



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

Umsetzung DMK

Massnahmen im Bereich Aufenthaltsbeschränkung, Transit und Kontaminationskontrolle im Falle eines KKW-Unfalles

Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen KomABC

Genehmigt durch den Bereich der KomABC
am 14.011.2003

erarbeitet von:

- M. Blättler, NAZ
- F. Cartier, HSK
- E. Schmid, LS

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Definitionen	4
2.1. Definition der einzelnen Zonen bzw. Gebiete	4
2.2. Definition Referenzzeit	4
3. Aufenthaltsbeschränkung und Transit	5
3.1. Massnahmen vor der Wolkenphase in der Zone 1 und den betroffenen Sektoren der Zone 2	5
3.2. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung und Transit während der Wolkenphase ..	6
3.3. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung und Transit nach der Wolkenphase	6
3.3.1. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung nach der Wolkenphase	6
3.3.2. Massnahmen bezüglich Transit nach der Wolkenphase	7
3.4. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung und Transit nach einigen Monaten	7
4. (Kontaminations)-kontrollstellen für Fahrzeuge	8
4.1. KKW-Unfall in der Schweiz	
4.1.1. Vor und während dem Wolkendurchzug	8
4.1.2. Nach dem Wolkendurchzug	8
4.2. KKW-Unfall im Ausland	8
Anhang 1:	
- Ausmasse der von Massnahmen betroffenen Gebiete in der Bodenphase für die Unfallszenarien Kernbeschädigung mit/ohne Venting bei mittleren (ungünstigen) Wetterbedingungen	10
- Ausmasse der von Massnahmen betroffenen Gebiete in der Bodenphase nach einem Unfall im Ausland	10
Anhang 2:	
- Transitwege in den Zonen 1 und 2 um die schweizerischen Kernkraftwerke	11
Anhang 3:	
- Abschätzung der Kontamination und die Gefährdung durch Kontaminationsübertragung nach einem KKW-Unfall mit Freisetzung von Radioaktivität	14
- Anhang 3A: Faustregeln	14
- Anhang 3 B: Auswirkungen der erwähnten Kontaminationsübertragungen für die Gebiete A - D	16
Anhang 4:	
- Diskussion der Kontaminationskontrolle von Fahrzeugen	19
- KKW-Unfall in der Schweiz:	19
- KKW-Unfall im Ausland:	21
Literatur	22

1. Einleitung

Grundlage für die Anordnung bzw. Lockerung von Schutzmassnahmen bei einem Ereignis mit erhöhter Radioaktivität bildet das Dosismassnahmenkonzept (DMK) sowie die von der Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der definierten Grundlagen für seine Interpretation [1]. Im DMK sind Dosisschwellen für die Massnahmen Aufenthalt im Haus als auch im Keller oder Schutzraum festgelegt. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der KomABC hat einerseits aus den im DMK beschriebenen Dosisschwellen messbare Entscheidungskriterien für die Anordnung der Massnahmen Aufenthalt Haus bzw. im Keller oder Schutzraum nach einem Unfall in einem Kernkraftwerk abgeleitet. Andererseits hat sie auch Kriterien für die Lockerung dieser Schutzmassnahmen definiert. Diese Kriterien wurden im Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2]. festgehalten.

Mit dem Aufenthalt im Haus oder Keller/Schutzraum gekoppelte Massnahmen wie Verkehrsumleitungen und weitere Massnahmen zur Vermeidung der Kontamination von Fahrzeugen und Wohnräumen werden im DMK nicht explizit erwähnt. Die AGr hat dazu im vorliegenden Papier im Kapitel 3 entsprechend weitere Massnahmen aufgeführt, welche mit der Anordnung des Aufenthalts der Bevölkerung im Haus bzw. Keller/Schutzraum zu koppeln sind.

Gemäss Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2] können die Schutzmassnahmen nach Freisetzungsende bei Unterschreitung der dort definierten Kriterien aufgehoben werden. In gewissen Gebieten wird aber dennoch in der ersten Zeit der Aufenthalt im Freien nur beschränkt möglich sein. Im weiteren muss berücksichtigt werden, dass durch Kontaminationsübertragung auf die Haut und einer möglichen Inkorporation von diesen Kontaminationen zusätzliche Dosen resultieren können, welche verglichen mit den Dosen durch die externe Strahlung vom Boden nicht mehr vernachlässigt werden können. Die Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen der KomABC hat deshalb in diesem Papier die zu erwartenden Dosen durch mögliche Kontamination der Haut als auch durch Inkorporation von Kontaminationen auf der Haut abgeschätzt und daraus weitere Verhaltensmassnahmen beim Aufenthalt im Freien nach Lockerung der Schutzmassnahmen erarbeitet. Sie hat ebenfalls die Gefährdung durch Kontaminationsverschleppung aus den betroffenen Gebieten mit Fahrzeugen beurteilt und notwendige Massnahmen in Kapitel 4 aufgeführt.

2. Definitionen

2.1. Definition der einzelnen Zonen bzw. Gebiete

In diesem Papier sind die von Massnahmen betroffenen Zonen und Gebiete folgendermassen definiert:

Wolkenphase

Für die Akutphase (Freisetzungsphase) sind Zonen mit Schutzmassnahmen durch die Notfallplanungszonen der Kernkraftwerke fest vordefiniert. Zone 1 umfasst etwa einen Radius von 4 km und Zone 2 einen Radius von 20 km. In der Zone 1 und in den durch die Ausbreitung betroffenen Sektoren der Zone 2 werden dieselben Massnahmen angeordnet. Grundlage für die Abschätzung der Dosen bildet in diesen Zonen die Situation im Werk, u.a. die Aktivität im Containment (siehe Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2]). Falls notwendig, müssen auch in der Zone 3 Massnahmen gegen die externen Strahlung während der Freisetzung angeordnet werden. Dieses Gebiet muss aufgrund der in der Zone 3 zu erwartenden Dosen gewählt werden. Grundlage für die Dosisabschätzung bilden hier Messwerte aus der Zone 1.

Bodenphase

In der Bodenphase müssen Entscheide über zu lockernde Massnahmen bzw. noch aufrecht zu erhaltende Massnahmen aufgrund von Messwerten in der Umgebung getroffen werden. Im Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2] wurde als Kriterium für die Massnahmen Evakuierung bzw. beschränkter Aufenthalt die Ortsdosisleistung gewählt. Aufgrund der Ortsdosisleistung wurden drei verschiedene Gebiete A, B, und C bezüglich Aufenthalt in der ersten Zeit nach dem Wolkendurchzug definiert (siehe Abbildung 1). Die Ausmasse der betroffenen Gebiete für die Referenzszenarien Kernschmelzunfall mit/ohne Venting sind in Anhang 1 aufgeführt.

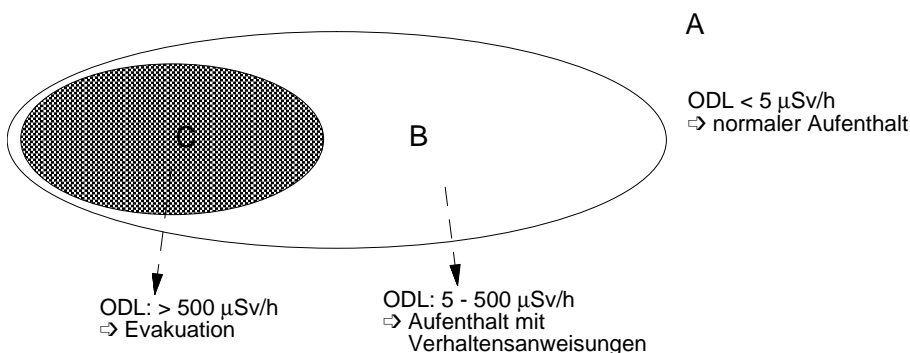


Abbildung 1: Definition der Gebiete aufgrund der gemessenen Ortsdosisleistung 24 h nach Abschaltung des Reaktors (unter der Voraussetzung, dass die Freisetzung bereits beendet ist).

