



Aktennotiz

Datum: 11.10.2013 Seiten: 11 Anhänge: 0 Beilagen: 0
Verteiler intern: GLSTV, Bereich S, KOMM, Archiv
Verteiler extern: BABS (NAZ), BAG, BAFU, BWL, Kantone Aargau, Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Bern, Freiburg, Solothurn,
Neuenburg und Waadt, Umweltministerium Baden-Württemberg, KKB, KKG, KKL, KKM
Sachbearbeiter: [REDACTED]
Visum [REDACTED]
Visum Vorgesetzte [REDACTED]

Klassifizierung keine
Aktenzeichen 10KEX.APFUKU7
Referenz ENSI-AN-8091
Schlagwörter Notfallschutz; schwerer Unfall; Wasserpfad



Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz

Inhalt:

1	Veranlassung	2
2	Gefährdungspotentiale	2
3	Radiologische Richt- und Grenzwerte	3
4	Trinkwasserversorger	4
5	Notfallschutz	4
6	Gewässerschutz	7
7	Schlussfolgerungen und Arbeitspakete	9
8	Referenzen	11





Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/PubliDocs: 10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel: Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter: 11.10.2013 / [REDACTED]

1 Veranlassung

Die Störfallanalysen der Kernkraftwerke zeigen, dass die radiologisch relevanten Auslegungsstörfälle durch Freisetzungen radioaktiver Stoffe über den Luftpfad dominiert werden. Bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen kann es aber auch zu einer Freisetzung über den Wasserpfad kommen. Gestützt auf die Erkenntnisse aus der Analyse des Unfalls in Fukushima hat das ENSI dazu im Herbst 2011 einen Prüfpunkt formuliert und nun die bestehenden Abläufe und Massnahmen betreffend den Wasserpfad im Notfallschutz hinsichtlich ihrer Wirksamkeit analysiert.

Bei dieser Überprüfung müssen alle im Notfallschutz beteiligten Amtsstellen BABS (NAZ), BAFU, BAG und ENSI sowie die Kantone Bern, Solothurn, Aargau, Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Freiburg, Neuenburg und Waadt mit einbezogen werden. Diese Überprüfung beinhaltet schwerpunktmässig die Überwachung, die Alarmierung und die Entscheidungskriterien für erste Massnahmen.

2 Gefährdungspotentiale

Die vier Schweizer Kernkraftwerke Mühleberg, Gösgen, Beznau und Leibstadt liegen am Flusslauf von Aare oder Rhein. Die zulässigen Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt sind in der Betriebsbewilligung der Kernkraftwerke geregelt. Ein Abgabereglement, das Teil der Betriebsbewilligung ist, legt die Vorschriften über die Kontrolle der Abgaben radioaktiver Stoffe und die Berichterstattung durch das Kernkraftwerk fest. Es regelt auch die Aufsichtstätigkeit, insbesondere die Stichprobenerhebung durch die Behörden ENSI und BAG sowie das Umgebungsüberwachungsprogramm des BAG. Die radioaktiven Abgaben der Kernkraftwerke werden in den Jahresberichten des ENSI /1/ und des BAG /2/ veröffentlicht und bewertet.

Radioaktive Stoffe werden in Kernkraftwerken in kontrollierten Zonen gehandhabt und gelagert. Die Grenzen der kontrollierten Zone werden überwacht. Insbesondere gibt es bei allen Kühlkreisläufen, die im Normalbetrieb in einem Kernkraftwerk eingesetzt werden, zwei Barrieren zwischen dem radioaktiven Reaktorwasser und dem Fluss. Das Nebenkühlwasser bzw. einige Zwischenkühlwasserkreisläufe werden zusätzlich kontinuierlich hinsichtlich Radioaktivität überwacht. Sämtliche Abwässer in der kontrollierten Zone, z. B. aus der Gebäude- und – in geringem Masse – aus der Apparateentwässerung, werden in Tanks gesammelt, gereinigt und nach erfolgter Probenanalyse in den Fluss abgepumpt. Dabei wird mit einer kontinuierlich messenden Aktivitätsmessstelle die Aktivitätsabgabe an den Vorfluter überwacht, der bei Ansprechen die Pumpe automatisch stoppt. Selbst bei Ausschöpfung der Abgabelimiten für flüssige Abgaben sind die Aktivitätskonzentrationen im Flusswasser weit unter den Freigrenzen gemäss Anhang 3 Spalte 9 der StSV. Einzelpersonen aus der Bevölkerung, die ihren gesamten Trinkwasserbedarf sowie ihren Fischbedarf aus dem Fluss unterhalb des Kernkraftwerks decken und nur Fleisch und Milch von Tieren verzehren, die mit Wasser aus dem Fluss unterhalb des Kernkraftwerks getränkt wurden, würden eine Dosis von etwa 50 µSv pro Jahr akkumulieren.

