Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

http://www.ssk.de

Verfahren und Kriterien für die Freigabe von Gebäuden mit geringfügiger Radioaktivität zum Abriß oder zur Weiternutzung

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 134. Sitzung am 08. Dezember 1995
Veröffentlicht in: - Bundesanzeiger Nr. 64 vom 30. März 1996
- Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 39

Inhaltsverzeichnis

1 Geltungsbereich 3

2 Allgemeine Voraussetzungen 3

2.1 Begriff der geringfügigen Strahlenexposition und Aktivität 3

2.2 Freigabeverfahren 3

3 Kriterien für die Freigabe von Gebäuden 4

4 Ableitung der Kriterien 5

4.1 Grundzüge des Berechnungsverfahrens 5

4.2 Betrachtete Expositionspfade 5

4.3 Kritische Szenarien bei der Verwertung des Abrißschuttes 6

4.4 Kritische Szenarien bei Wiederverwendung der Gebäudestrukturen 6

4.5 Beseitigung von großen Massen Abrißbauschutts 6

5 Durchführung der Nachweisverfahren zur Freigabe 7

5.1 Messung von Gebäudeoberflächen 7

5.2 Mittelungsfläche 7

6 Literatur 8

1 Geltungsbereich

Die folgenden Verfahren und Kriterien beziehen sich auf Gebäude kerntechnischer Anlagen sowie Gebäude, in denen ein genehmigungspflichtiger Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen stattgefunden hat. Der Begriff “Gebäude” umfaßt einzelne Gebäude, Räume, Raumteile sowie Bauteile. Die Empfehlung gilt nicht für losen Bauschutt und nicht für die Sanierung bergbaulicher Hinterlassenschaften[1)] .

2 Allgemeine Voraussetzungen

Voraussetzung für eine Freigabe der Gebäude ist der Nachweis, daß eine vorhandene Kontamination geringfügig ist und das nachfolgend dargestellte Freigabeverfahren eingehalten wird. Die Freigabe bedarf der Zustimmung der Behörde. Durch die Einhaltung der in Kapitel 3 dargelegten Kriterien kann der Nachweis der Geringfügigkeit erbracht werden.

Dieser Nachweis kann auch durch andere als die hier dargestellten Verfahren und Kriterien erbracht werden, wenn im Einzelfall gezeigt wird, daß eine Individualdosis von zehn Mikrosievert (µSv) in einem Jahr gemäß [1] nicht überschritten wird.

2.1 Begriff der geringfügigen Strahlenexposition und Aktivität

Die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO) empfiehlt, die Exposition aus verschiedenen Anwendungsbereichen (wie Freigabe oder anzeigefreiem Umgang) auf die jährliche effektive Dosis von einigen 10 µSv [1] für Einzelpersonen zu beschränken. Diese Dosis kann als vernachlässigbar angesehen werden. Da eine Einzelperson aus verschiedenen Anwendungsbereichen exponiert werden kann, empfiehlt die IAEO eine Beschränkung der Dosis im Bereich von 10 µSv in einem Jahr für einen einzelnen Anwendungsbereich. Auf dieser Basis wird der Begriff “geringfügige Aktivität”, wie bereits in [2], [3] und [4], als Maßstab für eine Freigabe übernommen.

2.2 Freigabeverfahren

Das Freigabeverfahren besteht aus Anzeige bzw. Antrag an die zuständige Behörde, Freigabemessung und Dokumentation der Meßergebnisse. Das Meßverfahren soll repräsentative Ergebnisse liefern.

Die Freimessung von Gebäuden soll grundsätzlich an der stehenden Struktur erfolgen. Ist eine Freigabe erfolgt, gelten die Gebäude nicht mehr als radioaktiv kontaminiert. Deshalb sind Kennzeichnungen und Hinweise auf Radioaktivität nach der Freigabe vollständig zu entfernen oder unkenntlich zu machen.

Gemäß § 28 Absatz 1 StrlSchV sind unnötige Strahlenexpositionen oder die Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden. Deshalb sind die Flächen von leicht ent-

---

[1)] Siehe Empfehlung der Strahlenschutzkommission “Strahlenschutzgrundsätze für die Freigabe von gewerblich genutzten Gebäuden zur weiteren gewerblichen Nutzung sowie für die Beseitigung von Bauschutt aus dem Bereich des Uranerzbergbaus” vom 12./13. Dezember 1991, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 23

fernbarer Radioaktivität auch unterhalb der Grenzwerte der Flächenkontamination (s. Tabelle 1) zu reinigen.