2.2. Definition Referenzzeit

Im Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2] bezieht sich die Referenzzeit auf den Zeitpunkt $t_0 = 24$ h nach Abschaltung des Reaktors. Sämtliche abgeleiteten Richtwerte für Massnahmen nach dem Wolkendurchzug beziehen sich auf diesen Zeitpunkt (Für Umrechnungen auf andere Zeitpunkte siehe [2]). Falls die Messung in einem Zeitraum von 6 - 48 h nach der Abschaltung durchgeführt wird, braucht es keine Korrektur, da die resultierende Dosis bezogen auf den Zeitpunkt 24 h nach Abschaltung lediglich um den Faktor 1.6 - 0.7 variiert.

3. Aufenthaltsbeschränkung und Transit

Ergänzungen (*kursiv*) zum Papier "Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation" [2].

3.1. Massnahmen vor der Wolkenphase in der Zone 1 und den betroffenen Sektoren der Zone 2

Warnung/Alarmierung	Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung ¹	Verkehrsumleitungen: Anweisung an die Kantone bzw. BAV/SBB ²
1. RABE-Warnung erreicht ⇨ Warnung	noch keine	
2. RABE-Allg. Alarm erreicht ⇨ Erster Allgemeiner Alarm	1. Vorbereitung von Massnahmen in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 - Vorbereitung Aufenthalt im Keller/Schutzraum - Bereitlegen der Iodtabletten - Nutztiere einstellen, Futter einbringen - Schulen schliessen - Grossveranstaltungen absagen	
	2. Anordnung von vorsorglichen Massnahmen in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 - Aufenthalt im Haus ab vorbestimmter Zeit - Autos nach Möglichkeit unter Dach bringen	- <i>Information der Bevölkerung, das Gebiet grossräumig zu umfahren bzw. zu meiden.</i> - <i>Nach Möglichkeit zusätzliche verkehrstechnische Massnahmen:</i> - <i>Autobahnausfahrten sollen gesperrt werden nicht aber die Autobahneinfahrten.</i> - <i>Halteverbot für durchfahrende Züge.</i> - <i>Einstellung lokale Verkehrsbetriebe</i> - <i>Strassen mit Zutritt ins betroffene Gebiet sind mit einer Umleitung zu markieren.</i>
3. Unvermeidbare Freisetzung in der folgenden Stunde ⇨ Allgemeiner Alarm bei erhöhter Gefährdung	3. Verschärfung der vorsorglichen Massnahmen in Zone 1 und den vom Wind betroffenen Sektoren der Zone 2 - Fenster, Türen schliessen - Keller/Schutzraum unverzüglich aufsuchen ³ - Iodtabletten einnehmen - Stalllüftungen drosseln	- <i>Transit (Autobahnen und Eisenbahn) umleiten.</i> - <i>Information der Bevölkerung, das Gebiet grossräumig zu umfahren bzw. zu meiden.</i>

¹ Details zu Dosisabschätzung und Beurteilung der Gefährdung siehe Anhang 3.

² Details zu betroffenen Transitwegen siehe Anhang 2.

³ Gemäss [2] wird der Aufenthalt im Keller/Schutzraum in Zone 2 nur angeordnet, wenn sich bis dahin die Situation im Kern nicht wieder stabilisiert hat oder die Aktivität im Containment > 10¹⁷ Bq beträgt, sonst reicht es, wenn die Bevölkerung im Haus bleibt.

3.2. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung und Transit während der Wolkenphase

Die gesamte Bevölkerung (inklusive Einsatzkräfte) befindet sich im gefährdeten Gebiet im Keller/Schutzraum oder Haus. Der Transit wird weiterhin umgeleitet. Es sind keine zusätzlichen Massnahmen notwendig.

3.3. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung und Transit nach der Wolkenphase

3.3.1. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung nach der Wolkenphase

	Dosisleistung in der Umgebung (Referenzzeit 24 h nach Abschaltung)	Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung ^{4, 5}
A	1. ODL < 5 µSv/h; (Dosis* in den ersten 3 Monaten < 0.5 mSv, im ersten Jahr < 1 mSv bei normalem Aufenthalt)	keine Massnahmen bezüglich Aufenthalt
B	2. 5 µSv/h < ODL < 500 µSv/h; (Dosis* in den ersten 3 Monaten zwischen 0.5 und 50 mSv, im ersten Jahr zwischen 1 und 100 mSv bei normalem Aufenthalt)	Aufenthalt an Ort mit Einschränkungen bezüglich Aufenthalt im Freien Einschränkung Aufenthalt im Freien auf 1- 2 h pro Tag. Dies gilt vor allem in den ersten Tagen und für den oberen Bereich des Dosisleistungsbandes, wo die Dosisbeiträge hoch sind. <i>Zusätzliche Einschränkungen solange der beschränkte Aufenthalt im Freien gilt:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Verbot für Kinder, im Freien zu spielen. Vor Aufhebung der beschränkten Aufenthaltszeit im Freien sind Spielplätze messtechnisch zu prüfen und zu dekontaminieren.</i> • <i>Im oberen Dosisbereich Gartenarbeit vermeiden, sonst Handschuhe tragen und nach erledigter Arbeit Hände waschen</i> • <i>Empfehlung, die Schuhe beim Eintritt ins Haus zu wechseln.</i>
C	3. ODL > 500 µSv/h (Dosis* in den ersten 3 Monaten > 50 mSv, im ersten Jahr > 100 mSv bei normalem Aufenthalt)	Evakuierung Vollständige Evakuierung und Absperrung der Zone. Zutrittsberechtigt sind lediglich verpflichtete Personen, welche mit Dekontaminationsmassnahmen die Zone wieder bewohnbar machen sollen. Diese verpflichteten Personen müssen dosimetrisch überwacht werden. <i>Zusätzliche Verhaltensmassnahmen für die Bevölkerung während und nach Evakuierung</i> <ul style="list-style-type: none"> • <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</i> • <i>Nach Evakuierung: Kleider, Schuhe wechseln; Hände waschen. Fahrzeuge in Waschanlage reinigen</i>

* Die angegebene Dosis bezieht sich auf normalen Aufenthalt. In der Bodenphase wird dabei pro Tag ein durchschnittlicher Aufenthalt von 8 h im Freien und 16 h im Haus (SF 10) angenommen. Daraus resultiert gegenüber dem vollständigen Aufenthalt im Freien ein Schutzfaktor von 2.5, welcher in diesen Dosen bereits berücksichtigt ist.

⁴ Die Verhaltensanweisungen gelten nicht streng für verpflichtete Personen. Für verpflichtete Personen gelten nach StSv (Art. 121) höhere Dosisgrenzwerte als für die Bevölkerung: "Verpflichtete Personen dürfen nur für Arbeiten eingesetzt werden, bei denen nicht zu erwarten ist, dass sie im ersten Jahr nach dem Ereignis eine effektive Dosis von mehr als 50 mSv, beim Einsatz zur Rettung von Menschenleben von mehr als 250 mSv akkumulieren."

⁵ Details Dosisabschätzung und Beurteilung der Gefährdung siehe Anhang 3.