Die Störfallanalysen der Kernkraftwerke zeigen, dass bei allen Auslegungsstörfällen keine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe an die Umwelt erfolgt. Insbesondere werden die radiologisch relevanten Auslegungsstörfälle durch Freisetzungen radioaktiver Stoffe über den Luftpfad dominiert. Ob man eine relevante Belastung des Flusswassers durch kontaminiertes Kühl- oder Löschwasser bei allen Auslegungsstörfällen völlig ausschliessen kann, wird nochmals überprüft.

Bei einem Extrem-Ereignis, das über die Auslegung des Kernkraftwerks hinausgeht, können grössere Mengen radioaktiver Stoffe in den Flusslauf gelangen. Bei einem solchen Ereignis muss damit gerechnet werden, dass die Grenzen der kontrollierten Zone verletzt werden, beispielsweise infolge von



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Publidos: 10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel: Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfall-
schutz
Datum / Sachbearbeiter: 11.10.2013 / [REDACTED]

Rissen in den Betongrundplatten der Gebäude oder in Verbindungskanälen. Somit könnten grosse Mengen radioaktiv kontaminiertes Kühl- bzw. Feuerlöschwasser unkontrolliert in die Umwelt gelangen. Wie mit diesen Wassermengen während und im Nachgang eines Unfalls umgegangen werden muss, damit sie möglichst geringe Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben, muss noch untersucht werden.

Eine Quantifizierung der radioaktiven Stoffe, die das Kernkraftwerkareal über den Wasserpfad verlassen, ist stark vom Schadensbild des Kernkraftwerks nach einem Extremereignis abhängig und dadurch sehr schwierig. Entscheidend ist, ob die Abgaben direkt in den Fluss gelangen oder auf dem Gelände versickern und so in das Grundwasser gelangen. Mangels besseren Wissens kann man am Standort eines schweizerischen Kernkraftwerks die gleiche Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Aare bzw. Rhein annehmen, wie sie bei Fukushima zwischen dem 1. und 6. April 2011 aus Block II in das Meer erfolgte. In diesem Zeitraum wurden ungefähr $3,6 \cdot 10^{15}$ Bq I-131 und $1,1 \cdot 10^{15}$ Bq Cs-137 abgegeben /3/. Unter Annahme, dass keine Schutzmassnahmen für die Bevölkerung eingeleitet werden, berechnet sich daraus eine Dosis für Einzelpersonen aus der Bevölkerung von rund 50 mSv sowohl für Erwachsene als auch für Kleinkinder. /4/ Die Dosis verteilt sich bei einem Erwachsenen zu 36 % auf den Konsum von Trinkwasser aus dem Fluss, 60 % auf den Konsum von Fisch und je 2 % auf den Konsum von Fleisch und Milch. Bei einem Kleinkind verteilt sich die Dosis in etwa zu 85 % auf den Konsum von Wasser, weniger als 1 % auf den Konsum von Fleisch und 15 % auf den Konsum von Milch.

Geht man davon aus, dass das kontaminierte Wasser nicht direkt in den Fluss gelangt sondern auf dem Werksgelände versickert und so ins Grundwasser bzw. Flusswasser gelangt, so erhält man geringere Dosen, da ein Grossteil der Radioaktivität mit Ausnahme von Tritium auf seinem Weg durch den Boden an Bodenpartikeln haften bleibt. Auch kann man, wenn die Radioaktivität ins Grundwasser gelangt, diese durch langfristige Massnahme, wie gezieltes Abpumpen des Grundwassers, im Bereich des Kraftwerkareals halten.

Bei einem schweren Unfall werden vor allem grosse Mengen an radioaktiven Stoffen in die Atmosphäre abgegeben. Prinzipiell ist ein Eintrag dieser Stoffe durch Auswaschung aus der Luft und dem Boden in den Fluss und das Grundwasser möglich. Da jedoch der grösste Anteil der Radioaktivität mit Ausnahme von Tritium im Boden haften bleibt, ist dieser Eintrag radiologisch nicht relevant und wurde bei obiger Berechnung nicht berücksichtigt.

3 Radiologische Richt- und Grenzwerte

Wasser gilt gemäss StSV Anhang 2 als radioaktiv, wenn seine spezifische Aktivität grösser als 1 % der Freigrenze und seine absolute Aktivität grösser als die Freigrenze nach StSV Anhang 3 Spalte 9 ist.

Immissionen radioaktiver Stoffe dürfen gemäss StSV Art. 102 Abs. 2 in öffentlich zugänglichen Gewässern im Wochenmittel einen Fünfzigstel der Freigrenze für die spezifische Aktivität nach StSV Anhang 3 Spalte 9 nicht überschreiten.

In der Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmittel sind für flüssige Lebensmittel Grenzwerte festgelegt.