Fällt während einer Stillegung bzw. einer Umbaumaßnahme loser Bauschutt an, so ist die Bestimmung der Flächenkontamination nicht mehr möglich. In diesen Fällen kann eine Freigabe des Bauschutts nur erfolgen, wenn massenspezifische Freigabekriterien herangezogen werden, wie sie für die Freigabe von Reststoffen aus genehmigungspflichtigem Umgang empfohlen werden (s. z.B. [4]).

Der Genehmigungsinhaber muß durch ein geeignetes Buchführungs- oder Dokumentationssystem alle freizugebenden Gebäude hinsichtlich Art, Menge und Aktivitätsgehalt erfassen und dokumentieren. Im Falle des anschließenden Abrisses der Gebäude sind zusätzlich Verbleib (Empfänger) und Abgabezeitpunkt des Bauschutts festzuhalten.

3 Kriterien für die Freigabe von Gebäuden

Die Erfüllung der folgenden Freigabekriterien für kontaminierte Gebäude sichert die Einhaltung der Strahlenschutzgrundsätze aus Kapitel 2.1.:

1. Die Kontamination der Gebäude überschreitet nicht die Grenzwerte der Flächenkontamination in Tabelle 1. Die Flächenkontamination der Gebäude wird als Verhältnis zwischen der Summe der festhaftenden, nicht-festhaftenden und eingedrungenen Aktivität, die sich unter der freizumessenden Fläche befindet, und der freizumessenden Fläche berechnet. Die Mittelungsfläche überschreitet nicht 1 m^2.
2. Ist sichergestellt, daß das Gebäude nach der Freigabe abgerissen wird, darf die Mittelungsfläche auch größer als 1 m^2 sein. Dabei darf die Mittelungsfläche aus einzelnen zusammenhängenden Flächen, wie z.B. Wänden, Decken oder Böden, bestehen. Die Entscheidungsmessungen können anhand eines geeigneten Stichprobenverfahrens durchgeführt werden.
3. Aktivitäten natürlicher Radionuklide werden nicht berücksichtigt, sofern diese Aktivitäten nicht Gegenstand des genehmigungspflichtigen Umgangs mit radioaktiven Stoffen sind.

Tab. 1: Grenzwerte der Flächenkontamination (s. Anlage IX Spalte 4 der StrlSchV in der Fassung von 1989)

Radionuklid	**Grenzwerte der Flächenkontamination [Bq/cm²]**
Alphastrahler, für die gemäß StrlSchV eine Freigrenze von 5×10^3 Bq festgelegt ist	0,05
Betastrahler und Elektroneneinfangstrahler, für die gemäß StrlSchV eine Freigrenze von 5×10^6 Bq festgelegt ist[1)]	5
Sonstige Radionuklide	0,5

[1)] Die Werte dieser Zeile gelten auch für C 14, P 33, S 35, Ca 45, Fe 55, Ni 63, V 48 und Pm 147.

4 Ableitung der Kriterien

Auf der Basis des Dosiskriteriums von 10 µSv in einem Jahr gemäß [1] wurde im Auftrag des BMU eine Untersuchung zur schadlosen Verwertung von Bauschutt und Gebäudeteilen durchgeführt [5]. Die Ergebnisse dieser Studie dienen als Grundlage der Kriterien für die Freigabe von Gebäuden zum Abriß oder zur Weiternutzung.

4.1 Grundzüge des Berechnungsverfahrens

Grundlage der Berechnungen ist die Freigabe einer Bauschuttmasse, die im Rahmen der Stilllegung eines typischen großen Leichtwasserreaktors anfällt. Größere Bauschuttmengen als die bei der Stillegung eines KKW anfallenden sind an einem Ort innerhalb einiger Jahre nicht zu erwarten. Daher können die Ergebnisse dieser Betrachtung auf andere kerntechnische Anlagen oder Umbaumaßnahmen übertragen werden. Um sinnvoll quantitative Aussagen über die zu erwartenden Dosisbelastungen treffen zu können, wurde eine Schematisierung des stillegungsbedingt anfallenden Bauschutts vorgenommen. Hinsichtlich des zeitlichen Anfalls während der Stillegungsphase wurde zwischen Bauschutt aus der Komponentenausbau- und Dekontaminationsphase, d.h. Bauschutt, der vor dem Abriß des Gebäudes anfällt, und Abrißbauschutt, d.h. Bauschutt, der infolge des Abrisses des Gebäudes anfällt, unterschieden.