3.3.2. Massnahmen bezüglich Transit nach der Wolkenphase

Der Transit ist nach der Wolkenphase so schnell wie möglich wieder freizugeben, da funktionierende Verkehrsverbindungen von grosser volkswirtschaftlicher Bedeutung sind. Andererseits geht es darum, ausserhalb des primär von der Kontamination betroffenen Gebiets lebende Personen auf der Durchreise keinen unnötigen Dosen auszusetzen.

Das Gebiet über 500 $\mu\text{Sv/h}$ wird wegen der Evakuierung vorübergehend für jeglichen Zutritt gesperrt. Deshalb macht es auch Sinn, den Transit dort nicht sofort wieder freizugeben. Abschätzungen bezüglich Dosen ergeben bei einer anfänglichen Dosisleistung von 500 $\mu\text{Sv/h}$ eine Dosis von 1.5 mSv in den ersten 3 Monaten bzw. 3 mSv im ersten Jahr, wenn täglich während 30 Minuten ein solches Gebiet durchfahren wird⁶. Da diese Dosisabschätzung in jeder Hinsicht konservativ ist, dürfte die von Durchreisenden im ersten Jahr akkumulierte individuelle Dosis ausserhalb des evakuierten Gebiets 1 mSv kaum übersteigen.

Maximale gemessene Dosisleistung (Referenzzeit 24 h nach Abschaltung)	Massnahmen bezüglich Transit
1. ODL < 500 $\mu\text{Sv/h}$ (Dosis < 1 mSv im ersten Jahr)	Freigabe des Transits (Autobahnen und Eisenbahnlinien) nach Ende der Wolkenphase.
2. ODL > 500 $\mu\text{Sv/h}$ (Dosis > 1 mSv im ersten Jahr)	Anfängliche Umleitung der Transitstrecken notwendig. Diese können nach ev. Dekontamination wieder freigegeben werden, falls die Jahresdosis der Durchreisenden im Folgejahr 1 mSv nicht überschreitet. Dekontamination bzw. weitere Sperrung, d.h. Umleitung der Transitstrecke notwendig. ⁷

3.4. Massnahmen bezüglich Aufenthaltsbeschränkung und Transit nach einigen Monaten

Voraussichtliche Dosis im folgenden Jahr	Verhaltensanweisungen
1. $E_{\text{ext}} < 1 \text{ mSv/a}$	keine
2. $1 \text{ mSv/a} < E_{\text{ext}} < 20 \text{ mSv/a}$	Zone mit Verhaltensempfehlungen und dosimetrischen Überwachung der Bevölkerung Bezüglich Transit keine Massnahmen notwendig
3. $E_{\text{ext}} > 20 \text{ mSv/a}$	Umsiedlung der Bevölkerung. Transit kann nach ev. Dekontamination der Transitstrecke freigegeben werden, falls die Jahresdosis der Durchreisenden im Folgejahr $\leq 1 \text{ mSv}$.

Details zu Verhaltensempfehlungen und Zutrittskontrollen müssen ereignisbezogen festgelegt werden und können für den Zeitraum einige Monate nach dem Ereignis nicht vorausgeplant werden.

⁶ 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.

⁷ Es ist dabei zu berücksichtigen, dass eine Dekontamination der Strecke allein wahrscheinlich noch keine grosse Reduktion der Dosisleistung bringt, solange die nähere Umgebung nicht auch dekontaminiert wird.

4. (Kontaminations)-kontrollstellen für Fahrzeuge

4.1. KKW-Unfall in der Schweiz

4.1.1. Vor und während dem Wolkendurchzug:

In dieser Phase werden keine Kontaminationskontrollen von Fahrzeugen durchgeführt.

4.1.2. Nach dem Wolkendurchzug:

Die Gebiete A, B, C sind in Abb. 1 definiert. Eine ausführliche Diskussion über die Kontaminationskontrolle befindet sich in Anhang 4 und Tabellen 2 + 3 in Anhang 3.

Evakuationsphase:

An den Gebietsübergängen C -> B, B -> A finden aus organisatorischen und technischen Gründen keine Kontaminationskontrollen von Fahrzeugen statt. Es besteht auch keine unmittelbare Gefährdung für die Bevölkerung. Fahrzeughalter aus dem evakuierten Gebiet C sollen jedoch dazu aufgefordert werden, nach der Evakuierung ihr Fahrzeug in einer Autowaschanlage waschen zu lassen.

Nachevakuationsphase:

Fahrzeuge und Waren aus dem Gebiet C sind stichprobenweise auf Kontamination am Gebietsübergang C -> B zu prüfen. Für die Kontaminationskontrolle müssen dort unkontaminierte Kontrollstellen zur Verfügung gestellt werden (z. B. Tiefgaragen). Für Berufsfahrer und verunsicherte Fahrzeuginhaber soll zusätzlich in Betracht gezogen werden, allenfalls im Gebiet A Kontaminationskontrollstellen (z. B. bei Strassenverkehrsämtern) zu errichten, wo Fahrzeuge auf Kontamination überprüft werden können. Priorität der Messungen nach Herkunftsgebiet der Fahrzeuge: C > B.

Kriterium für die Messungen:

Als grobes Kriterium für das Waschen in einer Waschanlage gilt die Nettodosisleistung in 1 m Abstand vom Fahrzeug von 5 $\mu\text{Sv/h}$ (ca. 500 CS) für die Referenzzeit 24 h nach Abschaltung.

4.2. KKW-Unfall im Ausland

Kontaminationskontrolle am Zoll

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.

Gerade bei einem grenznahen Unfall ist mit einer vermehrten Einreise von flüchtenden Personen zu rechnen. In diesem Fall müssten die Kontrollen verstärkt und vor allem ein Kriterium definiert werden, wo bei den Fahrzeuginsassen eine Überschreitung der zulässigen Jahresdosis von 1 mSv gemäss StSV möglich ist. In Anhang 4 wurde ein entsprechender Wert von 5 $\mu\text{Sv/h}$ gemessen in 1

m Abstand vom Fahrzeug abgeleitet. Dieser Wert kann mit einfachen Dosisleistungsmessgeräten gemessen werden. Bei einer Überschreitung wäre eine Dekontamination vor der Einreise notwendig. Als erste Massnahmen 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.

Anhang 1:

Ausmasse der von Massnahmen betroffenen Gebiete in der Bodenphase für die Unfallszenarien Kernbeschädigung mit/ohne Venting bei mittleren (ungünstigen) Wetterbedingungen

Aufgrund der Referenzszenarien nach Notfallschutzkonzept⁸ und den daraus abgeschätzten zu erwartenden Messwerten für die Ortsdosisleistung nach Freisetzungsende in der Umgebung wurde abgeschätzt, wie gross die einzelnen Gebiete B und C sein werden. Die zu erwartende Grösse der Gebiete ist unten aufgeführt. Die Werte wurden aus CHRONEX-Rechnungen, welche die Dosisleistung 2 Tage nach Ende des Wolkendurchzugs darstellen, abgeleitet und auf den Zeitpunkt 24 h nach Abschaltung umgerechnet.