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidos:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

4 Trinkwasserversorger

Im Fließgewässer gefährden die radioaktiven Stoffe die Trinkwasserversorgungen, die direkt oder indirekt Flusswasser beziehen. Im Bereich des Flusslaufs Aare-Rhein, an dem die vier Kernkraftwerke liegen, wird an verschiedenen Stellen Wasser entnommen:

- Die Stadt Biel entnimmt täglich 12'600 m³ Trinkwasser aus dem Bielersee /5/. Dies entspricht 70 % des Trinkwasserbedarfs der Stadt Biel mit 50'000 Einwohnern. Das Wasser wird gefiltert und entkeimt bevor es als Trinkwasser in die Stadt geleitet wird.
- Bei einer Hochwassersituation kann nicht ausgeschlossen werden, dass vom Bielersee Wasser durch die Kanäle in den Neuenburger- und Murtensee zurückfließt. Dies passiert während ungefähr 20 Tagen im Jahr. Aus beiden Seen wird Trinkwasser entnommen. Betroffen sind die regionalen Wasserversorgungen der Städte Saint-Aubin, Yverdon-les-Bains, Estavayer-le-Lac, Neuenburg und Murten.
- Die Grundwasserwerke Muttenzer-Hard und Lange-Erlen entnehmen rund 75'000 m³ Rheinwasser pro Tag zur Trinkwasseraufbereitung /6/. Das Rheinwasser wird filtriert und periodisch in bewaldete Wässerstellen geleitet. Auf dem Weg durch das Erdreich wird das Wasser mechanisch und biologisch gereinigt. In einigen Metern Tiefe vermischt es sich mit dem Grundwasser, von wo es aus mehreren Trinkwasserbrunnen gefördert wird. Das gepumpte Wasser wird, bevor es zum Endverbraucher gelangt, entsäuert, gefiltert und entkeimt. Auf diese Weise deckt die Stadt Basel seinen gesamten Trinkwasserbedarf von 71'000 m³ pro Tag. Auch werden einige Gemeinden des Kantons Basel-Landschaft und einige solothurnische Gemeinden im Leimental mit Trinkwasser versorgt (4'000 m³ pro Tag). Die Grundwasserwerke können über einen Zeitraum von 7 Tagen auf die Entnahme von Rheinwasser verzichten, ohne dass sie die Trinkwasserlieferungen einschränken müssen. Die beiden Grundwasserwerke versorgen rund 200'000 Menschen.

Die Inhaber der Wasserversorgungsanlagen erstellen gemäss der Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgungen in Notlagen (VTN, SR 531.32) einen Massnahmenplan. Eine Notlage liegt vor, wenn die normale Versorgung mit Trinkwasser, insbesondere infolge von Naturereignissen, Störfällen, Sabotage oder kriegerischen Handlungen, erheblich gefährdet, erheblich eingeschränkt oder verunmöglicht ist.

Die in der VTN verlangten Trinkwassermengen von 15 l pro Tag und Person können von der Stadt Biel ohne Seewasser sichergestellt werden. Hingegen bedeutet dies für die Grundwasserwerke der Stadt Basel eine maximal mögliche Unterbrechung der Rheinwasserentnahme von 175 Tagen, hochgerechnet aus der maximalen Ausfallzeit von 7 Tagen bei einem Verbrauch von 375 l pro Tag und Person.

5 Notfallschutz

Die ABCN-Einsatzverordnung regelt die Organisation von Einsätzen des Bundes zur Bewältigung von Ereignissen von nationaler Tragweite, die Bevölkerung, Tiere und Umwelt durch erhöhte Radioaktivität, durch biologische oder chemische Schadenereignisse sowie durch Naturereignisse gefährden oder beeinträchtigen. Sie regelt die Koordination zwischen Bund und Kantonen.

Zusätzlich regelt die Verordnung über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen den Notfallschutz für Ereignisse in schweizerischen Kernanlagen, bei denen eine erhebliche Freisetzung von



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidocs:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

Radioaktivität nicht ausgeschlossen werden kann. In dieser Verordnung werden die Aufgaben und die Zusammenarbeit der Betreiber von Kernanlagen, des ENSI, MeteoSchweiz, BABS, der Kantone, Regionen und Gemeinden bei radiologischen Ereignissen geregelt.

Die Schutzmassnahmen für die Bevölkerung werden grundsätzlich durch den Bundesrat (StSG, Art. 20), bei höchster Dringlichkeit jedoch durch das BABS, NAZ (ABCN-Einsatzverordnung, Art. 11) angeordnet. Der Bundesrat entscheidet, wann wieder zu den routinemässigen Zuständigkeiten übergegangen wird. Gemäss Art. 3 der ABCN-Einsatzverordnung bezeichnen die Kantone eine Kontaktstelle für die Vorbereitung und eine Alarmstelle für den Einsatz.

Die Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz hat ein Notfallschutzkonzept /7/ erarbeitet, das bei KKW-Unfällen die Anforderungen an den Notfallschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke für die Vorbereitungsphase und für den Einsatz detailliert festlegt. Beim Einsatz liegt der Schwerpunkt bei der Vor- und Wolkenphase, da hier rasche Entscheidungen notwendig sind. Das Notfallschutzkonzept sieht auch vor, dass Schutzmassnahmen bei Abgabe radioaktiver Stoffe über den Wasserpfad in direkter Absprache zwischen NAZ und betroffenen Kantonen geregelt werden.

