssen die Gebiete nach Ende des Wolkendurchzugs neu definiert werden. Eine Übersicht über die Gebietseinteilung gibt Abb. 10. Es ist zu berücksichtigen, dass nicht unbedingt alle Gebiete auftreten müssen.

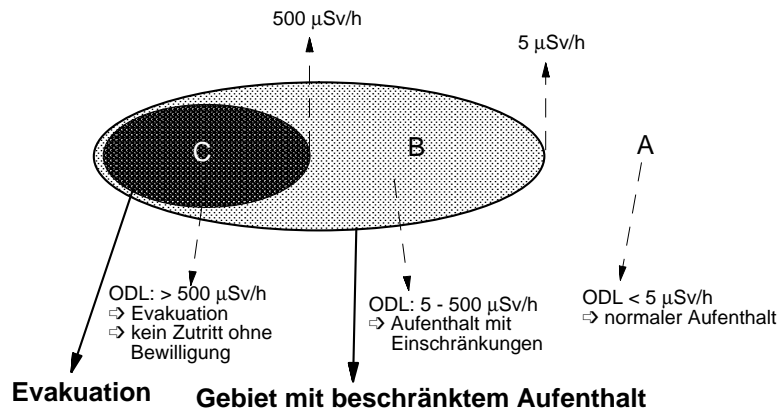


Abb. 10: Definition der Gebiete aufgrund der gemessenen Ortsdosisleistung nach Ende der Wolkenphase.

Die definitiven Entscheide bezüglich Lockerung der Schutzmassnahmen bzw. einer notwendigen Evakuation werden durch den Bundesrat getroffen. Die Bevölkerung soll bis zum Entscheid des Bundesrates nicht unnötig lange im Keller/Schutzraum verbleiben müssen. Sie wird durch die NAZ sofort vom Keller/Schutzraum ins Haus zurück gelassen, falls die Ortsdosisleistung unterhalb von 500 $\mu\text{Sv/h}$ liegt. Dies ist aus radiologischer Sicht vertretbar und beeinflusst den Entscheid des Bundesrates bezüglich weiterer Lockerung oder einer allfälligen Evakuation nicht.

Die Entscheidungsabläufe für die Lockerung der angeordneten Schutzmassnahmen bzw. für die Anordnung einer Evakuation sind in Abb. 11 zusammenfassend dargestellt.

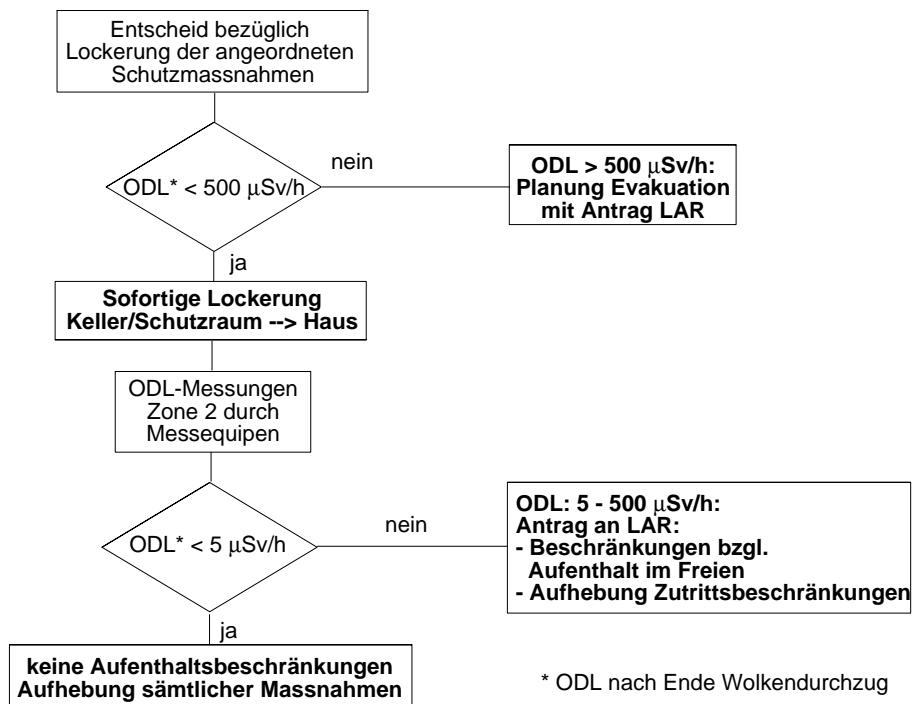


Abb. 11: Übersicht Entscheidungsabläufe NAZ für die Lockerung von Schutzmassnahmen bzw. Anordnung einer Evakuation

- *Entscheidungskriterien im Bereich Kontaminationskontrolle von Fahrzeugen*

Für die Dekontamination von Fahrzeugen wurde in Kapitel 3 ein Dosisengreifwert von 1 mSv für die externe Dosis definiert. Als messbares Entscheidungskriterium soll eine einfach messbare Grösse, nämlich die Dosisleistung in 1 m Abstand vom Fahrzeug genommen werden.

In einer von der deutschen Strahlenschutzkommission herausgegebenen Richtlinie für die Festlegung von Kontaminationswerten zur Kontrolle von Fahrzeugoberflächen (Lit. [7.2]) wurde folgende Beziehung zwischen der in 1 m Abstand gemessenen Nettodosisleistung und der bei regelmässigem Aufenthalt im Fahrzeug zu erwartenden Dosis aufgestellt:

| | | | |
|---|---|--|--------------|
| 5 μSv/h | ⇒ | 1 mSv | |
| Nettodosisleistung in 1 m Abstand vom Fahrzeug gemessen nach Wolkendurchzug | | externe Dosis bei Aufenthalt im Fahrzeug während 500 h im ersten Halbjahr* | Faustregel 5 |

*4 h pro Tag, 5 Tage pro Woche während einem halben Jahr

Bei Überschreiten der Nettodosisleistung von 5 μ Sv/h in 1 m Abstand vom Fahrzeug kann bei regelmässiger Benutzung des Fahrzeugs eine externe Dosis von 1 mSv erreicht werden. Der Wert 5 μ Sv/h soll deshalb bei Messungen an Fahrzeugen als Entscheidungskriterium für die Dekontamination verwendet werden.

Aus Kapazitätsgründen ist es nicht möglich sämtliche Fahrzeuge auf Kontaminationen hin zu überprüfen.²⁷ Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat folgende Beziehung zwischen der Ortsdosisleistung und der in 1 m Abstand von einem Fahrzeug gemessenen Nettodosisleistung hergestellt (Lit. [3.4]):

| | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|---|---|---|--------------|
| 500 μSv/h ODL | ↔ | 5000 CS Bodenkontamination | ↔ | 500 CS Kontamination Fahrzeug | ↔ | 5 μSv/h Nettodosisleistung in 1 m Abstand vom Fahrzeug | |
| | | | | | | | Faustregel 6 |

- Annahmen:
- Messwerte beziehen sich auf ein frisches Spaltproduktegemisch, gemessen nach Ende Wolkendurchzug
 - Fahrzeug stand während Wolkendurchzug im Freien
 - kein Regen seit Beginn Wolkendurchzug
 - 1 CS = 3 Bq/cm²

Mit obiger Beziehung (Faustregel 6) ist ersichtlich, dass in Gebieten mit einer ODL > 500 μ Sv/h Fahrzeuge das Entscheidungskriterium für die Dekontamination überschreiten. Dieses Gebiet entspricht dem Evakuationsgebiet. Fahrzeuge aus dem Evakuationsgebiet sollen deshalb standardmässig nach der Evakuierung in einer Waschanlage gewaschen werden, ohne dass vorher eine Messung durchgeführt wird.

²⁷ Neben den Messengpässen muss man sich auch bewusst sein, dass im Gebiet wo die Fahrzeuge während der Wolkenphase im Freien standen, eine viel höhere Ortsdosisleistung gemessen wird als die Nettodosisleistung 1 m neben dem Fahrzeug beträgt. Eine Messung vor Ort ist somit nicht möglich, sondern müsste ausserhalb in einem unkontaminierten Gebiet durchgeführt werden.

- **Entscheidungskriterien im Bereich Lebensmittel**

In der FIV (Lit. [1.6]) sind Grenz- (Tabelle 9) und Toleranzwerte (Tabelle 10) für verschiedene Nuklid- und Nahrungsmittelgruppen definiert:

"Art. 2

[...]

³ *Der Grenzwert ist die Höchstkonzentration, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel für die menschliche Ernährung als ungeeignet gilt.*

⁴ *Der Toleranzwert ist die Höchstkonzentration, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert gilt."*

Die Einhaltung der Grenzwerte garantiert, dass bei Konsum von Lebensmitteln die resultierende Ingestionsdosis das im DMK definierte Dosisband für die Ingestionsdosis (1 - 20 mSv) nicht überschreitet.

Nuklidspezifische Messungen von Lebensmitteln können direkt mit den Grenz- bzw. Toleranzwerten in der FIV verglichen werden. Da nuklidspezifische Messungen von Lebensmitteln im Ereignisfall aber erst nach ein paar Tagen vorliegen, können sie als Entscheidungsgrundlage unmittelbar nach Ende des Wolkendurchzugs nicht herangezogen werden. Um zu verhindern, dass kontaminierte Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden, braucht es bereits nach Ende des Wolkendurchzugs einen schnellen Entscheid, wo das Inverkehrbringen von Agrarerzeugnissen verboten ist. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen ist daran Kriterien auf der Basis von ODL-Messungen während des Wolkendurchzugs zu definieren. Mit Hilfe dieser Werte soll möglichst schnell ein Gebiet grosszügig abgegrenzt und das Inverkehrbringen von Agrarerzeugnissen verboten werden. Wenn fundierte nuklidspezifische Messungen von Lebensmitteln vorliegen, kann das grosszügig gesperrte Gebiet unter Einhaltung der FIV weiter eingeschränkt werden.

Sobald die Kriterien, die Zuständigkeiten und die notwendigen Massnahmen mit den involvierten Stellen des Bundes und der Kantone bereinigt sind, soll der Massnahmenkatalog entsprechend ergänzt werden.