Mittlere bzw. maximale Dosisleistung nach Freisetzungsende:

	Kernbeschädigung mit Venting	Kernbeschädigung ohne Venting
Mittlere (maximale) Dosisleistung* ($\mu\text{Sv/h}$)	Hauptaufschlagspunkt: ~ 20 (120) 1 km: 20 (120)	Hauptaufschlagspunkt: ~ 1400 (5000) 1 km: 200 (1000)

* je nach Wettertyp

Grösse der betroffenen Gebiete für die beiden Unfallszenarien Kernbeschädigung mit/ohne Venting:

	Kernbeschädigung mit Venting	Kernbeschädigung ohne Venting
Gebiet mit Evakuierung (C): > 500 $\mu\text{Sv/h}$	kommt nicht vor	bis 0.4 (2) km*
Gebiet mit beschränktem Aufenthalt im Freien (B): 5 - 500 $\mu\text{Sv/h}$	1 (5) km*	15 (30) km*

* aufgrund mittlerer bzw. ungünstigster Wetterlage

Ausmasse der von Massnahmen betroffenen Gebiete in der Bodenphase nach einem Unfall im Ausland

Nach einem KKW-Unfall im Ausland ist nicht davon auszugehen, dass in der Schweiz Schutzmassnahmen gegen die externe Strahlung notwendig sein werden (Distanz > 30 km, d.h. Gebiete B und C kommen nicht vor).

⁸ Berücksichtigte Referenzszenarien [3]:

- Szenario Kernbeschädigung und korrekte Funktion des Sicherheitsgebäudes und der gefilterten Druckentlastung.
- Szenario Kernbeschädigung und ohne korrekte Funktion des Sicherheitsgebäudes.

Anhang 2:

Transitwege (Autobahn und Zuglinien) in den Zonen 1 und 2 um die schweizerischen Kernkraftwerke

Die folgenden Darstellungen geben dem Leser lediglich eine Übersicht über die betroffenen Transitstrecken. Die konkret betroffenen Streckenabschnitte müssen im Einsatzfall detailliert bestimmt und nach möglichen Umleitungen gesucht werden.

Betroffene Strecken innerhalb der Zonen 1 und 2 und deren minimale Distanz zum Werk

Kernkraftwerk Gösgen

	betroffene Transitstrecke	minimale Distanz zum Werk (betroffene Richtung vom Werk aus)
Autobahnen	A1 Bern - Zürich	5 km (S)
	A2 Basel - Luzern	8 km (SW)
	A3 Basel - Zürich	16 km (NE)
Zuglinien	Bern bzw. Biel - Zürich	1.5 km (S)
	Basel - Luzern	4 km (W)

Kernkraftwerk Leibstadt

	betroffene Transitstrecke	minimale Distanz zum Werk (betroffene Richtung vom Werk aus)
Autobahnen	A1 Bern - Zürich	18 km (SE)
	A3 Basel - Zürich	14 km (SW)
Zuglinien	Basel - Zürich	12 km (S)
	Bern - Zürich via Brugg	12 km (S)

Kernkraftwerk Beznau

	betroffene Transitstrecke	minimale Distanz zum Werk (betroffene Richtung vom Werk aus)
Autobahnen	A1 Bern - Zürich	12 km (SE)
	A3 Basel - Zürich	12 km (S)
Zuglinien	Basel - Zürich	8 km (S)
	Bern - Zürich via Brugg	8 km (S)

Kernkraftwerk Mühleberg

	betroffene Transitstrecke	minimale Distanz zum Werk (betroffene Richtung vom Werk aus)
Autobahnen	A1 Zürich - Lausanne	1 km (S)
	A6 Biel - Spiez	10 km (N)
	A12 Bern - Vevey	8 km (SE)
Zuglinien	Bern - Neuenburg	4 km (S)
	Bern - Biel	10 km (N)
	Bern - Fribourg	4 km (S)
	Bern - Zürich	13 km (E)
	Bern - Spiez	13 km (E)
	Bern - Luzern	13 km (E)

Von Umleitungen betroffene Transitstrecken in Abhängigkeit der betroffenen Zonen und Sektoren

Kernkraftwerk Gösgen

Betroffene Zonen und Sektoren für Massnahmen während der Wolkenphase	Von Umleitungen betroffene Transitstrecken	
	Autobahnen	Zugstrecken
Zone1	• keine	• Bern bzw. Biel - Zürich
Sektor 1, Zone 2	• A1 • A3	• Bern bzw. Biel - Zürich
Sektor 2, Zone 2	• A1 • A2	• Bern bzw. Biel - Zürich • Basel - Luzern
Sektor 3, Zone 2	• A1 • A2	• Bern bzw. Biel - Zürich • Basel - Luzern
Sektor 4, Zone 2	• A1 • A2	• Bern bzw. Biel - Zürich • Basel - Luzern
Sektor 5, Zone 2	• A2	• Bern bzw. Biel - Zürich • Basel - Luzern
Sektor 6, Zone 2	• keine	• Bern bzw. Biel - Zürich • Basel - Luzern

Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt

Betroffene Zonen und Sektoren für Massnahmen während der Wolkenphase	Von Umleitungen betroffene Transitstrecken	
	Autobahnen	Zugstrecken
Zone1	keine	keine
Sektor 1, Zone 2	keine	keine
Sektor 2, Zone 2	• A1 • A3	• Basel - Zürich • Bern - Zürich via Brugg
Sektor 3, Zone 2	• A1 • A3	• Basel - Zürich • Bern - Zürich via Brugg
Sektor 4, Zone 2	• A3	• Basel - Zürich • Bern - Zürich via Brugg
Sektor 5, Zone 2	• A1	• Basel - Zürich

Kernkraftwerk Mühleberg

Betroffene Zonen und Sektoren für Massnahmen während der Wolkenphase	Von Umleitungen betroffene Transitstrecken	
	Autobahnen	Zugstrecken
Zone1	<ul style="list-style-type: none"> • A1 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg • Bern - Biel • Bern - Fribourg • Bern - Zürich • Bern - Spiez • Bern - Luzern
Sektor 1, Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A6 • A12 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg • Bern - Biel • Bern - Fribourg • Bern - Zürich • Bern - Spiez • Bern - Luzern
Sektor 2, Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A6 • A12 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg • Bern - Biel • Bern - Fribourg • Bern - Zürich • Bern - Spiez • Bern - Luzern
Sektor 3, Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A12 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg • Bern - Fribourg
Sektor 4, Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> • A1 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg
Sektor 5, Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A6 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg • Bern - Biel
Sektor 6, Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A6 	<ul style="list-style-type: none"> • Bern - Neuenburg • Bern - Biel • Bern - Fribourg

Transitstrecken, welche nach der Wolkenphase voraussichtlich dekontaminiert werden müssen

Eine Dekontamination von Transitstrecken ist grundsätzlich im Evakuationsgebiet in Erwägung zu ziehen, da dort bei regelmässiger Durchfahrt Dosen > 1 mSv erreicht werden können. Gemäss Anhang 1 wird diese Dosisleistung bei den Referenzszenarien höchstens auf kleinen Flächen erreicht (Bei Kernbeschädigung ohne Venting bis 0.4 km, max. 2 km).

Allenfalls betroffene Strecken: Gösgen Zug Bern-Zürich
 Mühleberg Autobahn A1

Anhang 3:

Abschätzung der Kontamination und die Gefährdung durch Kontaminationsübertragung nach einem KKW-Unfall mit Freisetzung von Radioaktivität

In der frühen Bodenphase eines KKW-Ereignisses besteht neben der Gefährdung durch die externe Bodenstrahlung auch die Gefährdung durch Hautkontamination durch Kontakt mit kontaminierten Flächen. Bei im Freien spielenden Kindern könnte ebenfalls eine Gefährdung durch Ingestion bestehen. Im Folgenden sollen diese Dosisbeiträge im Vergleich zur externen Dosis durch die Bodenstrahlung abgeschätzt werden. Es wurden dabei folgende Möglichkeiten der Kontamination in Betracht gezogen:

- Kontamination durch direkten Bodenkontakt (Gartenarbeit, Spielen von Kindern im Sandkasten). Die Beurteilung der Gefährdung durch direkten Bodenkontakt ist in Tabelle 1 aufgeführt.
- Kontamination durch Kontakt mit Fahrzeugen, welche während der Wolkenphase im Freien standen. Die Beurteilung der Gefährdung durch Kontakt mit Fahrzeugen ist in Tabelle 1 aufgeführt.
- Externe Dosis durch längeren Aufenthalt in einem kontaminierten Auto. Die Beurteilung der Gefährdung durch längeren Aufenthalt in einem kontaminierten Auto ist in Tabelle 3 aufgeführt.
- Ingestion von Oberflächenkontaminationen (spielende Kinder). Die Beurteilung der Gefährdung durch Ingestion von Oberflächenkontaminationen (spielende Kinder) ist in Tabelle 4 aufgeführt.