Das ENSI unterhält eine eigene Notfallorganisation mit einem Pikettdienst. Die Notfallorganisation sorgt im Ereignisfall in einem Kernkraftwerk für eine rasche Orientierung der NAZ. Sie erstellt Prognosen betreffend der Entwicklung des Störfalls in der Anlage, der möglichen Ausbreitung der Radioaktivität in der Umgebung und deren Konsequenzen. Sie beurteilt die Zweckmässigkeit der von den Kernkraftwerken getroffenen Massnahmen betreffend Schutz von Personal und Umgebung und sie berät die NAZ über anzuordnende Schutzmassnahmen für die Bevölkerung.

In der Richtlinie ENSI-B03 und den Abgabereglementen ist die Meldepflicht geregelt. Die Kernkraftwerke müssen dem ENSI und der NAZ Meldung erstatten, falls Messungen oder Beobachtungen zu irgendeiner Zeit erkennen oder vermuten lassen, dass die Abgabelimiten überschritten wurden oder dass die Abgaben über nicht vorgesehene Pfade erfolgten oder erfolgen.

Beim Notfallschutz und daher auch in diesem Bericht geht es in erster Linie um erste Massnahmen, die im Ereignisfall angeordnet werden müssen und daher entsprechend vorbereitet sein müssen. Massnahmen, wie beispielsweise die langfristige Trinkwasserversorgung in den betroffenen Gebieten, müssen separat betrachtet werden.

5.1 Mögliche Warn- und Alarmschwellen

Wenn ein Kernkraftwerk einen Abwassertank mit einer Aktivitätskonzentration von einer 100-fachen Freigrenze (LE)¹ für KKB, KKL und KKG bzw. 200-fachen Freigrenze (LE) für KKM (Kurzzeitabgabelimite) abgibt, entspricht dies im Falle von Cs-137 einer Abgaberate von ungefähr $8 \cdot 10^8$ Bq/h bzw. $1,6 \cdot 10^9$ Bq/h. Bei dieser Berechnung wird angenommen, dass das Kernkraftwerk das Abwasser mit einer Volumenabgaberate von $10 \text{ m}^3/\text{h}$ in den Fluss pumpt. Eine solche Abgaberate verursacht im Fluss unterhalb des Kernkraftwerks eine Aktivitätskonzentration von 3,7 Bq/l für KKM, 0,8 Bq/l für KKG, 0,4 Bq/l für KKB und 0,2 Bq/l für KKL. Bei dieser Berechnung werden die Durchflüsse von Aare und Rhein angenommen, wie sie in der Richtlinie ENSI-G14 angegeben sind. Die Aktivitätskonzentration ist in allen vier Fällen unter 1/100 LE. Eine Gefährdung der Trinkwasserversorgung mit Flusswasser ist somit im Normalbetrieb nicht zu erwarten.

¹ Freigrenze (LE) gemäss StSV Anhang 3 Spalte 9. Für Nuklidgemische wird die Summenregel gemäss StSV Anhang 1 sinngemäss angewendet.



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidos:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfall-schutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

Die Abgabe einer Jahresabgabelimite an Cs-137 innerhalb einer Stunde, d. h. $1,6 \cdot 10^{12}$ Bq/h für KKM, KKB und KKL sowie $8 \cdot 10^{11}$ Bq/h für KKG, ergibt eine Aktivitätskonzentration im Fluss unterhalb des Kernkraftwerks von ungefähr 3700 Bq/l für KKM, 800 Bq/l für KKG, 800 Bq/l für KKB und 420 Bq/l für KKL. Die Aktivitätskonzentration entspricht beim KKM rund 5 LE, in den anderen Fällen ist sie gleich oder unter einem LE. Somit ist der Grenzwert von 1000 Bq/l für flüssige Lebensmittel aus der Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln beim KKM überschritten und bei den anderen Kernkraftwerken eingehalten. Eine Warnung erfolgt bereits beim Überschreiten der Kurzzeit-abgabelimite.

Die Abgabe einer Jahresabgabelimite an Tritium innerhalb einer Stunde, d. h. $7 \cdot 10^{13}$ Bq/h für KKB und KKG sowie $2 \cdot 10^{13}$ Bq/h für KKL und KKM, ergibt eine im Fluss unterhalb der Kernkraftwerke von 46'000 Bq/l für KKM, 70'000 Bq/l für KKG, 35'000 Bq/l für KKB und 5250 Bq/l für KKL. Die Aktivitätskonzentration ist in allen Fällen unter einem LE. Für KKM, KKG und KKB liegt sie aber über dem Grenzwert von 10'000 Bq/l für flüssige Lebensmittel aus der Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmittel.

Zurzeit sind die Meldeschwellen für die KKW wie folgt definiert:

- Überschreiten der Kurzzeitabgabelimite, d. h. wenn ein Abgabetank mit einer Aktivitätskonzentration von grösser 100 bzw. 200 LE abgegeben wird. Durch diese Limite wird sichergestellt, dass das Flusswasser nicht radioaktiv ist.
- Überschreiten der Langzeitabgabelimite für radioaktive Stoffe ohne Tritium.
- Überschreiten der Langzeitabgabelimite für Tritium.