In der Komponentenausbau- und Dekontaminationsphase der Stillegung eines KKWs fallen über mehrere Jahre einige 1000 Mg Bauschutt an. Maximal ist mit ca. 1000 Mg/a zu rechnen. Bei Umbaumaßnahmen oder der Stillegung kleinerer Anlagen fallen deutlich kleinere Mengen an. Die Strahlenexpositionen nach der Freigabe dieses Bauschutts wurden abgeschätzt [5] und werden bei der Ableitung massenspezifischer Freigabekriterien berücksichtigt [4].

Aus der Abrißphase eines KKWs resultieren mit einigen 100.000 Mg Bauschutt wesentlich größere Mengen als aus der Komponentenausbau- und Dekontaminationsphase. Da sich die Kontamination von Gebäudeflächen auf die obersten Schichten des Gebäudes beschränkt und die inneren Wandbereiche kontaminationsfrei sind, ermöglicht dies eine Freigabe nach Unterschreitung bestimmter Grenzwerte der Flächenkontamination. In [5] wurden nuklidspezifische Flächenkontaminationen berechnet, bei deren Unterschreitung das Dosiskriterium von 10 µSv in einem Jahr gemäß [1] eingehalten wird. Diese Flächenkontaminationswerte liegen höher als die Grenzwerte der Flächenkontamination aus Anlage IX Spalte 4 der StrlSchV. Deshalb wird bei Einhaltung der in Kapitel 3 angegebenen Kriterien die Strahlenexposition infolge der Freigabe von Gebäuden unterhalb des Dosisrichtwertes liegen.

Die Berechnung der Strahlenexposition durch Verwertung von u.a. beim Abriß anfallendem Bauschutt wurde unter Berücksichtigung möglicher Expositionspfade bei der Bauschuttverwertung und der dabei auftretenden verfahrenstechnischen Behandlung des Bauschutts durchgeführt.

4.2 Betrachtete Expositionspfade

Während des Abrisses von Gebäuden, der Aufbereitung von Bauschutt und seiner anschließenden Verwertung im Bereich des Straßen- und Wegebaus sowie im Bereich der Betonherstellung wurden die Expositionen betrachtet. Im Falle der Weiternutzung von Gebäuden wurden die Expositionen im Zuge ihrer Renovierung nach Freigabe sowie der anschließenden gewerbli-

chen Nutzung der Gebäude betrachtet. Die Belastungspfade Inhalation, Ingestion und äußere γ-Bestrahlung wurden untersucht. Im Bereich Aufbereitung und Renovierung wurde zusätzlich der Belastungspfad äußere Bestrahlung durch Beta-Strahler (Hautdosis) untersucht.

4.3 Kritische Szenarien bei der Verwertung des Abrißschuttes

Für Radionuklide, die hochenergetische γ-Quanten emittieren (z. B. Co 60, Mn 54, Sb 125, Ba 133, Cs 134, Cs 137, Eu 152 und Eu 154), erwiesen sich der Bau von Straßen, bei dem Straßenbauarbeiter belastet werden, und der Aufenthalt in einem Raum, dessen Wände z.T. aus freigegebenem Bauschutt gefertigt wurden, als kritische Szenarien.

Für die Radionuklide mit den höchsten Inhalationsdosisfaktoren (z. B. Th 232, U 234, U 235, U 238, Pu 238, Pu 239, Pu 240, Am 241 und Cm 244) erwies sich die Inhalation von Stäuben während der Bauschuttaufbereitung, bei der die in der Anlage tätigen Arbeiter belastet werden, als kritisches Szenario.