Im Anhang 3A sind die Faustregeln aufgeführt, welche für die Abschätzung der Fahrzeug- und der Hautkontamination aufgrund der Ortsdosisleistung benutzt wurden. Die Faustregeln sollen als Entscheidungsgrundlage für die ersten Stunden nach dem Wolkendurchzug gelten, solange nur Ortsdosisleistungsmessungen aber noch keine Kontaminationsmessungen vorhanden sind. Sobald Kontaminationsmessungen vorliegen, sollen diese als Entscheidungsgrundlage mitbenutzt werden. Im Anhang 3B werden die Auswirkungen der oben erwähnten Kontaminationsübertragungen für die Gebiete B und C beurteilt.

Anhang 3A: Faustregeln

Faustregel 1: 1 CS⁹ Geländekontamination (Gras) durch ein frisches Spaltproduktegemisch erhöht die Ortsdosisleistung (1 m über Gras) um etwa 100 nSv/h (Quelle: Konzept Hautkontamination S. 17 [4].¹⁰ Als Vergleich siehe auch Papier Miska [5]).

Faustregel 2: Annahme, dass bei intensivem Hautkontakt mit Boden in den ersten Tagen nach der Wolkenphase 1/10 der Kontamination übertragen wird. Hiermit ist z.B. Gartenarbeit oder das Spielen von Kindern im Sandkasten gemeint. Durch Fixierung der Bodenkontamination nimmt der Anteil der übertragbaren Kontamination mit der Zeit ab.

Beurteilung: Die Faustregel geht davon aus, dass durch Arbeiten im Boden auch eine Durchmischung und somit Verdünnung stattfindet. Dadurch wird nicht die ganze Kontamination übertragen. Da keine Erfahrungswerte vorliegen, wurde als Extremfall auch die Gefährdung durch eine 1:1-Übertragung berücksichtigt (siehe Begründung nach Tabelle 1).

⁹ Bei einem frischen Spaltproduktegemisch entspricht 1 CS etwa 3 Bq/cm².

¹⁰ Faustregel Miska: 40 kB/cm² Geländekontamination ergibt eine Dosisleistung von 1 mSv/h.

- Faustregel 3: Annahme, dass bei Berührung eines kontaminierten Fahrzeuges 1/10 der Kontamination übertragen wird.
Beurteilung: Wäre die Kontamination leichter von der Fahrzeugoberfläche übertragbar, würde sie durch Berühren von weiteren Gegenständen auch wieder leicht abgegeben. Faustregel, dürfte somit realistisch bis konservativ sein.
- Faustregel 4: Fahrzeuge, welche während der Wolkenphase im Freien standen, werden nur ein 1/10 der Bodenkontamination (Gras) aufweisen.
Beurteilung: Da es sich bei der Fahrzeugoberfläche um eine glatte Oberfläche handelt, dürfte die Annahme realistisch sein.
- Faustregel 5: 1 CS Fahrzeugkontamination erhöht die Dosisleistung in 1 m Abstand nach dem Wolkendurchzug um etwa 10 nSv/h (Als Vergleich siehe Papier Miska [5]¹¹).
- Faustregel 6: Ein Aufenthalt von 4 h pro Tag während eines halben Jahres im Innern eines Fahrzeugs mit einer gemessenen Dosisleistung von 3 µSv/h in 1 m Abstand ergibt eine effektive Dosis von 1 mSv. Für die gleiche Aufenthaltsdauer in 1 m Abstand ergibt sich eine Dosis von unter 0.5 mSv (Kontamination durch frisches Spaltproduktgemisch)¹².
- Faustregel 7: Eine Kontamination der Hände und Arme von 1 CS ergibt am ersten Tag nach dem Wolkendurchzug maximal eine effektive Dosis von 0.8 µSv bei andauernder Kontamination während 24 Stunden¹³ (siehe auch Miska [5]¹⁴).
- Faustregel 8: Gemäss StSV ergibt eine tägliche Ingestion der Aktivität von einer Hautfläche von 10 cm² eine effektive Dosis von 0.5 mSv pro Jahr. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Haut durch eine Oberfläche kontaminiert wurde, deren Oberflächenkontamination 1 CS betrug. Bei einer einmaligen Ingestion ergibt sich eine effektive Dosis von 1.4 µSv.

¹¹ Faustregel Miska: 1 kBq/cm² ergibt eine Dosisleistung in 1 m Abstand von 5 µSv/h.

¹² Abschätzung der SSK [6]: Eine Dosisleistung von 5 µSv/h gemessen in 1 m Abstand 6 h nach Abschaltung ergibt dort eine effektive Dosis von 1 mSv bei gleicher Aufenthaltsdauer im Autoinnern wie in Faustregel 6. Die Dosisleistung wurde für Faustregel 6 auf die Referenzzeit 24 h nach Abschaltung umgerechnet.

¹³ 1 CS über die totale Hautfläche von 2 m² ergibt nach Anhang 3 der StSV eine effektive Dosis von 0.5 mSv pro Jahr, 2 CS ergeben dementsprechend 1 mSv. Da in der StSV von Dauerbestrahlung der gesamten Hautoberfläche während des ganzen Jahres von 1 CS ausgegangen wird, ergibt eine einmalige während 24 h andauernde Kontamination der gesamten Hautoberfläche eine effektive Dosis von 1.4 µSv. Da durch Berühren von kontaminierten Oberflächen nur von einer Kontaminationsübertragung auf die Hände und Arme ausgegangen werden kann, ergibt sich nur eine lokale Hautdosis. Unter der Annahme, dass die Fläche beider Hände und Arme etwa 1700 cm² beträgt, ist von der Kontamination nur 1700/3000 der Hautoberfläche betroffen, d.h. die effektive Dosis reduziert sich auf 0.8 µSv.

Gemäss ICRP 59 beträgt die ungeschützte Hautfläche 3000 cm² (Gesicht, Nacken, Arme, Hände). Für die Hände und Arme wird eine Fläche von 1700 cm² abgeschätzt. Gemäss NRPB, volume 8(3), 1997 [7] berechnet sich die effektive Dosis aus der Hautdosis wie folgt:

¹⁴ Faustregel Miska: Eine gleichmässige Kontamination der Haut und Kleidung mit 40 kBq/cm² an Spaltprodukten führt in 24 Stunden zu einer effektiven Dosis von etwa 20 mSv.

$$E = H_{\text{Skin}} w_{\text{Skin}} \frac{\text{Exp}_{\text{area}}}{\text{Total}_{\text{area}}} \quad (\text{Exp}_{\text{area}} = \text{exposed area, Total}_{\text{area}} = \text{total area of UVR-exposed skin})$$

Anhang 3 B: Auswirkungen der erwähnten Kontaminationsübertragungen in den Gebieten B und C

Tabelle 1: Zu erwartende Kontaminationen der Umgebung, der Fahrzeuge und der Hautoberfläche von Personen sowie Beurteilung der notwendigen zusätzlichen Massnahmen aus radiologischer Sicht.