Der internationale Warn- und Alarmplan Rhein hat für radioaktive Stoffe zwei Orientierungsgrößen, ab wann eine Warnung erfolgen muss (vgl. Kap. 6.2). Für die Summe aller gamma-strahlenden Nuklide muss ein Konzentrationswert im Rhein bei Basel von 25 Bq/l über 2 h oder eine Gesamtabgabe von 1250 GBq überschritten werden. Dieser Konzentrationswert von 25 Bq/l im Rhein bei Basel könnte bei einer Cs-137-Abgaberate von 10^{11} Bq/h erreicht werden. Die Gesamtabgabe von 1250 GBq entspricht in etwa der Langzeitabgabelimite der Kernkraftwerke.

Für Tritium hat der internationale Warn- und Alarmplan Rhein die Orientierungswerte 100 Bq/l oder $5 \cdot 10^{12}$ Bq festgelegt. Dieser Konzentrationswert im Rhein bei Basel könnte bei einer Tritium-Abgaberate von $4 \cdot 10^{11}$ Bq/h erreicht werden. Damit der Grenzwert für Tritium aus der Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln für flüssige Lebensmittel eingehalten werden kann und zur Erfüllung der internationalen Meldepflicht, ist zu erwägen, den Orientierungswert für die Gesamtabgabe von $5 \cdot 10^{12}$ Bq Tritium aus dem internationalen Warn- und Alarmplan Rhein direkt als zusätzliche Meldeschwelle einzusetzen (vgl. Kap. 7, Arbeitspaket 3).

5.2 Schutzmassnahmen

Wirksame Schutzmassnahmen bei einem unzulässigen Eintrag radioaktiver Stoffe in das Flusssystem Aare-Rhein für die Bevölkerung sind:

- Wasserentnahme aus dem Flusssystem Aare-Rhein für Personen, Tiere und Pflanzen einstellen
- Fischfang aus Aare-Rhein verbieten
- Aufenthalt am Fluss verbieten (Dosisersparung bis 1 mSv möglich)

Die Aufhebung der Schutzmassnahmen wird auf Messungen abgestützt.



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidocs:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

6 Gewässerschutz

Jeder Kanton muss gemäss Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer, Art. 49 eine Gewässerschutzfachstelle unterhalten, die die Gewässerschutzpolizei und einen Schadensdienst organisiert. Zum Beispiel unterhält das Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt einen Gewässerschutz-Pikettdienst, der bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen, die zu Gewässer- und Geländeverunreinigungen führen, den Einsatzleiter der Feuerwehr hinsichtlich der zu treffenden Massnahmen berät und gegebenenfalls die Rheinunterlieger benachrichtigt.

6.1 Nationaler Warnplan Hochrhein

Der „Warnplan-Hochrhein“ /8/ regelt die Verantwortlichkeiten für die Benachrichtigung von Ereignissen betreffend Verschmutzungen des Rheins, die im Schweizer Einzugsgebiet des Rheins passieren. Ereignisse werden im Rahmen des „Warnplan-Hochrhein“ von den Polizeieinsatzzentralen der Kantone flussabwärts gemeldet.

6.2 Internationaler Warn- und Alarmplan Rhein

Für die internationale Information oder Warnung betreffend Verschmutzungen des Rheins existiert ein „Internationaler Warn- und Alarmdienst Rhein“, auch „Warndienst Rhein“ genannt /8/. In diesem internationalen Alarmdienst sind heute sieben Hauptwarnzentralen (IHWZ) von der Schweiz bis Holland zusammengeschlossen, welche sich im Ereignisfall gegenseitig informieren. Da der Kanton Basel-Stadt an der Grenze zwischen nationalem und internationalem Warndienst steht, kommt ihm die Funktion einer Relaisstation bei der Weiterleitung von Informationen zu. Aus diesem Grund wurde die Schweizer Hauptwarnzentrale des „Internationalen Warn- und Alarmdienstes Rhein“, im Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt, mit einem Pikettdienst eingerichtet. Relevante Informationen werden nach einem festgelegten Meldemuster, dem so genannten „Warn- und Alarmplan“ an die Rheinunterlieger weitergeleitet. In diesem „Warn- und Alarmplan“ werden auch für radioaktive Stoffe so genannte Orientierungsgrössen, ab wann eine Warnung zu erfolgen hat, angegeben. Für die Summe aller gamma-strahlenden Nuklide muss ein Konzentrationswert im Rheinwasser bei Basel von 25 Bq/l über ≥ 2 h oder eine Gesamtabgabe von 1250 GBq überschritten werden. Für Tritium gelten die Orientierungswerte 100 Bq/l oder 5000 GBq /9/.

Zusätzlich gibt es die „Suchmeldung“, bei der eine Hauptwarnzentrale ihre rheinaufwärts liegenden Partner auffordert, den Verursacher einer festgestellten Verschmutzung zu ermitteln.