Für schwach strahlende Radionuklide (z. B. H 3, Cl 36, Ca 41, Fe 55, Ni 63, Sr 90, Pm 147 und Pu 241) erwiesen sich die äußere β-Bestrahlung infolge Hautkontamination (H 3, Cl 36 und Pm 147) bzw. die Inhalation von Stäuben (Ca 41, Fe 55, Ni 63, Sr 90, und Pu 241) bei der Bauschuttaufbereitung als diejenigen Szenarien, welche die höchsten Dosisbelastungen verursachen.

Bei der Einhaltung der Freigabekriterien aus Kapitel 3 führten alle betrachteten Szenarien zu Individualdosen deutlich unterhalb von 10 µSv in einem Jahr.

4.4 Kritische Szenarien bei Wiederverwendung der Gebäudestrukturen

Für die hochenergetischen γ-Strahler erweist sich der Aufenthalt in einem kontaminierten Raum als bestimmend. Die Berechnung der Strahlenexposition erfolgt unter der Annahme einer Expositionszeit von 1800 h/a. Eine weitgehende Ausschöpfung des Grenzwerts (s. Tabelle 1) auf der gesamten Innenfläche des Raums bei gleichzeitigem hohem Anteil an Co 60 im Nuklidspektrum führt zu jährlichen Individualdosen im Bereich von 10 µSv.

Die hier angestellten Betrachtungen machen durchaus eine Freigabe zu nichtgewerblichen Zwekken möglich, da auch in diesem Falle der Dosisrichtwert eingehalten wird (s. Kapitel 5.2).

Das für alle anderen Radionuklide bestimmende Szenario ist die Inhalation bzw. Hautkontamination während der Renovierung des Raumes. Bei der Einhaltung der Freigabekriterien aus Kapitel 3 sind individuelle Inhalations- bzw. Hautdosen deutlich unterhalb 10 µSv in einem Jahr zu erwarten.

4.5 Beseitigung von großen Massen Abrißbauschutts

Eine Beseitigung bzw. Nutzung als Verfüllmaterial wurde in [6] betrachtet. Die Nutzung als Verfüllmaterial, z.B. zur Verfüllung von Baugruben, kommt in der Praxis vor und entspricht in ihrer radiologischen Bedeutung der einer Deponierung in einer unabgedichteten Bauschuttdeponie. Bei Einhaltung der in Tabelle 1 genannten oberflächenspezifischen Grenzwerte ergeben sich im Abrißbauschutt zwangsläufig sehr geringe massenspezifische Aktivitäten. Berechnungen zur Deponierung von Bauschutt in Bauschuttdeponien in [6] ergaben, daß bei derartig

geringen massenspezifischen Aktivitäten auch die Deponierung sehr großer Massen, bis hin zu mehreren 100.000 Mg, zu vernachlässigbaren Strahlenexpositionen führt. Eine Beseitigung bzw. Nutzung als Verfüllmaterial großer Massen des nach den Kriterien in Kapitel 3 freigegebenen Abrißbauschutts ist daher radiologisch unbedenklich.

5 Durchführung der Nachweisverfahren zur Freigabe

5.1 Messung von Gebäudeoberflächen

Bei Nachweisverfahren, die zur Bestimmung der Flächenkontamination im Rahmen der Freigabe von Gebäuden im stehenden Zustand verwendet werden, muß sichergestellt sein, daß die von der Oberfläche in das Volumen eingedrungene Aktivität bis zu einer aus Voruntersuchungen bestimmten Eindringtiefe erfaßt wird. Dies ist insbesondere relevant bei Messungen an Wand- und Bodenflächen, die ggf. mehrfach erneuerte Dekontanstriche aufweisen. Ist das gewählte Meßverfahren dagegen nicht in der Lage, sowohl die Oberflächenaktivität als auch die ins darunterliegende Volumen eingedrungene Aktivität hinreichend zu erfassen, so müssen zusätzlich zu den Oberflächenmessungen geeignete massenspezifische Messungen an Materialproben oder gammaspektrometrische Messungen, z.B. durch in-situ-γ-Spektrometrie, durchgeführt werden.