	ODL 24 h nach Abschaltung und am Ort auftretende Bodenkontamination (Faustregel 1)	Art der Kontaminationsübertragung	Hautkontamination durch Kontaminationsübertragung ¹⁵ und daraus resultierende Dosis ¹⁶	Zusätzliche Massnahmen (Begründungen siehe nächste Seite)
C	ODL > 500 μSv/h Bodenkontamination > 5000 CS (Gebiet mit Evakuierung ¹⁷)	Kontakt mit Boden	> 500 CS effektive Dosis: > 0.4 mSv (Faustregel 2, 7)	Während Evakuierung Kontakt mit Fahrzeugen vermeiden, im Freien nichts anfassen. Nach Evakuierung: Hände waschen, Kleider und Schuhe wechseln.
		Kontakt mit Fahrzeug, welches während Wolkendurchzug im Freien stand	> 50 CS effektive Dosis: > 0.04 mSv (Faustregel 3, 4, 7)	Nach Evakuierung: Reinigung der Fahrzeuge in Waschanlage
B	5 μSv/h < ODL < 500 μSv/h Bodenkontamination 50 - 5000 CS (Gebiet mit beschränktem Aufenthalt im Freien ¹⁸)	Kontakt mit Boden	5 - 500 CS effektive Dosis: 0.004 - 0.4 mSv (Faustregel 2, 7)	Im oberen Dosisbereich Gartenarbeit vermeiden, sonst Handschuhe tragen und Hände waschen
		Kontakt mit Fahrzeug, welches während Wolkendurchzug im Freien stand	0.5 - 50 CS effektive Dosis: 0.0004 - 0.04 mSv (Faustregel 3, 4, 7)	Keine Massnahmen

¹⁵ Durch Kontaminationsübertragung betroffene Fläche = Hände + Arme $\approx 1700 \text{ cm}^2$

¹⁶ Annahme einer während 24 h andauernden Kontamination am ersten Tag nach dem Wolkendurchzug.

¹⁷ Externe Dosis in den ersten 3 Monaten > 50 mSv, im ersten Jahr > 100 mSv bei normalem Aufenthalt (SF 2.5 gegenüber vollständigem Aufenthalt im Freien)

¹⁸ Externe Dosis in den ersten 3 Monaten zwischen 0.5 und 50 mSv, im ersten Jahr zwischen 1 und 100 mSv bei normalem Aufenthalt (SF 2.5 gegenüber vollständigem Aufenthalt im Freien)

Begründung der zusätzlichen Massnahmen:

- Gebiet C: Verglichen mit der sonstigen externen Dosis durch Aufenthalt im Freien im Gebiet C, ist die Dosis durch Bodenkontakt bzw. Kontakt mit Fahrzeugen aus Gebiet C gering. Somit drängen sich keine Sofortmassnahmen vor oder während der Evakuierung auf. Nach der Evakuierung befinden sich die evakuierten Personen und die Fahrzeuge allerdings im Gebiet A oder B. Dort fällt aufgrund der tiefen Ortsdosisleistung der Umgebung der Dosisbeitrag durch aus Gebiet C verschleppten Kontaminationen stärker ins Gewicht. Den Evakuierten ist deshalb nach der Evakuierung zwecks Optimierung ein Kleiderwechsel und das Waschen der Hände zu empfehlen. Zusätzlich ist die Dekontamination der Fahrzeuge in einer Waschanlage vorzusehen.
- Gebiet B: Unter der Annahme, dass bei Gartenarbeiten nicht nur 1/10 sondern 100% der Kontamination übertragen werden, steigt die effektive Dosis durch Kontamination auf 0.04 - 4 mSv am ersten Tag. Die zusätzliche Dosis durch Hautkontamination, welche unter diesen Annahmen nicht mehr zu vernachlässigen ist, könnte leicht durch eine Empfehlung, während Gartenarbeiten Handschuhe zu tragen, vermieden werden.

Vermeidung von Kontaminationen und daraus resultierenden Dosen durch vorsorgliche Massnahmen

Die Kontamination von Fahrzeugen kann effizient vermieden werden, wenn die Fahrzeuge vor Beginn der Freisetzung in einer Garage geparkt werden. Der Einfachheit halber soll diese Massnahme an die Massnahme Haus bzw. Keller/Schutzraum gekoppelt werden.

Tabelle 2: Zu erwartende Dosisleistungen 1 m neben dem Auto in Abhängigkeit des Aufenthalts des Fahrzeugs während des Wolkendurchzugs.

	ODL 24 h nach Abschaltung am Ort, wo Fahrzeug im Freien stand sowie am Ort auftretende Bodenkontamination (Faustregel 1)	Kontamination¹⁹ eines während des Wolkendurchzugs im Freien stehenden Autos (Faustregel 4)	Resultierende Dosisleistung 1 m neben dem Auto (Faustregel 5)
C	ODL > 500 μSv/h Bodenkontamination > 5000 CS	> 500 CS	> 5 μ Sv/h
B	5 μSv/h < ODL < 500 μSv/h Bodenkontamination 50 - 5000 CS	5 - 500 CS	0.05 - 5 μ Sv/h
A	ODL < 5 μSv/h Bodenkontamination < 50 CS	< 5 CS	< 0.05 μ Sv/h

¹⁹ Die Kontaminationswerte und die Werte für die Dosisleistung gelten für eine Referenzzeit 24 h nach Abschaltung des Reaktors.

Tabelle 3: Dosis durch längeren Aufenthalt in einem kontaminierten Auto und Beurteilung der notwendigen Massnahmen aus radiologischer Sicht.

Herkunft des Fahrzeugs aus Gebiet ...	Dosisleistung 1 m neben dem Auto bezogen auf die Referenzzeit 24 h nach Abschaltung	Dosis bei Aufenthalt während 4 h pro Tag während 1/2 Jahr im Autoinnern (Faustregel 6)	Beurteilung zusätzliche Massnahmen
C	> 5 $\mu\text{Sv/h}$	> 1.5 mSv	Waschen notwendig
B	0.05 - 5 $\mu\text{Sv/h}$	0.01 - 1.5 mSv	keine
A	< 0.05 $\mu\text{Sv/h}$	< 0.01 mSv	keine

Tabelle 4: Dosis durch Ingestion von Oberflächenkontaminationen und Beurteilung der notwendigen Massnahmen aus radiologischer Sicht.

Insbesondere bei Kindern könnte eine zusätzliche Gefährdung durch Ingestion von Kontaminationen beim Spielen im Freien auftreten. Für Gebiete, wo aufgrund der Ortsdosisleistung ein Aufenthalt der Kinder im Freien möglich ist, wurde die Gefährdung durch Ingestion im Folgenden abgeschätzt:

	ODL 24 h nach Abschaltung (Massnahme bezüglich Aufenthalt)	Bodenkontamination (Sandkasten) am ersten Tag nach der Wolkenphase und daraus resultierende Dosis ²⁰ (Faustregel 8)	Beurteilung zusätzliche Massnahmen
B	5 $\mu\text{Sv/h}$ < ODL < 500 $\mu\text{Sv/h}$ 50 - 5000 CS Bodenkontamination (Gebiet mit beschränktem Aufenthalt im Freien)	50 - 5000 CS ⇒ effektive Dosis: 0.07 - 7 mSv	Solange der beschränkte Aufenthalt im Freien gilt, ist es Kindern verboten, im Freien zu spielen. Nach Aufhebung der beschränkten Aufenthaltszeit im Freien sind Spielplätze stichprobenweise messtechnisch zu prüfen und eventuell zu dekontaminieren.
A	ODL < 5 $\mu\text{Sv/h}$ < 50 CS Bodenkontamination	< 50 CS ⇒ effektive Dosis: < 0.07 mSv	keine Massnahmen