Im Rahmen eines trinationalen Abkommens zwischen Deutschland, Frankreich und der Schweiz wurde für die regionale Alarmierung von Gewässerverschmutzungen auf dem Rhein der so genannte „Trinationale Alarm“ ins Leben gerufen /8/. Angeschlossen sind die Kantone Aargau, Basel-Landschaft und Basel-Stadt sowie die deutsche Stadt Lörrach und die französische Stadt St. Louis. Das Ziel ist die schnelle und unkomplizierte Benachrichtigung bei Ereignissen mit grenzüberschreitender Wirkung. Die Kommunikation erfolgt via Fax mit einem standardisierten zweisprachigen Formular.

6.3 Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein

Die Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein wird im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg und des Bundesamts für Umwelt vom Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt betrieben /10/. Da die Stoffe im Wasser des Rheins vom Kraftwerk Birsfelden bis weit unterhalb



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidoocs:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

Kembs nicht über die ganze Flussbreite durchmischt sind, wird über die gesamte Breite an fünf ausgewählten Stellen Wasser zur Untersuchung entnommen. Die Entnahmestellen sind so über den Querschnitt des Stromes verteilt, dass Aussagen über die mitgeführten Stoffe und auch deren Verteilung im 200 m breiten Rhein möglich sind. Dies erlaubt Rückschlüsse auf Ort und Verursacher von Schadstoffeinleitungen.

Vollautomatische Online-Messungen erfolgen für Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und optische Parameter.

Zusätzlich werden Tages-, Wochen- und Zweiwochenmischproben erhoben, die im Kontrolllabor des Amtes für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt nach einem Analyseplan auf 150 Einzelstoffe untersucht werden. Der Analyseplan richtet sich im Wesentlichen nach den lokalen Erfordernissen und dem Untersuchungsplan der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR), der alle Anliegerstaaten angehören. Schadstoffe wie Pestizide, Lösungsmittel und organische Einzelstoffe sowie Tritium werden täglich analysiert, andere Stoffe wie Schwermetalle, Anionen und Stoffe, bei denen kein punktueller Anstieg zu erwarten ist, wöchentlich oder zweiwöchentlich. Sollte in den Wochenmischproben ein Anstieg festgestellt werden, so können nachträglich einzelne Tagesmuster untersucht werden.

Die im Rheinwasser mitgeführten Schwebstoffe, an die sich vornehmlich Schwermetalle und organische Altlasten wie DDT anlagern, werden 28-tägig analysiert. Zusätzlich werden die Schwebstoffproben im Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt mittels Gamma- und Alphaspektrometrie auf Radioaktivität untersucht.

Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen werden in Monatsberichten zusammengefasst, zudem wird eine langfristige Beobachtung in Jahresberichten festgehalten /10/.

6.4 Rheinalarmmodell (Stofftransportmodell)

Das Modell wurde im Auftrag der 8. Rheinministerkonferenz von der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) und der Internationalen Kommission für Hydrologie des Rheingebiets (KHR) 1990 entwickelt. Im Stofftransportmodell ist der Rhein vom Bodensee bis zur Nordsee modelliert, ebenso die Nebenflüsse Aare ab dem Bielersee, Neckar, Main und Mosel /11/.

Im Jahr 1999 wurde das Modell verbessert und die Parameter für die Aare nach erfolgten Tracerversuchen angepasst. Die KHR, in der das BAFU vertreten ist, verwaltet und pflegt das Modell.

Das Stofftransportmodell wird von den sieben Hauptwarnzentralen (IHWZ) des internationalen Warndienstes benützt; dazu gehört auch die Zentrale in Basel. Daneben wird es von Wasserbehörden bei der Anordnung von Massnahmen, wie die Einstellung der Rohwasserentnahme, verwendet.

Das Stofftransportmodell ist ein Computerprogramm, welches der Simulation von Verschmutzungen im Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen dient. Durch Eingabe verschiedener Parameter wie ausgeflossener Stoffmenge, Einleitungsart, Einleitungszeitpunkt, Wasserstände entlang des Rheins, etc. kann die Fortbewegung der Verschmutzungswelle berechnet werden. Auf diese Weise erhält der Anwender wichtige Angaben, wann und wo sich die Verunreinigung befindet bzw. wer spätestens wann informiert werden muss. Neben diesen für die Alarmierung wichtigen Angaben verfügt das Programm über die Möglichkeit, die Ausbreitung der Verschmutzung auf einer Karte darstellen zu lassen.

Das Modell wurde mit Hilfe von Tracerversuchen kalibriert. Die Stofflaufzeiten und Konzentrationen können vorhergesagt werden /11/. Gemäss Aussage der Industriellen Werke Basel (IWB) ist das Modell aufgrund von baulichen Massnahmen im Bereich der Wasserkraftwerke zum Teil nicht mehr auf



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidocs:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

dem aktuellen Stand. Insbesondere weisen jüngste Erfahrungen im Rheinabschnitt darauf hin, dass das Alarmmodell Rhein im Nahbereich zu ungenaue und schwankende Ergebnisse liefert. Eine Überarbeitung der Transportmodelle und Ausbreitungsprognose sind nach Ansicht des IWB erforderlich.