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 9: Grenzwerte ²⁸ (Bq/kg) für Radionuklide in Lebensmitteln gemäss der Verordnung für Fremd- und Inhaltsstoffe (Lit. [1.6])

| Nuklid(gruppe) | Lebensmittel allgemein ¹⁾ | Flüssige LM | Säuglingsanfangsnahrung |
|---|--------------------------------------|-------------|-------------------------|
| H-3 | 10000 | 10000 | 3000 |
| C-14 | 10000 | 10000 | 1000 |
| Sr-Isotope (insb. Sr-90) | 750 | 125 | 75 |
| I-Isotope (insb. I-131) | 2000 | 500 | 150 |
| Cs-Isotope | 1250 ²⁾ | 1000 | 400 |
| Pu-Isotope und Transplutonium-elemente (α -Teilchen emittierende insb. Pu-239, Am-241) | 80 | 20 | 1 |
| Radionuklide der Uran- und Thoriumreihe Gruppe I: Ra-224, Th-228, U-234, U-235, U-238 | 50 | 10 | 10 |
| Radionuklide der Uran- und Thoriumreihe Gruppe II: Pb-210, Po-210, Ra-226, Ra-228, Th-230, Th-232, Pa-231 | 5 ³⁾ | 1 | 1 |
| Alle übrige Nuklide (ohne K-40) | 1250 | 1000 | 400 |

¹⁾ Grenzwert für Lebensmittel geringer Bedeutung: Zehn mal höhere Werte als "andere LM".

"Zu den Lebensmitteln geringer Bedeutung sind insbesondere zu zählen: Gewürze; Kräutertees; gezuckerte (haltbar gemachte) Früchte, Fruchtschalen und andere Pflanzenteile; Hefe und andere nicht lebende Einzeller; Hopfen (Blütenzapfen); Kapern; Kaviar und Kaviarersatz; Knoblauch; Küchenkräuter; Maniok und dessen Produkte; Maranta; Paranüsse; Algen; Topinambur; Trüffel; Salep; Schalen von Zitrusfrüchten und Melonen; Süsskartoffeln; Vitamine und Provitamine; Gelier-, Verdickungs- und Überzugsmittel pflanzlicher Herkunft (Zusatzstoffe)."
Anhang 6.4, FIV

²⁾ Bei den Caesiumisotopen gilt für Wildfleisch und Speisepilze wildwachsend der Wert: 1250 Bq/kg

³⁾ Ausnahme Meerestiere: 150 Bq/kg

²⁸ - *"Die Toleranz- und Grenzwerte beziehen sich, wenn in der Liste nicht anders angegeben, auf die gut gewaschenen oder gereinigten (Staub, Erde) verzehrbaren Anteile des Lebensmittels. Bei getrockneten Lebensmitteln, wenn diese nicht ausdrücklich als solche in der Liste aufgeführt sind, beziehen sie sich auf den rekonstituierten Zustand. Bei verarbeiteten Lebensmitteln (Mischungen, Extrakte, Konzentrate usw.) sind, wenn in der Liste nicht anders angegeben, die Höchstkonzentrationen der Rohprodukte anteilmässig zu berücksichtigen."* (Anhang 6.1, FIV).

- *"Die Höchstkonzentrationen gelten für die jeweilige Radionuklidgruppe. Innerhalb der Nuklidgruppe gelten sie für die Summe der gemessenen Aktivitäten."* (Anhang 6.2, FIV)

- *"Die Grenzwerte gelten grundsätzlich auch für Radionuklide natürlichen Ursprungs. Sie gelten jedoch nicht für homöostatisch regulierte natürliche Nuklide wie Kalium-40, wo die Dosis nicht von der inkorporierten Aktivität abhängt"* (Anhang 6.3, FIV)

Tabelle 10: Toleranzwerte (Bq/kg) für Radionuklide in Lebensmitteln gemäss der Verordnung für Fremd- und Inhaltsstoffe (Lit. [1.6])

| Nuklid(gruppe) | Alle LM |
|--|------------------|
| H-3 | 1000 |
| C-14 | 200 |
| Sr-Isotope (insb. Sr-90) | 1 |
| I-Isotope (insb. I-131) | 10 |
| Cs-Isotope | 10 ¹⁾ |
| Pu-Isotope und Transplutoniumelemente (α -Teilchen emittierende insb. Pu-239, Am-241) | 0.1 |
| Radionuklide der Uran und Thoriumreihe | -- |
| Alle übrige Nuklide (ohne K-40) | 10 |

¹⁾ Bei den Cäsiumisotopen ist der Toleranzwert für Wildfleisch und Wildpilze 600 Bq/kg.

- Entscheidungskriterien im Bereich Futtermittel (Lit. [3.6])

Bei Futtermitteln sind für Radionuklide gesetzlich keine Grenzwerte definiert. Im Ereignisfall sollte dennoch eine Beurteilung möglich sein, bis zu welchen Aktivitätsgehalten Futtermittel problemlos verfüttert werden können, damit die daraus produzierten Lebensmittel die Grenzwerte nach FIV nicht überschreiten. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat deshalb aus den Grenz- und Toleranzwerten der FIV Höchstgehalte (Tabelle 11 und Tabelle 13) für Futtermittel abgeleitet. Diese sollen als Beurteilungsgrundlage dienen, um entscheiden zu können, ob Futtermittel mit einem bestimmten Radionuklidgehalt für die Fütterung eingesetzt werden können oder nicht.

Tabelle 11: Empfohlene Höchstgehalte für Futtermittel (Bq/kg) zur Einhaltung der Grenzwerte in den entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln

| Höchstwerte Frischgras⁵⁾ | | | | |
|---|-------------------|--------------------|-------------------|--|
| Tierisches Nahrungsmittel³⁾ | Cs-Isotope | Jod-Isotope | Sr-Isotope | Pu-239 und Am-241 ²⁾ |
| Kuhmilch | 1500 | 1250 | 500 | 8000 ¹⁾ |
| Schaf-, Ziegenmilch | 1250 | 150 | 500 | 350'000 ¹⁾ |
| Kuhfleisch | 250 | 4000 | 10'000 | 150'000 ¹⁾ |
| Schaf-, Ziegenfleisch | 500 | 50'000 | 20'000 | 60'000 ¹⁾ |

| Höchstwerte Kraftfutter | | | | |
|---|-------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| Tierisches Nahrungsmittel⁴⁾ | Cs-Isotope | Jod-Isotope | Sr-Isotope | Pu-239 und Am-241 ²⁾ |
| Lammfleisch | 200 | 20'000 | 25'000 | -- |
| Rindfleisch | 5000 | 60'000 | 150'000 ¹⁾ | 2'500'000 ¹⁾ |
| Kalbfleisch | 1500 | 300'000 | 150'000 ¹⁾ | 800'000 ¹⁾ |
| Schweinefleisch | 1000 | 250'000 | 150'000 ¹⁾ | 3'300'000 ¹⁾ |
| Hühnerfleisch | 2000 | 1'500'000 ¹⁾ | 150'000 ¹⁾ | 70'000 ¹⁾ |
| Hühnereier | 50'000 | 6000 | 20'000 | -- |

- 1) Wert ist grösser als die Bewilligungsgrenze: Der berechnete Wert ist so hoch, dass 1 kg Futtermittel solcher Aktivität nur in einem Arbeitsbereich gemäss Art. 69 Abs. 3 StSV gehandhabt werden kann. Folglich sind solche Höchstgehalte in der Praxis nicht anwendbar.
- 2) Gruppe gilt für alle Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente
- 3) Bei den aufgeführten tierischen Nahrungsmitteln wird von hauptsächlicher Fütterung mit Gras/Heu ausgegangen.
- 4) Bei den aufgeführten tierischen Nahrungsmitteln wird von hauptsächlicher Fütterung mit Kraftfutter ausgegangen.
- 5) Bei der Verwendung von Heu ist als Höchstgehalt der 5-fache Wert wie für Frischgras zu verwenden, da die Futtermenge dann nur etwa ein Fünftel der Frischgrasmenge beträgt.

Die abgeleiteten Höchstgehalte für Futtermittel zur Einhaltung der Grenzwerte in Nahrungsmitteln sind für die Strontiumisotope sowie die Alphastrahler sehr hoch, da die Transferfaktoren sehr klein sind. Die Freigrenzen nach StSV werden bei diesen Nukliden massiv überschritten. Diese theoretischen Werte werden hier nur aufgeführt, um zu zeigen, dass Strontium und Alphastrahler wegen der tiefen Transferfaktoren eigentlich kein Problem für die Nahrungsmittel darstellen. Von der Handhabung der Futtermittel her, müssten die Futtermittel aber aufgrund der StSV schon längst als radioaktiver Abfall separat entsorgt werden.

Aus der Tabelle 11 lässt sich beim Vergleich mit den Grenzwerten in der FIV (siehe Tabelle 12) folgende Faustregel ableiten:

Wenn bei den Cäsium- und Jodisotopen für die Futtermittel der gleiche Wert wie der entsprechende Grenzwert nach FIV beim damit produzierten tierischen Produkt verwendet wird, ist man in der Regel auf der sicheren Seite. Diese Regel gilt allerdings nicht bei der Produktion von Fleisch durch Verfütterung von Frischgras/Heu.

Faustregel 7

Tabelle 12: Grenzwerte nach FIV in Bq/kg. Diese Werte können in einer ersten Näherung auch als Höchstgehalte für die Futtermittel zur Produktion des entsprechenden tierischen Lebensmittels verwendet werden.

| Tierisches Produkt | Cs-Isotope | Jod-Isotope |
|----------------------------------|------------|-------------|
| Milch (Flüssige Lebensmittel) | 1000 | 500 |
| Fleisch (Lebensmittel allgemein) | 1250 | 2000 |

Tabelle 13: Empfohlene Höchstgehalte für Futtermittel (Bq/kg) zur Einhaltung der Toleranzwerte in den entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln

| Höchstwerte Frischgras ⁵⁾ | | | | |
|---|------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Tierisches Nahrungsmittel ³⁾ | Cs-Isotope | Jod-Isotope | Sr-Isotope | Pu-239 und Am-241 ²⁾ |
| Kuhmilch | 15 | 30 | 4 | 40 |
| Schaf-, Ziegenmilch | 10 | 4 | 5 | 2000 ¹⁾ |
| Kuhfleisch | 3 | 20 | 15 | 200 |
| Schaf-, Ziegenfleisch | 5 | 250 | 25 | 80 |
| Lammfleisch | 2 | 100 | 35 | -- |

| Höchstwerte Kraftfutter | | | | |
|---|------------|-------------|------------|---------------------------------|
| Tierisches Nahrungsmittel ⁴⁾ | Cs-Isotope | Jod-Isotope | Sr-Isotope | Pu-239 und Am-241 ²⁾ |
| Rindfleisch | 40 | 300 | 200 | 3000 ¹⁾ |
| Kalbfleisch | 15 | 1500 | 250 | 1000 ¹⁾ |
| Schweinefleisch | 10 | 1250 | 200 | 4000 ¹⁾ |
| Hühnerfleisch | 20 | 8'000 | 250 | 100 |
| Hühnereier | 400 | 30 | 30 | -- |