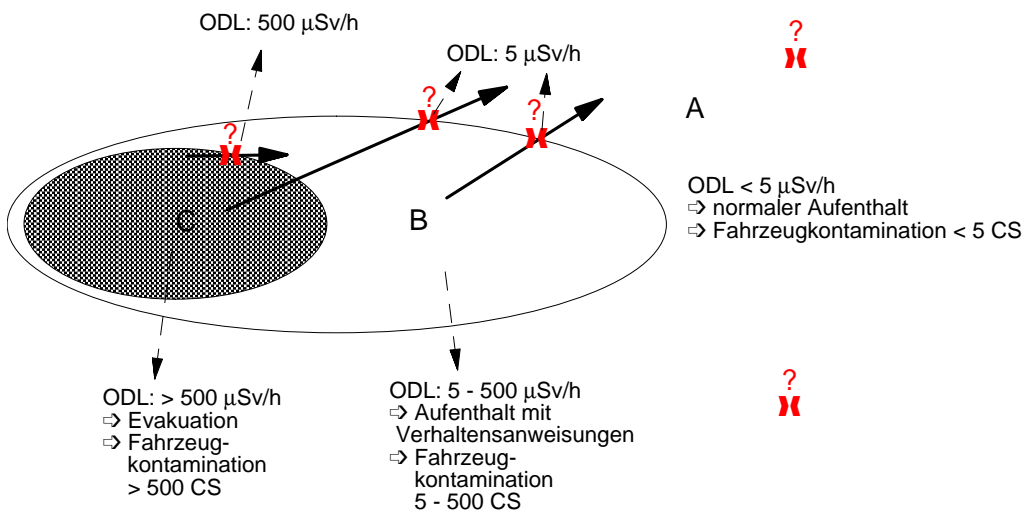
²⁰ Annahme: Ingestion der Ablagerungen auf einer Fläche von 10 cm²

Anhang 4:

Diskussion der Kontaminationskontrolle von Fahrzeugen

KKW-Unfall in der Schweiz:

Ausgangslage Problemstellung (Messwerte bezogen auf Referenzzeit 24 h nach Abschaltung)



⌘ Kontaminationskontrolle für Fahrzeuge ??

Abbildung 2: Radiologische Ausgangslage mit potentiellen Kontrollstellen für Fahrzeuge.

Nach dem Wolkendurchzug muss die Bevölkerung aus dem Gebiet C vollständig evakuiert werden. Fahrzeuge, welche für die Evakuierung benützt werden und während der Wolkenphase im Gebiet C im Freien standen, können Kontaminationen in die Gebiete A und B verschleppen und dort die Bevölkerung gefährden. Zu diskutieren ist, ob deshalb an den Gebietsübergängen Kontrollstellen aufgebaut werden sollen, welche die passierenden Fahrzeuge auf Kontamination untersuchen. Als Alternative steht die freiwillige Kontrolle im Gebiet A zur Diskussion.

Im folgenden werden die Vor- und Nachteile dieser Varianten unter Berücksichtigung des Zeitpunktes der Kontrolle diskutiert. Es wird zwischen Evakuationsphase und Nachevakuationsphase unterschieden.

Evakuationsphase²¹

Variante 1: Evakuierung mit privaten Fahrzeugen und strikter Kontaminationskontrolle an einem Gebietsübergang

Die Evakuierung erfolgt mit privaten Verkehrsmitteln. Für den Rest der Bevölkerung ohne privates Fahrzeug wird der Transport mit Bussen organisiert. Alle Fahrzeuge müssen sich während der Evakuierung einer Kontaminationskontrolle unterziehen. Bei dieser Lösung stellt sich die Frage, an

²¹ Ausgangslage für Evakuierung:

Nach der Wolkenphase muss Gebiet C evakuiert werden. Beim Unfallszenario mit Kernschmelze ohne Venting ist mit einem zu evakuierenden Gebiet C bis etwa 2 km zu rechnen (siehe Anhang 1). Das Gebiet C ist zuerst einmal vollständig zu evakuieren. Dort kann nach der Evakuierung der Zutritt mit Spezialbewilligung für bestimmte Personengruppen wieder erlaubt werden.

welchem Grenzübergang die Kontaminationskontrolle stattfinden soll. Die Ortsdosisleistung sollte am Grenzübergang gegenüber der Dosisleistung der Fahrzeuge verschwindend klein sein, damit die Dosisleistung der Fahrzeuge überhaupt gemessen werden kann. Fahrzeuge aus Gebiet C, welche nach Anhang 3B Tabelle 3 gewaschen werden sollten, weisen in 1 m Abstand eine Dosisleistung von mindestens 5 $\mu\text{Sv/h}$ auf. Daraus folgt, dass eine Kontrolle der Fahrzeuge am Übergang C \rightarrow B nicht möglich ist, da dort die Ortsdosisleistung der Umgebung (Gras) den Wert 500 $\mu\text{Sv/h}$ übersteigt.

Eine Kontrolle am Übergang B \rightarrow A ist zwar technisch möglich, doch ist die dort existierende grosse Zahl an Grenzübergängen kaum mit ausreichend Messpersonal besetzbar. Zusätzlich dürfte die passierende Fahrzeuganzahl an den besetzten Übergängen die vorhandene Messkapazität übersteigen, da nicht nur Fahrzeuge aus dem Gebiet C, sondern auch Fahrzeuge aus dem Gebiet B die Übergänge passieren. Folge wären lange Staus, welche zu unnötigen Dosen für die wartenden Fahrzeuginsassen führen.

Variante 2: Evakuierung mit privaten Fahrzeugen ohne strikte Kontaminationskontrolle

Als Alternative steht der Aufbau von Kontrollstellen für Fahrzeuge im Gebiet A zur Diskussion, wo die Fahrzeuge aus dem Gebiet C nach der Evakuierung auf freiwilliger Basis auf Kontamination überprüft werden können. Dies würde bedeuten, dass die Fahrzeuge während der Evakuierung die Übergänge ohne Kontrolle passieren könnten. Die Dosisersparung wird für die zu evakuierende Bevölkerung grösser sein, wenn sie so schnell wie möglich evakuiert wird, als wenn sie nachher in einem kontaminierten Fahrzeug über mehrere Tage herumfährt.²² Mit der Verhaltensanweisung an die Bevölkerung aus dem Gebiet C, ihre Fahrzeuge nach der Evakuierung in einer Waschanlage im Gebiet A zu waschen, dürfte sich das Problem der Kontamination von Fahrzeugen von selbst lösen. Zudem könnte das Kontaminationsproblem durch vorsorgliches Einparken der Fahrzeuge in einer Garage vor dem Wolkendurchzug ebenfalls reduziert werden. Eine grossangelegte Kontaminationskontrolle ist mit diesen Massnahmen nicht mehr gerechtfertigt. Auch Personen aus dem Gebiet C, welche sich während dem Wolkendurchzug eventuell teilweise im Freien aufgehalten haben könnten, werden nicht strikte auf Kontamination untersucht. Auch dort erfolgt eine Kontaminationskontrolle auf freiwilliger Basis an Kontaktstellen (siehe Konzept Hautkontamination). Eine strikte Kontaminationskontrolle der Fahrzeuge würde somit bedeuten, dass dem Problem Fahrzeugkontamination mehr Beachtung geschenkt würde als der Personenkontamination.