5.2 Mittelungsfläche

Die auf der Basis der Ergebnisse aus [5] empfohlenen Kriterien (vgl. Kapitel 3) wurden unter der Annahme ermittelt, daß der Grenzwert der Flächenkontamination auf der gesamten Gebäudeinnenfläche vorliegt. In praktisch allen Fällen ist aber die Kontamination auf der Oberfläche ungleichmäßig verteilt. Die Kontaminationsverteilung hat jedoch im Falle des Abrisses des Gebäudes keine Auswirkung auf die berechnete Strahlendosis, da die Aktivität weitgehend durch den Abrißvorgang gleichmäßig im Bauschutt verteilt wird. Da im Falle eines Abrisses der Gebäude die Gesamtaktivität ausschlaggebend ist, ist die Wahl großer Mittelungsflächen radiologisch unbedenklich, und es kann über zusammenhängenden Flächen, wie z. B. einzelnen Wänden oder Böden, gemittelt werden.

Der typische mittlere Abstand einer Person, z. B. zum Boden, beträgt ca. 1 m. Daher spielen Inhomogenitäten in der Aktivitätsverteilung mit Ausdehnungen unterhalb eines Meters für die Dosisberechnung keine Rolle. Mithin sind Mittelungsflächen unterhalb von 1 m^2 nicht erforderlich.

Legt man jedoch die Mittelungsfläche wesentlich größer fest, besteht die Möglichkeit einer über 1 m^2 gemittelten höheren Kontamination und somit einer unerwünscht hohen lokalen Dosisleistung.

Die StrlSchV sieht in Anlage IX bei Oberflächenkontaminationsmessungen an Arbeitsplätzen und Gegenständen eine Mittelungsfläche von 100 cm^2 vor. Diese Mittelungsfläche ist für die Freigabe von Gebäuden ungeeignet und aus radiologischer Sicht nicht erforderlich.

In Abhängigkeit von der Aktivitätsverteilung im Gebäude bzw. in dessen Räumen können mit Zustimmung der zuständigen Behörden Stichprobenverfahren, die den Nachweis der Unterschreitung des Grenzwertes der Flächenkontamination erbringen, festgelegt werden.

Im Falle der Weiternutzung wurde die Strahlenexposition unter der Annahme ermittelt, daß der Grenzwert der Flächenkontamination auf der gesamten Gebäudeinnenfläche vorliegt [5]. Unter ungünstigen Umständen kann dies bei der Weiternutzung eines Raumes durch äußere γ-Bestrahlung von z. B. Co 60 zu Individualdosen von mehreren 10 µSv in einem Jahr führen (s. Kapitel 4.4). Allerdings kann typischerweise davon ausgegangen werden, daß größere Teilflächen eines Raumes kaum bzw. gar nicht kontaminiert sind, und daher die mittlere Flächenkontamination im gesamten Raum deutlich unterhalb der Grenzwerte liegt. Wegen der restriktiven Mittelungsfläche ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, daß die tatsächlich auftretenden Dosen den Bereich von 10 µSv in einem Jahr überschreiten.

6 Literatur

[1] Internationale Atomenergieorganisation
Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, Safety Series No. 89, Wien, 1988; ISBN 92-0-123888-6

[2] Strahlenschutzkommission
Strahlenschutzgrundsätze zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung von schwach radioaktivem Stahl und Eisen aus Kernkraftwerken
Empfehlung der Strahlenschutzkommission 1. Oktober 1987,
Bundesanzeiger Nr. 5 vom 9.1.1988, S. 63

[3] Strahlenschutzkommission
Strahlenschutzgrundsätze zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung von schwach radioaktiven Nichteisenmetallen aus Kernkraftwerken
Empfehlung der Strahlenschutzkommission 10./11. Dezember 1992,
Bundesanzeiger Nr. 79 vom 28.4.1993

[4] Poschner, J.; Schaller, G.
Richtwerte für die spezifische Aktivität von schwach radioaktiv kontaminierten Abfällen, die konventionell entsorgt werden. BfS-ISH-169/95, Januar 1995

[5] John, T.; Deckert, A.; Thierfeldt, S.
Teil: Untersuchung zur schadlosen Verwertung von Bauschutt und Gebäudeteilen
Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, BMU 1994-394, 1994

[6] Deckert, A.; Hoppe, G.; John, T.; Thierfeldt, S.
Strahlenexposition durch konventionelle Beseitigung von Abfällen mit Restaktivität
Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, BMU 1994-393, 1994