- 1) Wert ist grösser als die Bewilligungsgrenze: Der berechnete Wert ist so hoch, dass 1 kg Futtermittel solcher Aktivität nur in einem Arbeitsbereich gemäss Art. 69 Abs. 3 StSV gehandhabt werden kann. Folglich sind solche Höchstgehalte in der Praxis nicht anwendbar.
- 2) Gruppe gilt für alle Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente
- 3) Bei den aufgeführten tierischen Nahrungsmitteln wird von hauptsächlichlicher Fütterung mit Gras/Heu ausgegangen.
- 4) Bei den aufgeführten tierischen Nahrungsmitteln wird von hauptsächlichlicher Fütterung mit Kraftfutter ausgegangen.
- 5) Bei der Verwendung von Heu ist als Höchstgehalt der 5-fache Wert wie für Frischgras zu verwenden, da die Futtermenge dann nur etwa ein Fünftel der Frischgrasmenge beträgt.

d) Massnahmen

In diesem Kapitel werden vor allem die unmittelbar nach Ende des Wolkendurchzugs anstehenden Massnahmen (Lockerung, Evakuation, Lebens-/Futtermittel) diskutiert. Massnahmen wie die Umsiedlung, welche erst Wochen nach dem Ereignis getroffen werden, werden hier nur aufgelistet aber nicht im Detail beschrieben.

Die in diesem Kapitel aufgeführten Massnahmen basieren auf Entscheidungskriterien, welche einzig radiologische Aspekte berücksichtigen. Die NAZ wird aufgrund dieser Kriterien entsprechende Anträge an den LAR stellen. Der LAR beurteilt die Gesamtlage und passt die Anträge entsprechend an, bevor sie an dem Bundesrat zum Entscheid vorgelegt werden.

- **Lockerung von Schutzmassnahmen bzw. Anordnung einer Evakuation nach Ende des Wolkendurchzugs**

Liegt die ODL nach Ende der Wolkenphase unter $5 \mu\text{Sv/h}$, können sämtliche Massnahmen in Zusammenhang mit Aufenthaltsbeschränkungen im Freien (Aufenthalt im Haus bzw. Keller/Schutzraum) aufgehoben werden, da in diesem Gebiet im ersten Jahr keine externen Dosen $> 1 \text{ mSv}$ zu erwarten sind.

Im Gebiet mit einer Dosisleistung von $5 - 500 \mu\text{Sv/h}$ (Dosis 1. Jahr von $1 - 100 \text{ mSv}$) ist zwar ein Aufenthalt vor Ort möglich, soll aber mit Einschränkungen verbunden sein. Für die ersten Tage (1 Woche) soll der Aufenthalt im Freien standardmässig auf $1 - 2 \text{ h}$ pro Tag eingeschränkt werden, bis ausreichend nuklidspezifische Messungen für eine detaillierte Beurteilung und Entscheide bezüglich einer weiteren Lockerung möglich sind.²⁹ Im ersten Jahr sollen soweit einschränkende Massnahmen bezüglich Aufenthalt im Freien angeordnet und allenfalls Dekontaminationsmassnahmen durchgeführt werden, dass die resultierende Dosis unter Berücksichtigung der Wirkung der Massnahmen 10 mSv nicht überschreitet.

Bei ODL-Werten über $500 \mu\text{Sv/h}$ sind im 1. Jahr externe Dosen $> 100 \text{ mSv}$ zu erwarten. In diesem Fall soll eine Evakuation durchgeführt werden, da der in Kapitel 3 abgeleitete Dosisengreifwert für die Evakuation überschritten wird.

Die Bevölkerung soll das Gebiet mit dem eigenen Fahrzeug verlassen können, da es sich um ein eng begrenztes Gebiet handelt.³⁰ Dies ist aus radiologischer Sicht vertretbar und von der Bevölkerung besser akzeptierbar, wenn das eigene Fahrzeug mitgenommen werden darf. Unter der Annahme, dass höchstens Teile der Zone 1 betroffen sind, ist ein dadurch entstehendes Verkehrschaos eher unwahrscheinlich.

Dosen durch mögliche Kontaminationsübertragungen vom Fahrzeug sind gegenüber der im Evakuationsgebiet auftretenden externen Bestrahlung vernachlässigbar. Eine längerfristige Kontamination eines Fahrzeugs und eine tägliche mehrstündige Benutzung kann jedoch dazu führen, dass der in Kapitel 3 definierte Dosisengreifwert von 1 mSv überschritten wird. Für Fahrzeuge aus dem evakuierten Gebiet soll deshalb als vorsorgliche Massnahme die Reinigung in einer Waschanlage vorgesehen werden, um allfällige Kontaminationen zu beseitigen. Das Abwasser aus der Waschanlage stellt im Gesamtrahmen kein Problem dar.

²⁹ Durch diese Massnahmen kann die Dosis um den Faktor 2.5 gegenüber dem normalem Aufenthalt gesenkt werden.

³⁰ Gemäss Referenzszenarien der HSK (Lit [8.1]) ist für den Fall Kernbeschädigung mit Venting keine Evakuation notwendig. Beim Fall Kernbeschädigung ohne Venting wäre eine Evakuation bei ungünstiger Wetterlage bis maximal 2 km notwendig.

Die in den einzelnen Gebieten durchzuführenden Massnahmen sind in Tabelle 14 aufgelistet.

Tabelle 14: Details zu den Massnahmen "Beschränkter Aufenthalt" und "Evakuierung"

| | ODL¹⁾ ($\mu\text{Sv/h}$) | Notwendige Massnahmen bzw. Lockerung von bestehenden Massnahmen |
|----------|---|---|
| A | < 5 | keine Massnahmen bezüglich Aufenthalt <ul style="list-style-type: none"> keine Einschränkungen bezüglich Aufenthalt im Freien und Zutritt in dieses Gebiet |
| B | 5 - 500 | Aufenthalt an Ort mit Einschränkungen bezüglich Aufenthalt im Freien <ul style="list-style-type: none"> Aufenthalt im Freien auf 1 - 2 h pro Tag einschränken. (Dies gilt vor allem in den ersten Tagen und für den oberen Bereich des Dosisleistungsbandes, wo die Dosisbeiträge hoch sind.) Zutritt ins Gebiet unter Berücksichtigung vorheriger Einschränkungen erlaubt. <i>Zusätzliche Einschränkungen solange der beschränkte Aufenthalt im Freien gilt: ²⁾</i> Verbot für Kinder, im Freien zu spielen. Vor Aufhebung der beschränkten Aufenthaltszeit im Freien sind Spielplätze messtechnisch zu prüfen und zu dekontaminieren. Im oberen Dosisbereich Gartenarbeit vermeiden, sonst Handschuhe tragen und nach erledigter Arbeit Hände waschen Empfehlung, die Schuhe beim Eintritt ins Haus zu wechseln. |
| C | > 500 | Evakuierung, kein Transit ³⁾ <ul style="list-style-type: none"> Vollständige Evakuierung und Absperrung der Zone. Zutrittsberechtigt sind in einer ersten Phase⁴⁾ lediglich verpflichtete Personen, welche mit Dekontaminationsmassnahmen die Zone wieder bewohnbar machen sollen. Diese verpflichteten Personen müssen dosimetrisch überwacht werden. Kein Transit, bis Detailmessungen vorliegen. <i>Zusätzliche Verhaltensmassnahmen für die Bevölkerung während und nach Evakuierung ²⁾</i> Während Evakuierung: Nur das Nötigste mitnehmen. Im Freien nichts berühren. Aufenthalt im Freien so kurz wie möglich. Gebiet gemäss Anweisung der Behörden zügig verlassen Nach Evakuierung: Kleider, Schuhe wechseln; Hände waschen. Fahrzeuge in Waschanlage reinigen |

1) ODL, welche nach Ende des Wolkendurchzugs gemessen wird.

2) Die meisten der erwähnten zusätzlichen Einschränkungen sind rein vorsorglicher Natur, um Kontaminationsübertragungen zu vermindern.

3) Massnahmen bezüglich Transit im Evakuierungsgebiet: Die Dosisleistung auf der Transitstrecke ist im Detail zu messen, die locker haftende Kontamination zu beurteilen und allenfalls eine Dekontamination durchzuführen. Eine Freigabe sollte erst erfolgen, wenn die Jahresdosis für Durchreisende im Folgejahr ≤ 1 mSv beträgt.

4) Der Bevölkerung soll der Zutritt in das evakuierte Gebiet nach einer detaillierten Abklärung der dortigen radiologischen Situation gewährt werden, wenn die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte eingehalten werden (siehe Kapitel 3). Dies bedeutet:

- Für berufliche Tätigkeiten (ausser Einsatzorgane) gilt der Grenzwert von 20 mSv pro Jahr für beruflich strahlenexponierte Personen.
- Die Erlaubnis für Privatpersonen ihre Wohnung aufzusuchen, soll an eine jährliche Dosislimite von 1 mSv gekoppelt werden.

Grundsätzlich soll dabei im evakuierten Gebiet der Zutritt nur mit einer Zutrittsbewilligung und Dosiskontrolle möglich sein.

- **Massnahmen zur Vermeidung der Inkorporation von Umweltkontaminationen (Lit. [3.4])**

In den Gebieten mit beschränktem Aufenthalt bzw. Evakuierung werden zusätzlich vorsorgliche Massnahmen getroffen, um eine Kontamination der Haut bzw. Inkorporation von Kontaminationen aus der Umwelt zu vermeiden (Details siehe Tabelle 14). Unter welchen Bedingungen der von der Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen in Kapitel 3 definierte Dosisengreifwert von 1 mSv für die Inkorporation von Umweltkontaminationen wirklich überschritten wird, kann erst im Ereignisfall beurteilt werden, wenn nuklidspezifische Kontaminationsmessungen vorliegen und die Beschaffenheit der Kontamination (locker bzw. fest haftende Anteile) bekannt sind.