Berufsfahrer und andere verunsicherte Fahrzeugführer sollten trotzdem die Möglichkeit haben, ihre Fahrzeuge auf Kontamination prüfen zu lassen. Dazu sollen Kontrollstellen für Fahrzeuge im Gebiet A aufgebaut werden (Details siehe untenstehend unter Nachevakuationsphase). Als mögliche Orte kämen die Strassenverkehrsämter im Gebiet A in Frage.

Variante 3: Evakuierung mit unkontaminierten Fahrzeugen

Das Problem der Kontaminationsverschleppung durch Fahrzeuge aus dem Gebiet C könnte andererseits damit gelöst werden, dass Fahrzeuge, welche während des Wolkendurchzugs im Gebiet C standen, diese Gebiete nicht verlassen dürfen. Dies würde aber bedeuten, dass die Bevölkerung aus diesen Gebieten, welche nach dem Wolkendurchzug evakuiert werden müssen, nicht mit Privatfahrzeugen das Gebiet C verlassen könnten. Die Evakuierung würde nur mit unkontaminierten von Einsatzkräften aus dem Gebiet A herantransportierten Transportmitteln (Busse, eventuell auch Züge) durchgeführt, d. h. die Bevölkerung wartet im Keller/Schutzraum bis die Transportmittel vor dem Haus bereitstehen. Private Verkehrsmittel werden in der Zone zurückgelassen. Vorteil dieser Variante: Keine Kontaminationsverschleppung, da die beschränkte Anzahl Transportmittel nach einem mehrmaligen Einsatz nach Ende der Evakuierung überprüft werden. Nachteil: Der Aufwand für die geführte Evakuierung ist beträchtlich grösser. Die Wartezeiten können bei einer grossen Zahl an zu evakuierenden Personen unerträglich lange werden. Zudem wird eine erhöhte Zahl an Einsatzkräften benötigt, welche einer erhöhten Gefahr ausgesetzt wird. Die privaten Fahrzeuge müssten zu einem späteren Zeitpunkt den Besitzern trotzdem nachgeliefert werden, was einen recht hohen

²² Bsp. Evakuierung aus C: ODL > 500 $\mu\text{Sv/h}$. Annahme Evakuationsdauer 1h, mittlere Dosisleistung 500 $\mu\text{Sv/h}$. Dosis durch externe Strahlung während Evakuierung 0.5 mSv. In der gleichen Zeit beträgt die zusätzliche Dosis durch externe Strahlung vom Auto etwa 5 μSv .

Aufwand bedeutet, da zu diesem Zeitpunkt dann doch alle auszuführenden Fahrzeuge kontrolliert werden müssten.

Schlussfolgerung für die Evakuationsphase

Die Evakuierung mit privaten Verkehrsmitteln ohne strikte Kontaminationkontrolle während der Evakuierung ist für die zu evakuierende Bevölkerung eindeutig die beste Lösung (siehe Variante 2).

Nachevakuationsphase

Ausgangslage: Das Gebiet C ist für die Bevölkerung gesperrt. Es haben nur Einsatzkräfte Zutritt.

Kontaminationskontrolle: Zwecks Beweissicherung, dass kein nachträgliches Problem der Kontaminationsverschleppung durch Einsatzkräfte aus Gebiet C nach B oder A besteht, sollen am Grenzübergang C -> B stichprobenweise Fahrzeug und Waren auf Kontamination überprüft werden. Für die Kontaminationskontrolle müssen dort unkontaminierte Kontrollstellen zur Verfügung gestellt werden (z. B. Tiefgaragen).

Für Berufsfahrer und verunsicherte Fahrzeuginhaber soll zusätzlich in Betracht gezogen werden, allenfalls im Gebiet A Kontaminationskontrollstellen (z. B. bei Strassenverkehrsämtern) zu errichten, wo Fahrzeuge auf Kontamination überprüft werden können. Priorität der Messungen nach Herkunftsgebiet der Fahrzeuge: C > B.

Kriterium für die Messungen:

Ab einer Dosisleistung von 5 $\mu\text{Sv/h}$ (ca. 500 CS) für die Referenzzeit 24 h nach Abschaltung soll das Waschen in einer Waschanlage empfohlen werden (siehe Anhang 3, Tabelle 3).

KKW-Unfall im Ausland:

Kontaminationskontrolle am Zoll CH

Grundlagen: Es ist damit zu rechnen, dass kontaminierte Fahrzeuge aus dem Unfallgebiet nach einem KKW- Ereignis die schweizer Grenze passieren. Da die Schweiz in einem solchen Fall nicht selber vom Ereignis betroffen ist, gelten im Prinzip die gleichen gesetzlichen Grundlagen wie im Normalfall, gemäss StSV eine Kontamination von 1 CS. Bei einem frischen Spaltproduktgemisch entspricht dies nach Faustregel 5 in 1 m Abstand einer Dosisleistung von etwa 10 nSv/h.

Dieser Wert wird bei einer normalen Zollkontrolle nicht bemerkt. Aus zeitlichen und messtechnischen Gründen ist es zudem bei einem Ereignisfall im Ausland fast unmöglich sämtliche am Zoll passierenden Fahrzeuge auf Kontamination gemäss StSV hin zu untersuchen. Es kann deshalb nur eine stichprobenweise Kontrolle von einzelnen Fahrzeugen aus dem Ereignisland durch Spezialisten durchgeführt werden.

Sollte es sich um ein grenznahe Ereignis handeln, wo mit Fluchtbewegungen Richtung Schweiz zu rechnen ist, kann aus humanitären Gründen der Zugang zur Schweiz wohl kaum verweigert werden. Die SSK (Strahlenschutzkommission) [6] hat in Deutschland für diesen Fall den Richtwert 5 $\mu\text{Sv/h}$ (in 1 m Abstand vom Fahrzeug) festgelegt. Wird dieser Wert überschritten, so muss das Fahrzeug gewaschen werden und die Fahrzeuginsassen über die möglichen Gefahren aufmerksam gemacht werden. 5 $\mu\text{Sv/h}$ (in 1 m Abstand) entspricht auch dem Wert, wo das vorliegende Papier bei einem Ereignisfall in der Schweiz das Waschen in einer Waschanlage empfiehlt, weil durch berufsbedingten Aufenthalt in solchen Fahrzeugen Dosen von wenigen mSv im ersten Jahr möglich sind, wenn die Kontamination nicht entfernt wird. Diese Grössenordnung lässt sich durch Dosisleistungsmessgeräte schnell erfassen. Bezüglich Dekontamination müssten in unmittelbarer Umgebung zum Zoll entsprechend Platz und Mittel bereit gestellt werden. Dafür kommen wohl nur die Hauptzollämter in Frage.

Literatur

- [1] Umsetzung DMK: Grundlagen für die Umsetzung des DMK bei einem Unfalls in einer Kernanlage, Arbeitsgruppe Auswertung und Massnahmen, KomABC, Oktober 2002.
- [2] Entwurf: Mesures à prendre en cas d'accident dans une centrale nucléaire - Séjour et évacuation (26.6.2002)
- [3] Festlegung von Referenzszenarien für die Notfallschutzplanung in der Umgebung der Schweizerischen KKW (HSK-AN-344; Rev. 5; 13.3.2001).
- [4] Konzept Haut- und Kleider-Kontamination der Bevölkerung nach einem radiologischen Ereignis. KOMAC. 3.11.1994.
- [5] 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
- [6] Richtlinie für die Festlegung von Kontaminationswerten zur Kontrolle von Fahrzeugoberflächen im grenzüberschreitenden Verkehr nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, 1996.
- [7] Assessment of skin doses. Documents of the NRPB. Volume 8(3), 1997