6.5 Aquasim

Die EAWAG verkauft ein Computer-Programm, mit dem aquatische Systeme modelliert werden können /12/. Sie bietet aber keinen Support für das Programm an. Mitte der 1990er-Jahre verwendete die EAWAG dieses Programm, um das Verhalten von Radionukliden aus den Kernkraftwerken Mühleberg und Beznau zu simulieren. In einer Studie verglich die EAWAG die Simulationsergebnisse mit den vorgefundenen Konzentrationen nach einer Abgabe von radioaktiven Stoffen aus den oben genannten Kernkraftwerken. Es wurden die Strecken Kernkraftwerk Mühleberg bis zur Mündung in den Bielersee und die Strecke Kernkraftwerk Beznau bis Albrück modelliert. Die Übereinstimmungen zwischen Messungen und Simulationen waren gut.

Zusätzlich wurde in der Studie das Sedimentationsverhalten von radioaktiven Stoffen im Bielersee im Sommer und Winter experimentell anhand von Probenahmen untersucht. Der Bielersee wurde aber nicht mit dem Computerprogramm modelliert.

7 Schlussfolgerungen und Arbeitspakete

Im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen erfolgt die Abgabe von radioaktiven Stoffen in die Flüsse über kontrollierte und bilanzierte Pfade. Die Abgaben werden monatlich dem ENSI schriftlich gemeldet und werden in den Jahresberichten des ENSI /1/ und des BAG /2/ veröffentlicht.

Bei Betriebsstörungen und Unfällen besteht die Möglichkeit, dass radioaktive Stoffe unkontrolliert in die Flüsse gelangen. Die vorliegende Analyse zeigt, dass in diesen Fällen die gesetzlichen Regelungen und die bestehenden Abläufe und Massnahmen des Notfallschutzes geeignet sind, um die Menschen und die Umwelt zu schützen. In folgenden vier Punkten besteht jedoch ein Überprüfungsbedarf:

Arbeitspaket 1: Überprüfung der Auslegungsstörfälle hinsichtlich der Freisetzung radioaktiver Stoffe in den Wasserpfad und Umgang mit grossen Mengen kontaminiertem Wasser während und nach einem Extremereignis

Die Störfallanalysen der Kernkraftwerke zeigen, dass die radiologisch relevanten Auslegungsstörfälle von einer Freisetzung radioaktiver Stoffe über den Luftpfad dominiert werden. Ob eine relevante Belastung des Flusswassers durch kontaminiertes Kühl- oder Löschwasser bei allen Auslegungsstörfällen völlig auszuschliessen ist, muss noch untersucht werden. Das ENSI hat von den Betreibern der Kernkraftwerke bis Ende 2013 eine entsprechende Analyse verlangt.

Für den Umgang mit grossen kontaminierten Wassermengen, die während und im Nachgang eines auslegungsüberschreitenden Störfalls anfallen können, hat das ENSI die Betreiber der Kernkraftwerke aufgefordert ein Grobkonzept einschliesslich eines Terminplans für das weitere Vorgehen bis Ende 2013 zu erstellen.

Das Arbeitspaket wird durch das ENSI bearbeitet. Das Ziel ist das Arbeitspaket bis Ende 2014 abzuschliessen.



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Publidocs:	10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel:	Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter:	11.10.2013 / [REDACTED]

Arbeitspaket 2: Überprüfung der Meldewege

Ein Vorkommnis, wie es z. B. die Überschreitung der Abgabelimite darstellt, wird vom Kernkraftbetreiber dem ENSI und der NAZ gemeldet. Zusätzlich orientiert das ENSI mit dem Formular „Vorkommnismeldung Kernanlage“ per Fax und Standardverteiler zeitnah u. a. die NAZ und die Kantonspolizei des Standortkantons. Im Formular ist die radiologische Auswirkung auf die Umgebung zu charakterisieren. Auch im Formular „Notfallmeldung Kernanlagen“, mit dem das Aufgebot der NAZ per FAX bestätigt wird, ist die radiologische Auswirkung auf die Umgebung thematisiert. Zusätzlich nimmt an den von der NAZ einberufenen Telefonkonferenzen der kantonale Führungsstab des Standortkantons teil. Bei der Kontamination des Flusssystemes Aare-Rhein ist nicht nur der Standortkanton betroffen. Aus diesem Grund sind im Arbeitspaket 2 die Meldewege bei einem Ereignis in einem Kernkraftwerk mit einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Flüsse zu überprüfen. Dabei sind insbesondere folgende Aspekte zu prüfen:

- Alarmierung aller durch die Einleitung betroffenen Kantone
- Integration des BAFUs in den Alarmierungsprozess, in seiner Funktion als „Hochwasserwarner“. Bei einem Hochwasser kann auch der Murten- und Neuenburgersee kontaminiert werden. In einem solchen Fall müssen zusätzlich die Kantone Freiburg, Neuenburg und Waadt alarmiert werden.
- Direkte Alarmierung der Wasserversorger durch die NAZ
- Alarmierung der Internationalen Hauptwarnzentrale des „Internationalen Warn- und Alarmdienstes Rhein“ in Basel

Das Arbeitspaket wird durch die NAZ bearbeitet. Es beinhaltet Alarmierungsübungen. Das Ziel ist das Arbeitspaket bis Ende 2014 mit einer Übung abzuschliessen.