- **Freigabe von Transitstrecken im Evakuationsgebiet (Lit. [3.4])**

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat in Kapitel 3 festgelegt, dass wichtige Transitstrecken, welche durch evakuiertes Gebiet verlaufen, sobald wie möglich wieder freigegeben werden sollen, wenn garantiert werden kann, dass auch bei regelmässiger Durchfahrt eine Dosis von 1 mSv nicht überschritten wird.

Abschätzungen bezüglich Dosen ergeben bei einer anfänglichen Ortsdosisleistung von 500 $\mu\text{Sv/h}$ (entspricht der minimalen ODL im Evakuationsgebiet) eine Dosis von 3 mSv im ersten Jahr, wenn täglich während 30 Minuten ein solches Gebiet durchfahren wird.³¹ Eine definitive Beurteilung bezüglich zu erwartender Dosis kann erst im Ereignisfall durchgeführt werden, wenn die tatsächliche Grösse des Evakuationsgebietes und die Länge der Transitstrecke im Evakuationsgebiet bekannt sind.

- **Kontaminationskontrollen von Fahrzeugen (Lit. [3.4])**

Privatfahrzeuge, welche für die Evakuierung benützt werden, können Kontaminationen in die Gebiete ausserhalb verschleppen. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat abgeschätzt, ob deshalb an den Gebietsübergängen Kontrollstellen aufgebaut werden sollen, welche die passierenden Fahrzeuge auf Kontamination untersuchen. Es hat sich herausgestellt, dass am Übergang vom Evakuationsgebiet zum Gebiet mit Aufenthaltsbeschränkungen eine Kontaminationskontrolle messtechnisch und auch aus Kapazitätsgründen nicht möglich ist.

Durch Waschen der Fahrzeuge nach der Evakuierung in einer Waschanlage kann das Problem zeitlich begrenzt werden. Für verunsicherte Fahrzeuginhaber ist die Errichtung einer Kontaminationskontrollstelle (z. B. Strassenverkehrsamt) im nicht betroffenen Gebiet in Betracht zu ziehen.³²

Auch das Gebiet mit Aufenthaltsbeschränkungen weist Kontaminationen auf, die beträchtlich über den in der Strahlenschutzverordnung definierten Richtwerten liegen können. Die daraus durch Kontaminationsübertragung auf den Menschen resultierenden Dosen sind allerdings gegenüber der externen Bestrahlung vernachlässigbar. Eine stichprobenweise

³¹ Herleitung: Ständiger Aufenthalt in einem Gebiet mit einer anfänglichen Dosisleistung von 500 $\mu\text{Sv/h}$ würde gemäss Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2] in den ersten 12 Monaten zu einer Dosis im Freien von 250 mSv führen. Durch den täglichen Aufenthalt während nur 1/48 der Zeit (30 min pro Tag) und während nur 200 von 365 Tagen reduziert sich die Dosis um den Faktor 90 und ergibt ca. 3 mSv in den ersten 12 Monaten.

³² An der Grenze des Evakuationsgebietes ist die Kontamination der Umgebung zu gross. Dadurch kann die Kontamination des Fahrzeugs nicht klar von derjenigen der Umgebung abgegrenzt werden.

Kontaminationskontrolle von Fahrzeugen in diesen Gebieten soll Aufschluss über die tatsächlichen Werte geben. Eine strikte Kontrolle ist aus Sicht des Strahlenschutzes sicher nicht notwendig.

- Umsiedlung

Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen hat in Kapitel 3 für die Umsiedlung ein Dosisengreifwert von 20 mSv definiert. Wenn drei Monate nach dem Ereignis für das Folgejahr bei normalem Aufenthalt mit einer Dosis > 20 mSv zu rechnen ist, soll eine Umsiedlung in Betracht gezogen werden. Eine definitive Entscheidung soll allerdings erst nach einer detaillierten Analyse des allgemeinen Befindens der betroffenen Bevölkerung gefällt werden.

- Massnahmen im Bereich Landwirtschaft/Lebensmittel (Lit. [3.5])

Gemäss DMK können vorsorglich einschneidende Massnahmen angeordnet werden. Darunter fällt z.B. ein allgemeines Ernte-, Weide- und Ablieferungsverbot, um das Inverkehrbringen von kontaminierten Lebens- und Futtermitteln zu vermeiden. In Tabelle 15 sind die in einem solchen Gebiet notwendigen vorsorglichen Massnahmen aufgeführt:

Tabelle 15: Zusammenstellung der Massnahmen in den ersten Tagen solange ein vorsorgliches Weide-, Ernte- und Ablieferungsverbot gilt (bis konkrete nuklidspezifische Messungen von Nahrungs- und Futtermitteln und deren Beurteilung vorliegen).

| | Massnahme | Bemerkungen |
|---------------------------------|--|--|
| Milch | Entsorgung vor Ort in Güllegrube oder Kanalisation | Die Milch darf höchstens ein paar Tage via Kanalisation entsorgt werden, da die Kläranlagen vor allem in ländlichen Gebieten "kippen", wenn zuviel fett- und proteinhaltige Milch zugeführt wird. ³³ Die Abgabe ist auf jeden Fall vorher mit der örtlichen Kläranlage abzusprechen. Eventuell ist auch ein Transport der Milch in die Kläranlage mit kontrollierter, dosierter Abgabe sinnvoll. |
| Versorgung der Nutztiere | <ul style="list-style-type: none"> - Fütterung mit Futter, das vor dem Unfall geerntet wurde. - Für die Tränke nur Leitungswasser benützen | |
| Haltung der Nutztiere | Stallhaltung oder Haltung in Gehege ohne Zugang zu Frischfutter | Der Auslauf im Gehege sollte so klein wie möglich gehalten werden. |

Mit Hilfe von nuklidspezifischen Messungen der Lebensmittel kann definitiv entschieden werden, welche Lebensmittel nicht in den Verkehr gelangen dürfen. Die FIV gibt vor, welche Konzentrationen in Lebensmitteln für die menschliche Ernährung ungeeignet sind und deren Inverkehrbringen verboten ist. Dies ist bei Überschreitung des Grenzwertes der Fall.

³³ Die Abteilung Umweltschutz, Sektion Gewässer (Kt. AG) gibt die Abgabemenge in Form des Einwohnergleichwerts an: 1000 l Milch entsprechen dort 50 - 150 Einwohnern.

In den Tabellen 16 - 18 werden mögliche Massnahmen zur Dekontamination bzw. Entsorgung von Lebensmitteln aufgelistet. Eine Entscheidung, welche der aufgeführten Massnahmen durchgeführt werden sollen, kann erst nach Beurteilung der ereignisspezifischen Ausgangslage getroffen werden. Eine Gesamtbeurteilung durch den LAR über die möglichen Konsequenzen der einzelnen Massnahmen ist hier besonders wichtig. Dies gilt auch für die in den folgenden zwei Abschnitten erwähnten Massnahmen.

Durch vorsorgliche Massnahmen wie Weideverbot und Fütterung mit unkontaminiertem Futter, sollte vor allem bei der Erzeugung von tierischen Produkten (Milch, Fleisch) der Transfer von Radionukliden über die Futtermittel unterbunden werden können. Falls eine Fütterung mit unkontaminierten Futtermitteln nicht möglich ist, sollten Massnahmen zur Verminderung des Radionuklidtransfers in Betracht gezogen werden. In den Tabellen 19 - 20 sind mögliche Massnahmen aufgeführt. Ebenfalls aufgeführt sind Massnahmen, welche die Produktionsmenge reduzieren und damit die Abfallmenge verringern.

Im Ackerbau kann durch Umpflügen die radioaktive Kontamination in tiefere Bodenschichten verlagert werden. Dazu werden Massnahmen in der Tabelle 21 vorgeschlagen.

Die Eignung der einzelnen Massnahmen in den Tabellen 16 - 21 wird in der ersten Spalte mit "+" oder "-" Zeichen gewertet. Ein "-" bedeutet, dass sich diese Massnahme nicht eignet. Solche Massnahmen wurden trotzdem aufgeführt, damit die Nachteile offensichtlich sind.

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 16: Massnahmen, falls die Kontaminationswerte in der Milch die gültigen Grenzwerte überschreiten

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor-, und Nachteile | Effizienz |
|---|--|--|---|---|
| + | Oxidation der organischen Inhaltsstoffe | Oxidation der organischen Inhaltsstoffe im Abwasser, welche nicht oder nur teilweise von Mikroorganismen geleistet wird. ³⁴ | - keine Erfahrungen, Anlagen vorhanden (Auskunft EAWAG: In grossem Massstab nicht vorhanden, kleinere Mengen bei chem. Industrie ev. möglich) | |
| + | Dekontamination der Milch durch Verarbeitung ^{35,36} 1. Verwertung zu Molke + Butter 2. Filtration und Abtrennung des Eiweissanteils aus der Molke 3. Dekontamination der Molke durch Ionenaustausch 4. Verwendung der · dekontaminierten Molke als Futtermittel · Butter als Nahrungsmittel oder Verbrennung | Die gültigen Grenzwerte für Nahrungsmittel dürfen nicht überschritten werden, ansonsten ist die Butter zu verbrennen | + Die Ionenaustauscher entsprechen den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen und sind regenerierbar. - kontaminiertes Material tritt in Verarbeitungsprozess ein - Bei der Regeneration fällt kontaminiertes Eluat (ca. 50 - 70000Bq/l) an, welches entsorgt werden muss. - keine bestehende Anlage vorhanden - Akzeptanzproblem von dekontaminierten Milchprodukten bei der Bevölkerung | 1. Gut für Butter. Reduktion der Radionuklide: Cs 80, Iod 50, Sr 80 % ³⁷ 3. Sehr gut für Molke: Praktisch 100 %. Die Methode eignet sich nicht für die Dekontamination von Iod! |
| - | Einleiten in Kanalisation | Die Milch darf höchstens ein paar Tage auf diese Weise entsorgt werden, da die Kläranlagen vor allem in ländlichen Gebieten kippen, wenn zuviel fett- und proteinhaltige Milch zugeführt wird. | - Eignet sich nicht für die Entsorgung der ganzen anfallenden Milchmenge | |
| - | Güllegruben | Allenfalls Gülle vorher ausbringen, bei beschränkter Kapazität | + Milch gelangt nicht unkontrolliert in Umwelt - Ausbringen der Gülle führt zu einer Wiederkontamination der Weide | |
| - | Ausleeren auf Acker | | - Eignet sich nicht für die Entsorgung der ganzen anfallenden Milchmenge | |

³⁴ Überlegungen zu Sauerstoffbedarf: Tagesfracht 345 m³ --> 550 kg Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) pro 24 Stunden bei maximaler Abgabe von 4 Litern pro Sekunde. Um alles darin enthaltene oxidierbare Material zu oxidieren, braucht es 0.63 g O₂ pro Liter.

³⁵ Dekontamination von Milch- und Milchprodukten, die radioaktiv belastet sind. Deutsche Milchwirtschaft, 39/ 1997, 1424 - 1426: Im beschriebenen gross-technischen Versuch wurden 2.5 t Molkenpulver, welches durchschnittlich mit 5000 Bq/kg Cs kontaminiert war, dekontaminiert. Im zurückgewonnenen Molkenpulver wurden 0 - maximal 100 Bq/kg Cäsium gemessen.

³⁶ Die Verarbeitung zu Butter hat zudem den Vorteil, dass bei Butter (gemäss FIV Lebensmittel allgemein) für Iod und Sr ein höherer Grenzwert (Faktor 4 bzw. 6) gilt als für Milch (gemäss FIV flüssiges Lebensmittel).

³⁷ Angaben gemäss Deutschem Massnahmenkatalog (Oktober 1999), S. 6-22 (Lit. [4.1])

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
 KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
 Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 17: Massnahmen, falls die Kontaminationswerte im Fleisch die gültigen Grenzwerte überschreiten:

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor- und Nachteile | Effizienz |
|----|---|---|---|-------------------------------|
| + | Schlachtverbot | siehe Massnahmen Tabelle 19b | | |
| + | Verbrennung | | <ul style="list-style-type: none"> + Die Kapazität für die Verbrennung ist vorhanden. (BSE --> Zementwerke) - Es entstehen hohe Kosten, ohne einen Nutzen - Entstehung von kontaminierten Filterstäuben + Asche | |
| -- | Beizen von kontaminiertem Fleisch mit Essig | Volumen Fleisch zu Volumen Beizflüssigkeit mindestens 1:3. Anwendung auf scheibenförmige Stücke (5 cm) mit reiner Essigbeize während 2 Tagen. | <ul style="list-style-type: none"> - Anfall von kontaminierter Essigbeize. - Nur auf beschränkte Menge mit Kontamination für Cs < 6000 Bq/kg anwendbar. | ca. 80 % für Cs ³⁸ |

³⁸ Angaben gemäss Deutschem Massnahmenkatalog (Lit. [4.1]). Diese Angaben sind identisch mit Werten aus Lit [5.8]

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 18: Entsorgung bzw. Weiterverwendung von erntereifen kontaminierten Produkten

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor- und Nachteile | Effizienz |
|-----|--|---|--|--|
| +++ | Unterpflügen der Ernteprodukte | Geeignet bei tonhaltigen Böden ³⁹ und intensiver Nutzung (gute Bindung von Cs) für Freilandgemüse, Getreide, Futterpflanzen (evtl. vorher häckseln). Geschnittenes Gras kann ebenfalls auf einem Acker untergepflügt werden. Ungeeignet, wenn grosser Teil der Gesamtdeposition sich auf Pflanze befindet, in diesem Fall ist die separate Entsorgung angebracht Weniger effizient bei extensiver Nutzung (Sandböden, Böden mit tiefem pH-Wert, hohem org. Anteil, tiefer Tongehalt und Konzentration an K und Ca) | + Massnahme mit bestehender Ausrüstung möglich + keine Entsorgungskosten - zusätzlich Kontamination vom Boden | gut Der Transferfaktor Boden -Pflanze beträgt bei Tonböden 0.01 - 0.05 für Cs und 0.1 - 2 für Sr (Bq/kg Trockenmasse essbarer Teil Pflanze pro Bq/kg Trockengewicht Boden) Lit [5.7] |
| + | Entfernung der kontaminierten Vegetation und Zwischenlagerung vor Ort in Plastikballen bis definitiver Entscheid bezüglich Entsorgung vorliegt | Geeignet für Gras, Getreide, Mais, falls grosser Teil der Deposition sich auf der Pflanze befindet (Gras vorgetrocknet, Getreide u. Mais gehäckselt). Gerade bei Gras lohnt sich eine Entfernung bevor die Schnitthöhe erreicht wird. Dadurch kann die anfallende Menge reduziert werden. | + Geräte und Material genügend vorhanden. + Transport der Ballen unproblematisch. + Anfall einer relativ grossen Abfallmenge (700 kg/Ballen, 12 Ballen/ha (Gras)) - Kontaminationsmessung von Boden und Pflanze vorgängig notwendig - Übergangslösung, keine definitive Entsorgung | Übergangslösung: Bei trockener Deposition wird zwischen 10 und 50 % der gesamten deponierten Aktivität eliminiert, bei Regen vor der Ernte reduziert sich der Dekontaminationsgrad auf 20 - 35 % (Lit. [5.8]) |
| + | Bau von Sonderdeponien mit kontrollierter Kompostierung/ Vergärung von hochkontaminierten Produkten | Je nach Auslegung für sämtliches kontaminiertes Material geeignet, wo keine bessere alternative Entsorgung. Zur Endlagerung von in Plastikballen zwischengelagerten und vorgetrockneten Ernteprodukten. | + evtl. Energiegewinnung - spezielle Grossanlage muss zuerst gebaut werden - spezielle Massnahmen für die Rückhaltung des Sickerwassers - ständige Kontrollen des Sickerwassers notwendig - teure Infrastruktur | gut, zentrale, kontrollierte Entsorgung |
| - | Entsorgung in bestehenden Kompostanlagen | Geeignet bei Produkten mit geringem Wassergehalt (getrocknetes Gras, Getreide) | + Grossanlage in ganzer CH vorhanden - Bestehende Grosskompostanlagen haben nur beschränkte Kapazität - Endprodukt und Sickerwasser kontaminiert | |

³⁹ 60 % der Böden in der Schweiz sind mittelschwer und enthalten Tone. Diese können Cs binden. Alluvial-Böden (Sand, wenig bis kein Ton) finden sich in grösseren Alpentälern oder in Flusstälern im Mittelland (z.B. Magadinoebene). Moorige Böden (sauer, Wald-, Moorboden) enthalten ebenfalls keinen Ton. Diese sind ungeeignet Cs zurück zu halten (Bodeneignungskarte der Schweiz, 1980, 1: 200'000, Bundesamt für Raumplanung, Bern).

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
 KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
 Entscheidungen in der Bodenphase

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor- und Nachteile | Effizienz |
|----|---|---|--|------------------|
| - | Entsorgung in bestehenden Vergärungsanlagen | Geeignet bei Produkten mit hohem Wassergehalt | <ul style="list-style-type: none"> + Grossanlage in ganzer CH vorhanden + Energiegewinnung durch Methangewinnung - teure Infrastruktur - beschränkte Kapazität der bestehende Anlagen - Endprodukt und Sickerwasser kontaminiert | |
| -- | Verwendung als Futtermittel | Nur bei schwach kontaminierten Produkten, da Grenzwerte für Futtermittel fast gleich wie für Nahrungsmittel | | |
| -- | Verbrennung der Produkte in Kehrichtverbrennung | Besser geeignet bei Produkten mit geringem Wassergehalt | <ul style="list-style-type: none"> + Grossanlagen in ganzer CH vorhanden + lagerfähiges volumenreduziertes Endprodukt (Schlacke, Asche) - teure Infrastruktur - bestehende Anlagen haben nur beschränkte Kapazität - kontaminiertes Endprodukt - Entstehung von kontaminieren Filterstäuben, kontaminierte Abluft? | |

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 19: Vorsorgliche Massnahmen, welche den Transfer von Radionukliden in die Milch bzw. die Milchproduktion reduzieren.

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor-, und Nachteile | Effizienz |
|-----|--|---|---|---|
| +++ | Verwendung von Futtermitteln, deren Kontamination unter dem gültigen Grenzwert für Futtermittel liegt | Als Alternative ist auch der Wegtransport der Kühe in unkontaminierte Gebiete in Betracht zu ziehen | <ul style="list-style-type: none"> + Die Kontamination der Milch und deren aufwändige Dekontamination kann vermieden werden + Milchproduktion bleibt erhalten - In hochkontaminierten Gebieten ist die Zufuhr von unkontaminiertem Futtermittel notwendig | Sehr gut in Kombination mit Stallhaltung |
| +++ | Stallhaltung oder Haltung in Gehege ohne Zugang zu Frischfutter | Haltung im Freien, nur falls keine Stallhaltung möglich. Bei Haltung im Freien sollte das Gehege möglichst klein gehalten werden und Zugang zu Frischfutter vermieden werden. | <ul style="list-style-type: none"> + Einfache Massnahme, notwendige Infrastruktur grösstenteils vorhanden | Sehr gut in Kombination mit konsequenter Verfütterung von Futter, dessen Kontamination unter dem Grenzwert liegt. |
| + | Absetzen der Milchproduktion durch <ul style="list-style-type: none"> · Strohfütterung · Futterreduktion · weniger melken | Kommt dann in Frage, wenn zuwenig Futtermittel verfügbar ist, welches unter dem Grenzwert für Futtermittel liegt und die Tiere nicht in ein unkontaminiertes Gebiet transportiert werden können. Zufüttern von zunehmenden Mengen Heu und Stroh führt innerhalb von 2 - 3 Wochen zu einem künstlichen Galtstellen (normale Praxis vor Geburt). Langsam (10 - 14 Tage) von zweimal melken auf einmal melken umstellen. ⁴⁰ | <ul style="list-style-type: none"> + weniger Arbeit + Anfall von geringerer Menge an kontaminierter Milch als bei normaler Fütterung - Ein zu schnelles Abstellen der Milchproduktion durch weniger Melken führt zu Problemen besonders bei frisch laktierenden und Hochleistungskühen in voller Produktion (Probleme: Acetonämie, Ketose, Oedeme) | Abstellen der Milchproduktion innerhalb von 2 - 3 Wochen |

⁴⁰ Über eine Reduktion der Milchmenge durch medikamentöse Behandlung (Hormone) bestehen keine Erfahrungen. Geht nach Auskunft der FAM (Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft) nicht, da die Kühe normalerweise trächtig sind. Aborte wären zu befürchten. Auch ein logistisches Problem, Einzeltierbehandlung nötig.