Arbeitspaket 3: Überprüfung der Kriterien für die Alarmierung und Einleitung von Schutzmassnahmen

Die radiologischen Kriterien für die Alarmierung und die damit verbundene Einleitung von Sofortmassnahmen, wie die Einstellung der Trinkwasserentnahme aus dem Fluss für Personen, Tiere und Pflanzen sowie ein Verbot des Fischfanges und des Aufenthalts am Fluss sind durch die Bundesbehörden zu überprüfen bzw. zu definieren. Allfällige nötige Hilfsmittel, wie z. B. von Faustregeln oder der Betrieb eines Fließzeitmodells zur Vorhersage von Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätslaufzeiten im Fluss, sind bereit zu stellen. Auch sind die Kriterien für eine allfällige Aufhebung der Schutzmassnahmen zu definieren.

Das Arbeitspaket wird vom ENSI zusammen mit dem BAG und der NAZ bearbeitet. Das Ziel ist das Arbeitspaket bis Ende 2014 abzuschliessen.

Arbeitspaket 4: Überprüfung und Ergänzung des Umgebungsüberwachungsprogramm

Das BAG, als verantwortliche Behörde für die Überwachung der Umweltradioaktivität und als Partner der Kantonalen Laboratorien bei der Überwachung der Radioaktivität in Lebensmitteln wird das Umgebungsüberwachungsprogramm im Hinblick auf die Erkennung von radioaktiven Stoffen in den Flüssen und Seen überprüfen. Gegebenenfalls wird die Überwachung des Rheins durch die Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein hinsichtlich kontinuierlicher Überwachung der radioaktiven Stoffe, insbesondere hinsichtlich Tritium, im Fluss ausgebaut.



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Publidocs: 10KEX.APFUKU7 / ENSI-AN-8091
Titel: Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz
Datum / Sachbearbeiter: 11.10.2013 / [REDACTED]

Auch ist das BAG zurzeit mit den Wasserwerken im Kontakt, um eine kontinuierliche Überwachung von Aare- und Rheinwasser zu planen und umzusetzen. Das Überwachungsnetz wurde im Bundesratsbeschluss vom 15. Mai 2013 genehmigt. Neben der Installation von Messeinrichtungen soll auch ein Konzept erstellt werden, welches die Massnahmen bei einer Überschreitung von Grenzwerten vorsieht (vgl. Arbeitspaket 3). Dabei ist besonders wichtig, dass die Messsonden in die bestehenden Messnetze integriert, die Alarmer über die bestehenden Kanäle übermittelt und die Messergebnisse an die zuständigen kantonalen und eidgenössischen Behörden weitergeleitet werden. Dabei ist auch zu beachten, dass bei den hier zur Diskussion stehenden Extremereignissen zusätzliche Erschwernisse in der Kommunikation, in der Stromversorgung und bei der Verfügbarkeit von Verkehrswegen und Gebäuden nicht auszuschliessen sind. Es ist zu prüfen, ob die örtlichen und technischen Lösungen so gewählt werden können, dass die Schutzmassnahmen auch bei Extremereignissen trotz solcher Erschwernisse greifen können.

Das Arbeitspaket wird durch das BAG bearbeitet. Das Ziel ist, das Arbeitspaket bis Ende 2015 abzuschliessen.

8 Referenzen

- /1/ www.ensi.ch/de/2012/08/20/strahlenschutzbericht-2011-2/
- /2/ www.bag.admin.ch/themen/strahlung/12128/12242/index.html?lang=de
- /3/ ENSI-Bericht vom 16. Dezember 2011: Radiologische Auswirkungen aus den kerntechnischen Unfällen in Fukushima vom 11. März 2011
- /4/ ENSI-AN-8093: Radiologische Konsequenzen einer Freisetzung des Fukushima-Wasserpfad-Quellterms in Aare/Rhein am Standort der schweizerischen Kernkraftwerke, Dezember 2012
- /5/ www.esb.ch/produkte/wasser/anlagen/
- /6/ www.iwb.ch/de/geschaeftskunden/trinkwasser/trinkwasser/wasserversorgung/trinkwasser-produktion/
- /7/ Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz: Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernanlagen, Januar 2006
- /8/ Umweltbericht beider Basel 2007: Nationale und internationale Alarmierung
- /9/ Internationale Kommission zum Schutz des Rheins: Internationaler Warn- und Alarmplan Rhein Stand 1. Juli 2009
(www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Berichte/WARN-_UND_ALARMPLAN_RHEIN.pdf)
- /10/ www.aue.bs.ch/fachbereiche/gewaesser/rheinberichte.htm
- /11/ www.chr-khr.org/de/projekte/rhein-alarmmodell
- /12/ www.eawag.ch/forschung/siam/software/aquasim/program_description