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 20: Vorsorgliche Massnahmen, welche den Transfer von Radionukliden ins Fleisch bzw. die Fleischproduktionsmenge reduzieren.

a) Falls Fütterung mit unkontaminiertem Futtermittel sichergestellt

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor- und Nachteile | Effizienz |
|-----|--|---|---|---|
| +++ | Verwendung von Futtermitteln, deren Kontamination unter dem Grenzwert für Futtermittel liegt | Als Alternative ist auch der Wegtransport der Tiere in unkontaminierte Gebiete in Betracht zu ziehen. | <ul style="list-style-type: none"> + Die Kontamination von Tierkörpern und deren aufwändige Dekontamination kann vermieden werden + Fleischproduktion bleibt erhalten - In hochkontaminierten Gebieten ist die Zufuhr von unkontaminiertem Futtermittel notwendig - Organisation eines aufwändigen Transports und Ersatzstall bei allfälliger Evakuierung der Nutztiere | Sehr gut in Kombination mit Stallhaltung |
| +++ | Stallhaltung oder Haltung in Gehege ohne Zugang zu Frischfutter | Haltung im Freien nur, falls keine Stallhaltung möglich. Bei Haltung im Freien sollte das Gehege möglichst klein gehalten werden und Zugang zu Frischfutter vermieden werden. | <ul style="list-style-type: none"> + Einfache Massnahme, notwendige Infrastruktur grösstenteils vorhanden | Sehr gut in Kombination mit konsequenter Verfütterung von Futter, dessen Kontamination unter dem Grenzwert liegt. |

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

b) Falls Verfütterung von unkontaminiertem Futtermittel nicht sichergestellt ist

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor- und Nachteile | Effizienz |
|----|--|--|---|--|
| ++ | Frühzeitige Schlachtung, bevor kontaminiertes Futtermittel verfüttert wird | Schlachtkapazität in der Region sicherstellen | + Hohe Entsorgungskosten von nicht konsumierbarem Fleisch entfallen - kleinere Fleischerträge | Gut |
| ++ | Keine Schlachtung von Nutztieren, deren Fleischkontamination über dem gültigen Grenzwert liegen könnte | In situ Messung der lebenden Tiere. Falls Kontaminationswert für Fleisch überschritten werden könnte, Verfütterung von unkontaminiertem Futtermittel. Die Abnahme kann mit Hilfe der effektiven Halbwertszeit abgeschätzt werden. | + Hohe Entsorgungskosten von nicht konsumierbarem Fleisch entfallen - Kosten für verlängerte Fütterung mit Futtermittel, welches allenfalls gekauft werden muss | Gut |
| + | Verfütterung von kontaminiertem Futtermittel. Umstellung der Mast auf unkontaminiertes Futter für die letzten Wochen vor der Schlachtung | Kontrollierte Fütterung mit kontaminiertem Futtermittel (maximal 10-facher Grenzwert ⁴¹). Unkontaminiertes Futter in den letzten Wochen der Mast (evtl. Verlängerung der Mast) ist Voraussetzung. Um die Fleischkontamination von Cs auf 10 % zu reduzieren, muss das Tier während 4 biol. Halbwertszeiten mit unkontaminiertem Futter gefüttert werden. | + Hohe Entsorgungskosten von nicht konsumierbarem Fleisch entfallen - Kosten für (verlängerte) Fütterung mit Futtermittel, welches allenfalls gekauft werden muss - Akzeptanz der Konsumenten kaum vorhanden | Gut: Reduktion ca. 90 % (Möglich nur bei Nutztieren, welche eine lange Mastdauer haben): |
| + | Zufütterung von Cs-Bindemitteln (Ammonium-eisen(III)-hexacyanoferrat(II), welche Cs im Magen binden und ausscheiden | Kontrollierte Fütterung von kontaminiertem Futtermittel, d.h. Kontamination des Futtermittels sollte 10-fachen Grenzwert nicht überschreiten. | + Cs-Bindemittel nicht toxisch (Bevilligung notwendig). + Hohe Entsorgungskosten von nicht konsumierbarem Fleisch entfallen - Zusätzliche Kosten für Cs-Bindemittel - Akzeptanz der Konsumenten kaum vorhanden | Gut: Effizienz bei Fleisch allg. > 80 % (Lit. [4.1]) Effizienz bei Schaffleisch: 40 - 60 % (Lit. [5.6]) |
| + | Kombination der Zufütterung von Cs-Bindemitteln und Endmast mit unkontaminiertem Futter | siehe oben. Mit der kombinierten Massnahme können die Nutztiere mit Futtermittel versorgt werden, welches den Grenzwert bis um das 100-fache übersteigt. | siehe oben | Sehr gut |

⁴¹ Es wurde dabei davon ausgegangen, dass die Kontamination im Fleisch etwa gleich hoch sein wird wie die durchschnittliche Kontamination im Futtermittel. Durch Verfütterung von unkontaminiertem Futter während 4 biologischen Halbwertszeiten reduziert sich die Cs-Konzentration um den Faktor 10.

Entscheidungsgrundlagen im Ereignisfall
KKW-CH: Unfallabläufe mit mittleren bis langen Vorphasen
Entscheidungen in der Bodenphase

Tabelle 21: Massnahmen, welche den weiteren Transfer in Nahrungs- und Futterpflanzen verhindern

| | Massnahme | Bemerkungen | Vor- und Nachteile | Effizienz |
|-----|--|--|--|--|
| + | Normales Pflügen des brachliegenden Ackers (Pflugtiefe 20 cm) | Ist nur sinnvoll bei Nutzung als Weideland | <ul style="list-style-type: none"> + Geräte vorhanden + keine Entsorgungsprodukte + keine zusätzlichen Kosten - mehrmaliges Pflügen wirkt sich kontraproduktiv aus | Gut |
| --- | Tiefpflügen des Ackers | | <ul style="list-style-type: none"> - Fruchtbarkeit des Bodens wird zerstört, da Humusschicht nicht so tief - wenig Geräte vorhanden | sehr gut (aus Sicht der Aktivitätsreduktion) |

4.4. KKW-Unfall Ausland

| | |
|---|----|
| a) Gefährdung | 77 |
| b) Zuständigkeiten | 77 |
| c) Entscheidungskriterien und -abläufe..... | 77 |
| d) Massnahmen | 77 |

a) Gefährdung

"Aufgrund der gegebenen Entfernungen (minimal 30 km) ist in der Schweiz als Folge von Unfällen ausländischer Kernkraftwerke nicht damit zu rechnen, dass Schutzmassnahmen im Sinne des Aufsuchens von Kellern und Schutzräumen angeordnet werden müssen. Durch vorübergehenden Aufenthalt im Haus können unnötige Strahlendosen vermieden werden. Die Schweiz kann jedoch von der Bodenphase betroffen sein."

Notfallschutzkonzept, Lit. [2.2]

b) Zuständigkeiten

"Schutzmassnahmen werden durch die EOR angeordnet. Vorbereitungen für die Wolkenphase sind nicht notwendig."

Notfallschutzkonzept, Lit. [2.2]

c) Entscheidungskriterien- und abläufe

Aufgrund der Distanz der ausländischen Kernkraftwerke von der Schweizer Grenze (> 30 km) gilt im Fall eines Unfalles im Ausland die gleiche Vorgehensweise wie in Zone 3 bei einem Unfall in einem Schweizer Kernkraftwerk.

Wolkenphase

Ein allfälliger Aufenthalt im Haus während der Wolkenphase soll nach vergleichbaren Kriterien beurteilt werden wie der Aufenthalt im Haus in Zone 3 bei einem Kernkraftwerksunfall in der Schweiz (siehe Kapitel 4.3. "Entscheidungen in der Wolkenphase").

Bodenphase

Die in der Bodenphase anzuwendenden Entscheidungskriterien sind die gleichen wie bei einem Unfall in der Schweiz. Im Gegensatz zum Unfall in der Schweiz sind allerdings von den in Kapitel 4.3 aufgeführten Entscheidungen nur die Entscheidungskriterien im Bereich Lebens- und Futtermittel sowie der Kontaminationskontrolle relevant.

d) Massnahmen

Wolkenphase

Die einzige Massnahme, die während des Wolkendurchzugs allenfalls in Betracht gezogen werden muss, ist der Aufenthalt im Haus bis 50 km vom Werk entfernt.

Die Einnahme von Jodtabletten wird nicht als notwendig erachtet.

Bodenphase

Im Bereich Lebens- und Futtermittel gelten die gleichen Massnahmen wie beim Kernkraftwerksunfall in der Schweiz, sofern die Entscheidungskriterien überschritten werden.

Gerade bei einem grenznahen Unfall ist mit einer vermehrten Einreise von flüchtenden Personen zu rechnen. In diesem Fall müssten die Kontaminationskontrollen der einreisenden Fahrzeuge verstärkt werden. Wird bei einem Fahrzeug in 1 m Abstand eine Nettodosisleistung von $> 5 \mu\text{Sv/h}$ ⁴² gemessen, ist eine Dekontamination notwendig. Als erste Massnahme in diesem Fall käme auch hier das Waschen in einer Waschanlage in Frage. Bezüglich weiterer Dekontamination müssten in unmittelbarer Umgebung zum Zoll entsprechend Platz und Mittel bereit gestellt werden. Dafür kommen wohl nur die Hauptzollämter in Frage.

⁴² Grundsätzlich gilt im Normalfall die StSV, d.h. der Richtwert 1 CS für die Oberflächenkontamination. Eine Kontaminationskontrolle sämtlicher Fahrzeuge bezüglich Überschreitung des Richtwerts macht jedoch keinen Sinn, da eine Kontamination von 1 CS nur zu einer sehr geringen Dosisbelastung der Fahrzeuginsassen ($\ll 1 \text{ mSv}$) führt. Zudem ist die Kontrolle sämtlicher Fahrzeuge auf Kontaminationen in der Grössenordnung von 1 CS am Zoll gar nicht möglich.

Es wird hier deshalb eine stichprobenweise Kontrolle der aus dem Ereignisland stammenden Verkehrsmittel (Auto, Bahn, Flugzeuge) empfohlen, um die Grössenordnungen der auftretenden Kontaminationen zu erfassen. Dazu sind Kontaminationsmessungen von Fachspezialisten (Speziallaboratorien) notwendig.

Anhang

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Dosis-Massnahmen-Konzept. | 81 |
| 2 | Faustregeln und Schutzfaktoren | 83 |
| 3 | Verwendete Abkürzungen | 85 |
| 4 | Begriffe. | 86 |
| 5 | Literatur und Grundlagen. | 87 |

Anhang 1: Dosis-Massnahmen-Konzept (DMK)

1. Das DMK gibt der EOR den Rahmen für die Anordnung von Schutzmassnahmen mit dem Ziel, das gesundheitliche Risiko der Bevölkerung nach einem Ereignis mit erhöhter Aktivität klein zu halten.
2. Primäre Grössen für die Anordnung von Schutzmassnahmen sind die (ohne Anordnung von Schutzmassnahmen) erwartete, die eingesparte und die verbleibende Dosis (effektive Individualdosis oder Schilddrüsendosis der am meisten exponierten Bevölkerung).

Weitere wichtige Entscheidungsfaktoren sind insbesondere:

- die verfügbare Zeit,
- die Durchführbarkeit der Massnahmen,
- die Nebenwirkungen von Massnahmen,
- die mögliche weitere Entwicklung der radiologischen Lage,
- die Gesamtlage.

3. Für jede der hauptsächlich in Frage kommenden Schutzmassnahmen gilt ein Dosisband mit einer unteren (UDS) und einer oberen (ODS) Dosischwelle.
 - 3.1. Liegt die erwartete Dosis unterhalb UDS, wird die betreffende Schutzmassnahme nicht getroffen.
 - 3.2. Liegt die erwartete Dosis oberhalb ODS, muss die betreffende Schutzmassnahme, wenn irgend möglich und sinnvoll, getroffen werden.
 - 3.3. Zwischen UDS und ODS werden für die Entscheidung über Schutzmassnahmen Optimierungskriterien angewendet. Bei der Optimierung wird, neben allfälligen negativen Nebenwirkungen der Massnahme, vor allem die durch die Massnahme eingesparte Dosis berücksichtigt.
Schutzmassnahmen sind nur sinnvoll, wenn sie mehr nützen als schaden.

4. Die Dosisbänder sind:

| Schutzmassnahme | Dosis ¹⁾ | UDS (mSv) | ODS (mSv) |
|--|----------------------------|--------------|--------------|
| Aufenthalt im Haus | $E_{\text{ext+Inh}}$ | 1 | 10 |
| Aufenthalt im Keller / Schutzraum | $E_{\text{ext+Inh}}$ | 10 | 100 |
| Evakuierung, sofern geschützter Aufenthalt ungenügend oder nicht länger möglich / zumutbar | $E_{\text{ext+Inh}}$ | 100 | 500 |
| Einnahme von Jodtabletten | $H_{\text{Sch, Inh, Jod}}$ | 30 | 300 |
| Einschränkungen im Lebensmittelkonsum | E_{Ing} | 1 | 20 |

¹⁾ $E_{\text{ext+Inh}}$: effektive Dosis aus externer Bestrahlung und Inhalation

E_{Ing} : effektive Dosis aus Ingestion

$H_{\text{Sch, Inh, Jod}}$: Schilddrüsendosis aus der Inhalation von radioaktivem Jod

Als Dosis gilt in allen Fällen die Dosis, welche durch Exposition oder Inkorporation während des ersten Jahres nach dem Ereignis ohne die in Betracht gezogene Schutzmassnahme zu erwarten ist; die Wirkung von Schutzmassnahmen, die bereits in Kraft sind, ist jedoch zu berücksichtigen.

5. Für nicht in obiger Tabelle angeführte Schutzmassnahmen, wie beispielsweise die Räumung, gilt allgemein das Dosisband zwischen 1 mSv und 500 mSv.
6. Die Einsatzorganisation ist für die Berechnung, Bilanzierung und Überprüfung der Dosen der Bevölkerung verantwortlich. Nach Eintritt des Ereignisses werden zuerst einschneidende Massnahmen angeordnet; anschliessend können sie je nach Lage wieder gelockert werden. Die Massnahmen werden im Sinne einer Erfolgskontrolle überprüft, mit den jeweils neuesten Dosisbilanzen im Rahmen des DMK korreliert und, wenn nötig und sinnvoll, den neuen Gegebenheiten angepasst.

Anhang 2: Faustregeln und Schutzfaktoren

Abschätzung von E_{ext} nach Abgaben > JAL:

| | | |
|--|---|---|
| Abgabe > JAL (~ 10^{15} Bq) | ⇒ | $E_{\text{ext}} > 1 \text{ mSv}$ (maximale externe Dosis) |
|--|---|---|

Faustregel 1

- Annahmen:
- Abgabe in Bodenhöhe
 - Abgabe von vorwiegend Edelgasen
 - Stabile Wetterlage

Abschätzung der externen Wolkendosis (Zone 2) anhand der Aktivität im Containment:

| | | |
|---|---|--|
| 10^{17} Bq Aktivität im Containment = Quellterm | ⇒ | $E_{\text{ext}} \cong 10 \text{ mSv}$ max. externe Wolkendosis in Zone 2 ⁴³ |
|---|---|--|

Faustregel 2

- Annahmen:
- Abgabe von vorwiegend Edelgasen
 - Stabile Wetterlage
 - Berechnung mit Gaussmodell

Abschätzung der externen Wolkendosis in Zone 3 anhand der Dosis am Standort MADUK:

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| 30 mSv Dosis Standort MADUK | ⇒ | 1 mSv max. externe Wolkendosis in Zone 3 |
|---------------------------------------|---|---|

Faustregel 3

- Annahmen: Szenario mit Kernbeschädigung ohne Venting, Gaussmodell, stabile Wetterlage

Abschätzung der externen Bodendosis im 1. Jahr anhand der nach Ende Wolkendurchzug gemessenen Ortsdosisleistung:

| | | |
|--|---|---|
| $5 \mu\text{Sv/h}$ ⁴⁴ ODL nach Ende des Wolkendurchzugs | ⇒ | $E_{\text{ext}} \cong 1 \text{ mSv}$ im ersten Jahr (bei normalem Aufenthalt ⁴⁵) |
|--|---|---|

Faustregel 4

⁴³ Randbedingungen:- Nuklidgemisch im Containment besteht vorwiegend aus Edelgasen (geringe Anteile Jod und Aerosole

- Atmosphärische Ausbreitung: stabile Schwachwindlage (ungünstigste Wetterbedingung)

⁴⁴ Die Unsicherheiten dieser Beziehung durch verschiedene Wetterverhältnisse und den Freisetzungspfad (Anteile Jod/Aerosole) beträgt etwa \pm Faktor 2-3.

Die Beziehung zwischen Dosisleistung und Dosis im ersten Jahr ist eigentlich auch abhängig vom Zeitpunkt der Abschaltung des Reaktors bis zum Zeitpunkt der Messung. Falls die Messung aber in einem Zeitraum von 6 - 48 h nach der Abschaltung durchgeführt wird, braucht es keine Korrektur. Für Messzeitpunkte > 48 h nach Abschaltung sollte die Dosis um den Faktor $F = (1.0 + t \text{ (h)}/24\text{h}) \cdot 0.5$ (t =Messzeitpunkt nach Abschaltung) korrigiert werden.

⁴⁵ Dabei wird von 8 h Aufenthalt pro Tag im Freien und 16 h pro Tag im Haus ausgegangen. Gegenüber dem ganzzelligen Aufenthalt im Freien reduziert sich dadurch die externe Dosis bereits um den Faktor

Abschätzung der externen Dosis in einem Fahrzeug anhand der in 1 m Abstand vom Fahrzeug gemessenen Nettodosisleistung:

| | | |
|---|---|--|
| 5 μSv/h | ⇒ | 1 mSv |
| Nettodosisleistung in 1 m Abstand vom Fahrzeug gemessen nach Wolkendurchzug | | externe Dosis bei Aufenthalt im Fahrzeug während 500 h im ersten Halbjahr* |

Faustregel 5

*4 h pro Tag, 5 Tage pro Woche während einem halben Jahr

Abschätzung der Nettodosisleistung 1 m neben einem Fahrzeug, anhand der nach Ende Wolkendurchzug gemessenen ODL:

| | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|---|---|---|---|
| 500 μSv/h ODL | ↔ | 5000 CS Bodenkontamination | ↔ | 500 CS Kontamination Fahrzeug | ↔ | 5 μSv/h Nettodosisleistung in 1 m Abstand vom Fahrzeug |
|--|---|--------------------------------------|---|---|---|---|

Faustregel 6

- Annahmen:
- Messwerte beziehen sich auf ein frisches Spaltproduktegemisch, gemessen nach Ende Wolkendurchzug
 - Fahrzeug stand während Wolkendurchzug an dem Ort im Freien, wo nach Ende Wolkendurchzug die ODL gemessen wird
 - kein Regen seit Beginn Wolkendurchzug
 - 1 CS = 3 Bq/cm²

Schutzfaktoren:

| | |
|----------------------------------|-----|
| Aufenthalt im Haus: | 10 |
| Aufenthalt im Keller/Schutzraum: | 50 |
| Normaler Aufenthalt: | 2.5 |

Die angegebenen Faktoren sind in Bezug auf vollständigen Aufenthalt im Freien angegeben.

Anhang 3: Verwendete Abkürzungen

| | |
|--------------------------|---|
| Bq | Becquerel = Anzahl der Zerfälle pro Zeiteinheit (1 s^{-1}) |
| CS | Richtwert (Spalte 12, StSV Anhang 3) für die Oberflächenkontamination ausserhalb kontrollierter Zonen (Bq/cm^3) |
| D | Dosis (extern, effektive) |
| DMK | Dosis-Massnahmen-Konzept (Anhang der VEOR) |
| EOR | Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität |
| E_{ext} | Effektive Dosis aus externer Bestrahlung |
| E_{Inh} | Effektive Dosis aus Inhalation |
| E_{ing} | Effektive Dosis aus Ingestion |
| FIV | Fremd- und Inhaltsstoffverordnung |
| h | Stunden |
| HSK | Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen |
| $H_{\text{Sch,Inh,Jod}}$ | Schilddrüsendosis aus der Inhalation von radioaktivem Jod |
| JAL | Jahresabgabelimite |
| KAL | Kurzzeitabgabelimite |
| KKW | Kernkraftwerk |
| KomABC | Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz |
| LAR | Leitender Ausschuss Radioaktivität |
| MADUK | Messnetz zur automatischen Dosisleistungsmessung in der Umgebung der Kernkraftwerke |
| NADAM | Netz für automatischen Dosisalarm und Messung |
| NAZ | Nationale Alarmzentrale |
| ODL | Nettoortsdosisleistung |
| ODS | Obere Dosischwelle (im DMK) |
| RABE | Rasches Alarmsystem für die Bevölkerung |
| SBB | Schweizerische Bundesbahnen |
| SF | Schutzfaktor |
| StSV | Strahlenschutzverordnung |
| Sv | Sievert = Einheit der Äquivalent- bzw. der effektiven Dosis |
| UDS | Untere Dosischwelle (im DMK) |
| VEOR | Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität |

Anhang 4: Begriffe

Dosiseingreifwert

Prognosedosis, bei deren Überschreitung Massnahmen erforderlich sind. Grundlage für die Dosisberechnung ist der normale Aufenthalt ohne Berücksichtigung der in Betracht gezogenen Schutzmassnahme.

Dosis-Massnahmen-Konzept (DMK)

Siehe Anhang 1

Dosisschwelle, obere bzw. untere

Siehe Anhang 1, Punkt 3.

Dosisziel

Maximal zulässige resultierende Dosis, welche unter Berücksichtigung sämtlicher Massnahmen angestrebt werden soll.

Evakuaton:

"Eine organisierte Verlegung von Menschen, Tieren und Sachwerten in ein nicht gefährdetes Gebiet. [...] In der Regel führt eine Evakuaton zu einem länger dauernden Ortswechsel. [...] Je nach Entwicklung der Lage kann aus einer Evakuaton eine dauernde Umsiedlung erfolgen." (Lit. [11.1])
Mit der Evakuaton wird verhindert, dass die Bevölkerung unzulässig hohe Dosen, durch am Boden abgelagerte radioaktive Partikel erhält.

Messbares Entscheidungskriterium

Aus dem Dosiseingreifwert abgeleitetes messbares Kriterium, welches direkt, d.h. ohne Umrechnung als Entscheidungskriterium angewendet werden kann.

Normaler Aufenthalt

In diesem Papier wird der normale Aufenthalt folgendermassen definiert: Aufenthalt von 8 h pro Tag im Freien und 16 h im Haus.

Umsiedlung

"Wenn die Behörden den Bewohnern die Anordnung erteilen, ein bestimmtes gefährdetes Gebiet definitiv zu verlassen und ihnen demzufolge ein neues Siedlungsgebiet zuweisen, spricht man von einer Umsiedlung. Die Umsiedlung ist ein Spezialfall. Der Unterschied zur Evakuaton liegt in der Dauer, für welche das betroffene Gebiet verlassen werden muss. Sie kommt dann zum Tragen, wenn ein Weiterleben im betroffenen Gebiet nicht mehr zugemutet werden kann." (Lit. [11.1])
Die Dauer, bis nach einem Kernkraftwerksunfall ein definitiver Entscheid gefällt werden kann bezüglich Umsiedlung bzw. Rückführung der Bevölkerung wird auf 1 - 3 Monate angesetzt.

Anhang 5: Literatur und Grundlagen

1. Gesetzliche Grundlagen

- [1.1] Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991 (Stand am 1. Januar 1995), SR 814.50
- [1.2] Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. Juni 1994 (Stand am 1. Oktober 1996), SR 814.501
- [1.3] Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR) vom 26. Juni 1991 (Stand am 1. Januar 1997), SR 732.32 (speziell Anhang: Dosis-Massnahmenkonzept (DMK))
- [1.4] Verordnung über die Nationale Alarmzentrale vom 3. Dezember 1990 (Stand am 1. Januar 1997), SR 732.34
- [1.5] Lebensmittelverordnung (LMV) vom 1. März 1995 (Stand am 10. Juni 1997), SR 817.02
- [1.6] Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV) vom 26. Juni 1995 (Stand am 10. Februar 1998), SR 817.021.23
- [1.7] Verordnung über die Versorgung der Bevölkerung mit Jodtabletten (Jodtabletten-Verordnung) vom 1. Juli 1992 (Stand am 11. März 2003), SR 814.52
- [1.8] Verordnung über die Produktion und das Inverkehrbringen von Futtermitteln (Futtermittel-Verordnung) vom 26. Mai 1999 (SR 916.307)

2. Konzepte KomABC

- [2.1] Dosis-Massnahmen-Konzept für den Fall eines Ereignisses mit erhöhter Radioaktivität. Bericht der ad hoc Arbeitsgruppe Dosis-Massnahmen-Konzept, April 1990.
- [2.2] Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke, KOMAC, März 1998.

3. Grundlagenpapiere Umsetzung DMK

- [3.1] Umsetzung DMK: Grundlagen für die Umsetzung des DMK bei einem Unfall in einer Kernanlage, Bereich A KomABC, 14.1.03.
- [3.2] Umsetzung DMK: Einnahme von Jodtabletten nach einem Kernkraftwerksunfall, Bereich A KomABC, 14.1.03.
- [3.3] Umsetzung DMK: Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire, Bereich A, KomABC, 14.1.03.
- [3.4] Umsetzung DMK: Massnahmen im Bereich Aufenthaltsbeschränkung, Transit und Kontaminationskontrolle im Falle eines KKW-Unfalles, Bereich A KomABC, 14.1.03.
- [3.5] Massnahmen im Bereich Landwirtschaft nach einem KKW-Unfall, Bereich A KomABC 14.1.03.
- [3.6] Höchstgehalte für Radionuklide in Futtermitteln (Vorschläge), Bereich A KomABC 5.2.04.

4. Ausländische Massnahmenkataloge

- [4.1] Übersicht über Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Massnahmenkatalog), Bundesamt für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Oktober 1999.

5. Futtermittelgrenzwerte

- [5.1] Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission vom 29. März 1990 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation.
- [5.2] Zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation. Empfehlungen der SSK 1988/89, Band 15.
- [5.3] Working Levels for Animal Feedstuffs, Radiological Protection Bulletin, No 202, June 1998. S. 12
- [5.4] Kriterien Grenzkontrolle für Lebens- und Futtermittel nach Tschernobyl, BAG, 1986
- [5.5] Gesetzliche Grundlagen von chemischen Kanzerogenen und Radionukliden in Lebensmitteln. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 83, 509 - 548 (1992).

6. Landwirtschaft

- [6.1] Massnahmen Milch und Boden: Zusammenstellung von Herrn Zehnder, FAW
- [6.2] G. Pröhl, W. Friedland, H. Müller. Potential reduction of the ingestion dose after nuclear accidents due to the application of selected countermeasures. Workshop on real-time computing of the environmental consequences of an accidental release to atmosphere from a nuclear installation "decision-making support for offsite emergency management, Schloss Elmau, october 25-30, 1992.
- [6.3] R. F. M. Woodman, A.F. Nisbet. Options for managing foodstuffs contaminated with radiocesium and radiostrontium. Health Phys. 78(1): 37-45, 2000.
- [6.4] Dekontamination von Milch- und Milchprodukten, die radioaktiv belastet sind. Deutsche Milchwirtschaft, 39/ 1997, 1424 - 1426.
- [6.5] Eine allgemeine Zusammenstellung über Massnahmen im Bereich Milch ist in folgendem Papier aufgeführt: "A.F. Nisbet, A Strategy for the Management of Milk Contaminated as a Result of a Nuclear Accident, NRPB-W5, March 2002.
- [6.6] S.S. Hansen, K. Hove an K. Barvik: The effect of sustained release boli with ammoniumiron(III)-hexacyanoferrate(III) on radiocesium accumulation in sheep grazing contaminated pasture. Health Phys. 71(5): 705-712, 1996.
- [6.7] A.F. Nisbet und R.F.M. Woodman. Soil to plant transfer factors for radiocesium and radiostrontium in agricultural systems. Health Phys. 78(3): 279-288, 2000.
- [6.8] A. Schenker-Wicki. Dekontamination und Dekorporation von landwirtschaftlich genutzten Böden, Pflanzen und Tieren sowie Nahrungsmitteln im Falle einer radioaktiven Kontamination. Literaturstudie. Universität Fribourg, September 1988. --> separater Ordner

- [6.9] L. I. Brynildsen, T. D. Selnaes, P. Strand, K. Hove. Countermeasures for radiocesium in animal products in Norway after the Chernobyl accident - techniques, effectiveness, and costs. Health.Phys. 70(5): 665 - 672, 1996.
- [6.10] K. Hove, H. S. Hansen. Reduction of radiocesium transfer to animal products using sustained release boli with ammoniumiron(III)-hexacyanoferrate(II). Acta vet. scand. 1993. **34**, 287 - 297.
- [6.11] A. Wiechen, D. Tait. Eine Schnellmethode zur Abtrennung von Cäsiumradioisotopen aus flüssiger Milch mit Hilfe von Berliner Blau auf einem Kieselträger. Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Milchwissenschaft, Kiel.
- [6.12] Übergang von Cäsium aus Milch in Rahm und Butter (Kopie von Herrn Zehnder, FAW)
- [6.13] Verteilung von Cäsium und Iod in Milch und Milchprodukten (Kopie von Herrn Zehnder, FAW)
- [6.14] Massnahmen Milch und Boden: Zusammenstellung von Herrn Zehnder, FAW

7. Kontaminationskontrolle

- [7.1] H. Miska. Rules of thumb for disaster response. In: Messen und Rechnen im nuklearen Notfallschutz. Fachverband für Strahlenschutz. 4. Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz. München, 28. - 30. März 2001.
- [7.2] Richtlinie für die Festlegung von Kontaminationswerten zur Kontrolle von Fahrzeugoberflächen im grenzüberschreitenden Verkehr nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, 1996.
- [7.3] Assessment of skin doses. Documents of the NRPB. Volume 8(3), 1997

8. Neue Szenarien

- [8.1] Festlegung der Referenzszenarien für die Notfallschutzplanung in der Umgebung der schweizerischen KKW, HSK-AN-3744, Rev. 2, 5. Feb. 2001.

9. Dosis/Dosisleistung

- [9.1] Verhältnis der externen Bodendosis im ersten Jahr zur externen Dosisleistung unmittelbar nach dem Wolkendurchzug für verschiedene Modellquellterme, Wetterlagen und Abwindstrecken, H.P. Isaak, HSK, 15.4.1998.
- [9.2] Schutzfaktoren aus: Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen, Band 13, SSK, 1995.

10. Jod

- [10.1] Guidelines for stable iodine prophylaxis following nuclear accidents, WHO, Update 1999.
- [10.2] Stable Iodine Prophylaxis. Recommendations of the 2nd UK Working Group on stable Iodine Prophylaxis, NRPB, Volume 12, No 3 2001.
- [10.3] Guidance: Potassium Iodide as a Thyroid Blocking Agent in Radiation Emergencies, US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research, Dec. 2001.

11. Weitere

- [11.1] Grundlagen zur Durchführung einer Evakuierung der Bevölkerung. BABS, Entwurf 27. Januar 2003.